Organizator Konferencije: Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu
Organizer: Faculty of Mechanical Engineering, University of Niš

ZBORNIK RADOVA

NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI

XII ŽELKON '06
RAILCON '06
2006

SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS

PROCEEDINGS

Niš, Srbija, 19. - 20. Oktobar 2006.

Pokrovitelji / Patrons

Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije
JP Železnice Srbije
MIN Holding

Sponzori / Sponsors

SIEMENS
VAE Gmbh
MZT HEPOS
ALTPRO
MAREX TRADE
CIP
MIN Lokomotiva
GOŠA Fabrika šinskih vozila
KONČAR – Elek. i informatika
KONČAR-Električna vozila
Institut Kirilo Savić
BAČKA INVEST
TIGAR Fabrika tehnička guma
VOITH TURBO Ltd Hungary,
CDM Cumins
ŠINVOZ
ŽELVOZ
MIN DIV AD SVRLJIG

Programski odbor / Program Commitee

Prof. dr Dragomir Mandić, Saobraćajni fakultet Beograd, predsednik / president
Prof. dr Zoran Boričić, Mašinski fakultet Niš
Prof. dr Miroslav Đurđanović, Mašinski fakultet Niš
Prof. dr Snežana Pejčić Tarle, Saobraćajni fakultet Beograd
Prof. dr Vlastimir Đokić, Mašinski fakultet Niš
Prof. dr Vojkan Lučanin, Mašinski fakultet Beograd
Dr Miroljub Jevtić, JP Železnice Srbije
Mr Pera Milovanović, MIN Niš
Prof. dr Milutin Milovanović, Institut Kirilo Savić Beograd
Prof. dr Radisav Vukadinović, Viša železnička škola Beograd
Docent dr Stojan Stamenković, Viša tehnička škola Niš
Prof. dr Čedomir Ilić, Građevinski fakultet Niš
Prof. dr Dragutin Kostić, Saobraćajni fakultet Beograd
Prof. dr Vojislav Miltenović, Mašinski fakultet Niš
Prof. dr Aleksandar Vulić, Mašinski fakultet Niš
Prof. dr Dragan Milčić, Mašinski fakultet Niš

Organizacioni odbor / Organizing Commitee

Dr Dušan Stamenković, predsednik / president
Dr Nenad Pavlović
Dr Miloš Milošević
Mr Srđan Stojičić, dipl. maš. inž.
Danko Mijajlović, dipl. maš. inž.
Srđan Mladenović, dipl. maš. inž.
Miloš Milovančević, dipl. maš. inž.
Miroslav Mijajlović, dipl. maš. inž.
Milan Banić, dipl. maš. inž.
Vesna Grozdanović, tehnički sekretar / technical secretary

Izdavač / Publisher

Mašinski fakultet Niš / Faculty of Mechanical Engineering Niš
Prof. dr Zoran Boričić, dekan / dean

Urednik / Editor

Prof. dr Dušan Stamenković

Recezenti / Reviewers

Prof. dr Dušan Stamenković
Prof. dr Dragomir Mandić

Tehnička priprema / Technical preparation

Miroslav Mijajlović, dipl. maš. inž.
Srđan Mladenović, dipl. maš. inž.
Milan Banić, dipl. maš. inž.

Grafičko rešenje korica / Cover design

dr Miloš Milošević

Tiraž / Number of copies

250

Štampa / Printing

Želnid Beograd

ISBN 86-80587-59-1

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

629 . 4 (082)
656 . 2 (082)
625 . 1 (082)
НАУЧНО – стручна конференција о железници (12 ; 2006 ; Ниш)
Zbornik radova / XII naučno – stručna konferencija o železnici ŽELKON '06 , Niš, Srbija, 19.-20. oktobar, 2006 ; organizator konferencije Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu = Proceedings / XII Scientific–Expert Conference of Railways RAILCON '06 ; organizer Faculty of Mechanical Engineering , University of Niš ; [urednik, editor Dušan Stamenković] . – Niš : Mašinski fakultet = Faculty of Mechanical Engineering, 2006 (Beograd : Želnid) . – 385 str. : ilustr. ; 24 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku. – Tekst ćir. i lat. – Tiraž 250. – Napomene i bibliografske reference uz tekst. – Bibliografija uz svaki rad. – Registar. – Summaries.

ISBN 86-80587-59-1

a) Железничка возила – Зборници b) Железнички саобраћај – Зборници c) Железничке пруге – Зборници
COBISS. SR – ID 134193420

Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije sufinansiralo je izdavanje zbornika radova XII NAUČNO-STRUČNE KONFERENCIJE O ŽELEZNICI **ŽELKON '06**.

Ministry of Science and Environmental Protection of Republic of Serbia has participated in printing costs of the proceedings of XII SCIENTIFIC-EXPERT CONFRENCE ON RAILWAYS **RAILCON '06**.

Sve publikacije u ovom zborniku radova su zaštićene u smislu autorskih prava, dok za originalnost i sadržaj radova punu odgovornost snose autori.

All the publications in this Proceedings have the authorship, whereas the authors of the papers carry entire responsibility for originality and content.

SADRŽAJ / CONTENTS

Plenarna sednica / Plenary Session

- PRIVATIZACIJA ŽELEZNICA – PREGLED I DOMETI 1
  Railway Privatisation - Review And Achievements
  Branislav Bošković, Jelica Pop Lazić
- RESTRUKTUIRANJE JP „ŽELEZNICE SRBIJE" 5
  Restructuring of the Public Enterprise „Serbian Railways"
  Dejan Lasica
- HARMONIZACIJA ŽELEZNIČKOG PRAVA KAO INTEGRACIONI PROCES 9
  Harmonization of Railway Law as an Integration Process
  Bratislav Stanković, Biljana Matić, Miodrag Huber
- ANOMALY DETECTION AND FAULT DIAGNOSIS FOR ENGINES 13
  Dragan Đurđanović, Jun Ni, Jianbo Liu, Kenneth Marko

Radovi na engleskon / Papers in English

E.1. COMPONENTS FOR WAYSIDE TRAIN OBSERVATION IN AUSTRIA 25
Andreas Schöbel, Johannes Karner

E.2. BASICS FOR EFFICIENT RAILWAY INTERIORS 29
Bernhard Rüger

E.3. A METHOD FOR DETERMINATION OF THE WHEEL RAIL CONTACT 33
Dobrinka Atmadzhova

E.4. POSSIBILITIES OF RAILWAY RESEARCH COOPERATION IN THE BALKAN COUNTRIES 37
Ranko Rakanović, Dobrinka Atmadzhova, Nencho Nenov, Dragan Petrović

E.5. RAILWAYS AND DEVELOPMENT OF TOURISM 41
Anna Dzhaleva-Chonkova

E.6. ECONOMIC KNOWLEDGE FOR TRANSPORT ENGINEERING STAFF 45
Maria Slavova-Nocheva

E.7. POSSIBILITIES OF COOPERATION IN RAILWAY STAFF TRAINING IN THE BALKAN REGION 49
Borislav Bentchev, Anna Dzhaleva-Chonhova, Margarita Georgieva, Zlatan Šoškić

E.8. TEST OF A NEW TRAIN ON THE SOFIA METROPOLITAN NETWORK 53
Enyo Borshukov, Ivailo Angov, Bogomil Kovachev

E.9. A METHOD FOR DETERMINING THE CONTACT PARAMETERS OF A RAIL – WHEEL 57
Nikola Nikolov, Tatyana Avdjieva

E.10. ABOUT THE OPPORTUNITIES TO DEFINITE THE ELASTIC PROPERTIES OF A RAIL STEEL WITHOUT USING THE SPECIMENS 61
Tatyana Avdjieva

Vozila / Rolling Stock

1.1. SKIN EFEKAT NA MESTU DODIRA MONOBLOK TOČKA I ŠINE KOD TIRISTORIZOVANIH LOKOMOTIVA SERIJE ŽS 444 67
Branislav Gavrilović, Radisav Vukadinović,

1.2. PRORAČUN OGIBLJENJA U SKLADU SA NORMAMA UIC, EN, ISO I DIN 71
Toplica Golubović

1.3. PRORAČUN GUMENO-METALNIH ELEMENATA U OBLASTI VELIKIH DEFORMACIJA 75
Dragan Milković, Goran Simić

1.4. ANALIZA POUZDANOSTI OBRTNIH POSTOLJA ELEKTROLOKOMOTIVA SERIJE 461 79
Dragan Milčić, Miroslav Mijajlović

1.5. PRIMENA MEHATRONIČKIH ODBOJNIKA KOD ŽELEZNIČKIH VOZILA 83
Nenad Pavlović, Danko Mijajlović, Miloš Milošević

1.6. RAZVOJ I PRIMENA NOVIH UREĐAJA KOD TERETNIH VAGONA 87
Aco Popov, Filip Hađinurev, Violeta Šareska, Bojan Kostić

1.7. UTICAJ GRANIČNIH TEMPERATURA NA FUNKCIONALNOST NEKIH PNEUMATSKIH KOČNIH UREĐAJA 91
Marija Vukšić Popović, Dušan Mijuca, Katarina Momčilović

1.8. PLM PRISTUP KOD RAZVOJA PROIZVODA U ŽELEZNICI 95
Vojislav Miltenović, Milan Banić

1.9. PARAMETARSKO MODELIRANJE MAŠINSKIH DELOVA KOJI SE PRIMENJUJU U KONSTRUKCIJAMA PRENOSNIKA SNAGE KOD ŽELEZNIČKIH VOZILA 99
Predrag Živković

1.10. ANALIZA MATEMATIČKOG MODELA TERETNIH VAGONA U ODREĐENIM USLOVIMA 103
Nebojša Ivković, Zoran Marinković

1.11. PRINCIP UNIVERZALNOSTI HIDROMEHANIČKIH PRENOSNIKA NA DIZEL MOTORNIM VOZOVIMA 107
Blagoje Davidović, Milan Plavšić

1.12. AERODINAMIČKI EFEKTI KOJI SE JAVLJAJU PRI PROLASKU VOZOVA VELIKIH BRZINA KROZ TUNELE 111
Mirjana Puharić

1.13. SIMULACIJA DINAMIČKOG PONAŠANJA ŽELEZNIČKOG VOZILA KAO DEO PROCESA KONSTRUISANJA 115
Miloš Milovančević, Aleksandar Miltenović

1.14. APLIKATIVNI ZNAČAJ SOFTVERSKOG PAKETA VAMPIRE U UTVRĐIVANJU DINAMIČKIH KARAKTERISTIKA ŽELEZNIČKIH VOZILA 119
Aleksandar Miltenović, Miloš Milovančević

Saobraćaj / Traffic

2.1. PROJEKTOVANJE BAZE PODATAKA INDUSTRIJSKIH KOLOSEKA NA MREŽI PRUGA ”ŽELEZNICE SRBIJE” 125
Zoran Bundalo, Slavko Vesković

2.2. DIMENZIONISANJE POTREBNOG KOLSKOG PARKA I NJEGOVE STRUKTURE U SKLADU SA PROJEKTOVANIM POTREBAMA KORISNIKA ZA PREVOZOM ROBE 129
Tatjana Mikić, Aleksandar Gajicki, Slavica Ilić

2.3. PRIMENA CRM KONCEPTA U ŽELEZNIČKOM SAOBRAĆAJU 133
Nebojša Bojović, Miloš Milenković

2.4. LOGISTIČKA PERSPEKTIVA POTENCIJALA ZA POVEĆANJE UČEŠĆA ROBE KOJA JE TRANSPORTOVANA ŽELEZNICOM 137
Marinko Maslarić, Đurđica Cakić, Svetlana Nikoličić

2.5. EFEKTI KOMBINOVANOG TRANSPORTA 141
Mirjana Trifunović

2.6. RACIONALIZACIJA MREŽE STANICA OTVORENIH ZA UTOVAR/ISTOVAR KOLSKIH POŠILJKI 145
Slobodan Rosić, Andrija Ristović

2.7. PRIMENA BENCHMARKING METODA U INTERMODALNOM TRANSPORTU – EVROPSKA ISKUSTVA 149
Anica Milošević, Marijana Davidović, Snežana Pejčić-Tarle

2.8. MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA KONKURENTSKE POZICIJE ŽELEZNIČKOG TRANSPORTA NA SAVREMENOM TRŽIŠTU TRANSPORTNIH USLUGA 153
Larisa Puzović, Vladeta Gajić

2.9. PRORAČUN PROPUSNE MOĆI PRUGE BEOGRAD-NIŠ PRIMENOM METODE UIC 406 157
Dragomir Mandić, Predrag Jovanović, Mirjana Bugarinović

Infrastruktura / Infrastructure

3.1. MODERNIZACIJA SISTEMA DALJINSKOG UPRAVLJANJA ELEKTROENERGETSKIM POSTROJENJIMA NA ŽELEZNICI 163
Branislav Jevtović, Danilo Oklobdžija, Dragoljub Arsenijević

3.2. NOVA RJEŠENJA SIGNALNO-SIGURNOSNIH UREĐAJA 167
Zvonimir Viduka, Darko Barišić

3.3. NEGATIVNI ASPEKTI PRIMENE SAVREMENIH RAČUNARSKIH TEHNIKA U PROJEKTOVANJU ŽELEZNIČKE INFRASTRUKTURE 171
Aleksandar Naumović, Siniša Marić

3.4. INTEROPERABILNOST I STANDARDIZACIJA ŽELEZNIČKE INFRASTRUKTURE – EVROPSKA ISKUSTVA 175
Zdenka Popović

3.5. ULOGA ELASTIČNIH ELEMENATA GORNJEG STROJA U PRENOSU OPTEREĆENJA 179
Leposava Puzavac, Zdenka Popović

3.6. PRAGOVI SA ELASTIČNIM PODLOŠKAMA - „OBUVENI“ PRAGOVI 183
Mirjana Tomičić-Torlaković, Leposava Puzavac

3.7. UREĐENJE KOLOVOZA NA POSTOJEĆIM PUTNIM PRELAZIMA U NIVOU ŽELEZNIČKE MREŽE SRBIJE UGRADNJOM SAVREMENIH MATERIJALA 187
Tatjana Simić

3.8. EFEKTI REKONSTRUKCIJE I MODERNIZACIJE PRUGE BEOGRAD (BATAJNICA) - ŠID DEONICA (BATAJNICA) - GOLUBINCI 191
Sandra Kasalica, Dragana Stefanović

3.9. UPRAVLJANJE KVALITETOM ŽELEZNIČKIH ŠINA 195
Branislav Sladojević, Milica Puzić, Olivera Erić

Održavanje vozila i infrastrukture / Vehicle and Infrastructure Maintenance

4.1. ISTRAŽIVANJE KARAKTERISTIKA APSORBERA ENERGIJE SUDARA PUTNIČKIH VAGONA 201
Jovan Tanasković, Vojkan Lučanin

4.2. APSORPCIJA KINETIČKE ENERGIJE SUDARA PROŠIRIVANJEM ČELIČNIH CEVI 205
Milutin Krivokapić

4.3. ODBOJNA OPREMA TERETNIH KOLA ŽELEZNICA SRBIJE 209
Dušan Stamenković, Nikola Tojagić, Pavle Peković

4.4. ISPITIVANJE ODBOJNE I VUČNE OPREME SA GUMENO-METALNIM OPRUGAMA 213
Miloš Milošević, Dušan Stamenković, Slobodan Jovanović, Ivan Puletić, Leposava Mladenović

4.5. MERENJE TEMPERATURE VAZDUHA U PUTNIČKIM KOLIMA TIPA Z BT SERIJE 20 05 217
Rajko Sandić

4.6. METODE ISPITIVANJA GLAVNIH MEHANIČKIH VELIČINA KOJE ODREĐUJU EKSPLOATACIONE KARAKTERISTIKE VUČNOG VOZILA 221
Petar Marković, Dragutin Kostić, Vujo Drndarević, Nenad Jevtić

4.7. METODE ISPITIVANJA I ANALIZE GLAVNIH ELEKTRIČNIH VELIČINA KOJE ODREĐUJU EKSPLOATACIONE KARAKTERISTIKE LOKOMOTIVE NAKON MODERNIZACIJE 225
Dragutin Kostić, Vujo Drndarević, Nenad Jevtić, Petar Marković

4.8. ISTRAŽIVANJE MOGUĆNOSTI UNAPREĐENJA SISTEMA ODRŽAVANJA NA ŽS – REZULTATI PRIMENE INFORMACINOG PODSISTEMA “TEKOD” 229
Milorad Pavić, Vojkan Lučanin

4.9. SISTEMI ZA MERENJE I REGISTRACIJU BRZINE I DRUGIH PODATAKA NA VUČNIM VOZILIMA JAVNOG SAOBRAĆAJA 233
Vladimir Lazarević, Dragoslav Pejčić

4.10. PREDLOG NOVE STRATEGIJE ODRŽAVANJA ELEKTRIČNIH I DIZEL VOZILA 237
Zoran Saveljić

4.11. PREDLOG METODOLOGIJE ZA IZBOR OPTIMALNOG REMONTERA VUČNIH VOZILA 241
Marko Đukić, Srđan Rusov

4.12. POTROŠNJA TOČKOVA LOKOMOTIVA SERIJE 441 245
Dragan Rajković

4.13. REKONSTRUKCIJA KLIPNJAČE ŽELEZNIČKOG MOTORA MGO-V12 KAO ZAJEDNIČKA AKTIVNOST KONSTRUKTORA I ODRŽAVALACA 249
Svetislav Marković, Slobodan Tanasijević, Svetislav Jovičić

4.14. REPARATURA CILINDARSKIH GLAVA LOKOMOTIVSKIH DIZEL MOTORA 253
Boban Cvetanović, Anica Milošević

4.15. OPTIMIZACIJA C-SPOJNICE ZA ŽELEZNIČKE ŠINE PRIMENOM METODE KONAČNIH ELEMENATA 257
Srđan Mladenović, Bojan Rančić, Saša Ranđelović, Peđa Milosavljević

4.16. EKSPERIMENTALNO ODREĐIVANJE SILE PRITEZANJA I POMERANJA KOD C-SPOJNICE ZA ŽELEZNIČKE ŠINE 261
Bojan Rančić, Predrag Janković, Srđan Mladenović, Slaviša Planić

4.17. PREGLED I KONTROLA ŽELEZNIČKIH VOZILA 265
Danilo Paunović, Vojislav Vukadinović

4.18. ODREĐIVANJE VREDNOSTI SILA OTPORA KRIVINE PO OSOVINSKIM SKLOPOVIMA ŠINSKOG VUČNOG VOZILA – LOKOMOTIVE 269
Jovan Tepić, Ilija Tanackov, Đorđe Kopić

Strategija i politika / Strategy and Policy

5.1. MODELI ORGANIZACIONE STRUKTURE ŽELJEZNICE PRILAGOĐENI ZA TRŽIŠNE USLOVE PRIVREĐIVANJA 275
Ratko Đuričić, Svetlana Terzić

5.2. KAPACITETI I VARIJANTE POZICIJE REGULATORNOG TIJELA ZA ŽELJEZNIČKI SAOBRAĆAJ U CRNOJ GORI 279
Rešad Nuhodžić, Branislav Bošković

5.3. MODERNIZACIJA ELEKTRIČNIH LOKOMOTIVA ŽELEZNICA REPUBLIKE SRPSKE 283
David Vojinović, Sava Jelić

5.4. STRATEGIJA PLANIRANJA I RAZVOJA ZAPOSLENIH NA ŽELEZNICI U KONTEKSTU POSLOVNE FILOZOFIJE KVALITETA 287
Dragana Stević

5.5. SISTEMATSKA EDUKATIVNA AKTIVNOST NA ŽELEZNICI U OBLASTI UČENJA STRANIH JEZIKA 291
Ljubinka Krivošić, Jelisaveta Vukadinović

5.6. LJUDSKI FAKTOR - LIČNI PROPUST ZAPOSLENIH - FAKTOR BEZBEDNOSTI ŽELEZNIČKOG SAOBRAĆAJA 295
Mirko Stamatovski

5.7. KAKO USMERITI PUTNIKE ŽELEZNICI 299
Željko Pletikosić

Ostali aspekti železnice / Other Railway Aspects

6.1. UTVRĐIVANJE ZAVISNOSTI IZMEĐU POTROŠNJE POGONSKE ENERGIJE I VREMENA VOŽNJE DIZEL VUČNIH VOZILA 305
Aleksandar Radosavljević

6.2. TRIBOTEHNIČKE AKTIVNOSTI U ODRŽAVANJU TEHNIČKIH SREDSTAVA I ODRŽIVI RAZVOJ 309
Aleksandar Rac, Miroslav Babić

6.3. RAR ZN-AL LEGURE – LEŽIŠNI MATERIJAL ZA ODRŽAVANJE U ŽELEZNICI 313
Miroslav Babić, Aleksandar Rac, Rato Ninković

6.4. FRIKCIJSKI MATERIJALI ZA KOMPOZITNE KOČNE UMETKE I OBLOGE DISK KOČNICA ZA ŽELJEZNIČKA VOZILA 317
Ante Sršen

6.5. MODELSKA ISPITIVANJA DODATNIH MATERIJALA NAMENJENIH REGENERACIJI OŠTEĆENIH DELOVA ŽELEZNIČKE OPREME 321
Milan Mutavdžić, Milorad Jovanović, Vukić Lazić, Bogdan Nedić, Slavoljub Rakić

6.6. TEHNO-EKONOMSKA OPRAVDANOST REPARATURNOG ZAVARIVANJA I NAVARIVANJA RAZLIČITIH DELOVA TEHNIČKIH SISTEMA 325
Rajko Čukić, Vukić Lazić, Milorad Jovanović, Milan Mutavdžić, Slavoljub Rakić

6.7. ZAHTEVI OBEZBEĐENJA KVALITETA ZAVARENIH SPOJEVA NA ČELIČNIM KONSTRUKCIJAMA ŽELEZNIČKIH VOZILA 329
Dragan Mitić, Dragan Milčić, Miroslav Mijajlović

6.8. EKOLOŠKA BEZBEDNOST PRI TRANSPORTU OPASNIH MATERIJA 333
Radmila Popović

6.9. TRETMAN OPASNE ROBE U TRANSPORTU ŽELEZNICOM, SA POSEBNIM OSVRTOM NA NEISPUNJENJE ZAHTEVA ZA INSTALIRANJE MEĐUNARODNOG PRAVILNIKA RID NA NAŠEM PODRUČJU 337
Milan Antonijević

6.10. MOGUĆI ASPEKTI UNAPREĐENJA PREVOZA SPECIJALNIH TERETA ŽELEZNICOM 341
Dragutin Jovanović

6.11. SPECIJALNA ŽELEZNIČKA KOLA ZA INTERVE-NCIJE KOD VANREDNIH DOGAĐAJA NA PRUZI 345
Vladimir Aleksandrov, Vojislav Vukadinović

6.12. SPREMNOST POMOĆNOG VOZA ZA BRZO I EFIKASNO UBLAŽAVANJE POSLEDICA PROUZROKOVANIH VANREDNIM 349
Čedomir Mitić, Slobodan Gojković

6.13. PRIMENA BIODIZELA GORIVA NA ŽELEZNICI 353
Igor Vasilev

6.14. TERMIČKA STABILNOST OJAČANIH BLENDI KAUČUKA U INDUSTRIJI ŠINSKIH VOZILA 357
Gordana Marković, Žarko Ćirić, Blaga Radovanović

6.15. KVALITET UMREŽENOG MATERIJALA PREDUSLOV ZA EKSPLOATACIJU RAZNIH DELOVA KOJI SE KORISTE U ŽELEZNIČKOM SAOBRAĆAJU 361
Vojislav Jovanović, Suzana Samaržija-Jovanović

6.16. POVEĆANJE UDARNE ŽILAVOSTI POSTUPKOM POBOLJŠANJA PODUŽNE VOĐICE KOD MD OBRTNIH POSTOLJA PUTNIČKIH KOLA 365
Radojica Grujičić

6.17. ORGANIZACIJA I STRUKTURA PODATAKA KOD INFORMACIONOG SISTEMA ZA IZDAVANJE KARATA NA ŽELEZNICI 369
Jovan Ristić, Dragan Temeljkovski, Dragana Radosavljević

6.18. TURISTIČKA PRUGA UZANOG KOLOSEKA ŠARGAN VITASI – BRANEŠCI 373
Slavica Ilić, Mirjana Žarković, Tatjana Mikić

Mladi i budućnost železnice / Young and Future of Railway

7.1. MOGUĆNOST RAZVOJA SAVREMENOG GRADSKO-PRIGRADSKOG ŠINSKOG SAOBRAĆAJA U NIŠU 379
Zlatan Živković, *Mentor: Dušan STAMENKOVIĆ*

7.2. MODERNIZACIJA ŽELEZNIČKE PRUGE VELIKA PLANA – NIŠ DEONICA STALAĆ – ĐUNIS 380
Milan Jović, *Mentor: Čedomir ILIĆ*

7.3. ISTRAŽIVANJE MOGUĆNOSTI PRIMENE NOVIH TEHNOLOGIJA OBRADE VOZOVA NA GRANIČNIM PRELAZIMA SA POSEBNIM OSVRTOM NA MOGUĆNOST UVOĐENJA ZAJEDNIČKE VUČE SA SUSEDNIM ŽELEZNIČKIM UPRAVAMA 381
Bojan Vozar, *Mentor: Dragomir MANDIĆ*

7.4. ISTRAŽIVANJE ELEMENATA KVALITETA PREVOZNE USLUGE BEOVOZA PUTEM ANKETIRANJA PUTNIKA 382
Nataša Sužnjević, *Mentor: Dragomir MANDIĆ*

7.5. PRIMENA FSW POSTUPKA NA ŽELEZNICI ANKETIRANJA PUTNIKA 383
Nebojša Miljković, *Mentor: Miroslav ĐURĐANOVIĆ*

7.6. PODZEMNI KONTAKTNI SISTEM LAKOG METROA 384
Bojan Anđić, *Mentor: Ilija KRIVOŠIĆ*

7.7. STRUJANJE VAZDUHA PRI PROLASKU VOZA KROZ TUNEL 385
Vladan Orlandić, *Mentor: Cvetko CRNOJEVIĆ*

Indeks autora / Index of Authors

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ПРИВАТИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЦА – ПРЕГЛЕД И ДОМЕТИ

Бранислав БОШКОВИЋ[1]
Јелица ПОП ЛАЗИЋ[2]

Резиме *– Железнички сектор Србије и "Железнице Србије" се налазе пред великим изазовима реструктурирања и приватизације. Процес реструктурирања неминовно води ка омогућавању конкуренције на железничкој инфраструктури.Тржиште транспорта робе требало би да буде у потпуности либерализовано од јануара 2007. године. Иако у основи постоје два структурна модела железница у Европи ("дезинтегрисани" и "раздвојени"), постоје велике разлике у њиховој организованости. Сваки од њих истовремено одражава и опредељеност државе у погледу начина и дубине приватизације постојећих железничких компанија и увођења новооснованих оператора у приватном власништву.*

Кључне речи – железница, приватизација, преглед

1. УВОД

Реструктурирање и приватизација као појмови више нису спорни када се говори о начину изласка железница из кризе. Мотиви леже у постизању веће конкурентности железнице и заустављања њеног пада учешћа на транспортном тржишту. Дилеме, међутим, постоје када је у питању дубина захвата у спровођењу истих, а нарочито у избору модела организованости. Пресек досадашњих искустава у погледу успешности процеса реструктурирања и приватизације европских и ваневропских железница не даје једнозначан одговор као код оних које тај процес још нису ни започеле.

Иако су све железнице грађене и експлоатисане као приватне, почетком 20.-ог века готово све су прешле у државно власништво (осим северно-америчких) кроз различите процесе. Разлози за поновну приватизацију нису једнозначни иако би већина могла да закључи да је у питању сектор услуга (транспорт робе и путника) за који је већ доказано да је успешнији када је у приватном власништву. Негде су разлози били идеолошке природе (Велика Британија), негде је то био једини начин да се уђе у процес реструктурирања због јаких синдиката који су били повезани са руководством компаније (Јапан), негде је то био напросто једини излаз због крајње лошег стања (земље Латинске Америке које су све приватизоване кроз процес концесионирања), смањења терета јавних трошкова као код већине европских земаља, а негде је разлог био, чак, повећање прихода државе од приватизације (основни разлог код естонских железница). По питању власништва железница, ЕУ није заузела став, односно према члану 295 "Римског споразума" не прејудицирају се прописи који уређују систем власништва над имовином у државама чланицама.

2. УТИЦАЈ МОДЕЛА ОРГАНИЗОВАНОСТИ ЖЕЛЕЗНИЦЕ НА МОДЕЛ ВЛАСНИШТВА

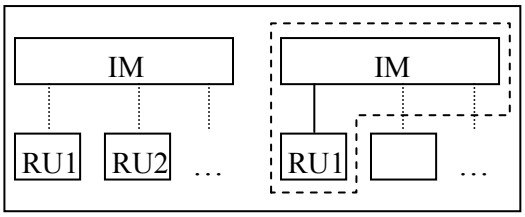
Бројна су питања која обухвата ова тема од облика учешћа приватног сектора, процента власништва, циљева, погодности или привлачности делова железничког система за приватизацију, проблема итд. Само нека од ових питања дотаћи ћемо у раду.

Писати или говорити о приватизацији железница неизоставно је повезано са моделом реструктурирања или још прецизније са структуром модела организованости. Определење у том погледу значајно диктира могућности и модел учешћа приватног власништва на железници. У пракси и литератури су се већ искристалисала два структурна модела организованости железничког система тзв. **"дезинтегрисани"** и **"интегрисани"** модел (слика 1).

"Дезинтегрисани" модел (сл. 1а) означава потпуну раздвојеност "превозника" или "оператора" (RU) од "управљача инфраструктуре" (IM), који не сме да се бави превозом. На тај начин се обезбеђује недискриминаторски третман различитих превозника од стране управљача инфра-

[1] мр Бранислав Бошковић, Саобраћајни факултет, Београд, В.Степе 305, b.boskovic@sf.bg.ac.yu
[2] Јелица Поп-Лазић, дипл.инж. саобр, Железнице Србије, Београд, Немањина бр.6, jelicapl@eunet.yu

структуре, ствара привлачност за приватни капитал и оставља широк простор за облике организације превозника и његову приватизацију. Када то кажемо онда имамо у виду врло различит степен привлачности када је у питању превоз робе и превоз путника за приватни капитал. Ако говоримо о власништву, код овог модела постоји велики број варијација у односу на основну структуру. У Великој Британији постоје само приватни превозници и код превоза путника и код превоза робе (табела 1). Код свих осталих земаља постоји најмање један превозник робе или путника које је у јавном власништву - тзв. "национални оператор". На овим мрежама конкуренцију чине приватни оператори, који су готово искључиво у робном саобраћају. На тај начин се, заправо, и даље одржава веза између јавног управљача инфраструктуром (IM) и јавног превозника (RU) и задржава утицај Влада ових земаља у железничком сектору.



Слика 1. Структурни модели организованости железнице

"Интегрисани" модел има структуру холдинга у коме су управљач инфраструктуром (IM) и "превозник" (RU), законски гледано, одвојени субјекти, који функционишу заједно у оквиру заједничке структуре – холдинг друштва. Како су ИМ и РУ одвојени субјекти у пословању са посебним рачунима и забраном пребацивања новца осим који је према уговору, то је и другим превозницима омогућен приступ под истим условима уз обавезу склапања уговора. Регулаторно тело надзире равноправност и транспарентност ових процеса. Интегрисаним моделом се, на нивоу холдинга, задржава могућност високе координације између управљача инфраструктуре и превозника обезбеђујући на тај начин дугорочни развој железничког система, а истовремено уводи конкуренција, "до јуче", заштићеном националном превознику. Заговорници овог модела виде у томе могућност притиска од стране директора холдинга на управљача инфраструктуре да ради више по комерцијалним интересима (корисника), а мање под притиском политичара који настоје да задрже некомерцијалне превозе на железници.

Каква је веза између ова два модела и власништва, односно приватизације дато је у табели 1.

Из табеле се може уочити да су у Европи само у две земље (Велика Британија и Естонија) јавни превозници приватизовани и у путничком и у теретном саобраћају. Тренутно још две земље исказују јасне намере да приватизују јавног превозника у робном саобраћају: Словачка и Пољска. У свим осталим јавно власништво има, у различитим облицима, управљачки капитал.

Табела 1. - Однос структуре и власништва

Структура организације	**ВЛАСНИШТВО**	
	ЈАВНО	**ПРИВАТНО**
"потпуно раздвојена"	Шведска, Шпанија, Словачка, Румунија, Данска, Норвешка, Холандија, Бугарска, Португал	Велика Британија
"делимично раздвојена"	Француска, Чешка, Финска Словенија	
"интегрисана"	Немачка, Летонија, Аустрија, Белгија, Ирска Швајцарска, Грчка, Италија, Литванија	Естонија, САД, Јапан, земље Латинске Америке

У табели се може уочити и трећа опција названа "делимично дезинтегрисана" структура организованости. Овде "управљач инфраструктуре" склапа уговор са власником – државом, коју у том случају представља посебно основано предузеће које води рачуна о развоју инфраструктуре, плановима одржавања (објављује и одлучује о свим тендерима) и надзору над истим. За ауто-ре ових редова овај модел није ништа друго до начин да се избегне примена директива ЕУ, однос-но модел да се продуже стари облици и утицаји.

Интересантно је запазити шта се дешава у ваневропским земљама. Већина њих је и даље интегрисана, а у табели су дати неки примери интеграције у приватном власништву.

Из до сада реченог може се уочити да код приватизације железница постоји, генерално, неколико опција. То су:

- Приватизација железнице као целине;
- Приватизација "превоза" након раздвајања од "инфраструктуре";
- Подела железнице на различита пословна подручја и приватизација сваке или само неке од њих (модел холдинга);
- Подела железнице на географске регионе па потом приватизација истих (јапански модел и искуство).

У раду ће се укратко представити приватизација британских и естонских железница као лидера приватизације који су се, уз то, определили за различите моделе.

3. ПРИВАТИЗАЦИЈА БРИТАНСКИХ ЖЕЛЕЗНИЦА

Реструкрурирање Британских Железница било је најрадикалније у Европи. До 1994. године железница је била под управом једног, вертикално интегрисаног оператора (British Rail – BR), који је био у државном власништву. Током периода од 1994. до 1997. британска железница је потпуно трансформисана, са раздвајањем инфраструктуре и превоза и комплетном приватизацијом. Британски железнички систем сада обухвата више од 100 компанија које су међусобно повезане уговорима ради обезбеђења превозне услуге крајњем кориснику.

3.1. Начин приватизације BR

Приватизација BR није вршена једнообразно у свим секторима, већ на следећи начин:

- Превоз робе је приватизован у потпуности, укључујући и локомотиве и теретна кола. Ове компаније дужне су и да обезбеде локомотиве и кола за радне возове за компаније које одржавају инфраструктуру.
- Код путничког саобраћаја извршена је потпуна приватизација возних средстава, док је превозна услуга понуђена тржишту у виду франшиза, са роком трајања уговора од 5 до 15 година. Франшизе су додељене операторима (Train operating companies-TOC). Оператори не могу да имају властита возна средства, већ их изнајмљују од компанија за лизинг (Rolling stock leasing companies - ROSCOs).
- Поред овога, приватизовани су у потпуности и следећи сегменти: грађевинска оператива, одржавање контактне мреже и сс уређаја, одржавање возних средстава, различите делатности пројектовања, обуке и истраживања, као и "кетеринг" возова и станица.
- Управљач инфраструтуре – RAILTRACK је приватизован касније, у мају 1996, када су акције RAILTRACK-а продате приватним инвеститорима, чиме је приватизација била заокружена. Ова компанија је поседовала пруге, станице, депое за текуће одржавање инфраструктуре и железничко земљиште.

У оквиру реструктурирања формирана су и два регулаторна тела:

- ORR (Office of the Rail Regulator), независно регулаторно тело основано ради регулисања монополског положаја RAILTRACK- а,
- OPRAF (Office of Passenger Rail Franchising), независно регулаторно тело одговорно за доделу франшиза, плаћање субвенција, и праћење реализације оператора у односу на споразуме о франшизама.

Целокупно регулисање у области безбедности остало је у владином Извршном телу за здравље и безбедност (HSE). При томе је RAILTRACK преузео одговорност за управљање стандардима безбедности и давање сагласности на уговоре о безбедности (сертификат) за операторе. Сагласност за овакве уговоре који се тичу RAILTRACK-а, давао је HSE. У каснијем раду све надлежности у вези са уговорима о безбедности је преузео HSE, док су стандарди пренети на нову непрофитну компанију RSSB, а формиран је и нови огранак за истраживање железничких несрећа (RAIB).

Према основној регулаторној структури, ни ORR ни OPRAF нису били надлежни за прављење стратешког плана развоја железнице, на основу којег би и други актери могли да израде своје пословне стратегије. Стога је формирано Стратешко тело за железницу (SRA).

3.2. Пост приватизациони период

Поред почетног негативног публицитета који је пратио приватизацију железнице у Британији, показатељи рада говоре о успесима. У прве две године обим превоза је нагло порастао (28% код пкм и 37% код ткм), а остварене су и значајне уштеде у оперативним трошковима. Међутим неколико већих несрећа (у 3 несреће 42 погинула), нарушило је поверење у систем, иако су статистичке анализе показале да параметри безбедности нису били ништа слабији у односу на период пре приватизације.

Несрећа код Hatfield-а и велико прекорачење трошкова за пројекат West coast main line, довели су до "кризе трошкова" британских железница. Влада је морала да одобри нове субвенције sa инфраструктуру RAILTRACK-у, или некој другој компанији која би га заменила. Стављањем RAILTRACK-а под принудну управу, 2001. године, изабрана је ова друга могућност. Већ 2002. године је основана нова компанија NETWORK RAIL, као компанија ограничена гаранцијом (CLG-Company Limited by Guarantee).

Поред трошкова инфраструктуре, порасли су и трошкови експлоатације. Велики број оператора запао је у финансијске тешкоће и дошло је до наглог пораста укупних субвенција за железницу. Стога је Влада 2004. године извршила одређене анализе и објавила Белу књигу, којом су уведене следеће структурне промене:

- Укидање Стратешког тела за железницу (SRA); одговорност стратешког планирања преузима Министарство саобраћаја;
- Увођење новог уговорног односа између Министарства за саобраћај и NETWORK RAIL-а, којим се прецизирају резултати које ова компанија треба да оствари, у оквиру расположивог буџета;

- Независност ORR је потврђена, али је њена улога првенствено да утврди трошкове које би требало да сноси ефикасан управљач инфраструктуром да би се буџет и трошкови довели у равнотежу;
- ORR преузима одговорност и за питања безбедности. На тај начин се питања безбедности, поузданости и ефикасности разматрају у оквиру једног регулаторног тела, што представља последицу става о томе да је пораст трошкова делом изазван и великим фокусирањем на безбедност.

Аналитичари, међутим, указују да узроци и међусобне везе пораста трошкова у различитим сегментима треба да буду детаљније истражени, како би се тачније сагледали ефекти приватизације.

4. ПРИВАТИЗАЦИЈА ЕСТОНСКИХ ЖЕЛЕЗНИЦА

Железничка инфраструктура у Естонији и превоз робе железницом су приватизовани. Постоје две железничке мреже које се налазе у јавној употреби и које припадају двама управљачима инфраструктуре: AS Eesti Raudtee и Edelaraudtee Infrastrukturi *AS. AS Eesti Raudtee*, који је истовремено и највећи теретни оператор, је манаџер инфраструктуре на највећој јавној железничкој мрежи, са дужином главних пруга од 800 км. Компанија Eesti Raudtee је основана као државна компанија у јануару 1992. године са задатком да управља железницама Естоније. У августу 1997. је трансформисана у јавну компанију са ограниченом одговорношћу. Естонска приватизациона агенција (ЕПА) је објавила приватизацију 66% акција компаније у априлу 2000. Приватизационо такмичење су добиле *Балтичке железничке услуге (БРС)* у априлу 2001. БРС је преузела контролу у компанији Eesti Raudtee у августу 2001. Преосталих 34% акција су у власништву државе.

Edelaraudtee Infrastrukturi AS је и путнички и теретни оператор који истовремено управља са 219 км сопствених пруга. Поред наведених, постоје и путнички оператори AS Elektriraudtee и AS GoRail, и теретни оператори AS Spacecom и Westgate Transport OU.

Реструктурирање и приватизација су изведени у три фазе: I фаза од 1992. до 1995., II фаза од 1996. до 2000. и III фаза од 2000. до данас. Цео процес је ишао готово "без предаха" и показује сву комплексност процеса реструктурирања и приватизације железнице. Остварено је следеће:

- Железнице више не само да не оптерећује буџет већ доносе профит;
- Ниво инвестиција у инфраструктуру и возна средства после приватизације се повећао;
- Приходи су се повећали 3 пута;
- Приватизација је повећала вредност компанија и у теретном и у путничком саобраћају;
- За одржавање путничког саобраћаја у малим државама као што је Естонија неопходне су субвенције.

5. ЗАКЉУЧАК

Приватизација железница је дуг и комплексан процес који тражи јасан правни оквир и одлучне Владе. У том процесу су неминовни застоји и спорења, али неспорно обезбеђује раст продуктивности, прихода, конкурентности и атрактивности железничких предузећа. Лидери приватизације железнице у Европи: британске и естонске железнице су то несумњиво доказале. Њихово искуство је изузетно драгоцено и представља "незаобилазно штиво" за све који се одлуче, рекли бисмо пре или касније, за процес приватизације.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Bradshaw P.W.: "Reasons for privatisation British Railway", Schienen der Welt, 4/1995.
[2] Christopher Aadnesen, Estonian Railways, Ltd.: "The challenges for private funding of railroad infrastructure and operations", Seminar on private financing of railroad developement, Riga 7-8 April, 2005.
[3] CER: "Reforming Europe`s railways – an assessment of progress", EurailpressTetzlaff-Hestra GmbH, 2005.
[4] www.networkrail.uk
[5] Roger Freeman and Jon Shaw: "British railway privatisation", University Press, Cambridge, 2000.

RAILWAY PRIVATISATION - REVIEW AND ACHIEVEMENTS

Branislav BOŠKOVIĆ
Jelica POP-LAZIĆ

Abstract – Railway sector in Serbia and the enterprise «Železnice Srbije» are faced to great challenges of restructuring and privatization. The restructuring process inevitably leads to enabling competition on the railway infrastructure. The market of freight transport should be quite liberalized from January 2007. Although in Europe exist two basic structure models (integrated and disintegrated) , there are a lot of variations in the organizational systems by different railways. Each of these systems is also reflecting the choice of the State concerning the ways and the profundity of railway privatization and involving the new private operators.

Key words: Railway, Privatisation, Review

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

РЕСТРУКТУИРАЊЕ ЈП „ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ”

Дејан ЛАСИЦА[1]

Резиме - *Процес реструктуирања ЈП „Железнице Србије” траје од средине 2003. године. Као и у другим железницама у Европи то је процес који ће трајати онолико дуго колико је потребно да се национално железничко предузеће оспособи за тржишни начин пословања у пуном смислу те речи. Како је то комплексан процес много је фактора који утичу на ефикасност самог процеса.Процес реструктуирања ЈП „Железнице Србије” може се посматрати у оквирима следећих активности:Законодавни оквир, Организациона структура,Рационализација нерентабилних деоница на мрежи, Одвајање споредних делатности из предузећа, Смањење броја запослених, Однос између државе и железнице. Свака од наведених активности носи одређен ниво значаја, а позитивни ефекти реструктуирања могу бити само у случају да све активности дају одређене резултате. Поједини аспекти реструктуирања (смањење броја запослених, законодавни оквир) су више одмакли од других (организациона структура, однос државе и железнице и др), али и поред тога може се рећи да ће за реструктуирање предузећа бити потребно још 3 – 5 година у зависности од тешкоћа које се очекују. Највећи проблеми који угрожавају наставак реструктуирања су: недовољна покривеност трошкова сопственим приходима, недовољна висина буџетске субвенције за инвестиционо одржавање инфраструктуре, недовољна спремност свих руководећих структура за спровођење неопходних реформи, високе обавезе по основу међународних кредита, недостатак исправних вучних и вучених средстава, лоше стање инфраструктуре које узрокује велики број лаганих вожњи на одређеним релацијама.*

Кључне речи – Реструктуирање, тржишно пословање, однос државе и железнице

1. УВОД

Када се прича о реструктуирању јавних предузећа обично се не обухватају сви неопходни аспекти овог веома комплексног процеса који је у случају железничких предузећа а базирајући се на искуствима из западне Европе, трајао од 5 до 7 година а негде и дуже. Процес реструктуирања ЈП „Железнице Србије” може се посматрати на следећи начин:

- Законодавни оквир
- Организациона структура
- Рационализација нерентабилних деоница на мрежи
- Одвајање споредних делатности
- Смањење броја запослених
- Однос између државе и железнице

2. ЗАКОНОДАВНИ ОКВИР

1. Народна скупштина је 24. фебруара 2005. године, усвојила је Закон о железници ("Службени гласник РС", бр. 18/2005), који је ступио на снагу 01. марта 2005. године. Овим законом се уређује управљање јавном железничком инфраструктуром и обављање превоза у железничком саобраћају.

Одлуку о оснивању Јавног предузећа за управљање јавном железничком инфраструктуром и обављање јавног превоза у железничком саобраћају ("Службени гласник РС", бр. 78/04 и 19/05), Влада Републике Србије донела је 26.02.2005.

Основне карактеристике Закона о железници и Одлуке о оснивању ЈП “Железнице Србије” су:

- стварање услова за слободан и равноправан приступ јавној железничкој инфраструктури за све заинтересоване превознике,
- независно пословање железничких предузећа, што подразумева слободно формирање цена
- раздвајање железничког система на два дела, део који је одговоран за управљање железничком инфраструктуром, организовање и регулисање саобраћаја и део који је одговоран за превоз у путничком и теретном саобраћају,

[1] Дејан Ласица, дипл. саоб. инж., Министарство за капиталне инвестиције, Немањина 22-26, Београд, dejan.lasica@mki.sr.gov.yu

- посебно финансирање управљача железничке инфраструктуре и превозника из буџета Републике Србије и јединица локалне самоуправе у виду: обезбеђивања недостајућих средстава за послове одржавања јавне железничке инфраструктуре, организовања и регулисања железничког саобраћаја, као и изградњу, реконструкцију и модернизацију јавне железничке инфраструктуре, које врши јавно предузеће и субвенционисања нерентабилних линија у путничком саобраћају, од стране Републике Србије и јединице локалне самоуправе,
- увођење обавезе јавног превоза (Public Service Obligation) за одређене релације,.
- плаћање надокнаде коју за коришћење инфраструктуре плаћају превозници,
- формирање Дирекције за железнице, као посебне организације.

3. ОРГАНИЗАЦИОНА СТРУКТУРА

ЈП „Железнице Србије" је 100% у власништву државе, а сва имовина им је поверена на коришћење. У складу са решењима из Одлуке о оснивању ЈП „Железнице Србије", а у циљу припрема за самосталније пословање на тржишту транспортних услуга, организациона структура је дефинисана у две Дирекције и то: Дирекција за превоз и Дирекција за инфраструктуру, а као посебан ентитет су заједничке службе (финансије, набавка, правна и др). Оваква организација омогућава алокацију трошкова по деловима предузећа и даје могућност израде интерних биланса успеха. У следећој трансформацији предузећа предвиђена је деоба Дирекције за превоз на: Робни саобраћај, Путнички саобраћај и Одржавање возних средстава као независних пословних подручја која имају скоро сва овлашћења у правном промету (слично моделу холдинга у неким земљама ЕУ).

Наведена трансформација предвиђена током 2008. године и то у форми Закона о трансформацији ЈП „Железнице Србије".

Процес реструктуирања ће трајати још између 3 и 5 година у зависности од ефикасности у имплементацији у првим годинама, рачунајући од ове године. 2006 и 2007. година су намењене за период прилагођавања, док се период од 5 година предлаже због евентуалних непредвиђених околности.

4. РАЦИОНАЛИЗАЦИЈА НЕРЕНТАБИЛНИХ ДЕОНИЦА НА МРЕЖИ

У циљу ефикасније реализације процеса реструктуирања Предузећа, а уз подршку ЕБРД, ангажована је консултантска кућа Booz Allen & Hamilton на изради пројекта «Институционална студија». Ова студија дала је решења која су делом имплементирана у пракси. Једно од предвиђених и имплементираних решења је обустава превоза на нерентабилним релацијама. До 2005. године, у 2005. и 2006. години извршено је укидање путничког саобраћаја, са аспекта комерцијалних ефеката, на 543,1 км пруга, што чини око 14% од укупне дужине пруге ЈП «Железнице Србије». Поред овога, у циљу рационализације услуга, укинуто је 300 службених места од чега 140 у путничком саобраћају 160 у робном саобраћају.

Рационализација мреже и услуга је услов за пословање железнице на тржишним принципима, што значи да се при доношењу одлука морају узети у обзир и приходи и оперативни трошкови, уколико се жели профитабилно пословање. До сада се доношење одлука заснивало само на бази потребе за превозом и приходом, док су трошкови били занемарени. Неке од мера које је потребно спровести су обустава саобраћаја, путничког и теретног на појединим пругама, укидање нерентабилних станица, преусмеравање возних капацитета са нерентабилних на рентабилне правце, као и пружање услуга превоза, уз обавезно финансирање од стране заинтересоване регије, града или неког привредног субјекта.

5. ОДВАЈАЊЕ СПОРЕДНИХ ДЕЛАТНОСТИ

Меморандумом о економско-финансијском програму Владе Републике Србије и ММФ-а преузета је обавеза да се до краја јуна 2005. године, издвоје споредне делатности и пренесу на Владу Србије, као и да се покрене поступак приватизације у новооснованим зависним друштвима капитала што је и урађено.

Влада је дала сагласност да Јавно предузеће "Железнице Србије" као оснивач зависних друштава капитала пренесе на Републику Србију оснивачка права за девет зависних друштава капитала, и то:

1. Фабрику железничких возила "Желвоз" д.о.о. Смедерево,
2. Предузеће за туризам "КСР Београдтурс" д.о.о. Београд,
3. Предузеће за чишћење и одржавање железничких возних и друмских средстава "Нега кола и ДДД" д.о.о. Београд,
4. Фабрика саобраћајне опреме "Фасо" д.о.о. Београд,
5. "Фершпед" Међународна и унутрашња шпедиција а.д. Београд.
6. Предузеће за железничку издавачко-новинску делатност "Желнид", д.о.о. Београд,

7. Предузеће за железничко угоститељство и туризам "Желтурист" д.о.о. Београд,

8. Друштво за одржавање зграда д.о.о. Београд,

9. Друштво за заштиту од пожара и обезбеђење објеката и имовине д.о.о. Београд.

За свих девет друштва капитала завршен је процес преноса оснивачких права на Републику Србију, образовани су органи управљања (Скупштине и Управни одбори) и измењени су оснивачки акти у складу са Законом о привредним друштвима. Сва ова друштва се налазе у фази припреме за приватизацију, а за нека су већ објављени проспекти од стране Агенције за приватизацију.

Укупан број запослених у овим друштвима је око 3822.

Даље активности на издвајању зависних предузећа биће дефинисане Пословном политиком предузећа за 2007 годину и Бизнис Планом 2006-2010 година.

6. СМАЊЕЊЕ БРОЈА ЗАПОСЛЕНИХ

У периоду последњих 5 година Предузеће је постигло значајне резултате, нарочито у домену смањења броја запослених, што илуструју следећи подаци о броју запослених на дан:

- 31.12.2000. године - 32.823,
- 31.12.2004. године - 26.211,
- 31.12.2005. године - 22.271.

У 2006. години планира се наставак смањења броја запослених и то за око 3000 у овој години и довођење на број од око 19000 запослених.

Током процеса смањења броја запослених сарадња са синдикатима је била на одговарајућем нивоу тако да је уз обострано разумевање овај процес успешно спроведен.

Циљни број запослених на крају процеса реструктуирања је између 17000 и 19000 а у зависности од:

- техничко-технолошког нивоа који предузеће постигне у наредном периоду
- степена увођења Обавезе јавног превоза од стране државе или јединице локалне самоуправе тј степена опредељености државе да субвенционише нерентабилне превозе у путничком саобраћају.

7. ОДНОС ИЗМЕЂУ ДРЖАВЕ И ЖЕЛЕЗНИЦЕ

Према Закону о средствима у својини држава је тренутно власник комплетне имовине која је дата ЈП „Железнице Србије" на коришћење. Текуће пословање држава дотира са око 100 милиона евра. Висина субвенције у номиналном износу опада од 2002. године када је била 10 милијарди динара па до 2006. када је 8 милијарди динара.

Намера је да се финансирање инфраструктуре врши од стране државе док превоз као комерцијална функција неби био дотиран.

Према решењима из Одлуке о оснивању ЈП „Железнице Србије" потребно је израдити План финансијске консолидације и спровести га пре него што се примене либерална решења из Закона која предвиђају приступ под истим условима и домаћим и страним превозницима.

Финансијска консолидација значи пре свега регулисање статуса ино дугова који износе више од 600 милиона евра. Рок за реализацију ове активности зависи од могућности државе и спремности више министарстава да уложе велики напор како би се ова активност спровела.

Финансијска консолидација је неопходна како би се ЈП „Железнице Србије" оспособило за тржишно пословање. Искуства железница у Европи су показала да су већина од њих у току процеса реструктуирања добиле одређене повластице у погледу решавања питања дуговања. На тај начин створене су могућности за знатно лакше пословање у смислу инвестиција и задуживања на тржишту капитала.

Увођење обавезе јавног превоза (Public Service Obligation) за одређене релације од стране државе или јединице локалне самоуправе према превознику јесте једна од новина у Закону о железници коју треба спровести у дело већ током 2007. године. То практично значи да ће превознику бити наметнута обавеза да врши превоз на одређеним нерентабилним релацијама за које држава сматра да постоји интерес да се не обуставља железнички саобраћај али ће истовремено субвенционисати такав превоз до оправдане пуне цене коштања превоза.

Систем накнада за коришћење инфраструктуре такође ће заживети у наредним годинама. Управљач инфраструктуре (део ЈП Железнице Србије) ће наплаћивати накнаде за приступ и коришћење инфраструктуре свим превозницима који су заинтересовани за коришћење железничке инфраструктуре и за то испуњавају законом прописане услове.

8. ЗАКЉУЧАК

Процес реструктуирања у ЈП „Железнице Србије" траје од средине 2003. године. Поједини аспекти реструктуирања (смањење броја запослених, законодавни оквир) су више одмакли од других (организациона структура, однос државе и железнице и др), али и поред тога може се рећи да ће за реструктуирање предузећа бити потребно још 3 – 5 година у зависности од тешкоћа које се очекују.

Процес реструктуирања до сада је имао пуну

подршку синдиката у ЈП Железнице Србије који су кроз рад формираних Радних група дали свој допринос у досадашњем процесу.

Највећи проблеми који сада угрожавају наставак реструктуирања су: недовољна покривеност трошкова сопственим приходима, недовољна висина буџетске субвенције за инвестиционо одржавање инфраструктуре, недовољна спремност свих руководећих структура за спровођење неопходних реформи, високе обавезе по основу међународних кредита, недостатак исправних вучних и вучених средстава, лоше стање инфраструктуре које узрокује велики број лаганих вожњи на одређеним релацијама и сл.

У поређењу са другим јавним предузећима ЈП Железнице Србије је учинило највише у погледу реструктуирања посматрано кроз наведене активности, али да би изградили један одржив систем који ће бити способан за тржишно такмичење потребно је још много труда свих учесника у овом процесу (Министарство за капиталне инвестиције, Министарство финансија, пословодство ЈП Железнице Србије), као и њихова боља међусобна сарадња и уважавање.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Народна скупштина, Закон о железници, „Сл гласник РС бр. 18/05“
[2] Влада Србије, „Одлука о оснивању ЈП „Железнице Србије“, Сл гласник бр. 19/05“
[3] BoozAllen&Hamilton, Институционална студија за реструктуирање ЖТП-а „Београд“, Београд, 2004. година.
[4] мр Бранислав Бошковић, Дејан Ласица: „Желкон 2004“ – зборник радова, “Процес реструктурирања у ЖТП-у "Београд“, Машински факултет Ниш, 2004. година

RESTRUCTURING OF THE PUBLIC ENTERPRISE „SERBIAN RAILWAYS“

Dejan LASICA

Abstract: Restructuring process of the Public Enterprise "SERBIAN RAILWAYS" was started 2003. Like in other railways in Europe that process that last as long as need in order to prepare the national railways enterprise for market business in real sense of that word. As that is a complex process there are a lot of factors which make influence on the efficiency of it. Restructuring process of public enterprises can be observed in scope work of the next activities: 1.Legal framework, 2.Organization structure, 3.Rationalization of unprofitable sections on the network, 4.Division of non core activities, 5.Reduction number of employees, 6.Relation between the state and the railway. All of mentioned activities have precise level of significance, and positive effect of restructuring can be only in case if all activities give expected results. Some of best restructuring aspects (reduction of employees, legal framework) are more gone than another (organization structure, relation between the state and the railways and another) but we can say that restructuring of the enterprise will take 3-5 years depending of expected difficulties. The major problems which now threat continuation of restructuring are: insufficient costs covering with own revenue, insufficient level of Government subvention for investment in infrastructure, insufficient understanding of employees in the Public Enterprise "Serbian Railways" about necessity for restructuring and similar.

Key words – restructuring, market business, relation between state and railways

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ХАРМОНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКОГ ПРАВА КАО ИНТЕГРАЦИОНИ ПРОЦЕС

Братислав СТАНКОВИЋ[1]
Биљана МАТИЋ[2]
Миодраг ХУБЕР[3]

***Резиме**: Реафирмација железничког саобраћаја заснована је на предностима у економско експлоатационим особинама средстава и има за циљ да железница преузме улогу носиоца сувоземног превоза масовних токова роба и путника на средњим и дужим релацијама. Један од неопходних услова за интеграцију железнице Србије са железницом Европске уније јесте усклађивање позитивних прописа из области железничког саобраћаја са прописима, директивама, препорукама и стандардима Европске уније.*

Кључне речи - интеграција, реафирмација железничког саобраћаја, хармонизација прописа, директиве ЕУ, тржишни концепт.

1. УВОДНЕ НАПОМЕНЕ О ЕВРОПСКОМ ЗАКОНОДАВСТВУ КАО ПОВОДУ ЗА РЕФОРМУ ЖЕЛЕЗНИЦА У ЕВРОПИ И КОД НАС

Тежња укључивања у европске структуре, нарочито у Европску унију и усклађивање прописа и праксе са европским и међународним стандардима је изражена као циљ Републике Србије.

Усклађивање домаћих правних прописа са правним тековинама Европске уније је услов придруживања Европској унији.

Србија као "могући кандидат" за чланство у Европској унији нема правну обавезу усклађивања домаћих прописа са правом Европске уније све до потписивања Споразума о стабилизацији и придруживању.

Предстоји нам огромна законодавна активност у циљу усклађивања прописа и праксе у нашем правном систему и прилагођавање са прописима Европске уније.

Процес уједначавања правила у железничком саобраћају врши се унификацијом. и хармонизацијом као и усклађивањем неидентичних правила која имају заједнички циљ.

2. ПРИКАЗ ПРОПИСА ЕВРОПСКЕ УНИЈЕ У ОБЛАСТИ ЖЕЛЕЗНИЧКОГ САОБРАЋАЈА

2.1. Општи поглед

Правила из области железничког саобраћаја садржана су у комунитарном праву Европске уније и међународним конвенцијама. Предмет регулисања комунитарних прописа, односно сопствених правних правила Европске уније су углавном организација јединственог тржишта, техничка и питања безбедоносних услова превоза.

2.1.1 Бела књига (1996) – Стратегија за обнову железница Европске уније

Стратегија за обнову железница Европске уније која је полазиште имала у Белој књизи (1996) и спроводиће се у четири дугорочна корака:

1. Направити поделу финансијске одговорности Државе и железнице у циљу осамостаљења управљања железнице (дугорочни циљ – подвести под закон о државној помоћи).
2. Обезбедити јавну услугу додељивањем уговора о јавним услугама.
3. Продубити сарадњу у циљу интегрисања

[1] Мр Братислав СТАНКОВИЋ, Дирекција за железнице, Немањина 6, 11000 Београд, Србија, brastan@raildir.sr.gov.yu
[2] Биљана МАТИЋ дипл. ек., Дирекција за железнице, Немањина 6, 11000 Београд, Србија, bmatic@raildir.sr.gov.yu
[3] Миодраг ХУБЕР дипл. инж., Дирекција за железнице, Немањина 6, 11000 Београд, Србија, hmisa@raildir.sr.gov.yu

инфраструктура, координирања развоја и истраживања и хармонизације техничких стандарда..

4. Сарађивати истовремено са државама и железницама у стварању "железничких аутопутева" – коридора дуж којих транспорт робе има отворен приступ и већи приоритет у односу на остали железнички саобраћај.

Заједничка саобраћајна политика Европске уније утврђује оживљавање и модернизацију железничког саобраћаја до 2010. године. Реафирмација железничког саобраћаја заснована је на предностима у економско експлоатационим особинама средстава и има за циљ да преузме улогу носиоца сувоземног превоза масовних токова роба и путника на средњим и дужим релацијама. Даљи развој железнице заснива се на стварању услова за егзистирање више оператера у оквиру регионалних железничких инфраструктура.

Нова европска регулатива за развој уједињене (интегрисане) транспортне мреже у проширеној Европи садржи основ за доношење "одговарајућих мера".Основ за реафирмацију железнице садржан је, најпре, у следећим директивама:

1. Директива број 91/440/ЕЕЗ – подела железничких предузећа на она која обезбеђују саобраћајну услугу и она која управљају (експлоатација) инфраструктуром. Одвајање железнице од државе;
2. Директива Савета Европске Уније број 95/18/ЕУ којом се уводи сертификација и лиценцирање предузећа која учествују у железничком саобраћају;
3. Директива Савета Европске Уније број 95/19/ЕУ о расподели капацитета железничке инфраструктуре и утврђивању трошкова за инфраструктуру, замењена директивом 2001/14/ЕУ.

За овако убрзани развој европског саобраћајног права и интеграцију националних железничких система у један европски систем, истичемо посебан значај три железничка пакета донета од Европског парламента.

Први пакет директива о железници садржи три директиве и то:

1. Директива 2001/12 о приступу тржишту, којом је допуњена и проширена Директива 91/440,
2. Директива 2001/13 о издавању дозвола, која проширује и замењује Директиву 95/18 и
3. Директива 2001/14 о капацитетима, која се надовезује на Директиву 91/440.

Ове директиве раздвајају железницу од државе; врше поделу железничких активности на мрежне и возне оператере; регулишу мрежу и сертификацију железничких оператера.

Други железнички пакет (2004.) садржи три директиве (49, 50 и 51) којима је циљ побољшање безбедности, интероперабилности и отварања тржишта: Тако да Директива 2004/51 врши измену Директиве 91/440 и регулише потпуно отварање тржишта за међународни робни саобраћај од 01. јануара 2007. године; Директива 2004/49 о безбедности железнице поставља оквир за развој јединствених приступа безбедности железнице и одржавање нивоа безбедности кроз дефинисање јединствених показатеља безбедности, јединствених метода, и захтева формирање националних органа за безбедност; Пропис 881/2004 о оснивању европске железничке агенције ради усмеравања техничких послова по питањима која се односе на безбедност железнице и интероперабилност; Директива 2004/50 о интероперабилности кроз измене директива 96/48/ЕС и 2001/16/ЕС о интероперабилности ојачава основне принципе интероперабилности, приступ Заједнице ОТІF-у.

Другим пакетом стварају се законски и технички интегрисане пан-европске железнице.

Први и други железнички пакет представљају опсежан и далекосежан програм реструктурирања и либерализације за целокупан сектор железница у Европи. Железнички теретни саобраћај ће бити потпуно либерализован у неколико фаза. (2003, 2006, 2007). Сектор железница ће бити трансформисан из традиционалних компанија у власништву државе са сопственом регулативом у сектор са државном регулативном. Ради пренос тзв. основних функција (расподела капацитета инфраструктуре и убирање накнада за коришћење инфраструктуре итд.) на независна тела у случају интегрисаних компанија неопходно је формирање једног броја органа и агенција:

1. регулаторна агенција за железнице,
2. безбедоносна агенција (укључујући, усвајање националног безбедносног законодавства,
3. надзорна агенција (давање сагласности на компоненте интероперабилности),
4. агенција за расподелу инфраструктурних капацитета и убирање накнада за коришћење,
5. независна агенција за истраживање удеса.

Неопходне су бројне активности за стварну ревитализацију железничког сектора, али оне нису спроведене. Или не постоји политичка воља, или нема средстава за:

- успостављање правичних цена за коришћење инфраструктуре од стране различитих видова саобраћаја,
- отплата дугова железничких компанија,
- развој инфраструктуре и уклањање уских грла,
- увођење интероперабилности.

Трећи железнички пакет (2004.) обухвата мере за оживљавање железница у Европи кроз:

•либерализацију међународног путничког саобраћаја (измене и допуне Директиве 91/440),

•Директиву о атестирању возног особља (COM (2004) 142), два предлога:

а) пропис о накнади штете због неиспуњења уговорних обавеза у погледу квалитета у железничком робном саобраћају (COM (2004) 144)и

б) пропис о правима и обавезама путника (COM (2004) 143).

2.2. Конвенција о међународним превозима железницама COTIF

Конвенција о међународним превозима железницама COTIF (1980), као резултат ревизије Међународне конвенције о превозу робе на железницама (1890) и Међународне конвенције о превозу путника и пртљага железницама CIV (1923), тако да јединствено регулише уговоре о међународном превозу робе и путника, измењена је Протоколом из Вилњуса (1999). Конвенција COTIF остаје и даље основна конвенција из међународног железничког саобраћаја која обезбеђује директан међународни железнички превоз путника и робе. Изменама се предвиђа могућност бројних одступања и резерви, као и делимично избор права, што би, у овом моменту захтевало веома компликована правна решења. Због тога су се све државе чланице, које су ратификовале измене, одлучиле за примену права COTIF. Доношење Закона о ратификацији Протокола о изменама Конвенције о међународним превозима железнице је од значаја због тога што се у складу са протоколом о изменама надлежност Конвенције COTIF, поред превоза путника и робе, проширује и на коришћење кола и инфраструктуре, техничке стандарде и пријем возних средстава, тако да уместо досадашња два, садржи седам додатака, и то:

Додатак А - Јединствена правила уговора о међународном железничком превозу робе,

Додатак Ц - Правилник о међународном железничком превозу опасне робе,

Додатак Д - Јединствена правила за уговор о коришћењу кола у међународном железничком саобраћају,

Додатак Е - Јединствена правила за уговор о коришћењу инфраструктуре у међународном железничком саобраћају,

Додатак Ф - Јединствена правила о признавању техничких стандарда и усвајању јединствених техничких прописа, који се примењују на железничка возна средства намењена за коришћење у међународном саобраћају и

Додатак Г - Јединствена правила о техничком пријему железничких возних средстава, која се користе у међународном саобраћају.

Поред проширења надлежности изменама Конвенције COTIF спроведена су и упутства из директива Европске уније у погледу раздвајања железничке инфраструктуре и превоза, због чега је и укинута обавеза превожења у међународном железничком саобраћају.

3. ХАРМОНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКОГ ПРАВА И РЕФОРМА ЖЕЛЕЗНИЦЕ У СРБИЈИ

За процес уједначавања правила у железничком саобраћају унификацијом су заинтересоване и државе које нису или неће бити у догледно време чланице Европске уније, као што је и наша држава. Хармонизација железничког права започета је доношењем Закона о железници («Сл. гл. РС», бр. 18/05). Национална регулатива Републике Србије представља основ за спровођење трансформације железнице и успостављање концепта тржишног и комерцијалног пословања у коме ће железнице Србије постати ефикасан, поуздан и конкурентан превозник. Процес реструктуирања железнице у Србији започео је касније него у другим железничким управама, а неке од кључних промена већ су реализоване као што су:

1. 01.03.2005. године ступио је на снагу нови Закон о железници (Сл. гласник РС 18/05)
2. Влада Републике Србије донела је Одлуку о оснивању јавног предузећа за управљање јавном железничком инфраструктуром и обављање јавног превоза у железничком саобраћају (Сл. гласник РС 19/05) Правилником о организацији и систематизацији послова, ЈП „Железнице Србије“ је организационо подељено на Дирекцију за превоз и Дирекцију за инфраструктуру

Формирана је Дирекција за железнице, посебна организације Владе Републике Србије за обављање регулаторних и стручних послова из области железничког саобраћаја, На основу одредби Закона о железници, донета су одређена подзаконска акта: која се односе на издавање сертификата и лиценци као и дозвола за коришћење кола Сл.гл. РС 39/06 и Сл. гл. РС 117/05). Основе концепта нове законске регулативе састоје се у следећем:

1.Раздвајању железничког система на два дела и то: а) на део који је одговоран за управљање железничком инфраструктуром организовање и регулисање железничког саобраћаја – управљач инфраструктуре; б) на део који је одговоран за превоз у путничком и теретном саобраћају-превозник;

2. У посебном финансирању управљача

железничке инфраструктуре:

3. Увођењу концепта обавезе јавног превоза;

4. Појави више превозника, тј. стварању услова за увођење конкуренције превозника

5.На оснивању Дирекције за железнице као посебне организације која као регулаторно и стручно тело обавља послове: издавања лиценце за превоз; и за управљање железничком инфраструктуром; издавања сертификата о безбедности за превоз и сертификата о безбедности за управљање железничком инфраструктуром, односно индустријском железницом; израде техничких прописа, норматива и стандарда праћење стања безбедности и друге послове који су Законом одређени. Напомињемо да је Законом о железници предвиђено доношење новог Закона о безбедности у железничком саобраћају, као и доношење Закона о ратификацији Протокола о изменама и допунама Конвенције о међународним превозима железницама (COTIF).

4. ЗАКЉУЧАК

Резултат интеграционих процеса који се интензивно одвијају под окриљем Европске уније је и стварање јединственог саобраћајног тржишта. Заједничка саобраћајна политика Европске уније утврђује оживљавање и модернизацију железничког саобраћаја до 2010. године. Интеграциони процеси афирмишу организациону и економску кохезију у области железничког саобраћаја, чији правно институционални оквир чине три железничка пакета Европског парламента ка интегрисаној железници.

Хармонизација железничког права у Србији започета је доношењем Закона о железници (Сл. гл.РС бр. 18/05). У току је израда новог Закона о безбедности у железничком саобраћају и предстоји доношење Закона о ратификацији Протокола о изменама и допунама Конвенције о међународним превозима железницама (COTIF).

Процес реструктуирања железнице у Србији започео је касније у односу на друге железничке управе, али упркос томе неке од кључних промена већ су реализоване: Основано је ново предузеће – Јавно предузеће „Железнице Србије“ и образована је Дирекција за железнице.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бела књига, Припрема придружених земаља Централне и Источне Европе за интеграцију у унутрашње тржиште Европске уније, превод института економских студија, Београд, 2001.

[2] Приручник, „Како усклађивати домаће прописе са правним тековинама Европске уније, Влада Републике Србије, Министарство за економске односе са иностранством, Београд, 2004.г.

[3] Директива 91/440 о развоју железница Заједнице према допуни директивама 2001/12 и 2004/51

[4] Директива 2001/12 о приступу тржишту

[5] Директива 2001/13 о издавању дозвола

[6] EUR-LEX/http://europa.eu.int./eur-lex

HARMONIZATION OF RAILWAY LAW AS AN INTEGRATION PROCESS

Bratislav STANKOVIĆ
Biljana MATIĆ
Miodrag HUBER

Abstract: Reaffirmations of Railway transport is based on the privilege in economically exploitation nature of means and has an aim that Railway take over role of primary carrier in inland transport in transporting of mass goods and passengers in meddle and long distances routs. One of the essential conditions for integration of Serbian railways with Railways of European Union are harmonization the regulations with EU railway regulations.

Key words - integration, reaffirmation of railway traffic, harmonization of regulations, EU directives, market concept

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ANOMALY DETECTION AND FAULT DIAGNOSIS FOR ENGINES

Dragan DJURDJANOVIC[1]
Jun NI[2]
Jianbo LIU[3]
Kenneth MARKO[4]

Abstract: *As more electronic devices are integrated into vehicles to improve the reliability, drivability and maintainability, vehicles diagnosis becomes increasingly difficult to deal with. Unavoidable design defects, quality variations in the production process as well as different usage patterns make it is infeasible to foresee all possible faults that may occur to the vehicle. As a result, many systems rely on limited diagnostic coverage provided by a diagnostic strategy which tests only for a priori known or anticipated failures, and presumes the system is operating normally if the full set of tests is passed. To circumvent these difficulties and provide a more complete coverage for detection of any fault, a new paradigm for design of vehicles diagnostic systems is needed. An approach inspired by the functionalities and characteristics of natural immune system is presented and discussed in the paper. The feasibility of the newly proposed paradigm is also partially demonstrated through application examples.*

Key Words: Immune system based diagnostics, Engine diagnostics, Self-healing systems

1. INTRODUCTION

Immune system of a living organism serves the purpose of defending the organism from external intrusions, such as microbes, viruses or foreign bodies. Natural immune systems accomplish anomaly detection, identification and isolation of the root cause of anomalous behavior as well as elimination of the problem. Improper function or failure of the immune system causes serious problems in the organism and most of the time its death (illnesses such as leukemia, cancer or AIDS manifest themselves through failures of the immune system to perform its functions).

In the human society, thousands of years of the evolution and development of civilization are marked by dramatic improvements in tools and products that are used. Breakthrough inventions and iterative design improvements result in products that have more power, deliver more functionality, are easier to manufacture and use etc. This process can be seen as being analogous to the process of natural evolution, in which living organisms have passed through series of "design iterations" of whom the strongest, most adaptive and most functional have progressed to yield even more powerful and functional natural designs.

In parallel, engineering designs have been equipped with increasingly sophisticated capabilities for system performance diagnosis and prediction, especially in the case of sophisticated, expensive and safety critical systems, such as manufacturing equipment [1][2][3], computer networks [4][5], automotive [6][7] and chemical plant [8][9] etc. The purpose of these capabilities is to ensure proper functionality of the system and can be seen analogous to the one of the immune system in a living organism.

Nevertheless, the way current diagnostic and prognostic capabilities are realized in vehicles engines (and most other applications for that matter) is significantly different from the way immune system in a living organism is realized. Condition monitoring systems are based on sophisticated feature extraction, performance assessment, performance prediction and training algorithms that are centered around recognizing and quantifying indications of various abnormal behavior modes of the engine and its components, which a priori have been known to exist and for which a model of the indications of abnormal behavior can be obtained from prior knowledge or training data obtained during such system behavior. Recognition of those indications leads to natural identification of the underlying condition and an appropriate action to mitigate that abnormal condition.

In a way, this approach to realizing the condition monitoring functionality in a engine essentially represents part of the engine design process, where the condition monitoring (just like the engine itself) is carefully designed through selection of hardware and algorithms that facilitate maximal diagnostic coverage of the abnormal behavior modes that are a priori known to exist.

[1] Dragan Djurdjanovic University of Michigan, Ann Arbor, MI 48109, USA, djurjda@umich.edu
[2] Jun Ni University of Michigan, Ann Arbor, MI 48109, USA, junni@umich.edu
[3] Jianbo Liu University of Michigan, Ann Arbor, MI 48109, USA, jianbol@umich.edu
[4] Kenneth Marko ETAS Inc., Ann Arbor, MI 48103, USA, Ken.Marko@etas.us

In the case of highly sophisticated and dynamic systems, such as automotive, truck, locomotive, boat, aircraft and so on vehicle engines, the traditional approach to realizing diagnostic functionality becomes excessively cumbersome because of the need to train the condition monitoring processes to recognize a large number of faults, some of which often cannot be even anticipated in advance. Even for the cases one is able to anticipate in advance, many faults manifest themselves very differently under different driving inputs and environmental conditions, which makes training of diagnostic units for all possible conditions and all possible faults practically impossible.

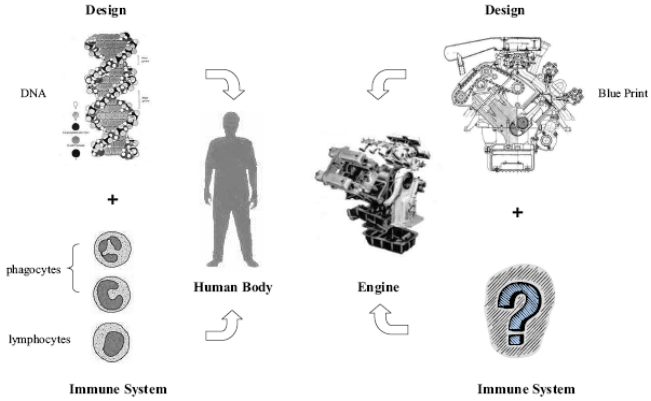


Fig. 1. Lack of immune systems in engineering applications

In order to continuously facilitate functionalities of identifying abnormal system behavior, isolating the source of anomalous behavior and achieving the desired system performance in spite of the presence of the anomaly in an vehicle system, regardless of the driver inputs and external conditions, and without the need to a priori know the entire set of faults that the monitoring system is supposed to capture and mitigate, a new paradigm inspired by the functionalities and characteristics of natural immune systems will be proposed in this paper for design of vehicle diagnostic systems. Figure 1 illustrates analogy of the newly proposed paradigm with the natural immune systems.

2. RESEARCH ISSUES IN IMMUNE SYSTEM ENGINEERING

Anomaly detection can be formally described as identification of anomalous system behavior. Anomaly detection is one of the most important functionalities of natural immune system. Before taking any actions to eliminate the foreign invaders, the immune system first has to discriminate self and harmful non-self. Natural immune systems are able to detect harmful non-self even when the virus or bacteria have never been encountered. This capability of being able to identify harmful non-self is vital for the survival of living organisms since the types of infections are very diverse and unpredictable.

A natural immune system is also able to learn the protein structures of pathogens it encounters and retain memory of the structures so that the future response to the same pathogens are faster and more efficient [4]. This self-learning capability is important for natural immune systems to quickly adapt to new environment. As a result, each individual immune system is unique. Furthermore, the memorized pathogen structures enable natural immune systems to correctly identify the type of pathogens (analogous to fault identification) and later take appropriate actions.

Once the pathogens are detected and possibly identified, a natural immune system will have to eliminate them. Different pathogens have to be eliminated in different ways [4]. For pathogens that have never been encountered before, the initial response of a natural immune system is mild and it may take several weeks to eliminate the infection. During this process, the immune system is able to learn the protein structures of the newly encounter pathogens. On the other hand, if the pathogens or other similar types of pathogens have been encountered before, the responses of the natural immune system is usually so efficient that there are no clinical indications of a re-infection [4].

The above mentioned three functions (anomaly detection and localization, fault identification and self-healing) are essential for the survival of the living organism. The functionalities of immune system are accomplished with the following desired characteristics: autonomy, robustness and uniqueness [4][10]. Autonomy of immune systems in living creatures displays itself in the ability to monitor and protect the living organism without outside control. The same mechanisms that monitor and protect the rest of the body also monitor and protect the immune system itself. Furthermore, the highly decentralized and distributed nature of an immune system and its ability to dynamically adapt to new situations constitute its robustness. Finally, the very adaptations that give an immune system its robustness render each individual immune system unique characteristics. Since the immune system adapts to the intrusions, in spite of inherent similarities between individuals of one same species (individual machines of one same design), living (operating) conditions of each individual dictate the character of the immune system that the individual carries.

As mentioned earlier, an immune system paradigm is not currently implemented in vehicle engines. Instead, vehicle diagnostics is based on a predetermined set of comprehensive tests designed to capture specific, known faults. These tests are based on the prior knowledge about the system and there is no ability to capture new knowledge or to identify situations that were not covered by the diagnostic tests. In addition, the diagnostic tests serve solely the purpose of condition diagnosis, and their results are not used to attempt to eliminate the influence of a fault and restore the desired performance of the degraded vehicle system.

Inspired by the analogy between the natural immune system of living organisms and diagnostic systems (in a more general sense) of vehicles, we summarize the functionalities of an vehicle immune system in Fig. 2, suggesting that the immune system functionalities are realized through anomaly detection agents, diagnostic agents and control agents. Notice that the separation of the three types of agents is only conceptual and does have to be necessarily the case in a real implementation.

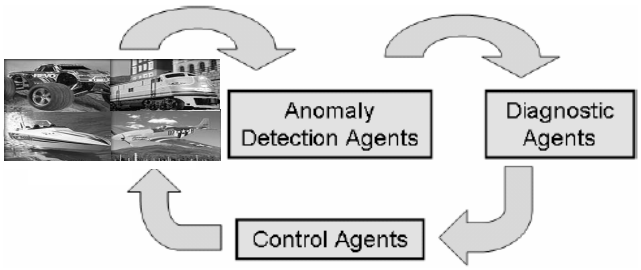


Fig. 2. New paradigm for design of vehicle diagnostic systems

1. The role of Anomaly Detection Agents (ADA-s) will be to:

-Detect and quantify any performance degradation that is manifested through input/output relationships

-Localize the anomaly source to a specific subsystem or component by reconfiguring and reconnecting the anomaly detectors until input/output sets with anomalous behavior are identified in as much detail as possible.

2. The role of Diagnostic Agents (DA-s) will be to:

-Identify the type of the anomaly, if the input-output patterns from the anomalous subsystem have been observed in the past and its input-output signatures have been memorized by a DA

-In the case the input-output patterns characterizing the anomaly have never been encountered before, create a new DA that will be able to recognize and discriminate the observed anomaly from the set of known faults next time it occurs.

3. The role of Control Agents (CA-s) will be to:

-Utilize fault characterization from DA-s in order to postulate control laws in such a way that desired performance of the anomalous subsystem is restored as much as possible. Hence, CA-s would effectively yield the self-healing functionality to the vehicle system.

In the next three subsections, research issues and challenges associated with realization of the new diagnostic paradigm will be discussed in detail.

2.1. Anomaly Detection and Localization

While conventional approaches to diagnosis focus on detecting and recognizing situations or behaviors which have previously been known to occur or can be anticipated, anomaly detection focuses on detecting and quantifying deviations away from learned "normal" behavior. The idea of anomaly detection has been successfully employed for building effective Intrusion Detection System (IDS) [5][11][12][13], in which anomaly detection is used to identify malicious unknown attacks on a computer security system. Employing a similar idea in an vehicle engine is not a straight forward task.

Identifying harmful non-self and quantifying the dissimilarity require an accurate definition of normal behavior. Therefore constructing a profile representing normal behavior is essential for the success of the anomaly detection system. However, high complexity of the process dynamics of certain processes, such as the combustion process in an internal combustion engine, often prevents one from building an accurate model based on first principle. On the other hand, the process related signals are rather easy to obtain from sensors and embedded controllers. Consequently, data-driven approaches have been extensively employed in practice for modeling of complex dynamic systems. Among those techniques, neural networks, such as Multi-Layer Perceptron (MLP) networks [14], Radial Basis Function (RBF) networks [15] and Recurrent Neural Networks (RNNs) [16][17][18], are the most extensively applied techniques because of their universal functional approximating capabilities [14], particularly in the case of complex nonlinear systems. Unlike feed-forward networks such as RBF and MLP, which have limitations of identifying temporal relationships in a time series, RNNs take into account temporal dependencies through local or global internal feedback connections in the network, which enables a good approximation of a wide class of nonlinear dynamical systems [14]. However, the commonly used gradient descent algorithms to train RNNs exhibit problems during training, such as having difficulty dealing with long-term temporal dependencies in a time series [16]. In addition, finding a suitable number of hidden neurons and an appropriate RNN structure remains a challenging problem. Since the training data for neural networks are usually taken from the entire operation space, they can be viewed as a global dynamic modeling approach [19].

Unlike the global dynamic modeling approach, an alternative for modeling nonlinear dynamic system is the \divide and conquer" approach [20], which is based on the idea of dividing the whole system operation space into small sub-regions and modeling the local dynamics individually within each sub-region. The heuristics is that the modeling task for a small sub-region of the system behavior becomes easier to deal with than modeling the system as a whole. By dividing the operation space into small regions, the multiple local model approach can provide additional transparency about the physical processes, which is usually not easy to obtain for most of the global modeling approaches. This additional transparency would be beneficial for later controller reconfiguration.

Once an accurate model is obtained, the discrepancies between outputs of the model and the actual system can be utilized to detect and quantify the deviations. Since performance deviations are often caused by gradual component wear which may undergo a long developing process, quantification of anomaly severity is highly desirable for a number of applications, such as prognostics and health management systems (PHM) in aerospace industries [21][22], rotating machinery remaining life estimation [2][3] and condition-based maintenance (CBM) [23].

However, the interpretation of the residual errors between the outputs of the model and the actual system is a still challenging task. It is quite common in practice that the learned model is not perfect and there are always regions that the model can not approximate well. Thus, the magnitudes of the output errors may vary when visiting different operational regions. As a result, surges in residual errors could merely be

the results of switching from one operational region to another and do not necessarily indicate anomalies. Therefore, the decision making scheme has to be able to deal with these modeling uncertainties.

Localization of anomalies can be accomplished through distributing ADA-s throughout a complex dynamic system as shown in Fig. 3. Each ADA is only responsible for monitoring one particular subsystem and essentially decouples the subsystem from the rest of the complex dynamic system. Then, any significant deviation detected by an ADA only indicates that something abnormal occurs in the subsystem on which it applied.

2.2. Fault Diagnosis

Once the anomaly is detected and localized to a specific subsystem or component by the ADA-s, the next step is to identify the root causes of the anomalous system behavior.

This task can be accomplished using diagnostic agents that are connected to the inputs and outputs of the subsystem and recognize the anomalous condition as a particular fault if that fault has been observed before, or identify the observed situation as something that the immune system has not seen before. In case a DA identifying the anomalous behavior pattern cannot be found, a new DA will be created for that new abnormal behavior mode. The goal of each newly created DA will be not only to detect the presence of a particular faulty behavior mode, but also to parameterize that fault, by identifying the model of the new, degraded system if possible. This task is important in order to facilitate the creation of control agents that will augment the control system based on the newly identified faulty system model and compensate the effects of the degradation.

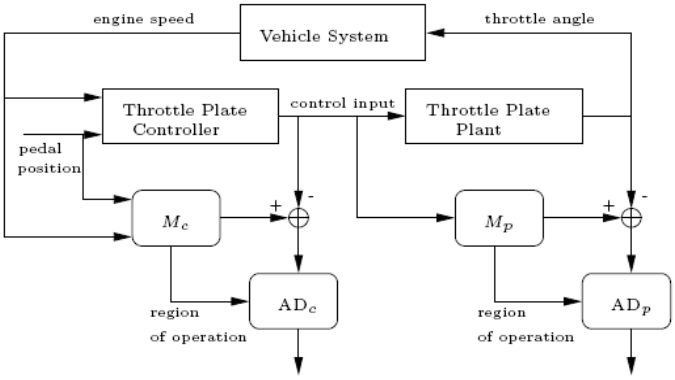


Fig. 3. Electronic throttle plate. Mc and Mp and are the model for the controller and plant respectively. ADc and ADp are the anomaly detectors for the controller and plant respectively

DA-s are envisioned in a similar way as ADA-s. While ADA-s model normal behavior of the system and detect anomalies through identifying the departure of performance signatures away from those characterizing normal system behavior, DA-a will model a particular faulty behavior and can identify the occurrence of that fault in the system based on the proximity of signatures extracted out of the anomalous system to those characterizing that particular fault. In short, while ADA-s are envisioned as agents modeling normal system behavior and detecting departures away from it, DA-s are agents modeling a particular faulty behavior mode and detecting the proximity of current system behavior to that particular behavior mode. Challenges involved in the characterization of normal behavior of an vehicle system, which were described in Sec. 2.1, very much apply to the case of modeling of any particular faulty behavior.

2.3. Automatic Control System Reconfiguration

Although the well designed feedback controller can typically reduce the plant's output sensitivity to measurement noise and disturbances, the degrees of failure that can be accommodated by a fixed control structure are restricted [24] and reconfiguration of the controller structure or its parameters based on the observed system faults or anomalies is necessary to maintain the required system performance.

Various approaches have been developed in the last two decades for fault accommodation and fault tolerant control, such as pseudo-inverse method [25], integral sliding mode control for sensor and actuator failures [26], linear quadratic regulator (LQR) [27] and autonomous control reconfiguration with parameter estimation [28]. Despite the progress made up to date on fault accommodation, it was pointed out in [29] that due to the inherent complexity of nonlinear systems, most of fault compensation methods rely primarily upon the well-developed linear control design methodology to achieve the required performance. This in turn limits their applicability to a number of real practical problems involving complex, nonlinear systems. For anticipated failures or faults, the control reconfiguration can be based on the stored control laws as proposed in [29][30][31]. The real challenge resides in the full automation of the process of generation of new controllers for general nonlinear systems when an unanticipated fault occurs.

As described in Sec. 2.1 and Sec. 2.2, the occurrence of an unknown fault that cannot be recognized by any of the existing DA-s should cause creation of a new DA in the vehicle immune system, which will model the newly observed behavior mode. This model will then be utilized to create a CA in the shape of a non-linear controller that will compensate for the negative effects of the observed anomaly.

3. APPLICATION EXAMPLES

Two application examples of anomaly detection and fault identification are discussed in the following two subsections. The first application uses Growing Structure Multiple Model System (GSMMS) based anomaly detection to monitor the crankshaft dynamics. For more detailed information about GSMMS based anomaly detection and fault diagnosis one can refer to [32][33] and references therein. The second application example regionalizes the system behavior using Self-Organizing Maps (SOM) based on input and initial conditions of the system, after which the outputs within each region are compared using Time Frequency Analysis (TFA) in order to perform anomaly detection and fault identification. For more detailed information about this example, one may refer to [34] and references therein.

3.1. Growing Structure Multiple Model System Based Anomaly Detection for Crankshaft Monitoring

GSMMS combines the advantages of the growing Self-Organizing Networks (SONs) [35][36] with efficient linear model parameter estimation algorithms [37] into an integrated framework for modeling and identification of general nonlinear dynamic systems. GSMMS can be implemented on-line to learn the structural parameters and the local model parameters simultaneously. Figure 4 shows the overview of the training procedure for GSMMS. We start from relatively small number of nodes (or equivalently local models) and then gradually add nodes to the ordered network where the fitting error is high. The training procedure will stop once the stopping criteria are satisfied. This way, the number of nodes can be determined in an automatic fashion. For more detailed information about the GSMMS, please refer to [33] and references therein.

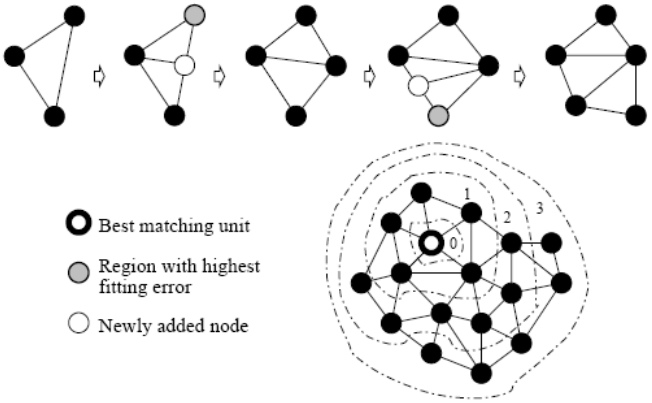


Fig. 4. Overview of the training procedure for growing structure multiple model system

A set of training data is first collected from the simulation of the first principle model of crankshaft dynamics during normal operation. From each combustion cycle corresponding to two revolutions of the crankshaft, eight samples are collected. This is equivalent to the sampling period of $\pi/2$ in the crankshaft angle domain. Based on a batch training algorithm proposed in [33], a GSMMS model is created. Figure 5(a) compares the outputs of the first principle model and the trained GSMMS model when the viscous damping coefficient cf is set to its nominal value. The GSMMS model can roughly capture the transient behavior of the crankshaft dynamics despite the existence of multiplicative noise. Figure 5(b) also shows the resulting residual errors when cf is increased by 20%. In comparison with Fig. 5(a), the increases in magnitudes of the residual errors are clearly visible at the low engine speed. Once the GSMMS model is obtained from normal training data, the residual errors can then be utilized to detect and quantifying performance deviations or anomalies as illustrated in Fig. 6.

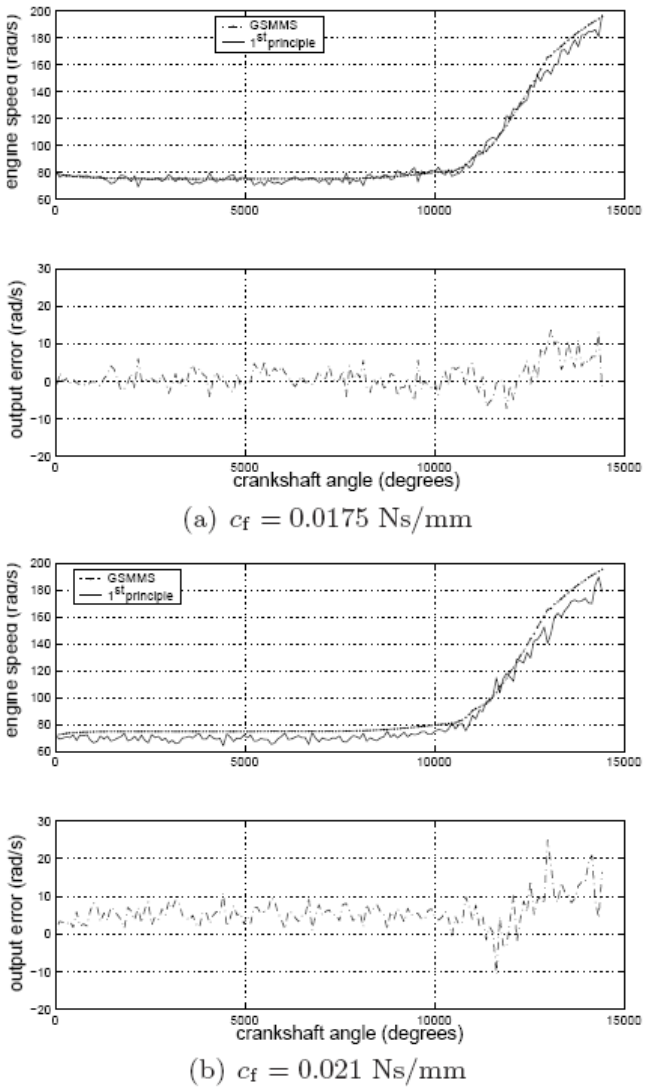


Fig. 5. Comparison of the outputs of the first principle model and the trained GSMMS model

However, as we mentioned earlier, the interpretation of the residual errors between the outputs of the model and real system is not a trivial task since the magnitudes of the modeling errors may vary at different operational regions. We can observe this from Fig. 5(a), where at low engine speed the magnitudes of the residual errors are substantially smaller than those at high engine speed. As a result, surges in residual errors could merely be the results of shifting from one operational region to another and not necessarily indicate anomalies. A region dependent decision making scheme is proposed in [32][33] to overcome this problem and to improve the detection accuracy. The schematic overview of the newly proposed approach is shown in Fig. 6, where the residual errors are analyzed region by region. Figure 7 shows the error distributions in different regions under different values of viscous damping coefficient cf . We can observe that as cf shifts away from its nominal value cf = 0:0175 Ns/mm the error distributions also shift away from the corresponding distributions that represent normal behavior.

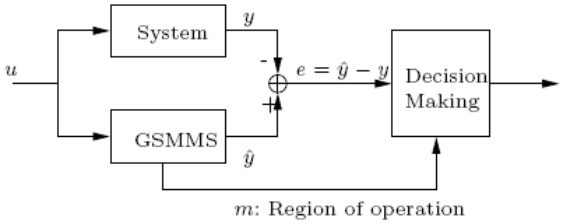


Fig. 6. Overview of region dependent decision making scheme

If only the detection of anomalies is of interest, Exponentially Weighted Moving Average (EWMA) control charts [38] can be employed in each operational region to perform this task by detecting off limit residual errors.

By varying the exponential forgetting factor, we can also investigate the performance of the anomaly detection systems for a given mean time to detection3, since the mean time to detection can be determined by the values of the forgetting factor used in constructing EWMA control chart [38].

Essentially, the EWMA control chart in each region forms an anomaly detector, which is responsible for detecting anomalous behaviors once the system operates in that region. Receiver Operating Characteristic (ROC) curves [39] are utilized in this paper to evaluate the performance of anomaly detection. Figure 8 shows the ROC curves for detecting a 10% increase in the viscous damping coefficients cf given different mean time to detection. The nine regions selected in Fig. 8 are the same as those selected in Fig. 7. We can observe that the performance of the anomaly detectors in all nine regions keeps improving as more samples are utilized.

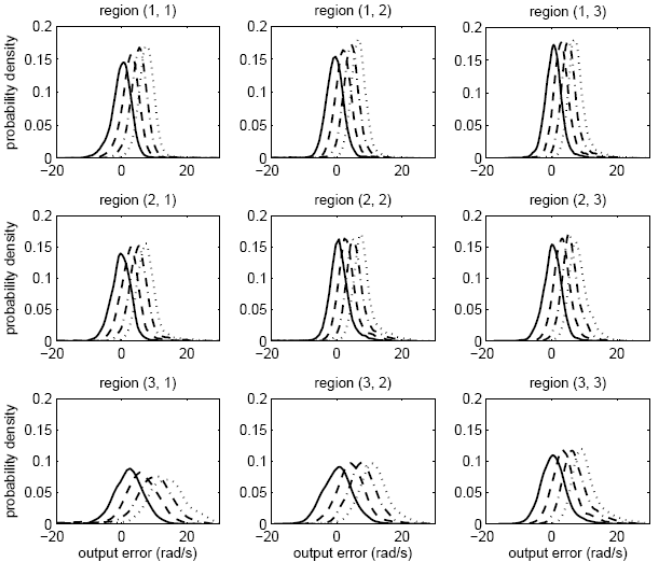


Fig. 7. Probability densities of output errors in selected nine adjacent regions. Solid line: cf = 0:0175 Ns/mm, which is the nominal value; Dashed line: cf = 0:01925 Ns/mm; Dash-dotted line: cf = 0:021 Ns/mm; Dotted line: cf =0:02275 Ns/mm

Almost perfect detection can be achieved from all different regions when data length reaches about 1000 revolutions. Similarly observations have also been made for detecting 20% and 30% increases in cf and, as expected, the mean time to detection is substantially shorter for achieving a similar detection accuracy.

We have observed that as cf shifts away from its nominal value the error distributions also shift away from their corresponding distributions that represent normal behavior. As a result, the overlaps become smaller as the severity of the anomaly increases. Therefore, one way to quantify the severity of the anomaly is to evaluate the overlaps between the current error distributions with error distributions representing the normal operation, as was done in [33].

3.2. Electrical Throttle Plate

Another approach for anomaly detection and fault diagnosis is applied on an electronically controlled throttle plate mechanism, which is simulated using high-fidelity engine simulation software package provided by a major manufacturer of software for vehicle control system development. Figure 3 shows the schematic overview of this subsystem as well as its monitoring systems.

The anomalies are simulated by changing the parameters in the controller and the plant. Various levels of parameter reductions or increases are introduced to simulate different levels of anomaly severity. The input output signals are sampled every 10 milliseconds. The final goal is to detect anomaly if it occurs, attribute the detected anomaly to a specific subsystem and identify the root cause of the anomalous behavior, if possible.

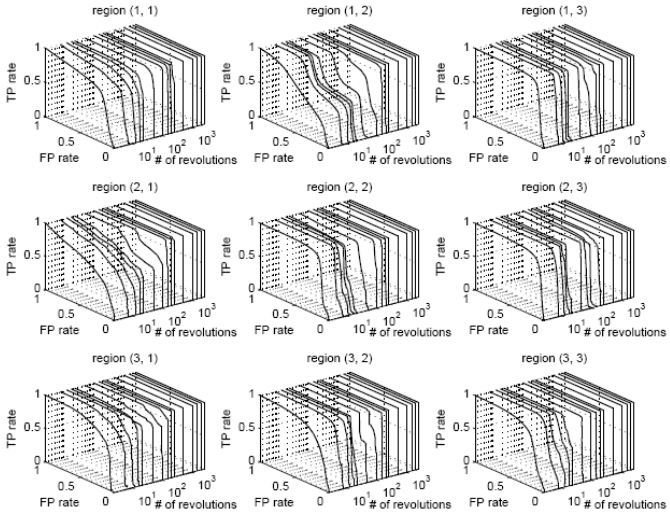


Fig. 8. Receiver operating characteristic curves from selected nine adjacent regions, which are the same with those shown in Fig. 7. The ROC curves are plotted against the amount of data used (8 samples per revolution). TP rate: true positive rate; FP rate: false positive rate

Anomaly Detection and Localization Figure 9 summarizes the anomaly detection architecture. For any new signal coming in, the anomaly detection system first identifies the operational region within which the system is operating by finding the best matching unit in the trained SOM using the concatenated vector of initial conditions and input sequence. At the same time, a quantization error is computed as the distance of the vector of inputs and initial conditions away from the weight vector associated with the best matching unit in the SOM. If the quantization error is smaller than a preset

threshold (which could be the median/mean of the quantization errors observed during training) the anomaly detection system is triggered and will compare the corresponding output sequence with the normal statistical profile. Triggering based on the quantization error can eliminate the situations when current system operating condition has not been experienced before and thus avoid making incorrect decisions. After retrieving the trained parameters of the specified region, the performance Confidence Value (CV) is calculated from the Mahalanobis distance specified by the moment sequence generated from the time frequency distributions of current output sequence. For more details one may refer to [34].

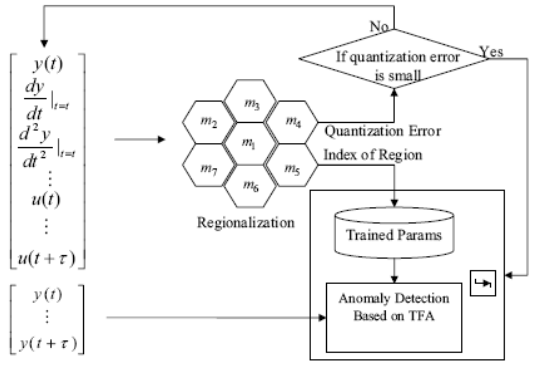


Fig. 9. Anomaly detection architecture

Any substantial drop on the computed performance CV indicates anomalous system behavior. Furthermore, since the CV is essentially a statistical measure of the deviation of the current system behavior from the expected normal profile, its magnitude indicates the severity of the underlying anomalies. The more severe the departure away from normal behavior is, the smaller the corresponding CV's will be. This quantitative description of severity of the anomalies provides the basis for assessing gradual performance degradation of the controlled dynamical system. By observing the evolution of the confidence values, one can track and predict the future development of slow-evolving anomaly caused by physical system parameter degradation, which in turn makes performance prognostics possible.

It is possible to localize the anomaly to a specific subsystem by properly distributing ADA-s across the complex dynamic system. To demonstrate this capability, two ADA-s are applied separately on the controller and the plant as shown in Fig. 3. Three different test scenarios are introduced by gradually changing the actual system parameters over time to simulate the system degradation. Figure 10 shows the time varying parameters, where for each scenario, only one parameter is varied in time while all the other parameters are kept at their nominal value.

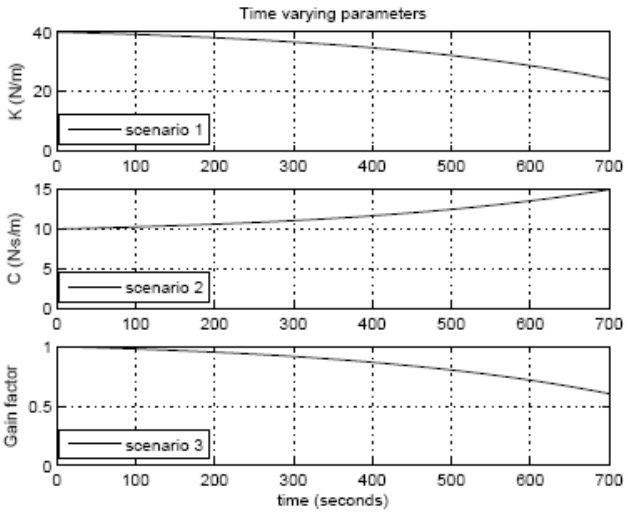


Fig. 10. Time varying parameters for scenarios 1, 2 and 3. The nominal values for sti®ness K, viscous damping C and gain are 40N=m, 10Ns=m and 1 respectively

Figure 11 shows the results of the two AD systems for the three introduced scenarios. The straight line across the window is the steady state lower 3σ control limits of the EWMA control chart applied to the performance CVs obtained during training. It can be easily observed from Fig. 11 that in scenario 1, the CVs from the ADA operating on the controller are high all the time, while the CVs from the ADA on the plant gradually decrease and finally exceed the control limits indicating that an anomaly has occurred in the plant, while the controller is still operating normally. Similar behavior can also be observed in scenario 2. In scenario 3, we have introduced a disturbance only to the controller and, as expected, the performance CVs from the controller ADA eventually exceed the control limits, whereas the performance CVs from the plant ADA remain within the control limits. In this manner, we can readily localize the location of the anomalous behavior to the plant, the controller or both.

Root Cause Identification The root cause identification can be accomplished with the AD system described in this paper by several means.

The simplest way of fault isolation is through the use of multiple ADA-s distributed throughout a control system. In a hierarchical control architecture, a primitive fault tree is naturally provided by distributing the anomaly detection systems through the overall system. The individual anomaly detection system can localize a fault through the identification of the lowest level segment of the system on which an ADA has announced a fault. This scheme is used in previous section to isolate the faults between the controller and the plant.

A straightforward extension of this approach creates a second method of root cause identification in which specialized DA-s identify specific failure modes. In this approach, separate DA-s are specifically trained to detect specific faults. The failure is then detected by the simultaneous drop in the confidence level of the normal behavior ADA (measuring proximity of system behavior to the normal behavior), along with the growth in the confidence level of the

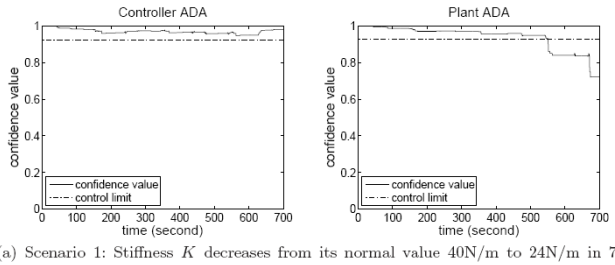
DA associated with the actual fault (indicating proximity of system behavior to behavior corresponding to that particular fault). This approach is illustrated in the following example.

Table 1. Indices for various situations simulated

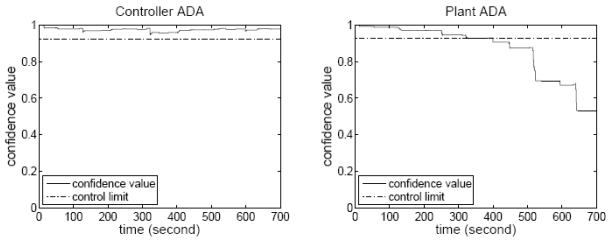
Index	Category
$F0$	Normal
$F1$	Reduced K
$F2$	Increased C
$F3$	Unknown fault (for instance reduced $DeltaAngle$)

Table 1 shows the system operating conditions for various normal and failure modes that are simulated. It is assumed that the input-output signals from only the states F0, F1 and F2 are available for training, while signatures from the state F3 are unknown. Three DA-s corresponding to states F0, F1 and F2 are trained separately. Each of the DA-s is then used to describe the statistical profiles of a particular situations. Note that the DA for F0 is actually the ADA since F0 represents the normal system operation.

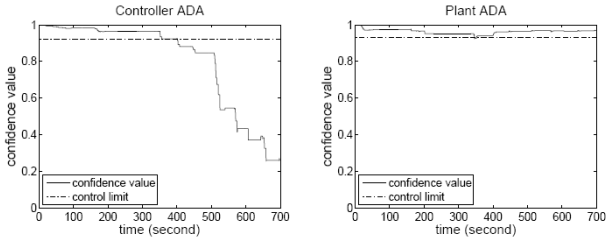
Figure 12(a) shows the time intervals during which operating states F0, F1, F2 and F3 were introduced. Figure 12(b) shows the confidence values calculated using the DA-s of the three known situations. In each case, the appropriate DA registers the occurrence of the correct condition within the proper interval. When the unknown condition appears, the low CVs by all DA-s indicate the presence of an anomaly that has not been seen before.



(a) Scenario 1: Stiffness K decreases from its normal value 40N/m to 24N/m in 700 seconds while other system parameters are kept as their nominal values



(b) Scenario 2: Viscous damping C increases from its normal value $10\text{N}\cdot\text{s/m}$ to $15\text{N}\cdot\text{s/m}$ in 700 seconds while other system parameters are kept as their nominal values



(c) Scenario 3: Controller gain decreases from its normal value of 1 to 0.6 in 700 seconds while other system parameters are kept as their nominal values

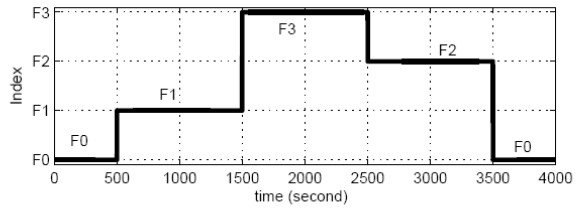
Fig. 11. Experimental results for the three designed scenarios. Note that the confidence values are updated only when the ADA-s are triggered

4. INTELLECTUAL MERIT

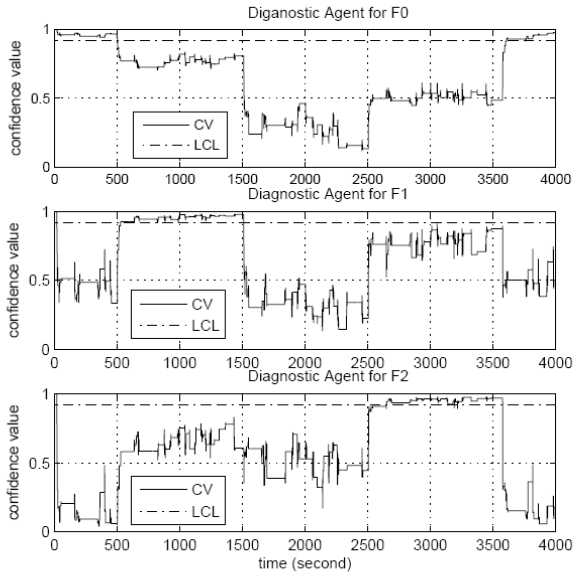
In highly sophisticated and dynamic systems, such as automotive or aircraft engines, the traditional approach to realizing diagnostic capabilities becomes excessively cumbersome because of the need to train the condition monitoring processes to recognize a large number of faults, some of which often cannot be anticipated in advance. Even for the cases one is able to anticipate in advance, many faults manifest themselves very differently under different driving inputs and environmental conditions, which makes training of diagnostic units for all possible conditions and all possible faults practically impossible.

In this paper, we propose a new paradigm to realize immune system functionalities for an automotive engine in a manner analogous to ones in living organisms. Such an immune system will be able to autonomously and robustly detect abnormal behavior, isolate its source and compensate for its negative effects to achieve desired system performance in spite of presence of an anomaly, and even in cases when indications of particular abnormal behavior have not been presented to the diagnostic system in advance.

It is envisioned that any intrusion in system performance would be first identified by a set of Anomaly Detection Agents (ADA-s) who would then reconfigure in such a way that anomalous behavior could be localized and isolated to the smallest possible subsystem (or group of subsystems) in the engine. This action would be followed by fault diagnosis accomplished using Diagnostic Agents (DA-s) who would connect to the anomalous subsystem and attempt to match the input/output patternsto those observed in the past. Each time the observed patterns could not be matched, a new DA would be created in order to recognize that particular situation in the future. Furthermore, each time a new DA is created, an attempt will be made to parameterize the newly observed (anomalous) system behavior. Based on the newly identified model in a DA, a Control Agent (CA) could be created to attempt to reconfigure the control system and restore the original system function as much as possible.



(a) Sequence of simulated fault/state



(b) Performance confidence values calculated from diagnosers specialized for $F0$, $F1$ and $F2$, respectively

Fig. 12. Fault identification

The impact of the proposed research will be far-reaching and could fundamentally improve the reliability and safety of vehicle systems, have a deeply beneficial impact on other engineering areas such as aerospace and biomedical engineering, and thus fundamentally affect the overall quality of life.

With the ever-increasing complexity of vehicle systems where safety critical functions, such as braking, steering, throttle positioning or cylinder cycling are realized using advanced electronic equipment and control laws, continuous monitoring of the performance of such safety critical systems, for all driver inputs and external influences, is of utmost importance. In addition, the capability to identify the source of degraded system performance and in some cases mitigate its negative effects through autonomous reconfigurations in the control system will result in vehicle engines with a significantly increased useful life and dramatically increase safety and reliability of performance.

The impact of the proposed work reaches far beyond vehicle engines alone. Any control system subject to highly variable control inputs and external influences, such as aircraft engine or rocket engine systems, imposes some or all the challenges that an vehicle engine imposes on its immune system (high complexity of the system, highly variable control inputs and operating conditions, infinite range of possible faults and sources of those faults, etc).

REFERENCES

[1] B.K.N. Rao. Handbook of Condition Monitoring. Elsevier Advanced Technology, 1996.

[2] Robert B. Randall. State of the art in monitoring rotating machinery - part 1. Sound and Vibration, 38(3):14-21, 2004.

[3] Robert B. Randall. State of the art in monitoring rotating machinery - part 2. Sound and Vibration, 38(5):10{17, 2004.

[4] S.A. Hofmeyr and S. Forrest. Architecture for an artificial immune system. Evolutionary Computation, 8(4):443-73, 2000.

[5] D. Denning. An intrusion detection model. *IEEE Transactions of Software Engineering*, SE-13(2):222{232, 1987.

[6] Yong-Wha Kim, Giorgio Rizzoni, and Vadim Utkin. Automotive engine diagnosis and control via nonlinear estimation. *IEEE Control Systems Magazine*, 18(5):84-97, 1998.

[7] R.J. Patton, P. M. Frank, and R. N. Clark. *Issues of Fault Diagnosis for Dynamic Systems*. Springer Verlag, New York., 1996.

[8] Venkat Venkatasubramanian, Raghunathan Rengaswamy, Kewen Yin, and Surya N. Kavuri. A review of process fault detection and diagnosis part i: Quantitative model-based methods. *Computers and Chemical Engineering*, 27(3):293-311, 2003.

[9] Venkat Venkatasubramanian, Raghunathan Rengaswamy, and Surya N. Kavuri. A review of process fault detection and diagnosis part ii: Qualitative models and search strategies. *Computers and Chemical Engineering*, 27(3):313{326, 2003.

[10] T. Brotherton and T. Johnson. Anomaly detection for advanced military aircraft using neural networks. vol.6:3113-23, 2001.

[11] J. P. Anderson. Computer security threat monitoring and surveillance. Technical report, James P. Anderson Company, 1980.

[12] Juan M. Estevez-Tapiador, Pedro Garcia-Teodoro, and Jesus E. Diaz-Verdejo. Anomaly detection methods in wired networks: A survey and taxonomy. *Computer Communications*, 27(16):1569-1584, 2004.

[13] Teresa F. Lunt. Survey of intrusion detection techniques. *Computers & Security*, 12(4):405{418, 1993.

[14] Simon S. Haykin. *Neural networks a comprehensive foundation*. Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., 2nd edition, 1999.

[15] Kwang Bo Cho and Bo Hyeun Wang. Radial basis function based adaptive fuzzy systems and their applications to system identification and prediction. *Fuzzy Sets and Systems*, 83(3):325-339, 1996.

[16] Min Han, Jianhui Xi, Shiguo Xu, and Fu-Liang Yin. Prediction of chaotic time series based on the recurrent predictor neural network. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 52(12):3409-3416, 2004.

[17] H. Leung, T. Lo, and S. Wang. Prediction of noisy chaotic time series using an optimal radial basis function neural network. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 12(5):1163{1172, 2001.

[18] Jerome T. Connor, R. Douglas Martin, and L.E. Atlas. Recurrent neural networks and robust time series prediction. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 5(2):240{253, 1994.

[19] Jose C. Principe, Ludong Wang, and Mark A. Motter. Local dynamic modeling with self-organizing maps and applications to nonlinear system identification and control. *Proceedings of the IEEE*, 86(11):2240-2258, 1998.

[20] Sung-Phil Kim, Justin C. Sanchez, Deniz Erdogmus, Yadunandana N. Rao, Johan Wessberg, Jose C. Principe, and Miguel Nicolelis. Divide-and-conquer approach for brain machine interfaces: Nonlinear mixture of competitive linear models. *Neural Networks*, 16(5-6):865{871, 2003.

[21] M.J. Roemer, E.O. Nwadiogbu, and G. Bloor. Development of diagnostic and prognostic technologies for aerospace health management applications. In *2001 IEEE Aerospace Conference Proceedings, 10-17 March 2001*, volume vol.6, pages 3139-47, Big Sky, MT, USA, 2001. IEEE.

[22] T. Brotherton, P. Grabill, D. Wroblewski, R. Friend, B. Sotomayer, and J. Berry. A testbed for data fusion for engine diagnostics and prognostics. In *2002 IEEE Aerospace Conference Proceedings, 9-16 March 2002*, volume vol.6, pages 6-3042, Big Sky, MT, USA, 2002. IEEE.

[23] Manouchehr M. Hosseini, Roger M. Kerr, and Robert B. Randall. Inspection model with minimal and major maintenance for a system with deterioration and poisson failures. *IEEE Transactions on Reliability*, 49(1):88-98, 2000.

[24] R.F. Stengel. Intelligent failure-tolerant control. In *Proceedings. 5th IEEE International Symposium on Intelligent Control 1990 (Cat. No.90TH0333-5), 5-7 Sept. 1990*, pages 548{57, Philadelphia, PA, USA, 1990. IEEE Comput. Soc. Press.

[25] Z. Gao and P.J. Antsaklis. On the stability of the pseudo-inverse method for reconfigurable control systems. In *Proceedings of the IEEE 1989 National Aerospace and Electronics Conference NAECON 1989 (Cat. No.89CH2759-9), 22-26 May 1989*, pages 333{7, Dayton, OH, USA, 1989. IEEE.

[26] [Yong-Wha Kim, G. Rizzoni, and V.I. Utkin. Developing a fault tolerant powertrain control system by integrating design of control and diagnostics. *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, 11(11):1095-114, 2001.

[27] H. Noura, J.-C. Ponsart, and D. Theilliol. Sensor fault-tolerant control method applied to a winding machine. In *Fault Detection, Supervision and Safety for Technical Processes - SAFEPROCESS 2000, 14-16 June 2000*, volume vol.3, pages 777-82, Budapest, Hungary, 2001. Elsevier Sci.

[28] H.E. Rauch. Autonomous control reconfiguration. *IEEE Control Systems Magazine*, 15(6):37-48, 1995.

[29] [29] G.G. Yen and Liang-Wei Ho. On-line intelligent fault-tolerant control for catastrophic system failures. *Proceedings of the SPIE, Component and Systems Diagnostics, Prognosis, and Health Management, 16-17 April 2001*, 4389:35-46, 2001.

[30] [30] D. Diallo, M.E.H. Benbouzid, and A. Makouf. Fault-tolerant control architecture for induction motor drives in automotive applications. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 53(6):1847-55, 2004.

[31] A. Ichtev, J. Hellendoorn, R. Babuska, and S. Mollov. Fault-tolerant modelbased predictive control using multiple takagi-sugeno fuzzy models. In *2002 IEEE International Conference on Fuzzy Systems: FUZZ-IEEE'02, May 12-17 2002*, volume 1, pages 346{351, Honolulu, HI, United States, 2002. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.

[32] Jianbo Liu, Pu Sun, Dragan Djurdjanovic, Kenneth A. Marko, and Jun Ni. Growing structure multiple model system based anomaly detection for crankshaft monitoring. In *to appear in Proceedings of International Symposium on Neural Networks*, Chengdu, China, 2006.

[33] Jianbo Liu, Dragan Djurdjanovic, Kenneth A. Marko, Jun Ni, and Pu Sun. Growing structure multiple model system for anomaly detection and fault diagnosis, 2006.

[34] Jianbo Liu, Dragan Djurdjanovic, Kenneth A. Marko, and Jun Ni. A novel method for anomaly detection, localization and fault isolation for dynamic control system. *submitted to IEEE Transactions on Control System Technology*, 2005.

[35] Bernd Fritzke. Growing cell structures - a self-organizing network for unsupervised and supervised learning. *Neural Networks*, 7(9):1441{1460, 1994.

[36] Bernd Fritzke. A growing neural gas network learns topologies. In *Advances in Neural Information Processing Systems*, volume 7, pages 625{632. MIT Press,1995.

[37] Enso Ikonen and K. Najim. *Advanced process identification and control*. Marcel Dekker, New York, 2002.

[38] Douglas C. Montgomery. *Introduction to statistical quality control*. John Wiley, New York, 4th edition, 2001.

[39] Richard O. Duda, Peter E. Hart, and David G. Stork. *Pattern Classification*. Wiley, New York, 2001.

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

SKIN EFEKAT NA MESTU DODIRA MONOBLOK TOČKA I ŠINE KOD TIRISTORIZOVANIH LOKOMOTIVA SERIJE ŽS 444

Branislav S.GAVRILOVIĆ[1]
Radisav VUKADINOVIĆ[2]

Rezime – Sa aspekta električnog zagrevanja monoblok točka od posebnog interesa je sagledati uticaj struje koji se ostvaruje kako pri pokretanju tako i u uslovima atmosferskih strujnih pražnjenja preko elektro vučnih vozila. U radu su dati reazultati analize navedenog uticaja sa posebnim osvrtom na raspodelu struje na mestu dodira monoblok točka i šine kod diodne lokomotive serije ŽS 441 odnosno tiristorizovane ŽS 444.

Ključne reči – struja vuče, termičke pukotine, monoblok točak, železnička šina.

1. UVOD

Pri vuči teretnog voza na pruzi Beograd –Bar sa tiristorizovanom lokomotivom ŽS 444-002, na monoblok točkovima jedne osovine uočene su termička naprezanja kao na slici 1.

Slika 1: Uočene termičke pukotine na monoblok točku lokomotive ŽS 444-002

Izgled oštećenih monoblok točkova koji se znatno razlikovao od već uočenih termičkih naprezanja nastalih od kočionih papuča pri pneumatskom kočenju, otvorio je dva veoma važna pitanja:

- Da li struja vuče u ustaljenim ili u prelaznim režimima rada elektrovučnih vozila inventarskog parka «Železnice Srbije» može da izazove uočena oštećenja na monoblok točku?
- Kako se pouzdano zaštititi od uočenih oštećenja?

Odgovore na navedena pitanja potražimo u sledećoj analizi.

2. BRZINA ELEKTRIČNOG GREJANJA NA MESTU DODIRA MONOBLOK TOČKA SA ŠINOM

Svako električno grejanje zasnovano je na Joule-ovom zakonu, po kojem je proizvedena toplotna snaga ekvivalentna angažovanoj električnoj snazi [1].

Toplotna energija koja se stvara po Joul-ovom zakonu po jedinici zapremine odnosno temperaturna razlika u jedinici vremena monoblok točka data je izrazima [1]:

$$Q = c \cdot \rho_m \cdot (T_1 - T_0) = \eta_{th} \cdot p_v \cdot t \tag{1}$$

$$\frac{T_1 - T_0}{t} = \frac{p_v}{c \cdot \rho_m} \cdot \eta_{th} \tag{2}$$

$$\frac{T_1 - T_0}{t} = \frac{\rho \cdot J^2}{c \cdot \rho_m} \cdot \eta_{th} \tag{3}$$

gde je:

Q - toplotna energija $(W \cdot s)$,

p_v - gustina električne snage (W/m^3);

c - specifična toplota monoblok točka $(\frac{J}{kg \cdot {}^{o}C})$;

ρ_m - specifična gustina monoblok točka $(\frac{kg}{m^3})$;

ρ - specifična eletrična otpornost čelika (Ωm)

T_1 - krajnja temperatura zagrejavanja monoblok točka $({}^{o}C)$;

T_0 - početna temperatura zagrejavanja monoblok

[1] dr Branislav S. Gavrilović, dip. inž. el., »Železnice Srbije«, Nemanjina 6, 11000 Beograd, brane23@ptt.yu.
[2]dr Radisav Vukadinović, profesor, »Viša Železnička Škola«, Zdravka Čelara 14, 11000 Beograd, rajavuk@beotel.yu

točka (^{o}C);

J- gustina električne struje na posmatranom delu tela (A/m^2);

η_{th} - koeficijenat toplotnog iskorišćenja (-);

t - vreme zagrejavanja *(s)*.

U daljoj analizi, izraz (3) poslužiće nam za određivanje brzine električnog zagrevanja monoblok točka na mestu njegovog dodira sa železničkom šinom. Pri tome, mora se voditi računa da je:

- Monoblok točak lokomotive serije 444-002 napravljen od čelika oznake R9 prema ŽS standardu E2.601 i s obzirom na hemiski sastav određene su i odgovarajuće električne veličine iz izraza (3)

- Gustina električne struje na mestu dodira točak-šina definisana sa efektivnom vrednosti struje primara vučnog vozila, geometrijom dodira točak - šina, oblikom profila šina, nagibom i usvojenom širinom koloseka. Za analizirane eksploatacione uslove koje se imaju na «Železnici Srbije», efektivna vrednost struje primara vučnog vozila određena je tehničkim karakteristikama proizvožača, a profil monoblok točka i železničkih šina tipa S 45, S 49 i UIC 60, odredbama UIC-ORE S10-2, JŽS V1. 025 odnosno Pravilnika 314.

- Zbog prisustva viših harmonika u struji vuče i skin efekta dolazi do povećanja zagrevanja na prelaznoj površini točak – šina u odnosu na ono koje se ima pri proticanju jednosmerne struje iste efektivne vrednosti.

2.1. Električne karakteristike čelika oznake R9

Nominalni hemiski sastav čelika oznake R9 prema ŽS standadu E2.601 je dat u tabeli 1 [1].

Tabela 1. Nominalni hemiski sastav čelika oznake R9

Hemiski sastav, mas %								
C	Si	Mn	P, max.	S, max.	Cr	Ni	Mo	V
0,6	0,4	0,8	0,035	0,035	0,3	0,3	0,08	0,05

S obzirom na navedeni hemiski sastav čelika imaju se sledeće električne karakteristike relevantne za proračun [1]:

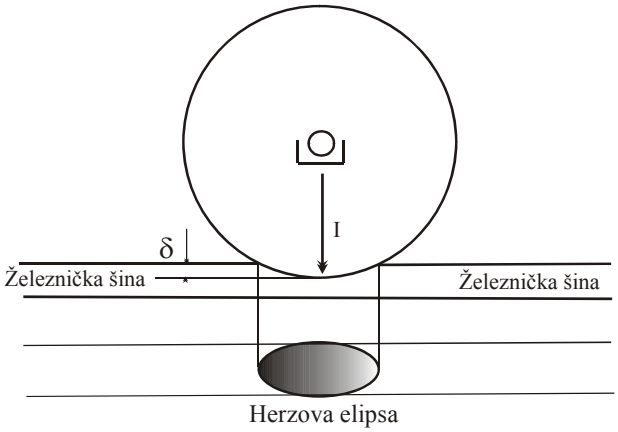
$$\rho = 0{,}09 \cdot 10^{-6} - 0{,}015 \cdot 10^{-6}\ \Omega \cdot m$$

$$c = 660 \frac{J}{kg \cdot {}^{o}C};$$

$$\rho_m = 7{,}85 \cdot 10^3 \left(\frac{kg}{m^3}\right);\ \eta_{th} = 0{,}9.$$

2.2. Površina između točka vučnog vozila i šine

Površina dodira između točka i šine pri ovoj analizi smatra se da je elipsa koja se može definisati Herz-ovom statičkom teorijom dodira dva tela [2 i 3]. Za profil monoblok točkova i železničkih šina (tipa S 45, S 49 i UIC 60) koji je definisan odredbama UIC-ORE S10-2 i JŽS V1. 025 te širinu koloseka 1435 mm nagiba 1:20 po Pravilniku 314, poluose dodirne Herz-ove elipse su: a= 8 mm i b= 15 mm [2 i 3]. Zbog toga se može uzeti da je površina Herz-ove elipse: $S \approx 360mm^2$.



Slika 2: Površina dodira između točka i šine

2.3. Skin efekat

U opštem slučaju, kroz strujno kolo elektrovučnih vozila sistema 25 kV, 50 Hz »Železnice Srbije« teku izobličene struje koje sadrže veliki broj viših harmonika. Uzrok tom izobličenju struje je pre svega nelinearnost impedanse u vučnom strujnom kolu lokomotive. Koliko će struja biti izobličena odnosno kakav će biti njen sadržaj harmonika zavisi od više faktora: o načinu upravaljanja rednih motora jednosmerne struje vučnih vozila, o naponu kratkog spoja glavnog lokomotivskog transformatora, o induktivnom otporu glavne prigušnice kao i o simetričnosti okidnih impulsa tiristora za pozitivnu i negativnu poluperiodu.

Tiristorska lokomotiva ŽS 444 prouzrokuje znatno veći sadržaj harmonika u struju vuče u odnosu na diodnu ŽS 441. Ovo se može sagledati iz približne jedanačine za maksimalne vrednosti amplitude harmonika struje za tiristorski ispravljač u spoju asimetričnog poluupravljivog mosta [4]:

$$I_{n\,max} \cong \frac{2}{\pi} \cdot \frac{1}{n} \cdot I_{JSS} \left[\frac{sin(u_0)}{1 - cos(u_0)} + \frac{sin(n \cdot \frac{u_\alpha}{2})}{sin(\frac{u_\alpha}{2})} \right] \quad (4)$$

gde su:

u_0 i u_α uglovi komutacije dati jednačinama:

$$u_0 = arccos(1 - \frac{I_{JSS} \cdot X_{ko}}{U''}) \quad (5)$$

$$u_\alpha = arccos(cos\alpha - \frac{I_{JSS} \cdot X_{k\alpha}}{U''}) - \alpha \quad (6)$$

n - red harmonika struje vuče;

I_{JSS} - vrednost jednosmerne struje rednog vučnog motora;

U'' - vrednost amplitude naizmeničnog sekundarnog napona transformatora za vuču;

$X_{ko} = X_{k\alpha} = \omega \cdot (L_{TR} + L_{KM})$ - komutacione reaktanse u vremenskim intervalima $[0, u_0]$ odnosno $[\alpha, \alpha + u_\alpha]$;

L_{TR} - ukupan induktivni otpor transformatora za vuču svedena na sekundar;

L_{KM} - induktivni otpor kontaktne mreže od elektrovučne podstanice do vučnog vozila sveden na sekundar transformatora za vuču;

α - ugao upravljanja tiristorskim mostom.

Kod diodnog mosta druga komutacija ne postoji jer je $\alpha = 0$, zbog čega vrednost aplitude harmonika struje vuče pri istoj jednosmernoj struji kroz vučni motor se smanjuje u odnosu na tiristorski.

Dakle, tiristorska lokomotiva ŽS 444 pri istim strujama kroz vučne motore (I_{JSS}) prouzrokuje veće vrednosti neparnih amplituda struje vuče (I_{nmax}) u odnosu na lokomotive ŽS 441. Međutim, zbog nesimetrije u uglovima upravljanja tiristora za pozitivnu i negativnu poluperiodu tiristorska lokomotiva ŽS 444 poseduju i parne harmonike struje vuče koje nisu bili prisutni kod diodnih lokomotiva.

Navedene struje se neravnomerno raspoređuje po uočenoj Herz-ovoj površini i to tako da je gustina struje najveća uz graničnu površinu elipse, a opada idući ka središtu. Ova pojava je poznata kao »skin efekat» s tim što je izraženija sa povećanjem broja harmonika struje i njihove frekvencije.

Na osnovu rezultata iz literature [5], zbog «skin efekta» smanjenje dodirne površine točak-šina kod diodnih lokomotiva serije ŽŠ 441 i ŽS 461 je do 15% u odnosu na vrednost od $S \approx 360mm^2$. Zbog toga se može reći da je zbog »skin efekta« kod diodnih lokomotiva serije ŽŠ 441 i ŽS 461 dodirna površina točak-šina jednaka $S \approx 0{,}85 \cdot 360 = 306mm^2$.

Na osnovu rezultata iz literature [5], kod tiristorizovanih lokomotiva serije ŽŠ 444 zbog «skin efekta» smanjenje dodirne površine točak-šina je za 30% u odnosu na vrednost od $S \approx 360mm^2$. Zbog toga se može reći da je zbog »skin efekta» kod tiristorizovane lokomotive serije ŽŠ 444 dodirna površina točak-šina jednaka $S \approx 0{,}70 \cdot 360 = 252mm^2$.

2.4. Tranzijentni režim rada

Sa aspekta zagrevanja monoblok točka od posebnog interesa je sagledati uticaj pri maksimalno dozvoljenim efektivnim vrednostima struje vuče. Inače, ove struje se imaju neposredno pri pokretanju lokomotiva kada je vremensko trajanje spoja neke uočene dodirne površine monoblok točka sa šinom najduže.

Pri izračunatoj vrednosti dodirne površine točak-šina i pri maksimalno dozvoljenoj jednočasovnoj efektivnoj vrednosti struje vuče iz literature [6 i 7], na osnovu izraza (5) priraštataj temperature na prelaznom sloju točak-šina u jedinici vremena iznosi:

a) za lokomotive serije ŽS 444:

$$\frac{T_1 - T_0}{t} = \frac{\rho \cdot J^2}{c \cdot \rho_m} \cdot \eta_{th} = \frac{0{,}09 \cdot 10^{-6} \cdot (\frac{\frac{400}{4}}{0{,}70 \cdot 360 \cdot 10^{-6}})^2}{660 \cdot 7{,}85 \cdot 10^{-3}} \cdot 0{,}9 \cdot \approx 2462 \frac{^0C}{s} \quad (7)$$

b) za lokomotive serije ŽS 461

$$\frac{T_1 - T_0}{t} = \frac{\rho \cdot J^2}{c \cdot \rho_m} \cdot \eta_{th} = \frac{0{,}09 \cdot 10^{-6} \cdot (\frac{\frac{452}{6}}{0{,}85 \cdot 360 \cdot 10^{-6}})^2}{660 \cdot 7{,}85 \cdot 10^{-3}} \cdot 0{,}9 \cdot \approx 947 \frac{^0C}{s} \quad (8)$$

Na osnovu izraza (7) i (8), kod tiristorizovane lokomotiva serije ŽS 444 priraštaj temperature u jedinici vremena u prelaznom sloju točak-šina je znatno veći u odnosu na diodnu lokomotivu serije ŽS 461. Zbog toga se zaključuje da kod tiristorizovane lokomotiva serije ŽS 444 struja vuče može izazvati termička naprezanja kao na slici 1.

Pri uočenom zagrevanju, fenomen stvaranja termičkih pukotina na monoblok točku na maloj dubini može se objasnici činjenicom da temperatura na površinama dodira točka i šine prelazi AC 1 i ponekad AC 3 granicu, tako da je metal monoblok točka izložen u malom području austenitne transformacije. Posle toga, austenitna zona čelika izlazi iz zone uticaja prekostruje, hladi se vrlo brzo i stvara martenzit. Posle punog obrta točka martenzit ponovo dolazi u dodir sa strujom vuče i brzo se zagreje. Metal se sada ponovo pretvara u austenit i ciklus se ponavlja. Ovo pretvaranje izaziva menjanje relativne zapremine kristalne strukture, što izaziva snažna naprezanja i mikropukotine kao na slici 1.

2.5. Atmosferska pražnjenja

Kako pri standardizovanoj i zadatoj geometriji monoblok točka i šine, brzina zagrevanja monoblok točka na mestu dodira točak – šina zavisi od kvadrata gustine struje, dolazi se do zaključka da termičke pukotine prikazane na slici 1 mogu nastati i zbog pojava pogonskih ili atmosferskih prenapona u voznom vodu kontaktne mreže.

Ako se za srednju strminu čela struje atmosferskog pražnjenja uzme da je 200 kA/μs (koji odgovara potrebnom I nivo zaštite lokomotiva od atmosferskog pražnjenja) [6 i 7], ima se da je kod lokomotiva serije ŽS 441 i ŽS 444 mogući priraštataj temperature na prelaznom sloju točak-šina za vreme trajanja talasa od 10 μs:

$$T_1 - T_0 = \frac{\rho \cdot J^2}{c \cdot \rho_m} \cdot \eta_{th} \cdot t = \frac{0{,}09 \cdot 10^{-6} \cdot (\frac{\frac{200 \cdot 10^3}{4}}{360 \cdot 10^{-6}})^2}{660 \cdot 7{,}85 \cdot 10^{-3}} \cdot 0{,}9 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \approx 3015^o C \quad (9)$$

Na osnovu dobijene vrednosti priraštataj temperature na prelaznom sloju točak-šina, zaključuje se da je za potreban I nivo zaštite od atmosferskog pražnjenja dodirna površina točak – šina nedovoljno velika da bi se stuja pražnjenja nesmetano odvela u zemlju bez pojave termičkih naprezanja točkova kao na slici 1.

S obzirom da je vrednost i broj prelaznih površina točak-šina nedovoljan da bi se stuja atmosferskog pražnjenja nesmetano odvela u zemlju bez pojave termičkih naprezanja točkova kao na slici 1, kod elektrolokomotiva »Železnice Srbije« potrebno je sagledati mogućnost prenosa struje atmosferskog pražnjenja i preko ostalih osovinskih sklopova i točkova u vozu.

Sem atmosferskih prenapona treba imati u vidu da se i pri pojavi pogonskih prenapona u voznom vodu (npr. pri kratkim spojevima aktivnih delova kontaktne mreže sa zemljom, isključenja transformatora snage u elektrovučnoj podstanici i sl.) imaju jake i kratke struje koje mogu dovesti do termičkih naprezanja monoblok točka kao kod atmosferskih prenapona. U ovim eksploatacionim uslovima optimalno podešene prenaponske i prekostrujne zaštite lokomotiva i distantne zaštite kontaktne mreže u stabilnim postrojenjima električne vuče mogu eliminisati pojavu analiziranih termičkih pukotina.

3. ZAKLJUČAK

Sa aspekta električnog zagrevanja monoblok točka od posebnog interesa je sagledati uticaj »skin efekat« pri maksimalno dozvoljenim efektivnim vrednostima struje vuče, a koje se imaju neposredno pri pokretanju lokomotive kada je vremensko trajanje spoja neke uočene dodirne površine monoblok točka sa šinom najduže. Pri tome je kod tiristorizovane lokomotiva serije ŽS 444 moguć priraštaj temperature u jedinici vremena u prelaznom sloju točak-šina koji će izazvati snažna termička naprezanja i pukotine monoblok točka kao na slici 1.

Zbog pojave pogonskih ili atmosferskih prenapona u voznom vodu kontaktne mreže, kroz dodirnu površinu točak – šina protiču prekostruje koje, takođe, mogu stvoriti toliku toplotnu energiju na maloj dubini prodiranja da izazovu termičke šokove i oštećenja monoblok točkova. Sem toga za potreban I nivo zaštite od atmosferskog praznjenja broj i vrednost dodirnih površina točak – šina je nedovoljan da bi se stuja atmosferskog pražnjenja nesmetano odvela u zemlju bez pojave navedenih termičkih naprezanja točka.

Uočena oštećenja zbog pogonskih ili atmosferskih prenapona mogu se otkloniti optimizacijom prekostrujne zaštite i odvodnika prenapona na posmatranim elektrovučnim vozilima kao i optimizacijom distantne zaštite kontaktne mreže u stabilnim postrojenjima električne vuče. Pri tome je veoma važno obezbediti kvalitetno uzemljenje lokomotivskog sanduka preko četkica za uzemljenje odnosno sagledati mogućnost prenosa struje atmosferskog pražnjenja preko ostalih osovinskih sklopova i točkova u vozu.

LITERATURA

[1] Jože Voršič, Janez Bratina: »Elektrotermija«, Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, ISBN 86-435-0414-9, Maribor, 2000.

[2] Goran Simić: »Istraživanje realne geometrije dodira točak-šina i njenog uticaja na kretanje šinskih vozila i na habanje sistema točak-šina«, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, doktorska disertacija, Beograd, 1997. god.

[3] D. Dinić: "Vuča vozova", Saobraćajni fakultet, Beograd,1986.god.

[4] P Winter: Einfluss der Glättungs und Kommutie rungsreaktanzen auf das Netzverhalten von mehrafach – folgegesteurten Stromrichtern in einphasiger halbsteurbarer Shaltung, diss. Nr. 4945 der technischen Hochschule, Zurich 1973.

[5] Milovan V. Plazinić: »Rešavanje skin efekta pomoću metode petlje«, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, magistarska teza, Niš, 1997.god.

[6] dr Z. Milićević, D. Aranđelović, V. Marjanović, D. Pejčić: »Električne lokomotive JŽ 461-000/100«, Želnid, ISBN 86-7307-085-6, Beograd, 1999.

[7] dr Z. Milićević, D. Aranđelović, V. Marjanović, D. Pejčić: »Električne lokomotive JŽ 441«, Želnid, ISBN 86-7307-046-5, Beograd, 1997.

SKIN EFFECT ON THE ABUTMENT OF THE MONOBLOCK WHEEL AND THE RAILWAY TRACK BY THYRISTOR LOCOS SERISE ZS 444

Branislav S. GAVRILOVIC
Radisav VUKADINOVIC

Abstract - This paper provides replies to the referring to the question impact of traction current on the abutment of the monoblock wheel and the railway track by electro locomotives series ZS 441 and ZS 444. of «Serbian Railways». The paper is analysing the impact of traction current on the abutment of the monoblock wheel and the railway track in transient running regimes of electrotraction vehicles that were designed after the start of trains or atmospheric discharge through the overhead contact line.

Key words - traction current, thermal strain, monoblock wheel, railway track.

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ПРОРАЧУН ОГИБЉЕЊА У СКЛАДУ СА НОРМАМА UIC, EN, ISO И DIN

Топлица ГОЛУБОВИЋ[1]

Резиме *– Огибљење локомотива и вагона директно подлеже одредбама норми UIC и EN, а у пројекат се укључују и одредбе норми ISO и DIN. За носиоце сертификата ISO 9001 прорачун огибљења је саставни део пројекта, па је његов садржај знатно обимнији од прорачуна опруга.Нормативне одредбе нису сасвим повезане између себе и са теоријским и рачунарским достигнућима, па се у овом раду приказују детаљи практичног прорачуна усклађени са захтевима актуелних норми.*

Кључне речи – норма, огибљење, маса,опруга, амортизер, фреквенција.

1. УВОД

Прорачун огибљења се у ранијој етапи вагоноградње односио само на димензионисање челичних опруга и гибњева под дејством вертикалног терета. Затим су у прорачун улазила просторна кретања возила и обухватани амортизери и вешалице. У последње време се говори о динамичком понашању возила у колосеку, при чему су главни носиоци опруге, вешалице и амортизери, а укључију се и еластичне карактеристике носеће структуре. То су: бочне и торзионе осцилације сандука и његове вибрације, галопирање, вијугање, коефицијент нагињања, сигурност од исклизнућа итд.

У овој проблематици носиоци сертификата ISO 9001:2001 имају и неке посебне обавезе, које су везане за чл.7.3 (Пројектовање и развој) уз напомену да је према ISO/TR 10006:2005 чл.3.5 прорачун саставни део пројекта.

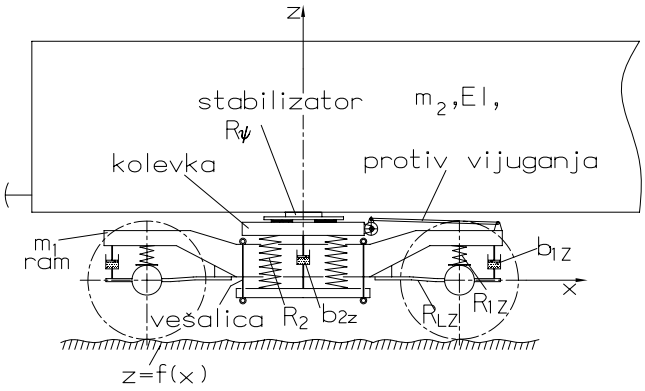
Велики део стручњака индустрије железничких возила и железнице сматра да су пројекти добри, ако су усклађени са актуелним нормама. Тако се отклања ризик великих пословних губитака у материјалној производњи и експлотацији, који је могућ код субјективног приступа у пројектовању.

2. НОВИЈИ ПРИЛАЗ ПРОРАЧУНУ ОГИБЉЕЊА

Из практичних разлога овде се проблематика прорачуна приказује на примеру путн. вагона типа X, Y или Z са челичним завојним опругама, јер су ови типови заступљени у новоградњи, модификацији, као и реконструкцији у домаћој индустрији.

Локомотиве, моторна кола и вагони са ваздушним огибљењем су специфични и у малој мери повезани са нормативним захтевима.

Анализа се врши на просторном механичком моделу, чији је детаљ приказан на сл. 1. У прорачуну појединих делова система ордината Z може променити знак или добити другу ознаку ради усаглашења са литературом, нпр. ORE B12/RP 12: 1969, тачка 7.3.



сл. 1 – Детаљ механичког модела за прорачун огибљења у вертикалној равни

Улаз у систем: аналитичке функције померања између точка и шина.

Масе: све масе се групишу у неогибљене, међумасе и сандук.

Еластичне структуре: активне опруге, антизвучни подметачи, савојна и торзиона еластичност сандука.

Пригушне структуре: активни амортизери.

Излаз из система: амплитуде и фреквенције.

3. НОРМЕ ДАТИРАНЕ ДО 1. АВГУСТА 2006

Због обимности ове материје уместо пуних

[1] мр Топлица Голубовић, ГОША Фабрика шинских возила, Смед. Паланка, tgolubovic@gosa-fsv.co.yu

наслова истакнути су називи за суштину проблематике, која се у целости или делимично налази у означеној норми. У неким случајевима наведене су и измене симболом А. Код поновљених навођења године издања и измене су изостављене.

- **Огибљење:** општи захтеви за завојне, ваздушне и гумене опруге и амортизере
  Локомотиве UIC 615-1: 1994
  Путн. вагони UIC 515-1: 1994
- **Терминологија за опруге и гибњеве:**
  ISO 2162-3:1993
- **Ознаке за величине и карактеристике:**
  ISO 2162-2:1993, EN 13906-1:2002, DIN 2096
  T.1:1981 EN 13298 : 2003, EN 14200 : 2004
- **Приказивање опруга и формулар података:**
  ISO 2162-1:1993, DIN 2099-1:2003,
  DIN 2099-2:2004, EN 13298, EN14200
- **Прорачун и конструкција опруга:**
  EN 13906-2002, DIN 2096 T.1:1981, DIN 2096 T.2:1979,UIC 821:1985 + A3:1992, UIC 822: 1974 + A :1986, EN 13298, EN 14200
- **Материјал и димензије полупроизвода:**
  ISO 683-14:1992, EN 10089:2003,
  EN 10218-2:1996**,** EN 12166:1998, EN 10132-1,4:2000, EN 10270-1,2:2001, DIN 2095:1973, UIC 821, UIC 822
- **Гранични угиби:** UIC 515-1, UIC 822
- **Фреквенције сандука:** UIC 566: 1990 + +A :1994, EN 12663 : 2000 , UIC 515-1
- **Сигурност од исклизнућа:**
  ORE B 55/RP 8:1983
- **Коефицијент нагињања:** UIC 515-1.

EN 13906-1 је настала ревизијом DIN 2089-1:1984. То је највећа и најважнија норма. Она садржи низ посебних тема, које су посебно поменуте у тачки 5. EN 13298 (завојне опруге) и EN 14200 (параболични гибњеви) су сасвим нове норме за железничка возила и садрже низ посебних тема. EN 12298 је усклађена са UIC нормама а у прорачуну је треба применити паралелно са EN 13906-1.

За ваздушно огибљење и гумене опруге важе само општи захтеви из UIC 515-1.

4. ДИНАМИЧКО ПОНАШАЊЕ САНДУКА У ВЕРТИКАЛНОМ ПРАВЦУ

Скраћеница: **о.п.** – обртно постоље.

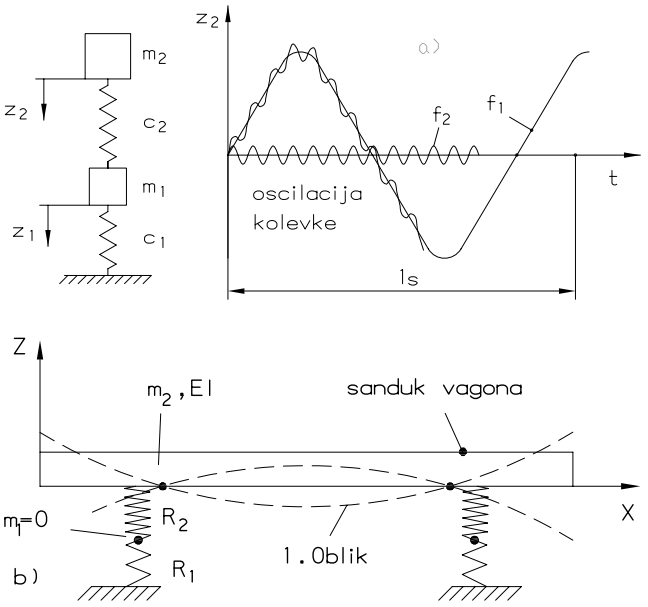
Захтеви UIC 566, EN 12663, UIC 515-1 су да сандук на ослонцима има доњу f_1 у опсегу $1 \div 1{,}3$ Hz ради прихватљиве мирноће хода (ORE B10/RP12:1969), а да горња f_2 лежи ван опсега подрхтавања средине вагона. Пројектована пригушења верт. амортизера су данас 1200 N при брзини клипа 10 m/s за примарно, а 2000 N за секундарно огибљење. То смањује доњу f_1 за око 7 % (вагон 35 t) до 1 % (вагон 50 t), а горњу f_2 смањује за мање од 2 ‰, па се систем може анализирати као слободан и конзервативан.

Под горњим условима динамички параметри вагона дозвољавају да се анализа изврши преко два система на сл 2.

По конвенцији еласт. сандук се приказује као линијски носач.

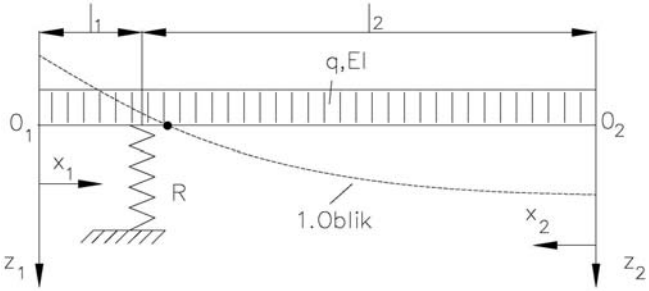
Сл.2 а је добро познат школски пример система са 2 степена слободе. Обе масе имају исти општи закон померања у облику (1).

a)



сл.2- а) Систем једно о.п. са крутим сандуком масе $m_2/2$, b) Систем симетрични еластични сандук на редно везаним опругама R_1 и R_2 без међумасе m_1.

$$z = A\cos\omega_1 t + B\cos\omega_2 t \qquad (1)$$



сл.3 Лева полутка система

Сл.2 b се анализира методама еластодинамике [2, 3, 4, 6]. Систем за прорачун је приказан на сл.3.

На померање крутог сандука z_2 додаје се и његова вибрација, која је збир бесконачно много конфигурација, а свака од њих има различит

размак чворова хармоника и фреквенцију. Први облик има највећи размак чворова и најнижу фреквенцију и ризичан је за резонанцу са f_2 крутог сандука. Тај први главни или природни облик је симетричан у односу на средину сандука.

Теоријско решење је тачније и брже од Релијеве и Рицове методе.

Линијски носач (полутка сандука) дели се на конзолни део l_1 и гредни l_2 и за оба се примењује опште решење у истом облику [2]

$$Z_1 = A_1S_1 + B_1T_1 + C_1U_1 + D_1V_1 \qquad (2)$$

$$Z_2 = A_2S_2 + B_2T_2 + C_2U_2 + D_2V_2$$

где су ради скраћења функције Крилова S, T,U и V означене без аргумента, тј. важи $S = S(kx)$ итд, а A,B,C,D су непознате константе.

По дефиницији релација између кружне фреквенције ω и карактеристичне вредности k је

$$\omega = k^2\sqrt{EI/q} \qquad (3)$$

Применом контурних услова формира се систем (4):

$$\begin{bmatrix} \left(\frac{S_1}{\alpha k^3} - T_1\right) & \left(\frac{T_1}{\alpha k^3} - U_1\right) & -T_2 & -V_2 \\ T_1 & U_1 & \left(T_2 - \frac{S_2}{\alpha k^3}\right) & \left(V_2 - \frac{U_2}{\alpha k^3}\right) \\ V_1 & S_1 & V_2 & T_2 \\ U_1 & V_1 & -U_2 & -S_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_1 \\ B_1 \\ A_2 \\ C_2 \end{bmatrix} = 0 \qquad (4)$$

где је $\alpha = \frac{EI}{R}$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

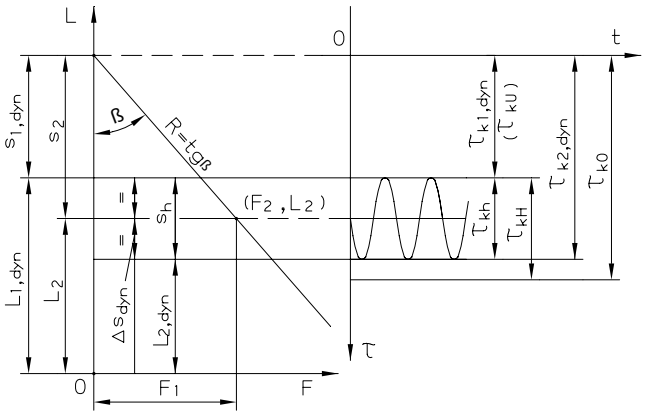
Из услова да је карактеристична детерминанта једнака нули налазе се аргументи $\xi_1 = kl_1$ и $\xi_2 = kl_2$ Криловљевих функција за први облик.

Тачност је висока. На пример, код вагона за превоз аутомобила за Иран производње ФШВ-ГОША 2006 добија се $f = 10{,}35Hz$ а применом софтверског програма ANSIS у [5] $f = 10{,}86Hz$, у оба случаја за празна кола.

Уношењем решења ξ_1 и ξ_2 у (4) може се одредити амплитудни вектор (A_1, B_1, A_2, C_2) и положај чворова. За горе поменути пример чворови су на 2,39 m од ослонаца према средини.

5. ДИНАМИЧКА ЧВРСТОЋА ОПРУГА

Полазна основа за овај део прорачуна је формирање колектива оптерећења (EN 13906-1) на основу утовара и истовара, пролаза кроз кривине и динамичких удара. Уносе се подаци о распону угиба и броју циклуса са разврставањем у статичка, квазистатичка и динамичка оптерећења. Подаци су само оријентациони, јер опруге још нису дефинисане. На сл.4 је приказан динамички критеријум удара, да би се распон угиба повезао са распоном напона ради примене GOODMAN-ових дијаграма.



сл.4 Критеријум динамичког удара

Код динамичких удара користи се образац SPERLING-a

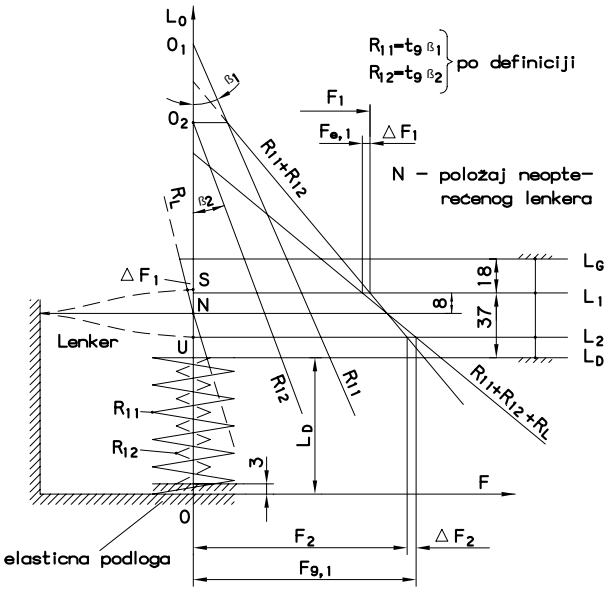
$$\Delta s_{dyn} = 0{,}4\sqrt{\frac{10F}{R_{dyn}}} \quad \text{у mm}$$

Где је F [N] сила у комплету спољашње и унутрашње опруге на почетку ударног угиба, а R_{dyn} (N/mm) крутост тог комплета са еластичним подметачима при дејству силе F. Срачунати напон τ_{kh} у опрузи не сме да прекорачи гранични напон τ_{kH} наведен у GOODMAN-овим дијаграмима за дати број циклуса, пречник шипке, материјал и стање површине.

За опруге важи препорука UIC 515-1 да имају век као и рам о.п., а то је 30 година x 200000 km/год.=6 милиона km. Зато све опруге морају имати приближно исти динамички коефицијент чврстоће τ_{kH} / τ_{kh}.

Крутост ленкера R_L код о.п. WEGMANN и MD52 је заступљена у укупној крутости примарног огибљења $R_1 + R_L$ око $15 \div 20$ %, али је дејство ленкера само у опсегу граничника доле-горе. У том опсегу се одигравају динамички процеси, па укупна крутост има карактер динамичке $R_{1\,dyn}$, јер су заступљени и гумени елементи или специјална шупља гумена опруга.

На сл. 5 је дата структура примарног огибљења код MD52. Ленкер о.п. WEGMANN има у зглобу силен-блок, који се у вертикалном огибљењу понаша као торзиона опруга са учешћем у примарном огибљењу у опсегу граничника. Међутим, утицај на статички угиб је неизвестан, јер гумени слој у силен-блоку може да проклиза, па није познат неутралан положај.



сл.5 Структура примарног огибљења MD52

6. ЗАКЉУЧАК

Код постављања неких захтева (фреквенција, угиби, чврстоћа) методе и садржај прорачуна су делимично нормирани, па се доводи у питање могућност да прорачун обави фирма која се бави пројектовањем и израдом локомотива и/или вагона. У овом саопштењу је презентирана проблематика, на основу које треба да се процени ефикасност и ефективност техничког бироа у самосталном раду и повезивању са специјализованим тимовима неких института и факултета.

У анализи резонантних појава система сандук-обртна постоља приказан је поступак за шаблонску примену карактеристичне детерминантне за одређивање фреквенције, амплитуда и положаја чворова првог облика осциловања сандука као линијског носача.

Главни и највећи део прорачуна огибљења остаје и даље усмерен на динамичку чврстоћу челичних завојних опруга уз примену механике и актуелних норми.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Голубовић, Т: "Анализа flexicoil огибљења". зборник радова XI Стручно-научна конференција о железници ЖЕЛКОН '04, Ниш, СЦГ, 21÷22.октобар 2004, 15÷20

[2] Hurty, C.W., Rubinstein, F.M.: "Dinamika konstrukcija", BIGZ, Beograd, 1973(prevod)

[3] Novacki, W.: "Dinamika elastičnih sistema", Građevinska knjiga, Beograd, 1966, (prevod)

[4] Рашковић, Д.: "Теорија осцилација", 2. издање, Научна књига, Београд, 1966.

[5] Simić, G., Lučanin, V., Milković, D.: "Proračun sopstvenih frekvenci vagona za prevoz automobila za Iran" Mašinski fakultet Beograd, Katedra za železničko mašinstvo, 2006.

[6] Вујичић, В.: "Теорија осцилација", 2. издање, Научна књига, Београд , 1977.

ANALYSIS OF SUSPENSION ACCORDING TO UIC, EN, ISO & DIN STANDARD REQUIREMENTS

Toplica GOLUBOVIĆ

Abstract - Locomotive and wagon suspension systems are subjects to UIC and EN prescriptions - directly, and to the ISO and DIN standard requirements - indirectly, in the design. For those holding the ISO 9001 Certificate, Suspension analysis is an integral part of the design and therefore the scope of its content is much wider than the suspension springs analysis. There is no strict interconnection between either standards or the theory and computing science achievements and that is why this document contains presentation of practical analysis details accorded to the actual standard prescription requirements.

Key words - standard, suspension, mass, spring, absorber, frequency.

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

PRORAČUN GUMENO-METALNIH ELEMENATA U OBLASTI VELIKIH DEFORMACIJA

Dragan MILKOVIĆ[1]
Goran SIMIĆ[2]

Rezime *– U dosadašnjoj inženjerskoj praksi određivanje elastičnih karakteristika elemenata od elastomera je uglavnom sprovođeno empirijskim metodama i linearnim proračunom. U ovom radu je dat prikaz proračuna primenom metode konačnih elemenata u slučajevima kada su elementi složenog oblika, pod dejstvom složenih opterećenja, izloženi velikim deformacijama. Za modeliranje materijala je korišćen Muni-Rivlinov (Mooney-Rivlin) nelinearni hiperelastični model materijala. Analiziran je uticaj parametara modeliranja na rezultat proračuna. Provera uspešnosti proračuna izvršena je ispitivanjem, a definisana je i oblast deformacije u kojoj se mogu koristiti empirijske formule zasnovane na "klasičnim" metodama.*

Ključne reči – velike deformacije, elastomeri, nelinearnost

1. UVOD

Na šinskim vozilima postoji veliki broj elemenata izrađenih od gume i drugih elastomera. To su: različiti zglobovi, odbojnici, vodilice, apsorberi udara, podmetači, oslonci, prelaznice između vagona, gumeni umeci kod nekih tipova točkova šinskih vozila, elementi vučno-odbojnih uređaja itd. Njihova funkcija je različita: za postizanje osobina elastičnosti, za prigušenje oscilacija i za otežavanje prenosa buke. Neki od ovih elemenata su odgovorni mašinski elementi, a neki su značajni, ali malo manje odgovorni. Zbog toga su za neke od ovih elemenata veoma važne karakteristike krutosti, prigušenja, otpornosti na uticaje sredine i dr. U ovom radu su analizirane gumeno-metalne opruge, kao elementi ogibljenja šinskih vozila, jer je njihova funkcija veoma odgovorna i značajna sa aspekta dinamičkog ponašanja vozila i bezbednosti njihove upotrebe.

Izabrani elementi za analizu su gumeno metalne-opruge primarnog oslanjanja šinskih vozila, ugrađene pri rekonstrukciji na šinobus serije 812-818. Opruge su primarno opterećene na pritisak. Pošto se opruge razlikuju za motorna kola i prikolicu po obliku i dimenzijama, analizom su obuhvaćeni uticaji oblika, dimenzija i materijala na karakteristiku krutosti elemenata.

1.1. Izgled elemenata

Izgled razmatranih gumeno-metalnih opruga je dat na slici 1. Gumeno-metalne opruge se sastoje iz pet jednakih segmenata gume prstenastog poprečnog preseka i šest armirnih limova za koje je guma povezana čvrsto tokom procesa livenja i vulkanizacije.

1.2. Postupak proračuna

Proračun je sproveden metodom konačnih elemenata (MKE). Usvojen je model, čiji proračun pripada kategoriji nelinearnih analiza sa velikim pomeranjima i deformacijama i nelinarnom karakteristikom materijala u oblasti hiperelastičnosti. Proračun je sproveden u domenu statičke analize, kroz više faza. Primenjeni programski paket je ANSYS.

Pošto su posmatrane opruge osnosimetrične i simetrično opterećene moguće je problem rešavati u ravni, uz korišćenje uslova za osnosimetrične prstenaste modele.

Proračun je obuhvatio, kako osnosimetrični ravanski model, tako i prostorni model četvrtine, polovine i model celog segmenta, sa ciljem da se primenjena metodologija proračuna može proširiti i na elemente šinskih vozila koji nisu osnosimetrični.

Slika 1 Izgled gumeno-metalnih opruga

[1] mr Dragan Milković, asistent, Mašinski fakultet u Beogradu, Kraljice Marije 16, dmilkovic@mas.bg.ac.yu
[2] dr Goran Simić, docent, Mašinski fakultet u Beogradu, Kraljice Marije 16, gsimic@beotel.yu

1.3. Modeliranje i parametri proračuna

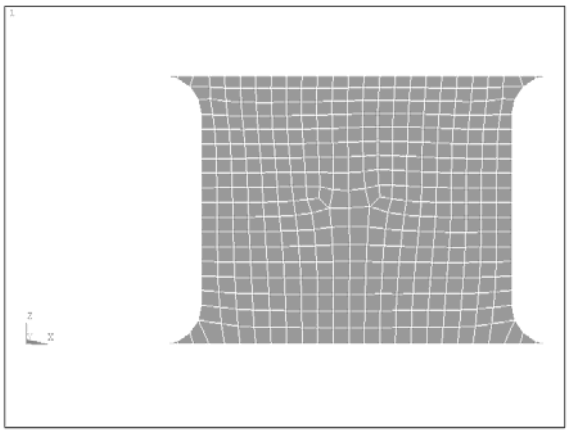
Prema crtežima opruga modelirana je njihova geometrija. Definisani su konačni elementi, karakteristike materijala, karakteristike opterećenja, uslovi oslanjanja.

Korišćeni elementi su sa kombinovanom u-p formulacijom energije deformacije. To podrazumeva da koriste specifičnu energiju deformacije sa hidrostatičkim pritiskom kao eksplicitnom promenljivom za rešavanje problema.

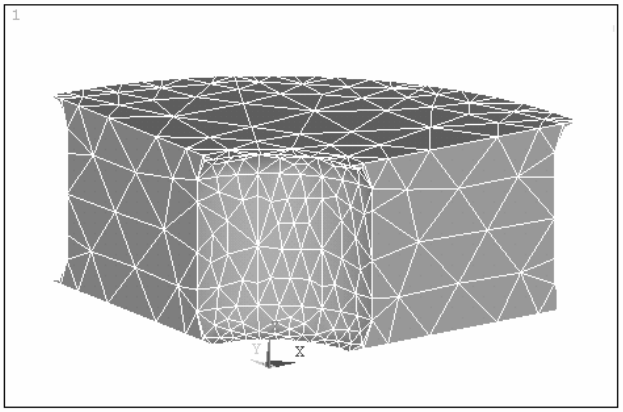
U proračunima je korišćen Kriterijum opterećenja. On pretpostavlja da korak opterećenja konvergira kada je odnos, po apsolutnoj vrednosti, Euklidske norme rezidualne sile prema Euklidskoj normi vektora porasta sile manji od zadate vrednosti.

S obzirom da se gumeno-metalne opruge sastoje iz pet identičnih segmenata spojenih na red, iskorišćen je uslov određivanja ekvivalentne krutosti cele opruge na osnovu krutosti segmenata. Definisanje modela je izvršeno za jedan segment opruga, a karakteristika je zatim preračunata za celu oprugu.

S obzirom da je karakter rezultata proračuna za oba tipa opruga sličan, a zbog obimnosti rezultata u radu je dat prikaz rezultata samo za gumenu oprugu prikolice tvrdoće 56ShA.



Slika 2 Osnosimetrični ravanski model segmenta gumene opruge prikolice



Slika 3 Prostorni model četvrtine segmenta gumene opruge prikolice

Osnosimetrični ravanski model i prostorni model četvrtine segmenta gumene opruge prikolice sa koordinatnim sistemima su prikazani na slikama 2 i 3.

2. UTICAJ PARAMETARA MODELIRANJA I ANALIZE NA REZULTATE PRORAČUNA

U ovom poglavlju su najpre analizirani parametri modeliranja i analize koji utiču na rezultate proračuna kod 3D modela. Analizirani su sledeći uticaji: gustina mreže konačnih elemenata, primena uslova simetrije, i veličina tolerancije kriterijuma konvergencije.

2.1. Uticaj gustine mreže konačnih elemenata na rezultate proračuna

Uticaj finoće mreže, odnosno broja elemenata na rezultat proračuna je analiziran na četvrtini modela segmenta gumene opruge prikolice.

Proračun MKE je sproveden na tri modela sa različitim gustinama mreže (2360, 3314, odnosno 4518 elemenata) na isti način. Opterećenje je uneto zadavanjem deformacije od 8 mm, u 16 potkoraka. Veličina tolerancije kriterijuma konvergencije sile je bila 0,01.

Dobijene spoljašnje karakteristike sila-ugib, ukazuju da uticaj gustine mreže na rezultat proračuna pri ovom stepenu deformacije nije značajan i da je moguće koristiti srednje grubu mrežu konačnih elemenata za brže dobijanje pouzdanih rezultata.

2.2. Uticaj uslova simetrije na rezultate proračuna

S obzirom da je segment opruge osnosimetričan i simetrično opterećen, postoji mogućnost korišćenja uslova simetrije za modeliranje polovine, odnosno četvrtine segmenta.

Modeli su podeljeni na elemente tako da imaju približno jednaku gustinu mreže i proporcionalan broj konačnih elemenata. Na taj način je bilo moguće upoređivati rezultate proračuna ovih modela.

Proračun dela simetričnog elementa, simetrično opterećenog uz primenu uslova simetričnosti i odgovarajućih konturnih uslova ne bi trebalo da ima uticaja na dobijene rezultate. Provera ovog uticaja je međutim pokazala da se rezultati ipak dosta razlikuju.

Verovatan uzrok ovom odstupanju je zapreminsko generisanje tetraedarskih konačnih elemenata, koje se razlikuje za ove modele. U ravnima simetrije po kojima se vrši presecanje primenom uslova simetričnosti tetraedarski elementi se postavljaju tako da im je jedna strana obavezno u ravni simetrije, dok kod celog modela ovi elementi slobodno zauzimaju položaj presecanjem te ravni.

2.3. Uticaj tolerancije konvergencije na rezultate proračuna

Analiza je pokazala da se ne mora koristiti nominalna vrednost za toleranciju kriterijuma konvergencije [4] od 0,001 ukoliko proračun zbog veličine i složenosti modela traje suviše dugo. Takođe, ne preporučuje se ni primena tolerancija grubljih od 0,1.

3. IZABRANI PARAMETRI MODELA ZA ANALIZU I REZULTATI PRORAČUNA

Na osnovu analize uticaja različitih parametara na rezultate proračuna [3], za dalju analizu su usvojeni sledeći parametri 3D modela i analize:

- ceo model,
- srednja gustina mreže,
- tolerancije kriterijuma konvergencije od 0,01.

Sa izabranim parametrima su sprovedeni proračuni [3] čiji su rezultati dati u ovom radu.

4. LINEARNI PRORAČUN GUMENIH OPRUGA

Prema [1] se može sprovesti linearni proračun za određivanje krutosti gumene opruge na osnovu određenih empirijskih saznanja.

Modul elastičnosti gume zavisi od njenog oblika, tvrdoće gume (H_g) i od vrste opterećenja. Uticaj oblika se uzima u obzir preko koeficijenta oblika:

$$K_o = \frac{A}{A_s} \tag{1}$$

gde je:

A – površina oslanjanja elementa,

A_s – slobodna površina elementa.

Za elemente prstenastog poprečnog preseka koeficijent oblika se određuje kao:

$$K_o = \frac{\frac{(d_s^2 - d_u^2)\cdot\pi}{4}}{(d_s + d_u)\cdot\pi\cdot\delta} = \frac{d_s - d_u}{4\cdot\delta} \tag{2}$$

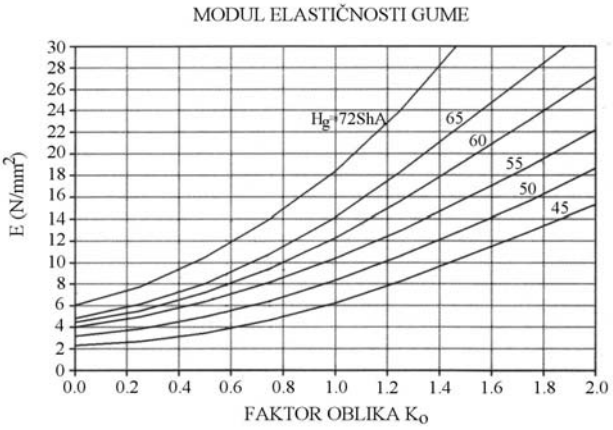
gde su:

d_s– spoljašnji prečnik prstenaste opruge,

d_u – unutrašnji prečnik prstenaste opruge,

δ – visina gumenog elementa.

Koeficijentom oblika se uzima u obzir činjenica, da trenje između gume i naležućih površina ometa slobodno širenje gume, što daje efekat prividnog povećanja modula elastičnosti. Na slici 4 je data zavisnost statičkog modula elastičnosti od koeficijenta oblika i tvrdoće gume.



Slika 4 Zavisnost statičkog modula elastičnosti od koeficijenta oblika i tvrdoće gume[1]

Krutost se određuju primenom Hukovog zakona na konkretni element kao:

$$c_s = \frac{P}{f} = \frac{E\cdot A}{\delta} \tag{5}$$

gde su:

E – modul elastičnosti dobijen na osnovu K_o i H_g,

c_s – krutost segmenta gumene opruge,

P – sila pritiska,

A – površina oslanjanja elementa,

f – ugib segmenta gumene opruge.

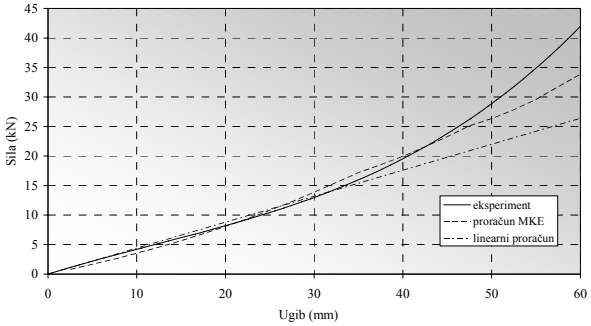
Krutost cele opruge c_e u konkretnom slučaju se određuje kao krutost segmenta podeljena sa brojem segmenata i iznosi c_e=0,440 kN/mm.

5. UPOREĐIVANJE REZULTATA DOBIJENIH PRORAČUNOM MKE SA REZULTATIMA LINEARNOG PRORAČUNA

S obzirom na obim sprovedenih proračuna i analizu uticajnih faktora na dobijene rezultate može se izvršiti upoređivanje dobijenih rezultata i donošenje određenih zaključaka o uspešnosti proračuna i polju njihove primene.

Analizom se pokazalo da postoji razlika između rezultata proračuna 3D modela i osnosimetričnog 2D modela koja je najverovatnije posledica složenosti numeričkog postupka proračuna, a koja teorijski ne bi trebalo da postoji. Dalje poređenje rezultata je nastavljeno sa 3D modelom, kao opštijim modelom.

Oba proračuna su upoređena sa eksperimentalnim rezultatima pri većim stepenima deformacije 35% i pokazuje se da rezultat sve sporije konvergira.



Slika 5 Upoređivanje rezultata proračuna MKE i linearnog proračuna sa eksperimentalnim rezultatima za oprugu prikolice tvrdoće 56ShA

Pri većim stepenima deformacije 35%, odnosno pri ugibu od 60 mm prava konstantnog nagiba dobijena linearnim proračunom sve više odstupa od progresivne eksperimentalne krive i ovo odstupanje po ordinati iznosi 16,4kN, odnosno 38,3%. Kriva dobijena nelinearnim proračunom takođe počinje da odstupa ali znatno manje. Pri ovom stepenu deformacije (35%) rezultat MKE proračuna odstupa po ordinati za maksimalno 8,9kN, odnosno relativno odstupanje iznosi 20,8%.

6. ZAKLJUČAK

Za uspešno sprovođenje proračuna elastomera u oblasti velikih deformacija potrebno je izabrati parametre modeliranja i nelinearnog proračuna tako da njihov izbor ne ugrozi tačnost samih rezultata, a da se istovremeno omogući brzo dobijanje rezultata sa različitim parametrima u nekom realnom vremenskom roku.

Od analiziranih parametra proračuna najveći uticaj na skraćenje vremena trajanja proračuna ima primena uslova simetrije, odnosno primena osnosimetričnog modela ako je to moguće. Takođe i kriterijum konvergencije ima značajan uticaj, ali pri promeni ovog kriterijuma treba voditi računa da se ipak ne ugrozi tačnost proračuna.

Na osnovu dobijenih rezultata proračuna se može zaključiti da linearni proračun daje veoma dobre rezultate za proračune u oblasti do 20% relativne deformacije, a za veće stepene deformacije je neophodno primeniti proračun MKE.

Analiza pokazuje da između osnosimetričnog 2D modela i 3D modela, koji bi teorijski trebalo da daju iste rezultate, postoji odstupanje koje se ne može zanemariti. 3D model daje rezultate koji manje odstupaju od eksperimenta.

U oblasti relativnih deformacija preko 30% rezultati dobijeni metodom konačnih elemenata takođe počinju znatnije da odstupaju od rezultata eksperimenta. Proračun u toj oblasti se znatno usporava i na najbržim današnjim PC računarima traje po više dana, što ukazuje na složenost postupka nelinearnog proračuna u oblasti velikih deformacija

LITERATURA

[1] Göbel, E.F., "Gummifedern", Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 1969.
[2] Kurt Miller, "Testing Elastomers for Hyperelastic Material Models in Finite Element Analysis, Testing and Analysis, Testing For Hyperelastic", Axel Products, Inc., July, 2000.
[3] Milković, D., "Eksperimentalno i analitičko određivanje karakteristika elemenata ogibljenja šinskih vozila od elastomera", Magistarski rad, Mašinski fakultet, Beograd, 2004.
[4] Septanika, E.G., "A Time-dependent Constitutive Model for Rubbers", Natuur Rubber, Rubber Stichting, Newsletter of the Rubber Foundation Information Center for Natural Rubber, February 1999.
[5] Simić, G., Lučanin, V., Milković, D., "Izveštaj o ispitivanju gumeno-metalnih opruga primarnog ogibljenja šinobusa serije 812-818", Mašinski fakultet, Beograd 2003.
[6] "Nonlinear finite element analysis of elastomers", Technical paper, MSC. Software Corporation, 2000.

CALCULATION OF RUBBER SPRING ELEMENTS IN LARGE DISPLACEMENT DOMAINE

Dragan MILKOVIĆ
Goran SIMIĆ
Vojkan LUČANIN

Abstract – In present engineering practice determination of elastic characteristics of elastomer elements is performing using empirical methods and linear calculations. In this paper calculation using Finite Element Method is shown. Calculation can solve problems in cases when complex shaped elements are subjected to complex state of strain and large displacement. In the calculations was used Mooney-Rivlin non-linear hyperelastic material model. Influence of analysis parameters on calculation results was analysed, too. Experimental verification of calculations has been performed, and displacement range in which can be successfully used empirical formulae based on "classic" methods has been defined.

Key words – large deformation, elastomers, non-linearity

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ANALIZA POUZDANOSTI OBRTNIH POSTOLJA ELEKTROLOKOMOTIVA SERIJE 461

Dragan MILČIĆ[1]
Miroslav MIJAJLOVIĆ[2]

Rezime *– Obrtna postolja šinskih vozila predstavljaju deo koji ostvaruje vezu između sanduka šinskog vozila i pruge i imaju najviši značaj za dinamičke karakteristike i mirnoću hoda šinskog vozila, pa prema tome i za opštu bezbednost i sigurnost njegovog kretanja. Obrtna postolja su najopterećeniji sklopovi vozila jer na sebe primaju masu sanduka vozila sa opremom, vučne i kočne sile, kao i sve vertikalne i horizontalne sile koje nastaju usled kretanja. Na osnovu praćenja otkaza, a pomoću softvera za analizu pouzdanosti koji se razvija na Mašinskom fakultetu u Nišu, u radu su dati rezultati istraživanja pouzdanosti obrtnih postolja na lokomotivama serije 461.*

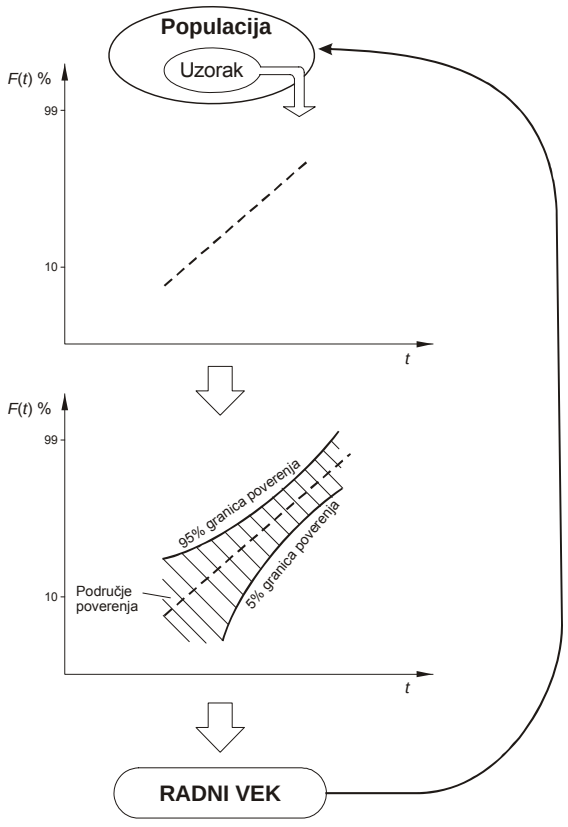
Ključne reči – Elektrolokomotiva, Obrtno postolje, Pouzdanost

1. UVOD

Pri istraživanju pouzdanosti elemenata i sistema, kao jedan od krajnjih ciljeva javlja se utvrđivanje teorijskog zakona raspodele slučajne promenjive, vremena U RADU ili vremena otkaza. Preciznije rečeno, najviši cilj je da se ustanovi koji od poznatih teorijskih zakona raspodele najviše odgovara empirijskim podacima, tj. kojim zakonom raspodele se najbolje mogu interpretirati rezultati koje posedujemo. Parametri raspodele se određuju različitim grafičkim i analitičkim metodama. Osnovu za određivanje raspodele čine empirijski podaci o otkazima posmatranog elementa ili sisitema. Empirijski podaci, kao podskup elemenata neke populacije na kome se određuju karakteristike pouzdanosti, moraju biti reprezentativni za ceo skup.

Obradom empirijskih podataka dobija se iskaz o otkazu uzorka. Ali od interesa je iskaz o raspodeli otkaza cele populacije. Ako je u pitanju uzorak malog broja ispitivanih delova, rezultati mogu jako da odstupaju od stvarnog ponašanja populacije. Zato se definiše 90%-tno područje poverenja (slika 1), koje je ograničeno 5%-tnom i 95%-tnom granicom poverenja, predstavljeno šrafiranom površinom. Područje poverenja se određuje pomoću rangova značajnosti.

Grafičke metode za određivanje parametara raspodele su veoma jednostavne i često se koriste u inženjerskoj praksi. Grafički način određivanja zakona raspodele, odnosno njihovih parametara, vrši se pomoću verovatnosnih papira. U verovatnoni papir se unose tačke sa koordinatama $[t_i, F(t_i)]$.



Slika 1. Postupak određivanja radnog veka nekog proizvoda

Broj tačaka jednak je broju posmatranih elemenata

[1]Dr Dragan Milčić, vanr. prof., Mašinski fakultet u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, milcic@masfak.ni.ac.yu
[2]Miroslav Mijajlović, dipl. maš. inž., stipendista Ministarstva za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije, Mašinski fakultet u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, miroslav_mijajlovic@masfak.ni.ac.yu

n ili broju intervala *z*, ako su podaci intervalno dati. Ako se ucrtane tačke mogu dobro aproksimirati pravom linijom, pretpostavljeni model zakona raspodele je dobar. U protivnom se odbacuje hipoteza o zakonu raspodele. Korišćenjem grafičkih metoda može se oceniti valjanost pretpostavljenog modela zakona raspodele i proceniti parametri raspodele.

Druga mogućnost je da se konstruiše histogram ili empirijska funkcija kumulativne učestanosti otkaza, pa da se onda uporedi sa funkcijom gustine pojave otkaza pretpostavljene raspodele ili njenom kumulativnom funkcijom. Primena verovatnosnih papira je lakša za primenu i češće se koristi od crtanja histograma.

Analitičkim metodama mogu se nešto tačnije odrediti parametri raspodela nego grafičkim postupcima. Posebno u neuobičajnim situacijama su analitički postupci pogodni, npr. kada parametar oblika β, kod Vejbulove raspodele, ima ekstremne vrednosti.

Najpoznatije analitičke metode kojima se određuju parametri raspodela su:

- metoda najmanjih kvadrata (Regression analyse),
- metoda momenta,
- metoda maksimalne verovatnoće (Maxiumum-Likelihood-Methode).

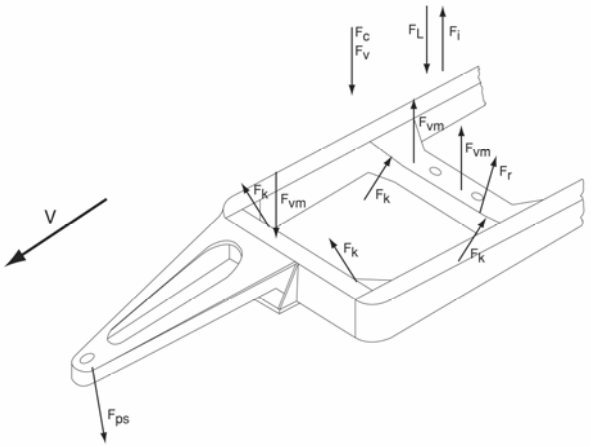
2. ANALIZA OTKAZA OBRTNIH POSTOLJA ŠINSKIH VOZILA

Obrtna postolja šinskih vozila predstavljaju deo koji ostvaruje vezu između sanduka šinskog vozila i pruge i imaju najviši značaj za dinamičke karakteristike i mirnoću hoda šinskog vozila, pa prema tome i za opštu bezbednost i sigurnost njegovog kretanja. Obrtna postolja su najopterećeniji sklopovi vozila jer na sebe primaju masu sanduka vozila sa opremom, vučne i kočne sile, kao i sve vertikalne i horizontalne sile koje nastaju usled kretanja. Po svojoj strukturi obrtna postolja šinskih vozila su kompleksna što problem odredjivanja njihove pouzdanosti i to pre svega verovatnoće pojave otkaza čini veoma složenim.

U toku eksploatacije obrtno postolje mora bez trajnih deformacija da na sebe primi složena opterećenja (slika 2) koja potiču od: mase sanduka lokomotive F_L, vučnih motora F_{vm}, osovinskog prenosnika snage F_r, kočnog polužja F_k, poprečne spojnice F_{ps}, inercijalne sile F_i, centrifugalne sile F_c i sile vetra F_v.

Ako se uzme u obzir stanje pruge po kojoj se lokomotive kreću u eksploataciji (mreža pruga ŽTP "Beograd" je u veoma lošem stanju) uticaj pomenutih opterećenja se usled dinamičkih udara dodatno uvećava.

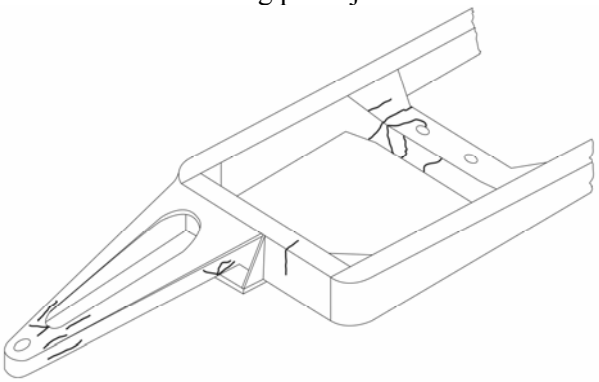
Problem je sa pojavom naprslina na ramovima obrtnih postolja elektrolokomotiva serije 461. Činjenica da je na mreži pruga Železnica Srbije pojava naprslina na ramovima obrtnih postolja elektrolokomotiva serije 441 (rešenje pogona i smeštaja motora je slično kao kod elektrolokomotiva serije 461) relativno retka, ukazuje na korelacionu vezu između tehničkih karakteristika obrtnih postolja ovakvih vozila, opterećenja u eksploataciji, posebno pri kretanju po brdskim prugama, i pojave naprslina. Ta činjenica, takođe, ukazuje na bitan uticaj osovinskog razmaka krajnjih osovina u obrtnom postolju na pojavu naprslina rama obrtnog postolja.



Slika 2. Šema opterećenja rama obrtnog postolja

Ako se analiziraju sve karakteristične naprsline ramova obrtnih postolja lokomotive 461 može se videti (slika 3) da su po mestu nastanka naprslina visokoprocentno (preko 97%) grupisane:

- na poprečnom nosaču u području otvora za elastično oslanjanje šapa trećih vučnih motora. (pri tome, značajno češće su naprsline na otvoru koji se nalazi na strani na kojoj se nalazi konzolni nosač za vezu sa drugim obrtnim postoljem što ukazuje da je taj deo rama preopterećen kada postolje prolazi kroz krivinu s konzolnim nosačem do spoljne šine);
- u korenu konzolnog nosača i to u području sa unutrašnje strane gledano u smeru prolaza postolja kroz krivinu, sa konzolnim nosačem do spoljne šine;
- na vrhu konzolnog nosača u području spoja poprečne spojnice obrtnih postolja i konzolnog nosača rama obrtnog postolja.



Slika 3. Karakteristične naprsline rama obrtnog postolja

Uzimajući u obzir uslove eksploatacije i konstrukciona rešenja rama obrtnog postolja lokomotive 461 (zavareni sklop podužnih i poprečnih nosača različitog profila) u težim uslovima rada logično je da su navedene tačke najnapregnutije.

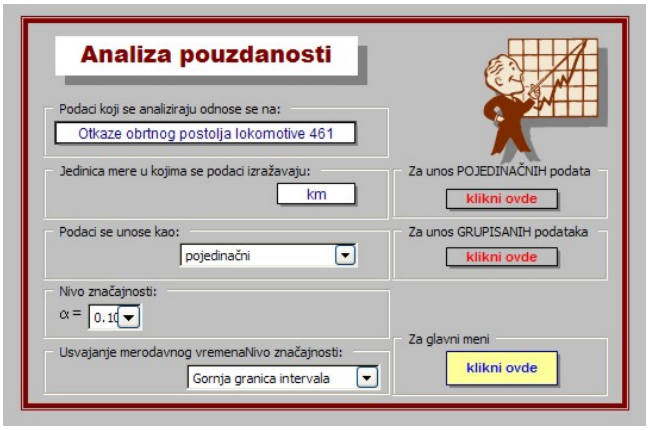
Kada je reč o pojavi naprslina, vredno je imati u vidu da nema podataka o tome da li su ramovi u proizvodnji nakon zavarivanja žareni, radi smirivanja napona. Ako nisu, to može imati značajan uticaj na brzinu pojave naprslina zbog superpozicije unutrašnjih napona i napona od spoljašnjeg opterećenja.

Na osnovu praćenja otkaza u radu su definisani parametri pouzdanosti obrtnih postolja šinskih vozila.

3. ANALIZA POUZDANOSTI RAMA OBRTNOG POSTOLJA LOKOMOTIVE SERIJE 461

Na Mašinskom fakultetu u Nišu se razvija softver za analizu pouzdanosti mašinskih delova i sistema. Kao platforma za ravoj softvera usvojen je Microsoft Excel, zbog mogućnosti koje pruža ovaj softver za tabelarne proračune. U postupku analize pouzdanosti se polazi od podataka dobijenih praćenjem otkaza mašinskih delova ili sistema u eksploataciji ili od podataka dobijenih eksperimentalnim ispitivanjem u laboratoriji, simulirajući eksploatacione uslove.

Ulaznim grafičkim interfejsom ovog softvera (slika 4) definiše se unos pojedinačnih podataka o otkazima mašinskih delova ili podataka o otkazima koji su već grupisani u intervale. Unosi se podatak o jedinici mere praćenja ispravnog rada odnosno trenutka otkaza delova odnosno sistema, koja je slučajna veličina (npr. *m*, *km*, *sati* i sl.). Kako je zadatak analize pouzdanosti određivanje moguće teorijske raspodele kojom se mogu aproksimovati rezultati o otkazima koje posedujemo, to je neophodno u daljoj analizi izvršiti ocenjivanje polaznih hipoteza statističkim testovima (Kolmogorov-Smirnov, Pirsonov χ^2-test), a za to je neophodno uneti podatak o nivou značajnosti α.



Slika 4. Grafički interfejs softvera za analizu pouzdanosti

Ako se raspolaže sa pojedinačnim podacima o otkazima mašinskih delova, onda se softverom određuje broj intervala, širina intervala i izvrši određivanje broja otkaza po intervalima.

Softverom za analizu pouzdanosti mašinskih delova i sistema je urađena anliza pouzdanosti obrtnog postolja lokomotiva serije 461. Praćenjem otkaza (pojava naprslina) rama obrtnih postolja 56 lokomotiva od 1991. godine dobijeni su podaci koji su grupisani u 6 intervala dati u tabeli 1.

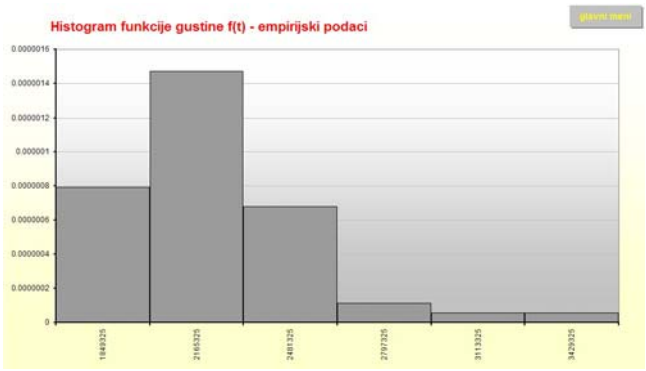
Tabela 1.

Tabela intervala

Interval:	Početna granica intervala	Krajnja granica intervala	Stvarna širina intervala Δti	Sredina intervala	Broj podataka po intervalu N(Δti)
1	1533325	1849325	316000	1691325	14
2	1849325	2165325	316000	2007325	26
3	2165325	2481325	316000	2323325	12
4	2481325	2797325	316000	2639325	2
5	2797325	3113325	316000	2955325	1
6	3113325	3429325	316000	3271325	1

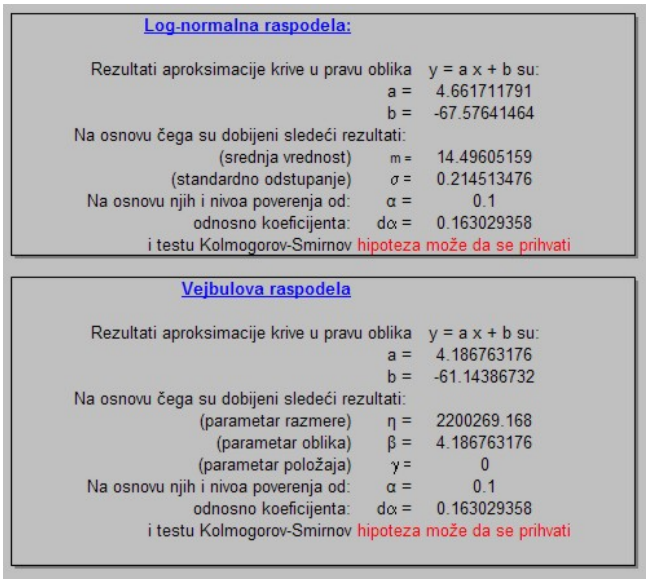
Kao rezultat analize dobijaju se statistički pokazatelji: srednja vrednost, empirijska variansa, empirijska standardna devijacija, empirijski koeficijent varijacije, mediana i mod.

Nakon što se izvrši formatiranje tabele, dobijaju se empirijske funkcije gustine $f(t)$, intenziteta otkaza $\lambda(t)$, pouzdanosti $R(t)$ i nepouzdanosti $F(t)$, histogram funkcije gustine (slika 5), histogram kumulativne učestanosti, histogram intenziteta otkaza i histogram učestanosti ispravnih delova.



Slika 5. Histogram funkcije gustine

Metodom najmanjih kvadrata (Regression analyse) se određuju parametri četiri teorijske raspodele: Vejbulove, eksponencijalne, normalne i log-normalne. Na slici 6 dati su rezultati aproksimacije za Vejbulovu i log-normalnu raspodelu i kao rezultat da se ove raspodele mogu prihvatiti prema testu Kolmogorov-Smirnov za nivo značajnosti α=0,1.



Slika 6. Rezultati analitičkog postupka određivanja parametara raspodele

Funkcija pouzdanosti za Vejbulov zakon raspodele može se napisati u obliku:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{2200269,168}\right)^{4,1867}}, \quad (1)$$

a za log-normalni zakon raspodele u obliku:

$$R(t) = 1 - F\left(\frac{\ln t - 14,496}{0,2145}\right). \quad (2)$$

4. ZAKLJUČAK

U analizi pouzdanosti mašinskih delova i sistema, kao jedan od ciljeva je utvrđivanje teorijskog zakona raspodele slučajne promenjive, vremena otkaza elemenata ili sistema. Preciznije rečeno, treba ustanoviti koji od poznatih teorijskih zakona raspodele najviše odgovara eksperimentalnim podacima, tj. kojim zakonom raspodele se najbolje mogu interpretirati rezultati koje posedujemo.

Na Mašinskom fakultetu u Nišu se razvija softver za analizu pouzdanosti. Ovim softverom je omogućena brza analiza pouzdanosti sa mogućnošću dobijanja parametara teorijskih raspodela (Vejbulova, eksponencijalna, normalna i log-normalana) analitičkom metodom najmanjih kvadrata. Ocenjivanje polaznih hipoteza se u ovom trenutku vrši statističkim testom Kolmogorov-Smirnov ili d_α-testom.

Vrlo česta pojava naprslina na ramovima obrtnih postolja elektrolokomotiva serije 461 uslovila je da se izvrši analiza pouzdanosti obrtnih postolja lokomotiva serije 461. Na osnovu podataka o pojavi naprslina ramova obrtnih postolja, primenom softvera za analizu pouzdanosti, kao rezultat dobijeno je da dve raspodele: log-normalna i Vejbulova, dobro opisuju zakon raspodele otkaza obrtnih postolja lokomotiva serije 461, a na osnovu testa Kolmogorov-Smirnov se ove raspodele mogu prihvatiti.

LITERATURA

[1] Bertsche B., Lechner G.: "Zuverlässigkeit im Maschinenbau – Ermittlung von Bauteil- und System-Zuverlässigkeiten", Springer-Verlag, 1990.
[2] Milčić, D.: "Pouzdanost mašinskih sistema", Mašinski fakultet Niš, Niš, 2005.
[3] Milčić, D., Veljanović, D.: "Softver za analizu pouzdanosti mašinskih delova i sistema", Naučno-stručni skup IRMES' 06, Banjaluka, 2006.
[4] Stojičić, S.: "Istraživanje pouzdanosti obrtnih postolja šinskih vozila prema FMEA metodi", Magistarski rad, Mašinski fakultet Niš, 2004.

RELIABILITY ANALYSES OF ELECTROLOCOMOTIVE 461 SERIES RAILWAY CAR BOGIES

Dragan MILČIĆ
Miroslav MIJAJLOVIĆ

Abstract – Railway car bogies are parts of railway vehicle that connect car body and railroad tracks and they are the most important for dynamic characteristics and running behaviour stability, thus they determent general safety and reliability of car running. Bogies are mostly loaded part of railcars because they receive load from full body mass with equipment, braking and locomotion force and from all other vertical and horizontal forces that are caused by motion. Bogies structure is complex so it is to determent their reliability and before all, to determent probability of failure. This paper gives some of the results of reliability analysis developed at Faculty of Mechanical Engineering in Niš.

Key words – Electrolocomotive, Bogies, Reliability

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

PRIMENA MEHATRONIČKIH ODBOJNIKA KOD ŽELEZNIČKIH VOZILA

Nenad T. PAVLOVIĆ[1]
Danko MIJAJLOVIĆ[2]
Miloš MILOŠEVIĆ[3]

Rezime *– Odbojna oprema je jedan od osnovnih i najodgovornijih uređaja železničkih vozila. Osobine odbojnika su od odlučujućeg značaja za smanjenje udarnih sila u vozu u toku kretanja i kod manevarskog rada. U radu će biti prikazane karakateristike klasičnih i upravljivih, odnosno mehatroničkih odbojnika. Biće analizirane dve vrste mehatroničkih odbojnika: odbojnici sa upravljivom silom i odbojnici sa upravljvom brzinom.*

Ključne reči – železnica, odbojnik, mehatronika

1. UVOD

S obzirom na funkciju, odbojna oprema je jedan od osnovnih i najodgovornijih uređaja železničkih vozila. Služi za međusobno povezivanje vagona i vagona sa lokomotivom, za održavanje određenog rastojanja između vozila u vozila u vozu, za predaju i smanjenje intenziteta vučnih i odbojnih sila, koje se javljaju kod vuče vozova ili kod manevrisanja kolima.

Odbojnu opremu sačinjavaju odbojnici postavljeni simetrično po dva na oba kraja železničkog vozila (na grudnoj gredi) na osnom rastojanju od 1750 mm jedan od drugog. Osobine odbojnika su od odlučujućeg značaja za smanjenje udarnih sila u vozu u toku kretanja i kod manevarskog rada.

Osnovne karakteristike odbojnika su:

- sila odbojnika (sila koja deluje na ploču odbojnika),
- hod (ugib) odbojnika i
- akumulirani rad odbojnika (količina energije koju odbojnik može da apsorbuje).

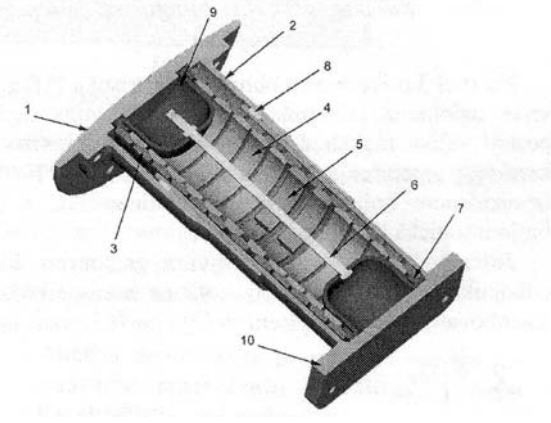
Na železničkim vozilima danas se koriste razni tipovi odbojnika, kako po vrsti tako i po kapacitetu. U radu će biti prikazane karakteristike klasičnih i upravljivih (mehatroničkih) odbojnika.

2. KLASIČNI ODBOJNICI

Klasična konstrukcija odbojnika može biti sa prstenastom, gumenom ili elastomernom oprugom i hidrauličnom kapsulom. Najširu primenu danas imaju odbojnici sa prstenastom oprugom i odbojnici sa metologumenom oprugom.

2.1. Odbojnici sa prstenastom oprugom

Odbojnik od 590 kN hoda 105 mm [6] (slika 1) spada u čaurasti tip odbojnika koji kao ogibljenje ima prstenastu oprugu. Glavni sastavni delovi ovog odbojnika su (slika 2): odbojnička ploča (1), sudarna čaura (2), spoljni prsten opruge (3), unutrašnji prsten opruge (4), rasečeni prsten (5), stezni vijak opruge (6), poluprsten opruge (7), osiguravajući poluprsten odbojnika (8), prednapregnuti lonac opruge (9) i čaura vođice (10).



Slika 1. Odbojnik sa prstenastom oprugom [6]

2.2. Odbojnici sa metalogumenom oprugom

Metalogumene opruge su, kao zamena za čelične prstenaste opruge kod odbojnika, uvedene u praksu

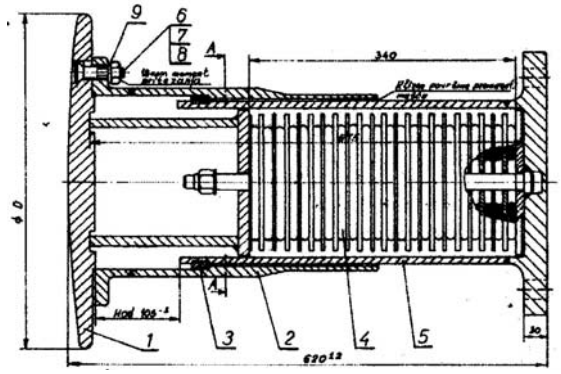
[1] Doc. dr Nenad T. Pavlović, Mašinski fakultet Niš, A. Medvedeva 14, Niš, e-mail: pnenad@masfak.ni.ac.yu
[2] Asist. Danko Mijajlović, Mašinski fakultet Niš, A. Medvedeva 14, Niš, e-mail: dankom@masfak.ni.ac.yu
[3] Asist. dr Miloš Milošević, Mašinski fakultet Niš, A. Medvedeva 14, Niš, e-mail: mmilos@masfak.ni.ac.yu

sedamdesetih godina prošlog veka, najpre u Francuskoj, a zatim u Italiji, Nemačkoj, Bugarskoj itd.

Gumeno-metalni elementi su konstruktivni delovi koji se izrađuju od prirodnih i sintetičkih kaučuka u spoju sa metalnim nosačima. U njima su sadržane prednosti oba sastavna elementa: visoke sposobnosti ugiba i amortizacije gume i velika površinska opterećenja koja podnosi metalni deo. Upravo takvi zahtevi se postavljaju kod ogibljenja železničkih vozila (lokomotive, vozovi, manevarska vozila i vagoni). Poznato je da gumene opruge obezbeđuju mirniji hod, smanjuju buku i amortizuju udarna opterećenja. Gumeno-metalni elementi se izrađuju sa metalnim delovima u obliku ploča, prstenova ili čaura, koji se vezuju sa gumom postupcima vulkanizacije ili presovanjem, obezbeđujući pre svega kod ugljeničnih čelika, visoke čvrstoće spoja, uglavnom veće od same čvrstoće gume.

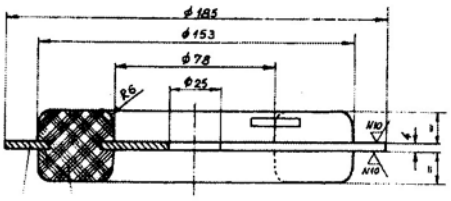
Osnovne prednosti odbojnika sa metalogumenim oprugama su: niža cena, laka ugradnja, kao i nemogućnost blokiranja opruge.

Na slici 2 prikazan je sklopni crtež jednog odbojnika sa gumenom oprugom [5].



Slika 2. Odbojnik sa gumenom oprugom [5]

Gumeno-metalni elementi (slika 3) u sastavu vučne i odbojne opreme su izloženi specifičnim naprezanjima (udarna i intenzivna opterećenja) i zbog toga su zahtevi za kvalitetom gume izuzetno kompleksni.



Slika 3. Element opružnog sklopa[5]

3. MEHATRONIČKI ODBOJNICI

Kod mehatroničkih odbojnika je moguće upravljati jednom od kinematskih ili dinamičkih veličina odbojnika (npr. brzinom ili silom). U ovom radu biće prikazane dve vrste mehatroničkih odbojnika: elektroreološki aktivni odbojnici i odbojnici sa upravljivom brzinom.

3.1. Elektroreološki aktivni odbojnici

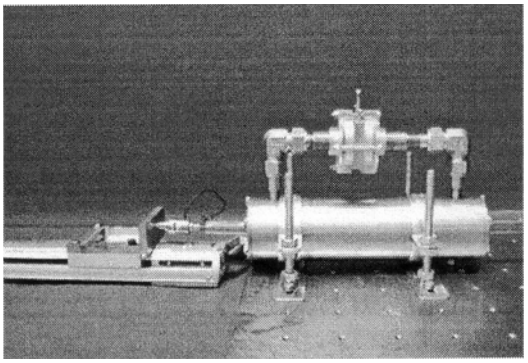
Elektroreološki (ER) i magnetoreološki (MR) fluidi su suspenzije koje pokazuju brze, reverzibilne i značajne promene svojih materijalnih osobina kada na njih deluje električno ili magnetno polje. Najviše se menjaju upravo njihove reološke osobine, kao što su viskoznost i modul smicanja, sa promenom jačine električnog ili magnetnog polja. Ova jedinstvena osobina čini elektroreološke fluide vrlo pogodnim za aktivnu kontrolu "pametnih" sistema i struktura. Mogu da se primenjujuju kod dinamičkih prigušivača i apsorbera, vešanja kod motornih vozila, kvačila, avionskih rotora i prenosnika, aktuatora robota i aktuatora vertikalnog translatornog kretanja.

Što se tiče primene elektroreoloških i magnetoreoloških fluida u tehnici železničkih vozila, u radu [1] je opisan matematički model upravljivih vibracionih prigušivača koji se primenjuju kod sistema za vešanje železničkih vozila. Opisan je i primer primene elektroreoloških prigušivača kod železničkog vozila, gde se pomoću njih vrši upravljanje bočnim vibracijama.

U radu [2] je opisana konkretna primena elektroreoloških fluida u tehnici železničkih vozila u razvoju jednog novog mehatroničkog elektroreološkog odbojnika.

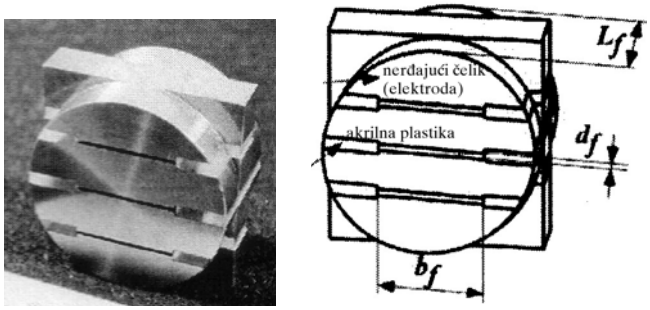
Kod ovih odbojnika jačinom električnog polja koje deluje na elektroreološki fluid istovremeno se upravlja na veličinu sile na spojnici kod železničkog vozila i veličinu sile odbojnika. Sila odbojnika predstavlja funkciju brzine osovine klipa i jačine električnog polja primenjenog na elektroreološki fluid.

U cilju teorijske i eksperimentalne analize ovakvih mehatroničkih odbojnika, napravljen je prototip odbojnika [2] prikazan na slici 4.



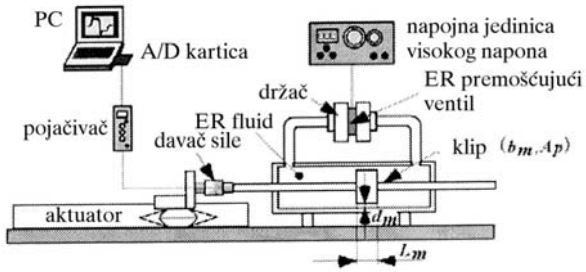
Slika 4. Prototip elektroreološkog odbojnika [2]

Prototip odbojnika se sastoji od hidrauličnog cilindra, premošćavajućeg ventila sa prorezima i PID kontrolera sa povratnom spregom. Hidraulični cilindar i premošćujući ventil su napunjeni elektroreološkim fluidom. Premošćujući ventil (slika 5) je zapravo pločica od nerđajućeg čelika sa tri paralelna proreza kroz koje protiče elektroreološki fluid, čije su obe strane izolovane akrilnom plastikom.



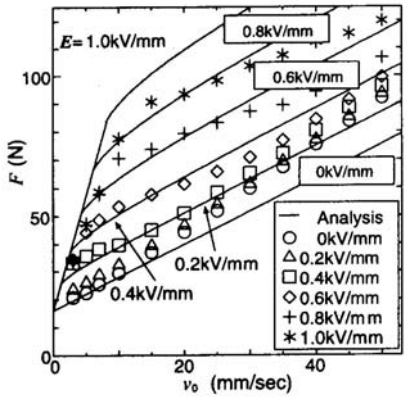
Slika 5. Fotografija i šematski prikaz pločice premošćujućeg ventila [2]

Elektroreološki fluid se aktivira pomoću električnog polja koje generiše napojna jedinica visokog napona. Osovina klipa je vezana za linearni pogonski aktuator. U odbojniku se generiše, u zavisnosti od brzine, prigušna sila zahvaljujući padu pritiska u prorezima premošćujućeg ventila i zazoru između cilindra i klipa, u toku kretanja osovine klipa. Sila odbojnika se meri pomoću davača sile koji se nalazi između osovine klipa i linearnog aktuatora. Istovremeno, podaci se šalju u računar preko pojačivača i analogno-digitalne kartice (slika 6).



Slika 6. Merna šema prototipa elektroreološkog odbojnika [2]

Za zadatu brzinu osovine klipa v_0 sila odbojnika F je određivana teorijski i ekperimentalno. Na slici 7 prikazana je teorijska promena sile u zavisnosti od brzine klipa i primenjenog električnog polja, kao i poređenje teorijskih i eksperimentalnih rezultata na dijagramu sila - brzina. Upoređenjem rezultata zaključujemo da prototip odbojnika pokazuje očekivani elektroreološki efekat u zavisnosti od intenziteta električnog polja.



Slika 7.Promena sile odbojnika u funkciji brzine klipa i jačine električnog polja [2]

Upravljanje pomoću PID kontrolera je primenjeno za slučaj kada se želi da sila odbojnika ima konstantnu unapred određenu vrednost pri konstantnoj brzini osovine klipa.

3.2. Odbojnici sa upravljivom brzinom

Odbojnici su najviše opterećeni prilikom manevrisanja, gde se železnički vagoni međusobno sudaraju pri velikim brzinama. Otpornost na sabijanje odbojnika, zajedno sa njihovom dužinom hoda, mora biti dovoljna da apsorbuje energiju kod normalnih sudara. Ukoliko odbojnik dostigne kraj svog hoda, sistem postaje krut, i preostala energija sudara može dovesti do oštećenja.

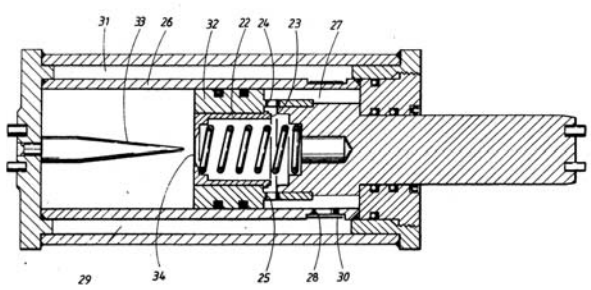
Napred navedene zahteve nisu u mogućnosti da ispune klasični odbojnici. Zbog toga su počeli da se primenjuju odbojnici sa hidrauličnim apsorberom udara, koji daje otpornost na sabijanje odbojnika približno proporcionalnu kvadratu brzine sabijanja odbojnika, pa odbojnik nema potrebe da iskoristi celu dužinu svog hoda. Najveća brzina udara takvog odbojnika je jedino ograničena hidrauličnim pritiskom koji cilindar može da podnese, i barem dva puta je veća od maksimalno moguće brzine za odbojnike sa prstenastom oprugom.

Međutim, i odbojnici sa hidrauličnim apsorberom udara imaju neke nedostatke. U slučaju sudara vagona čije se težine znatno razlikuju, brzina odbojnika može da značajno varira zahvaljujući različitoj težini sudarajućih vagona, pa se menja i otpornost na sabijanje ovih odbojnika. Navedene promene se teško mogu matematički modelirati. U praksi su se ovi odbojnici pokazali prikladnijim pre za dvoosovinske vagone, nego za četvoroosovinske vagone. Usporenja sudarajućih vagona sa ovim odbojnicima mogu biti velika.

Odbojnik sa upravljivom brzinom [1] je konstruisan tako da koristi prednosti hidrauličkih apsorbera udara. Ovaj odbojnik koristi celokupni mogući hod odbojnika za brzine sudara čak i do 2.5 m/s, bez obzira na težine sudarajućih vagona. Kod ovih odbojnika smanjene su maksimalne vrednosti usporenja prilikom sudara, pa je i manja mogućnost oštećenja tereta ili vagona.

Odbojnik sa upravljivom brzinom (slika 7) je oblikovan kao hidraulična kapsula koja odgovara kućištu klasičnog odbojnika [1]. On sadrži klip koji je teleskopski postavljen unutar spoljašnjeg cilindra. Unutrašnjim ventilom se upravlja brzinom, i to nezavisno od sila koje deluju na odbojnik. Ovaj ventil deluje na odbojnik tako da se on pokreće sa prethodno definisanom početnom brzinom koja se smanjuje usled jednoličnog usporenja. Početna brzina odgovara maksimalnoj brzini koja je dozvoljena prilikom operacije manevrisanja. Odbojnik ima propusni zarez između klipa i cilindra koji dozvoljava fluidu da teče oko prigušnog ventila kada je prigušni ventil zatvoren.

Ako bi brzina sudara bila veća od dozvoljene, ispuštanjem tečnosti kroz propusni prorez sprečava veliki porast pritiska hidraulične tečnosti. Površina propusnog zareza je zavisna od pritiska unutar odbojnika i položaja klipa relativno u odnosu na cilindar.



Slika 7. Odbojnik sa upravljivom brzinom [1]

Kao i odbojnici sa hidrauličkim apsorberom, i odbojnici sa upravljivom brzinom mogu da apsorbuju odgovarajuću energiju sudara pri veoma velikim brzinama sudara. Njihova prednost u odnosu na odbojnike sa hidrauličkim apsorberom je što daju mala usporenja pri umerenim brzinama sudara, bez obzira na težinu obuhvaćenih vagona.

4. ZAKLJUČAK

Kod mehatroničkih odbojnika je moguće upravljati jednom od kinematskih ili dinamičkih veličina odbojnika. U ovom radu su prikazana prototipska rešenja dve vrste mehatroničkih odbojnika: elektroreološki aktivni odbojnici (sa upravljivom silom) i odbojnici sa upravljivom brzinom.

U budućnosti će mehatronički odbojnici potisnuti iz upotrebe do sada najrasprostranjenije klasične odbojnike (odbojnike sa prstenastom oprugom i odbojnike sa metalogumenom oprugom), jer zahvaljujući mogućnosti upravljanja nekom od veličina odbojnika, mogu da se prilagode zahtevu da apsorbuju celokupnu energiju sudara kod sudara pri velikim brzinama, naročito kod manevrisanja, kako ne bi došlo do oštećenja vozila ili tereta.

LITERATURA

[1] Danieli, Sten H.: "Velocity-controlled Railway Buffer", United States Patent, Patent number 5160123, 1992.

[2] Chonan, S., Tanaka, M., Naruse, T., Hayase, T.: "Development of an electrorheological active buffer for railway vehicles - estimation of the capacity from prototype performance", Smart Materials and Structures, Vol 13 (2004), 1195- 2002, 2004.

[3] Peel, D.J., Stanway, R., Bullough, W.A., "Dynamic modeling of an ER vibration damper for vehicle suspension applications, Smart Materials and Structures, Vol 5 (1996), 591- 606, 1996.

[4] Jovanović, S., Radenković, G., Marković, G., Ćirić, Ž., Mladenović, L., Panajotović, S.: "Statička i dinamička svojstva gumenih smeša za primarno ogibljenje železničkih vozila", Zbornik radova X jugoslovenske konfrencije Železničko mašinstvo, Mašinski fakultet Niš, 2002.

[5] Puletić, I., Marković, Z., Ćirić, Ž., Panajotović, S.: "Odbojnici i vučna oprema sa metalogumenom oprugom", Zbornik radova XI naučno-stručne konferencije o železnici ŽELKON 04, Mašinski fakultet Niš, 2004.

[6] Stojičić, M., Mijajlović, D.: "Ponašanje odbojnika različitih karakteristika pri sudaru", Zbornik radova XI naučno-stručne konferencije o železnici ŽELKON 04, Mašinski fakultet Niš, 2004.

APPLICATION OF MECHATRONICAL BUFFERS ON RAILWAY VEHICLES

Nenad T. PAVLOVIĆ
Danko MIJAJLOVIĆ
Miloš MILOŠEVIĆ

Abstract – *Buffer equipment is one of the basic and most responsible device of railway vehicle. Buffer characterstics are of most importance for reducing of train impact force during the motion and maneuvering. This paper presents the characteristics of the classical, as well as mechatronical buffers. Two kind of mechatronical buffers have been presented: force-controlled railway buffers and velocity-controlled railway buffers.*

Key words – railway, buffer, mechatronics

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

RAZVOJ I PRIMENA NOVIH KOČNIH UREĐAJA KOD TERETNIH VAGONA

Aco POPOV[1]
Filip HAĐINUREV[2]
Violeta ŠARESKA[3]
Bojan KOSTIĆ[4]

Rezime *– Izgradnja novih teretnih vagona sa povećanjem brzine veće od 120 Km/h, kao i povećano osovinsko opterećenje od 25 t/os., iziskuje razvoj i primena novih kočnih uređaja u funkciji povećanja pouzdanosti, bezbednosti i ekonomičnosti kod teretnih vagona. Primena novih kočnih rešenja sa druge strane omogućava automatsko upravljanje kočnicom i anuliranje uticaja ljudskog faktora u procesu upravljanja. MZT HEPOS prateći razvoj novogradnje teretnih vagona u svetu, kao i novih UIC propisa koji se odnose za teretne vagone razvio je nove kočne uređaje za primenu i ugradnju kod novih teretnih vagona. Tema ovog izlaganja su sledeći uređaji: Redukcioni ventil kočne sile RVKS, Detektor iskliznuća DV-100 i Blok cilindar regulatori BCRK190 i BCRK190/PS.*

Ključne reči – redukcioni ventil kočne sile, detektor izkliznuća, parkirna kočnica

1. REDUKCIONI VENTIL KOČNE SILE RVKS

Teretni vagoni koji se danas grade u svetu su vagoni "SS" režima, što znači vagoni sa Procenat kočne mase od λ = 100% do 18 t/osov., ili 72 t kočne mase. Međutim i dalje postoje vagone "S" režima koji imaju kočnu masu od 58 t. Mešane kompozicije sastavljene od "SS" i "S" vagona prouzrokuju povećana opterećenja "SS" vagona. Smanjenje štetno povećanu kočenost kod dugotrajnog kočenja u mešovitom sastavu voza, moguće je primenom t.z. redukcionog ventila kočne sile RVKS.

1.1. Primena

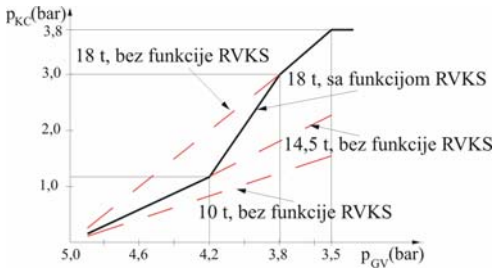
Redukcioni ventil kočne sile RVKS je uređaj koji automatski reducira kočni efekat, redukcijom vazdušnog pritiska u kočnim cilindrima u procesu servisnog stepenastog kočenja (prikočivanja) vagona sa maksimalno težinsko opterećenje veće od 14,5 t/osov. Ovaj ventil se ugrađuje samo kod vagona "SS" režima, i on obezbeđuje rasterećenje termičkog preopterećenja točkova u režimu prikočivanja na dugim padovima (Δp_{GV} = 0,0 - 0,8 bar).

Redukcioni ventil je dizajniran i izrađen saglasno UIC 541-04 normama.

1.3. Tehničke karakteristike

Na Sl.1.1 prikazane su teoretske karakteristike redukcionog ventila kočne sile RVKS pri što se može uočiti sledeće:

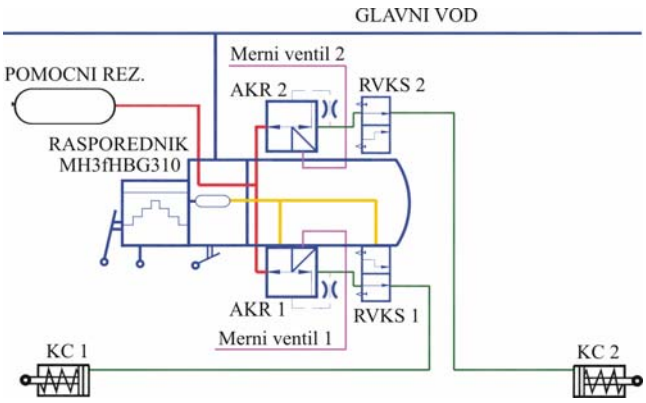
a) U području stepenastog kočenja (p_{GV} = 4,6 – 4,2 bar) pri težinsko opterećenje vagona veće od 14,5 t/os., karakteristike pritiska u kočnom cilindru, a time i kočna sila na vagonima "SS" režima reducira se na nivo vagona "S" režima.
b) U području povišenog stepena kočenja (p_{GV} = 4,2 – 3,8 bar) i težinsko opterećenje vagona veće od 14,5 t/os., nivo kočne sile se kontinuirano povećava tako da već pri p_{GV} < 3,8 bar, nivo kočne sile vagona ponovo dostiže vrednost koja odgovara "SS" režimu.
c) U slučaju težinskog opterećenja vagona manje od 14,5 t/os., redukcioni ventil ne reaguje na kočnu silu vagona.



Sl. 1.1 Teoretski dijagram $p_{kc} = f(p_{GV})$

[1] Aco POPOV, dipl.maš.ing., glavni inženjer, MZT HEPOS Skopje ul. Pero Nakov bb, mzthepos@on.net.mk
[2] Filip HAĐINUREV, dipl.maš.ing., glavni konstruktor, MZT HEPOS Skopje ul.Pero Nakov bb, mzthepos@on.net.mk
[3] Violeta ŠARESKA, dipl.maš.ing., sam.proektant, MZT HEPOS Skopje ul. Pero Nakov bb, mzthepos@on.net.mk
[4] Bojan KOSTIĆ, dipl.maš.ing., konstruktor, MZT HEPOS Skopje ul. Pero Nakov bb, e-mail: mzthepos@on.net.mk

Pneumatska šema povezivanja Redukcionog ventila kočne sile RVKS u instalaciji teretnog vagona "SS" režima prikazana je na Sl. 1.2.



Sl. 1.2 Pneumatska šema povezivanja Redukcionog ventila kočne sile RVKS na "SS" vagonima

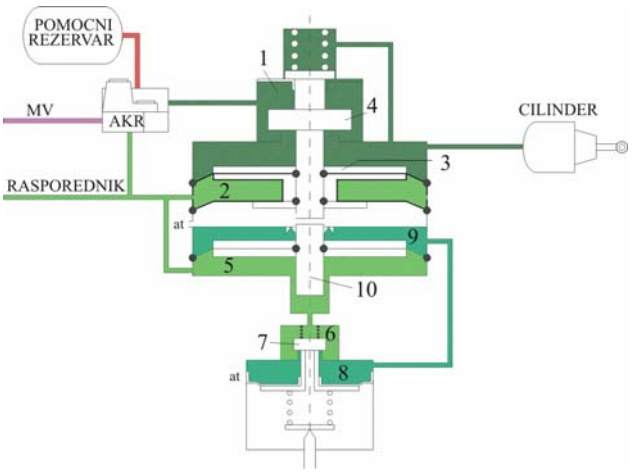
1.4. Princip rada u režimu tovareno > 14,5 t

Ovo je slučaj kada dolazi do redukcije pritisaka u kočnim cilindrima, a time i redukcije kočne sile vagona. Proces rada je sledeći:

Zavođenjem kočenja, komprimirani vazduh iz rasporednika dolazi u rele ventila tip AKR i u redukcionom ventilu kočne sile RVKS u komorama (2) i (5). Rele ventil reaguje i propušta komprimirani vazduh u komori (1) redukcionog ventila kočne sile. Pritisak u komori (2) podiže sklop pločica (3) pri što drži ventil (4) otvoren. (Sl. 1.3) Time komprimirani vazduh iz komore (1) struji prema kočnom cilindru i zavodi se kočenje. Istovremeno pritisak iz komore (5) struji u komorama (6), (8) i (9), pri što slog (10) ostaje u neutralni položaj. Kada se postigne ramnoteža u pritiscima, sklop pločica (3) zajedno sa slogom (10) spuštaju se naniže, pri što se zatvara ventil (4). Kada pritisak u glavnom vodu opadne na 4,2 bar, vazduh iz rasporednika koji dolazi u komori (8) zatvara ventil (7). Sa porastom pritiska u rasporedniku aktivira se i slog (10), čime imamo veći izlazni pritisak u kočnom cilindru. Kada se postigne ramnoteža pritiska sklop pločica (3) zajedno sa šipkom ventila i slog (10) spušta se u ramnotežni položaj u kome ventil (4) naleže na šipku ventila i na sedište kućišta.

U zavisnosti od povećanja pritiska u rasporedniku mogu se dobiti odgovarajući izlazni pritisci u kočnom cilindru. U suprotnom slučaju ako pritisak u rasporedniku opadne, opada i pritisak u kočnom cilindru.

Prethodno opisani rad ventila odnosi se za stepenasto kočenje i otkočivanje, dok u slučaju zavođenja brzog i potpunog kočenja, vrednost izlaznog pritiska iz rele ventila se celosno prenosi u kočni cilindar bez redukcije istog.

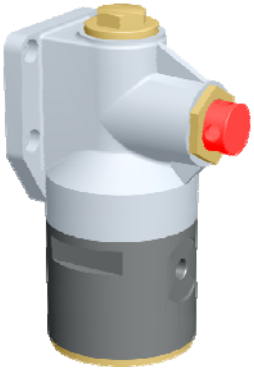


Sl. 1.3 Funkcionalna šema Redukcionog ventila kočne sile RVKS

2. DETEKTOR ISKLIZNUĆA DV - 100

2.1. Uvod

Detektor iskiznuća DV-100 (Sl. 2.1) je dizajniran za ugradnju kod teretnih vagona, posebno vagon cisterne, vagone za prevoz eksplozivnih materijala i dr. Njegova je namena da prepozna isklizavanje vagona ili pojedine osovine sa šina, i zavede brzo pražnenje glavnog voda, a time i zavođenje brzog kočenja, čime štiti dalja oštećenja vagona i pruge.



Sl. 2.1 Detektor iskliznuća tip DV-100

2.2. Način funkcioniranja

Detektor iskiznuća DV-100 je konstruiran i izrađen saglasno UIC 541-08 normama. Sastavljen je od UIC homologirani ventil u slučaju opasnosti NV3 (1) kome su dodati opružna masa (2) i optički indikator aktiviranja ventila (3). (Sl. 2.2)

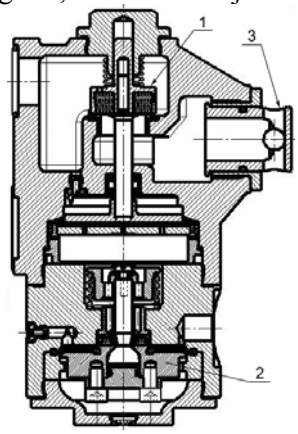
Osnovni princip rada ovog ventila je reakcija opružne mase ventila koji prepoznaje udarne vibracije i aktivira ventil za pražnenje glavnog voda i to:

- vertikalne vibracije veće od 10 g
- horizontalne vibracije veće od 40 g

Sa druge strane ventil se ne sme aktivirati kada su:

- vertikalne vibracije manje od 5 g
- horizontalne vibracije manje od 20 g

(g = 9,81 m/s^2 - zemljino ubrzanje)



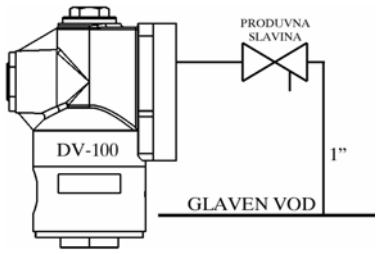
Sl. 2.2 Presek detektora iskliznuća DV-100

Ugrađeni horizontalni klip obojen crvenom bojom, koji izlazi iz samog ventila posle aktiviranja detektora prestavlja indikator detektora iskliznuća.

Posle aktiviranja potrebno je resetirati detektor pomoću ugrađene produvne slavine i vratiti indikator u početno stanje.

2.3. Način ugradnje

Detektor iskliznuća ugrađuje se na krajevima vagona na nosaču odbojnika i pneumatski se povezuje sa glavni vod GV cevima od 1". (Sl. 2.3) Ugrađena produvna slavina služi za isključenje detektora u slučaju neispravnosti istog.



Sl. 2. 3 Ugradnja Detektora iskliznuća

3. PARKIRNA KOČNICA ZA TERETNE VAGONE

3.1. Uvod

Blok cilindar regulatori tip BCRK 190 i BCRK 190/PS, su specijalno dizajnirani uređaji za ugradnju kod 4-osnih teretnih vagona za postolja tip TF25. To su specijalna postolja gde se kočne papuče mogu ugraditi samo sa unutrašnje strane postolja.

3.2. Način ugradnje BCR-a (Sl. 3.1)

Na svako postolje ugrađuje se po jedan servisvni (poz. 2) i jedan parkirni blok cilindar regulator (poz. 1), čime se dobija maksimalna efikasnost servisne i parkirne kočnice vagona. (Sl. 3.1)

Za pneumatsko povezivanje blokova u sistemu kočnica i njihovo upravljanje na vagonu ugrađuje se i dodatna pneumatska oprema i to:

-2 kom. Indikator parkirne kočnice (poz. 3)
-1 kom. Menjač parkirne kočnice (poz. 4)
-1 kom. Produvna slavina (poz. 5)
-1 kom. Prigušnica (poz. 6)

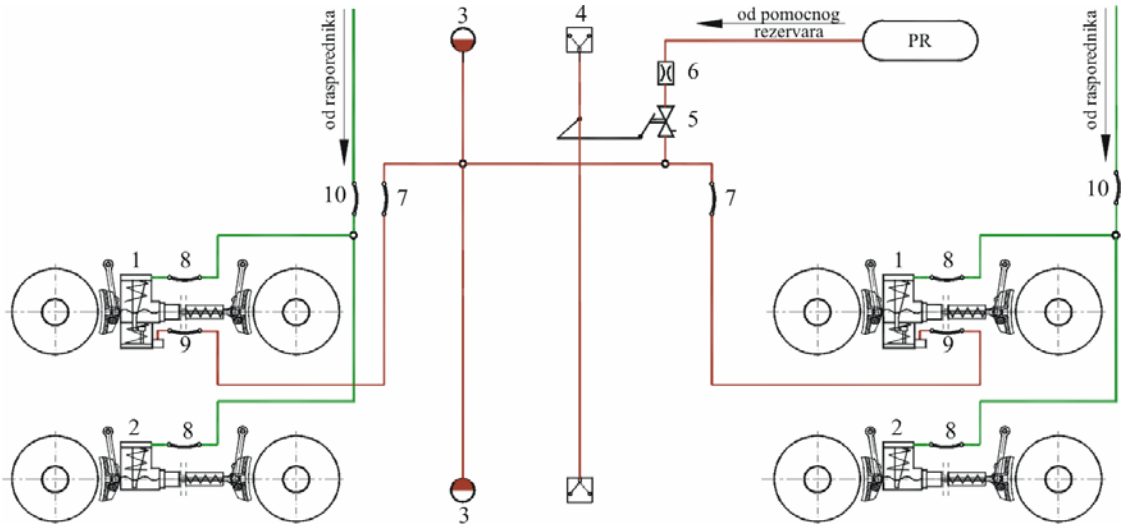
3.3. Opis rada blok cilindra regulatora

3.3.1. Servisna kočnica

Aktiviranje servisne kočnice vrši se dovođenjem komprimiranog vazduha u servisne kočne cilindre. Proizvedena kočna snaga u BCR-u pomoću specijalnog mehanizma koji je sastavni deo BCR-a, prenosi kočnu silu na nosače kočnih papuča ugrađene na unutrašnju stranu točkova.

Prednosti sistema sa servisnom kočnicom su sledeći:

- jednostavna konstrukcija
- stabilni položaj sistema u odnosu na dva točka (podjednaki zazor papuča na dva točka).
- izbegnuta mogućnost trenja papuča i točka za vreme vožnje.



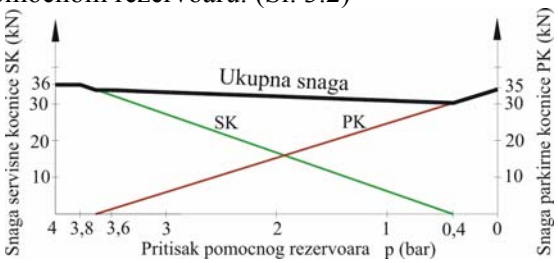
Sl. 3. 1 Pneumatska šema postolja TF 25 na 4-osni teretni vagon

3.3.2. Parkirna kočnica

Pomoću ugrađenih BCR-a 190/PS ostvaruje se parkirno (pritvrdno) kočenje vagona. Aktiviranje parkirne kočnice je "uslovno", t.j. potrebno je prethodno zavesti servisno da bi se ostvarilo parkirno kočenje. Moguća su dva načina upravljanja parkirnom kočnicom i to:

- **Automatsko dejstvo parkirne kočnice,** (ručica menjača poz. 4 u položaj $\frac{OFF}{auto\ ON}$)

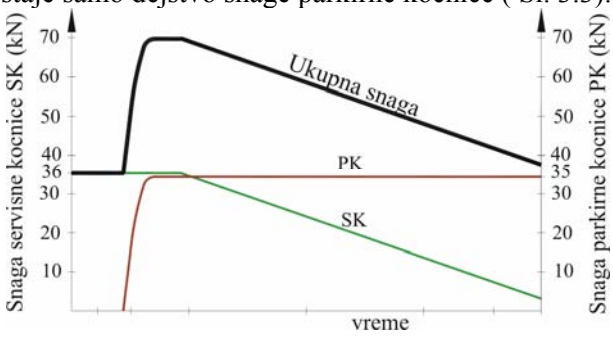
To podrazumeva aktiviranje parkirne kočnice usled nezaptivnosti kočnog sistema. Sa opadanjem pritisaka vazduha u pneumatskoj instalaciji a time i opadanjem snage servisne kočnice, započinje delovanje parkirne kočnice. Kada pritisak u pomoćnom rezervoaru padne ispod 3,8 bar započinje delovanje automatske parkirne kočnice. Maksimalna snaga parkirne kočnice postiže se pri 0 bar pritiska u pomoćnom rezervoaru. (Sl. 3.2)



Sl. 3.2 Dijagram sile parkirne kočnice automatskog dejstva

- **Komandovano dejstvo parkirne kočnice** (ručica menjača poz.4 u položaju ON)

U ovom slučaju pomoću produvne slavine (5) pritisak is parkirnog cilindra prazni se u atmosferu i u istom trenutku postiže se max. snaga parkirne kočnice superponiranjem snage servisne kočnice. Usled nezaptivnosti sistema snaga servisne kočnice opada ostaje samo dejstvo snage parkirne kočnice (Sl. 3.3).



Sl. 3.3 Dijagram sile parkirne kočnice komandovanog dejstva

Kao zaključak gore navedenog možemo konstatovati da ručica menjača parkirne kočnice (poz.4) u bilo koju poziciju obezbeđuje aktiviranje parkirne kočnice vagona:

Pozicija "ON"- momentalno aktiviranje parkirne kočnice (ostvareno superponiranje snage servisne i parkirne kočnice)

Pozicija " $\frac{OFF}{auto\ ON}$ " - automatsko aktiviranje parkirne kočnice usled pada pritiska u pomoćnom rezervoaru ispod 3,8 bar. (parkirna kočnica zamenjuje servisnu).

Otkočivanje parkirne kočnice može se postići sledećim putem:

- Automatski (ručica u položaju OFF)
  Pritisak u pomoćnom rezervaru veći od 4,0 bar.
- Ručno (ručica u položaju ON) otkočivanje može se postići povlačenjem ručice blok cilindra regulatora u slučaju opasnosti (kada je vagon bez pritiska u pomoćnom rezervoaru, a potrebno je kretanje vagona).

LITERATURA

[1] UIC 541-04
[2] UIC 541-08

NEW BRAKE DEVICES' DEVELOPMENT AND APPLICATION ON FREIGHT WAGONS

Aco POPOV
Filip HAĐINUREV
Violeta ŠARESKA
Bojan KOSTIĆ

Abstract – Manufacturing of new freight wagons with speed higher than 120 km/h, as well as axle loading higher than 25 t/axle, needs development and application of new brake devices in order to increase the reliability, safety and economy of freight wagons. On the other side, the application of new brake solution provides automatic brake direction and human factor removing within the direction process. MZT HEPOS by observing the development of new freight wagons, as well as new UIC regulations, has developed new brake devices for application and installment on new freight wagons. Subject of this work are the following devices: Brake force reduction valve RVKS, Derail detector DV-100 and Tread brake units BCRK-190 and BCRK-190/PS.

Key words – Brake force reduction valve, derail detector, parking brake

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

UTICAJ GRANIČNIH TEMPERATURA NA FUNKCIONALNOST NEKIH PNEUMATSKIH KOČNIH UREĐAJA

Marija VUKŠIĆ POPOVIĆ[1]
Dušan MIJUCA[2]
Katarina MOMČILOVIĆ[3]

Rezime *– U dugogodišnjoj primeni kočnih uređaja uočen je uticaj ekstremnih temperatura na funkcionalnost pneumatskih uređaja u sistemu kočnice. Tako, na niskim temperaturama može doći do promene karakteristika gumenih delova, kondenzovanja i stvaranja leda ili stišnjavanja ulja za podmazivanje pokretnih delova kočnih uređaja. Sve ovo uzrokuje lošu zaptivenost kočnih uređaja i smanjenu pokretljivost ventila, klipova i membrana, a u krajnjem slučaju dovodi do inertnosti uređaja, gubitka funkcionalnih karakteristika, pa i do otkaza. Kroz procese verifikacionih ispitivanja brojnih kočnih uređaja potvrđen je uticaj niskih temperatura na promenu karakterističnih vrednosti kočnih uređaja, kao što su maksimalan pritisak, vremena pražnjenja i punjenja instalacije, osetljivosti itd. Cilj ovog rada je da se na osnovu rezultata laboratorijskih ispitivanja sprovedenih od strane Instituta "Kirilo Savić" utvrdi priroda uticaja graničnih temperatura na funkcionalnost kočnih uređaja i odredi kvantitet ovog uticaja. U radu je takođe, razmatran uticaj promene funkcionalnih karakteristika kočnih uređaja na ukupnu funkcionalnost sistema kočnice.*

Ključne reči – kočnica, pneumatika, niske temperature, funkcionalnost

1. UVOD

Provera kvaliteta u cilju odobrenja serijske proizvodnje nekog uređaja na JŽ vrši se kroz postupak homologacije [1], na osnovu zadovoljavajućih rezultata tipskih ispitivanja (laboratorijskih i eksploatacionih), čime se proveravaju karakteristike proizvoda u odnosu na tehničku dokumentaciju i proverava pouzdanost proizvoda u eksploataciji.

Predmet ispitivanja i analize u radu su pneumatski uređaji: direktni kočnik, regulatori pritiska, prenosači pritiska, ispusni ventil kočnice u slučaju opasnosti, kočni cilindri i ostali uređaji (ugibni ventili, nepovratni ventili itd.) ugrađeni u sisteme kočnica železničkih vozila, uglavnom proizvodnje PPT „Kočna tehnika“ iz Trstenika.

Cilj ispitivanja je utvrđivanje zavisnosti funkcionalnih karakteristika pneumatskih kočnih uređaja od promena temperature u dijapazonu od +80°C do -40°C. Značajnija odstupanja se očekuju, pre svega, na niskim temperaturama (ispod 0°C), kao što se pokazalo u dugogodišnjoj eksploataciji i brojnim ispitivanjima.

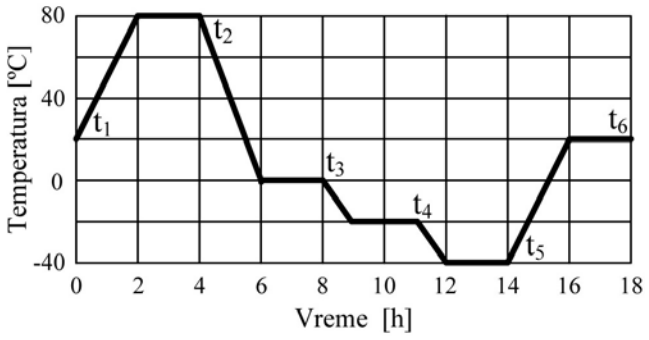
2. OBIM I NAČIN ISPITIVANJA

Pre ispitivanje funkcionalnosti svih navedenih uređaja u klima komori, laboratorijska ispitivanja su obuhvatila, pored ostalog, i ispitivanje na vek trajanja koji je, zavisno od uređaja, iznosio od 10000 ciklusa do 20000 ciklusa.

Ispitivanja navedenih uređaja vršena su u fabrici PPT "Kočna tehnika", u klima komori proizvodnje Herhus Vötsch, sa temperaturnim opsegom od -40°C do +100°C u periodu od 1994. do 2004. godine.

Prva ispitivanja svakog uređaja izvršena su pre uključenja komore, na temperaturi okoline (približno 20°C). Uređaji su ispitivani na željenim temperaturama (+80°C, 0°C, -20°C i -40°C), a vremena označena sa t_1 do t_6 (slika 1) predstavljaju trenutke u kojima su obavljena merenja. Pri merenju na propisanim temperaturama, uređaj postavljen u klima komoru se dovodi na željenu temperaturu i održava na njoj 2h, kako bi se izjednačila temperatura komore i uređaja koji se ispituje, dela pneumatske instalacije koji je u komori i vazduha u njoj.

[1] Marija Vukšić Popović mr, Institut "Kirilo Savić" A.D., Vojvode Stepe 51, Beograd, vumarija@eunet.yu
[2] Dušan Mijuca, dipl. maš. inž., Institut "Kirilo Savić" A.D., Vojvode Stepe 51, Beograd, dmijuca@eunet.yu
[3] Katarina Momčilović, dipl. maš. inž., Institut "Kirilo Savić" A.D., Vojvode Stepe 51, Beograd, iks1100@yahoo.com

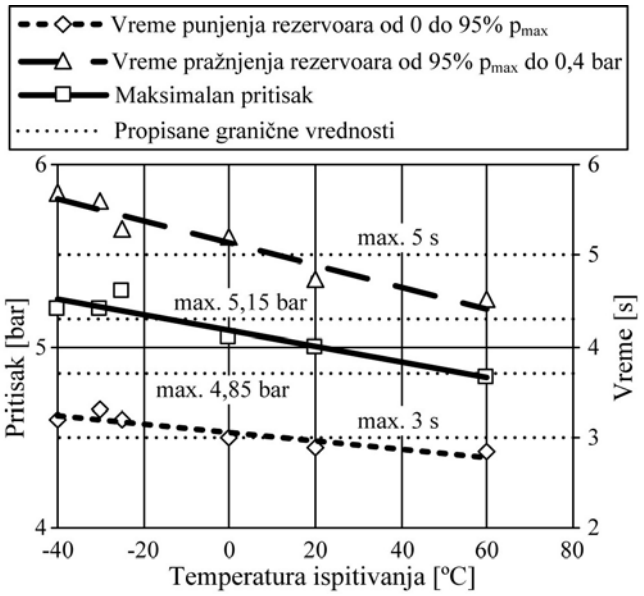


Slika 1. Promena temperature u klima komori

3. UTICAJ TEMPERATURE NA FUNKCIONALNOST PNEUMATSKIH KOČNIH UREĐAJA

3.1. Kočnik direktne kočnice

Rezultati ispitivanja kočnika direktne kočnice tipa DK-01 (slika 2), pokazuju nešto veće vrednosti maksimalnog pritiska (~4%), vremena punjenja (~11%) i pražnjenja rezervoara (~20%) na niskim temperaturama (-40ºC), u odnosu na referentnu temperaturu +20ºC, odnosno manje vrednosti navedenih karakteristika sa porastom temperature na +60°C. Druge karakteristike kočnika tipa DK-01 ne pokazuju jasnu zavisnost od promene temperature ili imaju veće vrednosti pritiska pri višim temperaturama [2], kao npr. pritisak dopunjavanja rezervoara u položaju otkočivanja (36%).



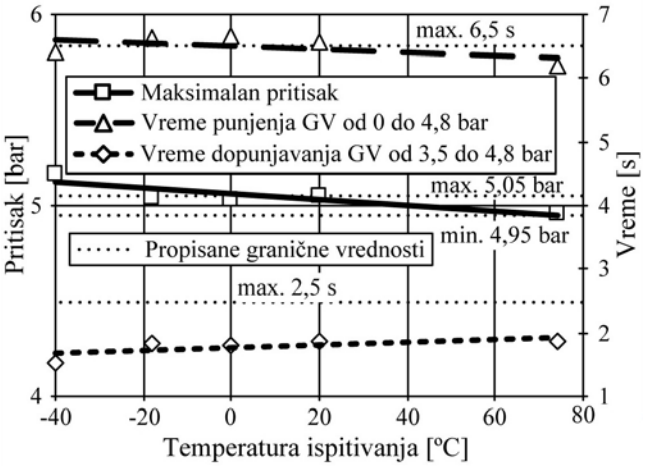
Slika 2. Karakteristike kočnika direktne kočnice tipa DK-01 u funkciji temperature

Navedene promene ukazuju na pojavu inertnosti kočnika tipa DK-01 pri niskim temperaturama, što znači da se na temperaturi -40ºC funkcionalnost kočnika DK-01 može smanjiti i preko 20%. Prekoračenja maksimalnih dozvoljenih granica, već pri padu temperature ispod 0°C, treba posmatrati imajući u vidu da se kočnik nalazi u upravljačnici vučnog vozila u kojoj temperature ne dostižu ekstremne uslove.

3.2. Regulatori pritiska

Rezultati ispitivanja regulatora pritiska RV-RELV (slika 3) ne pokazuju značajnu, ni jasnu zavisnost karakteristika od temperature. Tako vrednost maksimalnog pritiska i vreme punjenja glavnog vazdušnog voda (GV) blago raste sa padom temperature, dok vreme dopunjavanja GV pada. Vrednosti karakteristika regulatora pritiska tipa RV-RELV ne odstupaju znatno od prosečnih [2] ni pri najvišim (+80°C), ni najnižim temperaturama (-40°C). Vrednost maksimalnog pritiska odstupa pri najnižim temperaturama (-40°C) van dozvoljenih granica za samo 2% od maksimalne propisane vrednosti.

Zbog svoje specifične funkcije i položaja (nalazi se u upravljačnici, ispred kočnika i smanjuje pritisak iz napojnog voda na 5 bar) nije verovatno da će regulator pritiska tipa RV-RELV morati da funkcioniše na ekstremno niskim temperaturama od -40ºC.



Slika 3. Karakteristike regulatora pritiska tipa RV-RELV u funkciji temperature

3.3. Prenosači pritiska

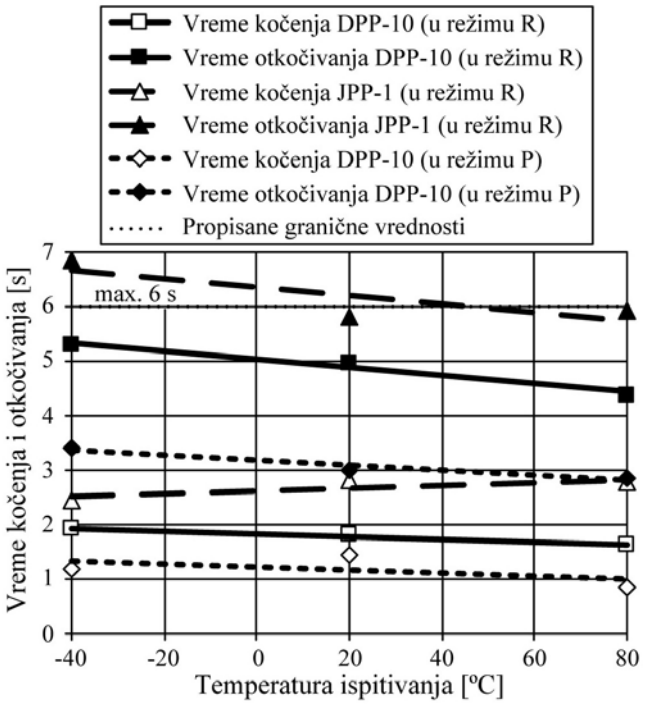
Dvostepeni prenosač pritiska tip DPP-10 u odnosu na jednostepeni prenosač pritiska tip JPP-1 ima dodatnu funkciju, koja omogućava uređaju automatsko uspostavljanje višeg stepena kočenja, u zavisnosti od brzine, kod R kočnica, a pri istoj vrednosti ulaznog pritiska.

Vreme otkočivanja preko prenosača pritiska je duže i do 17% (slika 4), na niskim temperaturama (-40ºC) i za prenosač pritiska tip JPP-1 prelazi maksimalnu dozvoljenu granicu vremena otkočivanja od 6 s za 14%. Nasuprot tome vreme kočenja prenosača pritiska ne pokazuje jednoznačnu zavisnost pri niskim temperaturama. Ovo je moguće objasniti činjenicom da su rezultati dobijeni ispitivanjem

potpuno novih uređaja, koji pre ispitivanja u klima komori nisu ispitivani na vek.

Ostale karakteristike, kao što je osetljivost pri kočenju i otkočivanju ne pokazaju značajnu razliku sa promenom temperature [2]. Takođe, postepeno kočenje i postepeno otkočivanje ne pokazuju veliko odstupanje za maksimalne (+80ºC) i minimalne (-40ºC) temperature.

Na osnovu rezultata ispitivanja ne može se odrediti jednoznačan uticaj ekstremnih temperatura na rad prenosača pritiska tipa JPP-1 i DPP-10 u celini, ali porast vremena kočenja i otkočivanja sa smanjenjem temperature ukazuje na inertnost uređaja na niskim temperaturama, što je očekivano obzirom na njegovo konstruktivno rešenje.

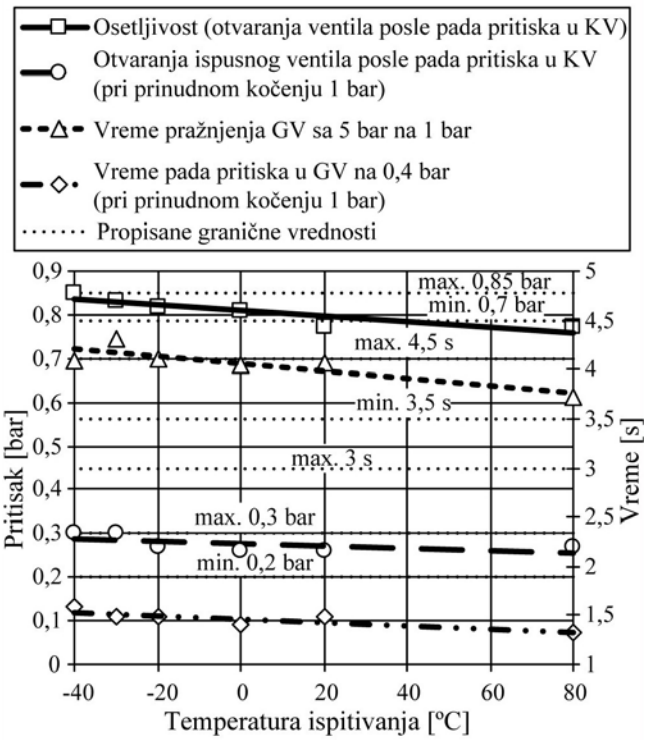


Slika 4. Karakteristike prenosača pritiska JPP-1 i DPP-10 u funkciji temperature

3.4. Ispusni ventil kočnice u slučaju opasnosti

Ispusni ventil kočnice u slučaju opasnosti tipa V-KSO-1 pokazuje, uz prihvatljiva odstupanja, po svim tačkama protokola jasnu zavisnost (slika 5) porasta vrednosti karakteristika sa smanjenjem temperature [2]. Tako osetljivost i vrednosti pritiska, kao i sva vremena pražnjenja, otvaranja i zatvaranja, imaju najveće vrednosti za najniže temperature (-40ºC) mada ne prelaze propisane granične vrednosti.

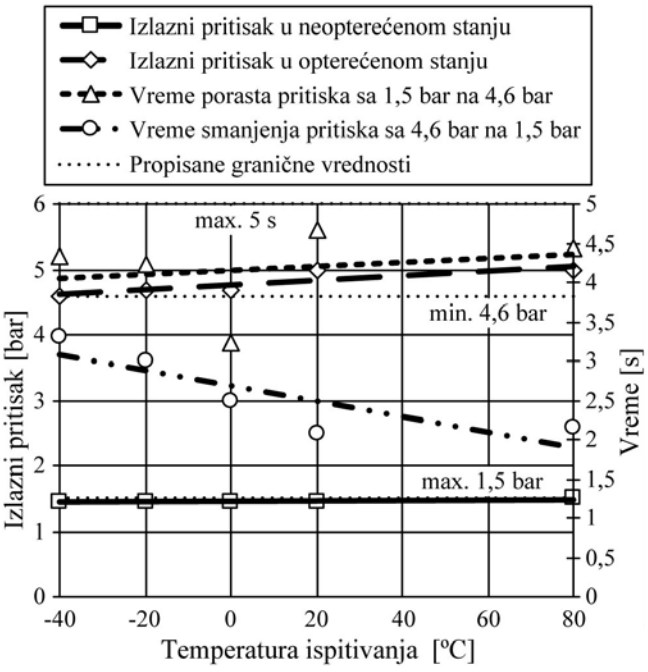
Ove promene ukazuju na pojavu inertnosti ispusnog ventila kočnice u slučaju opasnosti tipa V-KSO-1, koja se pri niskim temperaturama (-40ºC) kreće od 10 ÷ 15%, pri čemu ostaje u propisanim granicama.



Slika 5. Karakteristike ispusnog ventila V-KSO-1 u funkciji temperature

3.5. Merni ugibni ventil

Merni ugibni ventil tipa MUV-1 za registrovanje ugiba kola (kod kojih postoje značajne razlike između mase praznih i natovarenih kola) pokazuje blago smanjenje izlaznog pritiska u neopterećenom i opterećenom stanju (~8%), kao i vremena porasta pritiska [2], na niskim temperaturama (-40ºC), u odnosu na referentnu temperaturu +20ºC.



Slika 6. Karakteristike mernog ugibnog ventila MUV-1 u funkciji temperature

Sa druge strane, vreme pada pritiska sa 4,6 bar na 1,5 bar pokazuje znatan porast (~60%) na niskim temperaturama.

Na osnovu rezultata ispitivanja mernog ugibnog ventila tipa MUV-1 uticaj ekstremnih temperatura vidljiv je samo u slučaju ove karakteristike koja ne utiče na funkcionalnu ispravnost uređaja u celini.

3.6. Kočni cilindar

Pri ispitivanju kočnih cilindara od 10", 12" i 16" [2], proizvodnje PPT - "Kočna tehnika", funkcionalnost i zaptivenost je bila zadovoljavajuća do temperature -20ºC, dok je na temperaturama do -40ºC bilo uočljivo usporenje, od najviše 2 s, pri pokretanju iz krajnjih položaja, iako je kretanje klipa u hodu napred i nazad bilo ujednačeno bez zastajkivanja i podrhtavanja. Zaptivenost je i na niskim temperaturama (-40ºC) bila zadovoljavajuća.

Sporije pokretanje klipa iz krajnjih položaja na temperaturama od -20ºC do -40ºC je posledica težeg savlađivanja početnog otpora zbog stinjavanja maziva. Koliko su ovakve pojave posledica promene karakteristika gumenih elemenata, pokazuje, pored poznate promene karakteristika gume u funkciji temperature, i podatak sa ispitivanja gumenih manžetni za kočne cilindre [2] gde se tvrdoća gume menjala od 77 SHA na temperaturi +60ºC, preko 80 SHA na +20ºC, do 92 SHA na -40ºC.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata funkcionalnih ispitivanja u klima komori, pojedinih kočnih uređaja, može se pouzdano tvrditi da svi uređaji mogu da funkcionišu u granicama propisanih protokolom do temperature -40ºC, sa malim odstupanjem od pojedinih propisanih veličina. Karakteristične veličine kao što su maksimalan pritisak, vreme kočenja i vreme otkočivanja (ili njima adekvatne veličine) za većinu pneumatskih uređaja pokazuju porast vrednosti pri smanjenju temperature. Na niskim temperaturama (-40ºC), kod svih ispitivanih uređaja javlja se inertnost, pa se funkcionalnosti uređaja može smanjiti i preko 10% .

Sa navedenim odstupanjima u karakteristikama pneumatskih kočnih uređaja, na niskim temperaturama, mora se računati pri konstrukciji i eksploataciji uređaja. Ukupna funkcionalnost sistema kočnice, na niskim temperaturama, mora se održati u propisanim granicama, bez obzira na promenu karakteristika pneumatskih uređaja sa smanjenjem temperature.

LITERATURA

[1] Uputstvo 201/1 o postupku verifikacije proizvođača i proveri podobnosti u oblasti voznih sredstava, ZJŽ, 2002, ŽELNID, Beograd

[2] Izveštaji o rezultatima laboratorijskih ispitivanja pneumatskih kočnih uređaja proizvodnje PPT „Kočna tehnika“ Trstenik, interna dokumentacija Institut „Kirilo Savić“, Beograd, 1994. ÷ 2004.

BOUNDARY TEMPERATURE INFLUENCE ON WORK OF SOME PNEUMATIC BRAKE DEVICES

Marija VUKŠIĆ POPOVIĆ
Dušan MIJUCA
Katarina MOMČILOVIĆ

Abstract – In long standing brake devices service the influence of extreme temperature is noticed on correct work of pneumatic devices in brake system. Low temperature can change rubber parts characteristic, condense and make ice or coagulate lubricate oil for moving parts of brake devices. That cause bed tightness of brake devices and decrease mobility of valves, piston and membrane, and as a final result bring to inertia of devices, loss of work characteristics, and even to device fault. Throw verification tests phase of numbered brake devices it is approved low temperature influence on change of characteristic values of brake devices, like maximal pressure, time of discharging and charging pipes, sensivity etc. The main goal of this paper is that on the base of laboratory test results made by Institute "Kirilo Savić", confirm nature of boundary temperature influence on work of brake devices and determined quantity of this influence. In this paper is also considered influence of brake devices work characteristic change on work of whole brake system.

Key words – brake, pneumatic, low temperature, function

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

PLM PRISTUP KOD RAZVOJA PROIZVODA U ŽELEZNICI

Vojislav MILTENOVIĆ [1]
Milan BANIĆ[2]

Rezime *– Karakteristike svetskog tržišta u današnjim uslovima su dominacija zahteva kupaca i globalizacija tržišta, što ima za posledicu višestruko povećanje konkurencije. Tradicionalna tržišta preduzeća u oblasti železnice su u padu pa više nije problem proizvesti proizvod već ga prodati. Da bi preduzeća opstala na tržištu u takvim uslovima nameću se imperativi skraćenja vremena razvoja proizvoda, poboljšanje kvaliteta proizvoda uz istovremeno smanjenje cene proizvoda. Rešenje je u sistemskom prilazu razvoju proizvoda u oblasti železnice, što je i tema ovog rada.*

Ključne reči – PLM, integralni razvoj proizvoda, železnica

1. UVOD

Osnovni preduslov razvoja svakog preduzeća je da zadrži postojeće tržište i eventualno ga proširi. Da bi se to uspelo neophodno je odgovarati zahtevima tržišta u dužem nizu godina. Pri tome, tržište nameće sve složenije zahteve u pogledu produktivnosti, kvaliteta i brzine osvajanja novih proizvoda. Zahtevi koje mora da ispuni proizvodnja pretrpeli su znatne promene tokom vremena. Prvobitno su ti zahtevi bili relativno skromni, ali su vremenom postali sve brojniji i stroži. Pored zahteva vezanih za produktivnost, kvalitet, fleksibilnost i odgovarajuću brzinu proizvodnje u savremenim uslovima dodat je i faktor inovacije. Tako se dolazi do pojma "inovacione proizvodnje", koji podrazumeva da u oštroj tržišnoj konkurenciji proizvođač mora uvek da nalazi nova konstrukciona rešenja. Da bi se tome odgovorilo neophodno je znanje, učenje, što dovodi do spremnosti za inovacije, nova ekonomična tehnička rešenja, i spremnost za ispunjenje individualnih zahteva kupaca u oštroj tržišnoj konkurenciji.

2. USLOVI NA SVETSKOM TRŽIŠTU

Situaciju na svetskom tržištu u današnjim uslovima karakterišu dve važne tendencije: dominacija zahteva kupaca i globalizacija tržišta.

Dominacija zahteva kupaca podrazumeva da savremeni proizvodi ispune očekivanja i zahteve kupaca, što nameće diferenciranje proizvoda i njihovu stalnu inovaciju. Tradicionalno, preduzeća u oblasti železnice posvećuju malo vremena razumevanju zahteva kupaca. Uspešna preduzeća u ovoj oblasti su način poslovanja izgradile oko koncepta proaktivnog ispunjenja želja kupaca zbog izražene individualnosti njihovih zahteva.

Globalizacija tržišta povećava konkurenciju, tako da je vrlo važno veoma brzo sa različitim kvalitetnim proizvodima izaći na tržište. Pred kakvim se zahtevima nalazi savremena proizvodnja najbolje pokazuje analiza promena u preduzećima, nastala u periodu 1990 do 2000. godine. Vreme isporuke proizvoda skraćeno je za 60%, zahtevi u pogledu kvaliteta i funkcionalnosti proizvoda uvećani su za 50%, uz istovremeno uvećanje konkurencije na tržištu (za oko 50%), što je kod pojedinih proizvoda dovelo do drastičnog smanjenja cena proizvoda. Životni ciklus proizvoda smanjen je u ovom periodu za oko 20%.

Ovo ima za posledicu da se razvoj kompleksnih proizvoda visokog kvaliteta obavlja u kratkom vremenu i lansira na veoma konkurentnom tržištu.

Pored smanjenja radnog veka proizvoda na skraćenje vremena razvoja proizvoda utiču i ostali faktori, kao što su:

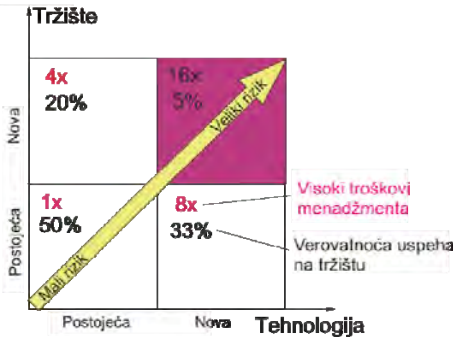
- porast međunarodne konkurencije zbog tendencije globalne liberalizacije
- diferencijacija tržišta na specifične oblasti gde se zahtevi kupaca brzo menjaju
- ubrzanje tehničkog napretka izraženog kroz veoma široke tehničke mogućnosti za ispunjenje zahteva kupaca
- uvećanje troškova inovacije.

Iskustva proizvođača potvrđuju napred navedene uticajne faktore. Na primer, ako troškovi razvoja

[1] Prof. dr Vojislav Miltenović, Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, vojamiltenovic@yahoo.com
[2] dipl. inž. Milan Banić, stipendista MNTR, Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, banicmilan@hotmail.com

proizvoda budu povećani za 50%, opada dobit za 3,5%. Ako se povećaju troškovi proizvodnje za 9%, opada dobit za 22%. Zakašnjenje od 6 meseci pojave na tržištu sa novim proizvodom umanjuje dobit za 33%. Dakle, nameće se zaključak da vreme razvoja proizvoda ima presudni uticaj na dobit, odnosno gubitak tržišta. Potencijalne mogućnosti smanjenja cene proizvoda efikasnijom nabavkom, organizacijom, izradom, montažom i servisom iznose 5 do 20%, dok potencijalne mogućnosti smanjenja cena vezane za razvoj proizvoda iznose 30 - 50%.

Povećani zahtevi u pogledu kvaliteta proizvoda, vezani pre svega za njegove najvažnije karakteristike, dovode do toga da je razvoj i uvođenje na tržište uspešnih proizvoda veoma teško i nosi sa sobom određeni rizik. Verovatnoća uspeha (sl.1) zavisi i od prisustva preduzeća na tržištu u dužem vremenskom periodu, da li se radi o postojećem tržištu ili se želi osvajanje novog tržišta, od primenjene tehnologije, itd.

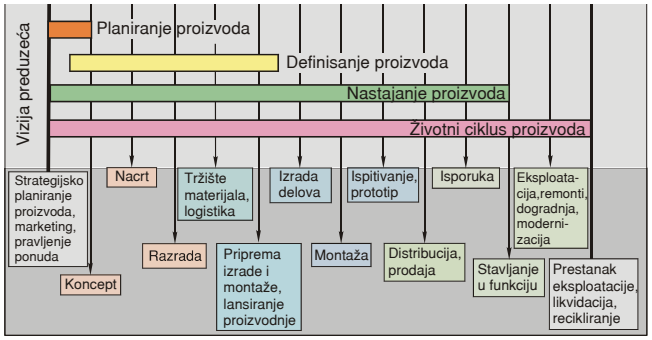


Sl.1. Uspeh i rizik proizvoda na tržištu

Cilj razvoja proizvoda je dakle dugoročni opstanak preduzeća na tržištu kroz poboljšanje kvaliteta proizvoda, ispunjenje očekivanja kupaca i uvećanje sopstvene konkurentne sposobnosti.

3. ŽIVOTNI CIKLUS PROIZVODA

Svaki proizvod, pa i proizvod u oblasti železnica, ima svoj životni ciklus, koji se može rasčlaniti na sledeće faze prikazane na slici 2.



Sl.2. Životni ciklus proizvoda

Prelaz između pojedinih faza je kontinualan. Sve faze do koncepta često se opisuju kao planiranje proizvoda. Faze od koncepta do razvoja proizvodnje predstavljaju definisanje proizvoda. Nastajanje proizvoda obuhvata sve faze do stavljanja proizvoda u funkciju.

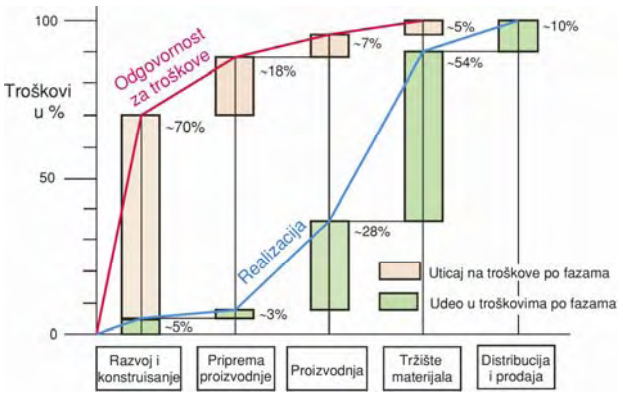
Jedna od bitnih karakteristika većine proizvoda u oblasti železnica je njihov dug životni ciklus. U voznom parku Železnica Srbije lokomotive u saobraćaju su starosti preko 40 godina, dok je uobičajeni životni vek putničkih kola oko 30 godina.

4. MESTO I ULOGA RAZVOJA PROIZVODA U PREDUZEĆU

Pod proizvodom se podrazumeva svaki veštački sagrađeni objekat, koji služi određenom cilju. Tu se ubraja sve od jednostavnih mašinskih elemenata preko softvera, električnih uređaja i komponenata do kompleksnih i visoko kompleksnih mašina i uređaja, kao što su železnička vozila koja nekad sadrže preko 5000 komponenti. Metodika razvoja proizvoda sadrži opšte važeće postupke za razvoj proizvoda i njegovih komponenti.

Iako pojedinci proces razvoja proizvoda poistovećuju sa projektovanjem, efikasan razvoj proizvoda zahteva angažovanje učesnika iz markeringa, projektovanja, nabavke, proizvodnje, prodaje, eksploatacije i održavanja. Zahtevi tržišta i orjentacija na zadovoljstvo kupaca doveli su do njihovog direktnog uključivanja u proces razvoja proizvoda što je imalo za posledicu da se razvoj proizvoda sa nivoa projektnog odeljenja preseli na nivo cele kompanije.

Interni razvoj proizvoda u preduzećima ne sme biti ograničen samo na razvoj pojedinih proizvoda. Mnogo veći efekat se postiže ako se sa jedne strane koriste postojeća iskustva kod razvoja sličnih proizvoda, a sa druge strane istovremeno teku slični projekti odnosno čitav spektar proizvoda se istovremeno razvija.



Sl.3. Uticaj i udeo pojedinih faza na ukupne troškove (cenu) proizvoda

Pokazuje se takođe da za razvoj proizvoda važnu ulogu imaju karakteristike proizvoda i njihovo tačno definisanje u toku procesa razvoja proizvoda. Proces razvoja i konstruisanja definiše 70% troškova proizvoda, a sam proces razvoja i konstruisanja

ugrađen je u cenu proizvoda sa 5%. Priprema proizvodnje učestvuje u ceni koštanja sa oko 3%, proizvodnja sa oko 28%, materijal sa oko 54%, a distribucija proizvoda sa 10% (sl.3).

5. EFIKASNOST PRIMENE INTEGRALNOG RAZVOJA PROIZVODA PUTEM PLM PRISTUPA

Kvalitetni, visokovredni proizvod po prihvatljivoj ceni moguće je ponuditi tržištu samo uz integralni razvoj i menadžment životnim ciklusom proizvoda.

Integralni razvoj proizvoda polazi od strategije preduzeća za objedinjavanje svih važnijih funkcija u preduzeću. Važna prednost integralnog razvoja proizvoda leži u njegovoj efikasnosti i efektivnosti. Tako na primer uspešna preduzeća troše 4,4% od ostvarenih bruto sredstava na razvoj i istraživanje, dok kod manje uspešnih preduzeća taj procenat iznosi 6 do 8%. Ova ušteda ne odražava se na vreme razvoja proizvoda i njegov kvalitet. Primenom integralnog razvoja proizvoda kod proizvodjača mašina i komponenata moguće je smanjiti cenu proizvoda za 35%, vreme razvoja proizvoda (od početka razvoja do uvodjenja proizvoda na tržište) za 50 do 80%, a troškove za obezbedjenje kvaliteta za 30%.

Od početka 80-tih godina postoji stalni porast primene CA-sistema u procesu razvoja i izrade proizvoda. Početkom ovog veka na tržištu su se pojavili softverski paketi koji objedinjuju ranije prisutne CA-alate u sisteme za razvoj i menadžment životnim ciklusom proizvoda (PLM). Ovim alatima se definiše pojam digitalnog proizvoda kao računarskog modela realnog proizvoda.

Sl.4. Lanac vrednosti digitalnog proizvoda

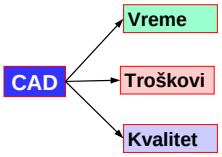
PLM je neophodna infrakstruktura u preduzeću za uspešno integrisanje i poboljšanje procesa razvoja proizvoda. PLM opisuje iscrpan okvir tehnologija i usluga koje omogućuju preduzećima i njihovim partnerima i kupcima da u saradnji koncipiraju, projektuju, proizvedu i upravljaju proizvodima preko njihovog celog životnog ciklusa. Ovi sistemi predstavljaju osnovni način poboljšanja razvojnih procesa u preduzeću.

Primena PLM sistema omogućuje preduzećima da konsoliduju i upravljaju svim projektima i informacijama bitnim za razvoj proizvoda bilo da su oni vezani za vozila ili pak infrakstrukturu. Sistem omogućava zajednički rad svih organizacionih jedinica preko celog životnog ciklusa proizvoda u cilju ispunjenja jedinstvenih zahteva svakog kupca.

Sl. 5 Integralni sistem za razvoj proizvoda putem PLM pristupa

Primenom PLM- sistema postiže se:

- povećanje produktivnosti,
- smanjenje vremena razvoja proizvoda,
- smanjenje troškova razvoja proizvoda,
- povećanje kvaliteta i sigurnosti proizvoda,
- povećanje fleksibilnosti proizvodnje,
- sprovođenje mera racionalizacije,
- uvećanje inovacione spremnosti,
- proširenje asortimana proizvoda.



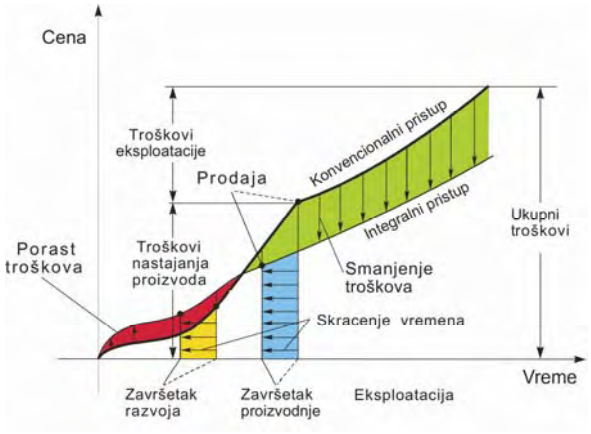
Smanjenje

⇨	*Vreme razvoja proizvoda*	*=> 30%*
⇨	*Vreme projektovanja*	*=> do 50%*
⇨	*Vreme izrade*	*=> do 50%*
⇨	*Vreme podešavanja konstrukcije*	*=> 33-67%*
⇨	*Vreme razvoja varijantnih konstrukcionih rešenja*	*=> 33-90%*
⇨	*Vreme do prototipa*	*=> 80%*
⇨	*Kompleksni proračuni*	*=> 75%*
⇨	*Škarta*	*=> 20 -30%*

Sl. 5. Efekti primene PLM sistema u razvoju proizvoda

Efekti primene PLM sistema u razvoju proizvoda vezani su pre svega za smanjenje vremena i troškova i uvećanje kvaliteta. Prema podacima MATISA

Matériel Industriel SA troškovi projektovanja smanjeni su za 42% primenom PLM sistema. Za neke od aktivnosti u procesu razvoja proizvoda ovi efekti prikazani su na slici 5.



Sl.6. Uporedni prikaz troškova kod konvencionalnog i integralnog pristupa razvoju proizvoda putem PLM

Najveći efekat u pogledu uspeha proizvoda postiže se njegovim blagovremenim plasmanom na tržištu. U tom smislu integralni pristup razvoju proizvoda putem PLM ima znatne prednosti u odnosu na konvencionalni pristup (sl.6). U fazi razvoja troškovi su znatno veći kod integralnog pristupa razvoju proizvoda u odnosu na konvencionalni pristup, Međutim kod integralnog pristupa znatno je smanjeno vreme razvoja proizvoda a samim tim i vreme završetka proizvodnje odnosno proizvod se znatno ranije pojavljuje na tržište. Pored toga na ovaj način dobijeni proizvodi su znatno kvalitetniji, pouzdaniji i sofisticiraniji pa su i troškovi eksploatacije manji.

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu napred izloženog može se zaključiti sledeće:

1. Posledica globalizacije tržišta je višestruko povećanje konkurencije. Da bi preduzeća opstala na tržištu u takvim uslovima nameću se imperativi skraćenja vremena razvoja proizvoda, poboljšanje kvaliteta proizvoda uz istovremeno smanjenje cene proizvoda. Rešenje je u nalaženju i primeni globalne strategije razvoja proizvoda.
2. Jedna od globalnih strategija razvoja, koja u primeni daje dobre rezultate, je integralni razvoj proizvoda.
3. Integralni razvoj proizvoda, kao humano orijentisani pristup za optimizaciju procesa razvoja proizvoda, igra odlučujuću ulogu u plasmanu novih proizvoda i usluga na globalnom svetskom tržištu.
4. Primenom integralnog pristupa razvoja proizvoda na železnici modernizuje se model poslovanja, što omogućava rast preduzeća, nastajanje inovativnih proizvoda i povećanje tržišnog udela. Efikasnost primene ove strategije zasniva se pre svega na simultanom vođenju faza u procesu razvoja proizvoda, primeni integralnog organizacionog modela, kao i na primeni sveobuhvatne i forsirane kompjuterske podrške putem PLM pristupa svih aktivnosti u razvoju proizvoda.

LITERATURA

[1] Miltenović, V.: Razvoj proizvoda - stanje i tendencije. Naučno-stručni skup IRMES ‘98, 10. - 11. septembar 1998., Beograd,
[2] Miltenović, V.: Integralni razvoj proizvoda. Naučno - stručni skup "Istraživanje i razvoj mašinskih elemenata i sistema" - IRMES’2000. Zbornik radova. Septembar 2000., Kotor
[3] Miltenović, V.: Razvoj proizvoda u funkciji opstanka preduzeća na tržištu. Međunarodni naučno-stručni skup "Istraživanje i razvoj mašinskih elemenata i sistema" JAHORINA - IRMES’2002, Zbornik radova, 19. - 20. septembar 2002., Srpsko Sarajevo - Jahorina.
[4] Ehrlenspiel,K.: Integrierte Produktentwicklung. C.Hanser Verlag. Munchen, 1995.
[5] VDI – Richtlinie 2221: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Produkte. Dusseldorf: VDI-Verlag 1993.
[6] Pahl, G., Beitz, W.: Konstruktionslehre – Methoden und Andwendung, Berlin, Springer, 1997.
[7] PTC product development system: Product Lifecycle Management for Manufacturing Companies, 2003.
[8] Think3: MATISA brochure, 2005.

PLM CONCEPT IN PRODUCT DEVELOPMENT FOR RAILWAY

Vojislav MILTENOVIĆ
Milan BANIĆ

***Abstract:** In now days terms characteristics of world market are customer demands domination and market globalisation, which has for its resalt multiply increment of competition. The traditional railway markets are in decline so it's not problem anymore to produce product, its problem to sell it. In the mind of surviving on market enterprises must reduce period of time period for product development, increase product quality and reduce cost of product in same time. Topic of this paper is finding solution and implementing of systems approach to product development in railway and business advancement.*

Key words – PLM, integrated product development, railway

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

PARAMETARSKO MODELIRANJE MAŠINSKIH DELOVA KOJI SE PRIMENJUJU U KONSTRUKCIJAMA PRENOSNIKA SNAGE KOD ŽELEZNIČKIH VOZILA

Predrag ŽIVKOVIĆ[1]

***Rezime**: Parametarsko modeliranje zasniva se na pogodnostima za primenu nekih programskih paketa za **3D** - prezentaciju, korišćenjem internih programskih jezika. Uspostavljanjem međusobne zavisnosti preko nekoliko veličina koje predstavljaju parametre. U radu su modelirani izabrani mašinski delovi koji se primenjuju kod konstrukcija prenosnika snage. Modeliranje je automatizovano, veoma brzo uz korišćenje mogućnosti računara i u pogledu brzine formiranja oblika, i čuvanje razrađenog oblika u vidu programa koji je ponovljiv. Značajno je što omogućuje varijaciju parametara, time se varira oblik i sve dimenzije mašinskog dela i što svojim prednostima dolazi do punog izražaja ako je broj parametara mašinskog dela mali, što su česti slučajevi primene takvih mašinskih delova u konstrukcijama prenosnika snage kod vozila železničkog saobraćaja.*

Ključne reči – nosač satelita, železnička vozila

1. UVOD

Modeliranje geometrije izabranih mašinskih elemenata koji se primenjuju kod konstrukcija prenosnika snage železničkih vozila, predstavlja fazu u kojoj se definišu oblik i dimenzije modela i sve sastavne komponente koje su potrebne za izvođenje proračuna i analize. Modeliranje geometrije izvršeno je programskim softverom za **3D** - prezentaciju, korišćenjem programskog jezika. Oblici mašinskih elemenata mogu se izraziti u parametarskoj formi, da postupak automatizovanog modeliranja oblika predstavlja, parametarsko modeliranje. Parametarsko modeliranje zasniva se na pogodnostima nekih programskih paketa za **3D** - prezentaciju. Korišćenjem internih jezika je moguća varijacija geometrije i mogućnost da se između dimenzija jednog mašinskog dela uspostave međusobne zavisnosti , tj. da se izraze preko nekoliko veličina koje predstavljaju parametre. U skladu, s tim, u okviru ovog rada razrađeno je automatsko modeliranje geometrije nosača satelita, kao elementa već postojećeg oblika, i oblika mašinskog dela koji se ponavlja kod konstrukcija prenosnika snage železničkih vozila.

2. PROCES ODVIJANJA PARAMETARSKOG MODELIRANJA

S obzirom da postoji veliki broj konstruktivnih rešenja i izvođenja prenosnika snage kod železničkih vozila, sa raznovrsnim elementima koji čine strukturu prenosnika, razvijeni su programi za parametarsko (automatsko) modeliranje za nekoliko izabranih karakterističnih oblika nosača satelita, kao pratećih sastavnih elemenata prenosnika snage. Napisani su programi za parametarsko modeliranje. Pritom se vodilo računa o mestu i načinu vezivanja nosača satelita sa centralnim vratilom, broju satelita i njihovoj montaži na nosač. U kontekstu prethodnog, izvršeno je modeliranje geometrije izabranih oblika nosača satelita. Izvršena je analiza konstrukcijskih izvođenja, i razrađen je predlog algoritma za modeliranje geometrije nosača satelita, na osnovu koga se može doneti niz odluka.

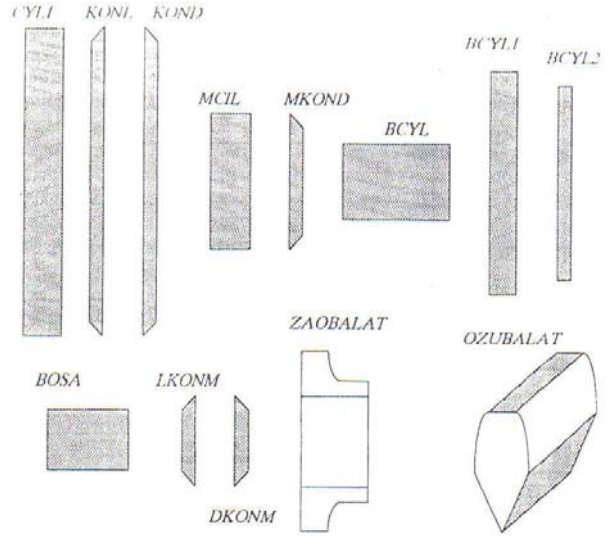
3. REZULTAT PARAMETARSKOG MODELIRANJA ZA IZABRANE OBLIKE NOSAČA SATELITA

Rezultat postupka modeliranja zavisi od inicijalnog oblika i vrste primenjenog modelera. Pre samog procesa modeliranja ili izrade programa za automatsko modeliranje, potrebno je izvršiti analizu oblika, razlaganjem završnog oblika na prostije, ili se pak završni oblik razlaže na oblike - primitive koje poseduje **CAD**-softver. Nakon toga sledi njihovo spajanje ili oduzimanje (sečenjem ili bušenjem) i dodavanjem određenih osnovnih oblika, u cilju dobijanja konačnog oblika.

Izabrani oblici nosača satelita, modelirani su tako,

[1] Dr Predrag Živković, Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, Kralja Petra br.7, e-mail: ameri@ptt

što su završni oblici razdvajani na osnovne oblike-primitive a na njima primenjene **BOOLOVE** operacije. Na slici 1. ovaj postupak je prikazan grafički.



Slika 1. Bazni oblici za modeliranje nosača satelita kod koga su sateliti postavljeni konzolno

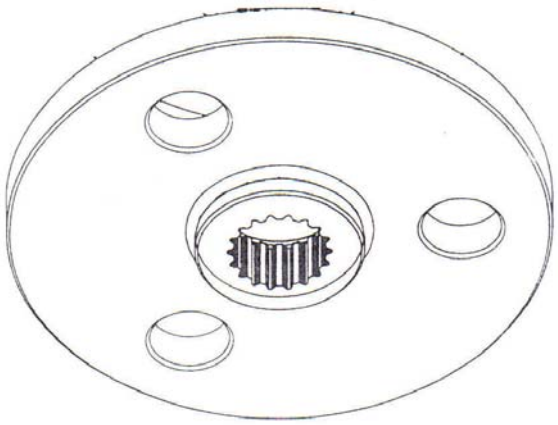
Predlog algoritma za parametarsko modeliranje geometrije nosača satelita razrađen je u radu [1]. Uspostavljene su međusobne zavisnosti dimenzija za nosač satelita sa konzolnim satelitima. Međusobna zavisnost dimenzija izabranog oblika nosača satelita sa satelitima konzolnog tipa data je sledećim sistemom linearnih transformacija. [1], [3]

$$\{q_i\} = |G|\{p_i\} = \begin{Bmatrix} D_s \\ b_v \\ D_G \\ l_g \\ l_u \\ d_2 \\ d_v \\ n \\ p \\ c \end{Bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0{,}7272 & 0 \\ 0 & 0 & 1{,}777 \\ 0 & 0 & 0{,}31746 \\ 0 & 0 & 0{,}63492 \\ 0 & 0 & 1{,}41269 \\ 0 & 0 & 1{,}3333 \\ 0 & 0 & 0{,}0682 \\ 0 & 0 & 0{,}5873 \\ 0 & 0 & 0{,}06349 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} a \\ d_o \\ m \cdot z \end{Bmatrix}$$

Dobijeni modeli koriste se za analizu stanja napona i deformacija te je postupak prilagođen dobijanju SOLID (punih) modela. Ovi modeli sadrže tačke u unutrašnjosti zapremine i zahtevaju potrebu za velikim angažovanjem rada računara za njihovo kreiranje.

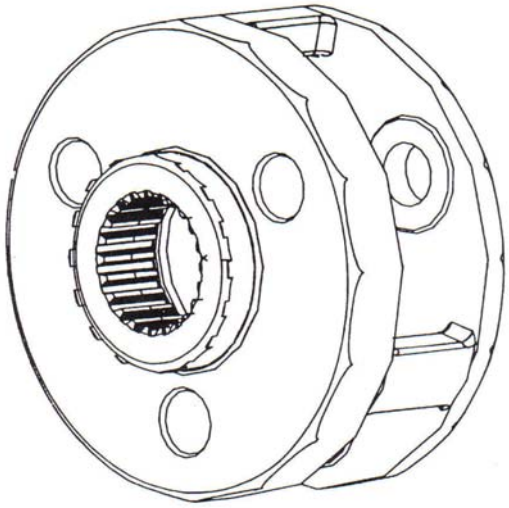
Na slici 2. dat je prikaz baznih oblika čijim se spajanjem (primenom Bool-ovih operacija) formira završni oblik.

Na slici 3. prikazan je oblik nosača satelita sa čeonim kružnim pločama spojenim pregradama oblika krivolinijskog trapeza. Sateliti su postavljeni između čeonih kružnih ploča.



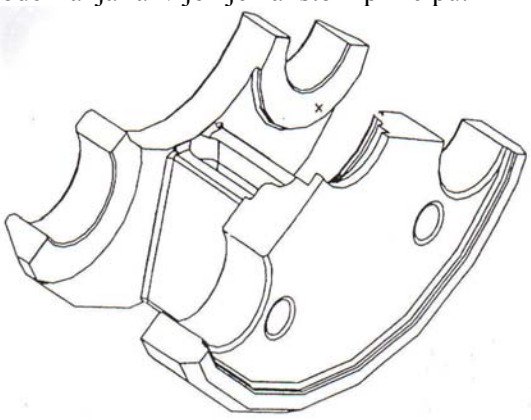
Slika 2. Rezultat parametarskog modeliranja nosača satelita sa konzolnim satelitima

Na slici 2. i 3. dati su gotovi modeli. Varijacijom parametara osnog rastojanja (aw), prečnika otvora za osovinice (d0), modula i broja žlebova (m x z) variraju i druge dimenzije te se tako dobija familija nosača ovakvih oblika.



Slika 3. Model nosača satelita sa pregradama oblika krivolinijskog trapeza

Na slici 4. dat je prikaz trećine modela nosača satelita sa pregradama oblika I-profila. Postupak modeliranja razvijen je na istom principu.



Slika 4. Model trećine nosača satelita sa pregradama oblika preseka I - profila

4. ZAKLJUČAK

Modeliranje je izvršeno parametarski, automatizovano i uz korišćenje razvijenih programa za svaki inicijalni oblik nosača satelita. Detaljnije obrazloženje dato je za nosač sa konzolnim satelitima. Razvijeni programi za izabrane oblike nosača satelita, omogućavaju automatsko modeliranje, zatim čuvanje oblika u vidu matematičkih relacija i kreiranje familija nosača satelita. Oblici su definisani topološkim elementima i izraženi sistemom linearnih transformacija (vektorski).

Programi su razvijeni u IDEAS-GEOMOD korišćenjem internog programskog jezika.

LITERATURA

[1] **P. Živković**: "Optimiranje geometrije nosača satelita planetarnih prenosnika primenom metode konačnih elemenata", Magistarski rad, Mašinski fakultet, Beograd, 1995.

[2] **A. Vulić, S. Tanasijević**: "Planetarni harmonijski prenosnici snage", Mašinski fakultet, Niš, 1994.

[3] **S. Tansijević, A. Vulic**: ''Mehanički prenosnici",

[4] Mašinski fakultet u Kragujevcu, Kragujevac, 2006.

[5] **M. Ognjanović**: "Modeliranje mašinskih elemenata", Mašinski fakultet, Beograd, 1992.

[6] **M. Ognjanović**: "Konstruisanje mašina", Mašinski fakultet, Beograd, 2000.

THE PARAMETICAL MODELING OF SELECTED ENGINE ELEMENTS WHICH IS APPLYING IN THE RAILWAY VEHICLE'S CONSTRUCTION

Predrag ŽIVKOVIĆ

Abstract: The parametrical modeling is applied in some of programming packets for 3D-presentation. It used the internal languages and the independence of a few parametrical proportions. The selected engine modeling is automatic one. It is very fast process, if the computer's possibility (for fast farming shapes) is used. The parametrical modeling and selected forms of the engine parts are important for: it makes the possibility for parametrical variations what means changing the shapes and dimensions of the little engine's part. These cases of the application are very often in the construction of railway vehicles engine's gears.

Key words – satellite carrier, railway vehicles

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ANALIZA MATEMATIČKOG MODELA TERETNIH VAGONA U ODREĐENIM USLOVIMA

Nebojša IVKOVIĆ[1]
Zoran MARINKOVIĆ[2]

Rezime: Kretanje teretnih vagona je složeni proces na koji utiču konstruktivne karakteristike vozila, kvalitet pruge, težina i raspored tereta, kao i klimatski uslovi. Klasični postupci za razmatranje uticaja ovih pojava na vagone su vrlo složeni. Moguće ih je vršiti uz pomoć softverskih paketa koji omogućavaju razradu složenih matematičkih modela koji su neophodni za dobijanje približne slike realnog kretanja vagona. Ovakva vrsta analize se podrazumeva u savremenom projektovanju i konstruisanju i tome u prilog ide i ovaj rad.

Ključne reči: modeliranje, vagoni, obrtna postolja, dinamika, analiza

1. UVOD

Cilj rada je dobijanje realnije slike o kretanju vagona i međusobnim uticajima sastavnih elemenata jednog složenog sistema kao što je teretni vagon.

U procesu kretanja vagona dolazi do pojave oscilacija. Veliki broj faktora utiče na njihovu pojavu, samim tim i na dinamičke sile uzajamnog dejstva. Na pojedine faktore kao što su uticaji spoljašnje sredine (vetar, temperatura, padavine...) se ne može uticati. Smanjenje sila koje potiču od neravnina na šinama i točkovima nastalih usled eksploatacije dobija se poboljšanjem nekih drugih tehničkih karakteristika na koje se može uticati (krivine, koničnost površina točka, nepravilni raspored masa) ostvaruje se boljim konstruktivnim rešenjima koloseka i delova vozila i njihovim dobrim tehničkim održavanjem u eksploataciji.

Osnovni zadatak se svodi na istraživanje dinamičkih procesa na osnovu čega se određuju optimalni parametri i konstruktivna rešenja, koji utiču na sigurnost kretanja i isplativost rada jednog vagona. Tome treba da prethodi istraživanje oscilacilatornih procesa vagona i njegovih sastavnih delova, uspostavljanje kriterijuma za analizu sposobnosti kretanja vagona i vibracije njegovih elemenata, uzimajući u obzir međusobne uticaje.

2. MODELIRANJE VAGONA

Vagon je prema konstruktivnim karakteristikama složen sistem koji se može predstaviti kao skup određenog broja fizičkih tela i veza između njih. Usled različitih uticaja dolazi do njihovog pomeranja u različitim pravcima koja se mogu opisati jednačinama kretanja (pomeranja). Analizu takvog sistema je moguće sprovesti ukoliko se vagon postavi u prostorni pravougli Descartes-ov koordinatni sistem (sl. 1.) pri čemu oznake x, y, z, θ, φ i ψ predstavljaju linijske odnosno ugaone koordinate.

Slika 1. Vagon i sistem koordinatnih osa vagona

Na ovom prostornom prikazu koordinatni počeci su vezani za težište sanduka i obrtnog postolja. Sa indeksima s odnosno op obeleženi su delovi na koji se oni odnose (s - sanduk, op - obrtno postolje), a sa c i β su krutost odnosno prigušenje. Jedna od značajnih geometrijskih karakteristika vagona, rastojanje između centralnih svornjaka ovde je obeležena sa l i jednaka je zbiru rastojanja srednje vertikalne poprečne ose vagona i svakog centralnog svornjaka posebno ($l = l_1 + l_2$). Poprečno rastojanje između ogibljenih kompleta u istoj ravni obeleženo je oznakom b, a sa l_{op} je obeleženo rastojanje između osovina u obrtnom postolju i svornjaka. Kruta tela karakterišu se masom, koordinatama centra inercije ili centra težišta, aksijalnim i centrifugalnim momentima inercije (I_x, I_y, I_z, I_{xy}, I_{yz} i I_{xz}).

[1] Nebojša Ivković, dipl. maš. inž., B. Krsmanovića 18/45, nzivkovic@ptt.yu
[2] Prof. dr. Zoran Marinković, Mašinski fakultet Niš, A. Medveda 14 18000 Niš, zoranm@masfak.ni.ac.yu

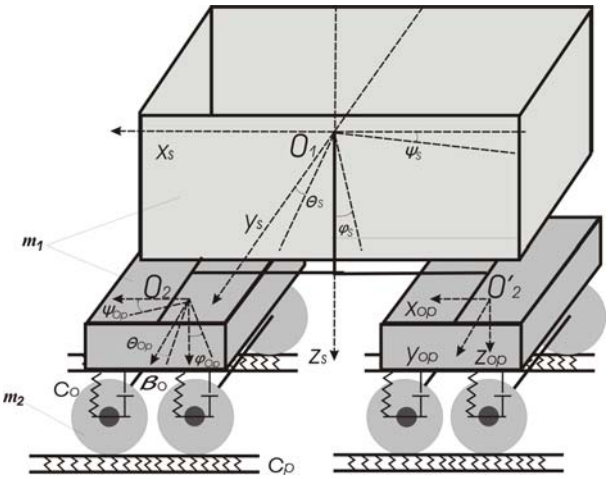
Kretanje vagona se može posmatrati kao kretanje masa od kojih je sastavljen vagon u prikazanom sistemu koordinatnih osa. Linearna kretanja se posmatraju kao pomeranja duž osa na sledeći način:

± x – kretanje u pravcu x ose,
± y – kretanje u pravcu y ose,
± z – kretanje u pravcu z ose.

Obrtna (ugaona) kretanja se razmatraju kao okretanja:

± θ – bočno oko Ox ose,
± φ – podužno oko Oy ose,
± ψ – kretanje oko Oz ose.

Osnovni trodimenzionalni model realnog sistema vagon-šina *(sl. 1.)*, koji je razvijen bez uprošćenja, za razumevanje vertikalnih i bočnih sila ima 37 stepeni slobode kretanja. Analiza ovakvog sistema je dosta komplikovana i nije uvek obavezna. Za analizu koja je izvršena u radu model je pojednostavljen i predstavljen ekvivalentnim modelom kao što je prikazano na *sl. 2*.



Slika 2. Ekvivalentan model vagona

Ovakav model ima 15 stepeni slobode kretanja *(markirane koordinate u tabeli 1.)*: podužne oscilacije *(φ_1)*, bočne *(y_1)*, bočno ljuljanje *(θ_1)*, galopiranje *(z_1)*, talasasto kretanje sanduka *(ψ_1)* (pet stepeni slobode kretanja), bočne oscilacije*(φ_2* i *φ'_2)*, bočno ljuljanje *(θ_2* i *θ'_2)*, galopiranje *(z_2* i *z'_2)* obrtnog postolja zajedno sa dovedenom masom delova gornje strukture puta (šest stepeni slobode), bočni otklon *(y_2* i *y'_2)* i talasasto kretanje obrtnog postolja *(ψ_2* i *ψ'_2)* (četiri stepena slobode).

Tabela 1. Prikaz osa duž kojih se odvija kretanje vagona

x_1	y_1	z_1	x_2	y_2	z_2	x'_2	y'_2	z'_2
θ_1	φ_1	ψ_1	θ_2	φ_2	ψ_2	θ'_2	φ'_2	ψ'_2

Polazeći od predpostavki da se može zanemariti kretanje sanduka duž x ose i da se kretanje obrtnih postolja po pruzi može opisati samo sa po dve jednačine kretanja usled poskakivanja (z) i galopiranja (Oy), model prikazan na *sl. 2.* se opisuje sistemom sastavljenim od devet diferencijalnih jednačina koje se dobijaju iz uslova statičke ravnoteže *(Tabela 2.)*.

Tabela 2. Prikaz osa posle uprošćavanja

x_1	y_1	z_1	x_2	y_2	z_2	x'_2	y'_2	z'_2
θ_1	φ_1	ψ_1	θ_2	φ_2	ψ_2	θ'_2	φ'_2	ψ'_2

U konkretnom primeru će biti razmatrano kretanje vagona po pruzi sa vertikalnim neravninama η, koje su jednake za sva četiri točka (hipotetička predpostavka, koja je vrlo teško ostvarljiva u stvarnosti). Ovako dobijeni sistem od devet diferencijalnih jednačina drugog reda sastoji se od sedam uzajamno vezanih jednačina i dve koje mogu biti rešavane nezavisno od prethodnih sedam.

Prikazani vagon (*sl. 2. i sl. 3.)* je simetrične konstrukcije i razmeštaja tereta ($l_1 = l_2$ i $b_1 = b_2$), čime se dobija dodatno uprošćavanje sistema tako što se sistem jednačina deli na više jednostavnih grupa. Tako uprošćeni model sastavljen je od dve mase *(sl. 3.)* sa interaktivnim uticajem čije ponašanje pre svega zavisi od pobude (neravnine na prugama).

U radu je obuhvaćena prva grupa koja opisuje vertikalno pomeranje sanduka i obrtnih postolja usled čega dolazi do pojave vertikalnih simetričnih i asimetričnih oscilacija. Ukoliko se simetrične i asimetrične oscilacije prve mase m_1 označe sa:

$$z_1 = (z_{t1} + z_{t2})/2; \varphi_2 = (z_{t1} + z_{t2})/2l = 0\,, \quad (1)$$

onda sistem jednačina koji opisuje ove oscilacije može biti predstavljen kao sistem jednačina oblika:

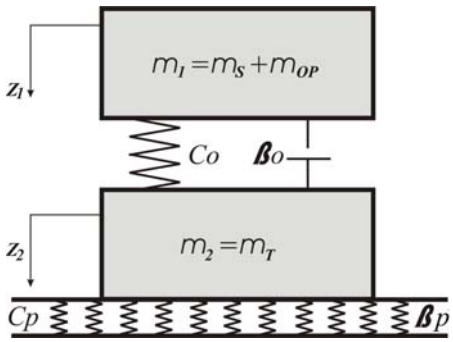
$$\begin{aligned}
&m_1\ddot{z}_1 + 4\beta_0\dot{z}_1 + 4c_0z_2 - 4\beta_0\dot{z}_{op} - 4c_0z_2 = 0;\\
&2m_2\ddot{z}_2 + 4(\beta_1 + 2\beta_p)\dot{z}_2 + 4(c_0 + 2c_p)z_1 -\\
&4\beta_1\dot{z}_1 - 4c_1z_2 = 8\beta_p\dot{\eta} + 8c_p\dot{\eta};\\
&I_{1y}\ddot{\varphi}_1 + 4\beta_0l^2\dot{\varphi}_k + 4c_0l^2\varphi_1 - 4\beta_0l\dot{z}_2 - 4c_zlz_2 = 0\\
&2m_2l_2\ddot{\varphi}_2 + 4l^2(\beta_a + 2\beta_p)\dot{\varphi}_2 + 4l^2(c_0 + 2c_p)\varphi_2 +\\
&4\beta_0l^2\dot{\varphi}_2 + 4c_0l^2\varphi_s = 8\beta_pl^2\dot{\varphi}_p + 8c_pl^2\varphi_p
\end{aligned} \quad (2)$$

gde je:

m_1 – masa sanduka i obrtnog postolja,
m_2 – masa točka,
η – srednje vertikalno pomeranje kolskog para vagona zbog neravnomernosti puta, tj. ordinata neravnomernosti šina na mestu kontakta sa točkovima,
φ_s – ugao nagiba sanduka, izazvan neravninama puta:

$$\varphi_s = (1/4l)\cdot(\eta_1 + \eta_2 + \eta_3 + \eta_4)\,. \quad (3)$$

Simetrične oscilacije sanduka sa obrtnim postoljima opisane su sa prve dve diferencijalne jednačine sistema a nesimetrične sa druge dve (2). Iz ovoga sledi da se oscilacije usled poskakivanja sanduka z_s pri kretanju vagona po putu sa neravninama mogu izučavati posebno od oscilacije usled galopiranja i obrnuto. U radu su razmatraju simetrične oscilacije vagona za definisani kraći vremenski period (npr. 10 s), pri čemu se zanemaruje uticaj otpora prigušenja ($\beta_a = \beta_p = 0$).



Slika 3. Model za proračun simetričnih oscilacija vagona

Ukoliko se simetrične oscilacije izdvoje iz opšteg procesa složena računska šema može se zameniti prostijom prikazanom na sl. 3. Na osnovu prikazanog modela i datih uprošćavanja može se sastaviti sistem diferencijalnih jednačina (4) koji se relativno lako analizira:

$$\begin{aligned} z_1 + \nu_1^2 z_1 - \nu_1^2 z_2 &= 0 \\ z_1 + \nu_2^2 z_2 - \nu_3^2 z_1 &= u\eta. \end{aligned}, \qquad (4)$$

gde su υ_1, υ_2, υ_3 i u - parcijalne frekvencije sistema:

$$\begin{aligned} &\nu_1 = 4c_0 / m_1; \nu_2 = 2(c_o + 2c_p)/ m_2; \\ &\nu_1 = 2c_0 / m2; u = 4c_p / m_2; \end{aligned}. \qquad (5)$$

Rešavanjem jednačina (4) za određene polazne uslove dolazi se do zakona kretanja masa m_1 i m_2 u obliku:

$$z_1 = f_1(t); z_2 = f_2(t). \qquad (6)$$

Diferenciranjem dobijenih pomeranja dobijaju se brzine i ubrzanja posmatranih masa:

$$\dot{z}_1 = f_1(t); \dot{z}_2 = f_2(t) \text{ i } \ddot{z}_1 = f_1(t); \ddot{z}_2 = f_2(t). \qquad (7)$$

Prinudne oscilacije masa analiziranog sistema karakteriše sistem diferencijalnih jednačina za uslove kada je $\eta \neq 0$.

Za uprošćavanje opštih izraza (6) i (7) predpostavlja se da neravnost šina može biti izražena kao:

$$\eta = \eta_0 \cdot \sin \omega t, \qquad (8)$$

gde je: $\omega = (2\pi / L) \cdot v$ - frekvencija promenljivih neravnina puta na dužini talasastog puta L pri kretanju vagona sa brzinom v.

Pod ovakvim uslovima rešavanjem prethodnih sistema jednačina može se analitički dobiti dinamička sila u opruzi $F_c = f(t)$ za određeni vremenski interval kao proizvod krutosti opruge c_o i razlike pomeranja masa Δz:

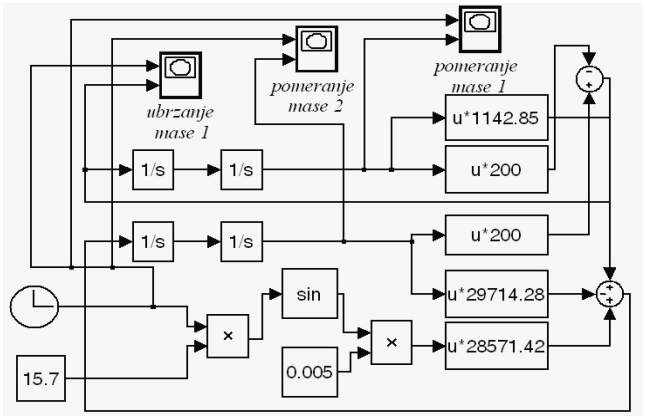
$$F_c(t) = c_o \cdot \Delta z, \qquad (9)$$

gde je $\Delta z = (z_1 - z_2)$ – deformacija elastične veze.

3. SIMULACIJA KRETANJA VAGONA

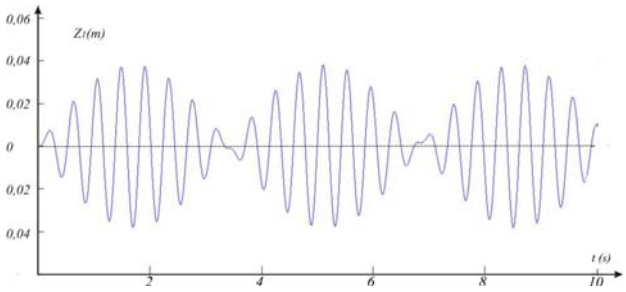
Rešenje sistema jednačina (4) za konkretni primer realizovano je u softverskom paketu MatLab i njegovom modulu Simulink. Na sl. 4. prikazan je blok dijagram iz Similink-a za rešavanje sistema diferencijalnih jednačina (4) za sledeće polazne podatke:

$m_1 = m_s + m_{op} = 80\,000$ [kg]; $m_2 = m_t = 7\,000$ [kg];
$c_1 = c_o = 4 \cdot 10^6$ [N/m]; $c_2 = c_{pz} = 50 \cdot 10^6$ [N/m];
L = 10 [m]; v = 25 [m/s]; $\eta = 0.005$ [m].

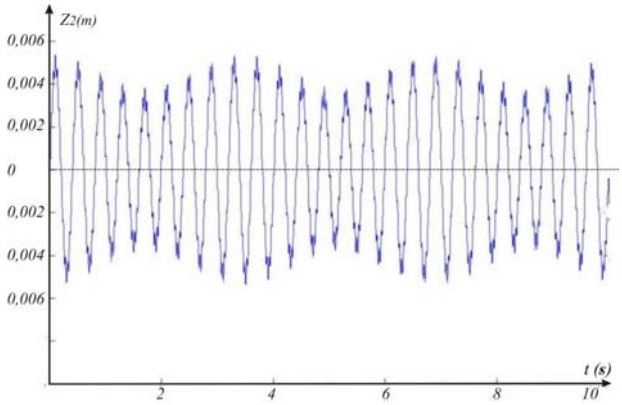


Slika 4. Simulink model za proračun pomeranja simetričnih oscilacija vagona

Kao rezultat simulacije dobijene su oscilacije masa m_1 i m_2 u obliku promenljivih vremenskih funkcija $z_1 = f_1(t)$ i $z_2 = f_2(t)$, grafički prikazanih na sl. 5. i sl. 6. za period od 10 s. Maksimalno pomeranje mase m_1 koje je dobijeno na ovaj način iznosi $z_1 \approx 0.04$ m, što se vidi na sledećoj slici.



Slika 5. Oscilacije mase m_1



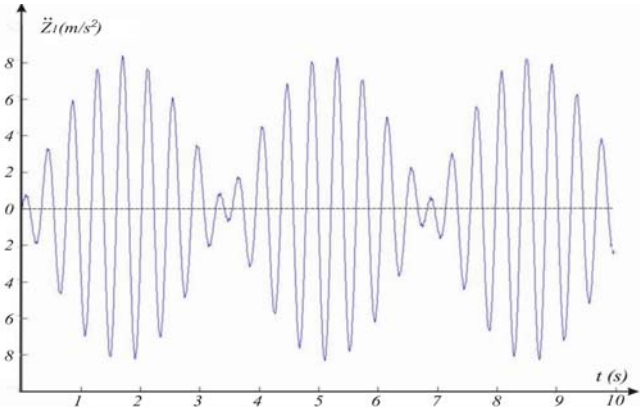
Slika 6. Vertikalno pomeranje mase m_2

Grafički rezultat pomeranja točka je u granicama očekivanog zbog datih uslova i kreće se oko 0.05 m (sl. 6.)

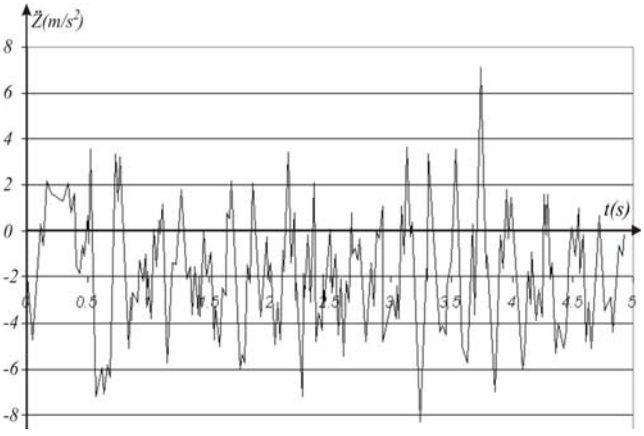
Pored pomeranja obeju masa (m_1 i m_2) na ovaj način se mogu dobiti promene sile u elastičnoj vezi $F_c = f(t)$ i

ubrzanja masa $\ddot{z}_1 = f(t)$ kako je prikazano na sl. 7, odnosno sl. 8. Maksimalna vrednost ubrzanja mase m_1 dobijena ovom simulacijom iznosi približno oko 8 m/s^2.

Slika 7. Grafički prikaz promene dinamičke sile opruge



Slika 8. Grafički prikaz promene ubrzanja mase m1



Slika 9. Ubrzanje vagona na pruzi Kraljevo –Požega

Valjanost dobijenih rezultata može se potvrditi poređenjem sa eksperimentalno dobijenim rezultatima. Na slici 9. dati su rezultati merenja ubrzanja na pruzi Kraljevo – Požega pri brzini od 120 km/h za određeni tip vagona. Na datom primeru se vidi da je maksimalna vrednost ubrzanja koja je dobijena iznosi preko 8 m^2/s. Dobijene maksimalne vrednosti u oba slučaja su približno iste. Sve ovo ide u prilog tome da se i sa modifikovanim modelom od samo dve mase mogu dobiti korektni i praktični rezultati.

4. ZAKLJUČAK

Cilj ovakve vrste modeliranja, simulacija i analize je mogućnost boljeg upoznavanja ponašanja vagona u eksploataciji. Danas savremeni softverski paketi (MatLab i dr.) omogućavaju rešavanje složenih dinamičkih modela vagona, čije je rešenje teško dobiti klasičnim analitičkim metodama. Ova tehnologija je put ka boljim i jeftinijim proizvodima, čije se karakteristike analiziraju u fazi projektovanja vagona bez velikih troškova probnih ispitivanja i kada su još uvek moguće izmene.

Pored toga može se produžiti vek eksplatacije zamenom elemenata kao što su recimo opruge posle isteka radnog veka, a ne onda kada dođe do oštećenja na njima što se utvrđuje vizuelnim putem.

LITERATURA

[1] Atmadzhova D. B.: "A model for dinamics of wagon-track systems", Heavy Mashinery-HM'05, Kraljevo 2005.
[2] Veršinskij S. V: "Dinamika vagona", Transport, Moskva, 1978.
[3] Ivković N., Marinković Z.: "Fundamental Problems in the Modelling of Wagons' Dynamics", The Fifth International Conference HEAVY MACHINERY HM 2005, Mataruška Banja 2005., Proceedings, Faculty of Mechanical Engineering Kraljevo, 2005., pp. I D.15 ÷ I D.18.
[4] Petrović G.: "Simulacija dinamičkog ponašanja stohastičkog modela pogonskog radnog točka roto bagera", magistarska teza", Mašinski fakultet Niš, 2006.
[5] Rašković D.: "Teorija oscilacija", II izdanje, Naučna knjiga, Beograd 1965.

ANALYSIS OF MATEMATICAL MODEL OF FREIGHT WAGONS IN DETERMINED CONDITIONS

Nebojša IVKOVIĆ
Zoran MARINKOVIĆ

Abstract – Movement of freight wagons is a complex process, which is influenced by constructive characteristics of a vehicle, the quality of rails etc. Classical procedures for investigating the influence of these effects on wagons are very complex. It is possible to study them by software packages, which enable establishing of complex mathematical models being necessary for obtaining approximate picture of real movement of wagons. This type of analysis is assumed in modern projecting and construction, and this paper is contribution to that.

Key words – Modelling, Wagons, Boggies, Dynamics, Analysis

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

PRINCIP UNIVERZALNOSTI HIDROMEHANIČKIH PRENOSNIKA NA DIZEL MOTORNIM VOZOVIMA

Blagoje DAVIDOVIĆ [1]
Milan PLAVŠIĆ[2]

Rezime *– Prenosnici koji se ugrađuju u savremene dizel motorne vozove na mreži neelektrificiranih pruga u Evropi su uglavnom hidraulički i hidromehanički. Hidromehanički prenosnici su se prvo razvili kao trobrzinski ili četvorobrzinski prenosnici za autobuse. Ovi prenosnici su diferencijalni i izrađuju se sa jednim hidrauličkim pretvaračem momenta i dva ili tri mehanička stepena prenosa. Hidraulički pretvarač se može uključiti u režim kočenja u celokupnom opsegu brzina. Pored hidromehaničkih prenosnika u istom radnom području mogu se ugrađivati i hidrodinamički prenosnici. Koji od ovih tipova prenosnika će biti ugrađen zavisi od više faktora. U radu će se dati nekoliko primera ugradnje jednih i drugih prenosnika.*

Ključne reči - železnica, dizel motorni voz, hidromehanički prenosnici

1. UVOD

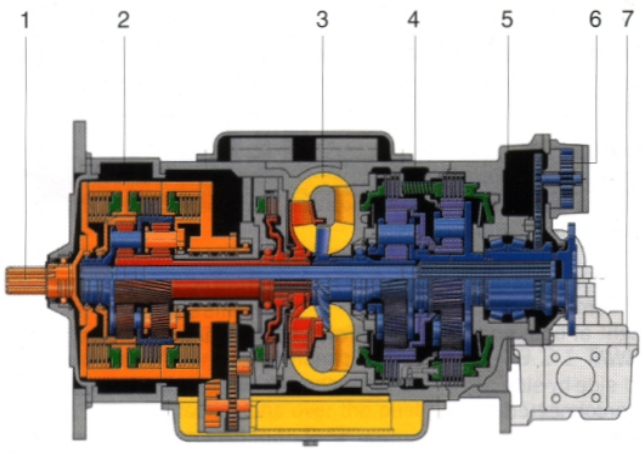
Krajem prošlog i početkom ovog veka na mreži neelektrificiranih pruga u Evropi došlo je do značajnog povećanja broja novih dizel šinobusa i dizel motornih vozova. Mnogi od njih imaju hidromehaničke ili hidrodinamičke prenosnike ("dizelhidraulički"). Ostali imaju trofazne električne sisteme prenosa snage ("dizelelektrični").

Iz tog razloga se konstrukcija pojedinih komponenata hidrauličnih prenosnika morala prilagoditi izmenjenim zahtevima ovih novih železničkih vozila.

Najznačajniji proizvođači ovih tipova prenosnika danas nude kompletne sisteme prenosa koji se sastoje od hidrodinamičkih i hidromehaničkih prenosnika sa integrisanim retarderima, kardanskim vratilima osovinskim prenosnicima i hladnjacima. Za dizel motorne vozove sa potpodnom ugradnjom pogonske grupe, hidrodinamički sistem prenosa snage je trenutno najrasprostranjeniji sistem prenosa snage koji je uspostavio standarde rada na železnici, tj. visoku raspoloživost, niske troškove eksploatacije i razumnu prodajnu cenu.

2. PRIMERI UGRADNJE SAVREMENIH HIDROMEHANIČKIH PRENOSNIKA NA ŽELEZNICI

Jedan od najrasprostranjenijih prenosnika, VOITH DIWA, prvobitno se razvio za autobuse i izrađuje se ili kao trobrzinski ili kao četvorobrzinski prenosnik. Trobrzinska verzija DIWA 3 se koristi i na železnici i za drumski saobraćaj, a četvorobrzinska verzija DIWA 4 samo za drumski saobraćaj. Ovaj prenosnik sadrži diferencijalni pretvarač momenta sa hidrauličnim/ mehaničkim deliteljem toka snage, koji ima dva ili alternativno tri mehanička stepena prenosa, u zavisnosti da li se koristi trobrzinska ili četvorobrzinska verzija. Ovaj pretvarač se može uključiti u režim kočenja kao hidrodinamička kočnica duž celokupnog opsega brzina.



Slika 1. VOITH-DIWA D864.2 prenosnik verzija za železnicu sa maksimalnom ulaznom snagom 290 kW

1. Ulazno vratilo
2. Ulazni planetarni zupčanik
3. Pretvarač momenta

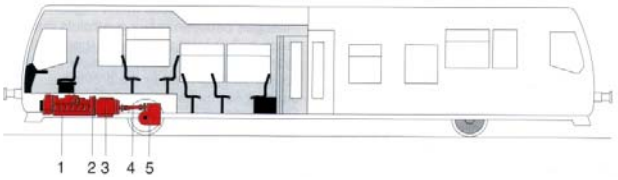
[1] dr Blagoje Davidović, dipl. maš. inž., Institut "Kirilo Savić", Vojvode Stepe 51, 11000 Beograd.
[2] Milan Plavšić, dipl. maš. inž., Institut "Kirilo Savić", Vojvode Stepe 51, 11000 Beograd, johzel@eunet.yu

4. Izlazni planetarni zupčanik
5. Ojačano izlazno vratilo
6. Sekundarna pumpa za podmazivanje
7. Izmenjivač toplote

DIWA prenosnik je već bio u upotrebi na lakoj železnici dugi niz godina. Jedna od novijih verzija ovog prenosnika za železnicu sa pojačanim izlaznim uležištenjem i sekundarnom pumpom za podmazivanje, za kretanje na padovima i za vuču sa isključenim motorom je prikazana na slici 1.

Automatski autobuski prenosnici kao što je DIWA nemaju sklop za potpuno reverziranje brzine, odnosno imaju samo prvu brzinu za kretanje nazad, pa zbog toga zahtevaju reverzibilni osovinski prenosnik za promenu smera kretanja.

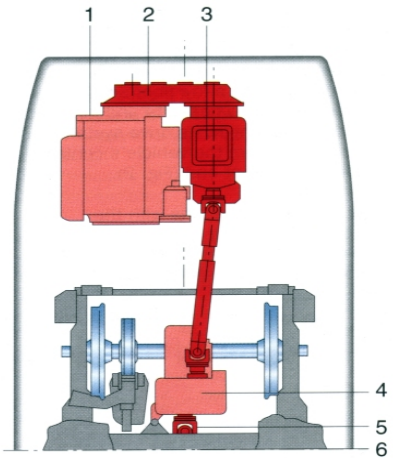
Primer jednog lakog šinskog vozila sa ugrađenim DIWA prenosnikom je dat na slici 2. Ovo dvoosovinsko vozilo je dalja razvijena verzija klasičnog šinobusa čiji je veliki broj bio u upotrebi na nekoliko evropskih železnica od 50-tih pa na dalje. On ima niskopodni presek između dva osovinska sklopa i maksimalnu brzinu od 100 km/h. Ovaj sistem prenosa snage se može zameniti centralnim koji bi bio sa čeone strane vozila.



Slika 2. Sistem prenosa snage za LVT/S šinobus

1. Motor (Volvo DH 10 A 380 nominalne snage 265 kW)
2. VOITH elastična spojnica
3. VOITH DIWA D 863.3 prenosnik
4. Kardansko vratilo
5. Reverzibilni osovinski prenosnik

Da bi se smanjio ugradbeni prostor na oba kraja motornih kola, lakši DIWA prenosnik se bočno montira na motor pomoću međuprenosnika, kao što je prikazano na slici 3.



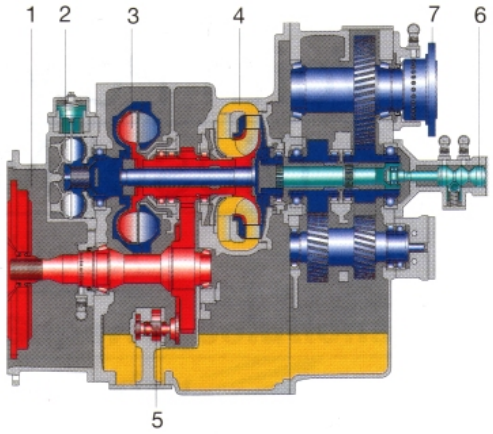
Slika 3. Pogled odozgo na pogonsku grupu pogonskog obrtnog postolja kod Regio Shuttle

1. MAN-ov motor D 2866 LUH 1 (257kW)
2. VOITH-ov međuprenosnik
3. VOITH-ova DIWA transmisija D864.2
4. Kardansko vratilo
5. Osovinski prenosnik
6. Pogon unutrašnje osovine

Ovakvim rasporedom je moguće značajno smanjiti dužinu pogonske grupe.

Povećana izlazna snaga DIWA prenosnika se koristi za pokretanje reverzibilnog osovinskog prenosnika na izlaznoj osovini preko kardanskog vratila, koje je pomoću kratkog vratila spojeno sa unutrašnjom osovinom obrtnog postolja Na motorna kola se ugrađuju dve pogonske grupe na oba kraja kola po jedna. Svaka od četiri osovine je pogonska a osovinski pritisak je 9.5 tona.

Pored DIWA prenosnika, koji je hidromehanički, VOITH je za isto područje snaga i istu namenu razvio i hidrodinamički prenosnik T 211 r, koji je prikazan na slici 4. Hidromehanički prenosnik DIWA je lakši i jeftiniji dok je hidrodinamički prenosnik T 211 r teži i skuplji. Zbog toga što se prebacivanje iz jednog stepena prenosa u drugi vrši mehanički prenosnik DIWA ima kraći vek trajanja od prenosnika T 211 r.



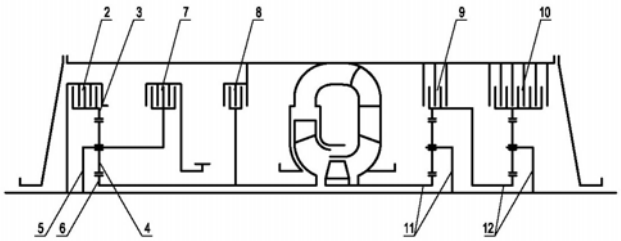
Slika 4. T 211 r

1. Kućište zamajca
2. Hidrodinamička kočnica
3. Hidrodinamička spojnica
4. Hidrodinamički pretvarač
5. Napojna pumpa
6. Cilindar za promenu smera kretanja
7. Izlazno vratilo

3. OSNOVNI ELEMENTI I PRINCIP RADA TROSTEPENOG HIDROMEHANIČKOG PRENOSNIKA

Princip rada hidromehaničkog prenosnika dat je na slici 5, kod koga se u prvom stepenu prenosa, kada su uključene lamelasta spojnica 2 i lamelasta kočnica 9, snaga prenosi hidrauličkim i mehaničkim putem. Prenos snage kod koga se jedan deo prenosi preko

hidrodinamičkog pretvarača a drugi mehanički naziva se diferencijalni. Uključivanjem lamelaste spojnice 2 snaga motora se dovodi na zupčasti venac 3, planetarnog razdelnika snage. Snaga se dalje, preko zupčanika satelita 4, jednim delom prenosi mehanički, preko nosača satelita 5 naglavljenog na gonjeno vratilo, a drugim delom hidraulički, preko centralnog zupčanika 6 naglavljenog na šuplje vratilo pumpnog kola hidrodinamičkog pretvarača.



Slika 5. Šematski prikaz menjača DIWA 863

U zavisnosti od brzine obrtanja gonjenog vratila, odnosno od brzine kretanja, određuje se koji deo snage se prenosi mehanički a koji hidraulički. Pri pokretanju kada gonjeno vratilo i nosač satelita 5 još uvek miruju, sva snaga se prenosi hidrodinamički. Sa početkom obrtanja gonjenog vratila, odnosno nosača satelita, počinje deo snage da se prenosi i mehanički.

Brzina obrtanja vratila pumpnog kola može se izraziti:

$$n_p = \frac{z_3}{z_6} \cdot n_m \qquad (1)$$

gde su:

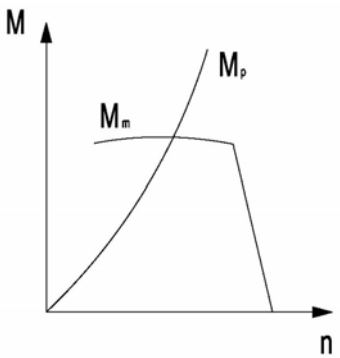
n_p-brzina obrtanja pumpnog kola

z_3-broj zubaca zupčastog venca

z_6-broj zubaca centralnog zupčanika

n_m-brzina obrtanja motora

Pošto je moment pumpnog kola srazmeran kvadratu njegove brzine obrtanja, zbog velike brzine obrtanja ovog kola na startnom režimu njegov obrtni moment biće veliki. Za optimalno uparivanje dizel motora i hidrodinamičkog pretvarača u ovakvoj kinematskoj sprezi poželjno je da se momentna kriva pumpnog kola pretvarača preslikana kroz kinematski lanac seče sa momentnom krivom motora na režimu maksimalnog momenta slika 6.

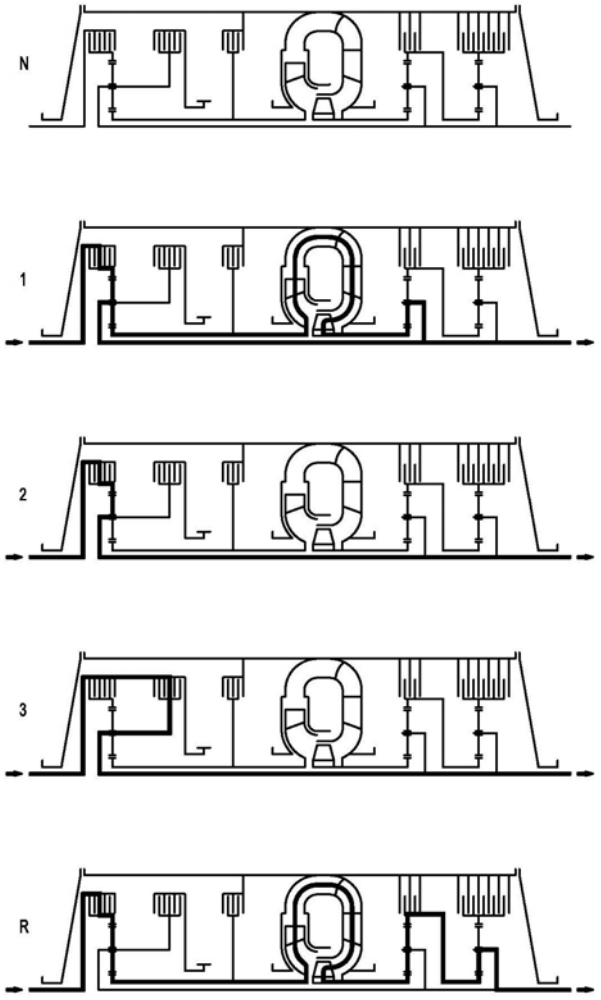


Slika 6. Momentni dijagrami dizel motora i hidromehaničkog prenosnika

Zahvaljujući tome na izlaznom vratilu, pri startovanju, dobiće se najveći obrtni moment motora koji je delom prošao kroz pretvarač gde se maksimalno transformisao a delom preko nosača satelita mehanički.

Kako se povećava brzina obrtanja gonjenog vratila, brzina obrtanja pumpnog kola opada zbog čega opada i obrtni moment pretvarača da bi konačno došao na krivu n_{max} pretvarača. Od ovog režima više nije racionalno koristiti pretvarač pa se menjač prebacuje iz prvog stepena prenosa u drugi stepen pri čemu se sva snaga prenosi isključivo mehanički.

Tada se isključuje lamelasta kočnica 9 i uključuje lamelasta kočnica 8, pomoću koje se obezbeđuje da pumpno kolo hidrodinamičkog pretvarača i centralni zupčanik 6 planetarnog prenosnika snage budu ukočeni, što znači da se u drugom stepenu prenosa snaga prenosi samo mehanički. Tok prenosa snage je za različite stepene prenosa prikazan na slici 7.



Slika 7. Šematski prikaz toka prenosa snage

N. Neutralni položaj
1. I stepen prenosa
2. II stepen prenosa
3. III stepen prenosa

R. Hod u nazad

Sa isključivanjem lamelaste spojnice 2 i uključivanjem lamelaste spojnice 7 prelazi se iz drugog u treći stepen prenosa. Lamelasta kočnica 8 ostaje uključena, pa se snaga i u trećem stepenu prenosa prenosi mehanički.

Ponovnim uključivanjem lamelaste spojnice 2 i uključivanjem lamelaste kočnice 10, ostvaruje se prenos snage za hod nazad. S obzirom da maksimalna vrednost brzine pri hodu u nazad iznosi svega oko 10% od maksimalne vrednosti pri hodu napred, tada je deo snage koji se prenosi hidrodinamički višestruko veći od onog koji se prenosi mehanički.

Uključivanjem lamelaste kočnice 10 obrtanje gonjenog vratila se preko planetarnih prenosnika 11 i 12 prenosi na turbinsko kolo hidrodinamičkog pretvarača, koje se obrće u suprotnom smeru od smera obrtanja u prvom stepenu prenosa, pa zbog toga hidrodinamički pretvarač počinje da radi u režimu hidrodinamičke kočnice.

Na taj način se DIWA prenosnik može iskoristiti kao pomoćna kočnica čime se znatno produžava radni vek frikcione kočnice. Upotrebom DIWA prenosnika kao pomoćne kočnice znatno se smanjuje nivo buke pri kočenju.

U ovom režimu turbinsko kolo radi kao pumpa i ono potiskuje radni fluid, odnosno mineralno ulje, prema pumpnom i reaktorskom kolu hidrodinamičkog pretvarača. Za vreme rada turbinskog kola na režimu pumpe dolazi do povećanog zagrevanja ulja o čemu treba voditi računa prilikom dimenzionisanja izmenjivača toplote.

4. ZAKLJUČAK

Zahvaljujući svojim prednostima hidromehanički prenosnici se sve više ugrađuju u dizel motorne vozove u oblasti malih snaga. S obzirom da se u prvom stepenu prenosa najveći deo snage prenosi hidraulički, preko hidrodinamičkog pretvarača, pri pokretanju voza se realizuju visoke vrednosti obrtnog momenta, što je jedan od osnovnih zahteva vuče. Prebacivanjem hidrodinamičkog pretvarača na režim rada hidrodinamičke kočnice ostvaruje se značajno smanjenje habanja frikcionih elemenata. Hidromehanički prenosnici su manjih gabarita i masa u odnosu na hidrodinamičke prenosnike u oblasti istih snaga. U poređenju sa hidrodinamičkim prenosnicima njihova cena je znatno niža. Sve navedeno hidromehaničke prenosnike čini vrlo konkurentnim za ugradnju u dizel motorne vozove, naročito na neelektrificiranim prugama. Pošto značajan deo mreže u Srbiji otpada na ovakve pruge hidromehanički prenosnici su veoma zanimljivi i za naše železnice.

LITERATURA

[1] Davidović, B., Lučanin, V., "Hidrodinamički prenosnici za železnička vozila", Mašinski fakultet, Beograd, 2001.

[2] Bogdanović, B., Nikodijević, D., Vulić, A., "Hidraulički i hidromehanički prenosnici snage", Mašinski fakultet, Niš, 1998.

[3] Tehnička uputstva i katalozi VOITH-a

PRINCIPLE OF THE UNIVERSALITY HYDROMECHANICAL TRANSMISSIONS ON MODERN DIESEL RAILCARS

Blagoje DAVIDOVIĆ
Milan PLAVŠIĆ

Abstract – Transmissions mounting in modern railcars used on the non-electrified railway networks in Europe are predominant hydromechanical or hydrodynamic. First hydromechanical transmission was developed as three-speed or four-speed transmission for buses. These transmissions are differential and manufactured with one torque converter and two or three mechanical speed ranges. Torque converter can be engaged in braking mode as a hydrodynamic retarder through the whole operating range. In addition to hydromechanical transmissions in the same range and hydrodynamic one can be mounted. Which of them will be mounted depend of many factors. Some examples of mounting these transmissions in railcar are given in this paper

Key words – railway, diesel railcar, hydromechanical transmissions

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

AERODINAMIČKI EFEKTI KOJI SE JAVLJAJU PRI PROLASKU VOZOVA VELIKIH BRZINA KROZ TUNELE

Mirjana PUHARIĆ[1]

Rezime – *U ovom radu biće govora o aerodinamičkim fenomenima, koji se javljaju pri kretanju voza kroz tunel. Za takve je slučajeve potrebno precizirati interakciju između voza i njegove okoline. Pošto prostor između zidova tunela i voza nije velik, voz istiskuje deo vazduha, a ostatak vazduha ga opstrujava. Brzina vazduha se povećava i raste trenje po površini voza, što povećava koeficijent otpora, a samim tim i otpor kretanja. U tunelima velikih dužina, energija utrošena na savladavanje otpora kretanju, pretvara se u toplotnu energiju. Dodavanjem izvora toplote (grejna tela u vozu), dolazi do povećanja temperature vazduha i problema odvođenja toplote. Sledeći problem o kome će biti govora je ulazak i izlazak iz tunela, pri kojima dolazi do obrazovanja serije talasa različitog pritiska. Ti talasi se odbijaju o portal tunela i dolazi do njihovog superponiranja. Biće spomenut i aerodinamičko-akustični fenomen nazvan "Sonic boom efekat.*

Ključne reči – brzi vozovi, tuneli, aerodinamika, sonic boom efekat

1. UVOD

Zbog znatnog povećanja brzina, u savremeni razvoj železnice su uključeni mnogobrojni stručnjaci i dostignuća iz različitih naučnih oblasti. Među njima je značajno mesto dobila i aerodinamika. Za novu generaciju vozova sve više se vezuju pojmovi kao što su aerodinamički otpor, čeoni otpor, granični sloj, prisustvo efekata tla i drugi aerodinamički efekti, koji se javljaju pri kretanju voza velikih brzina ili mimoilaženju dva voza na otvorenoj pruzi i u tunelu. Svi vozovi nove generacije su u razvoju prošli kroz aerodinamičke proračune i ispitivanja u aerotunelima.

2. PROBLEMI KOJI SU SE POJAVILI SA POVEĆANJEM BRZINA

Još krajem XIX veka projektantima vozova je glavna preokupacija bila smanjenje aerodinamičkog otpora. Prve studije su imale za cilj poboljšanje performansi vuče (obzirom na ograničenu snagu lokomotiva na paru) i redukciju potrošnje energije.

S povećanjem brzine vozova aerodinamički otpor postaje prvorazredan, jer se menja s kvadratom brzine. Aerodinamičari koji su se bavili automobilima, a naročito avionima našli su se u situaciji koja je za njih bila neuobičajena. Prvi razlog je velika dužina vozila. Dužina automobila je 2,5 do 2,7 puta veća od širine. Kod železničkih vozila odnos dužine i širine je 6 ili 7, a za kompoziciju koja se sastoji od više vagona doseže često 50, 100, pa i više. Koeficijent aerodinamičkog otpora se kod automobila i aviona daje u odnosu na površinu poprečnog preseka, što bi za železničku kompoziciju bilo neprirodno. Ovaj koeficijent se kod železničkih kompozicija daje u odnosu na dužinu ili broj kola. Osim toga, železničke kompozicije zbog komoditeta eksploatacije, moraju se kretati podjednako u oba smera. Ovaj problem ne postoji kod aviona, a kod automobila se pri kretanju unatrag ne traži aerodinamički kvalitet. Voz se kreće konstantno u prisustvu tla, susedne instalacije i osoba, kao i kroz tunele, što je takođe novina za aerodinamičare.

Jedan od značajnih problema koji se javio s povećanjem brzine jeste nestacionarni fenomen vezan za efekat pritiska vazduha, tj. vazdušnog talasa pri mimoilaženju vozova na otvorenoj pruzi i pri prolasku kroz tunel, bez i s mimoilaženjem. Promena pritiska u tim slučajevima izaziva zamor stakala prozora i vrata, kao i dodatna opterećenja konstrukcije. Mimoilaženje vozova u tunelu izaziva promene pritiska na bubnoj opni putnika, koja može biti neugodna. Specijalni oblici tunela mogu smanjiti snagu udarnog talasa, koji stvara voz i na taj način poboljšati komfor putnika. Kao rezultat prvih istraživanja proistekao je nosni profil Eurostara, koji je optimiziran za kretanje kroz tunel La Manš. Visoki zahtevi komfora putnika su uslovili razvijanje zaptivenih vozila, a u postojećim putničkim vagonima razvijanje uklopnih elemenata koji omogućavaju naknadno zaptivanje. Udarni talas nastao kretanjem voza velikih brzina, podnose ulazni portali tunela, bliske instalacije i tela malih dimenzija

[1] mr Mirjana Puharić dipl.inž, Institut GOŠA, Milana Rakića 35, e-mail:miramo@neobee.net

koje se nalaze u blizini pruge.

3. AERODINAMIČKI FENOMENI KOJI SE JAVLJAJU PRILIKOM PROLASKA VOZA KROZ TUNEL

Voz u kretanju pomera sa sobom vazduh i deformiše sredinu kroz koju se kreće. Ako voz napreduje sam, konstantnom brzinom, oblik strujanja je nezavisan od vremena, fenomeni su stacionarni.

Kada se voz kreće brzinom koja nije konstantna ili kada je njegova neposredna okolina modifikovana prisustvom mimoilazećeg voza ili ma kojom preprekom duž pruge: pešak, vozilo, most, zgrada, tunel itd., strujanje vazduha varira s vremenom, fenomeni su nestacionarni.

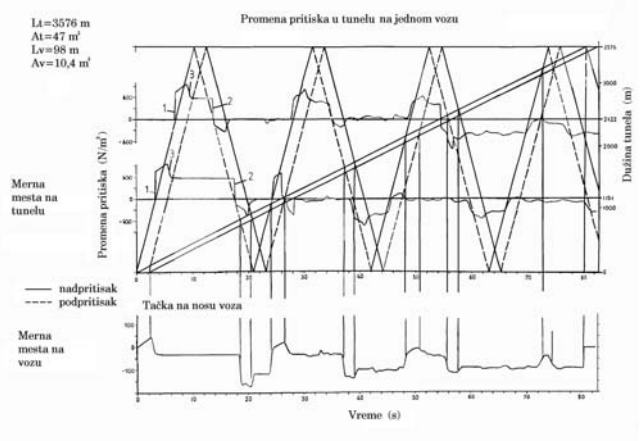
Nestacionarna aerodinamika izučava efekte vazdušnih talasa koji se javljaju kada se voz kreće u blizini jedne fiksne instalacije, kao što je zid, most ili druge infrastrukture, kada prolazi kroz tunel ili se mimoilazi s drugim vozom na otvorenoj pruzi ili u tunelu. U ovom slučaju, treba odrediti interakciju između voza i njegove okoline i treba definisati granice bezbednosti i komfora.

Kretanje voza kroz tunel spada u domen nestacionarne aerodinamike. Za takve je slučajeve potrebno precizirati interakciju između voza i njegove okoline. Prostor između zidova tunela i voza nije velik, usled čega voz istiskuje deo vazduha, a ostatak vazduha ga opstrujava. Brzina vazduha se povećava i raste trenje po površini voza. Između čeonog i repnog dela voza se pojavljuje dopunska razlika pritisaka izazvana trenjem, što povećava koeficijent otpora, a samim tim i otpor kretanja. Osim toga, u tunelima velikih dužina, dopunska količina energije utrošena na savladavanje otpora kretanju, pretvara se u kinatičku energiju vazduha, a kao rezultat toga u toplotnu energiju. Pored toga, dodavanjem izvora toplote (grejna tela u vozu), izazivaju se problemi povećanja temperature vazduha i problem njenog odvođenja.

Ulazak i izlazak voza iz tunela, pri velikim brzinama, propraćeni su impulsnim prelaznim procesima, pri kojim se obrazuje serija talasa različitog pritiska, koji se u tunelu rasprostiru brzinom zvuka. Na ulazu nosnog dela voza, dolazi do sabijanja vazduha, a na izlazu nosnog dela i kraja voza, do pada pritiska. Ti talasi se odbijaju o portal tunela i njihov znak se menja. Talas povišenog pritiska, postaje talas sniženog pritiska. Vazduh se sada ne može smatrati nekompresibilnim.

Primer jedne izolovane vožnje kroz tunel je pokazan na slici 1. Na jednoj ordinati je data dužina tunela, a na drugoj pritisak. Na gornjem delu slike je prikazana promena pritiska merena na tunelu, a u donjem delu slike promena pritiska na vozu. Merna mesta na tunelu se nalaze na udaljenosti 1154 m i 2422 m od ulaznog portala, a na vozu na samom vrhu nosa voza.

U trenutku t=0, tj. trenutku kada vrh nosa voza dođe na ulazni portal tunela, on "ispušta" udarni talas, koji dostiže brzinu zvuka i kreće se duž tunela. Ovaj udarni talas je na mernim mestima u tunelu prepoznatljiv po porastu pritiska, označeno sa 1.



Slika 1. Promena pritiska u tunelu na jednom vozu

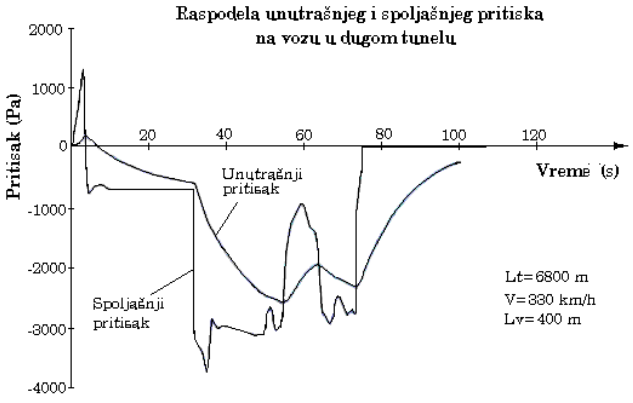
Na kraju tunela, taj udarni talas se reflektuje i opet brzinom zvuka vraća prema ulaznom portalu. Na postojećim mernim mestima na tunelu, taj povratni pritisak se registruje i na dijagramu je označen sa 2.

Nakon ulaza voza u tunel, usled vazdušnog trenja između voza i zida tunela, u celokupnoj dužini voza, dolazi do povećanja pritiska koji nastaje kod kraja voza. Kada zadnji deo voza prođe pored mernog mesta, u tom momentu u tom poprečnom preseku tunela nema više zaprečavanja od strane voza, poprečni presek se proširuje, što uzrokuje smanjenje pritiska. To smanjenje pritiska se takođe brzinom zvuka kreće kroz tunel i na dijagramu je označeno s 3.

Pri kretanju voza kroz tunel, a naročito pri mimoilaženju vozova u tunelu, pri određenim odnosima površina poprečnog preseka voza i tunela, kao i pri aerodinamički nepovoljnim oblicima prednjeg dela voza, promene pritiska i pritisak struje vazduha u tunelu mogu toliko porasti da ugrožavaju zdravlje putnika. Zbog toga su standardima propisane granične mere pritisaka, koje ne smeju biti prekoračene. Komfor-kriterijumi promene pritisaka u tunelima su propisani u svim zemljama u kojima cirkulišu vozovi velikih brzina.

Ispunjenje ovih zahteva se ostvaruje izradom zaptivenih vozila. Kod zaptivenih vozila su zadovoljeni kriterijumi komfora putnika, ali je usled razlike između spoljašnjeg i unutrašnjeg pritiska visoko naprezanje strukture vozila. Zbog toga je za projektante merodavno opterećenje strukture kod vozila koja su zaptivena.

Na slici 2 su date raspodele unutrašnjeg i spoljašnjeg pritiska u dugom tunelu, mereno na nemačkom vozu ICE 3, dužine 400 m, koji se kreće brzinom 330 km/h.



Slika 2. Raspodela unutrašnjeg i spoljašnjeg pritiska na vozu u dugom tunelu

4. AERODINAMIČKI FENOMENI KOJI SE JAVLJAJU PRILIKOM MIMOILAŽENJA DVA VOZA U TUNEL

Mimoilaženje vozova u tunelu je mnogo kompleksnije od izolovane vožnje kroz tunel. Promene pritisaka u trenutku mimoilaženja su znatne, a pri određenim uslovima brzine kretanja vozova, dužine vozova, a posebno vremenske razlike pri ulasku vozova u tunel, dolazi do prekomernog opterećenja.

Za prva proučavanja aerodinamičkih pojava pri mimoilaženju vozova u tunelima, izabran je dvokolosečni tunel u kojem je omogućena brzina mimoilaženja vozova 200 km/h. U tunelu je izvršeno mimoilaženje jednog lokalnog i jednog brzog voza. Izvršena ispitivanja, pokazala su zavisnost amplituda posmatranih pojava od nekoliko parametara: dužine tunela, površine poprečnog preseka tunela, brzina kretanja oba voza, razlika u vremenu ulaska vozova u tunel, tipa voza (dužine vozova, površine poprečnog preseka, oblika nosnog i repnog dela).

Na slici 3 prikazane su izmerene promene pritisaka na mernim mestima u tunelu i na vozovima. Na gornjem delu slike date su promene pritisaka na mernim mestima u tunelu, a na donjem delu slike promene pritiska na vozovima. Na dijagramu su date proračunske vrednosti i vrednosti izmerene u realnim uslovima.

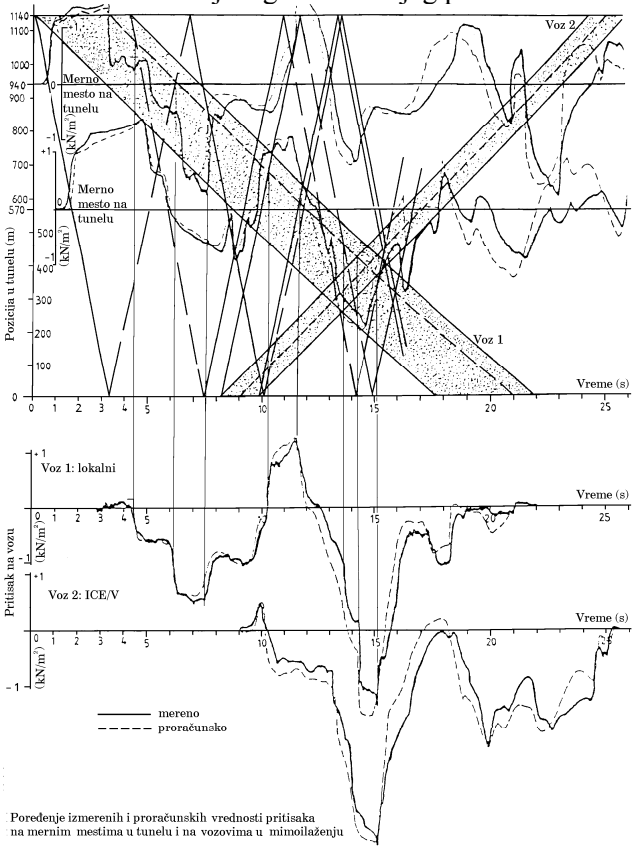
Kada se brzina struje vazduha približava brzini zvuka, u tunelu se rasprostiru talasi prilikom kojih dolazi do promene pritiska. Ti talasi su prikazani na gornjem delu slike i to: linijom "**---------**" talasi povišenog, a linijom "**- - - - -**" talasi sniženog pritiska. Presek ovih linija s linijom mernog mesta na tunelu predstavljaju tačke promene pritiska.

Za proračun je korišćen jednodimenzionalni računarski program, kome su ulazni podaci: geometrijski podaci za tunel i vozove, brzine kretanja, vreme ulaska u tunel, kao i razni koeficijenti koji su rezultati ranijih iskustava. Na slici se vidi dobro slaganje između proračunskih i merenih vrednosti pritisaka na tunelskim mernim mestima i na mernim mestima na vozu.

Vidi se takođe da u momentu kritičnog mimoilaženja tj. u trenutku koji se na dijagramu vidi kao presek trajektorija vozova, dolazi do veoma velike promene pritiska na oba voza. Na lokalnom vozu, ta promena je oko 4,8 kPa u trajanju 3,5 sekundi. Te promene pritiska znatno premašuju visoke zahteve komfora, što je zahtevalo njihovu redukciju.

Promene unutrašnjih pritisaka za nezaptiveni vagon, naročito u trenutku kritičnog mimoilaženja, su velike i ne zadovoljavaju uslove komfora putnika. Kod zaptivenih vagona promene unutrašnjih pritisaka su znatno blaže, ali razlika unutrašnjih i spoljašnjih pritisaka, izaziva dodatno opterećenje konstrukcije.

Posebnu pažnju treba obratiti na nezaptivene teretne vagone. Veći deo vozila i tereta u teretnom saobraćaju nisu zaptiveni, što znači da ne postoji bitna razlika između vanjskog i unutrašnjeg pritiska.



Slika 3. Poređenje izmerenih i proračunskih vrednosti pritisaka na mernim mestima u tunelu i na vozovima u mimoilaženju

5. "SONIC BOOM" EFEKAT

Sonic boom efekat je aerodinamičko-akustični fenomen, koji nastaje ako šinsko vozilo velikom brzinom uđe u tunel, pri čemu, talasni pritisak koji ide unapred može stvoriti priraštaj pritiska koji se prilikom izlaska iz izlaznog portala manifestuje više ili manje glasnim praskom. Da li će se prasak na izlaznom portalu tunela javiti i kojim intenzitetom,

zavisi od niza parametara. Sonic boom efekat se pojačava sa: porastom brzine voza na ulazu u tunel, porastom dužine tunela, smanjenjem površine poprečnog preseka tunela, porastom površine poprečnog preseka voza, izborom čvrste površine kolovoza i izradom relativno glatkih površina tunelskog zida, bez naglih promena poprečnih preseka.

Pored pomenutih parametara, na jačinu praska utiče i topografija. Uski prednji usek je nepovoljniji nego kada voz izlazi u slobodan prostor.

Povoljan aerodinamički oblik prednjeg dela voza utiče na slabljenje sonic boom efekta. Izradom kosog ulaznog portala, postiže se delimično slabljenje ovog efekta. Kod evropskih železnica, naročito kod relativno većih površina poprečnih preseka, kada postoje promene poprečnog preseka tunela, kod kolovoza uređenih tucanikom i kosih portalnih završetaka, do sada se nisu pojavljivali nikakvi problemi sa sonic boom efektom. Pojava sonic booma se može očekivati u postojećim tunelima, zbog nemogućnosti proširivanja poprečnih preseka tunela, kao i u tunelima na novoizgrađenim deonicama, zbog predviđenih velikih brzina i čvrstih površina kolovoza izabranih zbog normi gradnje. Ovo se pre svega odnosi na jednokolosečne tunele, koji imaju znatno manje površine svetlosnog poprečnog preseka.

Sonic boom fenomeni su se do sada u velikom obimu pojavljivali u tunelima na brzim prugama u Japanu, čija iskustva treba uzeti u obzir u gradnji tunela na novoizgrađenim deonicama.

LITERATURA

[1] P.Marty, H.Autruffe, Etudes aerodynamiques instationnaires liees a la circulation des trains a grande vitesse, Revue generale des chemins de fer , 1993.

[2] P.Arth, Ergebnisbericht zur Untersuchung des ″sonic boom″phanomens auf HGV-strecken, Munchen, 1997

[3] Puharić M., TEORIJSKO I EKPERIMENTALNO ISTRAŽIVANJE AERODINAMIČKIH PROBLEMA VOZOVA VELIKIH BRZINA, mag.rad, MF, Beograd, 2000.

[4] Puharić M., Ispitivanje modela voza za brze pruge u podzvučnom aerotunelu T-35, Naučni skup Vazduhoplovstvo 93., Beograd

[5] Puharić M., Neki aerodinamički problemi koji se javljaju pri mimoilaženju vozova u tunelu, NTP 1999.

[6] Puharić M., Primena aerodinamičkih tunela u ispitivanju vozova velikih brzina, kum NTI, 2002.

[7] dr Nikola Maričić, Zdravković M., Matić M., Analiza aerodinamičkih efekata pri kretanju voza velikih brz ina i mimoilaženju dva voza na otvorenoj pruzi, Studija VTI 1992., Beograd

THE AERODYNAMIC PHENOMENONS OCCURING DURING TRAIN MOVEMENT THROUGH THE TUNNEL

Author: Mirjana PUHARIĆ

Abstract: This paper describes the aerodynamic phenomenons occuring during train movement through the tunnel. It is necessary to describe precisely the interaction between the train and its surrounding. Since the space between the tunnel walls and the train is not large, the train expells some air, whereas the remaining air flows around it. The air speed is increased and friction rises on the train surface, increasing the resistance coefficcient and therefore movement resistance. The energy used to subdue movement resistance is converted into heat power (energy) in the lengthy tunnel. By adding the heat source (heating elements in the train), there is an air temperature increase and problem of heat escape. The subsequent problem to be discussed about is ingress and egress from the tunnel, when formation of series of waves with various pressure occur. These waves are reflected from the tunnel portal resulting in their interference. The aerodynamic and acoustic phenomenon called "Sonic boom effect" shall also be mentioned.

Key words – trains of great speeds, tunnel, aerodynamic, sonic boom efect,

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

SIMULACIJA DINAMIČKOG PONAŠANJA ŽELEZNIČKOG VOZILA KAO DEO PROCESA KONSTRUISANJA

Miloš MILOVANČEVIĆ[1]
Aleksandar MILTENOVIĆ[2]

Rezime *– Simulacije kretanja železničkih vozila predstavljaju novinu u nauci, prvi softveri su se pojavili početkom devedesetih godina XX veka, dok se prva regulativa vezana za tu oblast pojavila 1997 godine u Engleskoj pod nazivom „The Manchester Benchmarks". U ovom opsežnoj studiji date su preporuke i pravila vezana za izvođenje simulacija kretanja. Istraživanje u oblasti softverskih ispitivanja ima za cilj da se unapredi procesi kako projektovanja i konstruisanja železničkih vozila tako i održavanja infrastrukture.*

Ključne reči – železnička vozila, dinamika vozila, simulacija

1. UVOD

Ideja o upoređivanju karakteristika simulacionih paketa koji vrše predviđanje dinamičkog ponašanja vozila potiče od Simon Iwnicki sa Mančester Metropoliten Univerziteta. Definicija testova koji bi formirali benčmark i proverili međusobne sličnosti, prednosti i nedostatke pet simulacionih paketa (Vampire, Nucars, Adams, Gesys i Simpack) data je u martu 1998. godine i predstavlja veliki izazov za proizvođače softvera. Rezultati su pokazali da samo tri softverska paketa imaju verodostojne rezultate.

Referentne vrednosti koje su date u The Manchester Benchmarks usvajane su na Metripoliten univerzitetu u Manchesteru 23. juna 1997 godine. Zatim su štampani u časopisu «Vehicle System Dynamics» zajedno sa rezultatima simulacija koje su izvršene na većem broju simulacionih paketa.

Cilj nastajanja ovih referentnih preporuka je da omogući konstruktorima železničkih vozila kao i istraživačima u oblasti dinamike vozila, da koncipiraju uniformni matematički model vozila i ocenjuju softverske pakete i njegovu primenu. Postoji nekoliko referentnih preporuka koje su uglavnom vrlo kompleksne i koje za cilj imaju određivanje, odnosno, dokazivanje validnosti različitih softverskih postupaka.

2. PROGRAMI ANALIZE KRETANJA VOZILA

Matematičko modeliranje železničkog vozila prilagođeno je tako da odgovara različitim postupcima softverske analize. Postoji pet osnovnih postupaka analize dinamičkog ponašanja vozila na osnovu kojih se formiraju matematički modeli i to su:

- Program analize sopstvenih vrednosti (linearna analiza)
- Program analize linearnih karakteristika
- Program analize prelaznih stanja
- Program kvazi statičke nelinearne analize
- Program statičke analize

Sve predhodno navedene analize podrazumevaju unošenje određenih podataka u *Run File*, gde se nakon matematičkih operacija dobijaju tačno određene veličine.

Program analize sopstvenih vrednosti
- Prirodna frekvenca
- Oblici oscilovanja
- Analiza linearne stabilnosti

Program analize linearnih karakteristika
- Linearni frekventi odgovor

Program analize prelaznih stanja
- Nelinearna analiza stabilnosti kretanja
- Nelinearna analiza vožnje
- Analiza odgovora na diskretne inpute

Program kvazi statičke nelinearne analize
- Analiza i predviđanje habanja sistema točak-šina

Program statičke analize
- Simulacija rotacije obrtnog postolja
- Simulacija njihanja vozila

[1] Mr Miloš Milovančević, Mašinski fakultet u Nišu, A. Medvedeva 14, milovancevic@masfak.ni.ac.yu
[2] Mr Aleksandar Miltenović, Mašinski fakultet u Nišu, A. Medvedeva 14, milten@eunet.yu

3. KONTAKT TOČAK –ŠINA

3.1. Proračun kontakta točak – šina

Proces proračuna sila između točka i šine, ako su data pomeranja točka i šine podeljen je u dve faze. Prva faza podrazumeva računanje puzanja (relativne brzine) u kontaktu točak/šina. Druga faza je određivanje sile koja se generiše u kontaktu točak/šina kao posledica puzanja. Tačni odnosi između relativne brzine i sile puzanja su kompleksni i izuzetno ne linerane prirode.

Kako je za proračun ubrzanja iznad primarnog ogibljenja dovoljno koristiti silu puzanja osim u slučajevima kada je koničnost manja od 0.1

Postoji mogućnost korišćenja jednog od tri metoda za opisivanje kontakta točak/šina:

- linearni zakon puzanja
- kvadratni zakon puzanja
- ne linerani zakon puzanja

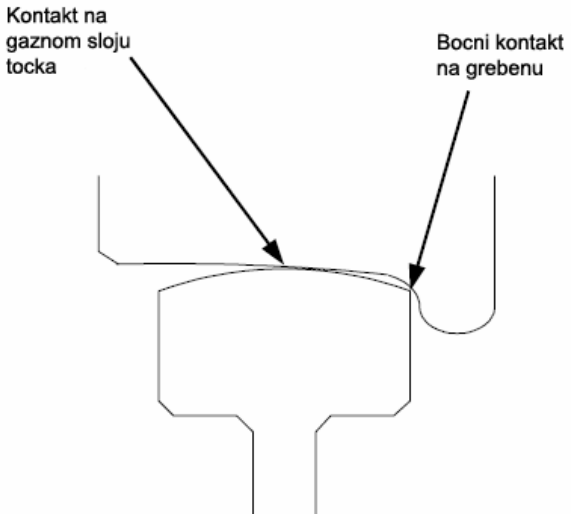
Kada se vrši ne linerana analiza prelaznih stanja potrebno je koristiti nelinearni zakon puzanja za proračun sila u kontaktu točak/šina

3.2. Kontakt u dve tačke

U nekim slučajevima kombinacija profila točka i šine ne daje kontaktu površnu koja se lagano pomera sa jednog na drugi kraj kontakta točak – šina, već naglo menja položaje sa jednog na drugi [4,5,6].

U ovakvom slučaju dolazi do kontakta između točka i šine u dve tačke istovremeno, kontakt se ostvaruje na gaznom delu točka ali i na boku venaca točka tako da se vertikalno opterećenje prenosi preko dve tačke kao što je prikazano na slici1.

Sile koje se dobijaju u ovim tačkama dodira koriste se za dobijanje sila i obrtnih momenta na osovinskom sklopu

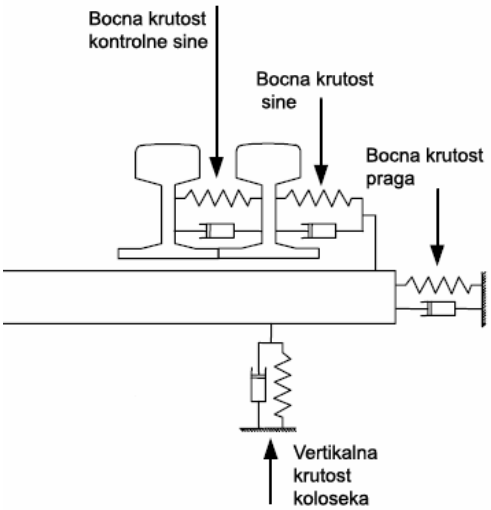


Slika 1. Dvostruki kontakt točak šina

3.3. Modeliranje koloseka

Kod nelineranog zakona, elastičnost šina se modelira drugačije u vertikalnom i bočnom smeru. Modeliranje u bočnom smeru podrazumeva elastičnost praga ali i elastičnost zastora od šljunka [4,8]. Ako se uvede i kontrolna šina u analizu, onda se ona za odgovarajuću šinu vezuje odgovarajućom krutošću.Ovo omogućava dinamičke promene na koloseku u zavisnosti od sile u kontaktu točak/šina. Modeliranje u vertikalnom pravcu podrazumeva samo vertikalnu krutost u odnosu na zemljani trup.

Krutost koloseka predstavljena je krutošću i parametrima prigušenja kao na slici 2.



Slika 2. Modeliranje koloseka

4. RAZVOJ SOFTVERSKOG PAKETA VAMPIRE

Dinamičko ponašanje železničkih vozila je predmet proučavanja više od jednog veka. Oscilacije koje se javljaju kao posledica kretanja točka po šinama opisane su po prvi putu od strane George Stephenson1 1821. godine. Od tada je puno rađeno na sistemu regulacije vibracija železničkih vozila a naročito su ispitani slučajevi ulaska vozila u krivinu.

Tek početkom šezdesetih godina prošlog veka kada su računari postali dostupniji a sa druge strane matematičke formule preciznije dobili su se kvalitetniji rezultati u određivanju dinamike kretanja železničkih vozila. Napredak u kompjuterskoj tehnologiji doveo je do brzog razvoja numeričkih tehnika za rešavanje problema dinamike vozila.

U okviru Britanske asocijacije za istraživanje železnice (sada je to AEA technology rail) veliki broj

[1] Stephenson G., "Observations on edge and tram railways", 19th May 1821

programa je razvijen poslednjih dvadeset pet godina za rešavanje dinamike kretanja. Ovaj razvoj podrazumeva kreiranje linearnih modela koji se koriste u linearnoj analizi i programa za linearnu teoriju kretanja. Linearni program za kretanje kroz krivine je vremenom napredovao kao i razumevanje nelinearnih sila na dodiru točak-šina. Daljim razvojem došlo se do nelinearnog programa za analizu prelaznih stanja kojim se proučavaju karakteristike vozila koristeći diskretne ulaze i karakteristike pruge na bazi poznatih vertikalnih i bočnih pomeranja. Ovi programi su objedinjeni u pre i post procesorske module od kojih je danas sastavljen softverski paket VAMPIRE.

Došlo se do zaključka da linearni program ima izvesna ograničenja vezana za teorijske postavke kontakta točak-šina, ali ako se ova ograničenja prepoznaju i ako se na njih računa linearni programi su izuzetno korisni. Jedna od namena je i upoređivanje voznih karakteristika vozila pri promeni koničnosti točkova ili za proveru modela vozila i razumevanje dinamičkog ponašanja pre izvođenja nelinearnog proračuna.

4.1. Razvoj linearne analize

Jednačine kretanja točka po šini su uglavnom nelinearne. Prve studije kojim se proučavala dinamika vozila koristile su tehnike linearizacije da bi se dobio skup linearnih jednačina kretanja koje su zatim rešavane što je dovelo do razumevanja dinamičkog ponašanja vozila. Ovi rani radovi Britanskog instituta za razvoj železnice rezultirali su CEI nagradom 1975. godine. Oni i dalje predstavljaju veliki deo tehnike linearne analize koji se koriste u softverima. Ovo je podrazumevalo korišćenje linearizovanog modela dodira točka-šina (koji je generisan statičkom procedurom Booton-a) i linearizacije sila koje se javljaju pri sporom kretanju točka po šini(puzanju). Takođe je još tada došlo do određenih pojednostavljenja vezanih za simetriju vozila. Uočeno je da koordinate koje opisuju kretanje vozila mogu da se podele u grupe vertikalnih i bočnih. Vertikalne koordinate objedinjuju ona kretanja vozila koja izazivaju pomeranja u vertikalnoj i longitudinalnoj ravni. Grupa bočnih koordinata daje pomeranja upravna u odnosu na predhodno navedene ravni. Radi pojednostavljenja mala pomeranja vertikalnih i bočnih grupa koordinata-jednačina može da se podeli i veliki broj prvih modela su zapravo bili samo vertikalni ili bočni modeli. Danas se koriste isključivo trodimenzionalni modeli a jedino ograničenje linearnog softvera je to što je ograničen na mala pomeranja.

Linearne metode omogućavaju analizu dinamičkog ponašanja vozila na pravoj pruzi pod uslovom da se uradi linearizacija elemenata ogibljenja. U suštini, osnovni problem vezan za linearni model je to što je matematički model u potpunosti adekvatan ali je vrlo teško dodeliti adekvatne parametre samom modelu. Davanje tačnih parametara je glavni faktor koji utiče na tačnost predviđanja dinamičkog ponašanja vozila.

Kod softverskog paketa VAMPIRE postoji linearizacija modela ali je moguće uraditi model sa više masa. U samu linearizaciju ulaze i linearne jednačine kretanja celog dinamičkog sistema uključujući i elastičnost pruge. Ograničenja linearnih tehnika postoje samo u podacima koji su izabrani za analizu. Takođe se automatski vrši linearizacija elemenata ogibljenja.

Linearno rešavanja kontakta točak-šina ima svoja ograničenja ali ako se ona prepoznaju program je i dalje vrlo koristan jer omogućava variranje parametara koničnosti točka i shvatanje dinamike kretanja.

4.2. Razvoj nelinearne analize

Iskustva sa linearnom teorijom dinamike kretanja dovela su do studije o ponašanju vozila u krivini i ponašanju vozila kada postoje diskretni inputi, tada je neophodno u potpunosti koristiti nelinearne jednačine kretanja.

Kvazi-statična teorija kretanja je razvijena do 1978.godine. Ovo je ustvari nelinearna teorija koja se bavi problemima geometrije dodira točak-šina kao i silama koje se javljaju pri sporom kretanju vozila (puzanje, sile puzanja) i to po metodama Kalker-a.

Koriste se dva različita metoda za proračun i rešavanje jednačina i oba daju slične rezultate. Prva metoda koristi delimičnu linearizaciju podataka o kontaktu točak-šina tako da može da se izvrši njihova interpolacija i kvazi-statičko rešenje ravnoteže sila se dobija brzom konvergencijom. Drugi metod koristi integraciju korak po korak koja podrazumeva kreiranje vremenskog opsega vozila u krivini, takva konvergencija takođe daje kvazi-statičko rešenje. Tehnika integraljenja je sporija ali podrazumeva integraljenje prigušenja koja se javljaju kao posledica bočnih i podužnih ubrzanja. Prednost ove druge metode je što može da se proširi na predviđanje ponašanja vozila pri prolasku kroz skretnice, odnosno, uopšteno posmatrano za bilo koji vid predviđanja nelinearnih ponašanja.

Razvijen je teoretski metod koji omogućava analizu momenta trenja pri kočenju, ovo pored sile puzanja koja je proizašla iz Kelkerovog rada i variranja vrednosti veličine površine kontaktne elipse omogućava predviđanje ponašanja osovinskog sklopa kao i iskliznuće iz šina.

Nelinearna programska metoda je testirana pri simulaciji kretanja dvoosovinskog šinskog vozila-dresine po određenoj pruzi. Rezultati dobijeni simulacijom poređani su sa eksperimentalnim rezultatima na zadatoj pruzi. Rezultati dobijeni simulacijom u odnosu na rezultate merenja se nalaze u

dijapazonu do 20% odstupanja.

Eksperimentalno je potvrđeno da se simulacijom kretanja može vršiti predviđanje dinamičkog ponašanja na pravoj i ravnoj pruzi, međutim, ispitivanja vršena u svetu ukazuju na to da je moguće predvideti dinamičko ponašanje pri kretanju vozila kroz ukrsnice i skretnice.

5. ZAKLJUČAK

Istraživanje u oblasti softverskih ispitivanja ima za cilj da se unapredi procesi kako projektovanja i konstruisanja tako održavanja vozila i infrastrukture. Kvalitet softverskog pristupa u određivanju dinamičkih karakteristika železničkih vozila leži u činjenici da je moguće odrediti ključne dinamičke karakteristike vozila koja su još uvek u fari razrade ili koncipiranja. Potrebno je poznavati uslove u kojima se vrši kretanje vozila (profil pruge i brzine kretanja) i osnovne karakteristike ogibljenja. Ovaj način praktično omogućuje konstruktorima da pre izrade prototipa ispitaju dinamičke karakteristike različitih tipova ogibljenja na konstruisanom vozilu. Takođe s obzirom da je softversko ispitivanje, odnosno simulacija kretanja uslovljena podacima o profilu pruge može se izvršiti i analiza pogodnosti korišćenja određene vrste ogibljenja na pojedinim deonicama pruge.

Literatura

[1] Statistička dinamika šinskih kola, V. F. Uškalov, L. M. Reznikov, S. F. Redko, 1985

[2] Kinematika i Dinamika D. Rašković

[3] Teorija oscilacija, D. Rašković

[4] Schielen, W. (editor), "Multibody Systems Handbook," Springer-Verlag, 2001

[5] Kortuem W., Sharp, R.S., A report on the State-of-Affairs on 'Application of Multibody Computer Codes to Vehicle System Dynamics', Vehicle System Dynamics 1997

[6] Sharp R.S., and Kortuem, W., "Report on the Herbertov Workshop on Multibody systems Applications to Problems in Vehicle System Dynamics," Vehicle System Dynamics, 1997

[7] Kortuem W., Sharp, R.S. 'The IAVSD Review of Multibody Computer Codes for Vehicle System Dynamics', Proc. Third ASME Symposium on Transportation Systems.SME Winter Annual Meeting, Anaheim, CA, November 9-13, 1992

[8] Gimenez, J.G. Martin, L.M. Pascal, J.P. and Maupu J.L., "IAVSD Railway Benchmark No.2 Sidive and Voco Code Solutions", The Dynamics of Vehicles on Roads and Tracks (G. Sauvage ed.), Proc. 12th IAVSD - Symposium, Swets and Zeitlinger, Lisse, 1992, pp 551-565

[9] Kortuem W., Sharp, R.S. (editors), Multibody Computer Codes in Vehicle System Dynamics, Supplement to Vehicle System Dynamics, Vol. 22, Swets & Zeitlinger, Lisse, 1993

[10] Kortuem, W., Gissinger, G.L, 'Simulation of Vehicle System Dynamics, State of the Art and Ongoing Developments', Proc. 8th IFAC Symposium on Transportation Systems

[11] Manchester Benchmarks for rail vehicle simulation, Manchester Metropolitan University

[12] S.Shenck;Machine Diagnosis. Seminar C 40e 1999.

[13] Kolerus,J; Zustandüberwachung von Maschinen. Expert Verlag. Esslingen 1995

[14] Bannasch, M.; Maly, H.; Klose, C.; Saglitz, M.: Intelligent and Flexible Inspection of Trains for High-Speed Services, RTR 2-3, 2002.

[15] Tanel Telliskivi, Ulf Olofsson, Ulf Sellgren and Patrik Kruse Machine Elements, A TOOL AND A METHOD FOR FE ANALYSIS OF WHEEL AND RAIL INTERACTION Department of Machine Design Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden 1999

[16] Mr Miloš Milovančevič „Istraživanje dinamičkog ponašanja železničkog vozila sa aspekta stanja radne ispravnosti" magistarski rad, Mašinski fakultet u Nišu, jun 2006.

RAIL VEHICLE DYNAMIC BEHAVIOUR SIMULATION AS PART OF CONSTRUCTION PROCESS

Miloš MILOVANČEVIĆ
Aleksandar MILTENOVIĆ

Abstract – Abstract – Rail vehicle simulation is something new in scientific world, first software appeared at 90`es of XX century, while first regulative for that field of exploration appeared in 1997 in England „The Manchester Benchmarks". In this wide study first recommendations for rail vehicle simulation are published. Exploration in this field has its goal to improve processes of rail vehicle construction and designing as well as rail infrastructure.

Key words: railway vehicle, vehicle dynamics, simulation

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

APLIKATIVNI ZNAČAJ SOFTVERSKOG PAKETA VAMPIRE U UTVRĐIVANJU DINAMIČKIH KARAKTERISTIKA ŽELEZNIČKIH VOZILA

Aleksandar MILTENOVIĆ[1]
Miloš MILOVANČEVIĆ[2]

Rezime *– Savremeni koncept konstruisanja i određivanja dinamičkih karakteristika složenih mašinskih sistema podrazumeva kompjuterski podržano CAD modeliranje. Kreiranje matematičkog modela koji će se testirati jednom od metoda FEM analize u cilju utvrđivanja naponsko-deformacionog stanja je veoma važan segment u konstruisanju ili rekonstrukciji železničkog vozila. Aplikativni softver Vampir sastoji se od linearnih i nelinearnih procedura za predviđanje dinamičkog ponašanja železničko vozila tako da omogućava rešavanje problema u procesu određivanja dinamičkog odgovora železničkog vozila.*

Ključne reči – softver, virtualna ispitivanja, železnička vozila

1. UVOD

U okviru Britanske asocijacije za istraživanje železnice (sada je to AEA technology rail) veliki broj programa je razvijen poslednjih dvadeset pet godina za rešavanje dinamike kretanja. Ovaj razvoj podrazumeva kreiranje linearnih modela koji se koriste u linearnoj analizi i programa za linearnu teoriju kretanja. Linearni program za kretanje kroz krivine je vremenom napredovao kao i razumevanje nelinearnih sila na dodiru točak-šina. Daljim razvojem došlo se do nelinearnog programa za analizu prelaznih stanja kojim se proučavaju karakteristike vozila koristeći diskretne ulaze i karakteristike pruge na bazi poznatih vertikalnih i bočnih pomeranja. Ovi programi su objedinjeni u pre i post procesorske module od kojih je danas sastavljen softverski paket VAMPIRE.

2. APLIKATIVNI SOFTVER ZA ANALIZU PRELAZNIH STANJA

Program analize prelaznih stanja koristi se za računanje dinamičkog odgovora vozila na spoljašnje dejstvo geometrijske nesavršenosti pruge i spoljašnjih sila uopšte.

Proračun obuhvata potpunu nelinearnu analizu modela vozila i oscilacija koje se javljaju kao posledica kretanja-odnosno dodira točak/šina. Program analize prelaznih stanja u softverskom paketu Vampire, predstavljen je kroz složen i vrlo zahtevan korisnički interfejs.

Dinamički odgovor vozila na spoljašnje uticaje uslovljen je velikim brojem različitih parametara vozila, kontakta točak/šina ali i geometrijom šina, geometrijom točka. Analiza prelaznih stanja predstavlja najsloženiji oblik analize obzirom da pored svega navedenog u proračun ulazi i dvostruki kontakt točak/šina.

2.1. Model ispitivanog vozila

Proces dinamičke analize kretanja šinskog vozila, počinje definisanjem vozila (geometrije i fizičkih karakteristika) u smislu definisanja i određivanja fajla iz koga će softver da očitava podatke o vozilu, kao i imenovanja analize.

Fajl koji se koristi za definisanje geometrije i fizičkih karakteristika vozila (drezine) nosi ime «twoax» inače se radi o kodnom zapisu koji shodno određenim pravilima mora da se ispiše u notepad-u.

Zatim je neophodno definisati uslove dinamičkog ispitivanja vozila u smisli definisanja tačno željene brzine kretanja vozila (u našem slučaju 50km/h i 60km/h). Takođe je moguće definisati opseg brzina na kojima vršimo ispitivanje.

Obzirom da su propisima UIC 518 definisane dužine ispitnih deonice pruge, potrebno je takođe i softverski definisati dužinu deonice pruge na kojoj želimo da odredimo dinamički odgovor vozila.

Dalje potrebno je definisati vremenske korake za proračun (preporučene vrednosti su 1-5 milisekundi) i

[1] Mr Aleksandar Miltenović, Mašinski fakultet u Nišu, A. Medvedeva 14, milten@eunet.yu
[2] Milovančević, Mašinski fakultet u Nišu, A. Medvedeva 14, milovancevic@masfak.ni.ac.yu

za dobijanje izlaznih podataka (ne postoje preporuke).

Kvalitet i karakteristike pruge u mnogome utiče na kretanja šinskog vozila, softverski paket Vampire koji je korišćen za simulaciju kretanja dresine na potezu Niš-Niška Banja, uticaj pruge definiše preko fajla koji nosi podatke o pruzi.

Kako se radi o pruzi koja je u trećoj kategoriji pruga i čija su odstupanja, prema vrsti deformacije (stabilnost,vitoperenje i nadvišenje) vrlo velika, fajl sa podacima je zapravo listing u kome su uneta odstupanja na deonici Niš- Niška Banja. Deo podataka o stanju šina uzetih iz ZOP-a Niš koji su snimljeni pomoću mernih kola, dati su u tabeli.1. U tabeli su prikazani podaci odstupanja geometrije šina od konstruktivno popisanih vrednosti (nađene mere). Možemo uočiti da nadvišenje na delu pruge od 4716m-4718m pruge iznosi -15mm u odnosu na konstruktivno popisanu vrednost, dok na delu od 4979m-4982m pruge iznosi -17mm.

Tabela 1. Stanje šina na pruzi Niš-Niška Banja

Vrsta Deformacije	Stacionaža		Dužina	Nađene mere
	Od	Do	(m)	
NADVIŠENJE	4.716	4.718	2	-15mm
STABILNOST	4.808	4.811	3	-23mm
VITOPERENJE	4.979	4.981	2	-19mm

Složenost nelinearnog dinamičkog modela demonstrira i neophodnost definisanja parametara potrebnih za proračun relativnih brzina na osovinskom sklopu. U tom smislu potrebno je definisati profile točka i šine u kontaktu, geometriju osovinskog sklopa, koeficijente trenja na kontaktu gazne površine točka i šine ali i koeficijent trenja između bočne strane venaca bandaža i šine obzirom da postoji mogućnost ostvarivanja kontakta u dve tačke. Korisnički interfejs je u ovom slučaju relativno jednostavan ali zahteva unošenje vrlo kompleksnih podataka u fajlove opisa profila točka i šine.

Profil točka dresine definisan je UIC propisima kao i kod svih ostalih železničkih vozila tako da su podaci o profilu točka koji se nalaze u failu S1002-SW određeni na osnovu UIC 510-2. Profil šina je takođe definisan UIC propisima tako da je fajl sa podacima o profilu šine određen na osnovu UIC 54.

Definisanje geometrije osovinskog sklopa bazirano je na unošenju vrednosti polu rastojanja između točkova i zazora između točka i šine.

Da bi kontakt točak/šina bio potpuno određen potrebno je definisati i koeficijente trenja na dodiru između gazne površine točka i šine za levi i desni točak, kao i koeficijente trenja između boka točka i šine takođe za levu i desnu stranu.

Kako nelinearnost kontakta proističe iz složenih uslova relativnih odnosa vozila i koloseka, moguće je definisati parametre pruge po kojoj se vozilo kreće odnosno definisati određene parametre koloseka.

U okviru dela interfejsa za definisanje karakteristika koloseka moguće je uneti vrednosti za bočno i vertikalno prigušenje i krutost. Međutim ako je potrebno ostvariti složene uslove dinamičkog ispitivanja moguće je uneti i vrednosti radijalnih bacanja za svaki točak ponaosob kao i dužinu bočnog kontakta između točka i šine.

Nakon potpunog definisanja svih predhodno navedenih parametara potrebno je definisati i parametre koje želimo da dobijemo kao izlaz iz analize, odnosno izlazne kanale. Obzirom da postoje eksperimentalni podaci o vertikalnom ubrzanju na kućištu ležaja osovinskog sklopa i u centru mase (kod vozačevog sedišta), definisani izlazni kanali nose podatne o vertikalnom ubrzanjima na kućištu ležaja i u težištu mase drezine.

Nakon definisanja svih potrebnih podataka za vršenje nelinearne analize prelaznih stanja dovoljno je sve snimiti kao jedan fajl. Zatim se pokreće procesor za proračun i nakon vrlo kratkog vremena se dobijaju podaci simulacije kretanja slika 4.7, najkompleksnije simulacije se vrše nekoliko minuta dok se jednostavnije vrše desetak sekundi.

Nakon izvršenog proračuna moguće je sagledavati rezultate za unapred definisane kanale/izlaze kroz dijagrame u korisničkom interfejsu.

Pokretanjem opcije Data Plotting pokreće se postprocesor kojim se omogućava grafički prikaz rezultata analize u odnosu na rastojanje, frekventnom ili vremenskom domenu.

Takođe moguće je izvršiti izbor kanala (Channel), vrednosti koje se žele da grafički prikazati, moguće je izabrati najviše pet kanala koji se grafički prikazuju na dijagramu.

3. ISPITIVANJE VERTIKALNIH UBRZANJA

Vertikalna ubrzanja značajno utiču na stabilnost i mirnoću hoda šinskog vozila. U objavi UIC 518 u potpunosti su definisani uslovi merenja, analize i granične vrednosti vertikalnih ubrzanja.

Iz opštih uslova izdvajaju se oni vezani za ispitivanja specijalnih vozila koja ograničavaju brzinu, odnosno merenja se vrši pri brzinama manjim od 120km/h kao i da osovinsko opterećenje ne sme da pređe graničnu vrednost od $2Q_0 < 225kN$

Uslovi vezani za stanje i izbor koloseka za ispitivanje su takođe navedeni i to: ispitivanje se vrši na koloseku koji se koristi u redovnoj eksploataciji, uz uslov da šine moraju biti suve. Merenje se vrši pri brzinama manjim od 120km/h.

Vršeno je virtualno merenje vertikalnih ubrzanja u sanduku iznad prednjeg osovinskog sklopa dresine i iznad točka na kućištu ležaja osovine. Izmerene vrednosti analizirane su u vremenskom i frekventnom domenu.

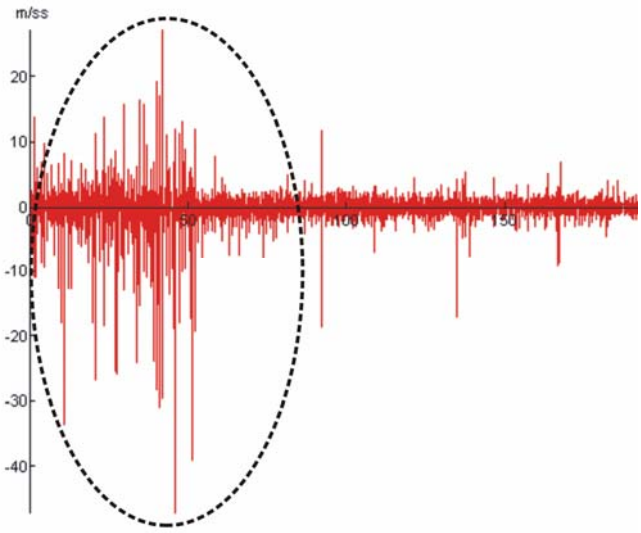
Softverski paket Vampire ima mogućnost određivanja i grafičkog prikaza bočnih ubrzanja, kao i

odnosa bočne i vertikalne sile Y/Q i ostale dinamičke parametre koji određuju sigurnost i mirnoću hoda vozila.

4. REZULTATI MERENJA VERTIKALNIH UBRZANJA NA KUĆIŠTU OSOVINSKOG SKLOPA

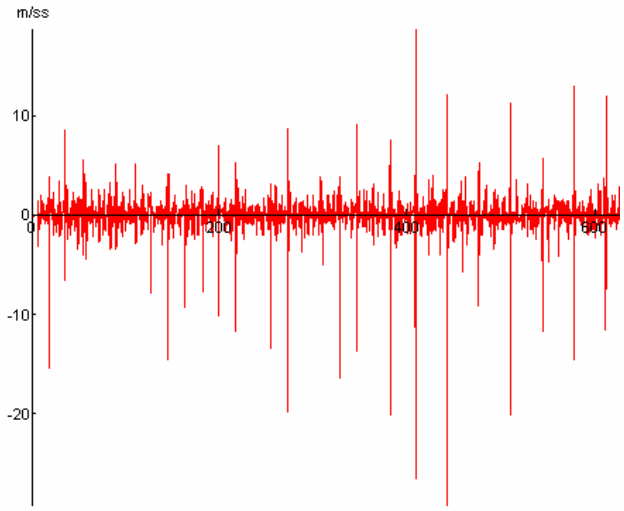
Vrednosti vertikalnih ubrzanja pod različitim uslovima data su u vremenskom i frekventnom domenu. Vertikalna ubrzanja na mernom mestu na kućištu ležaja osovinskog sklopa, sa dijagrama se mogu očitati. Dijagram 1 prikazuje vrednosti vertikalnog ubrzanja u vremenskom domenu, gde se jasno uočava da u opsegu od 0-60s je najveći broj maksimalnih amplituda ubrzanja.

Vremenskom opsegu od 0-60s odgovara opseg rastojanja od 0-1000m koji je prikazan na dijagramu 2. U opsegu od 80-230s javlja se stabilizacija kretanja i amplitude maksimalnih ubrzanja se nalaze u opsegu od -10 do 10m/s^2. Zatim u opsegu od 230-270s javljaju se amplitude u opsegu od -20 do 20m/s^2, a zatim ponovo dolazi do stabilizacije kretanja vozila.

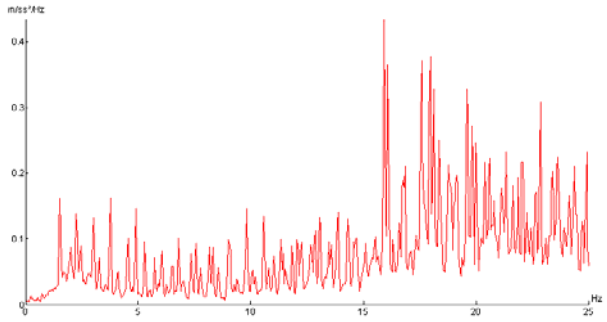


Dijagram 1. Vertikalna ubrzanja u vremenskom domenu

Vertikalna ubrzanja prikazana u frekventnom domenu predstavljaju okosnicu razvoja softverske dijagnostike železničkih vozila. Značajna istraživanja u oblasti primene FFT analize u dijagnostici stanja radne ispravnosti šinskih vozila se vrše, a imaju za cilj da utvrde koji uticajni parametri definišu sliku FFT odziva vozila. Na osnovu predhodno prikazanih FFT dijagrama može se zaključiti da se maksimalne amplitude ubrzanja nalaze u opsegu od 15-25Hz. Takođe sa porastom brzine amplitudni opseg se pomera ka većim frekvencijama.



Dijagram 2. Vertikalna ubrzanja u odnosu na pređeno rastojanje 0-1000m



Dijagram 3. Vertikalna ubrzanja u frekventnom domenu

Rezultat merenja vertikalnog ubrzanja drezine iznad kućišta ležaja osovinskog sklopa pri brzini 50km/h ukazuje na ekstremne vrednosti vertikalnog ubrzanja -29.21 i 18.64 m/s^2.

5. ZAKLJUČAK

Softverski paket Vampire je moćan alat za analizu dinamičkog ponašanja šinskih vozila. Karakteriše ga širok dijapazon opcija i analiza, kako se radi o verziji programa koja se dobija besplatno ima izvesna ograničenja, koja značajnije ne utiču na simulaciju kretanja vozila.

Korišćenje aplikativnog softvera kao što je Vampir ima brojne prednosti od kojih su neke: mogućnost provere dinamičkog odgovora vozila dok je još uvek u fazi konstruisanja, korišćenje u održavanju vozila ali i infrastrukture i uticaj infrastrukture na postojeća vozila.

Podešavanje tehničkih karakteristika vozila čije se dinamičko ponašanje analizira je jednostavno i potpuno. Podešavanje parametar pruge (pomeranja u sva tri pravca) je potpuno uz uslov da se takvi podaci za ispitnu deonicu od 500m poseduju. Ograničenje ispitne deonice na 500m je značajno ograničenje ove verzije programa

Literatura

[1] Statistička dinamika šinskih kola, V. F. Uškalov, L. M. Reznikov, S. F. Redko, 1985
[2] Kinematika i Dinamika D. Rašković
[3] Teorija oscilacija, D. Rašković
[4] Schielen, W. (editor), "Multibody Systems Handbook," Springer-Verlag, 2001
[5] Kortuem W., Sharp, R.S., A report on the State-of-Affairs on 'Application of Multibody Computer Codes to Vehicle System Dynamics', Vehicle System Dynamics 1997
[6] Sharp R.S., and Kortuem, W., "Report on the Herbertov Workshop on Multibody systems Applications to Problems in Vehicle System Dynamics," Vehicle System Dynamics, 1997
[7] Kortuem W., Sharp, R.S. 'The IAVSD Review of Multibody Computer Codes for Vehicle System Dynamics', Proc. Third ASME Symposium on Transportation Systems.SME Winter Annual Meeting, Anaheim, CA, November 9-13, 1992
[8] Gimenez, J.G. Martin, L.M. Pascal, J.P. and Maupu J.L., "IAVSD Railway Benchmark No.2 Sidive and Voco Code Solutions", The Dynamics of Vehicles on Roads and Tracks (G. Sauvage ed.), Proc. 12th IAVSD - Symposium, Swets and Zeitlinger, Lisse, 1992, pp 551-565
[9] Kortuem W., Sharp, R.S. (editors), Multibody Computer Codes in Vehicle System Dynamics, Supplement to Vehicle System Dynamics, Vol. 22, Swets & Zeitlinger, Lisse, 1993
[10] Kortuem, W., Gissinger, G.L, 'Simulation of Vehicle System Dynamics, State of the Art and Ongoing Developments', Proc. 8th IFAC Symposium on Transportation Systems
[11] Manchester Benchmarks for rail vehicle simulation, Manchester Metropolitan University
[12] S.Shenck;Machine Diagnosis. Seminar C 40e 1999.
[13] Kolerus,J; Zustandüberwachung von Maschinen. Expert Verlag. Esslingen 1995
[14] Bannasch, M.; Maly, H.; Klose, C.; Saglitz, M.: Intelligent and Flexible Inspection of Trains for High-Speed Services, RTR 2-3, 2002.
[15] Tanel Telliskivi, Ulf Olofsson, Ulf Sellgren and Patrik Kruse Machine Elements, A TOOL AND A METHOD FOR FE ANALYSIS OF WHEEL AND RAIL INTERACTION Department of Machine Design Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden 1999
[16] Mr Miloš Milovančevič „Istraživanje dinamičkog ponašanja železničkog vozila sa aspekta stanja radne ispravnosti" magistarski rad, Mašinski fakultet u Nišu, jun 2006.

APPLICATIVE SIGNIFICANT OF SOFTWARE PACKAGE VAMPIRE IN DETERMINING DYNAMIC CHARACTERISTICS OF RAIL VEHICLES

Aleksandar MILTENOVIĆ
Miloš MILOVANČEVIĆ

Abstract – Modern construction concept and determining machine system characteristics anticipate CAD design. Creating model that will be tested using FEM and other methods for determining stress-strain is very important part of rail vehicle construction. Applicative software package consists of linear and non–linear methods for the prediction of railway vehicle behaviour and the various analysis methods have been assembled into a single coherent package, VAMPIRE, to allow real problems in railway vehicle dynamics to be solved.

Key words: software, virtual research, railway vehicle

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ПРОЈЕКТОВАЊЕ БАЗЕ ПОДАТАКА ИНДУСТРИЈСКИХ КОЛОСЕКА НА МРЕЖИ ПРУГА "ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ"

Зоран Бундало[1]
Славко Весковић[2]

Резиме *- База података је активни модел реалног система који пружа потребне, благовремене и тачне информације корисницима. База података представља већи скуп података о техничким, експлоатационим и економским показатељима, као и о обиму рада на индустријским колосецима "Железнице Србије". Свака база података се састоји из две основне целине: модела података и система за управљање базом података. Модел података је интелектуални алат и специфичан теоријски оквир за описивање стања реалног система. У раду је дат приказ дефинисаног информационог подсистема и пројектоване базе података индустријских колосека кроз модел процеса и модел података. Пројектована база података за индустријске колосеке може да се уз одређене адаптације (проширења) одмах примени у пракси на мрежи пруга "Железнице Србије"..*

Кључне речи – база података, информациони подсистем, индустријски колосек

1. УВОД

Индустријски колосеци су власништво привредних субјеката који се баве производњом, потрошњом и прометом материјалних добара и који своје транспортне потребе (у целини или делимично) задовољавају преко ових колосека. Преко ових колосека се реализују основни материјални, информациони и новчани токови између железнице и њеног окружења. За ефикасно праћење и управљање датим токовима, неопходан је савремен информациони подсистем који припада железници.

2. ИНФОРМАЦИОНИ ПОДСИСТЕМ ИНДУСТРИЈСКИХ КОЛОСЕКА

Информациони подсистем индустријских колосека је део интегралног информационог система железнице и као такав треба да обезбеди основне информације о корисницима (власницим/саупотребљивачима), закљученим уговорима, техничким и експлоатационим карактеристикама колосека, обиму рада, потражњи и понуди теретних кола, задржавању кола у систему индустријских колосека, оствареном приходу од превознине итд.

Наведене информације које генерише овај информациони подсистем, треба да буду од велике користи руководећој структури на железници приликом доношења оперативних управљачких одлука и одговарајуће пословне политике у овој области.

Корисници информационог подсистема индустријских колосека су Сектор за робни саобраћај, секције за превоз робе, секције инфраструктуре и све надлежне станице. Овај подсистем би се реализовао на специфичној рачунарској мрежи у чијем је средишту једна сервер-машина. Код сваког корисника информационог подсистема требало би да се постави бар по једна клијент - машина.

На тај начин би се оформила једна отворена рачунарска мрежа са тзв. "клијент-сервер" архитектуром. У коначној фази реализације за овакву рачунарску мрежу потребан је велики број персоналних рачунара, одговарајући системски и апликативни софтвер, као и поуздана телекомуникациона инфраструктура.

Велики број персоналних рачунара не представља посебно ограничење за реализацију овога подсистема јер би се информациони подсистем изграђивао фазно, и ови рачунари би се користили и за обраду текста, генерисање табела, графикона и осталих форми пословне документације.

[1] мр Зоран Бундало, дипл.саобр.инж. Железнице Србије, Немањина 6, Београд, e-mail: zoran.bundalo@yurail.co.yu
[2] др Славко Весковић, ван.проф. Саобраћајни факултет, Војводе Степе 305, Београд, e-mail: veskos@sf.bg.ac.yu

Када је реч о фазној реализацији подсистема, могућа су два основна приступа, **вертикални** - прво би се покрио Сектор за робни саобраћај, па онда све секције за превоз и на крају све надлежне станице и **хоризонтални** - прво би се покривале све надлежне станице у једној секцији, па у следећој и тако редом до потпуног завршетка информационог подсистема.

Веза између клијента и сервера може бити стална или повремена. С обзиром на велику дистрибуираност информационог подсистема и повремене везе, било би веома упутно да се будућа рачунарска мрежа установи на савременим принципима Интернет технологије, односно да се користе повремене везе (онда када за то постоји потреба. Основни експлоатациони трошкови код овако конципираног система су трошкови локалног телефонског разговора и провајдерско време.

Када је у питању системски софтвер за подршку овако конципираном информационом систему, онда се може рећи да би већину проблема могли да реше софтвери којима "Железнице Србије" већ располаже. Када је апликативни софтвер у питању, проблем је далеко сложенији, јер би требало урадити посебан пројекат информационог подсистема индустријских колосека, који би подржавао следеће информационе и технолошке процесе:

- провера права приступа и евиденција коришћења,
- ажурирање података о статичким карактеристикама и динамичким активностима,
- генерисање типских (програмираних) извештаја и добијање on-line одговора на посебне упите.

Информационом подсистему индустријских колосека моћи ће да приступи само лице које има овлашћење за те послове. Овај процес се реализује упоређивањем корисничке идентификације "login-password" са списком овлашћених корисника из базе података. случају поновљене погрешне идентификације систем би требало аутоматски да се закључа и да обавести администратора о покушају неовлашћеног приступа. Ако процес идентификује овлашћеног корисника, онда ће му доделити одговарајућа права коришћења - у складу са унапред дефинисаним правима.

Тако, на пример, свака надлежна станица треба да има увид само у "своје" индустријске колосеке, секција за превоз, такође треба да има увид само у "своје", а Сектор за робни саобраћај у све индустријске колосеке. Свака измена у бази података мора да буде евидентирана (ко је, шта је и када је неко извршио измену), због неопходног увида у коришћење базе података и строге одговорности за све промене које су над базом извршене.

Процес ажурирања података о статичким карактеристикама индустријских колосека треба да садржи достављање (једном годишње) сваком кориснику "Каталога колосека" и "Захтева за иновирање података" и ажурирање података о корисницима инд. колосека, података о постројењима индустријског колосека, података о мобилним средствима корисника индустријског итд.

Процес ажурирања података о динамичким активностима на индустријским колосецима треба да се обавља свакодневно и овај процес треба да садржи следеће активности:

Ажурирање података о требовању корисника за празним колима и вучним возилима,о достави празних кола и вучних возила кориснику, о достави товарених кола кориснику итд.

Процес генерисања извештаја користи ажурне податке из базе и посебне апликативне програме који раде над базом. Извештаји могу да се генеришу у различитој форми (текст, табела, графикон,...), на екрану или штампачу, сваког дана, недеље, месеца, године итд.

Овај процес би могао да генерисање "Каталога колосека", генерисање збирних (података о оствареном раду на колосеку, као на пример: укупна тражња корисника, укупна достава железнице, степен усклађености потражње корисника и доставе железнице, укупан промет кола и робе, остварени приходи, просечно бављење кола на инд. Колосеку итд.

Системски процеси који се односе на постављање упита и генерисање одговора имају посебну важност и овом информационом подсистему један од мноштва корисничких упита би могао да гласи: "*дај ми списак свих колосека који су остварили годишњи промет робе већи од ...*" или "*дај ми списак свих власника колосека који нису продужили уговор о коришћењу и одржавању колосека*" или "*дај ми ранг - листу колосека по дужини времена задржавања кола на њима*" итд. Одговори на овакве и сличне упите могу да буду од велике користи за доношење адекватних и благовремених пословних одлука. Све послове у вези системских процеса треба да обавља администратор система или неко друго лице кога одреди надлежни руководилац. Информациони подсистем индустријских колосек могао би да се организује и развија у фазама. Овај подсистем требао би да обухвати основне пословне процесе обраде података логички повезаних активности и одлучивања неопходних за односе железнице са квласницима/саупотребљивачима инд. колосека, као и активности за управљање овом врстом услуга.

3. ПРОЈЕКТОВАЊЕ БАЗЕ ПОДАТАКА

Базе података се могу дефинисати као активна складишта изабраних и међусобно повезаних података о неком реалном систему. Пројектовање базе података о неком реалном систему је веома сложен и озбиљан посао, који обухвата следеће кораке пројектовање модела података (ентитети, релације и атрибути), пројектовање модела процеса (ажурирање и претраживање базе), избор системског софтвера за управљање подацима и процесима, физичку реализација датотека (попуњавање и индексирање), и пројектовање апликативног софтвера за експлоатацију базе података.

Модел података пројектује се по ЕРА – методологији (ентитет – релација – атрибут). Предности изабране методологије су једноставност, прегледност, добра семантика, независност од конкретног система за управљање подацима и лако превођење у друге моделе (хијерархијски, мрежни и релациони).

База података представља већи скуп података о техничким, експлоатационим и економским показатељима и обиму рада на индустријским колосецима“Железнице Србије”. Да би се управљало базом података, неопходно је имати програм који омогућава те операције и који се назива системом за управљање базом**.**

База података се може дефинисати као добро структуиран скуп података који постоји релативно дуго и који, по правилу, користи и одржава више корисника, односно програма. Свака база података се састоји из модела података и система за управљање базом података. Модел података је интелектуални алат и специфичан теоријски оквир за описивање стања реалног система.

Стање реалног система се описује преко његових објеката, међусобних односа и веза између објеката, атрибута сваког објекта и дозвољених вредности сваког атрибута. Систем за управљање базом податка представља специфичну технологију обраде података, односно софтверски систем који обезбеђује очување, једноставно претраживање и одржавање базе података, поузданост рада и друге функције. У првој фази пројектовања (идејни пројекат) моделирање се реализује помоћу модела процеса и модела података.

Моделом процеса описују се виталне функције, а моделом података тренутно стање реалног система. На основу модела процеса пројектују се апликативни програми, а на основу модела података – база података. База података и апликативни програми који се над њом извршавају, обједињени у складну целину, представљају виртуелну слику реалног система - информациони систем (слика 1).

Концепција информационог подсистема индустријских колосека заснована је и на прелиминарно урађеним моделима реалног система са релативно високим нивоом апстракције. Као софтверска подршка користе се савремени CASE алати, BPwin-за моделирање процеса и ERwin–за моделирање података.

Слика 1: Шематски приказ пројектовања информационог система

3.1. Модел процеса

Информациони подсистем индустријских колосека треба да подржава **системске процесе** - провера права приступа, додељивање права коришћења и евиденција и историја коришћења и **технолошке процесе** - ажурирање матичних статичких и динамичких података и генерисање типских извештаја

Системски процеси постоје у сваком, рачунарски подржаном, информационом систему и они су релативно независни од врсте информационог система коме припадају. Информационом подсистему индустријских колосека моћи да приступи само лице које има овлашћење за те послове. Процес се реализује упоређивањем корисничке идентификације "login-password" са списком овлашћених корисника који се налази у бази података. Ако процес идентификује овлашћеног корисника, онда ће му доделити одговарајућа права коришћења - у складу са унапред дефинисаним правима. Свака измена у бази података мора да буде евидентирана, због неопходног увида у коришћење базе података и строге одговорности за све извршене промене. Процеси ажурирања матичних података о железници, корисницима и уговорима и процеси ажурирања статичких података о колосецима треба да се обављају повремено, а процеси ажурирања података о динамичким активностима на индустријским колосецима треба да се обављају свакодневно, на основу важећих железничких образаца у којима се промене евидентирају. Извештаји могу да се генеришу у различитој форми (текст, табела, графикон,...), на екрану или штампачу, сваког дана, недеље, месеца, квартала, године итд.

Моделирањем наведених процеса ствара се неопходна подлога и један од најважнијих услова за израду модела података.

3.2. Модел података

Пре изградње базе података потребно је да се сви потенцијални подаци, који треба да уђу у базу података, систематизују. Да би се ови подаци приказали на погодан начин за реализацију базе података, користи се модел података који се најчешће представља преко дијаграма "објекти-везе" који описује стање реалног система у једном временском пресеку.

За креирање прелиминарног модела података коришћен је програмски пакет *ERwin*, који се заснива на IDEF1X (Integrated Computer Automated Manufacturing Definition) методи. Подаци моделирани овом методом лако се преводе у релациони модел на коме се заснивају релационе базе података које се данас најчешће примењују. Овако урађен модел података може да се "извезе" у двадесетак најпознатијих система за управљање базама података, као што су: DB2, Oracle, Informix, SQL Secver, Clipper, Fox Pro, Paradox, Access и др.

ERwin подржава развој логичког и физичког начина моделирања. Логички ниво подразумева моделирање система директно из реалног света (онако како ми сагледавамо тај свет). Након прецизно дефинисаног логичког нивоа прелази се на физички ниво, у коме је потребно да се логички дефинисани концепти изразе. Основна идеја моделирања података садржана је у захтеву да се један податак мора налазити само на једном месту. То се постиже поступком нормализације код дизајнирања базе података..

Модел података може да се креира на различитим нивоима и у различите сврхе. Нивои приказа могу да се крећу од сасвим уопштеног (који служи за опис главних структура) до веома прецизног и детаљног нивоа који описује дизајнирање базе, језиком разумљивим за изабрани систем за управљање базама података (DBMS – Data Base Menagment System). Модел података информационог подсистема индустријских колосека креиран је као FA (Full - attributed) модел, односно информациони модел у Bouce-Codde нормалној форми који укључује све ентитете, атрибуте и везе потребне у једном пројекту. Циљ FA модела је да омогући поглед на пројекат структуре података до дизајнирања физичке базе података.

Анализом реалног система и прелиминарног модела података утврђени су основни улазни подаци за информациони подсистем, као и њихови носиоци. Основни носиоци улазних података су: уговори о коришћењу колосека, техничка документација о колосецима, упитници и важећи железнички обрасци.

4. ЗАКЉУЧАК

Дефинисање информационог подсистема и пројектовање базе података индустријских колосека кроз модел процеса и модел података, дат у овом раду може да се уз одређене адаптације одмах примени у пракси на мрежи пруга ЖС. Сваки излазни резултат може да се прикаже глобално (за цео систем) или парцијално (по колосеку, кориснику, надлежној станици, прузи, секцији, временском периоду, серији кола, врсти робе, растојању транспорта итд.).

Ако се располаже основним показатељима рада на инд.колосецима, могуће је ефикасно деловање на одвијање процеса почетно - завршних операција. Уз квалитативне и квантитативне показатеље и информације о одвијању процеса, могућа је квантификација квалитета извршеног рада и егзактна оцена.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бундало З. Моделирање процеса рада са колима на индустријским колосецима, Магистарски рад, Београд, 1994.

[2] Bundalo Z. Lazić Ž. Bijelić A. The concept of the information subsystem of the private sidings, Transportation & Comunications, Ohrid, 2000.

THE PROJECTION OF DATA BASE OF PRIVATE SIDINGS “SERBIAN RAILWAYS”

Summary - The data base is an active model of real system that provides users with necessary, fast, and correct information. The data base represents a larger data group with technical, exploitative, and economical display, as well as the extent of working with private sidings “Serbian Railways”. Every data base consists of two main groups: data model and system for managing the data base. The data model is an intellectual tool and a particular theoretical frame for describing the condition of the real system. The work shows the defined information subsystem and the projection of data base of private sidings through the process model and data model. The data base for industrial tracks can be applied immediately on “Serbian Railways” network, with some adaptations (extensions).

Key words – data base, information subsystem, private sidings

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

DIMENZIONISANJE POTREBNOG KOLSKOG PARKA I NJEGOVE STRUKTURE U SKLADU SA PROJEKTOVANIM POTREBAMA KORISNIKA ZA PREVOZOM ROBE

Tatjana MIKIĆ[1]
Aleksandar GAJICKI[2]
Slavica ILIĆ[3]

Rezime *– U ovom radu je dat pristup dimenzionisanju potrebnog broja i strukture teretnog kolskog parka po broju, strukturi i tehničkim karakteristikama na osnovu projekcije tokova robe po segmentima tržišta i vrstama robe na mreži pruga JP „Železnice Srbije". Kao rezultat ovakvog pristupa utvrđen je potreban radni i inventarski teretni kolski park, po serijama kola do 2020. godine, broj teretnih kola po serijama, koje će istovremeno ispunjavati sve železničke kriterijume iz oblasti tehnologije, tehnike, ekologije i uslove UICa i RIVa 2000.*

Ključne reči – tokovi robe, vrsta robe, kolski park, serije kola

1. UVOD

Osnovni zadatak JP "Železnice Srbije" je zadovoljenje transportne tražnje uz odgovarajući kvalitet usluga, što zahteva primenu savremenih principa organizacije prevoza u unutrašnjem i međunarodnom saobraćaju u cilju privlačenja potencijalnih korisnika usluga železničkog prevoza.

Nova organizacija prevoza robe podrazumeva sagledavanje i analizu postojećeg stanja, istraživanje transportne tražnje po segmentima tržišta i vrstama robe i na osnovu toga dimenzionisanje potrebnog teretnog kolskog parka po broju, strukturi i kvalitetu teretnih kola.

2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

2.1. Obim prevoza robe

Za analizu obima prevoza robe obuhvaćena je serija od 1990. do 2004. godine ostvarenog robnog rada u tonama i serija od 1996. do 2004. godine za ostvareni robni rad izražen u ostvarenim neto-tonskim kilometrima. Korišćeni su podaci Sektora za prevoz robe u JP „Železnice Srbije" i Republičkog zavoda za statistiku. Na osnovu iste baze podataka analiziran je obim prevoza robe prema vrsti saobraćaja, odnosno prevoz ostvaren u unutrašnjem i međunarodnom saobraćaju (uvoz, izvoz i tranzit robe).

Analiza po vrsti kolske robe je urađena po važećoj klasifikaciji roba JP "Železnice Srbije" (78 vrsta robe).

2.2. Postojeće stanje teretnog kolskog parka

JP „Železnice Srbije" raspolaže sa kolima standardnog koja imaju širu primenu i kolima specijalnog tipa koja se koriste namenski. Svaka od grupa teretnih kola ima zajedničke tehničko-eksploatacione karakteristike iz kojih proističe njihova upotreba.

Tabela 1. Stanje raspoloživog parka teretnih kola

Serija	2-os.	3-os.	4-os.	Ukupno
E	556		1728	2284
F	12		214	226
G,H,I	262		448	710
K,L,R,S	189	8	336	533
T			415	415
ostala (Uc,Z,...)	19		140	159
Ukupno	1038	8	3281	4327

Prilikom određivanja načina transporta robe u železničkim kolima važno je sagledati upotrebne karakteristike teretnih kola, razlike u konstrukcijama, transportne kapacitete, uslove utovara i istovara i sl. Svi ovi podaci obuhvaćeni su Nomenklaturom UICa koja se koristi u JP „Železnice Srbije".

Nedostatak teretnih kola izazvan je velikim vremenom trajanja obrta kola, neracionalnim korišćenjem određenih serija kola, nedovoljnim

[1] Tatjana Mikić, dipl. inž. saob., SI CIP, Nemanjina 6, gajickia@sicip.co.yu
[2] Aleksandar Gajicki, dipl. inž. saob., SI CIP, Nemanjina 6, gajickia@sicip.co.yu
[3] Slavica Ilić, dipl. inž. saob., SI CIP, Nemanjina 6, gajickia@sicip.co.yu

stepenom iskorišćenja nosivosti kola, lošim stanjem, neadekvatnim održavanjem, nesistematskim formiranjem prioriteta, lošom organizacijom rada i sl.

3. PROJEKTOVANO STANJE

3.1. Prognoze obima prevoza robe

Prognoza robnih tokova u železničkom saobraćaju rađena je na osnovu analize privrednog rasta i rasta društvenog proizvoda u Srbiji, planiranoj tržišnoj orijentaciji JP „Železnice Srbije“, prognozi kretanja društveno-ekonomskih faktora, odnosom proizvodnje i potrošnje sa realizovanim prevoznim radom, strukturom prevoza robe u unutrašnjem i međunarodnom saobraćaju i učešćem pojedinih vrsta robe pogodnim za prevoz železnicom, konstantnim i promenljivim zahtevima za prevozom iz neposrednog okruženja i sl.

Projektovano stanje u robnom prevozu železnicom zasnovana je na urađenim analizama ostvarenog robnog rada u prevezenim tonama i ostvarenim neto-tonskim kilometrima u prethodnom periodu.

Uočeno je da postoji visoki koeficijent koorelacije između rasta društvenog proizvoda i ukupnog obima prevoza železnicom (u tonama preko 0,95 i u netotonskim kilometrima preko 0,85).

Na osnovu prognoziranog ukupnog prevoza robe, izvršena je i prognoza prevoza po vrsti saobraćaja, a zatim i po vrsti robe (za važeću klasifikaciju) do 2020. godine u tonama i netotonskim kilometrima.

Tabela 2. Prognozirani obim železničkog saobraćaja u 000 t

Godina	Ukupno	Unutrašnji	Međunarodni
2006	13108	5505	7603
2010	16587	6635	9952
2015	20744	8712	12032
2020	23825	10006	13818

Tabela 3. Prognozirani obim železničkog saobraćaja u 000 000 nt km

Godina	Ukupno	Unutrašnji	Međunarodni
2006	3083	881	2202
2010	3902	1115	2787
2015	4881	1395	3486
2020	5606	1602	4004

Ove prognoze su predstavljale osnovu za dimenzionisanje potrebnog broja teretnih kola neophodnih za izvršenje prevoza železnicom.

3.2. Prognoze potrebnog broja kola

Potreban broj železničkih teretnih kola u teretnom kolskom parku direktno zavisi od obima prevoza u unutrašnjem saobraćaju, kao i od obim uvoza i izvoza u međunarodnom saobraćaju. Tranzitni prevoz robe u ovom delu nije posmatran jer veličina ovog toka ne utiče na veličinu teretnog parka

3.3. Planirani park teretnih kola

Prazna kola nisu uzeta u proračun prilikom određivanja potrebnog broja teretnih kola. U statistici JP „Železnice Srbije“ prazna teretna kola se vode kao posebna vrsta robe, pri čemu u ukupan prevoz ulazi tara praznih kola.

Tabela 4. Planirani park teretnih kola do 2020. godine na JP“Železnice Srbije“

Pokazatelj	Godina			
	2006	2010	2015	2020
Radni park	4080	3812	4381	4668
Inventarski park	4896	4574	5257	5602
Imobilizacija	816	762	876	934

Na definisanje potrebnog broja teretnih kola u radnom kolskom parku utiče veliki broj promenljivih koje su analizirane pojedinačno.

Najznačajniji faktori su svakako obrt kola, statičko opterećenje kola i procenat imobilizacije kola.

3.4. Obrt teretnih kola

Obrt teretnih kola podrazumeva ciklus obrta kola sa više elemenata međusobno uslovljenih. Analizirano je vreme obrta teretnih kola 0d 2000. godine prema statističkim podacima koji su zvanični i dobijeni od JP „Železnice Srbije“. Ovaj podatak podrazumeva prosečan obrt teretnih kola u ukupnom saobraćaju, u unutrašnjem i u međunarodnom.

Tabela 5. Vreme obrta teretnih kola u JP „Železnice Srbije“

Obrt	Godina				
	2000	2001	2002	2003	2004
dana	9.08	7.11	6.40	6.05	5.74

Kako obrt kola pokazuje linearni trend opadanja, izvršena je projekcija vrednosti obrta do 2020. godine.

Tabela 6. Prognozirano vreme obrta teretnih kola u JP „Železnice Srbije“

Obrt	Godina			
	2006	2010	2015	2020
dana	5.32	4.50	4.25	4.00

3.5. Statičko opterećenje kola

Statičko opterećenje kola je statistički podatak dobijen od JP „Železnice Srbije“. Pošto se radi o prosečnom statičkom opterećenju teretnih kola, to znači da je u proračun ušlo i statičko opterećenje teretnih kola u međunarodnom tranzitnom prevozu, koje je za pojedine vrste robe veliko, naročito za robe koje se i najmasovnije pojavljuju u prevozu železnicom.

Realizovano statičko opterećenje teretnih kola

analizirano je od 2000. godine i izvršena je projekcija statičkog opterećenja teretnih kola do 2020. godine

Tabela 7. Statičko opterećenje teretnih kola na JP"Železnice Srbije"

Statičko opterećenje	Godina			
	2001	2002	2003	2004
t/kolima	32.39	31.60	32.30	32.40

Tabela 8. Prognozirano statičko opterećenje teretnih kola na JP"Železnice Srbije"

Statičko opterećenje	Godina			
	2006	2010	2015	2020
t/kolima	35.16	40.80	41.4	42

Statičko opterećenje se odnosi na sve vrste teretnih kola u saobraćaju na teritoriji naše zemlje. Do 01. 01. 2007. godine u raspoloživom kolskom parku biće oko 24% dvoosovinskih kola, a sa nabavkom novih kola do 2010. godine u sastavu kolskog parka nalaziće se oko 15% dvoosovinskih kola.

3.6. Procenat imobilizacije kola

Procenjuje se da će u aktivnom inventarskom parku teretnih kola u 2010. godini nova kola učestvovati sa oko 30%, a stara kola sa oko 70%. Kako procenat imobilizacije zavisi i od sredstava koja se budu izdvajala za redovno održavanje teretnih kola, predloženi koeficijent imobilizacije za naše uslove ne bi mogao da bude ispod 20%.

3.7. Prognoze potrebnog broja kola po serijama

Proračun potrebnog kolskog parka prema strukturi zasniva se na prognozi ukupnog obima prevoza u unutrašnjem i međunarodnom saobraćaju u delu uvoza i izvoza, prema vrsti prevezene robe.

Od 78 vrsta robe u prevozu železnicom, uzeto je u obzir 76 vrsta, jer je 77. vrsta rezervisana za prazna kola u prevozu, a 78. za prevoz komadne i ekspresne robe. Svakoj vrsti pridružena je odgovarajuća serija teretnih kola kojima je adekvatno prevoziti. Za neke vrste robe to je bila samo jedna serija (ili čak specijalizovana podserija), dok je za neke vrste robe bilo moguće koristiti više serija teretnih kola. Za takve vrste robe urađena je preraspodela količina robe na svaku seriju pojedinačno da bi se izbegla preklapanja, odnosno pojavljivanje iste količine robe u prevozu različitim serijama kola.

Jedan od mogućih načina grupisanja teretnih kola prema vrsti robe koja se u njima prevozi dat je u tabeli 9.

Sve urađene analize i projekcije činile su osnovu za dimenzionisanje potrebnog parka teretnih kola po serijama u kojima se prevozi celokupna količina kolske robe u našoj zemlji.

Usvojeni naziv „Radni park teretnih kola" podrazumeva broj teretnih kola neophodnih za prevoz projektovanih količina robe različitim vrstama železničkog transporta.

Usvojeni naziv „Inventarski park kola" podrazumeva radni park teretnih kola uvećan za broj teretnih kola koja se nalaze na redovnim i vanrednim opravkama.

Tabela.9. Grupisanje teretnih kola prema vrsti robe

Zajedničke karakteristike	Vrsta kola	Serija kola
Masovna roba u rasutom stanju otporna na atmosferske uticaje: ugalj, koks, rude, koncentrati ruda, nemetali, mineralne sirovine, građevinski materijal, šećerna repa, itd	Otvorena kola standardnog i specijalnog tipa	E, F
Praškasti i zrnasti materijali u rinfuzi osetljivi na atmosferske uticaje, a ne zahtevaju provetravanje: cement, kreč, gips, đubriva, žitarice, glinica, livnički pesak, mleveni minerali, itd.	Zatvorena kola standardnog i specijalnog tipa i iz grupe „ostala kola"	G, T, H,U
Ambalažirana roba na paletama ili bez paleta, osetljiva na atmosferske uticaje: proizvodi prehrambene industrije, pića, proizvodi hemijske industrije i srodnih grana, proizvodi tekstilne industrije, cement u vrećama, bela tehnika, nameštaj, vuna, pamuk, itd	Zatvorena kola standardnog i specijalnog tipa	G, H, T
Roba iz asortimana proizvodnje metalnog kompleksa: nosači, čelične konstrukcije, šine, betonsko železo, čelik u zrnu i drugi teški predmeti, drvo, rezana građa, itd	Plato kola standardnog i specijalnog tipa, otvorena kola standardnog tipa	R, S, E
Konteneri, drumska vozila, građevinska i poljoprivredna mehanizacija, vozila na gusenicama, itd	Plato kola standarnog i specijalnog tipa	K, R, S, L

Tabela 10. Potreban radni park teretnih kola do 2020. godine na JP"Železnice Srbije"

Serija	2006	2010	2015	2020
	kola	kola	kola	kola
E	2087	1951	2242	2389
Z	599	558	641	683
F	466	435	500	533
K,R,S	581	543	624	665
G,H	273	256	294	313
T	74	69	80	85
Ukupno	4080	3812	4381	4668

Tabela 11. Potreban inventarski park teretnih kola do 2020. godine na JP"Železnice Srbije"

Serija	2006	2010	2015	2020
	kola	kola	kola	kola
E	2504	2341	2242	2389
Z	719	670	641	683
F	559	522	500	533
K,R,S	698	652	624	665
G,H	328	307	294	313
T	89	83	80	85
Ukupno	4896	4574	4381	4668

4. ZAKLJUČAK

Dobijene veličine radnog i inventarskog kolskog parka teretnih kola koji je potreban u JP "Železnice Srbije" direktno zavise od analiziranih promenljivih veličina u ovom radu.

Naravno da su poboljšanjem ovih parametara moguće promene u veličini i strukturi teretnog kolskog parka. Poboljšanje celokupne organizacije teretnog saobraćaja, novim investicijama i osavremenjavanjem infrastrukture i voznih sredstava, boljim održavanjem postojećih voznih sredstava i slično, dovešće do smanjenja vremena koja kola provode u vožnji, na robnim operacijama i u tehničkim stanicama.

LITERATURA

[1] "Biznis plan ŽTP Beograd 2003 - 2007 god.", ŽTP Beograd, 2003.

[2] Dr Lj. Čarapić, "Organizacija prevoza i kombinovani sistemi transporta", Zavod za novinsko-izdavačku i propagandnu delatnost JŽ, Beograd, 1992.

[3] Dr P. Kovačević, "Eksploatacija železnica", Zavod za novinsko-izdavačku i propagandnu delatnost JŽ, Beograd, 1988.

[4] Dr S. Glibetić, "Tehnologija i organizacija prevoza na železnici", Zavod za novinsko-izdavačku i propagandnu delatnost JŽ, Beograd, 1991.

[5] "Elaborat o realizovanom obimu prevoza i tokovima na mreži ŽTP Beograd u 2001. godini sa uporednom analizom sa projektovanim veličinama u Studijama organizacije prevoza putnika i robe", SI CIP, Beograd, 2002.

[6] "Studija infrastrukture regiona Balkan - Transport", Evropska komisija, 2003.

DETERMINATION OF REQUIRED FREIGHT ROLLING STOCK CAPACITIES AND ITS STRUCTURE ACCORDING TO PROJECTED USERS' TRANSPORT DEMANDS

Tatjana MIKIĆ
Aleksandar GAJICKI
Slavica ILIĆ

Abstract - This paper gives an approach for determination of capacities of the existing freight rolling stock by its number, structure and technical characteristics based on the projection of goods flows by market segments and goods class on the railway network of Serbian Railways public company. As a result of such approach, required operating and inventory freight rolling stock by wagon series up to 2020 as well as number of freight wagons by series were determined. At the same time, all above mentioned will comply with all railway criteria in the area of technology, engineering, environmental protection as well as UIC and RIV 2000 conditions.

Key words – Goods flows, class of goods, freight rolling stock, wagon series

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

PRIMENA CRM KONCEPTA U ŽELEZNIČKOM SAOBRAĆAJU

Nebojša BOJOVIĆ[1]
Miloš MILENKOVIĆ[2]

Rezime – *Na postojećem transportnom tržištu postalo je nemoguće temeljiti svoje poslovanje samo na operativnoj efikasnosti. Železničke kompanije investiraju značajna sredstva u odnose sa korisnicima svojih usluga kao ključnu prednost strateškog karaktera. Samo povećana lojalnost i satisfakcija korisnika mogu generisati nove prihode, smanjiti rizik nerentabilnog poslovanja i poboljšati performanse. U radu se razmatraju i rasvetljavaju različiti aspekti primene CRM-a u poslovanju železničkih kompanija.*

Ključne reči – CRM, železnica, korisnici, usluga

1. UVOD

Tradicionalna tržišta železničkih transportnih usluga neprekidno se smanjuju. Kao rezultat ove činjenice, železničke kompanije moraju proširiti spektar svojih usluga, odreći se zastarelih poslovnih modela i sprovesti radikalne promene radi boljeg adaptiranja konkurentnom tržištu i stvaranja jednog klijentocentričnog poslovnog modela.

2. UPRAVLJANJE ODNOSIMA SA KLIJENTIMA

Upravljanje odnosima sa klijentima, odnosno korisnicima usluge (CRM – Customer Relationship Management) je tehnološki podržana poslovna strategija pomoću koje kompanije proširuju svoje znanje o klijentima u cilju formiranja profitabilnih odnosa, optimiziranjem vrednosti usmerene „ka“ i „od“ njenih klijenata.

2.1. Komponente uspešne CRM strategije

Strategija: CRM strategija ne predstavlja plan implementacije, već sadrži pravac i finansijske ciljeve poslovne strategije i definiše način na koji kompanija treba da izgradi i održava lojalnost svojih klijenata. Idejni kontekst razvoja CRM strategije sadržan je u CRM okviru koji povezuje CRM i osnovne prioritete kompanije. Ovaj okvir naglašava veze između pojedinačnih CRM inicijativa i željenih rezultata. Takođe, okvir definiše suštinske elemente CRM strategije, kao i način na koji CRM može doprineti povećanju prihoda, smanjenju troškova, i konačno povećanju profita kompanije.

Vrednosno iskustvo klijenata: Iskustvo klijenata pri interakciji sa kompanijom je od suštinske važnosti za formiranje njihovog mišljenja o kompaniji, odnosno vrednost koje ono pruža i njegov značaj za uspostavljanje i održavanje odnosa sa klijentima. Pozitivna iskustva klijenata vode ka satisfakciji, poverenju i dugoročnoj lojalnosti. Loša iskustva imaju suprotan efekat i samim tim, ona ugrožavaju sposobnost preduzeća da kreiraju nove odnose sa potencijalnim klijentima.

Procesi: Prethodni pokušaji reinženjeringa procesa su prvenstveno bili vođeni težnjom da se poveća efikasnost i smanje troškovi preduzeća. Samim tim, korist je imalo preduzeće, a ne klijenti. CRM vodi ka fokusu na reinženjering ključnih procesa koji su bitni za klijente. Preduzeća često ne uviđaju da njihovi nefunkcionalni procesi često znače da klijent ima loše iskustvo i prima manju vrednost od očekivane. Neophodno je kreirati procese koji ne zadovoljavaju samo očekivanja klijenata, već pospešuju konkurentsku sposobnost i doprinose željenom iskustvu klijenata.

Informacija: Uspešan CRM zahteva jedan tok informacija o klijentima, kao i čvrstu integraciju tehnoloških komponenata CRM sistema. Posedovanje prave informacije u pravo vreme je osnov uspešne CRM strategije, koja omogućava razumevanje klijenata, i efikasnu interakciju preko različitih kanala komunikacije.

Tehnologija: Tehnološki deo CRM rešenja predstavljaju softverske alatke (CRM aplikacije), koje čine podršku ukupnom upravljanju odnosima sa

[1] Dr Nebojša Bojović, Saobraćajni fakultet Beograd, Vojvode Stepe 305 11000 Beograd, nb.bojović@sf.bg.ac.yu
[2] Miloš Milenković, Saobraćajni fakultet Beograd, Vojvode Stepe 305 11000 Beograd, m.milenković@neobee.net

klijentima, odnosno sredstvo za ostvarenje strategije poslovanja kompanije bez kojeg celokupan usmeren pristup klijentu ne bi bio moguć. CRM tehnološki okvir čine tri modula, koji kao celina, formiraju vezu između kompanije i baze njenih klijenata:

- Operativni CRM
- Kolaborativni CRM
- Analitički CRM

Operativni CRM predstavlja automatizovane procese prodaje, marketinga i korisničkog servisa. Osnovne koristi ovog modula su:

- Izvršava personalizovan i efikasan marketing, prodaju, i korisnički servis kroz višekanalnu kolaboraciju;
- Omogućava kompletan uvid u karakteristike (prethodne upite, primedbe, sugestije) klijenata pri interakciji s njima;
- Prodajno osoblje može pristupiti kompletnoj istoriji svih interakcija sa klijentima kompanije.

Kolaborativni CRM je zadužen za uspostavljanje interakcije sa klijentima preko svih raspoloživih kanala: od tradicionalnog ličnog kontakta, preko telefona, e-maila i Interneta, do trenutno vrlo aktuelnog WAP-a. Kolaborativni CRM pruža sedeće koristi:

- Omogućava efikasne interakcije sa klijentima preko svih kanala komunikacije;
- Omogućava web kolaboraciju u cilju smanjenja troškova korisničkog servisa;
- Integriše „call“ centre obezbeđujući pri tom višekanalnu interakciju sa klijentima.

Analitički CRM obezbeđuje inteligenciju za prikupljanje, sistematizovanje i obradu podataka, kao i njihov preobražaj u informacije relevantne za upravljanje odnosima sa klijentima. Ova skupina funkcionalnosti je zadužena za pribavljanje podataka, njihovo skladištenje, ekstrakciju iz skladišta, analitičku obradu i prosleđivanje rezultata analitičkih procesa u formi izveštaja ili „okidača“ za pokretanje akcija u drugim delovima CRM sistema (oCRM i cCRM).

Zajedno, sve tri komponente međusobno snabdevaju jedna drugu, tokom jednog kontinualnog ciklusa. Kolaborativni CRM obezbeđuje sredstvo za uspostavljanje kontakta između klijenata i kompanije, operativni CRM upravlja interakcijom i generiše operativne podatke, dok analitički CRM analizom prikupljenih podataka obezbeđuje uspostavljanje jednog potpuno personalizovanog odnosa sa klijentima. Prema tome, sve komponente su međusobno zavisne.

U praksi, kompanije često preferiraju operativnu i kolaborativnu CRM komponentu u svojim procesima upravljanja odnosima sa klijentima. Ova praksa se naglo menja sa nastankom potrebe za strateškim i taktičkim odlukama privlačenja, zadržavanja i optimizacije. Bez funkcionalnosti analize prikupljenih podataka, nije moguće efikasno zadovoljiti sopstvene ciljeve, a takođe ni potrebe klijenata.

2.2. Poslovne prednosti CRM-a

Implementiranje jednog CRM rešenja može uzrokovati značajne troškove. Međutim, postoje i višestruki pozitivni efekti. Osnovna prednost primene ovog rešenja mogla bi biti u uspostavljanju boljih odnosa sa postojećim klijentima što će implicirati:

- Povećanu prodaju kroz bolje sinhronizovanje usled prethodno predviđenih potreba klijenata;
- Efikasnije identifikovanje potreba razumevanjem specifičnih zahteva klijenata;
- Prodaju povezanih proizvoda/usluga predlaganjem alternativa ili zamena.

Ovo može voditi uspešnijem marketingu proizvoda/usluga kompanije koncentrisanjem na:

- Efikasne ciljne marketing kampanje usmerene ka zadovoljenju potreba klijenata;
- Više personalizovan pristup i razvoj novih ili poboljšanih proizvoda/usluga uz povećanje poslovnih koristi u narednom periodu;

Konačno, ovo vodi:

- Povećanju satisfakcije i privlačenja klijenata, uz istovremeno povećanje učešća na tržištu;
- Uvećanju vrednosti od postojećih klijenata i smanjenju troškova opsluge istih;
- Povećanju sveukupne efikasnosti i smanjenju ukupnih troškova prodaje.

3. NEKI ASPEKTI PRIMENE CRM KONCEPTA U ŽELEZNIČKIM KOMPANIJAMA

CRM može pomoći železničkoj kompaniji da razvije nove kanale komunikacije, prikupi važne podatke o korisnicima svojih usluga, i na osnovu njih kreira detaljne korisničke profile sa ciljem unapređenja satisfakcije korisnika i povećanja sopstvenog profita.

3.1. CRM tehnologija na francuskim železnicama

Na vrlo konkurentnom evropskom transportnom tržištu, korisnici usluga obično imaju više alternativa pri izboru prevoznika od izvorišta do odredišta. Sve prisutniji avio prevoznici, a posebno „low-cost“ avio kompanije značajno ugrožavaju trenutnu tržišnu poziciju tradicionalnih železničkih prevoznika.

U svojim naporima da postane biznis visokih performansi, menadžment francuske državne železničke kompanije (SNCF - Societe Nationale des Chemins de fer Francais) analizira nove načine za unapređenje odnosa sa korisnicima usluga. Jedan od načina da se ovo postigne bio je uvođenje programa lojalnosti. U okviru ovog programa, najverniji korisnici kompanije bi dobijali nagrade za lojalnost.

Po prvi put, kompanija poseduje podatke o korisnicima koji omogućuju uvid u specifične osobine onih najvrednijih. Proširenjem i reinženjeringom ovog programa lojalnosti kompanija je uspela da „upozna“ mnogo veću bazu korisnika. Ove informacije su korišćene za razvoj ciljnih marketing kampanji i prodajnih promocija za mnogo više korisničkih segmenata. Iza ovog programa stoji posebna poslovnica SNCF kompanije poznata kao „CRM Usluge“. Ova poslovnica ima zadatak da prati aktivnosti lojalnosti, ukida postojeće programe lojalnosti, razvija i uvodi nove marketing programe orijentisane na pojedinačne korisničke segmente. Kao podrška ovoj poslovnici za uspešno i efikasno realizovanje svih postavljenih zadataka neophodna je jedna robustna CRM tehnologija. Menadžment kompanije odabrao je Siebel 7.7. i Microsoft SQL Server kao tehničku platformu. Ovo CRM rešenje na Microsoft platformi sastavljeno je od četiri modula:

- Modul za marketing, zadužen za budžetske i aktivnosti planiranja, podršku finansijskom modelovanju za optimiziranje alokacije marketing investicija, i mogućnost monitoringa kampanja;
- Modul za marketing analitiku, modul koji obezbeđuje detaljan uvid u ponašanje korisnika i sopstveno poslovanje, a kompanija na osnovu ovih informacija može da identifikuje svoje najprofitabilnije korisnike, predvidi buduće rezultate, organizuje produktivne višekanalne marketing kampanje, meri i povećava efektivnost svojih kampanja tokom vremena;
- „Call“ centar, koji unapređuje efikasnost korisničkog servisa uz istovremeno smanjenje troškova opsluge;
- Modul za menadžment lojalnosti, koji omogućuje kompaniji da kreira kampanje lojalnosti sa ciljem da se maksimizira efikasnost interakcija sa korisnicima.

Primenom ovog CRM rešenja kompanija je u mogućnosti da kreira marketing kampanje za svoje najvrednije korisnike. Potencijal novog programa lojalnosti je sasvim očigledan. Nedugo nakon pokretanja programa:

- SNCF je u stanju da realizuje više od 150 personalizovanih kampanja ka korisnicima usluga normalnih brzina i usluga velikih brzina, poštom ili elektronskom poštom. Ovo implicira mnogo veći broj ciljnih kampanja u odnosu na situaciju pre uvođenja rešenja;
- Kompanija je sprovela svoju prvu analizu satisfakcije korisnika, koja je pokazala da je 80% od 350000 putnika koji pripadaju segmentu čestih korisnika bilo zadovoljno ili vrlo zadovoljno novim programom.

3.2. CRM rešenje na italijanskim železnicama

U cilju poboljšanja performansi prodaje i mogućnosti monitoringa istih, menadžment železničke kompanije „Trenitalia“ odlučio se za implementaciju platforme za poslovnu inteligenciju.

Ova platforma, „Microstrategy“ (po kompaniji proizvođaču) predstavlja prvu i jedinu arhitekturu poslovne inteligencije za spajanje funkcionalnosti izveštavanja, analize i monitoringa u jedno jedinstveno iskustvo, efikasnu i pristupačnu arhitekturu za zaposlene u sektoru informacionih tehnologija, kao i jedno ekonomično i proširivo rešenje za najviši menadžment.

Zaposleni u kompaniji koriste ovu platformu za poređenje informacija o prodaji prema različitim pokazateljima, kao što su na primer, pređeni kilometri, rute, vrste putnika, vrste saobraćaja, marketing kampanje, načini plaćanja i vreme kupovine. Zaposleni na raspolaganju imaju vrlo detaljne i personalizovane izveštaje kao podršku za bolje razumevanje baze svojih klijenata, ali isto tako i za monitoring lojalnosti preko različitih kanala za obavljanje kupovine.

CRM predstavlja jednu od brojnih aplikacija izveštavanja, analize i monitoringa zasnovanih na ovoj arhitekturi.

Na osnovu analiza segmentacije korisnika prevoznih usluga moguće je identifikovati grupe korisnika na osnovu pređašnjih transakcija, a zatim analizirati modele ponašanja unutar ovih grupa. Boljim razumevanjem baze svojih korisnika, marketing menadžeri mogu dizajnirati ciljne marketing kampanje za specifične segmente sa ponudama prilagođenim njihovim prevoznim potrebama i preferencijama.

Kompanija koristi analizu profitabilnosti korisnika za identifikovanje onih najprofitabilnijih ili pak, segmenata koji su prioritetni sa aspekta marketinga ili prodajnih investicija. Proučavanjem metrika profitabilnosti kao što su stopa ponovnih korišćenja usluge, stopa osipanja, analitičari mogu identifikovati profitabilne segmente, utvrditi osnovne karakteristike ovih segmenata i ciljati slične segmente za akviziciju. Takođe, programi zadržavanja mogu biti kreirani za one manje profitabilne korisnike. Poslovna inteligencija obezbeđuje statističke funkcionalnosti, kao i funkcionalnosti ekstrakcije podataka za proračun vrednosti veka trajanja, identifikovanje kupovnih afiniteta za „cross-sell“ kampanje, i izvršenje analiza prognoze profita dodatnih marketing investicija.

Menadžeri prodaje i marketinga kompanije „Trenitalia“ koriste „cross-sell“ analize za identifikovanje korisnika koji mogu biti zainteresovani za korišćenje komplementarnih usluga, onim već korišćenim. Ove analize počinju određivanjem međusobno komplementarnih usluga koje se često koriste od strane korisnika, a zatim identifikovanjem onih koji su koristili jednu, ali ne i obe usluge.

Identifikovanjem i ciljanjem ovih korisnika, kompanija može smanjiti ukupne troškove za kampanje, povećati stopu reakcije, a takođe i broj putnika.

3.3. Primena CRM-a na kanadskim železnicama

U nastojanju da razvije konzistentne procese prodaje sa ciljem poboljšanja upravljanja inicijativama i mogućnostima prodaje svojih usluga, kao i obezbeđenja konzistentnog izvršenja ovih procesa, menadžment kompanije kanadskih pacifičkih železnica (CPR - Canadian Pacific Railways) je odlučio da unapredi svoje odnose sa korisnicima usluge.

Menadžment je uvideo da prodajne aktivnosti kompanije obuhvataju različite procese i sisteme i, samim tim, nije bilo moguće dobiti jasnu sliku o ovim aktivnostima.

S obzirom na fleksibilnost pri izvršenju poslovnih zahteva, kompatibilnost postojećoj strukturi CPR-a, menadžment se odlučio za CRM aplikaciju Oracle/Peoplesoft CRM v 8.9, poznatu kao „PeopleSoft Enterprise Sales“. Ovo CRM rešenje predstavlja osnovu za razvoj standardnih procesa prodaje pomoću kojih sve informacije o prodaji postaju dostupne menadžerima i izvršnim službama. Takođe, ovo rešenje omogućava koncentrisanje prodajnih aktivnosti na najprofitabilnije inicijative. Ovo je bio prvi korak jedne globalne CRM strategije sa ciljem obezbeđenja veće transparentnosti podataka o korisnicima između službi prodaje i korisničkog servisa. Ovo rešenje omogućuje kompaniji da:

- Koristi standardne procese prodaje u cilju koncentrisanja prodajnih aktivnosti na najprofitabilnije inicijative;
- Realizuje korporativne ciljeve povećanja profita;
- Obezbedi veću transparentnost informacija o korisnicima pomoću centralizovanih profila i praćenjem ključnih interakcija sa korisnicima.

Takođe, kao kolaborativni segment ovog CRM rešenja, implementirana je funkcionalnost računar-telefon integracije, odnosno CTI aplikacija koja omogućava rutiranje poziva odgovarajućim predstavnicima korisničkog servisa.

Sa ovim rešenjem sektor prodaje CPR-a sada ima kompletan prikaz svojih prodajnih aktivnosti. Ovaj CRM projekat predstavlja jednu novu strategiju optimizacije za usmeravanje kompanijskog marketinga i prodajnih aktivnosti. Predstavnici prodaje mogu dobiti kompletan pregled potreba korisnika, i na taj način pružiti im bolju uslugu.

4. ZAKLJUČAK

Železnica ne može svojim korisnicima pružiti uslugu odgovarajuće upotrebne vrednosti samo jednostavnim sprovođenjem osnovnih konvencionalnih funkcija kao što su naplata prevoznina i obavljanje saobraćaja. Kako bi se izborila sa novim trendovima, savremena železnička kompanija mora postati više usmerena ka zadovoljenju potreba i očekivanja svojih korisnika. CRM kao poslovni model koji, za osnovni cilj ima identifikaciju, predviđanje i razumevanje potreba budućih i aktuelnih korisnika, omogućava železničkim kompanijama da razumeju korisnike svojih usluga, segmentiraju svoju bazu korisnika prema profitabilnosti, i isporuče diferenciranu uslugu svakom od njih.

Literatura

[1] „The IDM Guide To CRM Mastery“, Institut Of Direct Marketing, United Kingdom, juli 2002.
[2] http://www.crmguru.com/editor/
[3] top_10/1726.php
[4] http://www.accenture.com/NR/rdonlyres/38F96C80-CB88-4F0A-8274-/SNCFCustomerLoyalty108.pdf
[5] http://www.microstrategy.com/Customers/
[6] index.asp?fIndustry=Transportation
[7] http://www.oracle.com/applications/customer-relationship-management.html

APPLYING OF CRM CONCEPT IN RAILWAY TRAFFIC

Nebojša BOJOVIĆ
Miloš MILENKOVIĆ

Abstract – In today's transportation market, it is increasingly difficult to base business on operational efficiency alone. Railway companies are investing in their customer relationship as a key strategic advantage. Only increased customer loyalty and customer satisfaction can drive revenue, reduce business risk and increase performance.

Keywords - CRM, Railway, Customer, Service

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

LOGISTIČKA PERSPEKTIVA POTENCIJALA ZA POVEĆANJE UČEŠĆA ROBE KOJA JE TRANSPORTOVANA ŽELEZNICOM

Marinko MASLARIĆ[1]
Đurđica CAKIĆ[2]
Svetlana NIKOLIČIĆ[3]

Rezime *– Pomeranje u načinu prevoza robe sa ostalih vidova transporta, prvenstveno drumskog, na železnički prevoz predstavlja potencijalni način za smanjenje negativnih ekoloških i socijalnih uticaja transporta. Ovaj rad istražuje skorašnje promene na tržištu, predstavljene kroz prizmu lanaca snabdevanja i procenjuju njihov uticaj na proces odlučivanja pri izboru vida transportnog sredstva, naročito stavljajući akcenat na korišćenje železničkog prevoza. Glavni cilj rada je određivanje osnovne interakcije između logističke strukture i izbora železnice kao modaliteta za prevoz robe, te identifikacija načina na koje logističke promene mogu pomoći povećanju udela robe koja se prevozi železnicom. Uprkos tome što mnoge identifikovane činjenice ukazuju na stvaranje sve težih uslova za korišćenje železnice, pronađen je značajan dokaz o potencijalu železnice da privuče nove korisnike. Većinu identifikovanih potencijala je, naravno, malo verovatno realizovati bez unapređenja železničke mreže, njenih kapaciteta i sposobnosti, kao i bez usmeravanja pažnje provajdera železničkih usluga na želje potencijalnih i postojećih korisnika.*

Ključne reči – železnički transport, lanci snabdevanja, izbor transportnog sredstva, transportna politika

1. UVOD

Analizirajući pokušaje utvrđivanja međusobnog odnosa politike transportovanja robe i strukture lanaca snabdevanja, naročito se fokusirajući na uticaj nivoa razvijenosti logističke strukture i koncepcije na povećanje obima aktivnosti železničkog prevoza robe, rad ukazuje na značaj uključivanja svih članova unutar lanca snabdevanja u oblikovanje transportne politike. Osnovni ciljevi ovog rada su određivanje osnovne interakcije između logističke strukture i izbora železnice kao načina prevoza tereta i identifikacija načina na koji logističke promene mogu pomoći u povećanju učešća robe koja se transportuje železnicom u ukupnom transportu tereta. Kao takav, nadamo se, rad treba da posluži kao argument u debati o transportnoj politici i da pomogne u implementaciji takve politike koja će ohrabrivati značajnije korišćenje alternativa drumskom prevozu, u ovom slučaju železnice, prilikom planiranja realizacije transportnih zahteva. Transfer tereta sa drumskog na železnički vid prevoza predstavlja ključni element povezan sa nastojanjima da se uspostavi efikasniji i ekonomičniji transportni sistem i ujedno se uklapa u Evropsku transportnu politiku stvaranja izbalansiranog transportnog sistema. Takve inicijative će imati uspeha samo u slučaju ako se budu preduzimale na način koji demonstrira razumevanje funkcionisanja lanaca snabdevanja i koji ohrabruje kompanije, a ne prisiljava, da razmisle o korišćenju železnice u delu zadovoljenja svojih transportnih zahteva.

2. OSNOVNE NAPOMENE

Obim tereta koji se preveze na prugama Srbije je dosta manji u odnosu na količinu koja se prevozila za vreme SFRJ (tabela 1). Razloga za takvo stanje je dosta i u osnovi su više političke a ne ekonomske, odnosno tržišne prirode. Kako god, Srbija je gotovo čitavu deceniju bila van trendova razvoja modernih evropskih železnica i transportne politike i stoga joj predstoji ozbiljan rad kako bi se uključila u postojeće

[1] Marinko Maslarić, dipl.inž.; Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka-Institut za saobraćaj, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, marinko@uns.ns.ac.yu
[2] mr Đurđica Cakić, dipl.inž.; Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka-Institut za saobraćaj, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, djurdja@uns.ns.ac.yu
[3] mr Svetlana Nikoličić, dipl.inž.; Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka-Institut za saobraćaj, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, cecan@uns.ns.ac.yu

tokove u železničkom prevozu tereta koji su definisani transportnom politikom Evropske komisije.

Tabela 1. Železnički teretni saobraćaj (u milionima tonskih kilometara)[*]

Godina	1970	1975	1980	1982	1991	1993	1995	2000	2001
Obim	19253	21638	25018	26165	14495	1833	1460	2490	2042

[*] Izvor: Statistika UIC

Podaci iz razvijenih zemalja Evropske zajednice pokazuju opadajući trend prevoza robe železnicom od Drugog svetskog rata do sredine 90-tih godina prošlog veka. Tada, međutim, zbog povećanja brige o zaštiti životne sredine, dolazi do blagog porasta učešća železničkog prevoza u ukupno ostvarenom prevozu robe kao rezultat dobijanja na značaju u transportnoj politici prelaska sa drumskog na železnički transport. Tako, istraživanja u Velikoj Britaniji pokazuju da će se udeo robe prevežene železnicom povećati sa 6,5%, koliko je iznosila sredinom 90-tih godina na 20% u 2010. godini, odnosno ističu ciljno povećanje tonskih kilometara u železničkom transportu za 80%. Međutim, u datim istraživanjima nepostoji jasna formulacija načina na koji će se ovaj cilj i ostvariti. Udeo od 20% ukupnih tonskih kilometara železnica nije ostvarivala od sredine 70-ih godina kada je robno tržište bilo dosta manje nego danas a briga o zaštiti životne sredine gotovo da nije ni postojala.

Imajući u vidu veliko povećanje interesovanja za logistiku kao disciplinu, koje počinje 70-ih godina prošlog veka i skorašnji naglasak na traženje načina za prelazak na vidove transporta koji su manji zagađivači životne okoline, iznenađujuće malo istraživanja se bavi proučavanjem interakcija između logističke strukture i izbora modaliteta transporta. A sa sigurnošću se može tvrditi da velike promene koje su se desile u logističkim sistemima preduzeća imaju određeni uticaj na izbor vida transporta. Zaključak je da postoji nedovoljno preplitanje studija o izboru modaliteta transporta i analiza logističkih sistema. Izbor transporta se tradicionalno smatrao malo značajnim u odlučivanjima vezanim za logistiku.

Kao prevazilaženje ovog nedostatka integracije analize lanca snabdevanja i izbora vida transporta, odnosno korišćenja železnice za prevoz robe, ovaj rad analizirajući, za sada malobrojna, istraživanja koja povezuju ova dva aspekta ima dva osnovna cilja. Prvi od njih je određivanje osnovnih interakcija između logističke strukture i izbora železnice kao načina tansporta robe. Postoji mnogo logističkih promena koje mogu potencijalno uticati na odluku o izboru transportnog sredstva. Na primer, promene u lokacijama aktivnosti, strukture proizvodnje i distribucione mreže, trgovinski odnosi između preduzeća i raspored proizvodnje i distribucije mogu predstavljati važne faktore koji utiču na izbor vrste transporta za prevoz tereta. Kao nastavak prvog cilja sledi drugi: identifikovanje načina na koji logističke promene mogu doprineti povećanju udela robe prevezene železnicom. Ovo je od direktne važnosti za provajdere železničkih usluga, čiji opstanak može zavisiti od privlačenja novih korisnika usluga železničkog transporta.

3. LOGISTIČKE PROMENE I NJIHOV UTICAJ NA ULOGU ŽELEZNICE

Situacija u kojoj se, kao država, nalazimo ostavlja prostora, za sada, samo za praćenje dešavanja u razvijenim zemljama i pokušaje prilagođavanja trendovima koje date zemlje diktiraju. Nemoguće je sprovesti ozbiljniju analizu uticaja promena u logističkim aktivnostima na izbor modaliteta prevoza tereta u našim uslovima, pre svega, zbog nepostojanja logističke koncepcije u preduzećima, neodgovarajuće transportne politike, odsustva primene koncepta lanaca snabdevanja i tehnologija kombinovanog transporta. Iz tih razloga, praćenje istraživanja u razvijenim zemljama ostaje jedini izvor iz koga se crpe saznanja i rešenja koja uz određeno prilagođavanje predstavljaju kandidate za potencijalnu primenu.

Istraživanja, obrađena u ovom radu, bave se utvrđivanjem promena u logističkim aktivnostima u odnosu na mesta u lancu snabdevanja. Logistika obuhvata sve aktivnosti vezane za planiranje, kontrolu, monitoring, skladištenje i transport robe unutar, odnosno između kompanija. Potrebno je bilo utvrditi u kojim logističkim aktivnostima je došlo do promena u posmatranim kompanijama (istraživanje obavljeno putem anketiranja 100 britanskih kompanija), jer ako nije bilo promena onda te logističke aktivnosti nisu imale nikakvog uticaja na izbor modaliteta transporta. Sa druge strane, ako je došlo do značajnih promena u skorije vreme onda su te promene sigurno uticale, u određenom stepenu, na sposobnost železnice da poveća svoj „*mode share*“. **Osnovne logističke promene identifikovane u posmatranim kompanijama su**: povećanje nivoa prodaje; reorganizacija menadžmenta; promene u karakteristikama proizvoda; smanjenje broja lokacija preduzeća; povećanja broja lokacija preduzeća; smanjenje nivoa prodaje; povećanje tržišta; promene u aktivnostima vezanim za lokaciju, osnovne promene na tržištu.

Rezultati istraživanja pokazuju da je **povećanje zahteva potrošača**, u obliku zahtevanog servis stepena od strane snabdevača, najčešće isticana promena odnosno faktor od kojeg će zavisiti logističke aktivnosti u budućnosti.

Povećanje svesti i brige o nivou usluge kupcima i njenom značaju u poslovnoj celokupnosti doprinosi logističkim promenama tako što krajnji kupci i kompanije koje su u lancima snabdevanja pozicionirane bliže kupcima postavljaju sve veće zahteve u odnosu na svoje snabdevače. Povećanje zahtevnosti kupaca doprinosi povećanju opterećenja transportnog sistema. Međutim, samo 13% intervjuisanih kompanija je zabrinuto zbog povećanja transportnih troškova i veruju da će njihova operativa u budućnosti biti pod rizikom (ugrožena). Većina veruje da će porast transportnih troškova biti izvan njihove kontrole ali čiji će se efekti apsorbovati bez drastičnih akcija. Bez izuzetaka, kompanije su mišljenja da će biti sposobne da se izbore sa bilo kakvim smanjenjem kvaliteta usluge bazirane na drumskom prevozu bez preduzimanja velikih aktivnosti i da će, u bilo kom slučaju, njihovi konkurenti biti u sličnoj situaciji pa njihova konkurentska prednost neće biti ugrožena. Ali, evidentno je da sve veći broj kompanija počinje sve više pažnje da usmerava na izbor transportnog sredstva nego ranije, što je posledica značajnog povećanja troškova u drumskom prevozu i povećanja nivoa zakrčenosti puteva u poslednjim godinama.

Međutim, iako pojava sve većih zagušenja na drumovima i implementacija transportne politike koja podrazumeva povećanje taksi u drumskom prevozu obezbeđuje dovoljnu stimulaciju za razmišljanje o železnici u budućnosti, mnogi ističu činjenicu da će za rekonstrukciju logističkog sistema, kako bi on postao prilagodljiviji za železnički transport, biti potrebno više od pet godina, zbog dužine trajanja procesa restruktuiranja i zbog postojanja perioda od nekoliko decenija u kome je vršeno prilagođavanje fleksibilnosti drumskog transporta. Stoga se javlja konfliktni pritisak kod kompanija, ohrabrivanje za prelazak na železnički transport ali sa druge strane postoji niz prepreka za ostvarivanje ovog istog.

Identifikovano povećanje zahteva korisnika, koje podrazumeva povećanje potreba za transportnim uslugama koje su u skladu sa takvim zahtevima korisnika usmerava na zaključak da realizacija transportnih usluga ne sme biti ograničena na jednu vrstu transportnih sredstava i stoga tradicionalni operativni procesi koji se koriste u železničkom transportu nisu više podesni. Da bi odgovorio na ove nove zahteve, železnički transport mora proširiti svoj domen kako bi obuhvatio pogodne transportne usluge. Jedan od načina da se pridobiju novi klijenti na tržištu, koje je pre svega orijentisano na drumski transport, je uključivanje u sistem kombinovanog transporta.

4. ANALIZA LANACA SNABDEVANJA

Primena koncepta lanaca snabdevanja na najbolji način odslikava promene u logističkim aktivnostima i primenu koncepcije integrisane kontrole, planiranja i u upravljanjima tokova materijala od izvora sirovina do krajnjih potrošača finalnih proizvoda.

Kao što je već ranije napomenuto, na osnovu analize sprovedenih istraživanja, identifikovana je činjenica da faktor koji je najviše odgovoran za povećanje ukupne potražnje za robom u poslednjih pet godina jeste promena u zahtevima kupaca. Ovo sugeriše da kompanije koje su bliže krajnjim potrošačima u lancima snabdevanja postaju sve više zahtevne prema svojim snabdevačima i tako imaju najveći uticaj na količinu i prirodu korišćenog transporta robe, odnosno na izbor modaliteta transporta.

Naime, 56% ispitanih kompanija je tvrdilo da su njihovi potrošači postali zahtevniji u poslednjih pet godina. Ova zahtevnost se ogleda u kombinaciji potreba za smanjenjem vremena isporuke potrošačima i učestalijim isporukama sa manjim količinama. Mali broj kompanija je organizovao svoj menadžment tako da upravlja ovim problemima. Većina, nije imala nikakav plan za upravljanje ovim promenama već je dozvolila da one budu upravljanje od strane potrošača iz straha od gubitka posla od strane konkurencije.

Drugi najvažniji faktor koji je doveo do povećanja transportne potražnje predstavlja usvajanje strategija niskih zaliha kao što su *just-in-time* stretegija i proizvodnja preduzeća. Ovo je svakako dovelo do toga da ove kompanije izazovu određene promene kod svojih snabdevača slične onima koji su kod njih izazvali njihovi kupci.

Kada su u pitanju skorašnje promene u transportnoj eficijenciji u 15% kompanija došlo je do pogoršanja a 26% tvrdi da su one unapredile eficijentnost svojih transportnih operacija. Kod malog broja preduzeća je u pitanju kombinacija pogoršanja i unapređenja eficijentnosti što rezultira malim ukupnim poremećajima u ravnoteži. Iznenađujuće, ne postoji jasna veza između smera promena u eficijentnosti i položaja kompanije unutar lanca snabdevanja. Određen broj kompanija pozicioniranih bliže izvoru, početku, lanca snabdevanja je napravilo značajna unapređenja u svojim transportnim operacijama, dok su ostale iskusile opadanje eficijentnosti. Od broja maloprodajnih kompanija, više od polovine je na osnovu promena unapredilo svoju eficijentnost.

Opšti zaključak je da transportna eficijentnost kompanija pozicioniranih bliže početku lanca snabdevanja pati od troškova kompanija koje su pozicionirane bliže krajnjim korisnicima i kraju lanca snabdevanja.

5. ZAKLJUČAK

Ono što je evidentno jeste da će železnica povećati svoj *mode share* samo ako zadovolji stroge zahteve industrije u mnogo većoj meri nego što je to radila kada je bila dominantan vid transporta. Bez izuzetka,

kompanije obuhvaćene analiziranim istraživanjima primarno koriste drumski prevoz zbog njegove fleksibilnosti i relativno povoljne cene. Čak i u onim kompanijama koje koriste železnički transport u delu zadovoljenja svojih transportnih zahteva, nema tendencije za značajnijim uključivanjem železnice i povećanjem njenog učešća u prevozu robe. Više od polovine kompanija veruje da železnica može potencijalno rukovati sa manje od 10% od ukupne robe za prevoz dok 37% kompanija očekuje da će koristiti železnicu u narednih pet godina.

Većina logističkih promena u poslednjim godinama se odslikava preko povećanja potražnje kupaca i uticaja koji ova pojava ima na kompanije koje pokušavaju da postanu eficijentnije kako bi zadržale konkurentnost na tržištu. Industrija, generalno, nastavlja svoj razvoj ka *just-in-time* principu poslovanja, ili bar prihvatanju osnovnih principa linearne proizvodnje i smanjenja držanja zaliha. Ovo utiče na formiranje manjih obima robe koja se prevozi u frekventnijim intervalima, tako smanjujući transportnu eficijenciju kompanija koje snabdevaju potrošače i omogućavaju ograničen prostor za železnicu za odigravanje svoje uloge. Ovo predstavlja jedan veliki izazov za železnički transport u svom pokušaju da zadovolji potrebe tržišta, koje je pak, tradicionalno okupirano od strane drumskog prevoza. Dugoročne promene koje su se desile i u pružanju usluga prevoza tereta železnicom i rastuća dominacija industrijskih sistema zasnovnih na logističkim principima stvaraju složen set uslova za razvoj železnice

Ovaj rad je pokušao da identifikuje neke potencijale za pomeranje prevoza robe sa drumskog na železnički vid prevoza bez nekih značajnih restruktuiranja unutar logističkih operacija. Međutim, uspeh ovoga u velikoj meri zavisi od toga da li će usluge pružane od strane železnice biti u mogućnosti da zadovolje zahteve koje tradicionalna železnica nije bila u stanju da realizuje uspešno.

Da bi železnički prevoz postao mnogo značajnija konkurencija drumskom prevozu potrebno ozbiljno restruktuiranje ili svih logističkih operacija unutar lanca snabdevanja ili dugoročnih promena u sposobnosti železničke industrije da se izbori sa zahtevima koji se pred nju postavljaju.

LITERATURA

[1] Abdelwhab, W.: „Elasticities of mode choice probabilities and market elasticities of demand: evidence from a simultaneous mode choice/shipment size freight transport model“, Transportation Research E Logistics and Transportation Review 34, 1998.

[2] Braun, Imma; Koning, Stefan and Schnieder, Eckehard: „Multi Agent Systems for Rail Transport“, Cooperative Transportation Dynamics, 2005.

[3] Janić, Milan adn Yvonne Bontekoning: „Intermodal freight transport in Europe“, Globalisation, E-Economy and Trade“, Meeting on 8-9 June, Sienna, Italy, 2002.

[4] Tostmann, Stefan: „Trends in European Transportation – Challenges and Opportunities for the Supply Chain“, Business Briefing: Global Purchasing and Supply Chain Strategies, 2004.

[5] www.uic.asso.fr

A LOGISTICAL PERSPECTIVE OF THE POTENTIAL FOR INCREASING THE SHARE OF FREIGHT MOVED BY RAIL

Marinko MASLARIC
Djurdjica CAKIC
Svetlana NIKOLICIC

Abstract – Freight modal shift from other means of transportation, mainly road, to rail is a potential means by which the negative environmental and social impacts of transport can be reduced. This paper explores recent supply chain changes and assesses their impacts on the mode choice decision-making process, specifically addressing the implications for the use of rail. Main objectives are determining the major interactions between logistical structure and choice of rail as a mode for freight movement, and second, to identify means by which logistical changes may assist in increasing the share of freight moved by rail. Despite many of the identified changes effectively making the use of rail more difficult, considerable evidence has been found of the potential for rail to attract new traffic. Much of the identified potential is unlikely to materialise, however, without improvements in rail network capability and capacity and greater customer focus from rail freight operators.

Key words – rail freight; supply chain; mode choice; transport policy

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

EFEKTI KOMBINOVANOG TRANSPORTA

Mirjana TRIFUNOVIĆ[1]

***Rezime**: Opšti trend razvoja saobraćaja je razvoj savremenih transportnih sistema. S tim u vezi, kombinovani transport ima posebno mesto, imajući u vidu njegov značaj kao pokazatelja stepena ostvarenja usklađenog i integrisanog transportnog sistema. Efikasna realizacija tokova roba tehnologijama kombinovanog transporta nameće, pored angažovanja specifične infrastrukture, podizanje nivoa svesti o komparativnim prednostima koje pruža kombinovani transport.Ekonomski kriterijumi presudno utiču na izbor vida transporta i vrste transportnog sredstva. Ovakav pristup izboru transportnih puteva i tehnologije transporta u svetu se napušta i sve veća pažnja se daje ekologiji i zaštiti životne sredine, kao kriterijumu sa presudnim značajem. Uštedama koje proističu korišćenjem kombinovanog transporta u energiji, vremenu i troškovima, sve više se poklanja pažnje u razvijenim zemljama Evrope. Pokrećući procese integracija pred državom Srbijom se postavlja i pitanje unapređenja kombinovanog transporta.*

Ključne reči: kombinovani transport, ekologija, eksterni troškovi

1. UVOD

Transportna politika naše zemlje, preko čije teritorije prelaze Pan-evropski koridori VII i X, vodi u pravcu razvoja kombinovanih sistema transporta. Našu zemlju dnevno tranzitira preko hiljadu teških teretnih drumskih vozila. Obim kamionskog transporta u/kroz našu zemlju pokazuje da postoji potreba za intermodalnim transportom - mali procenat preusmeravanja ovih tokova na železnički i vodni saobraćaj preko Hucke-Pack i Ro-Ro sistema transporta, rezultirao bi značajnim ekološkim, ekonomskim, bezbednosnim i drugim efektima. Po podacima Statističkog zavoda, tokom 2004. godine SCG je tranzitiralo 407.659 kamiona. Od navedenog broja, najviše je turskih 122.146, bugarskih 109.788 i grčkih 25.000. Dakle, turskih, bugarskih i grčkih kamiona je oko 700 dnevno tranzitiralo našu zemlju. Ako bi samo 10% koristilo kombinovani drum-železnica transport, to je oko 70 vozila, odnosno 4 Ro-La voza dnevno. Srazmerno smanjenju broja teretnih drumskih vozila na našim putevima, smanjio bi se i procenat zagađenja životne sredine i povećala bezbednost saobraćaja.

S druge strane, zabrinjavajući su podaci da je, npr. broj dozvola za naše kamione za prolaz kroz Austriju za 2004. godinu iznosio 6.000, dok su stvarne potrebe oko 14.000. Time je austrijska vlada preusmerila oko 8.000 naših teretnih vozila na Ro-La vozove. ÖKOMBI-a (austrijsko nacionalno kombi udruženje) godišnje 600.000 kamiona preveze železnicom, čime se smanji emitovanje štetnih materija u veličini od više stotina hiljada tona! Navedeni podaci ukazuju na neophodnost i opravdanost prilagođavanja i naše saobraćajne politike evropskim trendovima i uključivanje u savremene transportne tokove.

Opšte je poznata činjenica da realizacija tokova roba tehnologijama kombinovanog transporta zahteva postojanje specifične infrastrukture. Međutim, pored toga, za efikasnu realizaciju kombinovanog transporta neophodna je i kooperacija svih učesnika u transportnom lancu, kao i podizanje nivoa svesti o komparativnim prednostima koje pruža kombinovani transport i uštedama na eksternim troškovima korišćenjem ovog vida prevoza.

U ovom radu biće reči upravo o onim efektima kombinovanog transporta koje najčešće zanemarujemo.

2. EKOLOŠKI EFEKTI KOMBINOVANOG TRANSPORTA

Izvori zagađenja atmosfere su različiti. To su pre svega procesi sagorevanja uglja i nafte, procesi u industrijskim postrojenjima, izduvni gasovi saobraćajnih vozila. Najčešće zagađujuće materije su CO_2, CO, SO_2, azotni oksidi, razna organska jedinjenja. Danas je već sa sigurnošću poznato da se koncentracija CO_2 značajno povećala tokom poslednjeg veka, pa je gotovo sigurno da je to

[1] Mirjana Trifunović, dipl.ing., Ministarstvo za kapitalne investicije Republike Srbije, Nemanjina 22-26, mira_vodni@msaotel.sr.gov.yu

posledica ljudske aktivnosti. CO_2 emisija je jedan od najznačajnijih zagađivača vazduha. Pored toga, istraživanja pokazuju da postoji i jaka veza između koncentracije CO_2 i prosečne globalne temperature, zbog čega je neminovno ozbiljnije sagledati ovaj problem i pronaći alternativna rešenja [1].

Učešće saobraćaja u ukupnoj emisiji štetnih jedinjenja u atmosferi je oko 50%. Jedan od izlaza iz "ekološke katastrofe" je primena tehnologija kombinovanog transporta i integrisanih transportnih lanaca. Sa ekološkog aspekta u kopnenom saobraćaju drumski transport je glavni uzročnik emisije štetnih gasova, buke i prašine. Kombinovani sistemi transporta utiču na prebacivanje daljinskog teretnog drumskog transporta na železnički i rečni transport. I najmanji procenat preraspodele rada između vidova transporta ima izuzetno velike ekološke efekte.

Pitanja profita po svaku cenu ili zdrave životne sredine su pitanja na čiji odgovor mora da utiču i činjenice da od drumskog saobraćaja potiče 90% svih emisija ugljen-monoksida, 50% emisije azotnih oksida, 40% emisije ugljovodonika, 50% emisije olova, 80% emisije benzena, 15% ugljen-dioksida, 10% sumpor dioksida i dr.(Slika 1.)[2].

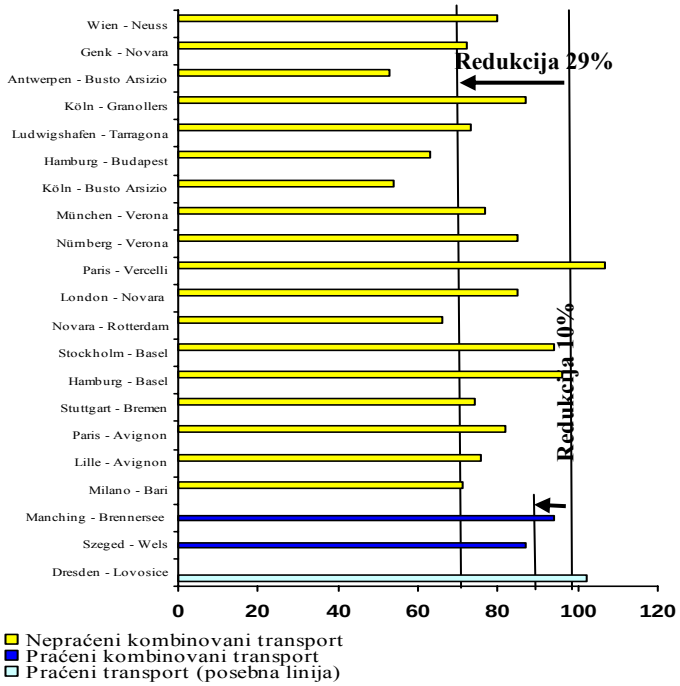
Slika 1. Procentulano učešće drumskog transporta u ukupnoj emisiji štetnih materija

Kombinovani sistemi trnasporta uvažavaju ekološke principe, što je dovelo do intenziviranja njihovog razvoja u najvećem broju evropskih zemalja. Razvijene zemlje, umesto da samo vode računa o profitu od drumskog tranzita preko svojih teritorija, regulišu prolazak teških drumskih vozila i usmeravaju ih na tehnologije kombinovanog transporta.

3. UŠTEDA ENERGIJE I CO2 EMISIJE PRI KOMBINOVANOM TRANSPORTU

Kombinovani transport, pored navedenih ekoloških efekata, ima i konkretne uštede u energiji, vremenu i troškovima. Uviđajući značaj i urgentnost problema, Međunarodno udruženje kombinovanih drum-železnica transportnih kompanija (International Union of combined Road-Rail transport companies) - UIRR je u okviru Pilot projekta za kombinovani transport (Pilot Actions for Combined Transport) – PACT, 2003. g. sačinilo analizu uštede energije i CO_2 emisije korišćenjem kombinovanog transporta. Iz analize izdvojićemo sledeće grafikone [3] :

Grafikon 1. Potrošnje energije na određenim relacijama pri drumskom u odnosu na kombinovani transport



Analizirajući 18 relacija nepraćenog kombinovanog transporta (transport drumskih vozila ili intermodalnih transportnih jedinica vozom, bez pratnje vozača), 2 praćenog kombinovanog transporta (transport drumskih vozila vozom, sa pratnjom vozača) i jednu specijalni praćeni kombinovani transport, kao jedan od rezultata dobijen je prikazani grafikon poređenja ukupne potrošnje energije pri kombinovanom i drumskom transportu na određenoj relaciji. Smanjenje potrošnje energije pri nepraćenom transportu u proseku iznosi 29% a pri praćenom kombinovanom transportu 10%.

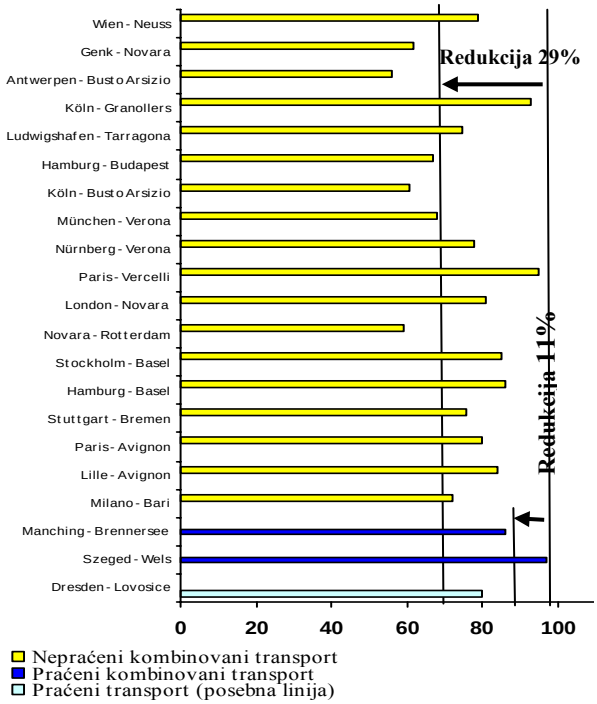
Pri analizi pošlo se od sledećeg:

- Rute su realne, poređena rastojanja su različita pri drumskom i kombinovanom transportu. Na nekim drumskim rutama ima skretanja zbog političkih razloga, npr. restrikcija tranzita. S druge strane, u pojedinim situacijama konekcija na autoput je kraća od postojeće železničke mreže.
- Ima situacija gde drumska vozila u kombinovanom transportnom lancu veći deo relacije koristite drum nego kombinovani transport. Ovim su rezultati uštede energije manji od stvarnih.

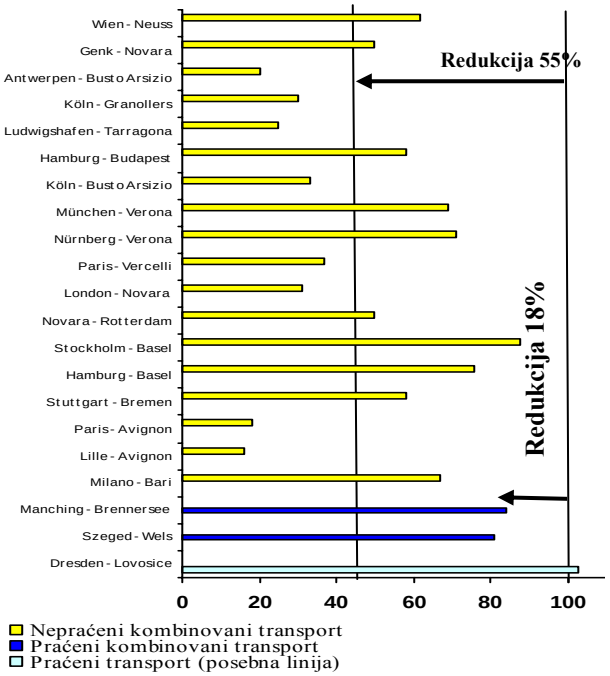
Na osnovu grafikona, nepraćenim kombinovanim transportom uštedi se 29% energije u odnosu na

drumski, a praćenim 11%. I ovde su uzete prethodno navedene pretpostavke. Iskorišćenost kapaciteta transporta železnicom je velika, oko 87% pri nepraćenom i 91% pri praćenom kombinovanom transportu. Ovo je posledica visokih cena železnice koja primorava operatere da prevoz obavljaju uz maksimalno iskorišćenje kapaciteta.

Grafikon 2. Potrošnja energije po km pređenog puta pri drumskom u odnosu na kombinovani transport

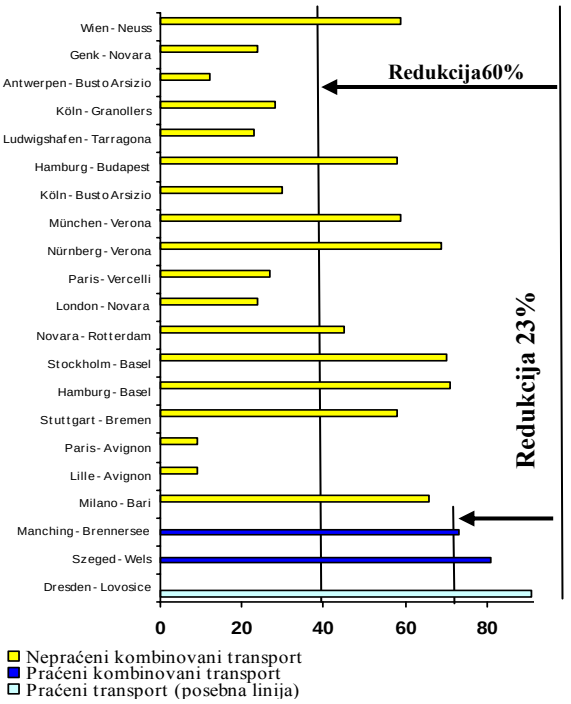


Grafikon 3. CO_2 emisija pri drumskom u odnosu na kombinovani transport



Pri nepraćenom kombinovanom transportu prosečna redukcija emisije CO_2 iznosi 55% u odnosu na drumski transport, dok kod praćenog transporta prosečna redukcija je 18%.

Grafikon 4. CO_2 emisija po km pređenog puta pri drumskom u poređenju sa kombinovanim transportom



Nepraćeni kombinovani transport redukuje emisiju CO_2 u proseku za 60%, a praćeni transport u proseku za 23%.

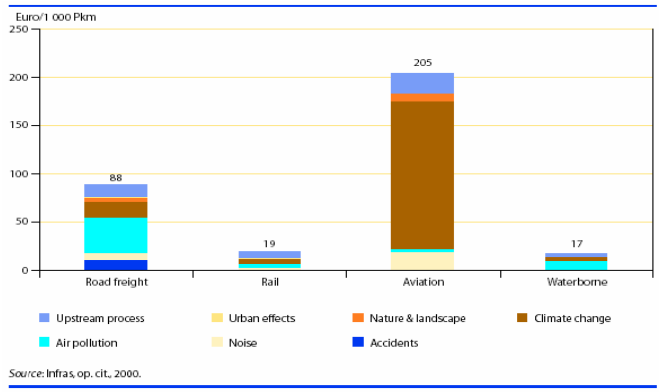
Razlog za znatnu razliku između prosečnih vrednosti i u slučaju uštede energije i u slučaju redukcije emisije CO_2 pri praćenom i nepraćenom transportu je što je prosečna vrednost kod nepraćenog transporta dobijena na osnovu analize 18 realacija, a kod praćenog na osnovu analize samo dve relacije. Ove razlike u prosečnim vrednostima odnose se i na prethodne grafikone.

Prema podacima iz 2001. godine, nepraćeni transport u okviru UIRR-a sa 1,75 miliona pošiljaka redukuje emisiju CO_2 od 1,1 miliona tona. Svaki kamion transportovan Ro-La tehnologijom redukuje 190 kg CO_2, što za 446000 pošiljaka iznosi oko 90000 tona. Transferom 2,2 miliona pošiljaka železnicom u okviru UIRR-a redukuje se CO_2 emisija za 1,2 miliona tona. Osim UIRR kompanija postoje i drugi operateri. Uključujući i njih, dolazimo do podatka da kombinovani transport u Evropi redukuje emisiju CO_2 u iznosu od oko 1,8 miliona tona godišnje.

Uzimajući u obzir navedene proračune i pretpostavku da samo 10% turskih, bugarskih i grčkih kamiona koji tranzitiraju našu zemlju preusmerimo na vozove, smanjili bi emisiju CO_2 za oko 5000 tona godišnje.

Emisija CO_2 je samo jedan od pojava koje dovode do eksternih troškova, odnosno potencijalnih ušteda, koje najčešće zanemarujemo. Ovde se nećemo baviti drugim eksternim troškovima, već ih samo prikazati na narednom grafikonu, po vidovima prevoza.

Grafikon 5. Eksterni troškovi transporta[4]



4. UMESTO ZAKLJUČKA

Eksterni troškovi su realni izvori troškova ali sa njima se ne susreću pojedinačni drumski prevoznici i stoga to ne pogađa njihovu potrebu za transportom drumom. Ali sve prisutniji problem zagađenja životne sredine ne možemo eliminisati i ovaj problem nije moguće rešavati pojedinačno i jednostrano. Pokretanjem niza organizacionih, tehničko-tehnoloških, pravnih, i dr. akcija na nivou gradova, regiona i države mogu se postići efekti smanjenja emisije štetnih gasova, buke i prašine.

Poštujući podatke i istraživanja vezana za eksterne troškove transporta, do kojih su došle Francuska i Nemačka, jedna tona CO_2 emisije ekvivalentna je troškovima od 100 eur. To znači da je ušteda u Evropi korišćenjem kombinovanog transporta 180 miliona EUR godišnje. Ukoliko bi uračunali i ostale eksterne troškove, poput buke, vibracija, udesa, kvaliteta vazduha, zagađenje reka i dr, uštede koje donosi primena kombinovanog transporta bile bi znatno veće.

Navedeno predstavlja samo deo efekata koje možemo postići korišćenjem kombinovanog transporta, ali dovoljan da nam ozbiljnije nametne ideju o neminovnosti primene savremenih tehnologija transporta i u našoj zemlji, imajući u vidu neophodnost što bržeg uključivanja u evropske transportne tokove, težnju da nas ti tokovi ne zaobiđu i naravno finansijske efekte.

LITERATURA

[1] www.well.org.yu, 2006.
[2] Zečević S., Kilibarda M., Popović G., Radivojević L.: Integrisane logističke koncepcije i tehnologije u robnom transportu, savetovanje NOTES 97, Saobraćajni fakultet Beograd, 1997.
[3] UIRR: PACT, CO_2 reduction through combined transport, 2003.
[4] Aneks II uz Belu knjigu - Evropska saobraćajna politika do 2010, Evropska komisija, 2001.

EFFECTS OF COMBINED TRANSPORT

Mirjana TRIFUNOVIĆ

***Abstract:** General trend in transport development is development of contemporary transport systems. In relation to that, the combined transport has a special place, having in mind its significance as an indicator of realization level of harmonized and integrated transport system. The efficient realization of goods flow, by combined transport technologies imposes, apart from specific infrastructure engagement, consciousness level upgrading on comparative advantages of combined transport as well. The economic criteria crucially influence the selection of transport mode and type of transport means. This way of selection of transport means and transport technologies is gradually abandoned in the world, and the attention is focused on ecology and environment protection as the criterion of crucial significance. Savings in energy, time and expenses, which result from combined transport usage, are attracting more and more attention in developed European countries. By initiating processes of integration, a question of promotion of combined transport is imposed on Serbia.*

***Key words:** combined transport, ecology, external costs*

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

RACIONALIZACIJA MREŽE STANICA OTVORENIH ZA UTOVAR/ISTOVAR KOLSKIH POŠILJKI

Slobodan ROSIĆ[1]
Andrija RISTOVIĆ[2]

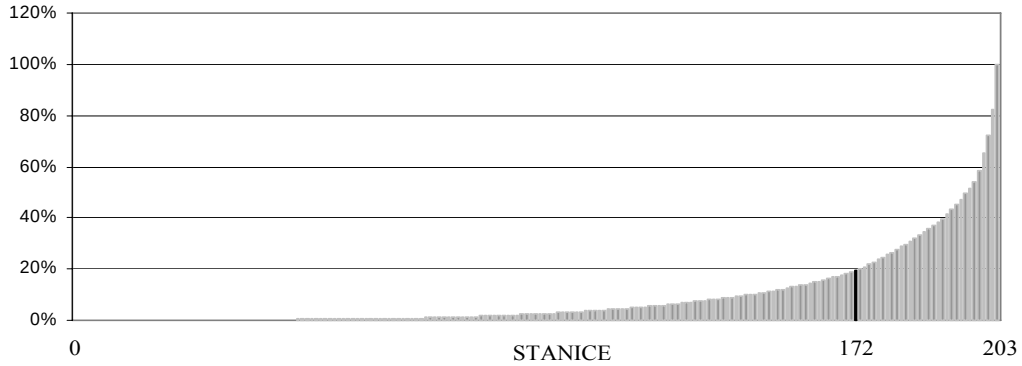
Rezime *– Usklađivanje kapaciteta prema zahtevima tržišta predstavlja važan preduslov konkurentnosti železnice na tržištu transportnih usluga. Zatvaranje stanica čiji se troškovi rada ne mogu pokriti prihodima od prevoza u kojima učestvuju, jedan je od prvih koraka u realizaciji tog cilja. Osim pozitivnih finansijskih efekata očekuje se i niz indirektnih efekata, pre svega tehnološke prirode, koji bi prevoz železnicom učinili efikasnijim, a pruženu uslugu kvalitetnijom. Redukcija broja stanica otvorenih za rad sa robom vršila bi se kroz set definisanih kriterijuma za proveru opravdanosti njihovog zatvaranja. Pri tome se predlažu dva pristupa rešavanju ovog problema. Prvi pristup podrazumeva sprovođenje postupka u nekoliko faza. Drugi, nešto radikalniji, zahteva odmah detaljnija istraživanja i predviđa zatvaranje već u prvoj godini svih stanica za koje se to pokaže opravdanim.*

Ključne reči – železničke stanice, racionalizacija, efikasnost, konkurentnost

1. UVOD

Poslovno okruženje JP Železnice Srbije se ubrzano menja. Osim konkurencije drugih vidova saobraćaja – pre svega drumskog, otvaranjem pruga za druge železničke operatere stvoriće se konkurencija i u samom železničkom sektoru. Opstanak na transportnom tržištu moguće je obezbediti samo kroz suštinsko restrukturiranje, pri čemu je racionalizacija kapaciteta jedan od ključnih elemenata tog procesa. Značajne rezerve za sprovođenje procesa racionalizacije kriju se u velikom broju stanica sa malim obimom utovara/istovara.RASPODELA ROBNOG RADA NA MREŽI

Podaci o realizovanom obimu utovara i istovara po stanicama u toku 2004. godine, ukazuju na veliku koncentrisanost rada u malom broju stanica, odnosno veliki broj stanica koje obavljaju rad sa kolskim pošiljkama imaju veoma mali obim rada. Ovakvo stanje najbolje ilustruje histogram na slici 1. koji prikazuje koliki je procentni udeo prvih "n" stanica koje su imale najmanji intenzitet rada sa robom, u ukupno ostvarenom utovaru i istovaru na mreži.



Slika 1. Procentualno učešće rada stanica u ukupnom robnom radu na mreži

Sa histograma se može uočiti da 172 od ukupno 203 stanice (84%) danas otvorene za utovar i istovar robe, učestvuje sa svega 19% u ukupnom robnom radu na mreži.

[1] Slobodan ROSIĆ dipl. inž. saob., Agencija „RS“, Beograd, Đure Đakovića 84, e-mail: srosic@sbb.co.yu
[2] Andrija RISTOVIĆ dipl. inž. saob., JP Železnice Srbije, Beograd, Nemanjina 6, e-mail: ristaki@verat.net , andrija45@yahoo.com

Pretpostavimo, bez detaljnijih sagledavanja, da je učešće prihoda pojedine stanice u ukupnom prihodu od prevoza robe, srazmerno njenom učešću u ukupno realizovanom robnom radu na mreži. Sledeći se ovom logikom, dolazimo do zaključka da 84% svih stanica otvorenih za rad sa pošiljkama, učestvuje sa svega 19% u ukupnom prihodu od prevoza robe. Bez velikog rizika da pogrešimo, možemo predpostaviti da 84% stanica učestvuje sa bar 50% u ukupnim troškovima rada svih stanica u kojima se obavlja robni rad. Ovakva disproporcija učešća u prihodima i troškovima ukazuje na neophodnost stvaranja nove strukture mreže utovarno-istovarnih centara.

2. FAKTORI KOJE TREBA SAGLEDATI

Nema sumnje da je **finansijski efekat** rada stanice osnovni faktor koji će uticati na donošenje odluke o njenom zatvaranju. Stanice koje stvaraju veće troškove od prihoda, upravo su predmet naše analize. Međutim na konačan sud o tome da li ovakvu stanicu zatvoriti za robni rad ili ne, uticaće i niz drugih elemenata koje treba uzeti u obzir. Najvažniji od njih su:

- položaj stanice u odnosu na privredne centre u njenom gravitacionom području,
- stanje i razvoj industrije i poljoprivrede u gravitacionom području stanice kao glavnih generatora robnih tokova za transport železnicom,
- položaj stanice na mreži pruga, odnosno rastojanje i kategorija najbliže stanice koja ostaje otvorena za rad sa robom,
- stanje drumskih saobraćajnica kao drugog učesnika u transportnom lancu,
- infrastruktura železničke stanice, tj. postojanje industrijskih koloseka i utovarno-istovarnih sredstava i mehanizacije,
- sezonski karakter robnog rada stanice,
- specijalne namene stanice, itd.

3. OČEKIVANI EFEKTI PO ŽELEZNIČKO PREDUZEĆE

Očekivani rezultati se, iz ugla železničkog preduzeća, mogu posmatrati sa dva stanovišta, i to:

- direktni ekonomski efekti za železničko preduzeće,
- efekti u tehnologiji rada koji će indirektno stvoriti ekonomske efekte.

Direktni efekti se ogledaju u smanjenju gubitaka koje prave stanice sa veoma malim obimom robnog rada. Ovaj efekat je sadržan u osnovnom kriterijumu (odnos prihoda i troškova od rada stanice) po kojem se donosi odluka da li neku stanicu ostaviti otvorenom za utovar i istovar, ili ne.

Zatvaranje stanica sa malim obimom rada stvoriće i niz indirektnih efekata koji su pre svega tehnološke prirode. U krajnjem ishodu, svi oni treba da dovedu do pozitivnih ekonomskih rezultata.

Smanjenjem broja stanica u kojima radi sabirni voz skraćuje se ukupno vreme njegovog putovanja i povećava efikasnost korišćenja lokomotiva i teretnih kola. To znači da se se isti obim rada može realizovati sa manjim brojem prevoznih sredstava. Ovo je posebno značajno ako se ima u vidu da je jedan od „gorućih" problema sa kojima se suočava JP Železnice Srbije, upravo deficit u broju vučnih vozila i teretnih kola. Veća komercijalna brzina sabirnog voza skraćuje ne samo obrt prevoznih sredstava, već i vozopratnog osoblja. To omogućuje njihovo efikasnije korišćenje pa je za isti obim rada potreban manji broj izvršilaca. Time se otvara mogućnost smanjenja broja zaposlenih čime se snižavaju troškovi radne snage.

Ukidanjem određenog broja stanica za robni rad izvršiće se usmeravanje robe na manji broj većih stanica u kojma su pretovarni terminali. Time se povećava obim robnog rada u njima i opravdava odluka o mehanizaciji pretovarnog procesa. To će kao povratni efekat dovesti do skraćenja vremena neophodnog za završetak ovih operacija u stanici, što će dodatno doprineti bržem prevozu robe.

Zatvaranje određenih stanica za robni rad dovešće i do odgovarajućih negativnih efekata po železnicu. Naime, ona će na taj način izgubiti deo prevoza, tj. roba koja se utovara u tim stanicama će delimično preći na drugi vid saobraćaja – pre svega drumski. Razvojem intermodalnih transportnih tehnika koje kombinuju drumski i železnički transport i ovakve robe se mogu opet vratiti na železnicu, ali u jednom znatno kvalitetnijem prevozu, gde će svaki vid saobraćaja zauzeti adekvatno mesto.

4. KRITERIJUMI ZA ODLUČIVANJE

Odluku o zatvaranju određene stanice za robni rad treba doneti na osnovu višekriterijumske analize. Osnovni kriterijum predstavlja odnos prihoda koji se ostvare od robnog rada u stanici i pratećih troškova.

Prihodi zavise od obima robnog rada u stanici i računaju se na osnovu realizovanih netotonskih kilometara.

Troškovi obuhvataju:

- troškove zaustavljanja i pokretanja voza,
- troškove zadržavanja kola, lokomotiva i vozopratnog osoblja u međustanicama u kojima radi sabirni voz,
- troškove manevarskog rada u međustanicama,
- troškove osoblja u stanici koje obavlja transportno-komercijalne poslove (magacioneri, blagajnici),
- troškove održavanja i rada pretovarne i druge mehanizacije, ako je stanica istom opremljena.

Veći prihodi od troškova dovoljan su uslov da se stanica zadrži otvorenom za robni rad. Ukoliko je pak odnos ovih veličina u korist troškova, opravdanost daljeg rada utvrđuje se ispitivanjem po više dopunskih kriterijuma. To bi bili sledeći kriterijumi:

- Da li je stanica opremljena pretovarnom i transportnom mehanizacijom?
- Da li u stanici postoji industrijski kolosek i koliko je perspektivno njegovo korišćenje?
- Koliki je obim rada privrede koja gravitira stanici i kakve su njene perspektive rasta?

Treba utvrditi da li postoje industrijska preduzeća u gravitacionom području stanice, o kojoj vrsti industrije je reč, kakve tokove roba ona generiše (intenzitet, pravac kretanja i vrstu robe) i kakva je mogućnost njenog usmeravanja na prevoz železnicom. Stanicu treba zadržati otvorenom za utovar i istovar ukoliko se uočava trend razvoja privrede u gravitacionom području, koji je takvog karaktera da će koristiti uslugu železnice.

- Kakav je položaj stanice na mreži kao i kakva je povezanost sa drumskim saobraćajnicama ?
- Da li stanica ima sezonski karakter robnog rada ?

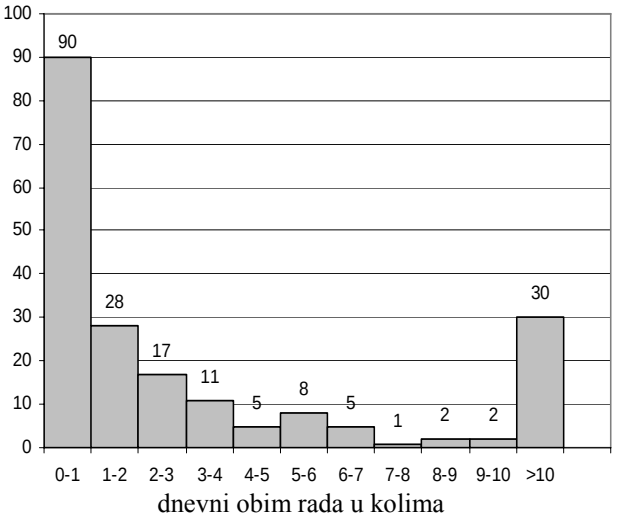
Sezonski karakter rada stanice zahteva utvrđivanje vremena trajanja sezonskih aktivnosti, obim rada koji se ostvari u sezoni kao i odnos toga rada prema ukupnom godišnjem radu, vrstu robe i kolske tokove. Opravdanost rada stanice se tada ocenjuje samo za period trajanja sezone. U ostalom periodu u toku godine ona je zatvorena za robni rad.

5. MOGUĆI PRISTUPI U PRIMENI MODELA

Imajući u vidu kompleksnost analize koja zahteva prikupljanje velikog broja podataka, sam postupak ne treba sprovoditi za sve stanice. Pažnju bi trebalo usmeriti samo na one koje imaju mali intenzitet utovarno-istovarnih operacija. Kako bi smo stekli jasniju sliku o radu pojedinih stanica, posmatraćemo prosečan utovar i istovar izražen u broju kola (umesto u tonama robe).

Prema podacima za 2004-tu godinu, robni rad do 4 kola dnevno imalo je čak 146 stanica (slika 2.), što čini 74% od ukupnog broja stanica koje vrše utovar i istovar. Od toga, 90 (što čini oko 45%) je ostvarilo rad od svega 1 kola/dan. To je količina robe ekvivalentna nosivosti jedne poluprikolice u drumskom transportu i kao takva pre će naći mesto u ovom vidu prevoza nego na železnici. Prema tome, dnevni obim rada do 4 kola možemo smatrati granicom ispod koje se opravdanost rada dovodi u pitanje i posmatraćemo samo takve stanice.

Za stanice koje ostvaruju dnevni obim rada manji od 1 kola, nije potrebno ni računati odnos prihoda i troškova. Naime, ako se uzme u obzir da se prihod računa po ostvarenim netotonskim kilometrima kao i činjenica da prevozni put ne može biti dugačak obzirom na veličinu mreže (prihodi se računaju samo za deo koji roba prelazi na nacionalnoj železničkoj mreži), takva količina robe je nedovoljna da pokrije sve troškove koje proizvodi rad stanice. Zbog toga, za

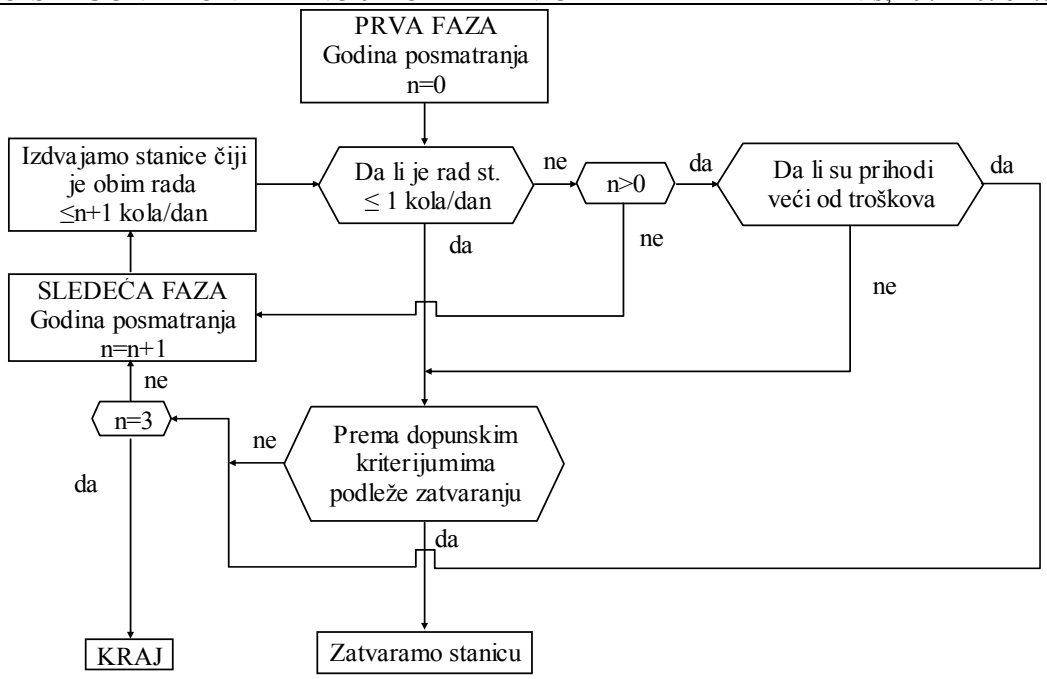


Slika 2. Broj stanica sa određenim obimom rada u kolima

ove stanice možemo odmah vršiti proveru po dopunskim kriterijumima. One za koje se to pokaže opravdanim treba da se zatvore već u prvoj fazi.

Drugu fazu sprovodimo tek po isteku ciklusa od godinu dana. Ovaj period bi trebalo da pokaže kakvi su efekti postignuti u prvoj fazi. Ukoliko su efekti pozitivni po železničko preduzeće krenulo bi se u narednu etapu. Sada će broj stanica koji će ući u proces razmatranja biti značajno manji, pošto će stanice sa najmanjim obimom rada otpasti u prvom koraku. Takođe, treba očekivati da će se obim rada nekih stanica povećati, upravo kao rezultat koncentracije robnog rada koji je sproveden u prethodnoj etapi. Postupak iz prve faze ponavljamo sa tom razlikom što ćemo sada obuhvatiti i stanice koje imaju robni rad od 2 kola/dan. Za njih ćemo računati funkcije prihode i troškova. Nakon druge etape usledio bi opet period prilagođavanja korisnika, a i železnice novim okolnostima rada, a posle toga bi se išlo u naredni korak. Algoritam faznog rešavanja prikazan je na slici 3.

Pored faznog, moguć je i drugi, radikalniji pristup. On podrazumeva da se ispitivanje obavi za sve stanice sa dnevnim radom od 4 kola/dan, i da se zatvaranje svih onih za koje se to pokaže opravdanim izvrši već u prvoj godini. Fazni postupak ima određene prednosti, koje se ogledaju pre svega u sagledavanju efekata preduzetih odluka u prethodnoj etapi pri svakom narednom odlučivanju. Naime, u sadašnjim uslovima tranzicije društva i same privrede teško je predvideti buduća kretanja, gde će se javiti izvori robnih tokova i koliki će biti njihov intenzitet. Stoga nam ovakav pristup pruža nešto veću elastičnost i uključuje periode prilagođavanja. Osnovni nedostatak faznog postupka ogleda se u tome što bi se određeni broj stanica zadržao otvorenim za robni rad u dužem periodu.



Slika 3. Algoritam primene faznog pristupa u smanjenju broja stanica

6. ZAKLJUČAK

Smanjenjem broja stanica u kojima se obavljaju utovarno-istovarne operacije ostvariće se niz direktnih i indirektnih efekata, koji će doprineli finansijskoj stabilizaciji preduzeća i većem kvalitetu pružene prevozne usluge. Ovim putem stvara se i nova struktura mreže utovarno-istovarnih centara na železnici. Ona će zahtevati definisanje nove tehnologije rada samih stanica, ali i nove tehnologije rada vozova. Zapravo, dobija se nova koncepcija prevoza robe na železnici, koja železnički prevoz čini konkurentnijim na tržištu transportnih usluga.

LITERATURA

[1] Čukurov Miloš: "Model za racionalizaciju i upravljanje robnim operacijama na železničkim stanicama", Saobraćajni fakultet, Beograd, 1991.
[2] dr Mirko Čičak i grupa autora: "Modeliranje koncentracije robnog i manevarskog rada na deonicama pruga", Institut Saobraćajnog fakulteta, Beograd, 1989.
[3] JP Železnice Srbije – Sektor za plan i raspodelu: "Statistika za 2004.", Želnid, Beograd, 2005.

RATIONALIZATION IN NUMBER OF STATIONS OPENED FOR LOADING/UNLOADING OF WAGON-LOAD CONSIGNMENTS

Slobodan ROSIĆ
Andrija RISTOVIĆ

Abstract – Harmonisation of capacities with market requirements is an important prerequisite for railway competitivness on transport market. Closing of stations with costs greater than benefits of transport in which they are included, is one of the first steps in realisation of that aim. In addition to the positive financial effects the set of indirect effects is also expected, especcially technological, that would make railway transport more efficient with beter quality of transport service. Two different methods will be presented. The first one suggests several steps in this procedure. The second, more radical approach requires detailed anlisysis and suggests closing of all stations in first year, for which it shows reasonable.

Key words – railway stations, rationalization, efficiency, competitivness

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

PRIMENA BENCHMARKING METODA U INTERMODALNOM TRANSPORTU – EVROPSKA ISKUSTVA

Anica MILOŠEVIĆ[1]
Marijana DAVIDOVIĆ[2]
Snežana PEJČIĆ TARLE[3]

Rezime *– U potrazi za načinom unapređenja kvaliteta ponuđenih usluga, kao i povećanja produktivnosti rada preduzeća iz oblasti saobraćaja, benchmarking tehnika se pokazala kao jedan od ključnih alata za definisanje strategije poslovanja i postizanje poslovnog uspeha. Primena benchmarking metoda u intermodalnom transportu omogućava svrsishodnu komparaciju poslovanja u organizacijama u oblasti transporta robe i identifikovanje najbolje prakse, a samim tim i definisanje ključnih tačaka i pravaca za unapređenje poslovanja. Ovo je u Evropi organizovano kroz projekat "Integrisanih usluga u intermodalnom lancu". Najvažnija evropska iskustva benchmarking-a u oblasti intermodalnog transporta su data u ovom radu na osnovu analiziranih aktivnosti preduzetih u okviru ovog projekta.*

Ključne reči – Benchmarking, intermodalni transport, evropske ntegracije

1. UVOD

Na svetskoj ekonomskoj sceni se odvijaju procesi globalizacije, jačanja konkurencije, širenja informatičke tehnologije, sve snažniji uticaj finansijskog tržišta, povećani zahtevi potrošača. Novi uslovi zahtevaju od preduzeća da se, ako žele da opstanu i budu konkurentna i profitabilna, prilagođavaju nastalim promenama. To često znači da se moraju izvršiti strukturne reforme, koje zadiru u promenu vlasničke, organizacione i upravljačke strukture preduzeća. S druge strane, preduzeća u privredama u tranziciji, što je slučaj i naše zemlje, strukturnim reformama počinju proces harmonizacije svog poslovanja sa načinom poslovanja preduzeća u razvijenim tržišnim ekonomijama.

Specifičnosti saobraćajne proizvodnje (koja upotrebne vrednosti stvara promenom mesta), neodvojivost mesta i vremena prozvodnje od mesta i vremena potrošnje, nemogućnost skladištenja, kao i ograničene mogućnosti uvoza i izvoza, zahtevaju od preduzeća iz oblasti saobraćaja jasno definisanje strategije razvoja kao jednog od najznačajnijih i najsloženijih pitanja u poslovanju. Definisanje strategije poslovanja zhateva poznavanje i analizu kako samog saobraćajnog preduzeća tako i relevantnog okruženja, u smislu društvenih, ekonomskih, tehničko-tehnoloških, ekoloških i regulativnih mera u kojima saobraćajni sistem funkcioniše. Bez obzira na pomenute razlike u pristupu i sprovođenju benchmarking analize, u oceni različitih aspekata saobraćajne usluge, ostaje osnovni cilj, a to je da se oceni sopstveno poslovanje u odnosu na konkurenciju, identifikuje najbolja praksa poslovanja i konačno unapredi sopstveno poslovanje.

S obzirom da intermodalni transport predstavlja prevoz robe pomoću jedne transportne jedinice, odnosno vozila, koje koristi uspešno dva ili više različita vida transporta (drumski, železnički, rečni, morski) bez pretovara robe [2], najvažnija evropska iskustva benchmarking-a u ovoj oblasti ogledaju se analiziranjem preduzetih aktivnosti projekta "Integrisanih usluga u intermodalnom lancu" (ISIC - *Integrated Services in the Intermodal Chain*) [3].

2. POJAM BENCHMARKING-A

Termin "*benchmark*" znači ***upoređivanje u odnosu na neku referentnu tačku***. Prema definiciji američkog centra za produktivnost i kvalitet, benchmarking predstavlja sistematski i kontinualni proces merenja i upoređivanja vlastitog poslovanja jednog preduzeća u odnosu na drugo koje je lider u određenoj grani poslovanja, u cilju dobijanja

[1] mr Anica MILOŠEVIĆ, Viša tehnička škola, A. Medvedeva 20, Niš, anica_milosevic@yahoo.com
[2] Marijana DAVIDOVIĆ, dipl inž. saob, Saobraćajni fakultet, V. Stepe 305, Beograd, m.davidovic@sf.bg.ac.yu
[3] dr Snežana PEJČIĆ TARLE, red. prof, Saobraćajni fakultet, V. Stepe 305, Beograd, s.tarle@sf.bg.ac.yu

informacija za poboljšanje svojih performansi. Na taj način benchmark predstavlja etalon kvaliteta koji služi za poređenje [4].

Benchmarking koncept koriste različite organizacije u cilju dobijanja informacija o svojim operativnim manama. Proces benchmarkinga podrazumeva upoređivanje sopstvenog poslovanja sa poslovanjem srodnih institucija, organizacija ili preduzeća, a u cilju definisanja najbolje prakse u okviru datog privrednog sektora. Jednom uočene razlike u poslovanju pojedinih organizacija u okviru nekog sektora, otvaraju mogućnost integrisanja najbolje prakse u sopstveno poslovanje i postizanje merljivog unapređenja poslovanja.

S obzirom da nije moguće poslovati izolovano od ostalih učesnika na tržištu, benchmarking omogućava određivanje pozicije u odnosu na konkurente kao i identifikovanje oblasti gde poslovanje može biti unapređeno. To je više od prostog upoređivanja poslovne prakse jedne organizacije sa drugom, radi poboljšanja sopstvenog procesa. Benchmarking je sredstvo za odlučivanje, rukovođeno podacima, koje služi da se promene svetskog kvaliteta implementiraju u ključnu poslovnu praksu. Kako ne postoji način da se obavlja proces koji predstavlja "*večno najbolju industrijsku praksu*", benchmarking je tekući proces otkrivanja, koji stalno navodi na prepodešavanje radi uspostavljanja novih osnovnih pravaca kontinualnog poboljšanja. Kada se dobro obavi, benchmarking podstiče timski rad i uklanja subjektivnost iz odlučivanja koje je od ključne važnosti za datu organizaciju.

3. PROJEKAT ISIC

Transport robe u Evropi se u posednjoj dekadi intenzivirao u oblasti drumskog trasporta. Razmena robe železnicom je opala, dok se ukupna trgovina robom znatno povećala. U narednih 5 do 10 godina očekuje se dalji rast drumskog transporta (više od 50%), jednim delom zbog povećanja unutrašnje robne razmene, drugim zbog opadanja troškova transporta uzrokovanih pojavom prevoznika koji voze po niskim cenama. Ovako jeftin i efikasan sistem drumskog transporta podstiče razvoj ekonomije u Evropi. Međutim, zakrčenje saobraćaja, emisija izduvnih gasova, buka i saobraćajne nezgode su najvažniji negativni indirektni uticaji drumskog transporta. Zbog toga je neophodna intervencija na svim nivoima. Jedna od efikasnih metoda koja smanjuje dejstvo negativnih uticaja i istovremeno utiče na poboljšanje efikasnosti korišćenja transportne infrastrukture je stimulacija i promocija intermodalnog transporta.

U cilju podrške organizacijama koje se bave intermodalnim teretnim transportom, definisane su sledeće aktivnosti:

- Podsticanje formiranja kompanija koje nude usluge integralnog transporta;
- Poboljšanje kooperativnosti opreme i infrastrukture;
- Povećanje stručnosti i razmena iskustava u organizaciji intermodalnih transportnih lanaca.

Uspešna primena i implementacija prethodno pomenutih aktivnosti u Evropi je organizovana kroz projekat ISIC. Ovim projektom su definisane smernice i preporuke za strategiju sprovođenja aktivnosti u cilju postizanja maksimalne efikasnosti organizacija intermodalnog teretnog transporta u Evropi. Aktivnosti koje su preduzete u okviru projekta benchmarking-a intermodalnog transporta u zemljama Evropske Unije svrstane se kroz sledeće zadatke:

- Organizacija i koordinacija;
- Standardizacija i uvođenje jedinstvenog sistema propisa i prateće dokumentacije koji se odnose na intermodalni trasport;
- Usklađivanje tehničkih zahteva sa opremom intermodalnog transporta;
- Definisanje indikatora nivoa kvaliteta u intermodalnim terminalima;
- Izdavanje sertifikata i izvođenje obuke za sprovođenje intermodalnog transporta;
- Podsticanje organizacje intermodalnog transporta i formiranje intermodalnih terminala u Evropi;
- Ekonomske analize profitabilnosti svih predviđenih aktivnosti.

Za realizaciju pomenutih zadataka realizovani su različiti podprojekti sa svojim internim organizacionim celinama. Jedan od tih podprojekata u okviru projekta ISIC, prikazan je u ovom radu kroz evropska iskustva benchmarking-a intermodalnog transporta u razvoju indikatora nivoa kvaliteta u intermodalnim terminalima. Tom prilikom su identifikovani sledeći indikatori nivoa kvaliteta:

- skraćenje vremena čekanja, minimalno vreme između radnih ciklusa, što kraće vreme rada terminala,
- dostupnost, povezanost,
- bezbednost,
- radna produktivnost.

Ocena ovih pokazatelja je urađena za svaki od terminala za koji je procenjeno da je od evropske važnosti. Podaci su smešteni u bazu podataka intermodalnih terminala.

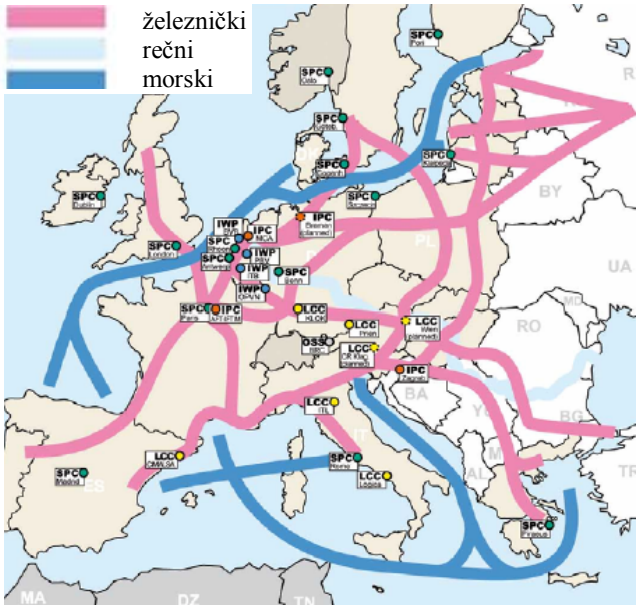
U okviru ovog projekta istraživane su potrebe i potencijali za definisanje nivoa kvaliteta, kao drugi veoma bitan zadatak. Predloženi indikator nivoa kvaliteta se sastoji od dva elementa:

- Internog sistema kvaliteta za procese i procedure u terminalima, koji se zasniva na postojećem ISO 9000/14000 standardu sistema kvaliteta;
- Eksternog koji se razvija u odnosu na indikatore koji su razmatrani ovim projektom i u zavisnosti od dobijenih rezultata sprovedenog benchmarking sistema.

Aktivnosti u okviru ovog zadatka odnose se na potrebu za standardizacijom, pa su tako različiti elementi standardizovani i utvrđeni novi uslovi koji treba da se ispune u vezi planiranja i organizacije, instalirane opreme i usluga koje se pružaju u terminalima.

Veoma važan zadatak koji se odnosi na podsticanje organizacje intermodalnog transporta doveo je u prvi plan koncept razvoja intermodalnih razvojnih centara (IDC - *intermodal development centres*) koji predstavljaju neutralne neprofitabilne organizacije i podstiču razvoj evropskih intermodalnih teretnih transportnih koridora, pa na taj način ističu njihov veliki potencijal. Razvojni centri poboljšavaju komunikaciju onih koji imaju potrebe za prevozom (proizvođači, trgovci) sa mogućnostima onih koji prevoze (prevoznici, vlasnici infrastrukture, prateći serviseri) i sve to u okviru odgovarajućih propisa i regulativa tako da se prevaziđu nedostatci intermodalnog trasnporta. U okviru ovog zadatka je identifikovano 14 koridora u Evropi sa najvećim intermodalnim potencijalima (sl. 1):

- 9 drumski/železnički transport
- 1 drumski/rečni transport
- 4 drumski/morski transport.



Sl. 1. Koridori sa najvećim intermodalnim potencijalima

Jedan od najvažnijih zadataka primene projekta ISIC u benchmarking-u intermodalnog trasporta odnosi se na ekonomske analize profitabilnosti predviđenih aktivnosti. Cilj ovog zadatka je uklanjanje barijera koje izvestan broj korisnika transportnih usluga trenutno odbija od korišćenja inetremodalnog transporta.

U skladu sa tim predviđanjima u 2020. godini efekti aktivnosti programa ISIC dovešće do rezultata prikazanih u Tabeli 1.

Tabela 1. Rezultati aktivnosti programa ISIC u 2020. godini

Vid transporta	TKM x 10^6
drumski	-6.25
železnički	5.72
rečni	1.86
morski	2.51

Zaključak ovih prodviđanja je da će se povećati ukupan obim teretnog transporta izražen u tonskim kilometrima (TKM), ali opadanje od 6.25×10^6 TKM u drumskom transportu manifestovaće se povećanjem od 8.14×10^6 TKM u ostalim vidovima transporta. To znači da svaka tona koja bi mogla da bude prevezena drumskim transportom, ukoliko se koristi neki drugi vid transporta, preći će duži put do svog odredišta. U proseku ovaj faktor obilaženja je aproksimativno viši oko 30% (kod železničkog ransporta 25%, rečnog 60% i morskog 20%).

4. ZAKLJUČAK

Kada su zemlje u tranziciji u pitanju, što je slučaj i naše zemlje, pored potrebe da preduzeća iz oblasti saobraćaja posluju uspešno, postoji i obaveza integrisanja sopstvenog saobraćajnog sistema u evropski i svetski saobraćajni sistem. U tom smislu upoređivanje poslovanja sistema u oblasti saobraćaja sa sistemima u okruženju i identifikovanje najbolje prakse, predstavlja okvir za definisanje buduće strategije poslovanja saobraćajnog sistema naše zemlje. Samim tim, benchmarking tehnika dobija veću šansu da postane jedan od napopularnijih alata strateškog menadžmenta u saobraćaju, pri čemu se najvažnija evropska iskusta benchmarking-a u oblasti intermodalnog transporta na osnovu analiziranih preduzetih aktivnosti ISIC programa ogledaju kroz sledeće aktivnosti:

- Primena aktivnosti koje su izvedene u ISIC projektu trebalo bi da dovede do značajnog preusmeravanja prevoza tereta sa drumskog na inetermodalni transport. Dobijeni rezultati ukazuju da će tom prilikom biti preusmereno oko 6 miliona TKM sa drumskog na železnički ili vodeni transport i da će troškovi po TKM biti relativno niski. Zančajno je to, da iskustva stečena preduzetim aktivnostima ISIC projekta pokrivaju vrlo široki dijapazon potencijalno veoma bitnih pravnih regulativa, organizacionih, tehničkih i praktičnih pitanja i problema koji se odnose na organizaciju intrmodalnog transporta u razvijenim evropskim zemljama, a koja se mogu znatno iskoristiti i u drugim sistemima, kao i u našim uslovima.
- Sve aktivnosti ISIC-a imaju jasnu evropsku perspektivu. Intermodalni transport se po svojoj prirodi u mnogo slučajeva iskazao kao internacionalna

aktivnost. Tako širenje tržišta u Evropi i globalizacija trgovine i transporta vodi podizanju na viši nivo važnosti internacionalnih tokova. Nacionalni programi treba da budu usmereni ka razvoju efikasnosti i konkurentnosti transportnih sistema. Praktično, trenutna situacija u železničkom sektoru u velikom broju razvijenih evropski zemalja (Francuska, Nemačka, Italija, Španija, Belgija i druge) je usmerena ka povećaju iskorišćenja intermodalnog transporta.

- U liberalnoj ekonomiji koja postoji u EU tržišni uslovi imaju najveći uticaj na razvoj transportnog sistema uopšte. Jedino su prevoznici ti koji, ukoliko vide svoj interes u tome, mogu da uslove prelazak sa drumskog na ostale transportne vidove, odnosno njihovu kobinaciju. Zbog toga je bliska povezanost i poznavanje tržišnih uslova preduslov za uspešnu impelementaciju intermodalnog transporta.

- Koncept intermdalnih transportnih koridora je viđen kao jedan od vrlo interesantnih načina da se poboljša korišćenje železničkog i vodenog transporta u Evropi. U programu ISIC, ovaj pristup je iskorišćen za raspoređivanje intermodalnih razvojnih centara (IDC). Uopšteno gledajući, efikasnost intermodalnog transporta se može podići na viši novo ukoliko se sve raspoložive snage usresrede na pojedine koridore, od kojih se neki od njih prostiru i na našim prostorima.

- Rast interkontinentalnog morskog kontejnerskog transporta će se verovatno nastaviti i u narednim decenijama. Nove ekonomske sile u Aziji (Kina i Indija), Južnoj Americi (Brazil i Argentina) kao i u Južnoj Africi dovode do nove preraspodele centara proizvodnje i potrošnje. U takvim uslovima luke poprimaju još veći značaj u globalnoj tranpsortnoj mreži. Ovo vodi ka snažnijem razvoju kontejnerskog transporta, naročito zbog toga što su takvi tokovi robe usmereni na specifične pravce. Međutim, zbog svega navedenog, ovakav konetjnerski transport ima težnju da ugrozi ostale oblike intermodalnog transporta koji se koriste na kopnu. Niski troškovi pretovara i transporta standardnih ISO kontejnera čine kontejnerski transport na rastojanjima od 100 do 250 km profitabilnim u većini slučajeva, dok ostali oblici intermodalnih sistema imaju isplativost samo pri većim rastojanjima.

- Širom Evrope se realizuju pokušaji da se sagledaju uticaji uslovljenih događanja koja prate transportna dešvanja. Najvažniji od njih su saobraćajne gužve, nesreće sa invaliditetom i smrtnim ishodima, buka i zagađenje okoline za koje prevoznici, kao davaoci transportnih usluga, ne snose direktne troškove. Do ovog trenutka još uvek nije uspešno realizovan neki sveobuhvatni sistem koji bi obuhvatio sve aspekte transportnih usluga, uključujući i malopre pomenute negativne uticaje, iako postoji inicijativa da se internacionalizuju ovi problemi koji su po svojoj prirodi veoma složeni.

Pored potrebe da se saobraćajna preduzeća prilagođavaju promenama u složenom dinamičkom okruženju, potreba je, a u procesu evropskih integracija i obaveza, da se saobraćajni sistem naše zemlje efikasno inkorporira u evropski i svetski saobraćajni sistem.

LITERATURA

[1] Wiegmans, B., Bruinsma, F., "The challenges of combined transport in an integrating European economy", Vrije Universiteit Amsterdam, 1999.

[2] "Terminology on combined transport", European Conference of Ministers of Transport and European Commission, New York and Geneva, 2001.

[3] van de Lande, P., Henriques, M., "Integrated Services in the Intermodal Chain: Will it improve freight mobility in Europe? ", Aalborg Universty, Denmark, 2006.

[4] Vešović, V., "Menadžment u saobraćaju", Saobraćajni fakultet u Beogradu, 2003.

[5] www.transportbenchmarks.org

APPLICATION OF BENCHMARKING METHODS IN INTERMODAL TRANSPORT – EUROPEAN EXPERIENCES

Anica MILOŠEVIĆ
Marijana DAVIDOVIĆ
Snežana PEJČIĆ TARLE

Abstract – In the search of the way for quality improving of offered services, as well as efficiency increasing in firms that do business in the field of transportation, the benchmarking technique proved itself as one of the key tools for defining of business strategy and performing of business successfulness. The application of benchmarking methods in the intermodal transport enables a purposeful comparison of actions at transport firms in domains of goods transport and identification of the best practice, and in that way definition of the key points and directions for business improving. These are organized in Europe in the frame of the project "Integrated Services in the Intermodal Chain". The most important European experiences of the application of benchmarking methods in the intermodal transport are given in this paper by analyzing activities undertaken in the mentioned project.

Key words – Benchmarking, intermodal transport, EU integrations

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA KONKURENTSKE POZICIJE ŽELEZNIČKOG TRANSPORTA NA SAVREMENOM TRŽIŠTU TRANSPORTNIH USLUGA

Larisa PUZOVIĆ[1]
Vladeta GAJIĆ[2]

Rezime *– U savremenim uslovima funkcionisanja transportnog tržišta, koje stavlja akcenat na zahteve korisnika usluga, efikasnost transporta i zaštitu životne sredine, železnica organizovana na klasičan način, gubi konkurentsku borbu. U radu se analiziraju karakteristike postojećeg tržišta železničkog robnog transporta sa prikazom osnovnih principa novih koncepcija železničkog robnog transporta, usklađenih sa zahtevima korisnika transportnih usluga, koje treba da omoguće veću efikasnost železničkog sistema i njegovu uspešnu integraciju u konkurentno tržište transportnih usluga.*

Ključne reči – intermodalni transport, železnički robni transport

1. UVOD

Tokom poslednjih decenija značajno su se menjali odnosi na transportnom tržištu, pri čemu se kao osnovna karakteristika može izdvojiti stalan porast učešća drumskog transporta, odnosno pad učešća železničkog transporta u prevozu robe. U isto vreme u zemljama Evropske Unije je prisutan stalan porast obima robnog transporta. Ovakva situacija na transportnom tržištu ima za posledicu značajne probleme sa aspekta ekologije i zakrčenja saobraćaja.

Procesi koji se odvijaju u Evropi sa ciljem integracije i internacionalizacije evropskog transportnog tržišta, pored ostalog, stavljaju akcenat na povećanje efikasnosti železničkog transportnog sistema. Posmatrano sa aspekta robnog transporta, posebna pažnja se posvećuje, pre svega, značajnijem uključivanju železnice u realizaciju intermodalnih transportnih lanaca.

2. SAOBRAĆAJNA POLITIKA U EVROPI

Saobraćaj je u prethodnom periodu predstavljao jednu od ključnih komponenti evropskih integracija. Saobraćajna politika u Evropi se od sredine prošlog veka zasniva na sledećim premisama: slobodna konkurencija, slobodan izbor tehnologije transporta i saobraćajnih grana koje učestvuju u njenoj realizaciji, jednaki uslovi za sve vidove i vrste saobraćajnih preduzeća, finansijska i komercijalna nezavisnost saobraćajnih preduzeća i sl.

U skladu sa usvojenom saobraćajnom politikom EU, evropske železnice su definisale svoju strategiju razvoja koja podrazumeva:

- borbu za odgovarajuće mesto na tržištu transportnih usluga i orjentaciju na korisnika i zadovoljavanje njihovih zahteva,
- značajno povećanje produktivnosti,
- značajniju primenu informacionih sistema i tehnologija,
- povećanje kvaliteta usluga, povećanjem fleksibilnosti i tehničke raspoloživosti kao i poboljšanjem svih ostalih aspekata kvaliteta usluge (dostupnost, frekvencija, intermodalnost i interoperabilnost, zaštita životne sredine i dr.),
- programirana i koordinirana timska istraživanja na međunarodnom i nacionalnom nivou u cilju uvođenja i razvoja savremenih komponenti sistema železnice.

Evropske železnice su 1997. godine usvojile dokument „UIC Plan – Scenario, Stategy, Action“ kojim su definisane prioritetne oblasti i ciljevi razvoja. Ovim dokumentom, uopšteno posmatrano, razvoj železničkih usluga u robnom transportu usmeren je na ostvarenje postavljenih ciljeva da železnički transport bude realizator:

- svakog masovnog prevoza tereta kada je suvozemna udaljenost veća od 200 km,

[1] Larisa Puzović, dipl.inž., JP“Železnice Srbije“-Sektor za strategiju i razvoj, larisa.puzovic@yuril.co.yu
[2] Prof.dr Vladeta Gajić, FTN Novi Sad - Odsek za saobraćaj, Katedra za integralni transport i logistiku, itil@uns.ns.ac.yu

- prevoza opasnih materija kada je suvozemna udaljenost veća od 200 km,
- prevoza robe, male i srednje vrednosti kada je udaljenost veća od 150 km,
- prevoza visoko vrednih roba kada je proizvođač/pošiljalac lociran do 50 km od najbližeg železničkog terminala.
- prevoza intermodalnih tovarnih jedinica kada je udaljenost veća od 300 km.

Za železnički transport najznačajnije promene započele su usvajanjem Direktive 91/440 čija je svrha integracija saobraćaja u EU i poboljšanje efikasnosti železničkog sistema radi njegove integracije u konkurentsko tržište saobraćajnih usluga, saglasno sopstvenim konkurentskim prednostima. Pored navedene direktive, još dva dokumenta su od značaja za razvoj železničkog transporta – Drugi i Treći železnički paket (The second railway package i The third railway package). Drugi železnički paket ima za cilj olakšanje liberalizacije evropske železničke mreže i usmeren je na: integraciju tržišta železničkih usluga u robnom transportu; olakšavanje robnih operacija i redukciju troškova kroz harmonizaciju propisa i tehničkih standarda i podržavanje osnovnih principa interoperabilnosti. Kao nastavak prethodnih dokumenata, Treći železnički paket ima za cilj: regulaciju kvaliteta usluge u železničkom robnom transportu, zatim dalje usaglašavanje propisa a pre svega predstavljanje novog skupa propisa za putnički saobraćaj, definisanje potrebnih sposobnosti i znanja mašinovođa, neophodnih za bezbedno odvijanje saobraćaja na evropskoj železničkoj mreži.

3. KARAKTERISTIKE TRŽIŠTA ŽELEZNIČKOG ROBNOG TRANSPORTA

Poslednjih decenija učešće železničkog transporta na tržištu transportnih usluga u evropskim zemljama beleži konstantan pad. Karakteristično je da je železnica zadržala svoje učešće (od 5 do 10%) u ukupnom obimu putničkog saobraćaja u zapadno evropskim zemljama, dok je u robom transportu njeno dosadašnje učešće danas prepolovljeno. Ova činjenica još više dobija na značaju ako se ima u vidu da je za to vreme ukupan obim prevoza udvostručen. Tako je učešće železnice u ukupnom robnom transportu u Evropi 70-tih godina iznosilo oko 20%, početkom 90-tih oko 10%, da bi 2003. godine iznosilo svega 7%.

Razvoj železnice bio je znatno sporiji od razvoja ostalih grana saobraćaja i nije pratio promene na transportnom tržištu što je dodatno doprinelo da klasična, inertna železnica sve više gubi na značaju. Postojeće stanje organizacije i tehnologije železničkog robnog transporta podrazumeva: korišćenje odgovarajućih lokomotiva (vučnih i potiskivalica), dugolinijske vozove sa ranžiranjem, velika investiciona ulaganja, velike površine za ranžiranje tj. velike ranžirne stanice, veliki obim rada sa robama male vrednosti, velike razdaljine prevoza, fiksne redove vožnji, relativno spore teretne vozove, velike specijalizovane terminale intermodalnog transporta i sl.

Nasuprot ovim karakteristikama nalaze se sve strožiji i kompleksniji zahtevi tržišta teretnog transporta: realizacija usluga „od vrata do vrata“, ostvarivanje što kraćeg vremena transporta, veća pouzdanost, veća fleksibilnost, veća raspoloživost, JIT isporuke, mali rizik od oštećenja pri transportu i sl.

Železničke uprave razvijenih evropskih zemalja blagovremeno su shvatile značaj prilagođavanja zahtevima tržišta i svoju “novu” poslovnu politiku bazirale na zahtevima korisnika i značajnijem povećanju kvaliteta transportnih usluga. U skladu sa tim poslednjih godina tehnologiju prevoza robe na železnicama razvijenih zemalja karakteriše: usmerenost na razvoj i primenu tehnologija intermodalnog transporta, uspostavljanje realnih redova vožnje, maksimalna usklađenost sa drugim vidovima saobraćaja, visok procenat zadovoljenja zahteva korisnika transportne usluge. Na ovaj način železnica najbolje koristi svoje komparativne prednosti, pre svega u daljinskom transportu: veliku prevoznu moć, niske troškove, visoku bezbednost, visoku pouzdanost i ekološke prednosti.

Železnički transport je tradicionalno osposobljen za prevoze masovnih tereta, međutim tradicionalna organizacija sa dugim vremenima ranžiranja povećava troškove, ukupno vreme prevoza i smanjuje pouzdanost prevoza. Iz tih razloga železničke kompanije se okreću organizaciji brzih direktnih vozova. Međutim, u situaciji kada korisnici imaju sve strožije zahteve u pogledu tačnosti, dostupnosti i raspoloživosti, a dominirajući drumski transport sa uvođenjem novih tehnoloških rešenja i racionalne organizacije, postaje sve bezbedniji, efikasniji i pogodniji za životnu sredinu, železnički robni transport da bi osigurao svoj opstanak na savremenom transportnom tržištu i bio ravnopravan učesnik u “žestokoj” tržišnoj utakmici, mora da ubrzano osvaja nove tržišne segmente i u sve većoj meri zadovoljava zahteve korisnika usluga.

4. NOVA REŠENJA U OBLASTI ŽELEZNIČKOG ROBNOG TRANSPORTA

Aktivno uključivanje železnice u realizaciju intermodalnih transportnih lanaca i orjentacija na razvoj i korišćenje terminala intermodalnog transporta i uvođenje brzih direktnih vozova između njih, doprinosi povećanju efikasnosti sistema železničkog robnog transporta i povećanju kvaliteta transportne, odnosno logističke usluge, a time i povećanju transportne tražnje za uslugama železničkog

transporta. Međutim, ova rešenja daju dobre rezultate u linijskom prevozu, na dugim relacijama, tj. na području gde je železnica i do sada imala prednost u odnosu na ostale vidove transporta. U cilju približavanja korisnicima i osavremenjavanju usluga i na drugim segmentima tržišta i za druge vrste robe, neophodna su nova tehničko-tehnološka rešenja kako bi železnički transport postao konkurentan, i to pre svega drumskom transportu.

Poslednjih godina u razvijenim evropskim zemljama intenzivno se radi na iznalaženju novih tehničko-tehnoloških rešenja koja treba da omoguće veću dostupnost železničkog robnog transporta, veću fleksibilnost i sposobnost zadovoljenja sve kompleksnijih zahteva korisnika transportnih usluga. Razvojni projekti i nova rešenja se realizuju na svim relevantnim područjima: vozna sredstva, pretovarna oprema, telematski sistemi, intermodalne jedinice, oprema i dr.

Zahtevi tržišta nameću potrebu za fleksibilnijom koncepcijom voza, koji će biti konkurentan karakteristikama drumskog transporta i ekonomski isplativ. Takmičenje sa drumskim transportom postalo je još surovije od kada je dozvoljena upotreba vozila velikih nosivosti i dužina, tako da su danas prisutna drumska vozila dužine i preko 24 m i nosivosti do 60 t. Generalno posmatrano, „novi“ voz trebalo bi da bude voz tipa garniture, tj sa sopstvenim pogonom, sa upravljačnicama na oba kraja, uz mogućnost lakog spajanja i/ili razdvajanja kola. U nekim evropskim zemljama već funkcionišu vozovi nove koncepcije.

Light Combi koncept: Švedske Državne Železnice (SJ) pokrenule su razvojni projekt za razvoj savremenog, fleksibilnog intermodalnog sistema koji treba da bude „prava“ konkurencija drumskom transportu. Privredne i geografske karakteristike Švedske - poluostrvska zemlja sa velikom površinom, malom gustinom naseljenosti i prostorno raštrkanom industrijom, što za posledicu ima male i slabo koncentrisane tokove, stavljaju železnički transport u posebno podređen položaj. Kao i u mnogim drugim zemljama i u Švedskoj na kratkim rastojanjima je prisutna potpuna dominacija drumskog transporta, dok je intermodalni transport (koji organizuje Rail Combi AB) konkurentan tek na rastojanjima preko 500km.

U svetlu ovih problema Švedske železnice razvile su novu koncepciju baziranu na:

- fiksnom konceptu voza
- bez ranžiranja
- sa kratkim zaustavljanjima (od 15 do max 30min) u malim, jednostavnim terminalima
- sa horizontalnim pretovarom (ispod kontaktnog voda)
- uz intenzivnu kooperaciju sa drumskim prevoziocima.

Koncept podrazumeva da ovakva kompozicija saobraća u okviru mreže od 30 do 40 malih, fleksibilnih terminala bez zaposlenih, na sporednim kolosecima duž postojeće železničke mreže. Mreža malih terminala će funkcionisati kao dopuna već postojeće mreže 16 velikih intermodalnih terminala. Pretovar intermodalnih jedinica (20-to stopnih kontejnera i izmenjivih transportnih sudova do 8 m dužine) vrši se viljuškarom koji se transportuje na vozu, a kojim u terminalu upravlja mašinovođa.

Light combi koncept ne podrazumeva transport velikih ISO kontejnera i poluprikolica. Lihgt combi kompozicija saobraća brzinama do 120 km/h iako su vagoni koji se koriste projektovani za brzine do 160km/h. Imajući u vidu da se terminali predviđaju na svakih 100 km, doprema jedinica vrši se drumskim transportom maksimalno sa rastojanja do 50 km. Međutim u slučaju kolebanja intenziteta tokova i nepostojanja dovoljne količine robe, drumski transport vrši sabirno distributivnu funkciju i prevoz na dužim rastojanjima, kako bi se izbeglo zaustavljanje kompozicija u terminalima gde postoji samo jedna ili nekoliko jedinica.

Slika 1. Light combi i klasična (heavi) combi konfiguracija voza

Tabela 1. Prednosti i nedostaci Light combi koncepta

Prednosti	Nedostaci
• jednostavna upotreba na sporednim kolosecima ili u velikim terminalima • omogućava integraciju sa putničkim vozovima • omogućava relativno jednostavno korišćenje opreme u terminalima • brzi pretovar • potrebne male površine u terminalima • nema potreba za posebnom opremom i zaposlenima u term – mašinovođa obavlja pretovar • potencijal za dobro korišćenje vagona • jednostavni i jeftini terminali • podesan za terminale na koridoru • pretovar ispod kontaktnog voda • upotreba konvencionalnih i potvrđenih tehnologija	• nije (još uvek) podesan za 40-to stopne kontejnere • zahteva intermodalne jedinice sa ulazima za viljuške

Light combi koncept je imao svoju pilot fazu još 1998. godine za trgovački lanac DAGAB/Hemköp. Test faza u međunarodnim okvirima sprovedena je 2000. god. uz sufinansiranje od strane Evropske Komisije u okviru PACT programa. Ovim je, ustvari,

ispitivana mogućnost povezivanja regionalnog light combi koncepta sa klasičnim kombinovanim transportom preko „gateway“ terminala u Malmeu i Hamburgu. U tabeli 1 prikazan je pregled prednosti i nedostataka primenjenog Light combi koncepta.

Cargo Sprinter: Na nemačkim železnicama (Deutsche Bahn AG) u upotrebi je Cargo Sprinter sistem, koji se sastoji od dve pogonske jedinice sa dizel motorima – upravljačnicama sa platformom (na oba kraja kompozicije) sa tri teretna vagona između njih. Svaka pogonska jedinica (upravljačnica) može da nosi po dva 20-to stopna odnosno jedan 40-to stopni kontejner. Cargo sprinter kompozicija saobraća brzinama do 120 km/h. Ovaj koncept poznat je još pod nazivom i Railrunner. Osim u Nemačkoj koncept funkcioniše i na železničkoj mreži Australije.

Slika2. Cargo sprinter kompozicija

Truck Train: Potpuno novi koncept na mreži britanskih železnica. Mali, brz, ekonomičan, ekološki pogodan adaptibilan sistem u funkciji jačanja konkurentske pozicije železničkog robnog transporta. Truck train (razvijan na bazi koncepta Cargo Sprinter) može da nosi do šest kontejnera i saobraća brzinama do 90 milja na sat. Ovaj sistem funkcioniše u Hampshir-u, od i do Southampton dokova. Ako se pokaže kao uspešan ovaj sistem će značajno uticati na smanjenje broja teških kamiona na putevima Hampshira, preuzimajući na sebe veliki deo odvozno-dovoznog transportnog rada u lukama i terminalima.

5. ZAKLJUČAK

Cilj dobro organizovanih železničkih kompanija u robnom transportu je da postanu “kompletan“ logistički operater i davalac logističkih usluga. Planeri i vizionari očekuju da će železnice koristeći svoje prednosti, u žestokoj tržišnoj utakmici, ponovo zauzeti značajno mesto na tržištu transportnih usluga.

Osim opisanih rešenja koja se pre svega odnose na konfiguraciju i karakteristike kompozicije savremenih vozova za prevoz robe, skorija istraživanja orijentisana su razvoju opreme za pretovar i razvoj primene racionalnih intermodalnih jedinica u skladu sa novim zahtevima korisnika transportnih usluga, kao i rešenjima u oblasti gradskog robnog transporta.

Strategija razvoja evropskih železnica sa jedne strane, i položaj naše zemlje kroz koju prolazi jedan od evropskih koridora, šansa su da se i Železnice Srbije aktivnije uključe u evropske integracione procese. Imajući u vidu stanje našeg transportnog sistema, a u sklopu toga sistema železničkog transporta, prilagođavanje uslovima jedinstvenog evropskog tržišta pre svega se odnosi na otklanjanja „uskih grla“, intenziviranje saobraćajnih veza, poboljšanje infrastrukturnih i drugih uslova za transport robe, a naročito omogućavanje tranzita. Problemi, rešenja i sistemi koji su opisivani u ovom radu još ne predstavljaju prioritet naših železnica, ali iako su „još daleko od nas“ neophodno je imati ih u vidu pri definisanju strategija i pravaca razvoja. Poznavanjem i uvažavanjem saznanja i rezultata pri uvođenju pojedinih sistema na evropskim železnicama, Železnice Srbije mogu da izbegnu mnoge probleme i svoju integraciju u novi evropski transportni sistem, učine što efikasnijom i bržom.

LITERATURA

[1] Bärthel F., Woxenius J., „The Dalecarlian Girl - Evaluation of the implementation of the Light-combi concep“, Chalmers University of Technology, 2003.

[2] Eurropean Comision, Energy and transport - Report 2000-2004, Brussel 2004.

[3] Woxenius J. „Intermodal transhipment tehnologies-an overview“, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 1999.

[4] www.windhoff.de;www.thisishampshire.net

THE POSSIBILITIES OF IMPROVEMENT THE RAILWAY TRANSPORT COMPETITIVE POSITION ON THE TRANSPORT MARKET

Larisa PUZOVIĆ
Vladeta GAJIĆ

Abstract – In the contemporary conditions of transport market functioning, with great emphases on demands from customers, service quality, efficiency and environmental protection, the railway organized in classic manner is loosing in the competitive struggle. The aim of this paper is analyze of existing characteristics of rail freight market, with presentation of basic principals of new conception for railway freight transport. This new approaches are in accordance with customer demands, efficiency of railway system and its successful integration in competitive market of transportation services.

Key words –Intermodal Transport, Rail Freight Transport

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

PRORAČUN PROPUSNE MOĆI PRUGE BEOGRAD-NIŠ PRIMENOM METODE UIC 406

Dragomir MANDIĆ[1]
Predrag JOVANOVI[2]
Mirjana BUGARINOVIĆ[3]

Rezime *– Metode za proračun propusne moći pruga zahtevaju precizne podatke o mnogim tehničkim i eksploatacionim parametrima, kako infrastrukture, tako i železničkih vozila. Ipak, dosadašnje metode nisu uzimale u obzir zahtevani nivo kvaliteta prevozne usluge u železničkom saobraćaju. U septembru 2004. godine Međunarodna železnička unija (UIC) je odobrila i preporučila upotrebu nove metode za proračun kapaciteta, koja u obzir uzima i ovaj značajan faktor. U ovom radu je dat kratak pregled dosada korišćenih metoda za proračun propusne moći, a zatim opisana nova metoda definisana fišom UIC 406, da bi, na kraju, nova metoda bila primenjena na pruzi Beograd-Niš i izvršena analiza dobijenih rezultata.*

Ključne reči – kapacitet, propusna moć pruga, kvalitet prevozne usluge na železnici.

1. UVOD

Posle pojave železnice, a posle njene ekspanzije počelo se postavljati pitanje kapaciteta železničke infrastrukture. Tu se pre svega misli na propusnu moć pruga, odnosno deonica pruga. Vrlo brzo je ustanovljeno da propusna moć neke pruge zavisi od tehničkih elemenata, tj. njene opremljenosti, broja koloseka, vrste i serije vučnih i vučenih sredstava, ali i od usvojenog načina organizacije saobraćaja.

Iako se već jako dugo istražuju parametri koji utiču na maksimalnu propusnu moć, kolika treba da je rezerva u propusnoj moći, i danas se uglavnom određuje iskustveno. Ovo pre svega zbog dva različita koncepta prevoza. Naime, u razvijenim zemljama se sve više pažnje posvećuje kvalitetu prevozne usluge, dok se u zemljama sa slabo razvijenim ekonomijama više pažnje posvećuje što većem korišćenju raspoloživih kapaciteta, što znatno umanjuje kvalitet prevozne usluge. Kako je kvalitet uopšte poslednjih godina dobio na značaju samom činjenicom da je došlo do otvaranja tržišta i promene načina poslovanja, koje je sada tržišno orijentisano, došlo se i do promene u načinu razmišljanja o propusnoj moći pruga

1.1. Kratak pregled najpoznatijih metoda za proračun propusne moći

Takozvana klasična metoda za proračun propusne moći pruga razvijena je sredinom prošlog veka u SSSR-u. Propusna moć pruge, kroz izabrani način organizacije, zavisi od izabranog tipa grafikona saobraćaja, ali zavisi i od minimalnih staničnih intervala, intervala sleđenja uzastopnih vozova i od broja staničnih koloseka.

Kada je nastala klasična metoda nije uzimala u obzir period vremena koji se ne koristi za propuštanje vozova radi potrebe održavanja pružnih postrojenja, što je i predstavljalo najveći nedostatak ove metode. Takođe, u obzir nije uziman ni koeficijent pouzdanosti rada pružnih postrojenja.

Međunarodna železnička unija, UIC, pokušala je 1979. godine da uvede kvalitet prevozne usluge kao element za proračun propusne moći pruga. Tako je propusna moć definisana kao broj vozova koji se može propustiti po svakom koloseku pod određenim saobraćajnim i tehničkim uslovima, uzimajući u obzir zahteve kvaliteta prevozne usluge.

Ovom metodom propusna moć se proračunava za pojedine deonice pruge, pri čemu se dužina deonice određuje tako da se broj vozova po MSR sme razlikovati za najviše 10% i da se heterogenost saobraćaja ne sme menjati na posmatranoj deonici.

Od sredine prošlog veka na nemačkim železnicama, za proračun propusne moći polazilo se od toga da je poznat način organizacije saobraćaja, odnosno načini i učestalost sleđenja i ukrštavanja

[1] prof. Dragomir Mandić, dipl.inž.saob. Saobraćajni fakultet, V.Stepe 305, irata@ptt.yu;
[2] Predrag Jovanović, dipl.inž.saob. Saobraćajni fakultet, V.Stepe 305, pjovan@verat.net;
[3]mr Mirjana Bugarinović, dipl.inž.saob. Saobraćajni fakultet, V.Stepe 305, miras@sf.bg.ac.yu

vozova, prema kategorijama, na određenim MSR-ima.

U osamdesetim i devedesetim godinama dvadesetog veka dolazi do velike primene digitalnih računara, pa se proračun propusne moći na mnogim razvijenim železničkim upravama počinje utvrđivati korišćenjem teorije masovnog opsluživanja. Bilo da se radi o jednokolosečnim ili dvokolosečnim deonicama, uvek su u pitanju jednokanalni sistemi masovnog opsluživanja, jer se za dvokolosečne pruge propusna moć određuje za svaki kolosek posebno.

Međutim, nisu za sve modele dobijena egzaktna rešenja, već približna, koja za granične vrednosti stepena iskorišćenja, $\rho=1$, prelaze u egzaktna. Ipak, u eksploataciji su se i ova približna rešenja pokazala kao zadovoljavajuća.

Sa razvojem personalnih računara i poboljšanjem njihovih performansi, a posebno sa razvojem 32-bitnih računara, došlo se do toga da se sav saobraćaj vozova, realan ili pretpostavljen, na nekoj deonici može veoma lako i detaljno simulirati. Savremeni paketi programa za simulaciju železničkih operacija, kao što su *OpenTrack* i *RAILSIM*, osim mogućnosti utvrđivanja propusne moći na svim prugama, uključujući one sa veoma različitim kategorijama vozova ili sa različitim elementima infrastrukture, kao što su signalno-sigurnosni uređaji, pružaju mogućnost planiranja, kako infrastrukturnih projekata, tako i operativnog upravljanja.

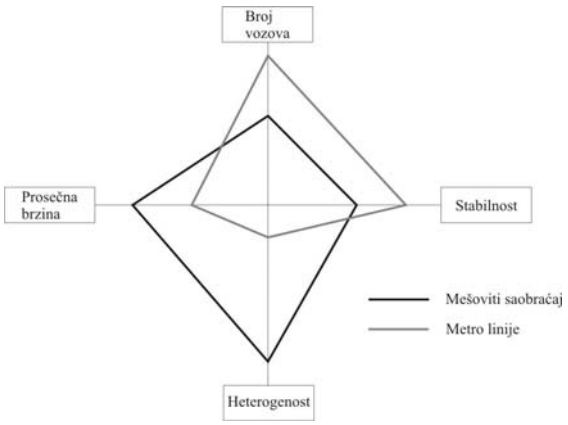
2. METODA ZA UTVRĐIVANJE KAPACITETA DEFINISANA FIŠOM UIC 406

Za proračun propusne moći dugo se nije uzimao u obzir kvalitet prevozne usluge na železnici, bar ne u zadovoljavajućem obimu.U eksploatacionom smislu ona se najbolje može pratiti preko zakašnjenja vozova.

Zakašnjenje jednog voza na posmatranoj deonici pruge se sada posmatra kroz dve celine. Prva predstavlja tzv. primarno kašnjenje, tj. ona kašnjenja koja su prouzrokovana spoljnim faktorima. Druga predstavlja sekundarna kašnjenja, kašnjenja koja nastaju usled interakcije primarnih kašnjenja i reda vožnje. Zbog smanjenja pouzdanosti železničkog sistema, kao i zbog rastućeg obima i saobraćaja, UIC je 2004. godine pokušao da izradi jedinstven metod za utvrđivanje raspoloživog kapaciteta pruga.

Ovaj metod polazi od toga da kapacitet kao takav, sam za sebe, ne postoji, tj. da kapacitet železničkih postrojenja zavisi od načina na koji se infrastruktura koristi.

Na određenoj pruzi, njen kapacitet je zasnovan na međuzavisnosti sledećih elemenata: broja vozova koji saobraćaju prugom u posmatranom vremenskom intervalu, prosečne brzine vozova, stabilnosti reda vožnje, pufer vremena, i heterogenost, odnosno raznorodnost kategorija vozova.



Slika 1. Balans kapaciteta između faktora

Kapacitet neke pruge, odnosno iskorišćenje kapaciteta je različito. Naime, različiti su zahtevi u pogledu iskorišćenja kapaciteta sa tačke gledišta korisnika prevoza, planiranja infrastrukture, planiranja i izrade reda vožnje i operatera, tj. prevozioca. Zahtevi korisnika prevoza za kapacitetom imaju ekstremne vrednosti, u pogledu broja vozova, njihove heterogenosti, prosečne brzine, odnosno vremena prevoza. Sa druge strane, vlasnik infrastrukture ima potrebu za prosečnim iskorišćenjem infrastrukture, takvim da mu garantuje profitabilno poslovanje. Potrebe reda vožnje se ogledaju kroz zahtevan broj trasa i nivo mešovitosti vozova, a u obzir se uzimaju stvarni, postojeći uslovi infrastrukture. Za operatera, iskorišćenje kapaciteta je permanentno promenljiva veličina, jer se ogleda kroz trenutan broj vozova, njihovu mešovitost, kašnjenja vozova prouzrokovana raznim razlozima, itd.

Sa druge strane, tehnički, teoretski ili maksimalan kapacitet neke pruge se posmatra kroz maksimalan broj vozova koji se mogu prugom propustiti u posmatranom vremenskom intervalu. Važno je znati da se ovakav kapacitet može izračunati samo za idealne uslove.

2.1. Proračun iskorišćenja kapaciteta prema metodi UIC 406

Osnovni i neophodan uslov za primenu ove metode je postojanje unapred konstruisanog reda vožnje vozova za posmatranu deonicu pruge. Analiza iskorišćenja kapaciteta na pruzi izvršava se na osnovu sabijanja vozova na ograničavajućem MSR, po redosledu datom u redu vožnje, i to svih vozova koji saobraćaju u vremenskom intervalu za koji se iskorišćenje kapaciteta računa. U obzir se ne uzimaju efekti sabijanja vozova na susednim međustaničnim rastojanjima.

Pruga se deli tako da se deonica završava tamo gde se značajno menja: mešovitost i/ili broj vozova, uslovi infrastrukture i/ili signalno-sigurnosni uređaji.

Pod značajnom promenom broja vozova podrazumeva se razlika od 10%.

Iskorišćenje kapaciteta varira u vremenu. Preporučuju se vrednosti vršnih sati u prosečnom danu u nedelji (najmanje jedan sat) ili period celog dana.

UIC fišom 451-1 iz 2000. godine se preporučuju vrednosti dopunskih vremena za neutralisanje manjih kašnjenja. Ono je različito za lokomotivski vučene vozove za prevoz putnika, motorne garniture i teretne vozove.Tako, npr. na švajcarskim železnicama, ova vremena imaju i više segmenata nego što se preporučuje od strane UIC-a: najpre tu je proporcionalni deo, 7% od čistog vremena vožnje za sve vozove za prevoz putnika, odnosno 11% za sve teretne vozove. Na holandskim železnicama princip je sličan, ali ne isti: za sve vozove za prevoz putnika dopunska vremena iznose 7% od čistog vremena vožnje, dok za teretne vozove ovaj procenat je manji, 5%.

Proračun ukupno vremena zauzeća ograničavajućeg MSR, može se izračunati kao:

$$k = A + B + C + D\text{, (min)} \qquad (1)$$

gde je:

A: zauzeće MSR svim vozovima i minimalnim intervalima između trasa,

B: suma pufer vremena pri sleđenju uzastopnih vozova,

C: suma pufer vremena pri ukrštavanju vozova,

D: dodatno vreme zauzeća MSR-a za održavanje koloseka i drugih elemenata infrastrukture.

Iskorišćenje kapaciteta u procentima se proračunava kao:

$$K = \frac{k \cdot 100}{U}, \qquad (2)$$

gde je:

U: vreme za koje se iskorišćenje kapaciteta računa;

Neiskorišćen kapacitet se može sastojati od dva dela: neiskorišćenog kapaciteta koji je moguće iskoristiti i izgubljenog kapaciteta.

Ukoliko procenat iskorišćenja pruge prelazi tzv. tipičnu vrednost, tj. kada se zahtevi tržišta više ne mogu ispuniti, kažemo da je došlo do pojave uskog grla. Sa druge strane, ako „tipična vrednost" nije dostignuta, preostali kapacitet se može iskoristiti za uvođenje novih trasa vozova u skladu sa zahtevima tržišta.

Sumirajući ovu metodu jasno je da vrednosti koeficijenta iskorišćenja pruge zavise od mnogo faktora. Zbog svega toga, „tipična vrednost" procenta iskorišćenja ne može biti jedinstvena, pa je UIC uveo takozvanu „preporučenu vrednost". Npr. za mešoviti saobraćaj dozvoljeni procenat zauzeća pruge u vršnom satu je 75% a za ceo dan 60% sa tendencijom porasta ako je mali broj vozova (manje od 5 vozova po satu) uz snažnu heterogenost.

3. PRIMENA METODE UIC DEFINISANE FIŠOM 406 NA PRUZI BEOGRAD - NIŠ

Za potrebe primene nove metode za ocenu iskorišćenja pruge Beograd-Niš razmatrana su dva slučaja: prvi, kada bi vozovi saobraćali brzinama za koje je pruga projektovana, i drugi, za postojeću situaciju, tj. kada vozovi saobraćaju brzinama unetim u red vožnje za 2006. godinu. Zbog karakteristika infrastrukture, kao i promena u broju i heterogenosti vozova na pruzi, u prvom slučaju analiza je izvršena na međustaničnim rastojanjima: Palanka-Mala Plana, Velika Plana-Markovac, Paraćin-Ćićevac, Stalać-Stevanac ukrsnica i Đunis-Korman, dok je pri primeni današnjih brzina saobraćaja vozova, zbog malih vrednosti brzina, došlo do promene ograničavajućeg MSR-a na prvoj deonici, pa je, za taj slučaj, analiza izvršena na međustaničnom rastojanju Mladenovac-Kovačevac. Propusna moć, odnosno iskorišćenje koloseka, računato je za period od 24 sata.

3.1. Analiza dobijenih rezultata

Dobijeni rezultati pokazuju da, čak i u slučaju saobraćaja vozova projektovanim brzinama za posmatrane deonice, iskorišćenje MSR Stalać-Stevanac ukrsnica je najveće i znatno iznad predviđenih 60%. Naime, projektovana brzina na ovoj deonici jednaka je redovnoj brzini prema redu vožnje, 65 km/h, što znači da je iskorišćenje pruge u oba slučaja jednako i iznosi 80,104% (tabela 1).

Zbog ovako visokog procenta iskorišćenja, radi provere izvršen je i proračun propusne moći klasičnom metodom i on je takođe jako visok, 67,50%.

Iskorišćenje koloseka za sva MSR i za oba slučaja brzina vozova, je proračunato i ne uzimajući u obzir pufer vremena za održanje reda vožnje i ne uzimajući u obzir dva sata za redovno održavanje infrastrukture. Po odbijanju ovih vremena iz proračuna, iskorišćenje koloseka je jako blisko rezultatu dobijenom klasičnom metodom, 68,056%. Međutim, čak i kada bi se isključila pufer vremena, a zadržalo vreme predviđeno za redovno održavanje, iskorišćenje MSR Stalać-Stevanac ukrsnica iznosilo bi 71,771%, što je još uvek u sivoj zoni.

Osim ovog, kritičnog MSR, pri varijanti saobraćaja vozova redovnim brzinama iz reda vožnje, iskorišćenje od 60% je premašeno i na MSR Mladenovac-Kovačevac, kao i po levom koloseku deonica Velika Plana-Markovac i Paraćin-Ćićevac po oba koloseka. Međutim, na ova dva dela dvokolosečne pruge, posmatrajući samo koloseke čije iskorišćenje prevazilazi dozvoljenu vrednost, može se konstatovati da je broj vozova manji ili jednak broju od 5 vozova, pa se može dozvoliti prekoračenje od 60%, pri čemu kvalitet prevozne usluge ne bi trpeo.

Tabela 1. Broj vozova i iskorišćenje propusne moći, odnosno koloseka deonica u zavisnosti od uključenih elemenata, pri saobraćaju vozova projektovanim/redovnom(P/R) brzinama na pruzi

Međustanično rastojanje	Broj vozova	Iskorišćenje propusne moći (%)	Iskorišćenje propusne moći (%) bez pufer vremena	Iskorišćenje propusne moći (%) bez vremena za održavanje
Mladenovac-Kovačevac Palanka-Mala Plana	75/73	74,93/51,81	66,60/43,47	64,03/40,97
V. Plana-Markovac levi kol.	62/62	63,51/47,40	55,17/39,06	53,06/36,94
V. Plana-Markovac desni kol.	56/56	58,37/43,65	50,04/35,31	48,13/33,40
Paraćin-Ćićevac levi kol.	49/49	67,71/52,78	59,38/44,44	57,71/42,78
Paraćin-Ćićevac desni kol.	55/55	75,14/58,13	66,81/49,79	64,93/47,92
Stalać-Stevanac uk.	108/108	80,11/80,104	71,77/71,77	68,06/68,06
Đunis-Korman levi kol.	51/51	53,82/43,61	45,49/35,28	43,75/33,54
Đunis-Korman desni kol.	57/57	58,54/47,08	50,21/38,75	48,26/36,81

Deonica Mladenovac-Kovačevac, iako ima manje od pet vozova na sat, opterećena je sa čak 74,93%, ali osnovni razlog za to je smanjenje brzine na 50km/h, zbog lošeg stanja koloseka. Sanacijom gornjeg i donjeg stroja, tj saobraćaja vozova projektovanim brzinama, iskorišćenje bi palo ispod 55%.

Dovođenjem cele pruge Beograd-Niš, kao i kolskog i lokomotivskog parka, u takvo stanje da se omoguće vožnje vozova maksimalnim brzinama, jedino deonica od Stalaća do ukrsnice Stevanac ostaje sa iskorišćenjem većim od 60%, dok je iskorišćenje svih ostalih manje od te vrednosti. U ovom slučaju, izuzimajući navedeno MSR, najveće je iskorišćenje desnog koloseka deonice od Paraćina do Ćićevca i iznosi 58,125%.

4. ZAKLJUČAK

Iz dobijenih rezultata jasno je da je određeni broj MSR danas iskorišćen više od vrednosti koju preporučuje UIC. Posledica ovoga je da, u slučaju kada bi saobraćali svi vozovi predviđeni redom vožnje, red vožnje bi bio neodrživ. Ovaj problem će u budućnosti biti sve više aktuelan, posebno restruktuiranjem Železnica Srbije, odnosno javnom prodajom trasa vozova, što će, pretpostavlja se, dovesti do još većeg broja teretnih vozova na ovom pravcu Koridora X.

Problem iskorišćenja koloseka, odnosno deonica pruga, u skladu sa zahtevanim nivoom prevozne usluge, može se prevazići na više načina. Kod preopterećenih deonica dvokolosečne pruge sa stajalištima između stanica, moguće je smanjiti iskorišćenje koloseka svođenjem lokalnih vozova koji imaju bavljenje na tim stajalištima, na minimum. Povećanje maksimalne dopuštene brzine na vrednosti projektovane brzine, sigurno obezbeđuju iskorišćenje deonica manje od preporučene vrednosti, tj. manje od 60% u odnosu na ceo dan.

LITERATURA

[1] Union Internationale des Chemins de Fer (UIC), Code 406 ”Capacity”, Paris, France, 2004.

[2] Wahlborg M.: ”Application of the UIC 406 capacity leaflet at Banverket”, 1st International Seminar on Railway Operations Modelling and Analysis RailDelft2005, Delft, The Netherlands, 2005.

CALCULATION OF BEOGRAD – NIŠ LINE CAPACITY BY USING UIC 406

Dragomir MANDIĆ[1]
Predrag JOVANOVI[2]
Mirjana BUGARINOVIĆ[3]

Abstract – Methods for line capacity calculation needs precise data, concerning many technical and exploitation parameters, about railway infrastructure, as well as railway vehicles. However, line capacity calculation so far did not consider demanding level of quality service at railway. In September 2004, International Railway Union (UIC) approved and recommended new capacity calculation method, which takes into account this important factor also. In this paper, survey of capacity calculation methods is been given, new method has been described, and, finally, new calculation method has been used at railway section Belgrade-Nis, and result analysis has been done.

Key words – capacity, line capacity, quality of service

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

MODERNIZACIJA SISTEMA DALJINSKOG UPRAVLJANJA ELEKTROENERGETSKIM POSTROJENJIMA NA ŽELEZNICI

Branislav T. JEVTOVIĆ[1]
Danilo J. OKLOBDŽIJA[2]
Dragoljub B. ARSENIJEVIĆ[3]

Rezime *– Rad prikazuje rezultate realizacije projekta CDU^{plus}, čiji je cilj osavremenjivanje sistema daljinskog upravljanja železnice. Realizovani informacioni sistem, uz zadržavanje starih, omogućava i nove funkcije sistema daljinskog upravljanja (DU). To se pre svega odnosi na registrovanje svih komandi, signalizaciju i merenje vrednosti u realnom vremenu i njihovo čuvanje u bazi podataka MySql. Vizuelizacija svih aparata, stanica i "linijskog osvetljenja" značajno olakšava korišćenje sistema, dok kontrola pristupa i rada za sve korisnike omogućava razgraničavanje lične odgovornosti radnika. Realizovane nove funkcije merenja podataka o angažovanoj snazi i generisanje komandnih telegrama pomoću računara, omogućavaju značajne uštede energije i materijala. Sa aspekta sigurnosti bitno je naglasiti da postojeći sistem daljinskog upravljanja ostaje u potpunosti neizmenjen i funkcionalan. Primenjena savremena hardverska i softverska rešenja u potpunosti podržavaju mrežnu arhitekturu i integrisanje u jedinstven informacioni sistem železnice. Na ovaj način, skromnim ulaganjem sredstava, izvršeno je podmlađivanje delova sistema daljinskog upravljanja železnica Srbije i Crne Gore.*

Ključne reči – Daljinsko upravljanje, Telekomande, Informacioni sistem.

1. UVOD

Sistem daljinskog upravljanja (DU) železnica je telemehanički sistem čiji je zadatak upravljanje objektima elektro vuče na daljinu i kontrola procesa koji se odvijaju na upravljanim mestima [4]. Telemehanika u osnovi obuhvata telekomandu i telekontrolu. Telekomanda se bavi daljinskim prenosom komandi, kada se vrši promena stanja ili položaja različitih organa, aparata i postrojenja na upravljanim mestima. Telekontrola obuhvata kontrolisanje stanja objekata i procesa iz dispečerskih operativnih centara [1]. U železnici i elektroprivredi češće se koriste pojmovi daljinskog upravljanja, daljinske komande i daljinske signalizacije, dok se daljinsko merenje može smatrati posebnim oblikom daljinske signalizacije.

U stabilnim postrojenjima električne vuče kao sistem daljinskog upravljanja (DU) definiše se skup postupaka i postrojenja koji omogućavaju prenošenje komandi iz centara daljinskog upravljanja (CDU) u elektrovučne podstanice (EVP) ili postrojenja sekcionisanja (PS) [6, 7]. Daljinsko upravljanje obuhvata prenos signalizacije i merenih veličina u suprotnom smeru od komandi tj. od upravljanih mesta do centara daljinskog upravljanja.

CDU je opremljen komandnom tablom, koja je urađena po principu sinoptičke šeme energetskog postrojenja u mozaik tehnici. Komandna tabla, pored pregleda trenutne situacije, omogućava formiranje i otpremanje daljinskih komandi, kao i prijem povratnih signalizacija i merenih veličina. Upravljani aparati su raspoređeni na podstanicama elektro vuče, postrojenjima za sekcionisanje i železničkim stanicama. Najčešće se sreću 25 kV ili 110 kV prekidači i rastavljači, ali i ostali komandni ili signalni uređaji.

2. PROJEKAT CDU^{PLUS}

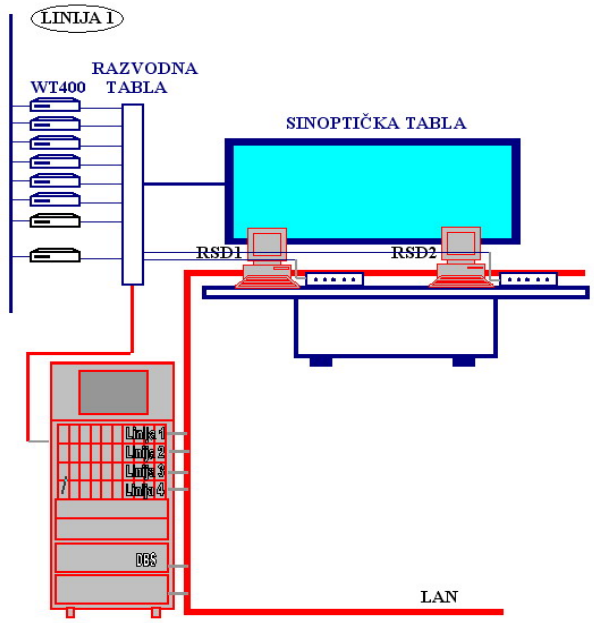
Sistem daljinskog upravljanja elektro vučom razvijan je paralelno sa elektrifikacijom železnica i danas predstavlja jedan stabilan i dobro uhodan sistem. Nažalost, zbog opšteg zastoja u razvoju železnice kod nas, postojeći sistem daljinskog upravljanja nije pratio savremena kretanja, pre svega u oblastima elektronike i informacionih tehnologija. Projekt CDU^{plus}, koji je realizovala firma "Bravo" iz

[1] Dr Branislav T. Jevtović dipl. inž., profesor, Viša poslovna škola „Kosovo Polje", Blace, banej@vpskp.edu.yu.
[2] Mr Danilo J. Oklobdžija dipl. inž., Mašinsko tehnička škola „15 Maj", Niš, setni@ptt.yu.
[3] Dragoljub B. Arsenijević dipl. inž., Bravo, Niš, d.arsenijevic@medianis.net

Niša, ima za cilj detekciju i otklanjanje nedostataka postojećeg sistema daljinskog upravljanja. Kao osnovni nedostatak postojećeg sistema daljinskog upravljanja autori projekta smatraju nemogućnost čuvanja podataka o izdatim komandama, pristigloj signalizaciji i merenim veličinama. Nepostojanje informacije o vršnom opterećenju u EVP-u u realnom vremenu svakako predstavlja još jedan nedostatak postojećeg sistema. U cilju otklanjanja navedenih nedostataka i njihovih posledica, u okviru projekta CDU^{plus} su definisani sledeći osnovni zahtevi:

1. Sve podatke o komandama, signalizaciji i merenim veličinama registrovati u bazi podataka u realnom vremenu.
2. Izvršiti vizuelizaciju podataka na način adekvatan vizuelizaciji na komandnoj tabli.
3. Realizovati arhiviranje podataka i generisanje izveštaja u obliku tabela i grafikona.
4. Ostvariti merenje i memorisanje podataka o angažovanoj snazi.
5. Realizovati funkciju generisanja komandnih telegrama pomoću računara.
6. Uvesti kontrolu pristupa i evidentiranje rada za sve korisnike sistema.

Kao konkretan rezultat projekta CDU^{plus} realizovan je novi sistem daljinskog upravljanja elektro vučom, čija konfiguracija je prikazana na slici 1.



Slika 1. Konfiguracija modernizovanog sistema DU

Modernizovani sistem DU integriše module starog sistema sa novim modulima. Svi novi moduli su međusobno povezani u lokalnu računarsku mrežu, dok se integracija sa postojećim sistemom vrši centralizovano na razvodnoj tabli. Potpunom galvanskom izolacijom omogućeno je da funkcije postojećeg sistema ostanu nepromenjene, kompletne i potpuno funkcionalne.

3. KONFIGURACIJA MODERNIZOVANOG SISTEMA DU

Modernizacija sistema DU na železnici, između ostalog, obuhvata priključivanje LAN (Local Area Network) mreže na postojeći sistem. Priključivanje se vrši na kontrolnoj tabli, paralelno sa postojećim priključkom za sinoptičku tablu. Što se LAN mreže tiče, autori projekta opredelili su se za Ethernet mrežu, topologije tipa zvezda, kod koje su učesnici u mreži povezani pomoću LAN switcha.

Srž rešenja svakako predstavlja Linijski kontroler (LK), koji omogućava razmenu komandi, signalizacija i merenih veličina sa jednom linijom, sa kojom se upravlja iz CDU-a. Pored komunikacije sa linijskim uređajem WT 400, linijski kontroler omogućava i upis svih podataka, prosleđenih na ili primljenih sa linije, u bazu podataka MySql. Za održavanje konzistentnosti baze zadužen je Server baze podataka (DBS), PC računar sa sistemskim softverom za podršku baze podataka MySql. Radne stanice dispečera (RSD1 i RSD2) su PC računari sa odgovarajućim aplikativnim softverom, koje pored emulacije sinoptičke table omogućavaju funkcije arhiviranja podataka, generisanje izveštaja i kontrolu pristupa za sve korisnike sistema DU. Ovakva modularna arhitektura sistema omogućava zadovoljenje svih postavljenih funkcionalnih zahteva i principa realizacije definisanih u projektu.

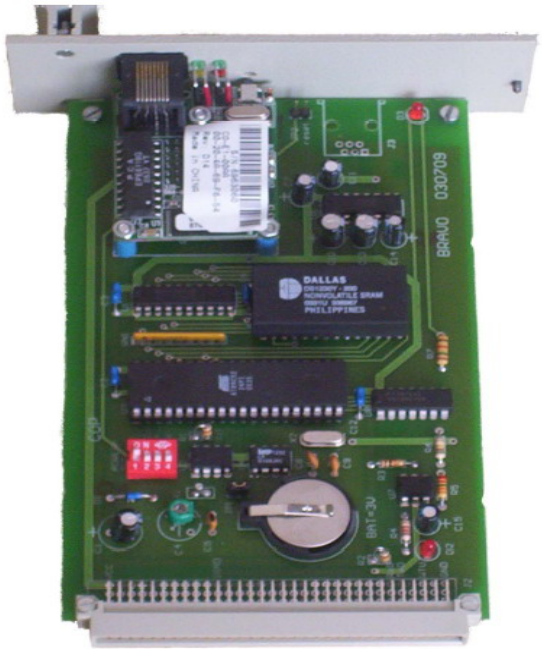
4. REALIZACIJA HARDVERA

Uređaj za prikupljanje podataka, prikazan na slici 2, rezultat je sopstvenog razvoja firme “Bravo d.o.o” iz Niša.

Slika 2. Uređaj za prikupljanje podataka

Prikazani uređaj, pored maksimalno šest linijskih kontrolera, sadrži i jedinicu za napajanje, kao i 10/100Mbit/sec LAN swich.

Linijski kontroler služi za prikupljanje svih podataka koji se odnose na svaku pojedinačnu liniju daljinskog upravljanja. Podaci o merenim veličinama i saignalizaciji primaju se preko kanalnih konvertora merenih vrednosti i kanalnih konvertora signalizacije, sa šest kanala linijskog komunikacionog uređaja WT 400. Kanalni konvertor komandi prihvata podatke o odlaznim telegramima preko posebnog - sedmog, kanala komunikacionog uređaja WT 400. Ovaj kanal, takođe služi da se preko njega šalju komandni telegrami generisani u radnoj stanici dispečera. Poseban modul linijskog kontrolera, komunikacioni procesor, ostvaruje komunikaciju između pojedinih kanalnih konvertora i servera baze podataka (DBS), korišćenjem TCP/IP protokola [2]. Svi moduli linijskog kontrolera izrađeni su korišćenjem mikrokontrolera u savremenoj tehnologiji. Tako, na primer, za povezivanje komunikacionog procesora na LAN meržu iskorišćen je modul Device server CoboxMicro [5]. Na slici 3. prikazan je izgled ploče komunikacionog procesora. Svi moduli jednog linijkog kontrolera montiraju se u jedan red industrijskog ormana.



Slika 3. Izgled Komunikacionog procesora

Linijski kontroler zadovoljava funkcije fizičkog nivoa i nivoa podataka OSI modela, u komunikaciji LAN mreže sa postojećim sistemom DU.

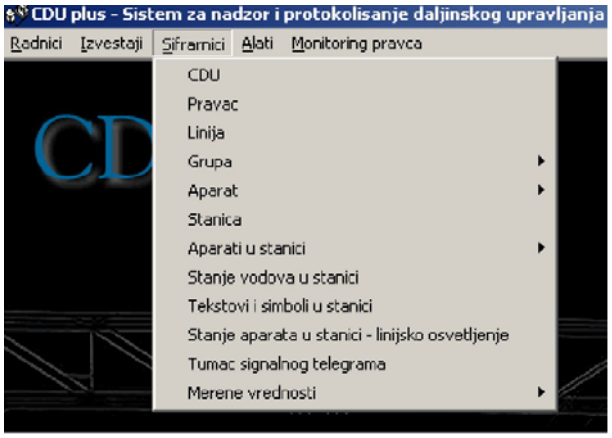
U cilju omogućavanja merenja angažovane snage u EVP-u, priključen je poseban kontroler na impulse izlazne aktivne energije. Vrednosti angažovane snage sinhronizovana je sa petnaestominutnim intervalima. Ovim vrednostima kontroler pridružuje i podatke o realnom vremenu iz sopstvenog časovnika realnog vremena. Ovako pripremljeni podaci se šalju komunikacionim kanalom daljinskog upravljanja odgovarajućem linijskom kontroleru.

5. REALIZACIJA SOFTVERA

Softverski paket CDU^{plus} je deo kontrolno nadzornog sistema daljinskog upravljanja stabilnim postrojenjima električne vuče. Razvijen je za operativni sistem Microsoft Windows XP Professional i bazu podataka MySql. Programski moduli omogućavaju nadzor i kontrolu uređaja u postrojenjima, vizuelizaciju podataka, ažuriranje podataka u bazi podataka i generisanje izveštaja [3]. Definisana su dva moda rada sistema:

- Administriranje sistema – podrazumeva održavanje šifarnika delova sistema DU (pravac, linija, grupa, stanica), administraciju radnika i njihovih ovlašćenja, kao i sinhronizaciju časovnika na nivu lokalne mreže. Ove funkcije može da koristi samo korisnik sa ovlašćenjem "Administrator"
- Rad sa sistemom – ovaj deo aplikativnog softvera omogućava izvršavanje dispečerskih funkcija, posmatračkih funkcija (iste kao dispečerske samo bez mogućnosti izdavanja komandi), ili generisanje izveštaja. Za rad sa ovim funkcijama korisnik treba da ima ovlašćenja "Dispečer" ili "Posmatrač".

Sve funkcije softvera dostupne su kroz menije aplikacije. U zavisnosti od ovlašćenja korisnika neke funkcije mogu biti onemogućene. Izgled jedne stevke glavnog menija, za korisnika sa administratorskim ovlašćenjima, prikazan je na slici 4.

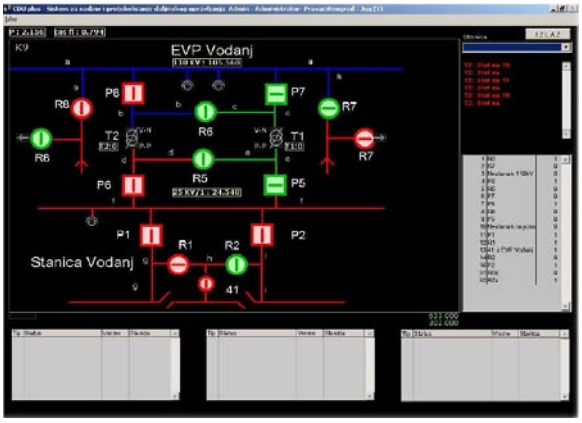


Slika 4. Izgled glavnog menija aplikativnog softvera

Kada korisnik radi kao dispečer ili posmatrač, on nakon prijavljivanja bira pravac na kome želi da radi, a zatim bira liniju i neke od mogućih stanica na toj liniji. Ekran stanica sadrži skicu stanice sa detaljno prikazanim aparatima. Status vodova određen je na osnovu statusa aparata i tabela memorisanih u bazi podataka. Na ekranu se prikazuje i prozor predhodnih događaja u stanici, kao i dugmad za pravljenje pojedinačnih upita i izvršavanje komande. Na slici 5 prikazano je stanje aparata i odgovarajuće stanje vodova jedne železničke stanice.

Funkcije ostalih softverskih modula, za evidenciju radnika i generisanje izveštaja, takođe se pokreću

pomoću menija i vrlo su laki za korišćenje tj. bliski korisniku.



Slika 5. Skica stanice sa detaljnim prikazom aparata

6. ZAKLJUČAK

Modernizovani sistem daljinskog upravljanja predstavlja nadzorno-kontrolni informacioni sistem, koji omogućava praćenje stanja i komandovanje opremom u elektroenergetskim postrojenjima električne vuče u realnom vremenu. Integracijom novih hardverskih i softverskih modula, izvršeno je osavremenjivanje postojećeg sistema DU. Memorisanje stanja uređaja, merenih veličina i izdatih komandi u bazi podataka otvara mogućnosti za dodatne objektivnije analize u cilju uštede energije i materijala. Stroga kontrola prava pristupa i mogućnosti korišćenja određenih funkcija sistema, doprinose razgraničenju ovlašćenja i lične odgovornosti radnika, što je od posebne važnosti kod "spornih" situacija. Generisanje izveštaja i vizuelizacija podataka, identična načinu prikazivanja na sinoptičkoj tabli, u mnogome olakšavaju korišćenje sistema. Primenjena hardverska i softverska rešenja u potpunosti podržavaju mrežnu arhitekturu, čime je omogućeno da se ceo sistem daljinskog upravljanja uključi u jedinstveni informacioni sistem Železnice. Modernizovani sistem daljinskog upravljanja stabilnim postrojenjima električne vuče pored doprinosa bezbednom načinu regulisanja saobraćaja doprinosi i povećavanju propusne moći pruge i stanica čime se povećava stepen iskorišćenja železničkih resursa i značajno doprinosi većoj efikasnosti celog sistema.

LITERATURA

[1] Avi Silberschatz, Peter Bear Galvin, Greg Gagne "Operating System Concepts", 7th edition, John Wiley and Sons, December 2004.
[2] Behrouz A. Forouzan, "Data Communications and networking", MC Graw Hill, New York, Third Edition 2003.
[3] Branislav T. Jevtović, Danilo J. Oklobdžija, "Programska podrška sistemima za akviziciju podataka baziranim na HART uređajima", XII konferencija YUINFO, Kopaonik 2006.
[4] Velibor D. Damjanović, dipl.ing. "Daljinsko upravljanje stabilnih postrojenja električne vuče", Viša železnička škola Beograd, Beograd, 1978.
[5] Embedded Integration Kit CoBox-Micro User's Guide, www.lantronix.com
[6] Tehnička i korisnička dokumentacija sistema za prikupljanje i prenos podataka daljinskog upravljanja, "Bravo d.o.o", Niš, 2006.
[7] Tehnička i posebna uputstva za isporuku i montažu daljinskog upravljanja SPEV, Zajednica JŽ, Beograd, 1964.

MODERNIZATION OF THE REMOTE CONTROL SYSTEM FOR RAILROAD POWER FACILITIES

Branislav T. JEVTOVIĆ
Danilo J. OKLOBDŽIJA
Dragoljub B. ARSENIJEVIĆ

Abstract – This paper shows the realization of the CDU^{plus} project. The objective of this project was the modernization of the railroad remote management system. The realized information system retains the old functions and enables new functions for the remote management (RM) system. This primarily refers to the registering of all commands, signals and measured values in real time, and saving the same in a MySql database. The visualization of all devices, stations, and "line lights" makes the usage of the system significantly easier, while the access control enables the delimitation of workers' responsibility. Newly realized functions of measuring used power and generating command telegrams by a computer, enable the significant saves in energy and material. Concerning the safety, it's important to emphasize that the present system remains in tacked and fully functional. New and modern hardware and software solutions, that are applied, support the network architecture and the integration in a general railroad informational system. In this way, with modest financial funds, the parts of the railroad remote management system in Serbia and Montenegro were revitalized.

Key words– Remote Management, Telecommands, Information System.

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

NOVA RJEŠENJA SIGNALNO-SIGURNOSNIH UREĐAJA

Zvonimir VIDUKA[1]
Darko BARIŠIĆ[2]

Rezime *– Iako se načelno sistemi najvećih ponuđača sistemske sigurnosne tehnike u svijetu razlikuju, logička struktura i sigurnosno tehnički zadaci su im slični. Najčešći slučaj je da se unutar jednoga tržišnog područja kompatabilnost komponenti svodi na istog proizvođača radi jeftinijeg i jednostavnijeg održavanja. Zbog toga na pojedinim tržištima velike tvrtke imaju vrlo čvrste pozicije, a manji proizvođači svoje prigode imaju ako ponude puno povoljnija riješenja. U tome je priliku za plasman vlastitoga znanja pronašla i tvrtka ALTPRO, koja se usmjerila na specijalno tržište sigurnosne tehnike za željeznicu.*

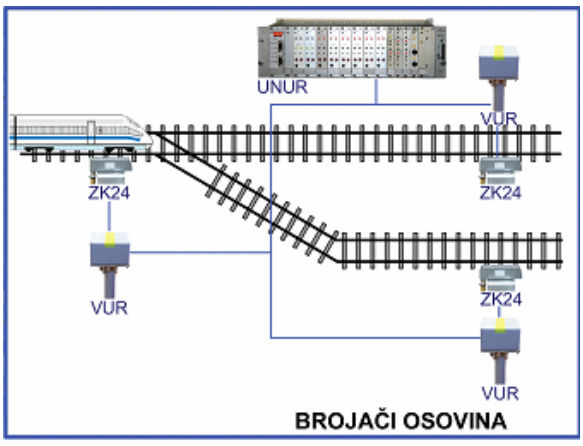
Ključne reči – brojač osovina BO23, senzor željezničkog kotača ZK24, tračnički kontakt UTR/ITR, Altpro

1. UVOD

Intenzivno korištenje željezničke infrastrukture dovodi do sve veće potrebe za sigurnosnim uređajima. Zbog toga je i dalje najveće svjetsko tržište sigurnosne tehnike u Europskoj Uniji. U Istočnoj Europi tijekom restrukturiranja i modernizacije morati će se puno sporednih pruga iz razloga visokih troškova staviti u mirovanje, a na glavnim koridorskim prugama raste potreba za modernizacijom i povećanjem sigurnosti. Na pojedinim tržištima velike tvrtke imaju vrlo čvrste pozicije, a drugi manji proizvođači imaju svoje prilike ako ponude znatno povoljnija rješenja. U tome je priliku za plasman vlastitog znanja pronašla i visokotehnološka tvrtka ALTPRO iz Zagreba i to fokusirajući se na specijalno tržište sigurnosne tehnike za željeznicu. Glavni proizvodi sistemske tehnike za infrastrukturu tvrtke ALTPRO su brojači osovina s senzorima željezničkog kotača te njihove aplikacije (tračnički kontakti za cestovne prijelaze) i pružni magneti s dijagnostičkom opremom sistema INDUSI. ALTPRO i dalje razvija nova rješenja sigurnosne tehnike kombinirana s najnovijim tehnologijama u željeznici kao što je satelitska navigacija u željeznici. Samo kontinuirano poboljšanje proizvoda, razvoj i praćenje svjetskih tehnologija i potreba tržišta može danas omogućiti opstanak tvrtki u željezničkoj industriji.

2. BROJAČI OSOVINA

Za razliku od mnogih zemalja svijeta naša regija ima dugu tradiciju korištenja brojača osovina za kontrolu zauzeća blok odsjeka (preko 30 godina). Iskustva u održavanju i servisiranju tih sistema stranih proizvođača pridonijela su razvoju jednoodsječnog brojača osovina tipa BO1 tvrtke ALTPRO s procesorskim modulom. Danas su brojači osovina BO1 ugrađeni na više željeznica u sklopu automatskog pružnog bloka ili međukolodvorske ovisnosti, a na mnogim lokacijama ugrađuju se brojači osovina BO1 umjesto brojača starije generacije. Najnoviji brojač osovina druge generacije BO23 tvrtke ALTPRO pruža još veće mogućnosti u konfiguracijama kontrole zauzeća odsjeka uz manje opreme, a koncepcija spajanja, montaže i održavanja ostaje ista kao na tipu BO1. Obje serije brojača osovina BO1 i BO23 koriste potpuno isti vanjski dio uređaja: senzor željezničkog kotača ZK24 na tračnici i kontrolni sklop VUR uz kolosijek.



Slika 1: Brojač osovina na odsjeku sa tri brojačke točke

Senzor ZK24 pokazao se u praksi kao vrlo

[1] Zvonimir Viduka, dipl. inž. el. teh., Altpro, Drvnje 63. 10 000 Zagreb, Hrvatska, zvonimir.viduka@altpro.hr
[2] Darko Barišić, dipl. inž. el. teh., Altpro, Drvnje 63. 10 000 Zagreb, Hrvatska, darko.barisic@altpro.hr

praktično i pouzdano rješenje za detekciju kotača za brojače osovina, a posjeduje i certifikat tvrtke *TÜV Rheinland Group* o usklađenosti sa najnovijim direktivama EU. Struktura procesorskog modula unutarnjeg uređaja brojača osovina BO23 odgovara najvećim zahtjevima sigurnosti SS-uređaja (SIL4) i izvedena je u konfiguraciji odlučivanja procesora "2 od 3", a procedura ishođenja međunarodno priznatog certifikata je u tijeku.

2.1. BROJAČ OSOVINA BO23

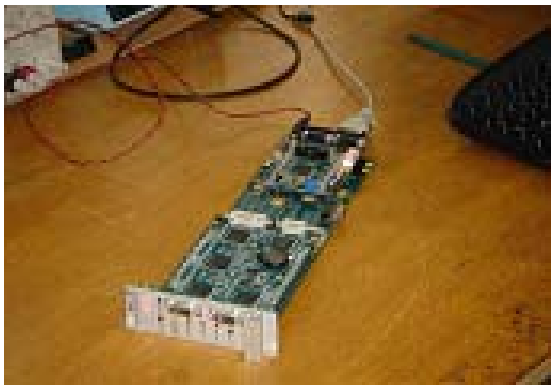
2.1.1 Namjena uređaja

Brojač osovina BO23 druge generacije je novorazvijeni signalno sigurnosni uređaj za kontrolu zauzetosti više odsjeka željezničke pruge na osnovu uočenih potreba na globalnom tržištu i tehničkih zahtjeva kupaca iz EU. BO23 prvenstveno je namijenjen za kontrolu zauzetosti staničnih odsjeka (zauzetost skretnica, križanja i drugih dijelova unutar stanice), kao i prostornih odsjeka otvorene pruge brojanjem osovina. Ulaskom vlaka na odsjek na bilo kojoj brojačkoj točki brojač javlja zauzeće odsjeka SS-uređaju i pamti ubrojeni broj osovina u memoriji, kao i vrijeme i datum prolaska vlaka, smjer, smetnje, brzinu i sl. Prilikom izlaska vlaka na bilo kojoj brojačkoj točki odsjeka, uređaj oslobađa odsjek samo ako je izašao isti broj osovina. Program u procesorskom modulu je izveden prema sigurnosnim načelima iz CENELEC EN 50128, a detekcija željezničkog kotača te prijenos i obrada signala prema CENELEC EN 50129.

2.1.2 Unutrašnji uređaj brojača osovina UNUR

Novorazvijeni uređaj je logično proširenje brojača osovina tip BO1 za kontrolu jednog odsjeka. Prednost unutarnjeg uređaja brojača osovina BO23 je što se jednim uređajem u standardnom 19" okviru može kontrolirati do 8 brojačkih točki konfiguriranih na 1 do 6 odsjeka što je vrlo pogodno za kontrolu zauzeća staničnih odsjeka uz relativno malu količinu opreme. Brojač osovina BO23 također ima mogućnost optičke ili modemske «fail-safe» komunikacije između unutarnjih uređaja prema EN 50159-1 što je naročito pogodno za kontrolu zauzeća dugih odsjeka međukolodvorske ovisnosti. Osnova mu je mikroprocesorski modul konfiguracije 2 od 3 sa sigurnosnom strukturom programa. Svaka konfiguracija kontrole zauzeća odsjeka ima pripadajući operativni program koji se u tom slučaju odvija u procesorskom modulu MPU. Odabir konfiguracije kontrole zauzeća odsjeka odnosno operativnog programa za modul MPU(programiranje MPU) vrši se prilikom instalacije unutarnjeg uređaja postavljanjem određenog položaja sklopki na stražnjoj strani okvira unutarnjeg uređaja BO23-UNUR. Nakon instalacije na sklopke se stavlja zapečaćeni poklopac. U okvir unutarnjeg uređaja tada se može utaknuti bilo koji procesorski modul MPU s skladišta i on će uvijek.

Slika 2: Unutarnji uređaj – UNUR



Slika 3: MPU modul

nakon priključenja napajanja početi odvijati operativni program definiran sklopkama na stražnjoj strani okvira unutarnjeg uređaja. Izlazne informacije za APB uređaj su u vidu kontakata sigurnosnih releja ili serijskog sučelja RS422 / RS232 a sistem isto tko ima mogućnost daljinske dijagnostike. Sa vanjskim uređajem postoji dvožična veza, napajanje i prijenos signala idu po istom vodu. Udaljenost vanjskog od unutarnjeg dijela uređaja je i do 30km (vodovi Ø1.4mm) ili 49km uz lokalno napajanje vanjskog uređaja. Elektronički induktivni senzor kotača je dvostruke strukture (tip ZK24) sa funkcijom detekcije smjera i razlučivanja smetnje od prolaza osovine. Uređaj omogućuje brojanje osovina standardno do 350 km/h. Održavanje se svodi samo na vizualne preglede.

2.1.3 Vanjski uređaj brojača osovina VUR i senzor kotača ZK24

Na slici 4. prikazan je vanjski kontrolni elektronički uređaj VUR koji je smješten na stupiću uz kolosijek i koji napaja i kontrolira senzor ZK24. U njemu se moduliraju i šalju signali sa oba senzorska sustava po istom dvožičnom telekomunikacijskom vodu do unutarnjeg uređaja. Po istom vodu vanjski uređaj dobiva i istosmjerno napajanje. Napajanje je

nominalno 100 VDC u granicama 40 - 120 VDC, a sam uređaj ima LED indikaciju stanja senzora.

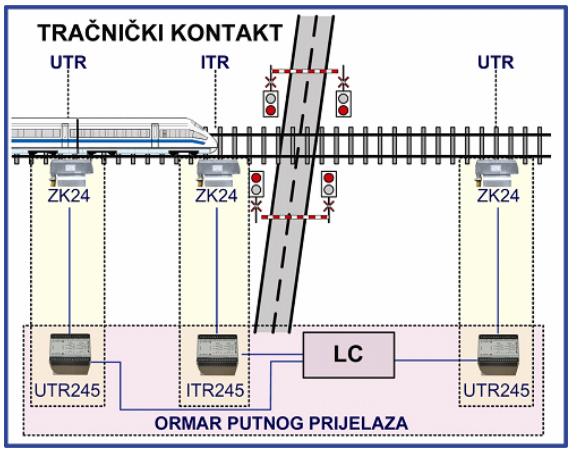
2.1.4 Senzor željezničkog kotača ZK24

Senzor željezničkog kotača ZK24 namijenjen je za detekciju prolaza željezničkog kotača u signalno-sigurnosnim sustavima kao što su brojači osovina, cestovni prijelazi i ostali sistemi koji traže detekciju prolaza vlaka preko određene točke. Senzor ima funkciju detekcije prolaza svih vrsta željezničkih kotača prema UIC 510-2 a minimalni promjer kotača je 300 mm. Predviđen je za brzinu vlaka do 350 km/h. Ima detekciju odvajanja senzora sa tračnica te dvostruki senzorski sustav u istom kućištu što omogućava detekciju smjera kretanja vlaka. Napajanje senzora je 18V … 72V DC (9V … 36V DC na zahtjev).

Slika 4:Vanjski uređaj – VUR sa senzorom kotača ZK24

Slika 5: Senzor ZK24 montiran na tračnicu

Ovaj senzor ima izuzetno veliki domet prijenosa signala od senzora do sustava na koji je senzor priključen: do 30 km uz vodove Ø1.4mm te do 13 km uz vodove Ø0.9mm. Temperaturno radno područje senzora –40….+80°C, vlaga do 100% a ima IP68 zaštitu. Senzor ZK24 montira se uz unutarnji rub tračnice pomoću univerzalnog podesivog nosača senzora za tipove tračnice S45….UIC60 (ostali profili na zahtjev) bez bušenja tračnice, a postoji i varijanta isporuke nosača senzora za bušenu tračnicu. Zaštita od prenapona atmosferskih pražnjenja i povratne struje vuče je ispitana na DC i AC kontaktnoj mreži. Inače, senzor ZK24 je ispitan prema važećim CENELEC standardima i ima certifikat od TÜV Rheinland Group.



Slika 6. Tipična primjena tračničkog kontakta UTR / ITR za cestovni prijelaz

3. TRAČNIČKI KONTAKT UTR/ITR ZA UKLJUČENJE/ISKLJUČENJE ŽELJEZNIČKOG CESTOVNOG PRIJELAZA

3.1. NAMJENA

Na osnovu tehničkih zahtjeva kupaca i partnera ALTPRO je izbacio na tržište novi proizvod tračničke kontakte UTR / ITR koji detektiraju prolaz željezničkog vozila preko određene točke željezničke pruge. Sam uređaj je zamjena za stare magnetske ili mehaničke tračničke kontakte te izolirane odsjeke i petlje. Jedan senzor ZK24 zbog svoje dvostruke strukture detekcije kotača zamjenjuje dva jednostruka tračnička kontakta, a prilagodni modul (evaluator) za svaki sustav detekcije sadrži po jedan sigurnosni relej. Izlazni kontakti sigurnosnih releja omogućuju spajanje sa starijim sustavima cestovnog prijelaza. Tračnički kontakt UTR za uključenje cestovnog prijelaza sastoji se od senzora željezničkog kotača ZK24 na tračnici i prilagodnog modula UTR245 u kućici (ormaru) cestovnog prijelaza sa izlazima u vidu kontakata sigurnosnih releja koji su privučeni u osnovnom stanju (bez prisustva vlaka). Tračnički kontakt ITR za isključenje cestovnog prijelaza sastoji se od senzora željezničkog kotača ZK24 na tračnici i prilagodnog modula ITR245 u kućici (ormaru) cestovnog prijelaza sa izlazima u vidu kontakata sigurnosnih releja koji su otpušteni u osnovnom stanju (bez prisustva vlaka). Sigurnosni releji u modulu UTR245 / ITR245 imaju podešeno vremensko zadržavanje 5 sekundi nakon prolaza svake osovine (drukčija vrijednost zadržavanja na zahtjev). UTR245 / ITR245 također sadrži i izlaz za pojedinačni impuls svake osovine za oba kanala senzora ZK24, što omogućuje novijim elektroničkim sistemima cestovnog prijelaza da broje osovine, određuju smjer kretanja vlaka, brzinu vlaka, itd.Tračnički kontakt kao

komponenta dosada je 2005. i 2006. isporučen na tržište Europe, Azije, Afrike i J. Amerike.

Slika 7. Dio tračničkog kontakta u ormaru cestovnog prijelaza – evaluator UTR245

Prilagodni sklop UTR245 / ITR245 izveden je kao DIN-rail modul, 99.7×75×110mm, a na zahtjev moguća je i drukčija izvedba (modul za okvir 19" ili sl.). Temperaturno radno područje prilagodnog modula UT245 / ITR25: –30….+70°C.

4. CERTIFICIRANJE I ISPITIVANJE

Isporuke, testiranja, probne ugradnje i homologacija uređaja su izvršene ili su u toku u preko 20 zemalja u Europi, Aziji, J. Americi i Africi. Uređaji su u realnim uvjetima u željezničkom prometu ispitani na raznim lokacijama u Hrvatskoj (AC i DC napajanje vuče), Sloveniji, Srbiji, Švedskoj te na Mađarskim željeznicama (MÁV) gdje su vršeni i testovi utjecaja elektromagnetskih kočnica nagibnih vlakova, utjecaji statičkih pretvarača te utjecaji velikih promjena povratne struje vuče u tračnici. Kod svih testova uređaji su ispunili zahtjeve za ispravan rad kontrole zauzeća odsjeka. Svi sigurnosni proizvodi tvrtke ALTPRO su razvijani, ispitivani i certificirani prema važećim EN-CENELEC normama, IEC propisima te UIC objavama u ovlaštenim neovisnim eurospkim institucijama.

Slika 8. Implementacija sistema tračničkog kontakta UTR u putni prijelaz

5. ZAKLJUČAK

Sudjelovanjem ALTPRO-a na natječajima u svijetu stečena su velika iskustva, a stvorena mreža agenata, zastupnika i poslovnih partnera u raznim zemljama otvara u idućim godinama velike mogućnosti izvoza konkurentnih visokotehnoloških proizvoda. ALTPRO u segmentu razvoja i proizvodnje već sada ima svoj inovacijski proizvodni klaster, a vidi veliku mogućnost privatno-društvenog partnerstva s željeznicama kroz svoje poslove. Razvojem proizvoda sistemske tehnike i njihovim plasmanom na svjetska tržišta osiguravaju se nova radna mjesta u željezničkoj industriji Hrvatske i regije, a to ne bi bilo moguće bez modernizacije matične i susjednih željeznica. Modernizacija željeznica u Europi i svijetu svugdje otvara radna mjesta i nova poduzeća, pa prema tome moramo težiti i mi u ovoj regiji gdje je nekada postojala snažna željeznička industrija.

Literatura

[1] CENELEC norme: EN 50128, EN 50129, EN 50159-1
[2] «Multiple applications with a single subrack of multi-section axle counter BO23», ALTPRO Zagreb, Croatia, SIGNAL + DRAHT 7/8, 2006.
[3] Kodeks UIC 790
[4] «Opšti tehnički propisi za relejne, stanične signalno-sigurnosne uređaje (GDJŽ br. 2740/57)»
[5] «Korištenje brojača osovina BO1 za kontrolu zauzeća odsjeka APB-a, međukolodvorske ovisnosti staničnih odsjeka», Z. Viduka, D. Barišić, ALTPRO Zagreb, Hrvatska, ŽELKON 2004, Niš.

NEW SOLUTIONS FOR RAILWAY SAFETY SIGNALLING SYSTEMS

Zvonimir VIDUKA
Darko BARIŠIĆ

Abstract: Although, in principle the leading supplier's safety signaling systems in the world are different in principle, the logic structure and safety technical tasks are very similar. The most frequent situation is that within one market region the compatibility of components boils down to the same manufacturer because of cheaper and simpler maintenance. Due to this, large companies hold their strong positions on some markets, while small manufactures have a chance if they offer considerably more acceptable solutions. In this situation ALTPRO found an opportunity to launch its know-how by focusing on the special market of railway safety technology.

Key words– axle counter BO23, railwheel sensor ZK24, switch on/off point UTR/ITR, Altpro

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

НЕГАТИВНИ АСПЕКТИ ПРИМЕНЕ САВРЕМЕНИХ РАЧУНАРСКИХ ТЕХНИКА У ПРОЈЕКТОВАЊУ ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ

Александар НАУМОВИЋ[1]
Синиша МАРИЋ[2]

Резиме *– Железничка инфраструктура изискује стриктно поштовање основних принципа пројектовања. Развојем рачунарске технике јавила се могућност скраћења времена потребног за израду пројеката. На жалост, пракса је показала да се нови алат масовно отргао контроли, тако да уместо да буде средство, постаје сам себи циљ. Нове генерације пројектаната углавном пројектују у виртуалном окружењу. Виртуални пројектант, се одлично сналазе у нестварном свету који изграђују савремени програмски пакети, али без осећања за реални простор. Услед нерационалне и неадекватне примене програмских пакета, често се време израде пројеката пролонгира уместо да се скраћује. Као последица свега тога, трпи фаза извођења радова, тако да изведено стање све ређе прати пројектовано, што опет има директне последице на експлоатацију железничких инфраструктурних објеката.*

Кључне речи – железничка инфраструктура, савремене рачунарске технике, виртуално пројектовање, железнички инфраструктурни објекат

1. УВОД

Железничка инфраструктура, као изузетно крут систем у простору, а за пројектовање далеко компликованији од друмске инфраструктуре, јер поред строжих просторних ограничења захтева и тесну сарадњу инжењера различитих струка, приликом пројектовања изискује стриктно поштовање основних пројектантских принципа:

- почетна сагледавања могућих пројектних решења у бироу, на основу расположивих података,
- мултидисциплинарно и свеобухватно инжењерско рекогносцирање терена у циљу верификације и модификације основних решења добијених у бироу,
- израда коригованих (или нових) пројектних решења на основу реалних теренских ограничења,
- геодетска снимања терена у појасу неопходном за израду коначног решења,
- израда коначног решења које има све елементе потребне да се тражени инфраструктурни објекат "пренесе" из пројекта у реални простор.

2. МОГУЋНОСТИ УНАПРЕЂЕЊА ПРОЦЕСА ПРОЈЕКТОВАЊА УСЛЕД РАЗВОЈА РАЧУНАРСКЕ ТЕХНИКЕ У ПРОЈЕКТОВАЊУ ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ

Развојем рачунарске технике у последњих двадесетак година јавила се могућност значајног скраћења времена потребног за израду пројеката, од почетне фазе па све до фазе реализације пројекта. Темпо развоја рачунарске технике праћен је и адекватним развојем корисничких програмских пакета који се користе као помоћ приликом пројектовања, све у циљу бољег, а пре свега бржег процеса пројектовања, што за циљ има повећање продуктивности и квалитета. Свим нивоима пројектаната је пружена могућност да за исто време изврше далеко већи број операција, у зависности од свог места, значаја и улоге у пројекту.

[1] Александар Наумовић, дипл.грађ.инж, руководилац пројекта развоја грађевинске инфраструктуре, ЈП "Железнице Србије, Сектор за стратегију и развој, Београд, Немањина 6, snaum@yubc.net
[2] Синиша Марић, дипл.саобр.инж, руководилац пројекта за развојну техничку документацију, ЈП "Железнице Србије, Сектор за стратегију и развој, Београд, Немањина 6, sofiana@ptt.yu

3. НАЈЧЕШЋИ ПРИМЕРИ ПОГРЕШНИХ ПРИСТУПА ПРИМЕНИ САВРЕМЕНЕ РАЧУНАРСКЕ ТЕХНИКЕ У ПРОЈЕКТОВАЊУ ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ

На жалост, скорашња пракса је показала да се овај нови, изузетно моћан пројектантски алат, масовно отргао контроли, тако да је, уместо да буде средство, постао сам себи циљ. У жељи да скрате време потребно за израду пројеката, пројектанти све више избегавају инжењерско рекогносцирање терена, слепо се ослањајући на податке добијене од геолога, геодета, просторних планера и других струка које учествују у изради пројеката, без неопходне инжењерске верификације. Синтезна карта ограничења, на коју се нове генерације пројектаната углавном ослањају, дефинитивно не може да представља замену за инжењерско рекогносцирање. Она по својој суштини и намени не представља улазни податак за пројектовање, већ је првенствено намењена ревиденту као један од показатеља за утврђивање да ли је решење коректно испројектовано. На тај начин, уместо да пројектују у реалном, нове генерације пројектаната углавном пројектују у виртуалном окружењу. Виртуални пројектанти, који у суштини представљају сурогат инжењера, се одлично сналазе у свом нестварном свету који изграђују савремени програмски пакети (чија је намена подршка пројектовању), али без осећања за реални простор и време.

Као најчешћи пример погрешног приступа примене савремених рачунарских техника у пројектовању железничке инфраструктуре представља коришћење програмских пакета за пројектовање друмских саобраћајница приликом израде главних пројеката железничких пруга и станица. По правилу се, приликом пројектовања осовине колосека, супротно важећим прописима за дефинисање прелазне кривине уместо кубне параболе примењује клотоида. Као аргумент овоме обично се наводи релативно мала разлика која се јавља између ове две математичке функције у случају дугачких прелазних кривина, пренебрегавајући при том чињеницу да шинско возило нема слободу ни могућност "поправке" несавршености математичке функције за прелазну кривину коју имају друмска возила. Точак железничког шинског возила прати шину, а не криву трагова. На страну то што се у ствари уместо клотоиде у прорачуну користе апроксимативне математичке функције (што је за пројектовање и експлоатацију друмских саобраћајница потпуно прихватљиво), које још више одступају од функције кубне параболе. Као последица тога јављају се проблеми у експлоатацији, а услед повећаног бочног хабања главе шине аутоматски се скраћује век трајања горњег строја железничке пруге. Услед овога се јавља и појачано хабање венаца точкова, што опет ствара оштећења главе шине, која поред негативног утицаја на трајност горњег строја изазивају и додатну емисију буке на контакту шине и точка нивоа 2-5dB(A).

Такође, у процесу пројектовања се по правилу инсистира на милиметарској прецизности, не улазећи при том у реална ограничења прецизности и тачности улазних података од којих се формира дигитална геодетска подлога. Излазни податак прецизнији од улазног не постоји у математици, али, веровали или не, постоји у актуелној инжењерској пракси. Даље, дигиталне геодетске подлоге опет све чешће формирају не геодети, који су квалификовани и овлашћени за израду геодетских подлога, већ пројектанти - грађевински инжењери, који за то ни у ком случају нису стручни. На овај начин пројектант потпуно непотребно и неоправдано губи значајно време на припреми дигиталне геодетске подлоге чији је квалитет по правилу незадовољавајући. Како геодетска подлога незадовољавајућег квалитета не може послужити као основа за коректно пројектантско решење, уопште не зачуђује појава да су пројектовани и изведени колосек просторно неусаглашени, да се накнадно уздижу коте перона и товарних рампи да би се постигла прописана висина од горње ивице шине, да је неопходна уградња материјала доњег и горњег строја у количинама знатно већим од оних предвиђених пројектом, да се реализацијом пројектованог решења непотребно нарушава функционалност појединих објеката, итд.

Поред овога, јавља се још један својеврсан парадокс: услед нерационалне и неадекватне примене програмских пакета, често се време израде пројеката пролонгира уместо да се скраћује (што опет директно утиче на цену израде техничке документације). Под пројектом у дигиталној форми често се априори подразумева да сви графички прилози морају бити (по сваку цену) рађени применом AUTO CAD - а или неког сличног софтверског пакета, без обзира на подесност примене. Као и код сваке друге употребе алата, потребно је за конкретне радове користити одговарајуће алатке. Тај принцип је исти било да се ради пројектовању или о једноставном бушењу рупа за типлове. Исто као што се вибрациона бушилица не може користити за свако бушење рупе у зиду, тако ни сваки графички прилог у пројекту не треба бити рађен у CAD - у. Пројектанти морају бити свесни тога, јер је недопустиво да процес пројектовања који базира на примени савремене рачунарске технике траје дуже и буде скупљи од превазиђеног

класичног процеса израде пројеката (не и процеса пројектовања, јер се он није променио). У пројектовању се морају користити софтверски пакети, али њихова примена мора бити сврсисходна и функционална, иначе је потпуно бесмислена.

Осим тога, извршена је и веома штетна прерасподела рада у оквиру процеса пројектовања, јер је дошло до својеврсне деградације: са аспекта посла који обављају, инжењери су током година све више постајали техничари, а техничари су све више постајали технички цртачи. До овога је дошло у време смене генерација, када су искусни инжењери старог кова (који у свом раду нису уопште, или веома ограничено користили рачунаре), у жељи да рационализују време и радну снагу потребна за израду пројеката, од (тада) младих инжењера (који су се још на факултету почели да користе достигнућа савремене рачунарске технике) тражили да све више обављају део посла који су до тада радили искусни техничари. У прво време то је давало резултате, али се током времена негативно одразило на квалитет пројектовања. Млади инжењери су током година од сарадника постали носиоци пројектовања, али нису добијали адекватне сараднике, што се дугорочно негативно одразило на процес пројектовања, како у погледу квалитета, тако и у погледу времена потребног за пројектовање.

4. ЗАКЉУЧАК

Генерално, пројекат првентствено треба да буде функционалан, а не само "лепо упакован". На жалост, у пракси се масовно поступа супротно. Као последица свега тога, трпи фаза извођења радова, тако да изведено стање све ређе прати пројектовано. То опет има директне последице на експлоатацију железничког инфраструктурног објекта, што се вишеструко негативно одражава на функционалност и трошкове одржавања.

Неопходно је да се, док је још време, направи заокрет и прекине са овом штетном праксом. Уколико се овај тренд настави, за дестак година у Србији нећемо имати пројектанте способне да испројектују функционалан објекат железничке инфраструктуре. Уколико се то догоди, бићемо принуђени да за пројектовање ангажујемо стране пројектанте, што би значило повратак на стање када је Кнежевина Србија кренула у подухват изградње железничке пруге Београд - Ниш, што је недопустиво!

С обзиром на могуће последице, потребно је да се овом проблему озбиљно приступи, не само у пројектним кућама, већ и на високошколским установама које школују инжењере. Студенти не смеју са дипломом донети и погрешну слику о могућностима и начину примене рачунара у пројектовању, као и о самом процесу пројектовања железничких инфраструктурних објеката.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Душан Бајић: "Основи пројектовања железничких пруга", Грађевински факултет Универзитета у Београду, Београд, 1978.

[2] Др Саво Јањић: "Железничке станице", Грађевински факултет Универзитета у Београду, Београд, 1983.

[3] Др Радослав Стојадиновић: "Механика тла", Грађевински факултет Београд и Научна књига Београд, Београд, 1978.

[4] Правилник 314 ЗЈЖ (Правилник о одржавању горњег строја железничких пруга Југословенских железница), Заједница Југословенских железница, Београд 1998. године.

NEGATIVE ASPECTS OF IMPLITATION OF IT TEHNOLOGIES IN DESIGNING PROCESS OF RAILWAY INFRASTRUCTURE

Aleksandar NAUMOVIĆ
Siniša MARIĆ

Abstract: The railway infrastructure demands a strict commitment to basic principals of designing process. The development of IT Technologies opens possibilities for shortness of time working on the design. Unfortunately, practice shows that new tool goes on without control so it becomes a purpose for itself instead to be support. New generations of designers work in a virtual world. Virtual designers work well in unrealistic world of software packages without a sense for real space. So, the time for working on the project is often prolonged because of irrational and inadequate implementation of software packages. As a result of these phenomena the situation on the field very rare is in accordance with designing process so the impact on the exploitation of the railway infrastructure objects is obvious.

Key words – Railway Infrastructure, IT Technologies, Virtual Designing, – Railway Infrastructure Object

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

INTEROPERABILNOST I STANDARDIZACIJA ŽELEZNIČKE INFRASTRUKTURE – EVROPSKA ISKUSTVA

Zdenka POPOVIĆ[1]

Rezime *–Evropska unija (EU) je donela niz propisa sa ciljem da se postigne otvaranje, međusobno povezivanje i usaglašavanje nacionalnih železničkih mreža u okviru evropske mreže. U radu se prikazuju iskustva pojedinih železničkih uprava u preduzimanju mera i aktivnosti za tehničko normiranje železničke infrastrukture.*

Ključne reči – interoperabilnost, standardizacija, železnička infrastruktura.

1. POJAM INTEROPERABILNOSTI

Reč interoperabilnost, koja se tako teško prevaljuje preko usana i na prvi pogled kazuje gotovo ništa, zapravo je veštačka tvorevina koju su osmislili evropski organi vlasti. Tumačenje ovog izraza ne može se naći ni u Vujaklijinom „Leksikonu stranih reči i izraza“, još uvek ni u nemačkom „Dudenu“, niti u bilo kom sličnom evropskom leksikonu.

Pod interoperabilnošću u razmerama evropskog zakonodavstva podrazumeva se stanje jedinstva, ili u najmanju ruku mogućnost povezivanja i funkcionalne harmonizacije međusobno uslovljenih delova sistema. Na osnovu takve definicije, interoperabilnost za železničku mrežu na teritoriji EU treba da uspostavi preduslove za formiranje kompatibilne infrastrukture, tehničkih postrojenja, sistema za snabdevanje i vozila.

Jedan od preduslova svakako je utvrđivanje minimalnog nivoa tehničke usaglašenosti različitih državnih železničkih sistema zemalja članica sa ciljem da se obezbedi kontinualan saobraćaj na teritoriji čitave Unije.

2. INTEROPERABILNOST U OBLASTI ŽELEZNICE

U EU se intenziviraju napori za revitalizacijom i otvaranjem tržišta za železnički saobraćaj. Ovo ima za posledicu restruktuiranje unutar železnice zemalja članica Unije i stvaranje novih odnosa u železničkom saobraćaju na teritoriji EU i šire.

EU planira porast obima saobraćaja na železnici, tako da interoperabilnost pruža institucionalne okvire za razvoj železničkog saobraćaja velikih brzina i za konvencionalni transevropski železnički sistem.

Za sektor železnice prve mere interoperabilnosti stupile su na snagu 23. jula 1996. godine usvajanjem Uputstva 96/48/EU o interoperabilnosti transevropskog sistema železnice za velike brzine. Sledeći važan korak za železnicu dogodio se 19. marta 2001. godine usvajanjem Uputstva 2001/16/EU o interoperabilnosti konvencionalnog transevropskog sistema železnice. U međuvremenu usledile su izmene oba Uputstva 29.04.2004. godine.

Uputstva interoperabilnosti utvrđuju osnovne zahteve i definišu tehničke standarde. Na taj način obezbeđuje se harmonizacija evropskih standarda.

„Harmonizacija“ je takođe novi pojam u zakonodavstvu EU. Na osnovu objašnjenja koje daje Savezna centrala za političko obrazovanje iz Bona, pod harmonizacijom se podrazumeva ujednačavanje, korigovanje, odnosno usaglašavanje različitih pravnih propisa. Na taj način EU teži da osigura da evropsko pravo jednako važi za sve građane Unije u svim zemljama članicama. Harmonizacijom u oblasti privrede treba da se uspostavi fer konkurencija i da se uklone prepreke u svim vrstama prometa, odnosno razmena. Iz ove definicije jasno je u kom smislu se pojam harmonizacija odnosi na železnički saobraćaj.

U EU narednih godina se očekuje veliki skok u svim vidovima saobraćaja. Na osnovu utvrđenih problema u oblasti kapaciteta i zaštite životne sredine došlo je do zaokretanja kursa saobraćajne politike. Cilj je da se razreši funkcionisanje sadašnjeg saobraćajnog sistema u Evropi na granici kapaciteta i da se smanji zagađenje životne sredine i troškovi za rešavanje problema ekološkog zagađenja, koji iz toga slede kao neminovna posledica.

Potpisivanjem protokola u Kjotu 12. decembra 1997. godine EU se obavezala da smanji emisiju gasova. Postavljanje ovakvog cilja popravlja položaj železnice u konkurenciji sa ostalim vidovima saobraćaja.

Komisija EU je u objavljenoj beloj knjizi „Saobraćaj“ na osnovu iscrpne analize zatečene

[1] Doc.dr Zdenka Popović,dipl.građ.inž., Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, zdenka@grf.bg.ac.yu

saobraćajne situacije u smislu kapaciteta i ekologije objavila značajne korekcije evropske saobraćajne politike.

U konceptu ove Komisije železnički saobraćaj ima istaknutu ulogu. Cilj je značajno povećanje udela šinskog saobraćaja u odnosu na drumski. U tom smislu očekuje se revitalizacija železničkog saobraćaja i uspostavljanje principa interoperabilnosti.

Ilustracija za zainteresovanost Unije da sprovede principe interoperabilnosti u oblasti železnice je izjava komesara za saobraćaj gospođe De Palacio: „Svi napori da se u Uniji uspostavi železnički saobraćajni sistem velikog kapaciteta koji je konkurentan drugim vidovima saobraćaja padaju u vodu, sve dok postoji petnaest odvojenih sistema ograničenih okvirima nacionalnih mreža“.

Za harmonizaciju železničkog saobraćajnog sistema najveću prepreku predstavljaju tehničke razlike. Da bi se ove razlike otklonile neophodno je napraviti tehničku standardizaciju koja bi omogućila interoperabilnost železničkih podsistema. Naime, iz praktičnih razloga pokazalo se neophodnim da se transevropski železnički sistem zbog svog obima i kompleksnosti rastavi na podsisteme. Otuda podela na tzv. strukturno i funkcionalno područje. Strukturno područje čini infrastruktura, energija, signalno-sigurnosni sistem, saobraćaj i vozila. Funkcionalno područje čini održavanje i primena telematike u oblasti putničkog i teretnog saobraćaja.

Sa ciljem da se ukaže na konstruktivni pristup izrade zakonske i tehničke regulative, prikazuje se trostepeni koncept nadležnosti u donošenju uputstava, tehničkih uslova i standarda u okvirima EU.

Naime, aktuelni koncept EU se sastoji iz 3 nivoa:

1. Evropski parlament i Savet evropske unije na predlog Komisije za saobraćaj i odgovarajućih odbora doneo je gorepomenuta Uputstva 96/48/EU i 2001/16/EU. U Savetu EU nalaze se resorni ministri i ministarke svih zemalja članica što obezbeđuje kompetentnost i dalje sprovođenje u okvirima zakonodavstva zemalja članica.
2. Odbori koji su učestvovali u predlaganju Uputstava (u ovom slučaju Odbori za ekonomska, socijalna i regionalna pitanja), zbog ukupne složenosti konvencionalnog sistema transevropske železnice, kao i sistema za velike brzine, propisuju tehničke karakteristike (tzv. TSI- tehničke specifikacije interoperabilnosti) za svaki od podsistema posebno (infrastruktura, energija, signalno-sigurnosni sistem, saobraćaj, vozila, održavanje i telematika u oblasti putničkog i teretnog saobraćaja). Ove odredbe važe na teritoriji cele Unije.
3. Na trećem nivou Evropski komiteti za standardizaciju CEN, CENELEC, ETSI i Evropska železnička unija UIC, kao i nacionalne službe za donošenje propisa donose odgovarajuće EN i UIC standarde, odnosno propise.

Evropski komitet za normiranje CEN (fr. *Comite Europeen de Normalisation*; eng.: *European Committee for Standardization*) je najveća organizacija za standardizaciju u Evropi za sve oblasti tehnike, izuzev elektrotehnike i telekomunikacija. Standardizacijom iz oblasti elektrotehnike na nivou Evrope bavi se CENELEC, dok je za oblast telekomunikacija zadužen ETSI. Do sada su komiteti za standardizaciju uradili veliki broj standarda iz oblasti železnice (na osnovu naloga Evropske komisije), čija je primena fakultativna. Ipak, odstupanja od postojećih standarda moguća su na osnovu obrazloženja.

Najveći broj CEN normi urađen je iz oblasti trasiranja, gornjeg stroja i inženjerskih objekata.

Tehničke karakteristike (TSI) utvrđuju se kao osnovni specifični zahtevi posebno za svaki podsistem železnice. Iskazuju se u vidu tehničkih parametara, tehničkih uslova na mestima priključenja i traženih kapaciteta sa ciljem da se otklone sve prepreke i ometanja na putu nesmetanog saobraćaja vozova na teritoriji Unije. Da bi se dostigli ovi važni ciljevi EU je za oblast interoperabilnosti železnice oformila poseban Komitet (tzv. Gremium) koji u skladu sa odredbama Uputstava 96/48/EU i 2001/16/EU okuplja predstavnike železničke infrastrukture, preduzetnika i industrije. Komitet je izradio nacrt, odnosno predlog tehničkih specifikacija interoperabilnosti.

Dalji značajan korak učinjen je 29.04.2004.godine kada je Parlament i Savet EU usvojio Uputstvo 2004/49/EG o bezbednosti na železnici EU. Istog dana osnovana je Evropske železnička agencija (*European Railway Agency* -ERA). Na osnovu pomenutog Uputstva 2004/49/EU u sastav ERA ulaze i predstavnici službi za bezbednost železnice. ERA rukovodi radom stručnih grupa. Stručne grupe se bave iznalaženjem konkretnih rešenja iz oblasti interoperabilnosti i bezbednosti železnice. ERA podnosi Evropskoj komisiji predloge za donošenje odluka iz oblasti interoperabilnosti i bezbednosti železnice. Komisija EU na osnovu mišljenja odbora sastavljenih od predstavnika zemalja članica usvaja ove predloge i nakon toga ih objavljuje u vidu odluka.

Komisija EU je u maju 2002. godine usvojila tehničke specifikacije za interoperabilnost transevropskog železničkog sistema za velike brzine. Tekst je stupio na snagu 01.12.2002. godine. To znači da svi zahvati u vezi novih i postojećih pruga za velike brzine EU moraju biti praćeni od strane nadležnih službi EU za ispitivanje i kontrolu kvaliteta.

Za oblast konvencionalnog transevropskog železničkog sistema do sada su objavljene tehničke specifikacije samo za oblast buke i za primenu telematike u oblasti teretnog saobraćaja. Ostale tehničke specifikacije su u fazi izrade. To praktično znači da se kontrola od strane nadležnih službi još

uvek ne primenjuje za oblasti za koje nisu usvojene odgovarajuće TSI.

Zakonska i tehnička regulativa iz oblasti interoperabilnosti železničke mreže EU donosi konkretne zadatke planerima, projektantima, izvođačima, zaposlenima i celokupnoj industriji namenjenoj železničkom saobraćaju.

Ovi zadaci se pored ostalog sastoje u oceni usaglašenosti i upotrebljivosti svih komponenata interoperabilnosti (pomenuta Uputstva definišu pojam komponenta interoperabilnosti kao svaki materijalni i nematerijalni produkt (npr. softver) koji je ugrađen ili treba da se ugradi u odgovarajući železnički podsistem).

Za svaki podsistem transevropskog železničkog sistema zahteva se kontrola od strane nadležne službe EU počevši od faze planiranja i projektovanja do puštanja u saobraćaj. Ovo ukazuje na praktično najznačajniji aspekt TSI koji se odnosi na premeštanje nadležnosti za ispitivanja i kontrolu sa do sada nacionalnih službi na tzv. "nadležne službe" EU.

Svi proizvođači komponenata dužni su da stave na uvid odgovarajuće dokaze o izvršenom ispitivanju kvaliteta, koje izdaje nadležna služba. Nakon sprovođenja postupka ispitivanja i kontrole po proceduri nadležne službe ovlašćene od strane EU, potvrda o kvalitetu jednako važi za sve zemlje članice na celoj teritoriji Unije.

Odobrenje za puštanje u rad/saobraćaj svakog podsistema daje nadležna služba EU na osnovu izvršenog ispitivanja od strane nadležne službe za interoperabilnost.

3. AUSTRIJSKA ISKUSTVA

Stvaranje konturnih uslova od strane EU u vezi sa interoperabilnošću i bezbednošću evropske železnice zahteva konkretne mere u oblasti tehničkih propisa zemalja članica.

U međuvremenu, kako bi se ubrzao proces uređenja evropske železnice bez granica, proširilo i ubrzalo otvaranje železničkog tržišta, EU je donela dva paketa mera za železnicu. Prvi paket mera iz marta 2003. godine odnosi se isključivo na tržište teretnih vozova koji saobraćaju preko granica, dok bi drugi paket mera omogućio otvaranje unutrašnjih tržišta teretnih vozova, čime bi se postiglo otvaranje gotovo cele mreže.

Zbog toga se u Austriji smatra da je pored ostalog neophodno napraviti opšte tehničko uputstvo za oblast železnice. Na osnovu graničnih uslova EU i austrijskog Zakona o železnici, Savezno ministarstvo za saobraćaj, inovacije i tehnologiju (BMVIT - Bundesministerium für Verkehr, Inovation und Technologie) naložilo je nadležnom stručnom telu za drumski i šinski saobraćaj (FSV-Forschungsgesellschaft Straße - Schiene – Verkehr) da izradi Tehnički pravilnik za železnicu.

Prva faza izrade odnosi se na prevođenje postojećih austrijskih građevinsko-tehničkih propisa (koji odgovaraju savremenim tehničkim zahtevima) u opšti tehnički pravilnik za upotrebu na glavnim i sporednim prugama Austrije.

Zbog toga je stručno telo FSV reorganizovano za potrebe realizacije tehničkog pravilnika za železnicu.

Uprava FSV je proširena predstavnicima Saveznog ministarstva BMVIT i grupe za šinski saobraćaj FSV, kao i predstavnicima infrastrukture i saobraćaja ÖBB AG (Akcionarsko društvo Austrijske železnice).

Na isti način izvršeno je proširenje sastava Upravljačkog saveta.

Stručni savet za šinski saobraćaj čine predstavnici Tehničkog univerziteta u Beču, Saveznog ministarstva BMVIT, predstavnici Železnice, inženjera i privrede. Radom ovog tela rukovodi TU Beč i BMVIT.

Stručno telo FSV donosi i objavljuje pravilnike i propise za železnicu. Ipak, pored toga BMVIT podnosi tekst na uvid i pregled Evropskoj komisiji.

4. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljena evropska politika harmonizacije železničke mreže i evropski koncept donošenja zakonskih i tehničkih propisa iz ove oblasti. Jasno je da bi realizacija ove ideje vremenom doprinela efikasnijem, bezbednijem i ekonomičnijem železničkom transportu. Na nivou EU još uvek postoje brojne političke i tehničke poteškoće da ova ideja realno u potpunosti zaživi.

EU je zainteresovana za kvalitetno i pouzdano funkcionisanje železničkog saobraćaja ne samo unutar svoje teritorije, već i za saobraćaj izvan svojih granica. Zato postoji interes zemalja zainteresovanih za pristup Uniji da otpočnu blagovremeno sa usaglašavanjem svojih institucija i zakona sa evropskim. U tom smislu Evropska komisija razvija dva prioriteta:

1. uspostavljanje institucija za upravljanje kako bi se osiguralo ispunjenje obaveza prema Uniji i
2. pružanje razvojnih investicija za sektor saobraćaja.

Da bi se u budućnosti realizovala kompleksna ideja interoperabilnosti železničkog sistema EU neophodno je značajno investiranje u oblast edukacije, kako budućih kadrova, tako i permanentne stručne edukacije zaposlenih na železnici. Pored toga, od presudnog značaja je bolja motivacija zaposlenih kroz pružanje kvalitetnijih uslova za rad.

S obzirom na to da je u Evropi u toku uspostavljanje novog režima studiranja prema Bolonjskoj deklaraciji, buduća unificirana stručna osposobljenost kadrova bitan je preduslov realizacije interoperabilnosti železničkog sistema EU.

Za Železnicu Srbije je od posebnog praktičnog značaja sumiranje iskustava Železnice Slovenije (SŽ) kao bivšeg dela mreže JŽ, sa sličnim polaznim

problemima prilikom evropske integracije (videti lit.[3]).

LITERATURA

[1] H.J. Knopp, E. Jänsch: "Slowenische Eisenbahnen fit für Europa", ETR, S. 301-305, Mai 2006
[2] Richtlinie 2001/16/EG des Europäischen Parlamentes und Rates vom 19. März 2001 über die Interoperabilität des konventionellen transeuropäischen Eisenbahnsystems (Amtsblat der Europäischen Union L110 vom 20.04.2001)
[3] M. Walter: "Interoperabilität und technische Normung der Eisenbahninfrastruktur in Österreich", ETR, S. 312-315, Mai 2006

INTEROPERABILITY AND STANDARDIZATION OF RAILWAY INFRASTRUCTURE – EUROPEAN EXPERIENCES

Zdenka POPOVIĆ

Abstract – European Union (EU) has brought regulations in order to achieve opening, integration and harmonization of national railway networks in European rail network. This paper shows some experiences in undertaking measures and activities for technical standardization of railway infrastructure.

Key words – interoperability, standardization, railway infrastructure

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ULOGA ELASTIČNIH ELEMENATA GORNJEG STROJA U PRENOSU OPTEREĆENJA

Leposava PUZAVAC[1]
Zdenka POPOVIĆ[2]

Rezime *– Savremena rešenja gornjeg stroja sa betonskim pragovima u tucaničkom zastoru i konstrukcije koloseka na čvrstoj podlozi podrazumevaju primenu elastičnih elemenata. Elastična svojstva ovih elemenata treba da omoguće ograničeni ugib šine ispod osovinskog sloga definisane težine sa ciljem da se postigne udobna i mirna vožnja, minimiziraju troškovi održavanja vozila i koloseka, smanji emisija vibracija i buke. U radu su definisane osnovne postavke za dimenzionisanje elastičnih elemenata gornjeg stroja.*

Ključne reči – gornji stroj železnica, kolosek, elastični elementi, dimenzionisanje.

1. MOTIVI ISTRAŽIVANJA

Kolosek sa drvenim pragovima najveći deo svoje elastičnosti ostvaruje na osnovu elastičnosti zemljanog trupa (čak 40%), zatim elastičnosti pričvršćenja (25%), zastora (20%) i drvenog praga (15%). U uslovima velikih dinamičkih opterećenja i velike gustine saobraćaja trajnost drvenih pragova se smanjuje, što je pored ekološke neprimerenosti, još jedan argument da se elastični drveni prag u savremenim konstrukcijama koloseka zameni betonskim.

Konvencionalna rešenja koloseka sa betonskim pragovima ostvaruju potrebnu elastičnost povećanjem udela elastičnosti sistema pričvršćenja zbog objektivno redukovane elastičnosti betonskog praga. Pored toga, savremene konstrukcije koloseka sa betonskim pragovima povećavaju elastičnost upotrebom elastičnih elemenata ispod betonskih pragova i primenom elastičnih prostirki ispod tucaničke zastorne prizme.

Konstrukcije koloseka na čvstoj podlozi isključivanjem zastorne prizme kao najslabijeg elementa i njegovom zamenom višeslojnom nosećom podlogom, problem elastičnosti rešavaju primenom elastičnih sistema pričvršćenja i oslanjanja šina, povećanjem elastičnosti (umetanjem elastičnog sloja u betonski prag) i elastičnim oslanjanjem betonskog praga, elastičnim oslanjanjem betonske ploče.

Primeri iz savremene prakse nedvosmisleno pokazuju da se elastični elementi ne mogu slobodno kombinovati u konstrukciji gornjeg stroja. Tako npr. ne mogu se kombinovati stezaljke i gumene podloške proizvoljne krutosti, a krutost koloseka treba usaglasiti sa zbijenošću planuma. Jasno je da „meka“ podloška može dovesti do gubitka dodira stezaljke i nožice šine pod opterećenjem, kao što „tvrda“ podloška dovodi do povećanja udela opterećenja koje se prenosi u niže delove konstrukcije, uz opasnost od prekoračenja dozvoljenog opterećenja nižih slojeva.

Elastičnost šinskih oslonaca se unapred ograničava kako ne bi došlo do prekoračenja napona zatezanja u nožici i pritiska u glavi šine.

Sa druge strane, zbijenost planuma se ograničava tako da pod dinamičkim opterećenjem od saobraćaja ne bi došlo do drobljenja tucaničkog materijala u zastornoj prizmi, te narušavanja geometrije koloseka.

Elastični elementi u konstrukciji gornjeg stroja svojim ciljno projektovanim elastičnim i amotrizujućim svojstvima štite ostale elemente konstrukcije od opterećenja i vibracija. Zbog izrazite složenosti njihove uloge u konstrukciji, dimenzionisanje ovih elemenata zahteva laboratorijska ispitivanja i merenja, merenja u koloseku u realnim eksploatacionim uslovima pod saobraćajem i proračun na osnovu simulacionih modela.

U radu se predstavljaju različite varijante konstrukcije gornjeg stroja za kolosek u tucaničkoj zastornoj prizmi i kolosek na čvrstoj podlozi sa elastičnim elementima, koji dopuštaju ugib šine oko 1,5mm, i analizira uloga i svojstva njihovih elastičnih

[1]Asistent Leposava Puzavac,dipl.građ.inž., Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73, leposava@grf.bg.ac.yu
[2]Doc.dr Zdenka Popović,dipl.građ.inž., Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73, zdenka@grf.bg.ac.yu

elemenata.

Evropska železnica teži ograničenim ugibima šina u intervalu 1,2-1,5mm ispod pokretnog osovinskog opterećenja od 200kN. Ovakav ugib može se realno ostvariti pod saobraćajem na savremenom koloseku u zastoru ili na čvrstoj podlozi samo ciljnim dimenzionisanjem elastičnih elemenata uz uzimanje u obzir karakteristika krutosti ostalih elemenata i zbijenosti planuma. Ideja je da se ostvari tzv. homogenizacija krutosti gornje ivice šine. To znači da bi se nezavisno od primenjenog rešenja konstrukcije gornjeg i donjeg stroja postigla ujednačena dinamička krutost na dodiru točka i šine. Na taj način, odgovarajućim dimenzionisanjem elastičnih elemenata, teži se sledećim ciljevima:

- poboljšanju udobnosti vožnje,
- smanjenju habanja šine i točka, te stoga njihovom dužem veku trajanja i manjim troškovima održavanja,
- smanjenju naprezanja elemenata konstrukcije gornjeg i donjeg stroja železničke pruge,
- očuvanju geometrije koloseka u granicama tolerancije u što dužem vremenskom periodu,
- bitnom ograničenju emisije strukturne buke (vibracije i sekundarna buka) i u znatno manjoj meri ograničenju primarne buke.

2. ZADATAK ELASTIČNIH ELEMENATA

Elastična svojstva koloseka i njegovo dinamičko naprezanje u tesnoj su međuzavisnosti. Ciljnim dimenzionisanjem elastičnih elemenata može se odlučujuće uticati na naprezanje šina, zastora i elemenata konstrukcije donjeg stroja u vertikalnoj ravni.

Pored toga, izborom elastičnih svojstava elemenata konstrukcije gornjeg stroja bitno se određuje emisija vibracija, a u manjoj meri i emisija buke.

Elastični elementi u konstrukciji gornjeg stroja imaju dva osnovna zadatka: kvazistatičko i dinamičko dejstvo.

Kvazistatičko dejstvo ispoljava se u smanjenju intenziteta sila u oslonačkim presecima zbog elastičnog oslanjanja šine. U skladu sa smanjenjem sila u osloncima smanjuju se sile i naponi u nižim nosećim slojevima konstrukcije. Istovremeno povećavaju se naponi pritiska u glavi i naponi zatezanja u nožici šine.

Na osnovu povećanja elastičnosti gornje ivice šine dinamičko dejstvo se ispoljava opadanjem dinamičkih sila u dodiru točka i šine, koje nastaju kao rezultat nepravilnosti dodirne površine šine i točka. Ovaj efekat sve više dolazi do izražaja sa porastom eksploatacione brzine.

Tako npr. u praktičnim uslovima pri pojavi segmentnog habanja točka superponiranjem realizacije pomenuta dva osnovna zadatka dolazi do opadanja dinamičkih sila u dodiru točka i šine (dinamički efekat) i do povoljnije raspodele sila na niže delove konstrukcije na osnovu povećanja elastičnosti koloseka (kvazistatički efekat).

3. POLOŽAJ ELASTIČNIH ELEMENATA U KONSTRUKCIJI GORNJEG STROJA

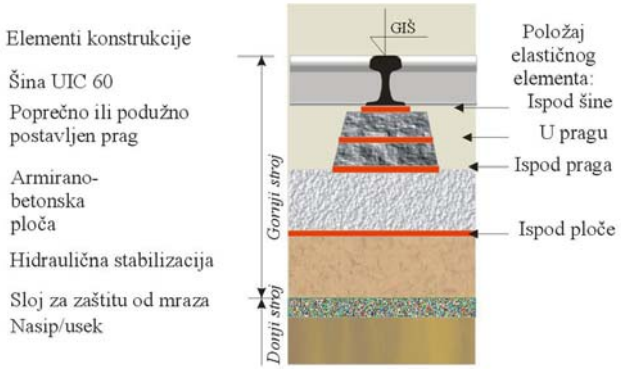
Na osnovu pregleda i analize savremenih inostranih iskustava predstaviće se različite mogućnosti primene elastičnih elemenata u konstrukciji gornjeg stroja.

Za izradu elastičnih elemenata u analiziranim rešenjima koriste se elastomer i guma. Pored toga, postoji mogućnost primene čelika u vidu čeličnih opruga. S obzirom na to da se čelične opruge primenjuju retko, ovakva rešenja nisu predmet dalje analize.

Elastomeri se koriste kao penasti materijali sa zatvorenim i otvorenim porama. Elastičnost se ostvaruje na bazi promene zapremine materijala. Elastični polimerni materijali imaju izuzetno postojane osobine.

Elastični elementi od gume izrađuju se kao relativno tvrdi neprofilisani i meki profilisani, a elastičnost ostvaruju na osnovu promene oblika. Kontrola elastičnosti ostvaruje se izborom tvrdoće gume, debljine materijala i profilacijom.

3.1. Elastični elementi u konstrukciji koloseka na čvrstoj podlozi



Slika 1. Mogući položaji elastičnih elemenata

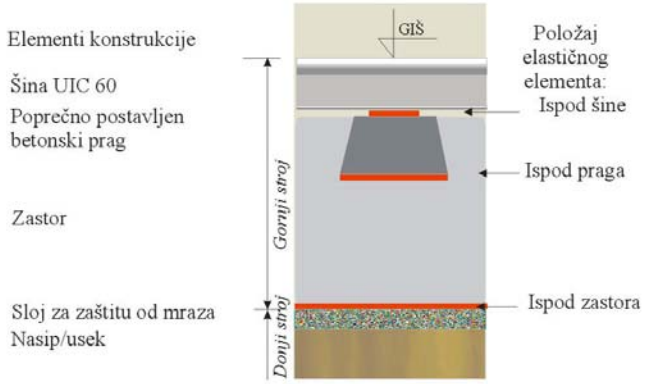
Posmatrajući od ravni dodira točka i šine naniže postoje sledeće mogućnosti primene elastičnih elemenata, kao što je predstavljeno na slici 1:

- elastični element ispod nožice šine: najčešće diskretno elastično oslonjena, a ređe kontinualno oslonjena šina (npr. sistem Infundo),
- elastični element u telu praga, ugrađen na polovini visine praga sa ciljem da se smanji prenos strukturne buke na betonsku ploču (System Akustisch Innovative FF),
- elastični element ugrađen ispod betonskog praga (npr. elastično "obuveni" pragovi sa elastičnim elementom ispod i na bočnim

površinama praga, kao npr. kod sistema primenjenog u tunelu Sonnenville i elastično oslonjeni pragovi kao kod sistema Sato),
- elastični element ugrađen ispod noseće ploče (npr. sistem Porr sa prefabrikovanom nosećom pločom elastično oslonjenom na nosećoj betonskoj ploči betoniranoj na licu mesta).

3.2. Elastični elementi u koloseku u tucaničkoj zastornoj prizmi

Mogućnosti ugrađivanja elastičnih elemenata prikazane su na slici 2 i odnose se na sledeće pozicije:
- elastični element ispod nožice šine: elastična pričvršćenja sa elastičnom podloškom i elastičnim umetkom, kao npr. sistem Ioarv 300 sa c_{stat}=22,5kN/mm, ili sistem BWG/WBG sa izrazito mekim umetkom sa c_{stat}=10,0kN/mm,
- elastični element ispod oslonačke površine betonskog praga (npr. prag B70W sa c_{stat}=35-70kN/mm),
- elastične prostirke (npr. Clouth, Getzner, Phoenix) ispod tucaničke zastorne prizme, koje se po pravilu primenjuju na pružnim deonicama u tunelu i na mostovima koritastog poprečnog preseka sa obaveznim bočnim držanjem zastorne prizme.



Slika 2. Mogući položaji elastičnih elemenata

3.3. Elastični elementi u specijalnim konstrukcijama gornjeg stroja

Pod specijalnim konstrukcijama gornjeg stroja podrazumevaju se konstrukcije gornjeg stroja koje treba da ispune posebne zahteve, kao npr.:
- Sistemi sa ogibljenim pločama, koji su našli primenu u plitko položenim tunelima za redukovanje vibracija i strukturne buke. Izrađuju se kao konstrukcije koloseka na čvrstoj podlozi i kao kolosek u zastoru u betonskom koritu sa elastično oslonjenom nosećom pločom. Poznata su rešenja sa tačkastim, trakastim i površinskim elastičnim oslanjanjem noseće ploče;
- Poznati sistem Groetz koji je u Evropi našao primenu na otvorenoj pruzi kao rešenje sa redukovanom emisijom vibracija u okolinu. Rešenje se često primenjuje pri vođenju trase železničke pruge kroz urbano područje, sa ciljem da se očuva kvalitet života stanovništva u okolini železničke pruge. Ovaj sistem sadrži elastičnu podlošku ispod nožice šine i elastičnu prostirku na gornjoj površini betonskog korita, ispod tucaničke zastorne prizme;
- Sistemi sa ramovskim prethodno napregnutim betonskim pragovima namenjeni deonicama pruge na tlu male nosivosti. Kod ovakvih sistema šina se postavlja na relativno tvrdu podlošku, dok se prag polaže na relativno mek elastični sloj sa ciljem da se smanji naprezanje donjih slojeva konstrukcije i tla.

4. DINAMIČKA KRUTOST

Značajna osobina elastičnih elemenata na osnovu koje se vrši njihovo dimenzionisanje je dinamička krutost izražena u kN/mm, ili dinamički modul podloge N/mm^3. Za korišćenje numeričke vrednosti dinamičke krutosti u postupku dimenzionisanja važno je poznavati ponašanje ovog parametra, za koje je od značaja sledeće: slaba nelinearnost dijagrama "sila-put", izrazita zavisnost od frekvencije i temperature, postojanost kroz vreme (povećanje krutosti usled starenja), zavisnost od načina ugrađivanja.

Za svaki elastični element proizvođač je dužan da stavi na raspolaganje nabrojane uticaje na dinamičku krutost.

Generalno se može zapaziti da sa porastom frekvencije raste i krutost elastičnih elemenata. Ovaj efekat se u literaturi opisuje kao "dinamičko stvrdnjavanje". Pri svim opitima uočena je uvek manja statička krutost od dinamičke, pri čemu krutost raste sa porastom frekvencije.

U oblasti niskih frekvencija do oko 40Hz (što je merodavna oblast frekvencija za određivanje ugiba ispod osovine vozila u saobraćaju) može se reći da je dinamička krutost u zavisnosti od vrste materijala za nekoliko procenta do preko 100% veća od statičke. Tako npr. prema navodima proizvođača (za frekvenciju 40Hz i pritisak 0,03 N/mm^2) prostirka ispod zastora tipa Getzner Sylodyn DN 325 ima dinamički moduo 0,047N/mm^3 u odnosu na statički moduo podloge 0,036N/mm^3, što je porast za (0,047-0,036)×100/0,036=31%.

U oblasti srednjih i visokih frekvencija (40-400Hz i veće) još je značajnija razlika dinamičke i statičke krutosti. Tako npr. prema podacima pomenutog proizvođača za frekvenciju 160Hz i pomenuti pritisak 0,03 N/mm^2 prostirka ispod zastora ima za 45% povećanje dinamičkog modula u odnosu na statički moduo podloge.

Sa padom temperature elastični elementi pokazuju

povećanje krutosti. Pri upotrebi elastičnih prostirki ispod zastorne prizme praksa je pokazala da upijanje vode i formiranje ledenih sočiva drastično povećava krutost.

Zato se pri niskim temperaturama uočavaju manji ugibi šina, a u skladu sa tim i veće opterećenje zastora i konstrukcije donjeg stroja.

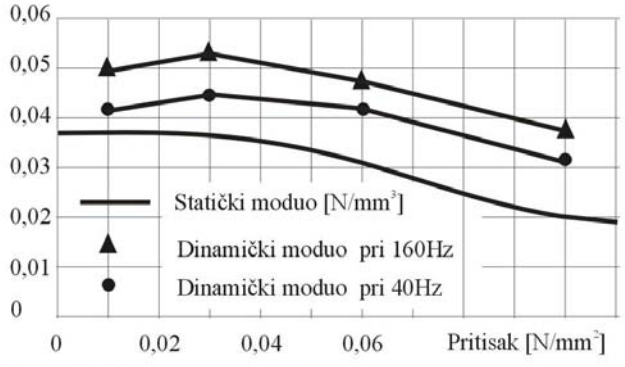
Takođe, drastično opada učinak elastičnih elemenata u pogledu smanjivanja emisije vibracija i buke, te o tome valja voditi računa. Donekle se negativni učinak niskih temperatura može ograničiti izborom materijala za izradu elastičnih elemenata.

Starenjem materijala povećava se njegova krutost. Efekat se donekle može ublažiti upotrebom odgovarajućih omekšivača.

Pri primeni elastičnih umetaka i elastičnih podloški valja obratiti pažnju da na njihovu stvarnu elastičnost u ugrađenom stanju utiču uslovi ugrađivanja. Jasno je da na povećanje krutosti utiče sprečavanje bočnog širenja npr. zbog ugaonih pločica na koje se oslanja stezaljka. Takođe pritezanjem stezaljke dolazi do početnog smanjenja visine ugrađenog elastičnog elementa ispod nožice šine.

Pri upotrebi elastičnih prostirki ispod pragova sadejstvujuća površina tesno zavisi od kvaliteta podbijenosti zastora i temperaturno uslovljene savitljivosti praga. Sa porastom pritiska povećava se naležuća površina zrna tucanika i dolazi do rasta tzv. "kontaktne krutosti" zrna. Kontaktna krutost zavisi od granulacije tucanika. Dodatni efekat prigušenja postiže se trenjem zrna tucanika o bočne strane praga.

Isti stavovi u pogledu sadejstvujuće površine i kontaktne krutosti važe za elastične prostirke ispod tucaničke zastorne prizme. Izvod iz ispitivanja elastične prostirke Sylodyn DN 325 predstavljen je na slici 3 kao ilustracija prethodno iskazanih stavova.



Slika 3. Izvod iz ispitivanja modula oslanjanja za Sylodyn DN 325

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize različitih konstrukcija koloseka u zastoru i na čvrstoj podlozi, analize upotrebljenih elastičnih elemenata, njihove uloge i ponašanja u različitim uslovima može se zaključiti da realnu osnovu za analizu dinamičkog ponašanja koloseka ravnopravno čine merenja u koloseku, merenja u laboratoriji i proračunska analiza. Ni jedan od ova tri segmenta osnove za analizu dinamičkog ponašanja koloseka ne sme da se zapostavi, ili izostavi jer bi to uticalo na porast troškova i smanjenje pouzdanosti istraživanja. Ovo zahteva nova istraživanja u oblasti dimenzionisanja elastičnih elemenata sa ciljem da se omogući prognoza emisije vibracija i sekundarne buke, da se optimiziraju mere za snižavanje emisije vibracija u okolinu, da se proračunaju očekivana sleganja i naprezanja komponenata konstrukcije gornjeg i donjeg stroja.

LITERATURA

[1] F. H. Müller-Boruttau, N. Breitsamter: "Zur Dimensionierung Elastischer Elemente des Oberbaues", Ing.-Büro Dr.-Ing Müller-Borruttau Beratende Ingenieure BYIK, 2006.

[2] F. H. Müller-Boruttau, D. Ebersbach, N. Breitsamter: "Dynamische Fahrbahnmodelle für HGV- Strecken und Folgerungen für Komponenten", Ing.-Büro Dr.-Ing Müller-Borruttau Beratende Ingenieure BYIK, 2006.

ROLE OF THE RAILWAY SUPERSTRUCTURE ELASTIC ELEMENTS IN LOAD DISTRIBUTION

Zdenka POPOVIĆ
Leposava PUZAVAC

***Abstract** – Modern railway track superstructure solutions with concrete sleepers in ballast and slab track constructions assume the use of elastic elements. These elastic elements should provide target vertical deflection in the rail under defined axle load, in order to achieve comfortable ride, minimize maintenance costs and decrease vibrations and noise emissions. In this paper, basic assumptions for dimensioning of elastic elements in track superstructure are defined.*

***Key words** – Railway Track Superstructure, Track, Elastic Elements, Dimensioning*

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

PRAGOVI SA ELASTIČNIM PODLOŠKAMA-„OBUVENI“ PRAGOVI

Mirjana TOMIČIĆ-TORLAKOVIĆ[1]
Leposava PUZAVAC[2]

Rezime *– Na dinamičko ponašanje gornjeg stroja se može uticati ugradnjom elastičnih komponenti. S obzirom na to, položaj ugrađenih elastičnih elemenata je od bitnog značaja. Kao elastični elementi se koriste umeci ispod šina, podloške ispod podložnih pločica, pragovske podloške, ispod zastorne prostirke. Ovaj rad će se baviti različitim aspektima ugradnje pragova sa elastičnim podloškama, obimom njihove primene i njihovim istraživanjima.*

Ključne reči – pragovi, elastične podloške, buka, vibracije, zastor.

1. UVOD

U cilju umanjenja mana betonskih pragova, naročito tvrdog dodira sa zastorom i smanjenja troškova održavanja, pribeglo se ugrađivanju elastičnih podloški.

Pragovi sa elastičnim podloškama, ili popularno nazvani „obuveni“ pragovi imaju sledeće oblasti primene:

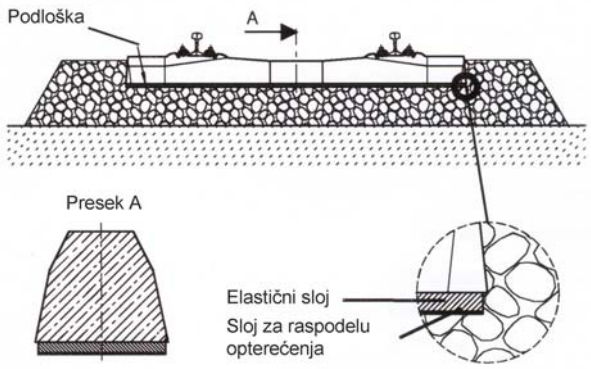
- izolacija vibracija i buke,
- smanjenje naboranosti šinske glave,
- povećanje stabilnosti koloseka,
- podešavanje krutosti koloseka,
- smanjenje propadanja zastora.

„Obuvanjem“ pragova prednosti betonskih pragova se kombinuju sa prednostima drvenih pragova, time što se prilagođavaju zastoru, povećavajući mu nosivu površinu i smanjujući zahteve za zastor.

Elastične podloške se obično izrađuju od: poliuretana, gume ili etilen vinil acetata (EVA). One se nanose na oslonačku površ betonskog praga i nekad čak do izvesne visine bočnih i čeonih strana, podsećajući zaista na „obuću“, i to na jedan od sledećih načina:

- prskanjem i bojenjem očvrslog betona,
- lepljenjem na beton,
- nanošenjem na svež beton tokom izrade praga,
- nanošenjem na svež beton putem posrednog sloja.

Na primer, Getzner-ove elastične podloške [3] se sastoje iz dva sloja: elastičnog sloja koji je nanesen na osnovu praga i određuje elastične osobine oslanjanja i sloja za raspodelu opterećenja koji je u dodiru sa zastorom i čini mehaničku zaštitu elastičnog sloja, rasprostirajući sile po široj površini (slika 1).



Slika 1. Pragovi sa podloškama u koloseku sa zastorom

Elastični sloj podloške je izrađen od celularnih poliuretanskih elastomera, koji imaju sledeće osobine: mali odnos dinamičke i statičke krutosti, trajne elastične karakteristike, mehaničku otpornost, zapreminsku stišljivost (nisu potrebne šupljine ili žlebovi u podloškama za postizanje elastičnosti na račun promene oblika).

Drugi primer je polimerni materijal za „obuvanje“ betonskih pragova firme Spreepolymer [4]. Podloške od njega su znatno deblje i rastresitije su strukture. Tokom tri godine postojanja u pruzi za velike brzine Hanover-Augsburg, posle 45 mil t opterećenja ne pokazuje tragove upotrebe.

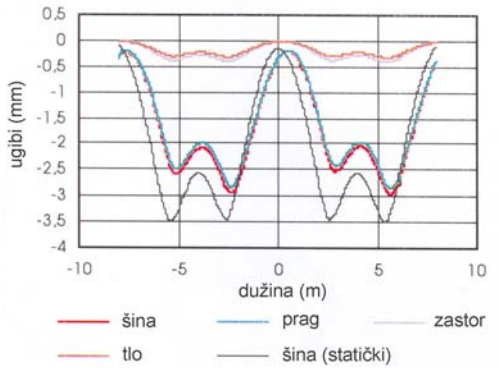
U poređenju sa raznim postupcima saniranja za

[1] Prof.dr Mirjana Tomičić-Torlaković, dipl.građ.inž., Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd, mtomicic@grf.bg.ac.yu
[2] Asistent Leposava Puzavac, dipl.građ.inž., Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd, leposava@grf.bg.ac.yu

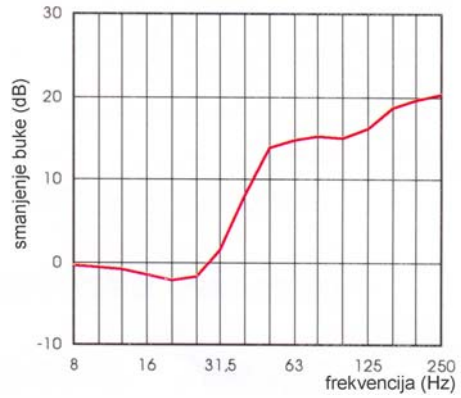
deonice sa mostom, varijanta sa „obuvenim“ pragovima pokazuje odličnu dugovremensku stabilnost, tako da naknadna podbijanja nisu potrebna.

2. ELASTIČNE PRAGOVSKE PODLOŠKE U KOLOSEKU SA ZASTOROM

Elastične pragovske podloške predstavljaju ekonomičan metod izolacije konstruktivne buke, tamo gde je železnička pruga u blizini zgrada u naseljenim oblastima. Za proračun statičkog i dinamičkog ugiba komponenti gornjeg stroja (slika 2), kao i smanjenje buke (slika 3) korišćen je dinamički model koloseka [3].



Slika 2. Ugibi komponenti gornjeg stroja



Slika 3. Smanjenje buke

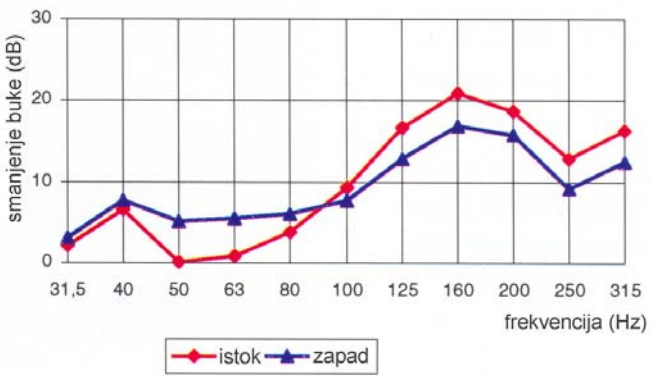
Statičke krutosti ovakvih šinskih oslonaca su obično između 35 i 70kN/mm.

Elastičnim pragovskim podloškama se ugibi zastora mogu smanjiti, a one sprečavaju i proširenje koloseka za vreme prolaska voza.

Smanjenje opterećenja na zastor doprinosi većoj stabilnosti koloseka i to putem sledećih efekata:

- povećanja kontaktne površi između praga i zastora, time što se pragovska podloška zbija pri prolasku voza,
- smanjenja vibracija zastora koje se prenose od šina i time smanjenja i dinamičkog opterećenja i izolacije strukturne buke,
- raspodele opterećenja na veći broj pragova usled elastičnije podloge koloseka.

Primer ugradnje pragova sa elastičnim podloškama radi smanjenja buke i vibracija je deonica pruge duga 6,6km koja povezuje Kopenhagen i Malme preko Oresund mosta, koja prolazi kroz rezidencijalno područje. Dve deonice metroa u Oslu još od 1990. godine su sa „obuvenim pragovima“, radi smanjenja problema sa vibracijama. Podloške debljine 23mm se sastoje od sloja od 20mm visoko elastičnog Sylomera i 3mm debelog sloja za rasprostiranje opterećenja. Efikasnost ove mere je dokazana merenjima (slika 4).



Slika 4. Smanjenje buke u metrou u Oslu

Naročito na prugama sa betonskim pragovima za velike brzine može se desiti značajno propadanje zastora na deonicama u tunelu ili mostu zbog tvrde kolosečne podloge. Pragovske podloške povećavajući elastičnost podloge smanjuju troškove održavanja i povećavaju efektivan vek trajanja zastora.

Zahtev za smanjenje ugiba koloseka se postavlja kod koloseka izrađenog na mekanoj podlozi, kakav je bio slučaj na kritičnoj deonici od 1360m u Donjoj Austriji 1998. godine. Loši uslovi tla u Lihtenštajnu su uslovili ugradnju pragovskih podloški na dužini koloseka od 700m pri rekonstrukciji pruge 1998. godine.

Podešavanje krutosti kolosečne podloge je često potrebno tamo gde su promene krutosti izazvane različitim konstrukcijama gornjeg stroja (prelaz sa konstrukcije na čvrstoj podlozi na konstrukciju sa zastorom). Na takvim mestima se javljaju šupljine ispod pragova što vodi višim troškovima održavanja.

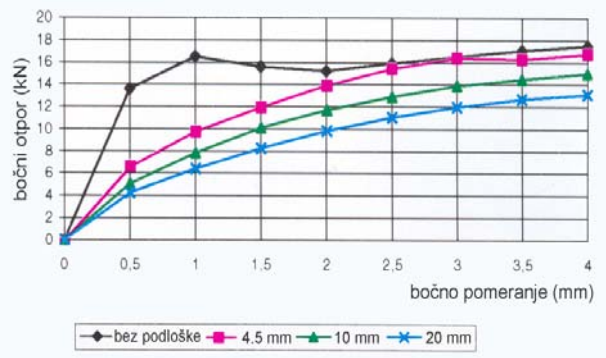
Posebno u oštrim krivinama se dešava naboranost šinske glave kao specifičan oblik habanja, što povećava dinamičko opterećenje i emisiju strukturne buke i buke koja se prenosi kroz vazduh. U toku je ispitivanje uticaja pragovskih podloški na sprečavanje razvoja šinske naboranosti [3].

Merenja bočnog otpora pragova u zastoru su sprovedena na Austrijskim železnicama na opitnoj deonici koloseka u pravcu na nasipu (slika. 5).

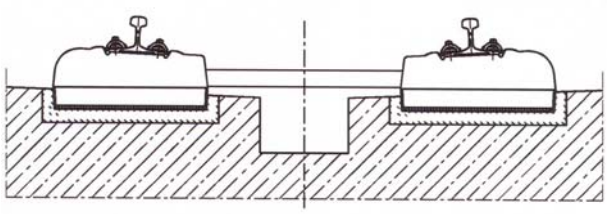
Ugradnja elastičnih slojeva ispod pragova je moguća i kod sistema kakvi su ramovski pragovi sa kvazi-kontinualnim oslanjanjem šina.

3. ELASTIČNE PRAGOVSKE PODLOŠKE U KOLOSEKU BEZ ZASTORA

Elastične pragovske podloške se koriste kod izvesnih vrsta koloseka na čvrstoj podlozi da bi se postigla željena elastičnost šinskog oslanjanja. One se projektuju kao pragovska „obuća“ (dvodelni pragovi u betonskoj ploči – slika 6) ili kao umetnuti sloj između praga i ploče.



Slika 5. Bočni otpor pragova sa elastičnim podloškama različite debljine

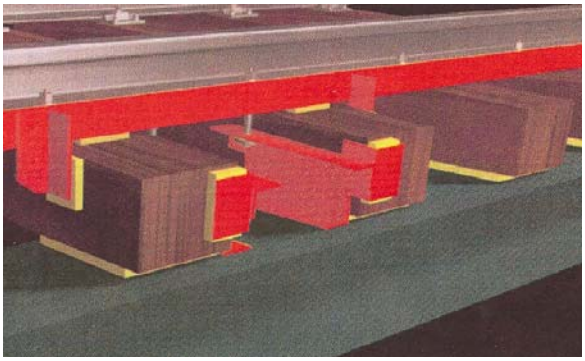


Slika 6. Kolosek sa dvodelnim „obuvenim“ pragovima

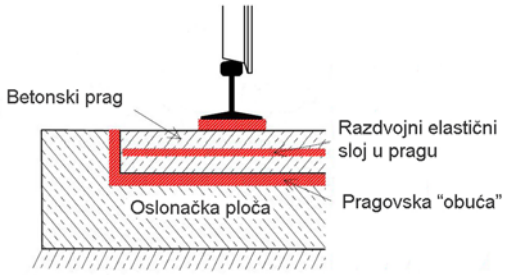
Takođe se koriste kod rekonstrukcije čeličnih mostova sa drvenim pragovima (slika 7).

Poznati su primeri Sonneville sistema upotrebljenog u tunelu ispod Lamanša ili elastično ogibljene ploče sistema Sato.

Pragovi oslonjeni na ploče putem podloški mogu biti i horizontalno podeljeni (split sleeper) iz akustičnih razloga, kao jedan od potencijalno najefektivnijih načina sprečavanja prenosa strukturne buke od šine na ploču koja je nosi (sistem poznat kao „akustično inovirani kolosek na ploči“) – slika 8 [2].



Slika 7. Čelični most sa drvenim pragovima



Slika 8. Akustično inovirani kolosek na ploči

4. MERENJA U KOLOSEKU SA PRAGOVSKIM PODLOŠKAMA

Za Nemačku železnicu i kooperantske firme, inženjerska konsultantska firma „Imb-dynamik“ sprovela je ispitivanja putem simulacionih modela uticaja elastičnih elemenata na vertikalnu dinamiku vozila i koloseka [1], [2]. Pri tome su uzeti sledeći primeri:

1. Prag B70W sa mekanom šinskom podloškom (60kN/mm) i pragovskom podloškom krutosti 35kN/mm;
2. Isto kao pod 1., ali sa pragovskom podloškom krutosti 70kN/mm;
3. Ramovski pragovi sa šinskom podloškom krutosti 600 kN/mm i pragovskom podloškom krutosti 27.5kN/mm;
4. Ramovski pragovi sa šinskom podloškom krutosti 80kN/mm i pragovskom podloškom krutosti 55kN/mm.

Dobijeni rezultati, poređeni sa referentnim kolosekom sa betonskim pragovima bez podloški u zastoru krutosti oslanjanja šine 600kN/mm, su prikazani na slici 9.

Kao što se može videti, za frekvenciju ispod 10Hz prag sa podloškama daje smanjenje opterećenja na zastor od oko 30%, zahvaljujući većoj oslonačkoj površi. Za frekvencije oko 20Hz, smanjenje opterećenja na zastor je 60-70% za istražene varijante.

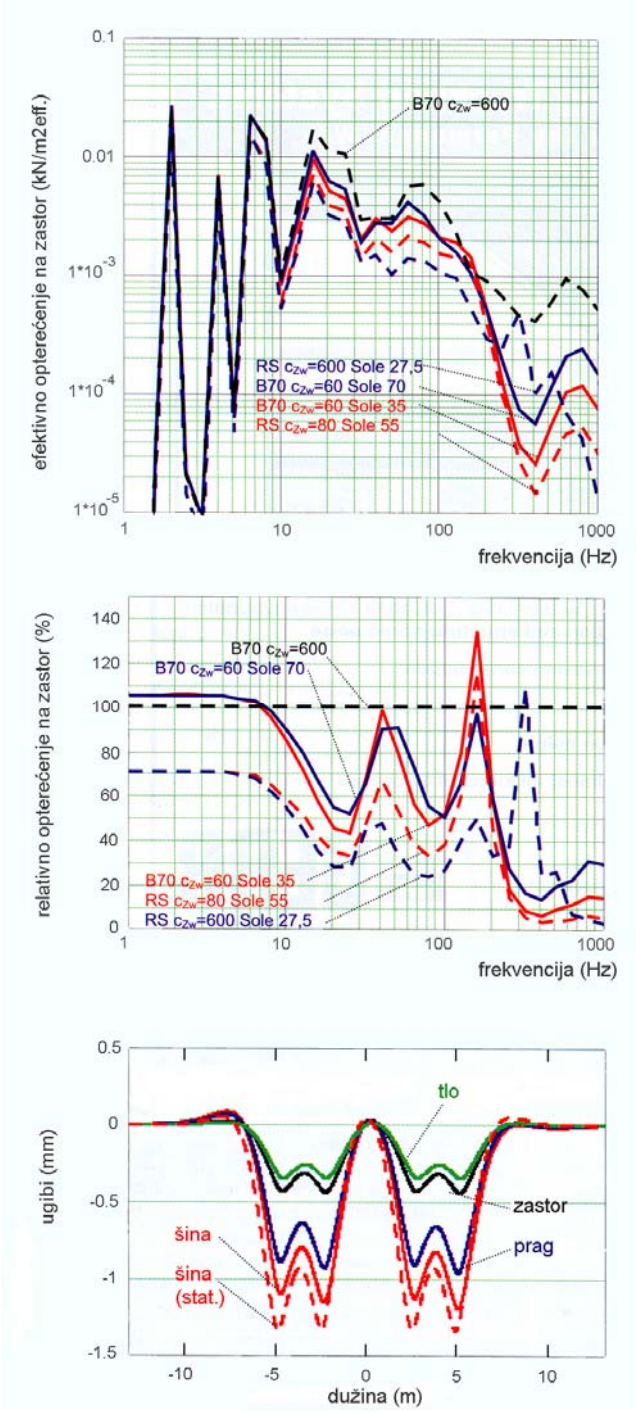
Neočekivan je skok u dijagramu pri frekvencijama 160 do 320Hz, koji ukazuje na novi oblik vibracija: šina vibrira u anti-fazi prema pragu. Pri višim frekvencijama, opterećenje na zastor opada znatno, pošto sistem osovinskog sloga na elastičnoj šinskoj podloški na pragu sa elastičnom podloškom (tzv. dvostruko elastično vešanje) pokazuje povećani efekat prigušenja i do 20dB (slika 3). Otuda su pragovi sa podloškama posebno pogodni za smanjenje pritisaka na zastor i planum i snižavanje strukturne buke koja naročito zrači iz mostovskih nosača.

5. ZAKLJUČAK

Ugrađivanjem elastičnih elemenata u kolosek, kao što su pragovske podloške, izbegavaju se nedostaci betonskih pragova na kontinualno krutoj podlozi, ili na pojedinim mestima krutoj, u poređenju sa ranijim

drvenim pragovima u zastoru. Pojednostavljeno rečeno, pragovske podloške eliminišu tvrdu kontaktnu površ između betonskih pragova i zastora, obezbeđujući osobine bar toliko povoljne kao kod drvenih pragova. Time je olakšano postizanje željene elastičnosti koja se zahteva, na primer, za ciljni vertikalni ugib šine od 1,5mm pri osovinskom opterećenju od 200kN ili za zahtevano smanjenje emisije buke.

Zavisno od upotrebljenih materijala, moguće je uticati na dinamičko očvršćenje i osobine prigušenja elastičnih elemenata u gornjem stroju.



Slika 9. Rezultati merenja uticaja elastičnih elemenata na vertikalnu dinamiku vozila i koloseka

Posle više od deset godina iskustva u upotrebi „obuvenih“ pragova pri brzinama čak do 300km/h primećeni su sledeći trendovi [5]:

- smanjenje debljine zastora za 10-15cm bez loših posledica,
- ublaženje lokalnih razlika u kvalitetu podloge, kao na prelazu most – tlo, na putnim prelazima u nivou, na spoju različitih konstrukcija gornjeg stroja i slično,
- smanjenje naboranosti u oštrim krivinama,
- smanjenje udara visoke frekvencije i konstruktivne buke pri frekvencijama preko 40-50Hz, kao dobra alternativa podzastornim prostirkama,
- smanjenje održavanja, time što se kvalitet geometrije koloseka zadržava duže, a ciklusi podbijanja se produžavaju.

LITERATURA

[1] Müller-Boruttau F., Kleinert U.: "Betonschwellen mit elastischer Sohle", ETR 3/2001.
[2] Müller-Boruttau F., Breitsamter N.: "Elastic elements reduce the loads exerted on the Permanent Way", RTR, 4/2001.
[3] Getzner – prospekt firme
[4] Spreepolymer – web syte
[5] Schilder R.: "Undersleeper pads – a report on previous experiences", ÖVG Convention, Salzburg 2004.

CONCRETE SLEEPERS WITH ELASTIC PAD - “SOLED” CONCRETE SLEEPERS

Mirjana TOMIČIĆ-TORLAKOVIĆ
Leposava PUZAVAC

Abstract – The dynamic behavior of railway track superstructure can be influenced by the installation of elastic components. In this respect, positioning of the elastic elements in the track is crucial. This paper focuses on various aspects of the installation of sleepers with elastic pads, the wide range of their application and investigation.

Key words – Sleepers, Elastic Pads, Noise, Vibrations, Ballast

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

UREĐENJE KOLOVOZA NA POSTOJEĆIM PUTNIM PRELAZIMA U NIVOU ŽELEZNIČKE MREŽE SRBIJE UGRADNJOM SAVREMENIH MATERIJALA

Tatjana SIMIĆ[1]

Rezime *– Usled povećanja obima saobraćaja, pogotovo drumskog, ukrštaji drumske saobraćajnice sa železničkom prugom - putni prelazi u nivou - predstavljaju opasna mesta na kojima su veoma često evidentirani vanredni događaji. U cilju podizanja nivoa sigurnosti i smanjenja broja vanrednih događaja, t.j. povećanja bezbednosti odvijanja saobraćaja preko postojećih putnih prelaza potrebno je izvršiti analizu postojećeg stanja putnih prelaza. Nakon izvršene analize, primenjujući zakonsku regulativu i poštujući zahteve Investitora potrebno je primenom odgovarajućih saobraćajno-građevinskih i elektrotehničkih mera obezbediti viši nivo bezbednosti analiziranog postojećeg putnog prelaza. Jedna u nizu primenjenih mera tema je ovog rada, a odnosi se na uređenje kolovozne konstrukcije na postojećim putnim prelazima u nivou Železničke mreže Srbije. Promena tipa kolovozne konstrukcije, odnosno ugradnjom gumenih panela obezbeđeno je lakše održavanje koloseka na putnim prelazima u nivou. Lakše održavanje podrazumeva jednostavno postavljanje i demontažu panela, t.j. brz i lak pristup koloseku i kolosečnom priboru. Na taj način direktno se utiče na povećanje bezbednosti na postojećim putnim prelazima.*

Ključne reči – putni prelazi, gumeni panel, kolosek, kolosečni pribor

1. UVOD

Ukrštaj puta i pruge u nivou predstavlja slabo mesto za oba vida saobraćaja - kako drumskog tako i železničkog.

Na putnoj, odnosno železničkoj mreži Srbije evidentiran je veliki broj putnih prelaza u nivou koji su zbog niske ekonomske moći ''zaboravljeni'' (t.j. u njihovo održavanje je uloženo veoma malo) i na kojima je neophodno podići nivo bezbednosti i time smanjiti mogućnost pojave vanrednih događaja.

Analizom postojećeg stanja putnog prelaza, sa aspekta bezbednosti saobraćaja stvoreni su uslovi za primenu odgovarajućih mera u cilju povećanja bezbednosti i nivoa osiguranja na postojećim putnim prelazima u nivou. Primenjene mere postavljene su prema saobraćajno-tehnološkim, građevinskim i elektrotehničkim kriterijumima.

2. PODELA POSTOJEĆIH PUTNIH PRELAZA U NIVOU

Kriterijumi prema kome se može izvršiti podela putnih prelaza su:

- kategorija pruge i drumske saobraćajnice koji se ukrštaju (magistralni, regionalni)
- veličina saobraćajnog opterećenja (teško, srednje, lako, pešački saobraćaj)
- makrolokacija putnog prelaza (mesto ukrštaja može biti u ruralnoj ili urbanoj sredini)

U zavisnosti od navedenih kriterijuma zavisi rekonstrukcija postojećih putnih prelaza, odnosno način osiguranja i izbor tipa kolovozne konstrukcije. Brzina vozila ne utiče na izbor tipa kolovozne konstrukcije, jer se približavanjem mestu ukrštaja brzine vozila smanjuju.

2.1. Specifičnost putnih prelaza

Pri analizi putnih prelaza mogu se uočiti specifičnosti koje imaju direktan uticaj na izbor mera za podizanja nivoa osiguranja, a to su:

- situacioni položaj koloseka u odnosu na put u zoni putnog prelaza;
- putni prelazi preko više koloseka;
- vrsta kolovozne konstrukcije.

Prema situacionom položaju razlikujemo:

- kolosek u pravcu – omogućava dobru preglednost za vozila iz oba smera
- kolosek u krivini – dolazeće vozilo sa spoljnje strane krivine ima bolju preglednost od vozila

[1] Tatjana Simić,dipl.inž.građ, Saobraćajni Institut CIP, Nemanjina 6,11000 Beograd, email:simict@sicip.co.yu

koje dolazi sa unutrašnje strane.

Slika1.Kolovoz od drvenih pragova-Matejevac

Slika 2. Kolovoz od sitne kamene kocke Lapovo-Batočina

Slika 3. Kolovoz od asfalta- Raška

Prelazi preko više koloseka uglavnom su u urbanim sredinama ili u zoni stanica i imaju niz nepovoljnosti. Zahtevaju usaglašavanje nivelete, poseban tip osiguranja i redovno održavanje. Neophodno je izvršiti regulaciju železničkog saobraćaja kako bi period prelaska vozila preko ukrštaja bio optimalan.

Vrste kolovozne konstrukcije koje su primenjene :

1. drobljeni kamen, makadam (starija rešenja u ruralnim sredinama na prugama nižeg ranga sa malom frekvencijom drumskog saobraćaja)
2. drveni pragovi (takođe stariji tip rešenje na prugama sa većom frekvencijom železničkog i drumskog saobraćaja, *Slika 1.*)
3. sitna kamena kocka (često rešenje i u ruralnim i u urbanim sredinama, sa i bez zalivanja bitumenom, *Slika 2.*)
4. asfalt (primenjivan tip kolovozne konstrukcije kod ukrštaja sa putevima višeg ranga – regionalni i magistralni i frekventnim drumskim saobraćajem, *Slika 3.)*
5. armirano-betonske ploče (tip kolovoza primenjivan za teško saobraćajno opterećenje, *Slika 4., Slika 5.)*

Slika 4. Kolovoz od AB ploča – Lazarevac

Slika5. Kolovoz AB ploče i sitna kamena kocka - Zablaće

3. TEKUĆE ODRŽAVANJE KOLOVOZA NA POSTOJEĆIM PUTNIM PRELAZIMA I UOČENI NEDOSTACI

Konstantni statički i dinamički udari vozila, kao i različiti vremenski uslovi uzročnici su oštećenja gornjeg i donjeg stroja putnih prelaza.

Analizom stanja vrste kolovoza koja je primenjena na putnom prelazu u nivou železničke mreže Srbije, pre svega prema tekućem održavanju koje treba da omogući bezbedno odvijanje saobraćaja i produži vreme trajnosti putnih prelaza, uočeni su nedostaci za svaki tip primenjene kolovozne konstrukcije i prikazani u Tabeli1.

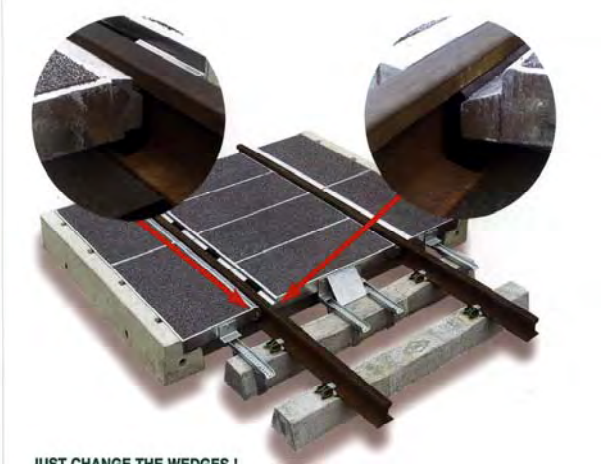
4. UGRADNJA SAVREMENIH MATERIJALA NA PUTNIM PRELAZIMA

U pogledu kolovoznih konstrukcija putnih prelaza

vršena su značajna istraživanja na utvrđivanju mogućnosti upotrebe ploča, kako betonskih tako i gumenih.

Tabela 1. Tekuće održavanje i uočeni nedostaci kolovoza na putnom prelazu

Kolovoz	Održavanje	Nedostaci
Drveni pragovi	Pritezanje olabavljenih kotvi, impregnisanje	Podložni truljenju
Sitna kamena kocka	Popravka oštećenih i ulegnutih kocki usled dinamičkih udara i zalivanje bitumenom	Zalivena bitumenom: voda se skuplja i sliva u žleb i time izaziva nestabilnost koloseka Nezalivena bitumenom: dozvoljen prodor vode, ali se usled udara istiskuje pesak ispod kocke i time se stvaraju deformacije koloseka
Asfalt	Presvlačenje novim asfaltom	Spoj dva različita materijala metal (šina) i asfalt (kolovoz) uzrok su pojave krunjenja asfalta i pojava pukotina
AB ploče	Zamena novim betonskim pločama	Izdizanje jednog kraja ploče i pojave ivičnih naprezanja drugog kraja ploče usled opterećenja mogu da prouzrokuje oštećenja na drumskim vozilima.



Slika 6.

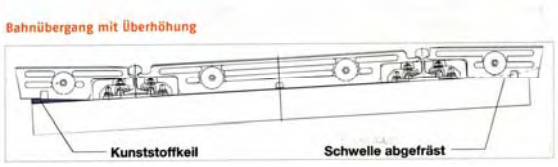
Kolovoz na putnim prelazima od betonskih elemenata koji su inovirani i dalje veoma zastupljeni u svetu jer je trajan materijal u odnosu na održavanje sa mogućnošću prenošenja dinamičkih opterećenja i visoka čvrstoća na pritisak. Razlikujemo

- klasične betonske elemente (sa spoljnim i unutrašnjom pločom *Slika 6.)*
- masivni betonski element (u kome je postavljen kolosek *Slika 7.).*

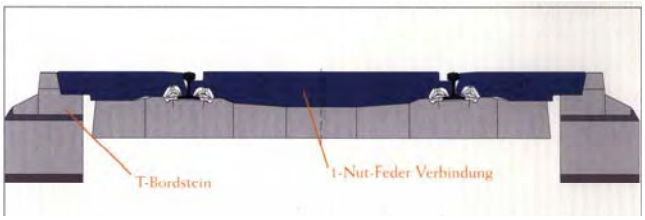
Značajna primena gumenih ploča za putne prelaze u nivou rezultat su njihovih brojnih tehničkih prednost.i Treba naglasiti da novčana ulaganja za postavljanje, demontažu i održavanje gumenih panela u odnosu na trajnost i izdržljivost mogu da opravdaju cenu njihove proizvodnje.

Kako je način održavanja koloseka na putnim prelazima u nivou direktan činilac povećanja bezbednosti , tako se kao osnovni parametar za izbor kolovozne konstrukcije nameće lakoća u održavanju putnih prelaza.

Slika 7



Slika 8. Gumeni panel na drvenom pragu u nadvišenju



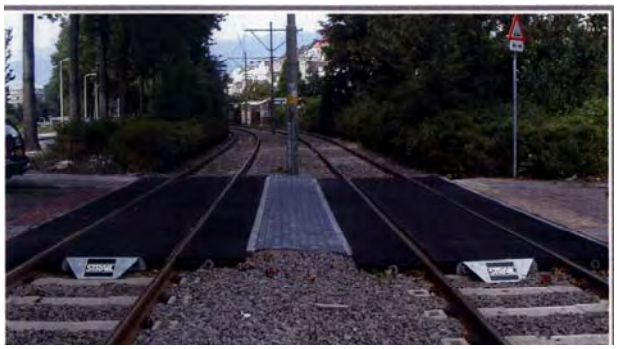
Slika 9. Gumeni panel na betonskom pragu sa ivičnjakom

Montažne ploče – gumeni paneli sa svojim prednostima predstavljaju pravi izbor kolovozne konstrukcije kojom bi trebalo zameniti kolovoz na postojećim putnim prelazima. Na strani opravdanosti njihove primene su sledeće osobine:

- moguća primena na svim kategorijama puta i saobraćajnog opterećenja
- montaža i demontaža panela je laka i brza
- prelaz drumskih vozila preko gumenih panela je bez udara
- oblik i dimenzija gumenih panela prilagođeni su vrsti i obliku praga, tipu šine i vrsti kolosečnog pribora
- guma omogućava apsolutnu izolovanost šina, a time i dobru elektrootpornost ovih prelaza
- način izrade panela povećao je otpornost na klizanje drumskih vozila
- kontrola kvaliteta gumenih panela (kontrola kvaliteta materijala, kontrola dimenzije, optička

kontrola i kontrola funkcionalnosti) ispravan način ugradnje i održavanja obezbeđuje dug vek trajanja
- guma umanjuje buku od vozila i vibracije.

Slika 10. Gumeni paneli- Rex Articoli



Slika 11. Gumeni paneli –Strail

5. ZAKLJUČAK

Naša i svetska iskustva u oblasti železničke i putne infrastrukture ukazuju da u cilju podizanja nivoa bezbednosti putnih prelaza neophodno usvojiti kolovoznu konstrukciju jednostavnu za transport, postavljanje i demontažu, a koja istovremeno omogućava u toku eksploatacije brz i lak pristup koloseku i kolosečnom priboru.

Kolovozna konstrukcija koja ispunjava sve ove zahteve u ovom trenutku i koja bi mogla da zameni dotrajali kolovoz na postojećim putnim prelazima železničke mreže Srbije jesu montažne ploče – gumeni paneli.

Preporučeni tip kolovoza trebalo bi pre ugrađivanja uskladiti i sa svim ostalim elementima koji utiču na podizanje nivoa osiguranja i bezbednosti na putnim prelazima u nivou i kao takav ugraditi.

LITERATURA

[1] BODAN Level – Crossing - System, GMUNDNER FERTIGTEILE, 2002
[2] Edilon STELFUNDO STELCON, 2002
[3] HOLDFAST Level Crossings Limited, 2006
[4] POLYSAFE Level Crossing Systems Ltd, 1999
[5] RAILBETON Leonhardt&Sohn KG , 2002
[6] Rex Articoli Tecnici SA ''Rubber and plastics for the railway industry'' ,2002
[7] STRAIL Kraiburg,2003
[8] T.Mihajlović, T.Simić, I.Ristić ''Saobraćajno-tehnološki, građevinski i elektrotehnički aspekt rekonstrukcije i podizanja nivoa sigurnosti na putnim prelazima železničke mreže Srbije'', rad u zborniku radova PROCEDURE I PROBLEMATIKA IZGRADNJE OBJEKATA , simpozijum Vrnjačka Banja,2006,
[9] Level Crossings: Rubber or Concrete, RailStaff 2005
[10] Projektna dokumentacija SI CIP o rekonstrukciji I podizanju nivoa osiguranja na putnim prelazima, 2006.,
[11] UPUTSTVO 340 za isporuku, ugradnju i održavanje gumenih panela sistema Krirburg za uređenje putnih prelaza u nivou na mreži pruga JŽ, Beograd, 2003

ARRANGING ROADWAY CONSRUCTION ON THE EXISTING LEVEL CROSSING AT THE LEVEL OF RAILWAY NETWORK OF SERBIA BY IMPLEMENTING MODERN MATERIALS

Tatjana SIMIĆ

Abstract – In order to increase safety level and decrease number of exceptional incidents, which is to increase safety of the traffic across the existing level crossings, it is necessary to analyze the current situation of level crossing. After performing analysis by applying legal regulations and obeying the demands of the Investor, it is necessary to provide higher safety level of analyzed, existing level crossing by applying suitable traffic-civil and electric signaling measures. One of the series of corresponding measures the topic of this study, and it is related to arranging roadway construction on the existing level crossings of Railway network of Serbia. Changing of the type of roadway construction by implementing rubber panels easier track maintenance on level crossings is provided. Easier maintenance means simple placement and disassembling of the panels, that is quick and easy access to the track and fastening. In that way you influence the increase of safety on existing level crossings.

Key words – Level Crossings, Rubber Panel, Track, Fastening

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ЕФЕКТИ РЕКОНСТРУКЦИЈЕ И МОДЕРНИЗАЦИЈЕ ПРУГЕ БЕОГРАД(БАТАЈНИЦА)-ШИД ДЕОНИЦА(БАТАЈНИЦА)-ГОЛУБИНЦИ

Сандра КАСАЛИЦА[1]
Драгана СТЕФАНОВИЋ[2]

Резиме *– Циљ реконструкције и модернизације деонице Батајница - Голубинци, пруга Београд - Шид - државна граница (km 121+950) је повећање дозвољеног оптерећења и пропусне моћи пруге. Реализацијом прве фазе реконструкције и модернизације се постиже да пруга Београд - Шид - државна граница (km 121+950) целом дужином постаје двоколосечна, са електричном вучом и саобраћајем возова у обостраном АРВ-у са телекомандом, за мешовити путнички и теретни саобраћај. Геометријски елементи одговараће брзинама до 160 km/h, док ће уређење горњег строја омогућавати саобраћај (у овој фази) највећим дозвољеним брзинама до 120 km/h. У складу са тим предвиђена је модернизација система осигурања и телекомуникација, као и постројења контактне мреже на деоници и у службеним местима.*

Кључне речи – коридор 10, деоница пруге, станице, реконструкција, модернизација

1. УВОД

Овај рад је настао као извод из "Идејног пројекта реконструкције и модернизације пруге Београд (Батајница) - Шид, деоница (Батајница) - Голубинци", који је рађен у Саобраћајном институту ЦИП 2005/2006. године.

Пројектом је обухваћена:

- реконструкција и модернизација деонице Батајница-Нова Пазова,
- модернизација деонице Нова Пазова-Стара Пазова,
- изградња десног колосека на деоници Стара Пазова-Голубинци,
- реконструкција и модернизација станица Нова Пазова и Стара Пазова.

Циљ модернизације садржаја станица, који су оцењени као приоритетни, је подизање нивоа безбедности и квалитета превозне услуге.

У наредним фазама предвиђена је реконструкција и модернизација дела пруге Голубинци - Рума - Шид - државна граница (km 121+950), тако да се омогући одвијање саобраћаја по оба колосека двоколосечне пруге брзинама до 160 km/h у систему телекоманде, као и комплетирање станичних садржаја намењених опслуживању путника и робе.

2. ПОСТОЈЕЋЕ СТАЊЕ

Пруга Београд - Шид - km 121+950, државна граница представља део паневропског саобраћајног Коридора 10. У складу са Европским споразумом о најважнијим међународним железничким пругама (AGC), припада међународној мрежи "Е" пруга. Сврстана у ред основних пруга класе А, и додељен јој је међународни број, као ознака којем систему припада, Е 70.

Пруга Београд – Шид - km 121+950, државна граница је двоколосечна, укупне дужине 121,9 km, изузев једноколосечни део на деоници Стара Пазова-Голубинци у дужини од 9,2 km.

Деоница Батајница-Голубинци је интегрални део две европске железничке магистрале на коридору 10:

- Е 70- која преко северне Италије повезује Западну Европу са Бугарском, Турском и даље са блиским Истоком,
- Е 85- која преко Мађарске повезује северну и централну Европу са Грчком

На деоници се налазе следећа службена места: Батајница (km 20,4), Нова Пазова (km 27,3), Стара Пазова (km 35,0) и Голубинци (km 44,2).

Грађевинска дужина деонице Батајница-Голубинци је 23,8 km

- двоколосечни део (Батајница-Стара Пазова) је дужине 14,6 km
- једноколосечни део (Стара Пазова-Голубинци) је дужине 9,2 km.

Посматрана деоница намењена је за мешовити саобраћај. Саобраћај возова на деоници се обавља у блоковном размаку (АРВ). Деоница није

[1] Мр Сандра Касалица дипл. инж. саоб., СИ ЦИП, Немањина 6, vidkiki @sezampro.co.yu
[2] Драгана Стефановић дипл. инж. саоб., СИ ЦИП, Немањина 6, draganas@sicip-trg.com

укључена у телекоманду. Све станице су прикључене у АРВ и опремљене електро-релејним уређајима Simens-Ei.

2.1. Саобраћајне анализе

На основу података о токовима путника на деоници за 2004. годину, може се закључити да у структури укупног превоза, доминира унутрашњи у односу на међународни превоз путника. На деоници Батајница-Стара Пазова превезено је 850000 путника, док је на деоници Стара Пазова-Голубинци превезено 330000 путника.

Робни ток у 2004. години на деоници Батајница-Стара Пазова је 5100000 t, док је на правцу према Шиду реализовано 2500000 t. Транзит у међународном саобраћају на делу пруге од Старе Пазове до границе са Хрватском је 900000 тона, док се количина од 1800000 тона робе у транзиту јавила на правцу од Београда ка Суботици. Интензитет саобраћаја возова на посматраној деоници како у путничком тако и у робном саобраћају је велики.

Према реду вожње 2004/2005. године на деоници Батајница-Стара Пазова саобраћа 14 међународних редовних возова за превоз путника, 21 агенцијски воз, 6 даљинских возова, 26 локалних и 74 воза у систему Беовоз.

У теретном саобраћају саобраћа 21 редовних и 38 факултативних међународних теретних возова, а у унутрашњем саобраћају 16 редовних и 20 факултативних теретних возова.

3. САОБРАЋАЈНЕ ПРОЈЕКЦИЈЕ

Пројекције броја путника су рађене по врстама саобраћаја и деоницама за период до 2025. године.

На деоници Батајница-Стара Пазова у 2020. години пројектован је ток од око 2 000 000 путника, од чега се на деоници Стара Пазова-Голубинци очекује ток од око 500 000 путника.

Пројекције обима превоза робе према врсти саобраћаја урађене су за очекивани раст друштвеног производа.

Робни ток у 2020. години на деоници Батајница-Стара Пазова пројектован је на око 10000000 t, док је на правцу према Шиду пројектовано око 5 000 000 t. Очекивани транзит у међународном саобраћају на делу пруге од Старе Пазове до границе са Хрватском је око 1 300 000 t, док се количина од око 3300000 t робе у транзиту очекује на правцу од Београда ка Суботици.

Број међународних возова за превоз путника у 2010. години повећан је за 10 у односу на број возова предвиђених редом вожње за 2005. годину, док је до 2025. предвиђено увођење још 4 воза у односу на 2010. годину на заједничкој деоници за оба правца коридора 10. С обзиром на специфичне услове организације и увођења нових возова пројекција међународног путничког саобраћаја заснована је на комплетирању услуге на постојећим релацијама. Пројектовани нови возови у међународном саобраћају базирају се на релацијама које су постојале деведесетих година и уводе се постепено.

Унутрашњи саобраћај је подељен на регионални и градско-приградски саобраћај.

У регионалном саобраћају предвиђени су брзи и путнички возови. Поред побољшања понуде на постојећим релацијама предвиђено је и увођење нових релација до 2025. године. У овом систему би се користиле савременије опремљене ЕМГ.

Градско-приградски саобраћај је посматран засебно. Највеће учешће у систему "Беовоза" је на деоници Батајница-Стара Пазова, коју покривају линије Нова Пазова-Панчево Војловица и Ресник-Нова Пазова. Број возова у систему "Беовоза" у 2010. години повећан је за 34 у односу на број возова предвиђених редом вожње за 2005. годину, док је до 2025. предвиђено увођење још 24 воза у односу на 2010. Већ у 2010. години предвиђени су поласци возова у просеку на 15 минута.

Број међународних теретних возова на правцу према Шиду у 2010. години повећан је за 6 у односу на број возова предвиђених редом вожње за 2005. годину, док је до 2025. године предвиђено увођење још 12 возова у односу на 2010. годину.

4. ПРОЈЕКТОВАНА ТЕХНОЛОГИЈА РАДА ПРУГЕ

На деоници ће се обављати мешовити саобраћај свих категорија возова за превоз путника и теретних возова. Деоница ће бити опремљена сигналима аутоматског пружног блока за обострани саобраћај по оба колосека, од станице Стара Пазова до станице Голубинци, као и према станици Нова Пазова, са дужином блок одсека за највеће дозвољене брзине до 160 km/h. Према станици Инђија организоваће се једноколосечни саобраћај у АРВ-у.

Слободни профил деонице треба да задовољава профил UIC-C за електрифициране пруге. Сви сигнали ће бити опремљени пружним бализама ауто-стоп уређаја. Деоница ће бити опремљена радио-диспечерским системом. Саобраћај возова ће се организовати телекомандом.

4.1. Техничко-технолошки захтеви на деоници

а) Доњи и горњи строј пруге

Деоница пруге Батајница - Голубинци после модернизације биће двоколосечна, са геометријским елементима за брзине до 160 km/h, док ће уређење горњег строја омогућавати саобраћај највећим дозвољеним брзинама до 120 km/h.

Горњи и доњи строј деонице ће се пројектовати за категорију D4, са масом по осовини 22,5 t/осовини и масом по дужном метру 8 t/m.

На деоници су предвиђене следеће активности:

1. на међустаничном растојању Батајница - Нова Пазова
2. на излазу из станице Батајница уградња нове колосечне везе са десног на леви колосек,
3. ремонт левог колосека од km 21+031.23 до km 24+866.71 и ремонт десног колосека на целој дужини,
4. на међустаничном растојању Нова Пазова - Стара Пазова нису предвиђени радови на доњем и горњем стројy,
5. на међустаничном растојању Стара Пазова - Голубинци предвиђена је изградња доњег и горњег строја десног колосека.

б) СС и ТК постројења

Сигнално сигурносна постројења ће се реконструисати на сва три међустанична растојања. Грађевински радови и промена параметара пруге захтевају демонтажу комплетне спољне сигнално-сигурносне опреме и измештање кућица АРВ-а и припадајуће спољне опреме на нову локације за заустaвни пут од 1500 m. Постојећи уређаји АРВ-а се дорађују опреме за обострани саобраћај уз уградњу потребних сигнала за вожњу по неправилном колосеку.

ц) Путни прелази

Овим пројектом обухваћена су три путна прелаза на посматраној деоници:

На међустаничном растојању Батајница - Нова Пазова

- грађевинско уређење путног прелаза у km 26+681,86 уз задржавање постојећег осигурања.
- путни прелаз у km 24+866,71 се укида, а саобраћај се усмерава постојећом путном мрежом на путни прелаз у km 26+681,86

На међустаничном растојању Нова Пазова - Стара Пазова

- грађевинско уређење путног прелаза у km 34+694,41 уз задржавање постојећег осигурања.

4.2. Техничко-технолошки захтеви у станицама

На деоници Батајница-Голубинци налазе се четири станице, од којих су пројектом реконструкције и модернизације обуваћене само станице Нова Пазова и Стара Пазова. У станицама Батајница и Голубинци вршиће се радови у делу система осигурања и телекомуникација, у циљу обезбеђења компатибилности ових уређаја на целој деоници.

а) Станица Батајница (km 20+700) - СС и ТК постројења

Измештање постојећих улазних сигнала по правилном и неправилном колосеку за приближно 200 m због уградње нове скретничке везе и обезбеђења заустaвног пута.

Унутрашњи релејни уређај се дограђује. Командни пулт се замењује MMI системом (екрански приказ).

Постојећи систем беспрекидног напајања замењује се новим системом са инверторима и резервним напајањем из контактне мреже.

б) Станица Нова Пазова (km 27+142,74) - Горњи и доњи строј

У оквиру овог пројекта предвиђена је реконструкција доњег и горњег строја првог, другог и трећег станичног колосека, као и померање петог колосека на нови положај - на растојању од 11,25 m од постојећег четвртог колосека.

Предвиђена је уградња скретница типа UIC-60-300-6^0 на трећем и четвртом (главни пролазни) станичном колосеку, а на осталим колосецима скретница типа 49-300-6^0, како се не би ограничавала брзина возова при вожњи у скретање на мање од 50 km/h.

Реконструкцијом станице потребно је обезбедити следеће капацитете за пријем и отпрему путника:

- изградити пероне уз први колосек, између четвртог и петог станичног колосека
- изградити подходник за денивелисани приступ путника од станичне зграде до перона између четвртог и петог колосека.
- Реконструкцијом капацитета за робни рад станице предвиђено је:
- санирање постојећег магацина комадне робе и изградња нове магацинске рампе изградња манипулативног простора у наставку магацинске рампе до краја првог колосека.

ц) Станица Стара Пазова (km 34+944,41) Горњи и доњи строј

Предвиђена реконструкција станичних колосека обухвата:

- померање трећег и четвртог станичног колосека у циљу повезивања са пројектованом трасом пруге Стара Пазова - Суботица - km 184+666, државна граница,
- уређење колосечних веза на блоку један, како би била омогућена излазна вожња са првог станичног колосека на правилан леви колосек према станици Нова Пазова,
- уређење колосечних веза на блоку два тако да се омогуће вожње са свих станичних колосека на све пружне пројектоване колосеке,
- превезивање левог колосека двоколосечне пруге Београд - Шид - km 121+950, државна граница са четвртог на пети станични колосек,
- превезивање левог колосека пруге Стара Пазова - Суботица - km 184+666, државна граница са трећег на четврти станични колосек.

Уградња скретница типа UIC-60-300-6^0 на пролазним колосецима, а на осталим станичним колосецима скретница радијуса најмање R=300 m, како се не би ограничавала брзина возова при вожњама у скретање.

Реконструкцијом станице обезбедити следеће капацитете за путнике:

- перон између станичне зграде и првог колосека као и перон између другог и трећег станичног колосека, а перон између петог и шестог колосека прерадити,
- доградити и уредити постојећи подходник тако да се повежу сви перони

Реконструкцијом станице потребно је обезбедити следеће капацитете за робни рад:

- нови магацин комадне робе са магацинском рампом и магацинским пероима за друмска и железничка возила. Наведени капацитети изградиће се у другој фази.

д) СС и ТК постројења

Комплетна демонтажа спољне опреме и репаратура сигнала, шинских глава за изоловане одсеке, шинских контаката итд. и њихово монтирање на новим локацијама према колосечној ситуацији ремонтованих колосека.

Све електропоставне справе се замењују новим типа 700 са монтажним прибором за бетонски праг. Уградња ММI командног пулта, као и репаратура групе унутрашњег релејног уређаја.

Постојећи систем беспрекидног напајања замењује се новим системом са инверторима и резервним напајањем из контактне мреже. Постављање бетонских каналета између улазних скретница, као и убацивање заштитних цеви за оптичке каблове.

Наведени радови у делу СС и ТК постројења односе се на станице Нова Пазова, Стара Пазова и Голубинци.

5. ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКИ ЕФЕКТИ

Планираном изградњом и реконструкцијом деонице постижу се следећи ефекти:

1. Изградњом другог колосека Стара Пазова-Голубинци, пруга Београд-Шид- km 121+950, државна граница постаје двоколосечна у целој дужини чиме се смањује могућност поремећаја, а повећава уредност и поузданост саобраћаја,
2. Изградњом перона и подходника у станицама Нова Пазова и Стара Пазова повећава се безбедност путника у станицама.

Скраћење времена вожње:

- У путничком саобраћају на деоницама Батајница - Стара Пазова и Стара Пазова-Голубинци очекује се скраћење времена вожње за 3 минута односно за 2,5 минута.
- У робном саобраћају скраћење је 4,5 односно 3,5 минута.

Повећање пропусне моћи:

- на деоници Батајница - Нова Пазова са 131 на 159 возова,
- Нова Пазова - Стара Пазова са 142 на 166 возова,
- Стара Пазова - Голубинци са 75 на 136 возова.

6. ЗАКЉУЧАК

У оквиру програма модернизације пруга ЈП "Железнице Србије" планирана је реконструкција и модернизација железничке пруге Београд - Шид - km 121+ 950, државна граница, по фазама. То је у складу са Просторним планом Републике Србије и Генералним планом Београда 2021 који су предвидели:

- двоколосечну пругу Београд - Шид - km 121+950, државна граница,
- двоколосечну пругу Стара Пазова - Суботица - km 184+666, државна граница, као и
- четири пружна колосека на деоници Батајница - Стара Пазова.

Циљ модернизације садржаја станица је подизање нивоа безбедности и квалитета превозне услуге.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Идејно решење реконструкције и модернизације пруге Београд (Батајница) - Шид, деоница (Батајница) - Голубинци

[2] Студија изводљивости реконструкције и модернизације пруге Београд (Батајница) - Шид, деоница (Батајница) - Голубинци

EFFECTS OF RECONSTRUCTION AND MODERNIZATION OF BELGRADE (BATAJNICA) - ŠID RAILWAY LINE, (BATAJNICA) - GOLUBINCI SECTION

Sandra KASALICA
Dragana STEFANOVIĆ

Abstract – The objective of the Batajnica - Golubinci railway section reconstruction and modernization is increase of admissible load and railway section capacity. After completion of the first phase of reconstruction and modernization of the Batajnica - Golubinci section whole Belgrade - Šid - national border railway line (km 121+950) will be converted into double-track line, including electric traction, signals for two-direction train running and remote control of mixed passenger and freight traffic. Geometry elements will be appropriate for speeds up to 160 km/h while permanent way finishing will enable train running (in this phase) at maximum allowed speeds of 120 km/h. According to this, modernization of interlocking and telecommunication system as well as OCS facilities on the section and in establishments was planned.

Key words – corridor 10, railway section, stations, reconstruction, modernization

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

UPRAVLJANJE KVALITETOM ŽELEZNIČKIH ŠINA

Branislav SLADOJEVIĆ[1]
Milica PUZIĆ[2]
Olivera ERIĆ[3]

Rezime *– U železničkom sistemu šine predstavljaju važnu komponentu i one mogu da umanje ili poboljšaju efikasnost i bezbednost opšteg prometa u železničkom saobraćaju. U Evropi, kvalitet šina i uslovi prihvatljivosti su regulisani medjunarodnim standardom UIC 860 V, sa kojim su nacionalni standardi usaglašeni. Zahtevi za kvalitet šina se sve više povećavaju sa povećanjem brzine vozova, osovinskih opterećenja i gustine saobraćaja. Spoljna naprezanja se superponiraju sa unutrašnjim naponima što može na oslabljenim mestima dovesti do inicijacije i propagacije pukotina. U ovom radu su navedene greške proizvodnje šina, greške nastale u toku eksploatacije i najčešće greške otkrivene na zavarenim spojevima šina aluminotermiskim postupkom. Opisana je takodje i ultrazvučna metoda kontrole šina i zavarenih spojeva šina.*

Ključne reči – kvalitet, greške u šinama, greške u zavarenim spojevima, ultrazvučna ispitivanja.

1. UVOD

Šine predstavljaju veoma važan i kritičan deo svakog železničkog sistema i u toku svog radnog veka izložene su velikim naprezanjima različite vrste, frekvencije i orijentacije. Kvalitet šina i uslovi prihvatljivosti u Evropi regulisani su medjunarodnim standardom UIC 860 V, sa kojim su svi nacionalni standardi usaglašeni. Zahtevi za kvalitet šina povećavaju se kao posledica povećane brzine vozova, osovinskog opterećenja vagona i lokomotiva i gustine saobraćaja. Takodje, štetan uticaj različitih ekoloških parametara može se odraziti na smanjenje vremena eksploatacije šina. Visoka spoljna naprezanja se superponiraju sa unutrašnjim naprezanjima, predstavljajući kritične napone u šinama sa prisutnim oslabljenim mestima (greškama) na kojima može doći do inicijacije i propagacije pukotina i eventualno do pojave loma šina. U radu su predstavljene inherentne greške koje nastaju pri odgovarajućim odstupanjima u tehnologiji izrade i prerade šina. Opisane su i klasificirane i greške koje se najčešće javljaju u toku eksploatacije. Navedena su kolaudaciona ispitivanja novih šina i šina u eksploataciji. Navedena su releventna iskustva poznatijih svetskih kompanija

koje se bave izradom opreme za ultrazvučna ispitivanja i njihovom aplikacijom u praksi. Utvrdjeno je da se ultrazvučnim ispitivanjem sa visokim stepenom pouzdanosti mogu ispitati i nove šine i šine u eksploataciji. Takođe, navedene su greške u zavarenim spojevima šina koje su zavarene aluminotermijskim postupkom i primeri detekcije tih zavarenih spojeva ultrazvučnom metodom ispitivanja. Ovo je posebno važno u obaveznosti uvodjenja sistema obezbedjenja kvaliteta na Jugoslovenskim železnicama i preduzećima koja opslužuju i snabdevaju železnicu potrebnim uslugama i opremom.

2. KARAKTERISTIKE ŠINA

U zavisnosti od stepena opterećenja šina u eksploataciji, one se dele u dve osnovne grupe:

- šine normalnog kvaliteta i
- šine otporne na habanje (šine sa povišenom otpornošću na habanje).

Za pojedine vrste šina dati su u tabeli 1 (prema standardu UIC 860 V) odgovarajući hemijski sastavi i mehaničke osobine.

Iz tabele 1 vidljivo je da je nosilac povećanja mehaničkih osobina kod šina otpornih na habanje u stvari povišen sadržaj ugljenika (C). Povećana otpornost na habanje bazira se na teoriji medjusobnog uticaja pojedinih elemenata. Ugljenik utiče na mehaničke osobine preko zapreminske frakcije cementita i njegovog udela u perlitu. Mangan utiče na sniženje temperature eutektoidne reakcije i na finoću perlitnih lamela, odnosno smanjenje interlamelarnog rastojanja.

[1] Prof.dr Branislav SLADOJEVIĆ, Institut "Kirilo Savić", Vojvode Stepe 51 11000 Beograd, sladojevic@ptt.yu
[2] Milica PUZIĆ, dipl. inž., Institut "Kirilo Savić", Vojvode Stepe 51 11000 Beograd, sladojevic@ptt.yu
[3] dr Olivera ERIĆ, Institut "Kirilo Savić",Vojvode Stepe 51 11000 Beograd, sladojevic@ptt.yu

Tabela 1. Propisane kvalitetne osobine šina prema UIC 860 V

Oznaka čelika	C %	Si %	Mn %	Cr %	P Maks.%	S Maks. %	Rm N/mm^2	A_s Min.%
700	0,40-0,60	0,05-0,35	0,80-1,25	-	0,05	0,05	680-830	14
900A	0,60-0,80	0,10-0,50	0,80-1,30	-	0,04	0,04	min 880	10
900B	0,80-075	0,10-0,50	0,30-1,70	-	0,04	0,04	800-1030	10
1100	0,60-0,82	0,30-0,90	0,90-1,30	0,8-1,3	0,04	0,03	min.1080	9

Za sve vrste šina predviđene su i odgovarajuće vrednosti mehaničkih osobina što je takođe regulisano navedenim standardom (tabela 1).

2.1. Kolaudaciona ispitivanja

Ispitivanje novih šina pri prijemu obuhvata proveravanje i utvrdjivanje sledećih karakteristika:

- hemijski sastav,
- otpornost prema udaru,
- zatezna čvrstoća i izduženje,
- makrosruktura,
- tvrdoća,
- spoljni izled,
- oblik, mere i masa.

Pri kolaudacionom ispitivanju šina vrši se detaljna vizuelna konrola šina, a preko mikrosrukturnih ispitivanja proba uzetih od odgovarajućih šina dobija se uvid u homogenost materijala. Na ovaj način mogu se otkriti površinske i unutrašnje greške. Greške na šinama nastaju kao posledica poremećaja stabilnosti u tehnologiji izrade i prerade šina i mogu biti čeličanske ili valjaoničarske prirode [6].

3. GREŠKE U ŠINAMA

Greške u šinama mogu biti u osnovi sledeće:

- greške nastale u procesu izrade šina [2]
- greške nastale u toku eksploatacije [2, 7]

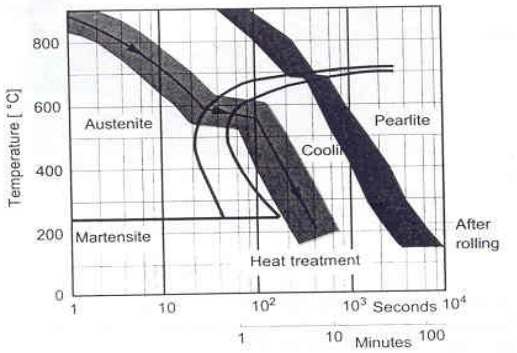
3.1. Greške nastale u toku izrade šina

U toku izrade šina može doći radi odstupanja od tehnologije proizvodnje šina do pojave raznih vrsta grešaka. Greške mogu da se jave na površini šine ili po poprečnom ili uzdužnom preseku šine, tj. da se javljaju kao površinske ili unutrašnje greške.

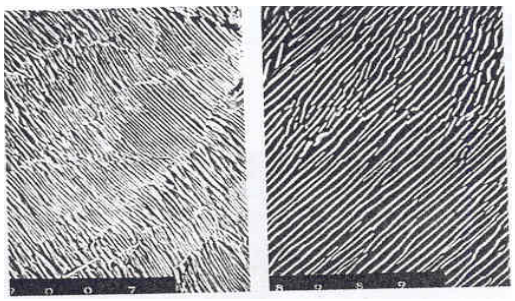
U zavisnosti od tehnologije izrade šina, tj. da li se šine izradjuju sa prekidom (SM peć-bluming-valjaonice) ili kontinualno (konvertor-konti liv-valjaonica) mogu da se jave karakteristične greške. Ali u svakom slučaju najčešće se javljaju sledeće vrste grešaka:

- lunker
- nemetalni uključci (mikro i makro)
- pahuljice
- blokove segregacije
- naponske pukotine

Sprečavanje pojava gore navedenih grešaka može se ostvariti uvodjenjem vanpećne obrade čelika i vakumsko livenje, a takodje i vodjenje računa o pravilnom izvodjenju tehničke obrade (hladjenje u jamama ili termičko propuštanje zakaljenog sloja vozne površine šina).



Sl.3.1. TTT dijagram-strukturna transformacija šina u zavisnosti od brzine hlađenja šina [4]



Sl.3.2. Mikrostruktura čelika (fini perlit) [4]

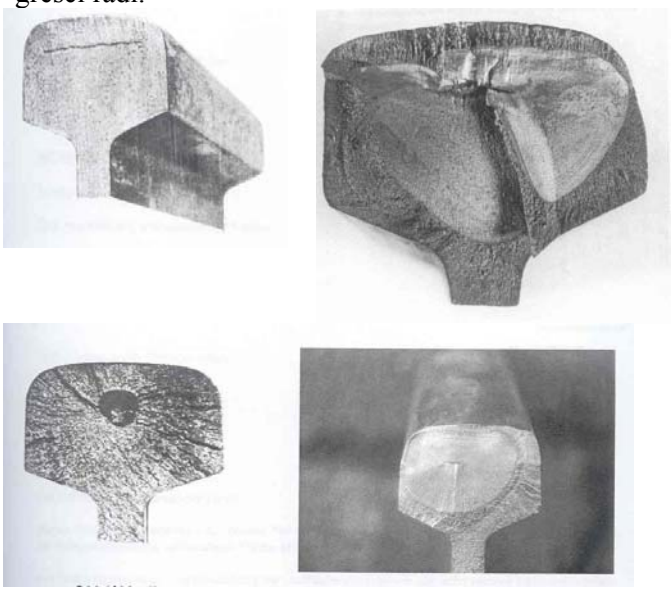
3.2. Greške nastale u toku eksploatacije

U stručnoj literaturi se navodi primer podele grešaka nastalih u toku eksploatacije kako sledi: Greške koje se javljaju u eksploataciji mogu se podeliti u sledeće glavne grupe:

- grupa I raslojavanje i oštečenja vozne površine šine;
- grupa II poprečne pukotine u glavi šine
- grupa III uzdužne pukotine u glavi šine
- grupa IV neravnost glave šine
- grupa V greške na vratu šine
- grupa VI greške na stopi šine
- grupa VII prelom po čitavom preseku
- grupa VIII izvijenost šine.

U medjunarodnom standardu UIC 712 Greške u šinama, su detaljno obradjene greške koje se javljaju u toku eksploatacije i klasifikovane su prema položaju i njenoj prirodi.

Greške su podeljene u odredjene grupe u zavisnosti od vrste i položaja i brojčano označene, tako da je moguće na osnovu koda odmah utvrditi o kojoj se grešci radi.



Sl.3.3. Primeri grešaka na šinama [4]

3.3. Greške nastale u aluminotermiski zavarenim spojevima šina

Greške koje se pojavljuju kod AT-zavarivanja s obzirom na uzroke njihovog postanka možemo svrstati u dve grupe:

- greške rada i
- metalurške greške

U ovom radu su obrađene samo metalurške greške, nastale radi propusta u tehnološkom postupku zavarivanja šina aluminotermijskim postupkom. *[5]*

3.3.1 Metalurške greške

Metalurške greške mogu biti uslovljene:

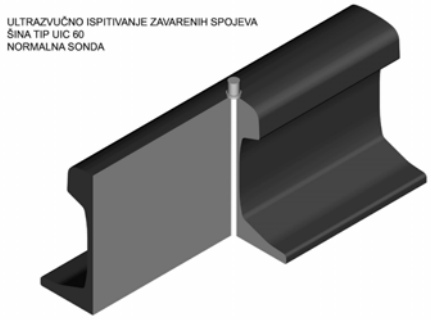
- izmenom u hemijskom sastavu aluminotermijske smeše, kada povećavamo njenu količinu uzimanjem izvesne količine iz druge smeše, razara se metalurški sastav smeše, a posledica toga su zavari slabijeg kvaliteta.

Isto tako promena u svojstvu metala može biti uslovljena ubacivanjem komada čelika u aluminotermijsku smešu.

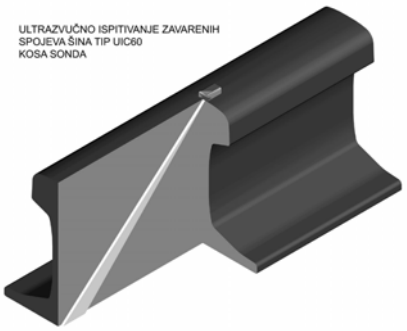
"Crveni lom" zavarenog spoja javlja se kod obrade zavarenog spoja u toplom stanju. Ovaj lom nastaje zbog nedostatka aluminijuma u smeši, odnosno povećanog sadržaja kiseonika ili zbog povećanog sadržaja sumpora i fosfora u osnovnim sirovinama aluminotermijske smeše.

Stvaranje plinskih lunkera.

- osnova za stvaranje lunkera u zavarenom spoju su procesi izmedju komponenata smeše i vlage. Vlaga deluje neposredno na kovarinu, oksidira i snižava njenu aktivnost, a takodje stvara složene hemijske spojeve s oksidansom u vidu kristalizacione vlage. U smeši se pojavljuje vodonik, nepotpuni spojevi kiseonika sa gvoždjem i aluminijumom, koji ulaze u metal i ostaju u zavarenom spoju.
- pojava lunkera u zavarenom spoju može biti uslovljena i neravnomernim hladjenjem na različitim mestima u raznim vremenskim tačkama.



Sl 3.4. Shema detekcije zavarenog spoja ravnom ultrazvučnom sondom [9]



Sl 3.5. Shema detekcije zavarenog spoja ugaonom ultrazvučnom sondom [9]

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Na osnovu literaturnih podataka i vlastitih istraživanja može se zaključiti sledeće:

- napravljen detaljan uvid u kvalitetne karakteristike šina koji proizilaze iz zahteva standarda UIC 860 V
- navedene su i opisane inherentne greške koje nastaju u toku proizvodnje šina
- opisana je strukturna transformacija gotovih šina pri različitim tehničkim obradama
- opisane su najčešće greške koje se javljaju u toku eksploatacije (literaturni podaci i standard UIC 712)
- opisane su greške koje nastaju pri neadekvatnom zavarivanju šina aluminotermiskim postupkom

- ukazano je na potrebu da se vrši obavezna primena ultrazvučnog ispitivanja i novih šina i šina u eksploataciji.

Gore navedena saznanja i obaveznost primene ultrazvučnig ispitivanja može u velikoj meri da spreči inicijaciju i propagaciju pukotina u šinama i samim tim povećanje bezbednosti železničkog saobraćaja.

LITERATURA

[1] B.Sladojević: "Ultrasonic testing of rails", INSI-GHT, Vol 37, No 12, p. 987-991, England, Decembar 1995.
[2] B.Sladojević: "Ispitivanje materijala ultrazvukom", Institut "Kirilo Savić" Beograd, Interqual, Beograd, 1997.
[3] J.u.H. Krautkramer, Werkstoffprufung mit Ultraschall, Spring-Verlag, Berlin, 1975.
[4] B. Sladojević: "Šine-železničke šine" (Monografija) (u pripremi)
[5] Uputstvo 336 za zavarivanje železničkih šina aluminotermijskim postupkom, Beograd, 1986
[6] UIC-Kodex 860 V-Techniche Lieferbedingungen für schienen. Paris, 1986.
[7] UIC 712 Greške u šinama
[8] Ekspertiza "Ultrazvučno ispitivanje aluminotermijski zavarenih spojeva šina, Institut "Kirilo Savić", Beograd, 2005

QUALITY ASSURANCE OF NEW RAILS AND RAILS IN SERVICE

Branislav SLADOJEVIĆ
Milica PUZIĆ
Olivera ERIĆ

Abstract – The rails are an important and vital part of a railway system and are exposed, during service, to high stresses of different types, frequency and orientation and to different environmental conditions. In Europe, rail quality and the acceptance criteria are regulated by international standard UIC 860 V, with which national standards are in accordance. The requirements for rail quality are increasing with increasing traffic density. The high external stresses are superimposed with the internal stresses, representing a serious load on rails with the potential to extend existing flaws, which may lead to rail fracture. Inherent flaws resulting from processing, as well as the final stages of finishing, are considered. The possibilities of using ultrasonic testing in control quality of new rails (manufacture and rails in operation service in order to detect flaws and determine their position and nature are also described). In this work are described inherent defects in service and defects in aluminothermic welds of rails. Also, there is described aluminothermic of rails.

Key words – Quality, defects, aluminothermic welding defects, the ultrasonic method of testing

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

MODERNIZACIJA SISTEMA DALJINSKOG UPRAVLJANJA ELEKTROENERGETSKIM POSTROJENJIMA NA ŽELEZNICI

Branislav T. JEVTOVIĆ[1]
Danilo J. OKLOBDŽIJA[2]
Dragoljub B. ARSENIJEVIĆ[3]

Rezime *– Rad prikazuje rezultate realizacije projekta CDU^{plus}, čiji je cilj osavremenjivanje sistema daljinskog upravljanja železnice. Realizovani informacioni sistem, uz zadržavanje starih, omogućava i nove funkcije sistema daljinskog upravljanja (DU). To se pre svega odnosi na registrovanje svih komandi, signalizaciju i merenje vrednosti u realnom vremenu i njihovo čuvanje u bazi podataka MySql. Vizuelizacija svih aparata, stanica i "linijskog osvetljenja" značajno olakšava korišćenje sistema, dok kontrola pristupa i rada za sve korisnike omogućava razgraničavanje lične odgovornosti radnika. Realizovane nove funkcije merenja podataka o angažovanoj snazi i generisanje komandnih telegrama pomoću računara, omogućavaju značajne uštede energije i materijala. Sa aspekta sigurnosti bitno je naglasiti da postojeći sistem daljinskog upravljanja ostaje u potpunosti neizmenjen i funkcionalan. Primenjena savremena hardverska i softverska rešenja u potpunosti podržavaju mrežnu arhitekturu i integrisanje u jedinstven informacioni sistem železnice. Na ovaj način, skromnim ulaganjem sredstava, izvršeno je podmlađivanje delova sistema daljinskog upravljanja železnica Srbije i Crne Gore.*

Ključne reči – Daljinsko upravljanje, Telekomande, Informacioni sistem.

1. UVOD

Sistem daljinskog upravljanja (DU) železnica je telemehanički sistem čiji je zadatak upravljanje objektima elektro vuče na daljinu i kontrola procesa koji se odvijaju na upravljanim mestima [4]. Telemehanika u osnovi obuhvata telekomandu i telekontrolu. Telekomanda se bavi daljinskim prenosom komandi, kada se vrši promena stanja ili položaja različitih organa, aparata i postrojenja na upravljanim mestima. Telekontrola obuhvata kontrolisanje stanja objekata i procesa iz dispečerskih operativnih centara [1]. U železnici i elektroprivredi češće se koriste pojmovi daljinskog upravljanja, daljinske komande i daljinske signalizacije, dok se daljinsko merenje može smatrati posebnim oblikom daljinske signalizacije.

U stabilnim postrojenjima električne vuče kao sistem daljinskog upravljanja (DU) definiše se skup postupaka i postrojenja koji omogućavaju prenošenje komandi iz centara daljinskog upravljanja (CDU) u elektrovučne podstanice (EVP) ili postrojenja sekcionisanja (PS) [6, 7]. Daljinsko upravljanje obuhvata prenos signalizacije i merenih veličina u suprotnom smeru od komandi tj. od upravljanih mesta do centara daljinskog upravljanja.

CDU je opremljen komandnom tablom, koja je urađena po principu sinoptičke šeme energetskog postrojenja u mozaik tehnici. Komandna tabla, pored pregleda trenutne situacije, omogućava formiranje i otpremanje daljinskih komandi, kao i prijem povratnih signalizacija i merenih veličina. Upravljani aparati su raspoređeni na podstanicama elektro vuče, postrojenjima za sekcionisanje i železničkim stanicama. Najčešće se sreću 25 kV ili 110 kV prekidači i rastavljači, ali i ostali komandni ili signalni uređaji.

2. PROJEKAT CDU^{PLUS}

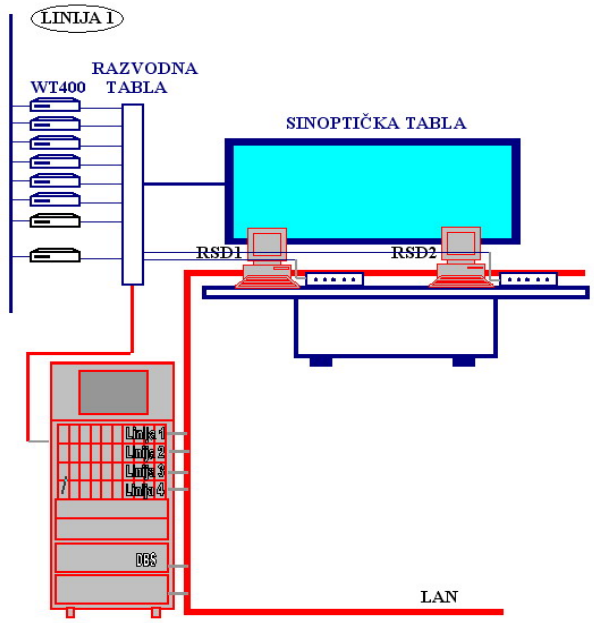
Sistem daljinskog upravljanja elektro vučom razvijan je paralelno sa elektrifikacijom železnica i danas predstavlja jedan stabilan i dobro uhodan sistem. Nažalost, zbog opšteg zastoja u razvoju železnice kod nas, postojeći sistem daljinskog upravljanja nije pratio savremena kretanja, pre svega u oblastima elektronike i informacionih tehnologija. Projekt CDU^{plus}, koji je realizovala firma "Bravo" iz

[1] Dr Branislav T. Jevtović dipl. inž., profesor, Viša poslovna škola „Kosovo Polje", Blace, banej@vpskp.edu.yu.
[2] Mr Danilo J. Oklobdžija dipl. inž., Mašinsko tehnička škola „15 Maj", Niš, setni@ptt.yu.
[3] Dragoljub B. Arsenijević dipl. inž., Bravo, Niš, d.arsenijevic@medianis.net

Niša, ima za cilj detekciju i otklanjanje nedostataka postojećeg sistema daljinskog upravljanja. Kao osnovni nedostatak postojećeg sistema daljinskog upravljanja autori projekta smatraju nemogućnost čuvanja podataka o izdatim komandama, pristigloj signalizaciji i merenim veličinama. Nepostojanje informacije o vršnom opterećenju u EVP-u u realnom vremenu svakako predstavlja još jedan nedostatak postojećeg sistema. U cilju otklanjanja navedenih nedostataka i njihovih posledica, u okviru projekta CDU^{plus} su definisani sledeći osnovni zahtevi:

1. Sve podatke o komandama, signalizaciji i merenim veličinama registrovati u bazi podataka u realnom vremenu.
2. Izvršiti vizuelizaciju podataka na način adekvatan vizuelizaciji na komandnoj tabli.
3. Realizovati arhiviranje podataka i generisanje izveštaja u obliku tabela i grafikona.
4. Ostvariti merenje i memorisanje podataka o angažovanoj snazi.
5. Realizovati funkciju generisanja komandnih telegrama pomoću računara.
6. Uvesti kontrolu pristupa i evidentiranje rada za sve korisnike sistema.

Kao konkretan rezultat projekta CDU^{plus} realizovan je novi sistem daljinskog upravljanja elektro vučom, čija konfiguracija je prikazana na slici 1.



Slika 1. Konfiguracija modernizovanog sistema DU

Modernizovani sistem DU integriše module starog sistema sa novim modulima. Svi novi moduli su međusobno povezani u lokalnu računarsku mrežu, dok se integracija sa postojećim sistemom vrši centralizovano na razvodnoj tabli. Potpunom galvanskom izolacijom omogućeno je da funkcije postojećeg sistema ostanu nepromenjene, kompletne i potpuno funkcionalne.

3. KONFIGURACIJA MODERNIZOVANOG SISTEMA DU

Modernizacija sistema DU na železnici, između ostalog, obuhvata priključivanje LAN (Local Area Network) mreže na postojeći sistem. Priključivanje se vrši na kontrolnoj tabli, paralelno sa postojećim priključkom za sinoptičku tablu. Što se LAN mreže tiče, autori projekta opredelili su se za Ethernet mrežu, topologije tipa zvezda, kod koje su učesnici u mreži povezani pomoću LAN switcha.

Srž rešenja svakako predstavlja Linijski kontroler (LK), koji omogućava razmenu komandi, signalizacija i merenih veličina sa jednom linijom, sa kojom se upravlja iz CDU-a. Pored komunikacije sa linijskim uređajem WT 400, linijski kontroler omogućava i upis svih podataka, prosleđenih na ili primljenih sa linije, u bazu podataka MySql. Za održavanje konzistentnosti baze zadužen je Server baze podataka (DBS), PC računar sa sistemskim softverom za podršku baze podataka MySql. Radne stanice dispečera (RSD1 i RSD2) su PC računari sa odgovarajućim aplikativnim softverom, koje pored emulacije sinoptičke table omogućavaju funkcije arhiviranja podataka, generisanje izveštaja i kontrolu pristupa za sve korisnike sistema DU. Ovakva modularna arhitektura sistema omogućava zadovoljenje svih postavljenih funkcionalnih zahteva i principa realizacije definisanih u projektu.

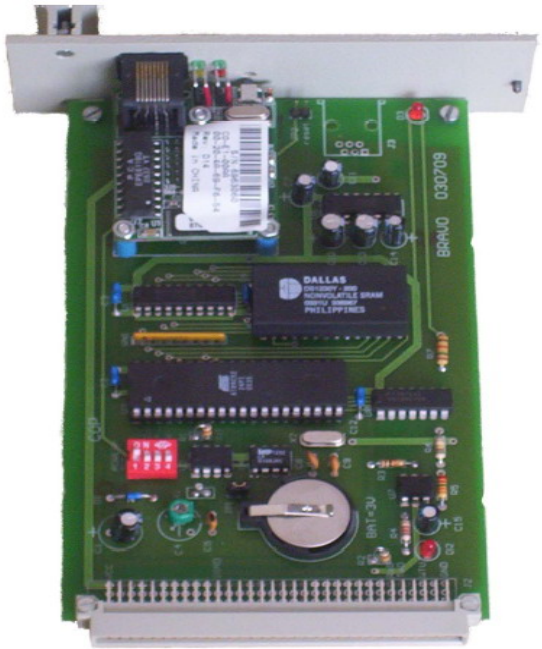
4. REALIZACIJA HARDVERA

Uređaj za prikupljanje podataka, prikazan na slici 2, rezultat je sopstvenog razvoja firme “Bravo d.o.o” iz Niša.

Slika 2. Uređaj za prikupljanje podataka

Prikazani uređaj, pored maksimalno šest linijskih kontrolera, sadrži i jedinicu za napajanje, kao i 10/100Mbit/sec LAN swich.

Linijski kontroler služi za prikupljanje svih podataka koji se odnose na svaku pojedinačnu liniju daljinskog upravljanja. Podaci o merenim veličinama i saignalizaciji primaju se preko kanalnih konvertora merenih vrednosti i kanalnih konvertora signalizacije, sa šest kanala linijskog komunikacionog uređaja WT 400. Kanalni konvertor komandi prihvata podatke o odlaznim telegramima preko posebnog - sedmog, kanala komunikacionog uređaja WT 400. Ovaj kanal, takođe služi da se preko njega šalju komandni telegrami generisani u radnoj stanici dispečera. Poseban modul linijskog kontrolera, komunikacioni procesor, ostvaruje komunikaciju između pojedinih kanalnih konvertora i servera baze podataka (DBS), korišćenjem TCP/IP protokola [2]. Svi moduli linijskog kontrolera izrađeni su korišćenjem mikrokontrolera u savremenoj tehnologiji. Tako, na primer, za povezivanje komunikacionog procesora na LAN meržu iskorišćen je modul Device server CoboxMicro [5]. Na slici 3. prikazan je izgled ploče komunikacionog procesora. Svi moduli jednog linijkog kontrolera montiraju se u jedan red industrijskog ormana.



Slika 3. Izgled Komunikacionog procesora

Linijski kontroler zadovoljava funkcije fizičkog nivoa i nivoa podataka OSI modela, u komunikaciji LAN mreže sa postojećim sistemom DU.

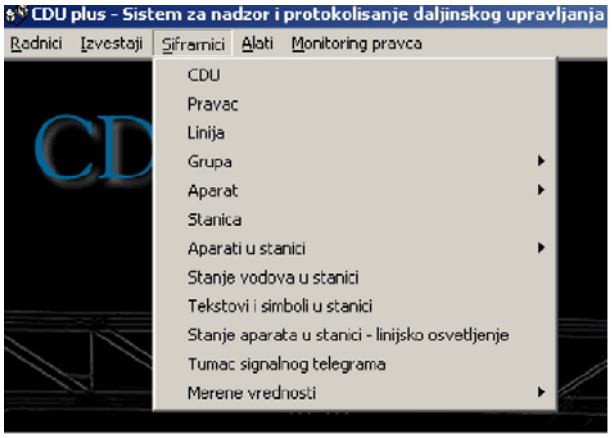
U cilju omogućavanja merenja angažovane snage u EVP-u, priključen je poseban kontroler na impulse izlazne aktivne energije. Vrednosti angažovane snage sinhronizovana je sa petnaestominutnim intervalima. Ovim vrednostima kontroler pridružuje i podatke o realnom vremenu iz sopstvenog časovnika realnog vremena. Ovako pripremljeni podaci se šalju komunikacionim kanalom daljinskog upravljanja odgovarajućem linijskom kontroleru.

5. REALIZACIJA SOFTVERA

Softverski paket CDU^{plus} je deo kontrolno nadzornog sistema daljinskog upravljanja stabilnim postrojenjima električne vuče. Razvijen je za operativni sistem Microsoft Windows XP Professional i bazu podataka MySql. Programski moduli omogućavaju nadzor i kontrolu uređaja u postrojenjima, vizuelizaciju podataka, ažuriranje podataka u bazi podataka i generisanje izveštaja [3]. Definisana su dva moda rada sistema:

- Administriranje sistema – podrazumeva održavanje šifarnika delova sistema DU (pravac, linija, grupa, stanica), administraciju radnika i njihovih ovlašćenja, kao i sinhronizaciju časovnika na nivu lokalne mreže. Ove funkcije može da koristi samo korisnik sa ovlašćenjem "Administrator"
- Rad sa sistemom – ovaj deo aplikativnog softvera omogućava izvršavanje dispečerskih funkcija, posmatračkih funkcija (iste kao dispečerske samo bez mogućnosti izdavanja komandi), ili generisanje izveštaja. Za rad sa ovim funkcijama korisnik treba da ima ovlašćenja "Dispečer" ili "Posmatrač".

Sve funkcije softvera dostupne su kroz menije aplikacije. U zavisnosti od ovlašćenja korisnika neke funkcije mogu biti onemogućene. Izgled jedne stevke glavnog menija, za korisnika sa administratorskim ovlašćenjima, prikazan je na slici 4.

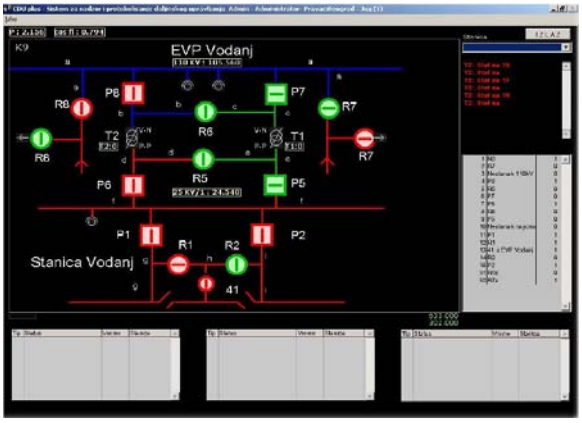


Slika 4. Izgled glavnog menija aplikativnog softvera

Kada korisnik radi kao dispečer ili posmatrač, on nakon prijavljivanja bira pravac na kome želi da radi, a zatim bira liniju i neke od mogućih stanica na toj liniji. Ekran stanica sadrži skicu stanice sa detaljno prikazanim aparatima. Status vodova određen je na osnovu statusa aparata i tabela memorisanih u bazi podataka. Na ekranu se prikazuje i prozor predhodnih događaja u stanici, kao i dugmad za pravljenje pojedinačnih upita i izvršavanje komande. Na slici 5 prikazano je stanje aparata i odgovarajuće stanje vodova jedne železničke stanice.

Funkcije ostalih softverskih modula, za evidenciju radnika i generisanje izveštaja, takođe se pokreću

pomoću menija i vrlo su laki za korišćenje tj. bliski korisniku.



Slika 5. Skica stanice sa detaljnim prikazom aparata

6. ZAKLJUČAK

Modernizovani sistem daljinskog upravljanja predstavlja nadzorno-kontrolni informacioni sistem, koji omogućava praćenje stanja i komandovanje opremom u elektroenergetskim postrojenjima električne vuče u realnom vremenu. Integracijom novih hardverskih i softverskih modula, izvršeno je osavremenjivanje postojećeg sistema DU. Memorisanje stanja uređaja, merenih veličina i izdatih komandi u bazi podataka otvara mogućnosti za dodatne objektivnije analize u cilju uštede energije i materijala. Stroga kontrola prava pristupa i mogućnosti korišćenja određenih funkcija sistema, doprinose razgraničenju ovlašćenja i lične odgovornosti radnika, što je od posebne važnosti kod "spornih" situacija. Generisanje izveštaja i vizuelizacija podataka, identična načinu prikazivanja na sinoptičkoj tabli, u mnogome olakšavaju korišćenje sistema. Primenjena hardverska i softverska rešenja u potpunosti podržavaju mrežnu arhitekturu, čime je omogućeno da se ceo sistem daljinskog upravljanja uključi u jedinstveni informacioni sistem Železnice. Modernizovani sistem daljinskog upravljanja stabilnim postrojenjima električne vuče pored doprinosa bezbednom načinu regulisanja saobraćaja doprinosi i povećavanju propusne moći pruge i stanica čime se povećava stepen iskorišćenja železničkih resursa i značajno doprinosi većoj efikasnosti celog sistema.

LITERATURA

[1] Avi Silberschatz, Peter Bear Galvin, Greg Gagne "Operating System Concepts", 7th edition, John Wiley and Sons, December 2004.
[2] Behrouz A. Forouzan, "Data Communications and networking", MC Graw Hill, New York, Third Edition 2003.
[3] Branislav T. Jevtović, Danilo J. Oklobdžija, "Programska podrška sistemima za akviziciju podataka baziranim na HART uređajima", XII konferencija YUINFO, Kopaonik 2006.
[4] Velibor D. Damjanović, dipl.ing. "Daljinsko upravljanje stabilnih postrojenja električne vuče", Viša železnička škola Beograd, Beograd, 1978.
[5] Embedded Integration Kit CoBox-Micro User's Guide, www.lantronix.com
[6] Tehnička i korisnička dokumentacija sistema za prikupljanje i prenos podataka daljinskog upravljanja, "Bravo d.o.o", Niš, 2006.
[7] Tehnička i posebna uputstva za isporuku i montažu daljinskog upravljanja SPEV, Zajednica JŽ, Beograd, 1964.

MODERNIZATION OF THE REMOTE CONTROL SYSTEM FOR RAILROAD POWER FACILITIES

Branislav T. JEVTOVIĆ
Danilo J. OKLOBDŽIJA
Dragoljub B. ARSENIJEVIĆ

Abstract – This paper shows the realization of the CDU^{plus} project. The objective of this project was the modernization of the railroad remote management system. The realized information system retains the old functions and enables new functions for the remote management (RM) system. This primarily refers to the registering of all commands, signals and measured values in real time, and saving the same in a MySql database. The visualization of all devices, stations, and "line lights" makes the usage of the system significantly easier, while the access control enables the delimitation of workers' responsibility. Newly realized functions of measuring used power and generating command telegrams by a computer, enable the significant saves in energy and material. Concerning the safety, it's important to emphasize that the present system remains in tacked and fully functional. New and modern hardware and software solutions, that are applied, support the network architecture and the integration in a general railroad informational system. In this way, with modest financial funds, the parts of the railroad remote management system in Serbia and Montenegro were revitalized.

Key words– Remote Management, Telecommands, Information System.

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

NOVA RJEŠENJA SIGNALNO-SIGURNOSNIH UREĐAJA

Zvonimir VIDUKA[1]
Darko BARIŠIĆ[2]

Rezime *– Iako se načelno sistemi najvećih ponuđača sistemske sigurnosne tehnike u svijetu razlikuju, logička struktura i sigurnosno tehnički zadaci su im slični. Najčešći slučaj je da se unutar jednoga tržišnog područja kompatabilnost komponenti svodi na istog proizvođača radi jeftinijeg i jednostavnijeg održavanja. Zbog toga na pojedinim tržištima velike tvrtke imaju vrlo čvrste pozicije, a manji proizvođači svoje prigode imaju ako ponude puno povoljnija riješenja. U tome je priliku za plasman vlastitoga znanja pronašla i tvrtka ALTPRO, koja se usmjerila na specijalno tržište sigurnosne tehnike za željeznicu.*

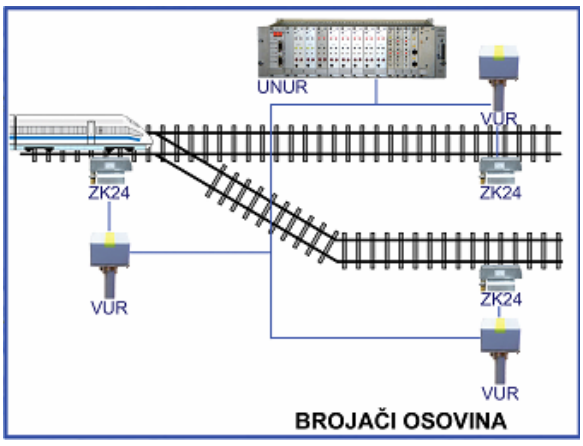
Ključne reči – brojač osovina BO23, senzor željezničkog kotača ZK24, tračnički kontakt UTR/ITR, Altpro

1. UVOD

Intenzivno korištenje željezničke infrastrukture dovodi do sve veće potrebe za sigurnosnim uređajima. Zbog toga je i dalje najveće svjetsko tržište sigurnosne tehnike u Europskoj Uniji. U Istočnoj Europi tijekom restrukturiranja i modernizacije morati će se puno sporednih pruga iz razloga visokih troškova staviti u mirovanje, a na glavnim koridorskim prugama raste potreba za modernizacijom i povećanjem sigurnosti. Na pojedinim tržištima velike tvrtke imaju vrlo čvrste pozicije, a drugi manji proizvođači imaju svoje prilike ako ponude znatno povoljnija rješenja. U tome je priliku za plasman vlastitog znanja pronašla i visokotehnološka tvrtka ALTPRO iz Zagreba i to fokusirajući se na specijalno tržište sigurnosne tehnike za željeznicu. Glavni proizvodi sistemske tehnike za infrastrukturu tvrtke ALTPRO su brojači osovina s senzorima željezničkog kotača te njihove aplikacije (tračnički kontakti za cestovne prijelaze) i pružni magneti s dijagnostičkom opremom sistema INDUSI. ALTPRO i dalje razvija nova rješenja sigurnosne tehnike kombinirana s najnovijim tehnologijama u željeznici kao što je satelitska navigacija u željeznici. Samo kontinuirano poboljšanje proizvoda, razvoj i praćenje svjetskih tehnologija i potreba tržišta može danas omogućiti opstanak tvrtki u željezničkoj industriji.

2. BROJAČI OSOVINA

Za razliku od mnogih zemalja svijeta naša regija ima dugu tradiciju korištenja brojača osovina za kontrolu zauzeća blok odsjeka (preko 30 godina). Iskustva u održavanju i servisiranju tih sistema stranih proizvođača pridonijela su razvoju jednoodsječnog brojača osovina tipa BO1 tvrtke ALTPRO s procesorskim modulom. Danas su brojači osovina BO1 ugrađeni na više željeznica u sklopu automatskog pružnog bloka ili međukolodvorske ovisnosti, a na mnogim lokacijama ugrađuju se brojači osovina BO1 umjesto brojača starije generacije. Najnoviji brojač osovina druge generacije BO23 tvrtke ALTPRO pruža još veće mogućnosti u konfiguracijama kontrole zauzeća odsjeka uz manje opreme, a koncepcija spajanja, montaže i održavanja ostaje ista kao na tipu BO1. Obje serije brojača osovina BO1 i BO23 koriste potpuno isti vanjski dio uređaja: senzor željezničkog kotača ZK24 na tračnici i kontrolni sklop VUR uz kolosijek.



Slika 1: Brojač osovina na odsjeku sa tri brojačke točke

Senzor ZK24 pokazao se u praksi kao vrlo

[1] Zvonimir Viduka, dipl. inž. el. teh., Altpro, Drvnje 63. 10 000 Zagreb, Hrvatska, zvonimir.viduka@altpro.hr
[2] Darko Barišić, dipl. inž. el. teh., Altpro, Drvnje 63. 10 000 Zagreb, Hrvatska, darko.barisic@altpro.hr

praktično i pouzdano rješenje za detekciju kotača za brojače osovina, a posjeduje i certifikat tvrtke *TÜV Rheinland Group* o usklađenosti sa najnovijim direktivama EU. Struktura procesorskog modula unutarnjeg uređaja brojača osovina BO23 odgovara najvećim zahtjevima sigurnosti SS-uređaja (SIL4) i izvedena je u konfiguraciji odlučivanja procesora "2 od 3", a procedura ishođenja međunarodno priznatog certifikata je u tijeku.

2.1. BROJAČ OSOVINA BO23

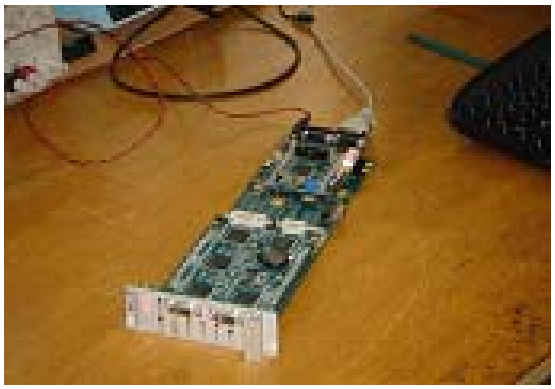
2.1.1 Namjena uređaja

Brojač osovina BO23 druge generacije je novorazvijeni signalno sigurnosni uređaj za kontrolu zauzetosti više odsjeka željezničke pruge na osnovu uočenih potreba na globalnom tržištu i tehničkih zahtjeva kupaca iz EU. BO23 prvenstveno je namijenjen za kontrolu zauzetosti staničnih odsjeka (zauzetost skretnica, križanja i drugih dijelova unutar stanice), kao i prostornih odsjeka otvorene pruge brojanjem osovina. Ulaskom vlaka na odsjek na bilo kojoj brojačkoj točki brojač javlja zauzeće odsjeka SS-uređaju i pamti ubrojeni broj osovina u memoriji, kao i vrijeme i datum prolaska vlaka, smjer, smetnje, brzinu i sl. Prilikom izlaska vlaka na bilo kojoj brojačkoj točki odsjeka, uređaj oslobađa odsjek samo ako je izašao isti broj osovina. Program u procesorskom modulu je izveden prema sigurnosnim načelima iz CENELEC EN 50128, a detekcija željezničkog kotača te prijenos i obrada signala prema CENELEC EN 50129.

2.1.2 Unutrašnji uređaj brojača osovina UNUR

Novorazvijeni uređaj je logično proširenje brojača osovina tip BO1 za kontrolu jednog odsjeka. Prednost unutarnjeg uređaja brojača osovina BO23 je što se jednim uređajem u standardnom 19" okviru može kontrolirati do 8 brojačkih točki konfiguriranih na 1 do 6 odsjeka što je vrlo pogodno za kontrolu zauzeća staničnih odsjeka uz relativno malu količinu opreme. Brojač osovina BO23 također ima mogućnost optičke ili modemske «fail-safe» komunikacije između unutarnjih uređaja prema EN 50159-1 što je naročito pogodno za kontrolu zauzeća dugih odsjeka međukolodvorske ovisnosti. Osnova mu je mikroprocesorski modul konfiguracije 2 od 3 sa sigurnosnom strukturom programa. Svaka konfiguracija kontrole zauzeća odsjeka ima pripadajući operativni program koji se u tom slučaju odvija u procesorskom modulu MPU. Odabir konfiguracije kontrole zauzeća odsjeka odnosno operativnog programa za modul MPU(programiranje MPU) vrši se prilikom instalacije unutarnjeg uređaja postavljanjem određenog položaja sklopki na stražnjoj strani okvira unutarnjeg uređaja BO23-UNUR. Nakon instalacije na sklopke se stavlja zapečaćeni poklopac. U okvir unutarnjeg uređaja tada se može utaknuti bilo koji procesorski modul MPU s skladišta i on će uvijek.

Slika 2: Unutarnji uređaj – UNUR



Slika 3: MPU modul

nakon priključenja napajanja početi odvijati operativni program definiran sklopkama na stražnjoj strani okvira unutarnjeg uređaja. Izlazne informacije za APB uređaj su u vidu kontakata sigurnosnih releja ili serijskog sučelja RS422 / RS232 a sistem isto tko ima mogućnost daljinske dijagnostike. Sa vanjskim uređajem postoji dvožična veza, napajanje i prijenos signala idu po istom vodu. Udaljenost vanjskog od unutarnjeg dijela uređaja je i do 30km (vodovi Ø1.4mm) ili 49km uz lokalno napajanje vanjskog uređaja. Elektronički induktivni senzor kotača je dvostruke strukture (tip ZK24) sa funkcijom detekcije smjera i razlučivanja smetnje od prolaza osovine. Uređaj omogućuje brojanje osovina standardno do 350 km/h. Održavanje se svodi samo na vizualne preglede.

2.1.3 Vanjski uređaj brojača osovina VUR i senzor kotača ZK24

Na slici 4. prikazan je vanjski kontrolni elektronički uređaj VUR koji je smješten na stupiću uz kolosijek i koji napaja i kontrolira senzor ZK24. U njemu se moduliraju i šalju signali sa oba senzorska sustava po istom dvožičnom telekomunikacijskom vodu do unutarnjeg uređaja. Po istom vodu vanjski uređaj dobiva i istosmjerno napajanje. Napajanje je

nominalno 100 VDC u granicama 40 - 120 VDC, a sam uređaj ima LED indikaciju stanja senzora.

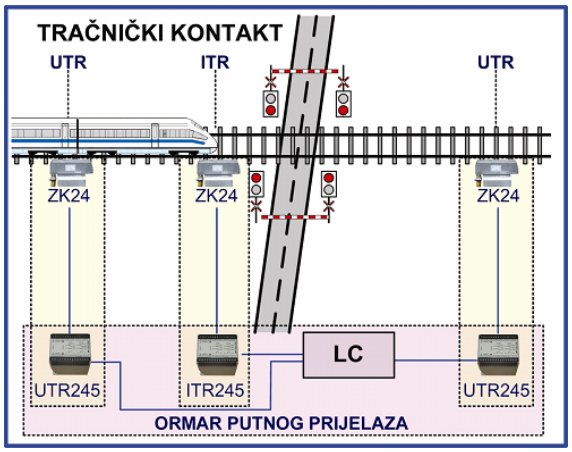
2.1.4 Senzor željezničkog kotača ZK24

Senzor željezničkog kotača ZK24 namijenjen je za detekciju prolaza željezničkog kotača u signalno-sigurnosnim sustavima kao što su brojači osovina, cestovni prijelazi i ostali sistemi koji traže detekciju prolaza vlaka preko određene točke. Senzor ima funkciju detekcije prolaza svih vrsta željezničkih kotača prema UIC 510-2 a minimalni promjer kotača je 300 mm. Predviđen je za brzinu vlaka do 350 km/h. Ima detekciju odvajanja senzora sa tračnica te dvostruki senzorski sustav u istom kućištu što omogućava detekciju smjera kretanja vlaka. Napajanje senzora je 18V … 72V DC (9V … 36V DC na zahtjev).

Slika 4:Vanjski uređaj – VUR sa senzorom kotača ZK24

Slika 5: Senzor ZK24 montiran na tračnicu

Ovaj senzor ima izuzetno veliki domet prijenosa signala od senzora do sustava na koji je senzor priključen: do 30 km uz vodove Ø1.4mm te do 13 km uz vodove Ø0.9mm. Temperaturno radno područje senzora –40….+80°C, vlaga do 100% a ima IP68 zaštitu. Senzor ZK24 montira se uz unutarnji rub tračnice pomoću univerzalnog podesivog nosača senzora za tipove tračnice S45….UIC60 (ostali profili na zahtjev) bez bušenja tračnice, a postoji i varijanta isporuke nosača senzora za bušenu tračnicu. Zaštita od prenapona atmosferskih pražnjenja i povratne struje vuče je ispitana na DC i AC kontaktnoj mreži. Inače, senzor ZK24 je ispitan prema važećim CENELEC standardima i ima certifikat od TÜV Rheinland Group.



Slika 6. Tipična primjena tračničkog kontakta UTR / ITR za cestovni prijelaz

3. TRAČNIČKI KONTAKT UTR/ITR ZA UKLJUČENJE/ISKLJUČENJE ŽELJEZNIČKOG CESTOVNOG PRIJELAZA

3.1. NAMJENA

Na osnovu tehničkih zahtjeva kupaca i partnera ALTPRO je izbacio na tržište novi proizvod tračničke kontakte UTR / ITR koji detektiraju prolaz željezničkog vozila preko određene točke željezničke pruge. Sam uređaj je zamjena za stare magnetske ili mehaničke tračničke kontakte te izolirane odsjeke i petlje. Jedan senzor ZK24 zbog svoje dvostruke strukture detekcije kotača zamjenjuje dva jednostruka tračnička kontakta, a prilagodni modul (evaluator) za svaki sustav detekcije sadrži po jedan sigurnosni relej. Izlazni kontakti sigurnosnih releja omogućuju spajanje sa starijim sustavima cestovnog prijelaza. Tračnički kontakt UTR za uključenje cestovnog prijelaza sastoji se od senzora željezničkog kotača ZK24 na tračnici i prilagodnog modula UTR245 u kućici (ormaru) cestovnog prijelaza sa izlazima u vidu kontakata sigurnosnih releja koji su privučeni u osnovnom stanju (bez prisustva vlaka). Tračnički kontakt ITR za isključenje cestovnog prijelaza sastoji se od senzora željezničkog kotača ZK24 na tračnici i prilagodnog modula ITR245 u kućici (ormaru) cestovnog prijelaza sa izlazima u vidu kontakata sigurnosnih releja koji su otpušteni u osnovnom stanju (bez prisustva vlaka). Sigurnosni releji u modulu UTR245 / ITR245 imaju podešeno vremensko zadržavanje 5 sekundi nakon prolaza svake osovine (drukčija vrijednost zadržavanja na zahtjev). UTR245 / ITR245 također sadrži i izlaz za pojedinačni impuls svake osovine za oba kanala senzora ZK24, što omogućuje novijim elektroničkim sistemima cestovnog prijelaza da broje osovine, određuju smjer kretanja vlaka, brzinu vlaka, itd.Tračnički kontakt kao

komponenta dosada je 2005. i 2006. isporučen na tržište Europe, Azije, Afrike i J. Amerike.

Slika 7. Dio tračničkog kontakta u ormaru cestovnog prijelaza – evaluator UTR245

Prilagodni sklop UTR245 / ITR245 izveden je kao DIN-rail modul, 99.7×75×110mm, a na zahtjev moguća je i drukčija izvedba (modul za okvir 19" ili sl.). Temperaturno radno područje prilagodnog modula UT245 / ITR25: –30….+70°C.

4. CERTIFICIRANJE I ISPITIVANJE

Isporuke, testiranja, probne ugradnje i homologacija uređaja su izvršene ili su u toku u preko 20 zemalja u Europi, Aziji, J. Americi i Africi. Uređaji su u realnim uvjetima u željezničkom prometu ispitani na raznim lokacijama u Hrvatskoj (AC i DC napajanje vuče), Sloveniji, Srbiji, Švedskoj te na Mađarskim željeznicama (MÁV) gdje su vršeni i testovi utjecaja elektromagnetskih kočnica nagibnih vlakova, utjecaji statičkih pretvarača te utjecaji velikih promjena povratne struje vuče u tračnici. Kod svih testova uređaji su ispunili zahtjeve za ispravan rad kontrole zauzeća odsjeka. Svi sigurnosni proizvodi tvrtke ALTPRO su razvijani, ispitivani i certificirani prema važećim EN-CENELEC normama, IEC propisima te UIC objavama u ovlaštenim neovisnim eurospkim institucijama.

Slika 8. Implementacija sistema tračničkog kontakta UTR u putni prijelaz

5. ZAKLJUČAK

Sudjelovanjem ALTPRO-a na natječajima u svijetu stečena su velika iskustva, a stvorena mreža agenata, zastupnika i poslovnih partnera u raznim zemljama otvara u idućim godinama velike mogućnosti izvoza konkurentnih visokotehnoloških proizvoda. ALTPRO u segmentu razvoja i proizvodnje već sada ima svoj inovacijski proizvodni klaster, a vidi veliku mogućnost privatno-društvenog partnerstva s željeznicama kroz svoje poslove. Razvojem proizvoda sistemske tehnike i njihovim plasmanom na svjetska tržišta osiguravaju se nova radna mjesta u željezničkoj industriji Hrvatske i regije, a to ne bi bilo moguće bez modernizacije matične i susjednih željeznica. Modernizacija željeznica u Europi i svijetu svugdje otvara radna mjesta i nova poduzeća, pa prema tome moramo težiti i mi u ovoj regiji gdje je nekada postojala snažna željeznička industrija.

Literatura

[1] CENELEC norme: EN 50128, EN 50129, EN 50159-1
[2] «Multiple applications with a single subrack of multi-section axle counter BO23», ALTPRO Zagreb, Croatia, SIGNAL + DRAHT 7/8, 2006.
[3] Kodeks UIC 790
[4] «Opšti tehnički propisi za relejne, stanične signalno-sigurnosne uređaje (GDJŽ br. 2740/57)»
[5] «Korištenje brojača osovina BO1 za kontrolu zauzeća odsjeka APB-a, međukolodvorske ovisnosti staničnih odsjeka», Z. Viduka, D. Barišić, ALTPRO Zagreb, Hrvatska, ŽELKON 2004, Niš.

NEW SOLUTIONS FOR RAILWAY SAFETY SIGNALLING SYSTEMS

Zvonimir VIDUKA
Darko BARIŠIĆ

Abstract: Although, in principle the leading supplier's safety signaling systems in the world are different in principle, the logic structure and safety technical tasks are very similar. The most frequent situation is that within one market region the compatibility of components boils down to the same manufacturer because of cheaper and simpler maintenance. Due to this, large companies hold their strong positions on some markets, while small manufactures have a chance if they offer considerably more acceptable solutions. In this situation ALTPRO found an opportunity to launch its know-how by focusing on the special market of railway safety technology.

Key words– axle counter BO23, railwheel sensor ZK24, switch on/off point UTR/ITR, Altpro

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

НЕГАТИВНИ АСПЕКТИ ПРИМЕНЕ САВРЕМЕНИХ РАЧУНАРСКИХ ТЕХНИКА У ПРОЈЕКТОВАЊУ ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ

Александар НАУМОВИЋ[1]
Синиша МАРИЋ[2]

Резиме *– Железничка инфраструктура изискује стриктно поштовање основних принципа пројектовања. Развојем рачунарске технике јавила се могућност скраћења времена потребног за израду пројеката. На жалост, пракса је показала да се нови алат масовно отргао контроли, тако да уместо да буде средство, постаје сам себи циљ. Нове генерације пројектаната углавном пројектују у виртуалном окружењу. Виртуални пројектант, се одлично сналазе у нестварном свету који изграђују савремени програмски пакети, али без осећања за реални простор. Услед нерационалне и неадекватне примене програмских пакета, често се време израде пројеката пролонгира уместо да се скраћује. Као последица свега тога, трпи фаза извођења радова, тако да изведено стање све ређе прати пројектовано, што опет има директне последице на експлоатацију железничких инфраструктурних објеката.*

Кључне речи – железничка инфраструктура, савремене рачунарске технике, виртуално пројектовање, железнички инфраструктурни објекат

1. УВОД

Железничка инфраструктура, као изузетно крут систем у простору, а за пројектовање далеко компликованији од друмске инфраструктуре, јер поред строжих просторних ограничења захтева и тесну сарадњу инжењера различитих струка, приликом пројектовања изискује стриктно поштовање основних пројектантских принципа:

- почетна сагледавања могућих пројектних решења у бироу, на основу расположивих података,
- мултидисциплинарно и свеобухватно инжењерско рекогносцирање терена у циљу верификације и модификације основних решења добијених у бироу,
- израда коригованих (или нових) пројектних решења на основу реалних теренских ограничења,
- геодетска снимања терена у појасу неопходном за израду коначног решења,
- израда коначног решења које има све елементе потребне да се тражени инфраструктурни објекат "пренесе" из пројекта у реални простор.

2. МОГУЋНОСТИ УНАПРЕЂЕЊА ПРОЦЕСА ПРОЈЕКТОВАЊА УСЛЕД РАЗВОЈА РАЧУНАРСКЕ ТЕХНИКЕ У ПРОЈЕКТОВАЊУ ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ

Развојем рачунарске технике у последњих двадесетак година јавила се могућност значајног скраћења времена потребног за израду пројеката, од почетне фазе па све до фазе реализације пројекта. Темпо развоја рачунарске технике праћен је и адекватним развојем корисничких програмских пакета који се користе као помоћ приликом пројектовања, све у циљу бољег, а пре свега бржег процеса пројектовања, што за циљ има повећање продуктивности и квалитета. Свим нивоима пројектаната је пружена могућност да за исто време изврше далеко већи број операција, у зависности од свог места, значаја и улоге у пројекту.

[1] Александар Наумовић, дипл.грађ.инж, руководилац пројекта развоја грађевинске инфраструктуре, ЈП "Железнице Србије, Сектор за стратегију и развој, Београд, Немањина 6, snaum@yubc.net
[2] Синиша Марић, дипл.саобр.инж, руководилац пројекта за развојну техничку документацију, ЈП "Железнице Србије, Сектор за стратегију и развој, Београд, Немањина 6, sofiana@ptt.yu

3. НАЈЧЕШЋИ ПРИМЕРИ ПОГРЕШНИХ ПРИСТУПА ПРИМЕНИ САВРЕМЕНЕ РАЧУНАРСКЕ ТЕХНИКЕ У ПРОЈЕКТОВАЊУ ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ

На жалост, скорашња пракса је показала да се овај нови, изузетно моћан пројектантски алат, масовно отргао контроли, тако да је, уместо да буде средство, постао сам себи циљ. У жељи да скрате време потребно за израду пројеката, пројектанти све више избегавају инжењерско рекогносцирање терена, слепо се ослањајући на податке добијене од геолога, геодета, просторних планера и других струка које учествују у изради пројеката, без неопходне инжењерске верификације. Синтезна карта ограничења, на коју се нове генерације пројектаната углавном ослањају, дефинитивно не може да представља замену за инжењерско рекогносцирање. Она по својој суштини и намени не представља улазни податак за пројектовање, већ је првенствено намењена ревиденту као један од показатеља за утврђивање да ли је решење коректно испројектовано. На тај начин, уместо да пројектују у реалном, нове генерације пројектаната углавном пројектују у виртуалном окружењу. Виртуални пројектанти, који у суштини представљају сурогат инжењера, се одлично сналазе у свом нестварном свету који изграђују савремени програмски пакети (чија је намена подршка пројектовању), али без осећања за реални простор и време.

Као најчешћи пример погрешног приступа примене савремених рачунарских техника у пројектовању железничке инфраструктуре представља коришћење програмских пакета за пројектовање друмских саобраћајница приликом израде главних пројеката железничких пруга и станица. По правилу се, приликом пројектовања осовине колосека, супротно важећим прописима за дефинисање прелазне кривине уместо кубне параболе примењује клотоида. Као аргумент овоме обично се наводи релативно мала разлика која се јавља између ове две математичке функције у случају дугачких прелазних кривина, пренебрегавајући при том чињеницу да шинско возило нема слободу ни могућност "поправке" несавршености математичке функције за прелазну кривину коју имају друмска возила. Точак железничког шинског возила прати шину, а не криву трагова. На страну то што се у ствари уместо клотоиде у прорачуну користе апроксимативне математичке функције (што је за пројектовање и експлоатацију друмских саобраћајница потпуно прихватљиво), које још више одступају од функције кубне параболе. Као последица тога јављају се проблеми у експлоатацији, а услед повећаног бочног хабања главе шине аутоматски се скраћује век трајања горњег строја железничке пруге. Услед овога се јавља и појачано хабање венаца точкова, што опет ствара оштећења главе шине, која поред негативног утицаја на трајност горњег строја изазивају и додатну емисију буке на контакту шине и точка нивоа 2-5dB(A).

Такође, у процесу пројектовања се по правилу инсистира на милиметарској прецизности, не улазећи при том у реална ограничења прецизности и тачности улазних података од којих се формира дигитална геодетска подлога. Излазни податак прецизнији од улазног не постоји у математици, али, веровали или не, постоји у актуелној инжењерској пракси. Даље, дигиталне геодетске подлоге опет све чешће формирају не геодети, који су квалификовани и овлашћени за израду геодетских подлога, већ пројектанти - грађевински инжењери, који за то ни у ком случају нису стручни. На овај начин пројектант потпуно непотребно и неоправдано губи значајно време на припреми дигиталне геодетске подлоге чији је квалитет по правилу незадовољавајући. Како геодетска подлога незадовољавајућег квалитета не може послужити као основа за коректно пројектантско решење, уопште не зачуђује појава да су пројектовани и изведени колосек просторно неусаглашени, да се накнадно уздижу коте перона и товарних рампи да би се постигла прописана висина од горње ивице шине, да је неопходна уградња материјала доњег и горњег строја у количинама знатно већим од оних предвиђених пројектом, да се реализацијом пројектованог решења непотребно нарушава функционалност појединих објеката, итд.

Поред овога, јавља се још један својеврсан парадокс: услед нерационалне и неадекватне примене програмских пакета, често се време израде пројеката пролонгира уместо да се скраћује (што опет директно утиче на цену израде техничке документације). Под пројектом у дигиталној форми често се априори подразумева да сви графички прилози морају бити (по сваку цену) рађени применом AUTO CAD - а или неког сличног софтверског пакета, без обзира на подесност примене. Као и код сваке друге употребе алата, потребно је за конкретне радове користити одговарајуће алатке. Тај принцип је исти било да се ради пројектовању или о једноставном бушењу рупа за типлове. Исто као што се вибрациона бушилица не може користити за свако бушење рупе у зиду, тако ни сваки графички прилог у пројекту не треба бити рађен у CAD - у. Пројектанти морају бити свесни тога, јер је недопустиво да процес пројектовања који базира на примени савремене рачунарске технике траје дуже и буде скупљи од превазиђеног

класичног процеса израде пројеката (не и процеса пројектовања, јер се он није променио). У пројектовању се морају користити софтверски пакети, али њихова примена мора бити сврсисходна и функционална, иначе је потпуно бесмислена.

Осим тога, извршена је и веома штетна прерасподела рада у оквиру процеса пројектовања, јер је дошло до својеврсне деградације: са аспекта посла који обављају, инжењери су током година све више постајали техничари, а техничари су све више постајали технички цртачи. До овога је дошло у време смене генерација, када су искусни инжењери старог кова (који у свом раду нису уопште, или веома ограничено користили рачунаре), у жељи да рационализују време и радну снагу потребна за израду пројеката, од (тада) младих инжењера (који су се још на факултету почели да користе достигнућа савремене рачунарске технике) тражили да све више обављају део посла који су до тада радили искусни техничари. У прво време то је давало резултате, али се током времена негативно одразило на квалитет пројектовања. Млади инжењери су током година од сарадника постали носиоци пројектовања, али нису добијали адекватне сараднике, што се дугорочно негативно одразило на процес пројектовања, како у погледу квалитета, тако и у погледу времена потребног за пројектовање.

4. ЗАКЉУЧАК

Генерално, пројекат првентствено треба да буде функционалан, а не само "лепо упакован". На жалост, у пракси се масовно поступа супротно. Као последица свега тога, трпи фаза извођења радова, тако да изведено стање све ређе прати пројектовано. То опет има директне последице на експлоатацију железничког инфраструктурног објекта, што се вишеструко негативно одражава на функционалност и трошкове одржавања.

Неопходно је да се, док је још време, направи заокрет и прекине са овом штетном праксом. Уколико се овај тренд настави, за дестак година у Србији нећемо имати пројектанте способне да испројектују функционалан објекат железничке инфраструктуре. Уколико се то догоди, бићемо принуђени да за пројектовање ангажујемо стране пројектанте, што би значило повратак на стање када је Кнежевина Србија кренула у подухват изградње железничке пруге Београд - Ниш, што је недопустиво!

С обзиром на могуће последице, потребно је да се овом проблему озбиљно приступи, не само у пројектним кућама, већ и на високошколским установама које школују инжењере. Студенти не смеју са дипломом донети и погрешну слику о могућностима и начину примене рачунара у пројектовању, као и о самом процесу пројектовања железничких инфраструктурних објеката.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Душан Бајић: "Основи пројектовања железничких пруга", Грађевински факултет Универзитета у Београду, Београд, 1978.

[2] Др Саво Јањић: "Железничке станице", Грађевински факултет Универзитета у Београду, Београд, 1983.

[3] Др Радослав Стојадиновић: "Механика тла", Грађевински факултет Београд и Научна књига Београд, Београд, 1978.

[4] Правилник 314 ЗЈЖ (Правилник о одржавању горњег строја железничких пруга Југословенских железница), Заједница Југословенских железница, Београд 1998. године.

NEGATIVE ASPECTS OF IMPLITATION OF IT TEHNOLOGIES IN DESIGNING PROCESS OF RAILWAY INFRASTRUCTURE

Aleksandar NAUMOVIĆ
Siniša MARIĆ

Abstract: The railway infrastructure demands a strict commitment to basic principals of designing process. The development of IT Technologies opens possibilities for shortness of time working on the design. Unfortunately, practice shows that new tool goes on without control so it becomes a purpose for itself instead to be support. New generations of designers work in a virtual world. Virtual designers work well in unrealistic world of software packages without a sense for real space. So, the time for working on the project is often prolonged because of irrational and inadequate implementation of software packages. As a result of these phenomena the situation on the field very rare is in accordance with designing process so the impact on the exploitation of the railway infrastructure objects is obvious.

Key words – Railway Infrastructure, IT Technologies, Virtual Designing, – Railway Infrastructure Object

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

INTEROPERABILNOST I STANDARDIZACIJA ŽELEZNIČKE INFRASTRUKTURE – EVROPSKA ISKUSTVA

Zdenka POPOVIĆ[1]

Rezime *–Evropska unija (EU) je donela niz propisa sa ciljem da se postigne otvaranje, međusobno povezivanje i usaglašavanje nacionalnih železničkih mreža u okviru evropske mreže. U radu se prikazuju iskustva pojedinih železničkih uprava u preduzimanju mera i aktivnosti za tehničko normiranje železničke infrastrukture.*

Ključne reči – interoperabilnost, standardizacija, železnička infrastruktura.

1. POJAM INTEROPERABILNOSTI

Reč interoperabilnost, koja se tako teško prevaljuje preko usana i na prvi pogled kazuje gotovo ništa, zapravo je veštačka tvorevina koju su osmislili evropski organi vlasti. Tumačenje ovog izraza ne može se naći ni u Vujaklijinom „Leksikonu stranih reči i izraza“, još uvek ni u nemačkom „Dudenu“, niti u bilo kom sličnom evropskom leksikonu.

Pod interoperabilnošću u razmerama evropskog zakonodavstva podrazumeva se stanje jedinstva, ili u najmanju ruku mogućnost povezivanja i funkcionalne harmonizacije međusobno uslovljenih delova sistema. Na osnovu takve definicije, interoperabilnost za železničku mrežu na teritoriji EU treba da uspostavi preduslove za formiranje kompatibilne infrastrukture, tehničkih postrojenja, sistema za snabdevanje i vozila.

Jedan od preduslova svakako je utvrđivanje minimalnog nivoa tehničke usaglašenosti različitih državnih železničkih sistema zemalja članica sa ciljem da se obezbedi kontinualan saobraćaj na teritoriji čitave Unije.

2. INTEROPERABILNOST U OBLASTI ŽELEZNICE

U EU se intenziviraju napori za revitalizacijom i otvaranjem tržišta za železnički saobraćaj. Ovo ima za posledicu restruktuiranje unutar železnice zemalja članica Unije i stvaranje novih odnosa u železničkom saobraćaju na teritoriji EU i šire.

EU planira porast obima saobraćaja na železnici, tako da interoperabilnost pruža institucionalne okvire za razvoj železničkog saobraćaja velikih brzina i za konvencionalni transevropski železnički sistem.

Za sektor železnice prve mere interoperabilnosti stupile su na snagu 23. jula 1996. godine usvajanjem Uputstva 96/48/EU o interoperabilnosti transevropskog sistema železnice za velike brzine. Sledeći važan korak za železnicu dogodio se 19. marta 2001. godine usvajanjem Uputstva 2001/16/EU o interoperabilnosti konvencionalnog transevropskog sistema železnice. U međuvremenu usledile su izmene oba Uputstva 29.04.2004. godine.

Uputstva interoperabilnosti utvrđuju osnovne zahteve i definišu tehničke standarde. Na taj način obezbeđuje se harmonizacija evropskih standarda.

„Harmonizacija“ je takođe novi pojam u zakonodavstvu EU. Na osnovu objašnjenja koje daje Savezna centrala za političko obrazovanje iz Bona, pod harmonizacijom se podrazumeva ujednačavanje, korigovanje, odnosno usaglašavanje različitih pravnih propisa. Na taj način EU teži da osigura da evropsko pravo jednako važi za sve građane Unije u svim zemljama članicama. Harmonizacijom u oblasti privrede treba da se uspostavi fer konkurencija i da se uklone prepreke u svim vrstama prometa, odnosno razmena. Iz ove definicije jasno je u kom smislu se pojam harmonizacija odnosi na železnički saobraćaj.

U EU narednih godina se očekuje veliki skok u svim vidovima saobraćaja. Na osnovu utvrđenih problema u oblasti kapaciteta i zaštite životne sredine došlo je do zaokretanja kursa saobraćajne politike. Cilj je da se razreši funkcionisanje sadašnjeg saobraćajnog sistema u Evropi na granici kapaciteta i da se smanji zagađenje životne sredine i troškovi za rešavanje problema ekološkog zagađenja, koji iz toga slede kao neminovna posledica.

Potpisivanjem protokola u Kjotu 12. decembra 1997. godine EU se obavezala da smanji emisiju gasova. Postavljanje ovakvog cilja popravlja položaj železnice u konkurenciji sa ostalim vidovima saobraćaja.

Komisija EU je u objavljenoj beloj knjizi „Saobraćaj“ na osnovu iscrpne analize zatečene

[1] Doc.dr Zdenka Popović,dipl.građ.inž., Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, zdenka@grf.bg.ac.yu

saobraćajne situacije u smislu kapaciteta i ekologije objavila značajne korekcije evropske saobraćajne politike.

U konceptu ove Komisije železnički saobraćaj ima istaknutu ulogu. Cilj je značajno povećanje udela šinskog saobraćaja u odnosu na drumski. U tom smislu očekuje se revitalizacija železničkog saobraćaja i uspostavljanje principa interoperabilnosti.

Ilustracija za zainteresovanost Unije da sprovede principe interoperabilnosti u oblasti železnice je izjava komesara za saobraćaj gospođe De Palacio: „Svi napori da se u Uniji uspostavi železnički saobraćajni sistem velikog kapaciteta koji je konkurentan drugim vidovima saobraćaja padaju u vodu, sve dok postoji petnaest odvojenih sistema ograničenih okvirima nacionalnih mreža“.

Za harmonizaciju železničkog saobraćajnog sistema najveću prepreku predstavljaju tehničke razlike. Da bi se ove razlike otklonile neophodno je napraviti tehničku standardizaciju koja bi omogućila interoperabilnost železničkih podsistema. Naime, iz praktičnih razloga pokazalo se neophodnim da se transevropski železnički sistem zbog svog obima i kompleksnosti rastavi na podsisteme. Otuda podela na tzv. strukturno i funkcionalno područje. Strukturno područje čini infrastruktura, energija, signalno-sigurnosni sistem, saobraćaj i vozila. Funkcionalno područje čini održavanje i primena telematike u oblasti putničkog i teretnog saobraćaja.

Sa ciljem da se ukaže na konstruktivni pristup izrade zakonske i tehničke regulative, prikazuje se trostepeni koncept nadležnosti u donošenju uputstava, tehničkih uslova i standarda u okvirima EU.

Naime, aktuelni koncept EU se sastoji iz 3 nivoa:

1. Evropski parlament i Savet evropske unije na predlog Komisije za saobraćaj i odgovarajućih odbora doneo je gorepomenuta Uputstva 96/48/EU i 2001/16/EU. U Savetu EU nalaze se resorni ministri i ministarke svih zemalja članica što obezbeđuje kompetentnost i dalje sprovođenje u okvirima zakonodavstva zemalja članica.
2. Odbori koji su učestvovali u predlaganju Uputstava (u ovom slučaju Odbori za ekonomska, socijalna i regionalna pitanja), zbog ukupne složenosti konvencionalnog sistema transevropske železnice, kao i sistema za velike brzine, propisuju tehničke karakteristike (tzv. TSI- tehničke specifikacije interoperabilnosti) za svaki od podsistema posebno (infrastruktura, energija, signalno-sigurnosni sistem, saobraćaj, vozila, održavanje i telematika u oblasti putničkog i teretnog saobraćaja). Ove odredbe važe na teritoriji cele Unije.
3. Na trećem nivou Evropski komiteti za standardizaciju CEN, CENELEC, ETSI i Evropska železnička unija UIC, kao i nacionalne službe za donošenje propisa donose odgovarajuće EN i UIC standarde, odnosno propise.

Evropski komitet za normiranje CEN (fr. *Comite Europeen de Normalisation*; eng.: *European Committee for Standardization*) je najveća organizacija za standardizaciju u Evropi za sve oblasti tehnike, izuzev elektrotehnike i telekomunikacija. Standardizacijom iz oblasti elektrotehnike na nivou Evrope bavi se CENELEC, dok je za oblast telekomunikacija zadužen ETSI. Do sada su komiteti za standardizaciju uradili veliki broj standarda iz oblasti železnice (na osnovu naloga Evropske komisije), čija je primena fakultativna. Ipak, odstupanja od postojećih standarda moguća su na osnovu obrazloženja.

Najveći broj CEN normi urađen je iz oblasti trasiranja, gornjeg stroja i inženjerskih objekata.

Tehničke karakteristike (TSI) utvrđuju se kao osnovni specifični zahtevi posebno za svaki podsistem železnice. Iskazuju se u vidu tehničkih parametara, tehničkih uslova na mestima priključenja i traženih kapaciteta sa ciljem da se otklone sve prepreke i ometanja na putu nesmetanog saobraćaja vozova na teritoriji Unije. Da bi se dostigli ovi važni ciljevi EU je za oblast interoperabilnosti železnice oformila poseban Komitet (tzv. Gremium) koji u skladu sa odredbama Uputstava 96/48/EU i 2001/16/EU okuplja predstavnike železničke infrastrukture, preduzetnika i industrije. Komitet je izradio nacrt, odnosno predlog tehničkih specifikacija interoperabilnosti.

Dalji značajan korak učinjen je 29.04.2004.godine kada je Parlament i Savet EU usvojio Uputstvo 2004/49/EG o bezbednosti na železnici EU. Istog dana osnovana je Evropske železnička agencija (*European Railway Agency* -ERA). Na osnovu pomenutog Uputstva 2004/49/EU u sastav ERA ulaze i predstavnici službi za bezbednost železnice. ERA rukovodi radom stručnih grupa. Stručne grupe se bave iznalaženjem konkretnih rešenja iz oblasti interoperabilnosti i bezbednosti železnice. ERA podnosi Evropskoj komisiji predloge za donošenje odluka iz oblasti interoperabilnosti i bezbednosti železnice. Komisija EU na osnovu mišljenja odbora sastavljenih od predstavnika zemalja članica usvaja ove predloge i nakon toga ih objavljuje u vidu odluka.

Komisija EU je u maju 2002. godine usvojila tehničke specifikacije za interoperabilnost transevropskog železničkog sistema za velike brzine. Tekst je stupio na snagu 01.12.2002. godine. To znači da svi zahvati u vezi novih i postojećih pruga za velike brzine EU moraju biti praćeni od strane nadležnih službi EU za ispitivanje i kontrolu kvaliteta.

Za oblast konvencionalnog transevropskog železničkog sistema do sada su objavljene tehničke specifikacije samo za oblast buke i za primenu telematike u oblasti teretnog saobraćaja. Ostale tehničke specifikacije su u fazi izrade. To praktično znači da se kontrola od strane nadležnih službi još

uvek ne primenjuje za oblasti za koje nisu usvojene odgovarajuće TSI.

Zakonska i tehnička regulativa iz oblasti interoperabilnosti železničke mreže EU donosi konkretne zadatke planerima, projektantima, izvođačima, zaposlenima i celokupnoj industriji namenjenoj železničkom saobraćaju.

Ovi zadaci se pored ostalog sastoje u oceni usaglašenosti i upotrebljivosti svih komponenata interoperabilnosti (pomenuta Uputstva definišu pojam komponenta interoperabilnosti kao svaki materijalni i nematerijalni produkt (npr. softver) koji je ugrađen ili treba da se ugradi u odgovarajući železnički podsistem).

Za svaki podsistem transevropskog železničkog sistema zahteva se kontrola od strane nadležne službe EU počevši od faze planiranja i projektovanja do puštanja u saobraćaj. Ovo ukazuje na praktično najznačajniji aspekt TSI koji se odnosi na premeštanje nadležnosti za ispitivanja i kontrolu sa do sada nacionalnih službi na tzv. "nadležne službe" EU.

Svi proizvođači komponenata dužni su da stave na uvid odgovarajuće dokaze o izvršenom ispitivanju kvaliteta, koje izdaje nadležna služba. Nakon sprovođenja postupka ispitivanja i kontrole po proceduri nadležne službe ovlašćene od strane EU, potvrda o kvalitetu jednako važi za sve zemlje članice na celoj teritoriji Unije.

Odobrenje za puštanje u rad/saobraćaj svakog podsistema daje nadležna služba EU na osnovu izvršenog ispitivanja od strane nadležne službe za interoperabilnost.

3. AUSTRIJSKA ISKUSTVA

Stvaranje konturnih uslova od strane EU u vezi sa interoperabilnošću i bezbednošću evropske železnice zahteva konkretne mere u oblasti tehničkih propisa zemalja članica.

U međuvremenu, kako bi se ubrzao proces uređenja evropske železnice bez granica, proširilo i ubrzalo otvaranje železničkog tržišta, EU je donela dva paketa mera za železnicu. Prvi paket mera iz marta 2003. godine odnosi se isključivo na tržište teretnih vozova koji saobraćaju preko granica, dok bi drugi paket mera omogućio otvaranje unutrašnjih tržišta teretnih vozova, čime bi se postiglo otvaranje gotovo cele mreže.

Zbog toga se u Austriji smatra da je pored ostalog neophodno napraviti opšte tehničko uputstvo za oblast železnice. Na osnovu graničnih uslova EU i austrijskog Zakona o železnici, Savezno ministarstvo za saobraćaj, inovacije i tehnologiju (BMVIT - Bundesministerium für Verkehr, Inovation und Technologie) naložilo je nadležnom stručnom telu za drumski i šinski saobraćaj (FSV-Forschungsgesellschaft Straße - Schiene – Verkehr) da izradi Tehnički pravilnik za železnicu.

Prva faza izrade odnosi se na prevođenje postojećih austrijskih građevinsko-tehničkih propisa (koji odgovaraju savremenim tehničkim zahtevima) u opšti tehnički pravilnik za upotrebu na glavnim i sporednim prugama Austrije.

Zbog toga je stručno telo FSV reorganizovano za potrebe realizacije tehničkog pravilnika za železnicu.

Uprava FSV je proširena predstavnicima Saveznog ministarstva BMVIT i grupe za šinski saobraćaj FSV, kao i predstavnicima infrastrukture i saobraćaja ÖBB AG (Akcionarsko društvo Austrijske železnice).

Na isti način izvršeno je proširenje sastava Upravljačkog saveta.

Stručni savet za šinski saobraćaj čine predstavnici Tehničkog univerziteta u Beču, Saveznog ministarstva BMVIT, predstavnici Železnice, inženjera i privrede. Radom ovog tela rukovodi TU Beč i BMVIT.

Stručno telo FSV donosi i objavljuje pravilnike i propise za železnicu. Ipak, pored toga BMVIT podnosi tekst na uvid i pregled Evropskoj komisiji.

4. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljena evropska politika harmonizacije železničke mreže i evropski koncept donošenja zakonskih i tehničkih propisa iz ove oblasti. Jasno je da bi realizacija ove ideje vremenom doprinela efikasnijem, bezbednijem i ekonomičnijem železničkom transportu. Na nivou EU još uvek postoje brojne političke i tehničke poteškoće da ova ideja realno u potpunosti zaživi.

EU je zainteresovana za kvalitetno i pouzdano funkcionisanje železničkog saobraćaja ne samo unutar svoje teritorije, već i za saobraćaj izvan svojih granica. Zato postoji interes zemalja zainteresovanih za pristup Uniji da otpočnu blagovremeno sa usaglašavanjem svojih institucija i zakona sa evropskim. U tom smislu Evropska komisija razvija dva prioriteta:

1. uspostavljanje institucija za upravljanje kako bi se osiguralo ispunjenje obaveza prema Uniji i
2. pružanje razvojnih investicija za sektor saobraćaja.

Da bi se u budućnosti realizovala kompleksna ideja interoperabilnosti železničkog sistema EU neophodno je značajno investiranje u oblast edukacije, kako budućih kadrova, tako i permanentne stručne edukacije zaposlenih na železnici. Pored toga, od presudnog značaja je bolja motivacija zaposlenih kroz pružanje kvalitetnijih uslova za rad.

S obzirom na to da je u Evropi u toku uspostavljanje novog režima studiranja prema Bolonjskoj deklaraciji, buduća unificirana stručna osposobljenost kadrova bitan je preduslov realizacije interoperabilnosti železničkog sistema EU.

Za Železnicu Srbije je od posebnog praktičnog značaja sumiranje iskustava Železnice Slovenije (SŽ) kao bivšeg dela mreže JŽ, sa sličnim polaznim

problemima prilikom evropske integracije (videti lit.[3]).

LITERATURA

[1] H.J. Knopp, E. Jänsch: "Slowenische Eisenbahnen fit für Europa", ETR, S. 301-305, Mai 2006
[2] Richtlinie 2001/16/EG des Europäischen Parlamentes und Rates vom 19. März 2001 über die Interoperabilität des konventionellen transeuropäischen Eisenbahnsystems (Amtsblat der Europäischen Union L110 vom 20.04.2001)
[3] M. Walter: "Interoperabilität und technische Normung der Eisenbahninfrastruktur in Österreich", ETR, S. 312-315, Mai 2006

INTEROPERABILITY AND STANDARDIZATION OF RAILWAY INFRASTRUCTURE – EUROPEAN EXPERIENCES

Zdenka POPOVIĆ

Abstract – European Union (EU) has brought regulations in order to achieve opening, integration and harmonization of national railway networks in European rail network. This paper shows some experiences in undertaking measures and activities for technical standardization of railway infrastructure.

Key words – interoperability, standardization, railway infrastructure

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ULOGA ELASTIČNIH ELEMENATA GORNJEG STROJA U PRENOSU OPTEREĆENJA

Leposava PUZAVAC[1]
Zdenka POPOVIĆ[2]

Rezime *– Savremena rešenja gornjeg stroja sa betonskim pragovima u tucaničkom zastoru i konstrukcije koloseka na čvrstoj podlozi podrazumevaju primenu elastičnih elemenata. Elastična svojstva ovih elemenata treba da omoguće ograničeni ugib šine ispod osovinskog sloga definisane težine sa ciljem da se postigne udobna i mirna vožnja, minimiziraju troškovi održavanja vozila i koloseka, smanji emisija vibracija i buke. U radu su definisane osnovne postavke za dimenzionisanje elastičnih elemenata gornjeg stroja.*

Ključne reči – gornji stroj železnica, kolosek, elastični elementi, dimenzionisanje.

1. MOTIVI ISTRAŽIVANJA

Kolosek sa drvenim pragovima najveći deo svoje elastičnosti ostvaruje na osnovu elastičnosti zemljanog trupa (čak 40%), zatim elastičnosti pričvršćenja (25%), zastora (20%) i drvenog praga (15%). U uslovima velikih dinamičkih opterećenja i velike gustine saobraćaja trajnost drvenih pragova se smanjuje, što je pored ekološke neprimerenosti, još jedan argument da se elastični drveni prag u savremenim konstrukcijama koloseka zameni betonskim.

Konvencionalna rešenja koloseka sa betonskim pragovima ostvaruju potrebnu elastičnost povećanjem udela elastičnosti sistema pričvršćenja zbog objektivno redukovane elastičnosti betonskog praga. Pored toga, savremene konstrukcije koloseka sa betonskim pragovima povećavaju elastičnost upotrebom elastičnih elemenata ispod betonskih pragova i primenom elastičnih prostirki ispod tucaničke zastorne prizme.

Konstrukcije koloseka na čvstoj podlozi isključivanjem zastorne prizme kao najslabijeg elementa i njegovom zamenom višeslojnom nosećom podlogom, problem elastičnosti rešavaju primenom elastičnih sistema pričvršćenja i oslanjanja šina, povećanjem elastičnosti (umetanjem elastičnog sloja u betonski prag) i elastičnim oslanjanjem betonskog praga, elastičnim oslanjanjem betonske ploče.

Primeri iz savremene prakse nedvosmisleno pokazuju da se elastični elementi ne mogu slobodno kombinovati u konstrukciji gornjeg stroja. Tako npr. ne mogu se kombinovati stezaljke i gumene podloške proizvoljne krutosti, a krutost koloseka treba usaglasiti sa zbijenošću planuma. Jasno je da „meka“ podloška može dovesti do gubitka dodira stezaljke i nožice šine pod opterećenjem, kao što „tvrda“ podloška dovodi do povećanja udela opterećenja koje se prenosi u niže delove konstrukcije, uz opasnost od prekoračenja dozvoljenog opterećenja nižih slojeva.

Elastičnost šinskih oslonaca se unapred ograničava kako ne bi došlo do prekoračenja napona zatezanja u nožici i pritiska u glavi šine.

Sa druge strane, zbijenost planuma se ograničava tako da pod dinamičkim opterećenjem od saobraćaja ne bi došlo do drobljenja tucaničkog materijala u zastornoj prizmi, te narušavanja geometrije koloseka.

Elastični elementi u konstrukciji gornjeg stroja svojim ciljno projektovanim elastičnim i amotrizujućim svojstvima štite ostale elemente konstrukcije od opterećenja i vibracija. Zbog izrazite složenosti njihove uloge u konstrukciji, dimenzionisanje ovih elemenata zahteva laboratorijska ispitivanja i merenja, merenja u koloseku u realnim eksploatacionim uslovima pod saobraćajem i proračun na osnovu simulacionih modela.

U radu se predstavljaju različite varijante konstrukcije gornjeg stroja za kolosek u tucaničkoj zastornoj prizmi i kolosek na čvrstoj podlozi sa elastičnim elementima, koji dopuštaju ugib šine oko 1,5mm, i analizira uloga i svojstva njihovih elastičnih

[1]Asistent Leposava Puzavac,dipl.građ.inž., Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73, leposava@grf.bg.ac.yu
[2]Doc.dr Zdenka Popović,dipl.građ.inž., Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73, zdenka@grf.bg.ac.yu

elemenata.

Evropska železnica teži ograničenim ugibima šina u intervalu 1,2-1,5mm ispod pokretnog osovinskog opterećenja od 200kN. Ovakav ugib može se realno ostvariti pod saobraćajem na savremenom koloseku u zastoru ili na čvrstoj podlozi samo ciljnim dimenzionisanjem elastičnih elemenata uz uzimanje u obzir karakteristika krutosti ostalih elemenata i zbijenosti planuma. Ideja je da se ostvari tzv. homogenizacija krutosti gornje ivice šine. To znači da bi se nezavisno od primenjenog rešenja konstrukcije gornjeg i donjeg stroja postigla ujednačena dinamička krutost na dodiru točka i šine. Na taj način, odgovarajućim dimenzionisanjem elastičnih elemenata, teži se sledećim ciljevima:

- poboljšanju udobnosti vožnje,
- smanjenju habanja šine i točka, te stoga njihovom dužem veku trajanja i manjim troškovima održavanja,
- smanjenju naprezanja elemenata konstrukcije gornjeg i donjeg stroja železničke pruge,
- očuvanju geometrije koloseka u granicama tolerancije u što dužem vremenskom periodu,
- bitnom ograničenju emisije strukturne buke (vibracije i sekundarna buka) i u znatno manjoj meri ograničenju primarne buke.

2. ZADATAK ELASTIČNIH ELEMENATA

Elastična svojstva koloseka i njegovo dinamičko naprezanje u tesnoj su međuzavisnosti. Ciljnim dimenzionisanjem elastičnih elemenata može se odlučujuće uticati na naprezanje šina, zastora i elemenata konstrukcije donjeg stroja u vertikalnoj ravni.

Pored toga, izborom elastičnih svojstava elemenata konstrukcije gornjeg stroja bitno se određuje emisija vibracija, a u manjoj meri i emisija buke.

Elastični elementi u konstrukciji gornjeg stroja imaju dva osnovna zadatka: kvazistatičko i dinamičko dejstvo.

Kvazistatičko dejstvo ispoljava se u smanjenju intenziteta sila u oslonačkim presecima zbog elastičnog oslanjanja šine. U skladu sa smanjenjem sila u osloncima smanjuju se sile i naponi u nižim nosećim slojevima konstrukcije. Istovremeno povećavaju se naponi pritiska u glavi i naponi zatezanja u nožici šine.

Na osnovu povećanja elastičnosti gornje ivice šine dinamičko dejstvo se ispoljava opadanjem dinamičkih sila u dodiru točka i šine, koje nastaju kao rezultat nepravilnosti dodirne površine šine i točka. Ovaj efekat sve više dolazi do izražaja sa porastom eksploatacione brzine.

Tako npr. u praktičnim uslovima pri pojavi segmentnog habanja točka superponiranjem realizacije pomenuta dva osnovna zadatka dolazi do opadanja dinamičkih sila u dodiru točka i šine (dinamički efekat) i do povoljnije raspodele sila na niže delove konstrukcije na osnovu povećanja elastičnosti koloseka (kvazistatički efekat).

3. POLOŽAJ ELASTIČNIH ELEMENATA U KONSTRUKCIJI GORNJEG STROJA

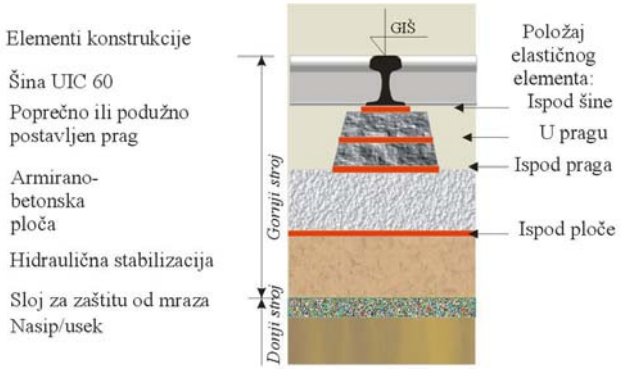
Na osnovu pregleda i analize savremenih inostranih iskustava predstaviće se različite mogućnosti primene elastičnih elemenata u konstrukciji gornjeg stroja.

Za izradu elastičnih elemenata u analiziranim rešenjima koriste se elastomer i guma. Pored toga, postoji mogućnost primene čelika u vidu čeličnih opruga. S obzirom na to da se čelične opruge primenjuju retko, ovakva rešenja nisu predmet dalje analize.

Elastomeri se koriste kao penasti materijali sa zatvorenim i otvorenim porama. Elastičnost se ostvaruje na bazi promene zapremine materijala. Elastični polimerni materijali imaju izuzetno postojane osobine.

Elastični elementi od gume izrađuju se kao relativno tvrdi neprofilisani i meki profilisani, a elastičnost ostvaruju na osnovu promene oblika. Kontrola elastičnosti ostvaruje se izborom tvrdoće gume, debljine materijala i profilacijom.

3.1. Elastični elementi u konstrukciji koloseka na čvrstoj podlozi



Slika 1. Mogući položaji elastičnih elemenata

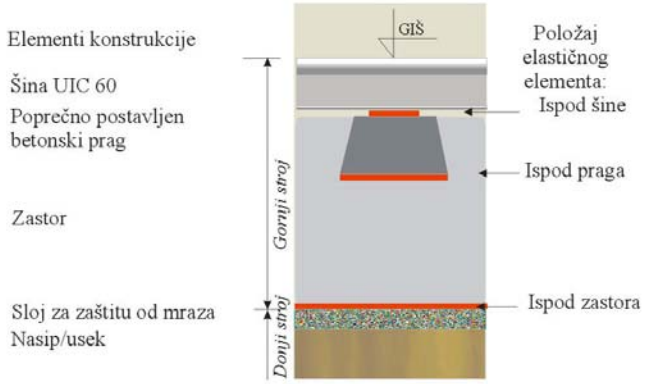
Posmatrajući od ravni dodira točka i šine naniže postoje sledeće mogućnosti primene elastičnih elemenata, kao što je predstavljeno na slici 1:

- elastični element ispod nožice šine: najčešće diskretno elastično oslonjena, a ređe kontinualno oslonjena šina (npr. sistem Infundo),
- elastični element u telu praga, ugrađen na polovini visine praga sa ciljem da se smanji prenos strukturne buke na betonsku ploču (System Akustisch Innovative FF),
- elastični element ugrađen ispod betonskog praga (npr. elastično "obuveni" pragovi sa elastičnim elementom ispod i na bočnim

površinama praga, kao npr. kod sistema primenjenog u tunelu Sonnenville i elastično oslonjeni pragovi kao kod sistema Sato),
- elastični element ugrađen ispod noseće ploče (npr. sistem Porr sa prefabrikovanom nosećom pločom elastično oslonjenom na nosećoj betonskoj ploči betoniranoj na licu mesta).

3.2. Elastični elementi u koloseku u tucaničkoj zastornoj prizmi

Mogućnosti ugrađivanja elastičnih elemenata prikazane su na slici 2 i odnose se na sledeće pozicije:
- elastični element ispod nožice šine: elastična pričvršćenja sa elastičnom podloškom i elastičnim umetkom, kao npr. sistem Ioarv 300 sa c_{stat}=22,5kN/mm, ili sistem BWG/WBG sa izrazito mekim umetkom sa c_{stat}=10,0kN/mm,
- elastični element ispod oslonačke površine betonskog praga (npr. prag B70W sa c_{stat}=35-70kN/mm),
- elastične prostirke (npr. Clouth, Getzner, Phoenix) ispod tucaničke zastorne prizme, koje se po pravilu primenjuju na pružnim deonicama u tunelu i na mostovima koritastog poprečnog preseka sa obaveznim bočnim držanjem zastorne prizme.



Slika 2. Mogući položaji elastičnih elemenata

3.3. Elastični elementi u specijalnim konstrukcijama gornjeg stroja

Pod specijalnim konstrukcijama gornjeg stroja podrazumevaju se konstrukcije gornjeg stroja koje treba da ispune posebne zahteve, kao npr.:
- Sistemi sa ogibljenim pločama, koji su našli primenu u plitko položenim tunelima za redukovanje vibracija i strukturne buke. Izrađuju se kao konstrukcije koloseka na čvrstoj podlozi i kao kolosek u zastoru u betonskom koritu sa elastično oslonjenom nosećom pločom. Poznata su rešenja sa tačkastim, trakastim i površinskim elastičnim oslanjanjem noseće ploče;
- Poznati sistem Groetz koji je u Evropi našao primenu na otvorenoj pruzi kao rešenje sa redukovanom emisijom vibracija u okolinu. Rešenje se često primenjuje pri vođenju trase železničke pruge kroz urbano područje, sa ciljem da se očuva kvalitet života stanovništva u okolini železničke pruge. Ovaj sistem sadrži elastičnu podlošku ispod nožice šine i elastičnu prostirku na gornjoj površini betonskog korita, ispod tucaničke zastorne prizme;
- Sistemi sa ramovskim prethodno napregnutim betonskim pragovima namenjeni deonicama pruge na tlu male nosivosti. Kod ovakvih sistema šina se postavlja na relativno tvrdu podlošku, dok se prag polaže na relativno mek elastični sloj sa ciljem da se smanji naprezanje donjih slojeva konstrukcije i tla.

4. DINAMIČKA KRUTOST

Značajna osobina elastičnih elemenata na osnovu koje se vrši njihovo dimenzionisanje je dinamička krutost izražena u kN/mm, ili dinamički modul podloge N/mm^3. Za korišćenje numeričke vrednosti dinamičke krutosti u postupku dimenzionisanja važno je poznavati ponašanje ovog parametra, za koje je od značaja sledeće: slaba nelinearnost dijagrama "sila-put", izrazita zavisnost od frekvencije i temperature, postojanost kroz vreme (povećanje krutosti usled starenja), zavisnost od načina ugrađivanja.

Za svaki elastični element proizvođač je dužan da stavi na raspolaganje nabrojane uticaje na dinamičku krutost.

Generalno se može zapaziti da sa porastom frekvencije raste i krutost elastičnih elemenata. Ovaj efekat se u literaturi opisuje kao "dinamičko stvrdnjavanje". Pri svim opitima uočena je uvek manja statička krutost od dinamičke, pri čemu krutost raste sa porastom frekvencije.

U oblasti niskih frekvencija do oko 40Hz (što je merodavna oblast frekvencija za određivanje ugiba ispod osovine vozila u saobraćaju) može se reći da je dinamička krutost u zavisnosti od vrste materijala za nekoliko procenta do preko 100% veća od statičke. Tako npr. prema navodima proizvođača (za frekvenciju 40Hz i pritisak 0,03 N/mm^2) prostirka ispod zastora tipa Getzner Sylodyn DN 325 ima dinamički moduo 0,047N/mm^3 u odnosu na statički moduo podloge 0,036N/mm^3, što je porast za (0,047-0,036)×100/0,036=31%.

U oblasti srednjih i visokih frekvencija (40-400Hz i veće) još je značajnija razlika dinamičke i statičke krutosti. Tako npr. prema podacima pomenutog proizvođača za frekvenciju 160Hz i pomenuti pritisak 0,03 N/mm^2 prostirka ispod zastora ima za 45% povećanje dinamičkog modula u odnosu na statički moduo podloge.

Sa padom temperature elastični elementi pokazuju

povećanje krutosti. Pri upotrebi elastičnih prostirki ispod zastorne prizme praksa je pokazala da upijanje vode i formiranje ledenih sočiva drastično povećava krutost.

Zato se pri niskim temperaturama uočavaju manji ugibi šina, a u skladu sa tim i veće opterećenje zastora i konstrukcije donjeg stroja.

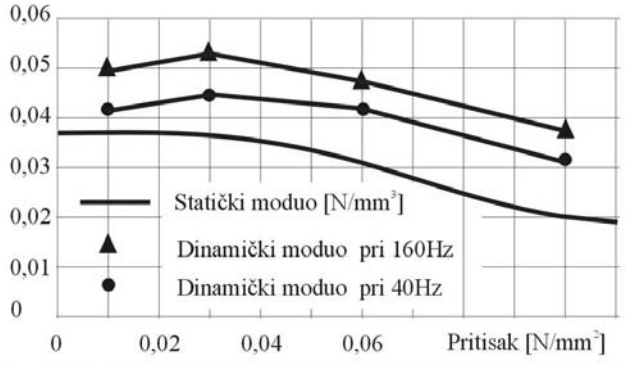
Takođe, drastično opada učinak elastičnih elemenata u pogledu smanjivanja emisije vibracija i buke, te o tome valja voditi računa. Donekle se negativni učinak niskih temperatura može ograničiti izborom materijala za izradu elastičnih elemenata.

Starenjem materijala povećava se njegova krutost. Efekat se donekle može ublažiti upotrebom odgovarajućih omekšivača.

Pri primeni elastičnih umetaka i elastičnih podloški valja obratiti pažnju da na njihovu stvarnu elastičnost u ugrađenom stanju utiču uslovi ugrađivanja. Jasno je da na povećanje krutosti utiče sprečavanje bočnog širenja npr. zbog ugaonih pločica na koje se oslanja stezaljka. Takođe pritezanjem stezaljke dolazi do početnog smanjenja visine ugrađenog elastičnog elementa ispod nožice šine.

Pri upotrebi elastičnih prostirki ispod pragova sadejstvujuća površina tesno zavisi od kvaliteta podbijenosti zastora i temperaturno uslovljene savitljivosti praga. Sa porastom pritiska povećava se naležuća površina zrna tucanika i dolazi do rasta tzv. "kontaktne krutosti" zrna. Kontaktna krutost zavisi od granulacije tucanika. Dodatni efekat prigušenja postiže se trenjem zrna tucanika o bočne strane praga.

Isti stavovi u pogledu sadejstvujuće površine i kontaktne krutosti važe za elastične prostirke ispod tucaničke zastorne prizme. Izvod iz ispitivanja elastične prostirke Sylodyn DN 325 predstavljen je na slici 3 kao ilustracija prethodno iskazanih stavova.



Slika 3. Izvod iz ispitivanja modula oslanjanja za Sylodyn DN 325

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize različitih konstrukcija koloseka u zastoru i na čvrstoj podlozi, analize upotrebljenih elastičnih elemenata, njihove uloge i ponašanja u različitim uslovima može se zaključiti da realnu osnovu za analizu dinamičkog ponašanja koloseka ravnopravno čine merenja u koloseku, merenja u laboratoriji i proračunska analiza. Ni jedan od ova tri segmenta osnove za analizu dinamičkog ponašanja koloseka ne sme da se zapostavi, ili izostavi jer bi to uticalo na porast troškova i smanjenje pouzdanosti istraživanja. Ovo zahteva nova istraživanja u oblasti dimenzionisanja elastičnih elemenata sa ciljem da se omogući prognoza emisije vibracija i sekundarne buke, da se optimiziraju mere za snižavanje emisije vibracija u okolinu, da se proračunaju očekivana sleganja i naprezanja komponenata konstrukcije gornjeg i donjeg stroja.

LITERATURA

[1] F. H. Müller-Boruttau, N. Breitsamter: "Zur Dimensionierung Elastischer Elemente des Oberbaues", Ing.-Büro Dr.-Ing Müller-Borruttau Beratende Ingenieure BYIK, 2006.

[2] F. H. Müller-Boruttau, D. Ebersbach, N. Breitsamter: "Dynamische Fahrbahnmodelle für HGV- Strecken und Folgerungen für Komponenten", Ing.-Büro Dr.-Ing Müller-Borruttau Beratende Ingenieure BYIK, 2006.

ROLE OF THE RAILWAY SUPERSTRUCTURE ELASTIC ELEMENTS IN LOAD DISTRIBUTION

Zdenka POPOVIĆ
Leposava PUZAVAC

***Abstract** – Modern railway track superstructure solutions with concrete sleepers in ballast and slab track constructions assume the use of elastic elements. These elastic elements should provide target vertical deflection in the rail under defined axle load, in order to achieve comfortable ride, minimize maintenance costs and decrease vibrations and noise emissions. In this paper, basic assumptions for dimensioning of elastic elements in track superstructure are defined.*

***Key words** – Railway Track Superstructure, Track, Elastic Elements, Dimensioning*

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

PRAGOVI SA ELASTIČNIM PODLOŠKAMA-„OBUVENI“ PRAGOVI

Mirjana TOMIČIĆ-TORLAKOVIĆ[1]
Leposava PUZAVAC[2]

Rezime *– Na dinamičko ponašanje gornjeg stroja se može uticati ugradnjom elastičnih komponenti. S obzirom na to, položaj ugrađenih elastičnih elemenata je od bitnog značaja. Kao elastični elementi se koriste umeci ispod šina, podloške ispod podložnih pločica, pragovske podloške, ispod zastorne prostirke. Ovaj rad će se baviti različitim aspektima ugradnje pragova sa elastičnim podloškama, obimom njihove primene i njihovim istraživanjima.*

Ključne reči – pragovi, elastične podloške, buka, vibracije, zastor.

1. UVOD

U cilju umanjenja mana betonskih pragova, naročito tvrdog dodira sa zastorom i smanjenja troškova održavanja, pribeglo se ugrađivanju elastičnih podloški.

Pragovi sa elastičnim podloškama, ili popularno nazvani „obuveni“ pragovi imaju sledeće oblasti primene:

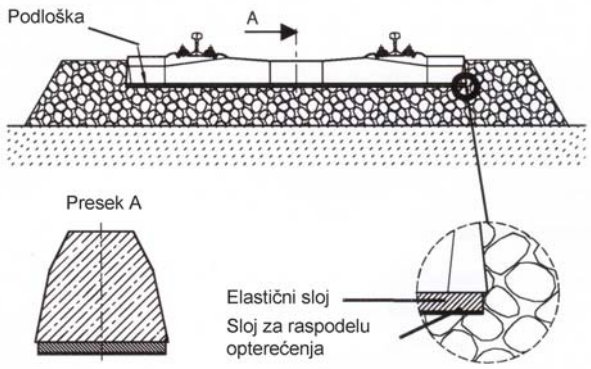
- izolacija vibracija i buke,
- smanjenje naboranosti šinske glave,
- povećanje stabilnosti koloseka,
- podešavanje krutosti koloseka,
- smanjenje propadanja zastora.

„Obuvanjem“ pragova prednosti betonskih pragova se kombinuju sa prednostima drvenih pragova, time što se prilagođavaju zastoru, povećavajući mu nosivu površinu i smanjujući zahteve za zastor.

Elastične podloške se obično izrađuju od: poliuretana, gume ili etilen vinil acetata (EVA). One se nanose na oslonačku površ betonskog praga i nekad čak do izvesne visine bočnih i čeonih strana, podsećajući zaista na „obuću“, i to na jedan od sledećih načina:

- prskanjem i bojenjem očvrslog betona,
- lepljenjem na beton,
- nanošenjem na svež beton tokom izrade praga,
- nanošenjem na svež beton putem posrednog sloja.

Na primer, Getzner-ove elastične podloške [3] se sastoje iz dva sloja: elastičnog sloja koji je nanesen na osnovu praga i određuje elastične osobine oslanjanja i sloja za raspodelu opterećenja koji je u dodiru sa zastorom i čini mehaničku zaštitu elastičnog sloja, rasprostirajući sile po široj površini (slika 1).



Slika 1. Pragovi sa podloškama u koloseku sa zastorom

Elastični sloj podloške je izrađen od celularnih poliuretanskih elastomera, koji imaju sledeće osobine: mali odnos dinamičke i statičke krutosti, trajne elastične karakteristike, mehaničku otpornost, zapreminsku stišljivost (nisu potrebne šupljine ili žlebovi u podloškama za postizanje elastičnosti na račun promene oblika).

Drugi primer je polimerni materijal za „obuvanje“ betonskih pragova firme Spreepolymer [4]. Podloške od njega su znatno deblje i rastresitije su strukture. Tokom tri godine postojanja u pruzi za velike brzine Hanover-Augsburg, posle 45 mil t opterećenja ne pokazuje tragove upotrebe.

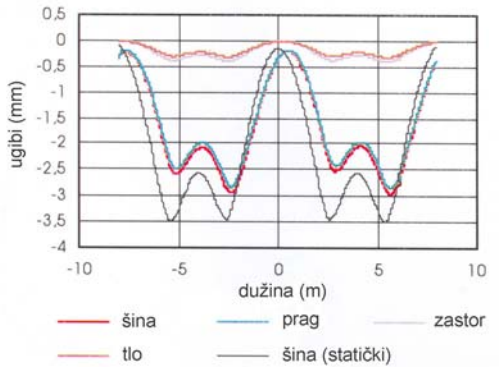
U poređenju sa raznim postupcima saniranja za

[1] Prof.dr Mirjana Tomičić-Torlaković, dipl.građ.inž., Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd, mtomicic@grf.bg.ac.yu
[2] Asistent Leposava Puzavac, dipl.građ.inž., Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd, leposava@grf.bg.ac.yu

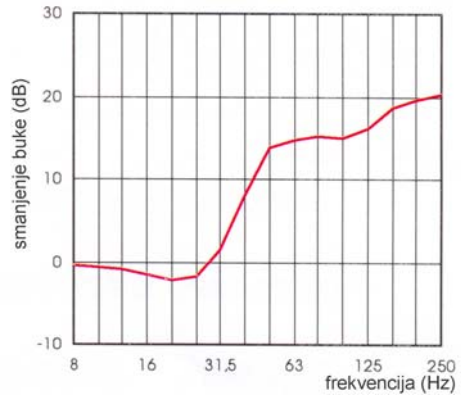
deonice sa mostom, varijanta sa „obuvenim“ pragovima pokazuje odličnu dugovremensku stabilnost, tako da naknadna podbijanja nisu potrebna.

2. ELASTIČNE PRAGOVSKE PODLOŠKE U KOLOSEKU SA ZASTOROM

Elastične pragovske podloške predstavljaju ekonomičan metod izolacije konstruktivne buke, tamo gde je železnička pruga u blizini zgrada u naseljenim oblastima. Za proračun statičkog i dinamičkog ugiba komponenti gornjeg stroja (slika 2), kao i smanjenje buke (slika 3) korišćen je dinamički model koloseka [3].



Slika 2. Ugibi komponenti gornjeg stroja



Slika 3. Smanjenje buke

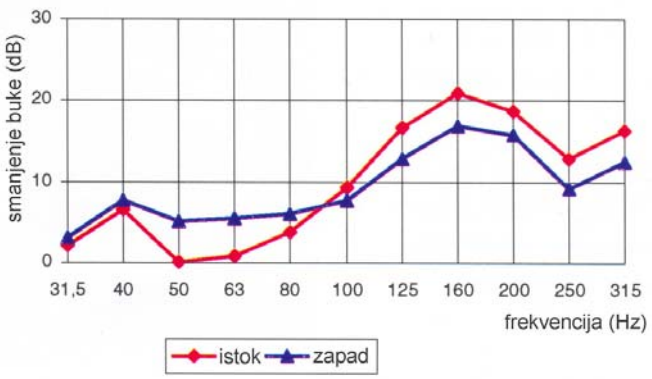
Statičke krutosti ovakvih šinskih oslonaca su obično između 35 i 70kN/mm.

Elastičnim pragovskim podloškama se ugibi zastora mogu smanjiti, a one sprečavaju i proširenje koloseka za vreme prolaska voza.

Smanjenje opterećenja na zastor doprinosi većoj stabilnosti koloseka i to putem sledećih efekata:

- povećanja kontaktne površi između praga i zastora, time što se pragovska podloška zbija pri prolasku voza,
- smanjenja vibracija zastora koje se prenose od šina i time smanjenja i dinamičkog opterećenja i izolacije strukturne buke,
- raspodele opterećenja na veći broj pragova usled elastičnije podloge koloseka.

Primer ugradnje pragova sa elastičnim podloškama radi smanjenja buke i vibracija je deonica pruge duga 6,6km koja povezuje Kopenhagen i Malme preko Oresund mosta, koja prolazi kroz rezidencijalno područje. Dve deonice metroa u Oslu još od 1990. godine su sa „obuvenim pragovima“, radi smanjenja problema sa vibracijama. Podloške debljine 23mm se sastoje od sloja od 20mm visoko elastičnog Sylomera i 3mm debelog sloja za rasprostiranje opterećenja. Efikasnost ove mere je dokazana merenjima (slika 4).



Slika 4. Smanjenje buke u metrou u Oslu

Naročito na prugama sa betonskim pragovima za velike brzine može se desiti značajno propadanje zastora na deonicama u tunelu ili mostu zbog tvrde kolosečne podloge. Pragovske podloške povećavajući elastičnost podloge smanjuju troškove održavanja i povećavaju efektivan vek trajanja zastora.

Zahtev za smanjenje ugiba koloseka se postavlja kod koloseka izrađenog na mekanoj podlozi, kakav je bio slučaj na kritičnoj deonici od 1360m u Donjoj Austriji 1998. godine. Loši uslovi tla u Lihtenštajnu su uslovili ugradnju pragovskih podloški na dužini koloseka od 700m pri rekonstrukciji pruge 1998. godine.

Podešavanje krutosti kolosečne podloge je često potrebno tamo gde su promene krutosti izazvane različitim konstrukcijama gornjeg stroja (prelaz sa konstrukcije na čvrstoj podlozi na konstrukciju sa zastorom). Na takvim mestima se javljaju šupljine ispod pragova što vodi višim troškovima održavanja.

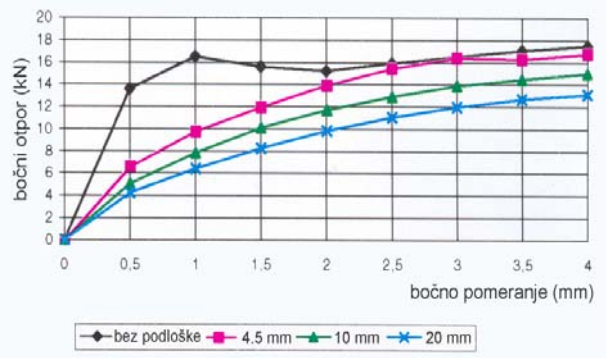
Posebno u oštrim krivinama se dešava naboranost šinske glave kao specifičan oblik habanja, što povećava dinamičko opterećenje i emisiju strukturne buke i buke koja se prenosi kroz vazduh. U toku je ispitivanje uticaja pragovskih podloški na sprečavanje razvoja šinske naboranosti [3].

Merenja bočnog otpora pragova u zastoru su sprovedena na Austrijskim železnicama na opitnoj deonici koloseka u pravcu na nasipu (slika. 5).

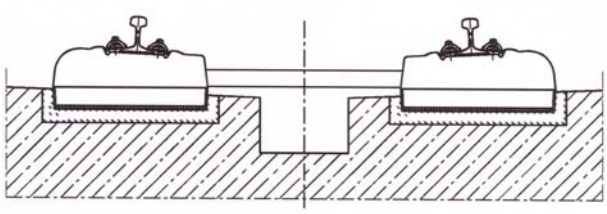
Ugradnja elastičnih slojeva ispod pragova je moguća i kod sistema kakvi su ramovski pragovi sa kvazi-kontinualnim oslanjanjem šina.

3. ELASTIČNE PRAGOVSKE PODLOŠKE U KOLOSEKU BEZ ZASTORA

Elastične pragovske podloške se koriste kod izvesnih vrsta koloseka na čvrstoj podlozi da bi se postigla željena elastičnost šinskog oslanjanja. One se projektuju kao pragovska „obuća“ (dvodelni pragovi u betonskoj ploči – slika 6) ili kao umetnuti sloj između praga i ploče.



Slika 5. Bočni otpor pragova sa elastičnim podloškama različite debljine

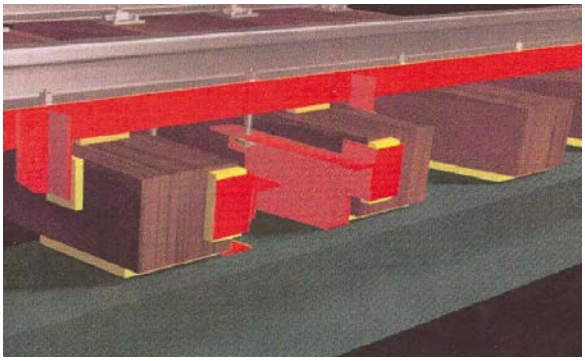


Slika 6. Kolosek sa dvodelnim „obuvenim“ pragovima

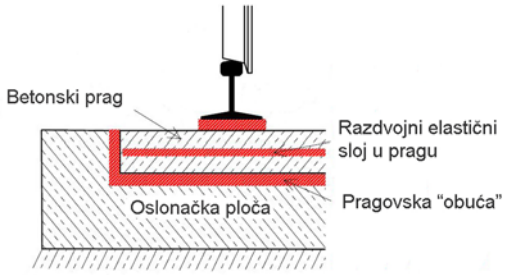
Takođe se koriste kod rekonstrukcije čeličnih mostova sa drvenim pragovima (slika 7).

Poznati su primeri Sonneville sistema upotrebljenog u tunelu ispod Lamanša ili elastično ogibljene ploče sistema Sato.

Pragovi oslonjeni na ploče putem podloški mogu biti i horizontalno podeljeni (split sleeper) iz akustičnih razloga, kao jedan od potencijalno najefektivnijih načina sprečavanja prenosa strukturne buke od šine na ploču koja je nosi (sistem poznat kao „akustično inovirani kolosek na ploči“) – slika 8 [2].



Slika 7. Čelični most sa drvenim pragovima



Slika 8. Akustično inovirani kolosek na ploči

4. MERENJA U KOLOSEKU SA PRAGOVSKIM PODLOŠKAMA

Za Nemačku železnicu i kooperantske firme, inženjerska konsultantska firma „Imb-dynamik“ sprovela je ispitivanja putem simulacionih modela uticaja elastičnih elemenata na vertikalnu dinamiku vozila i koloseka [1], [2]. Pri tome su uzeti sledeći primeri:

1. Prag B70W sa mekanom šinskom podloškom (60kN/mm) i pragovskom podloškom krutosti 35kN/mm;
2. Isto kao pod 1., ali sa pragovskom podloškom krutosti 70kN/mm;
3. Ramovski pragovi sa šinskom podloškom krutosti 600 kN/mm i pragovskom podloškom krutosti 27.5kN/mm;
4. Ramovski pragovi sa šinskom podloškom krutosti 80kN/mm i pragovskom podloškom krutosti 55kN/mm.

Dobijeni rezultati, poređeni sa referentnim kolosekom sa betonskim pragovima bez podloški u zastoru krutosti oslanjanja šine 600kN/mm, su prikazani na slici 9.

Kao što se može videti, za frekvenciju ispod 10Hz prag sa podloškama daje smanjenje opterećenja na zastor od oko 30%, zahvaljujući većoj oslonačkoj površi. Za frekvencije oko 20Hz, smanjenje opterećenja na zastor je 60-70% za istražene varijante.

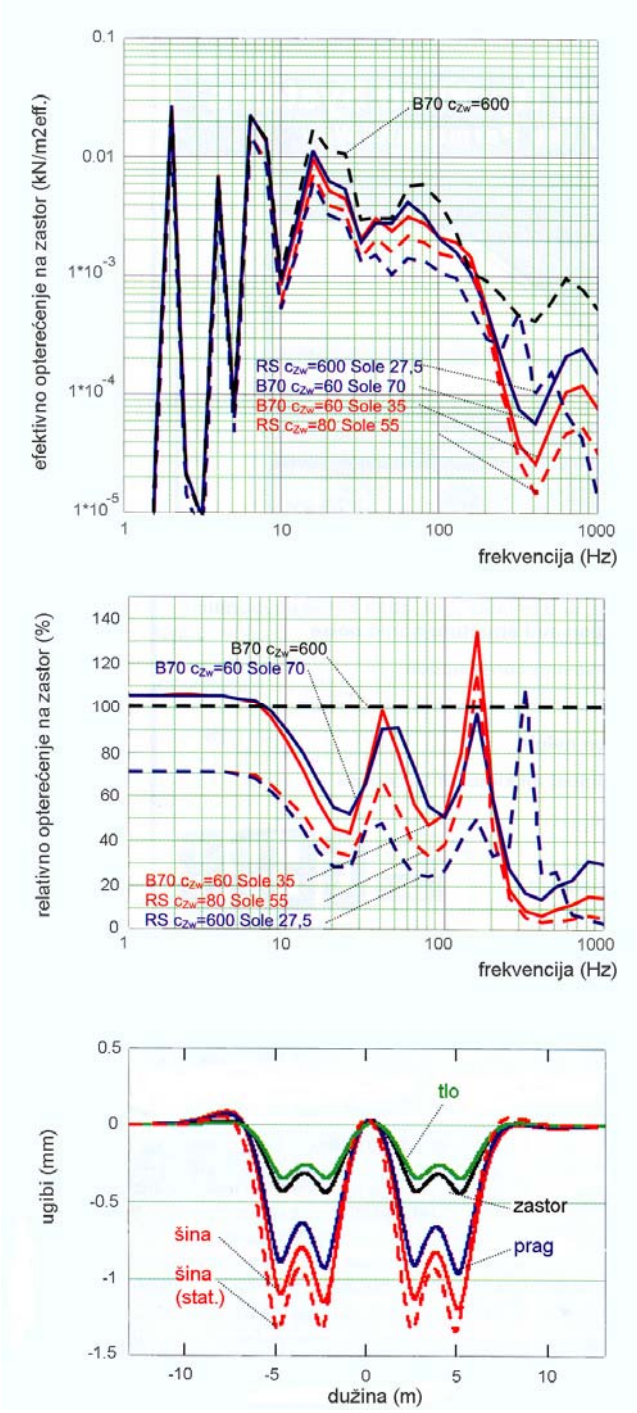
Neočekivan je skok u dijagramu pri frekvencijama 160 do 320Hz, koji ukazuje na novi oblik vibracija: šina vibrira u anti-fazi prema pragu. Pri višim frekvencijama, opterećenje na zastor opada znatno, pošto sistem osovinskog sloga na elastičnoj šinskoj podloški na pragu sa elastičnom podloškom (tzv. dvostruko elastično vešanje) pokazuje povećani efekat prigušenja i do 20dB (slika 3). Otuda su pragovi sa podloškama posebno pogodni za smanjenje pritisaka na zastor i planum i snižavanje strukturne buke koja naročito zrači iz mostovskih nosača.

5. ZAKLJUČAK

Ugrađivanjem elastičnih elemenata u kolosek, kao što su pragovske podloške, izbegavaju se nedostaci betonskih pragova na kontinualno krutoj podlozi, ili na pojedinim mestima krutoj, u poređenju sa ranijim

drvenim pragovima u zastoru. Pojednostavljeno rečeno, pragovske podloške eliminišu tvrdu kontaktnu površ između betonskih pragova i zastora, obezbeđujući osobine bar toliko povoljne kao kod drvenih pragova. Time je olakšano postizanje željene elastičnosti koja se zahteva, na primer, za ciljni vertikalni ugib šine od 1,5mm pri osovinskom opterećenju od 200kN ili za zahtevano smanjenje emisije buke.

Zavisno od upotrebljenih materijala, moguće je uticati na dinamičko očvršćenje i osobine prigušenja elastičnih elemenata u gornjem stroju.



Slika 9. Rezultati merenja uticaja elastičnih elemenata na vertikalnu dinamiku vozila i koloseka

Posle više od deset godina iskustva u upotrebi „obuvenih“ pragova pri brzinama čak do 300km/h primećeni su sledeći trendovi [5]:

- smanjenje debljine zastora za 10-15cm bez loših posledica,
- ublaženje lokalnih razlika u kvalitetu podloge, kao na prelazu most – tlo, na putnim prelazima u nivou, na spoju različitih konstrukcija gornjeg stroja i slično,
- smanjenje naboranosti u oštrim krivinama,
- smanjenje udara visoke frekvencije i konstruktivne buke pri frekvencijama preko 40-50Hz, kao dobra alternativa podzastornim prostirkama,
- smanjenje održavanja, time što se kvalitet geometrije koloseka zadržava duže, a ciklusi podbijanja se produžavaju.

LITERATURA

[1] Müller-Boruttau F., Kleinert U.: "Betonschwellen mit elastischer Sohle", ETR 3/2001.
[2] Müller-Boruttau F., Breitsamter N.: "Elastic elements reduce the loads exerted on the Permanent Way", RTR, 4/2001.
[3] Getzner – prospekt firme
[4] Spreepolymer – web syte
[5] Schilder R.: "Undersleeper pads – a report on previous experiences", ÖVG Convention, Salzburg 2004.

CONCRETE SLEEPERS WITH ELASTIC PAD - “SOLED” CONCRETE SLEEPERS

Mirjana TOMIČIĆ-TORLAKOVIĆ
Leposava PUZAVAC

Abstract – The dynamic behavior of railway track superstructure can be influenced by the installation of elastic components. In this respect, positioning of the elastic elements in the track is crucial. This paper focuses on various aspects of the installation of sleepers with elastic pads, the wide range of their application and investigation.

Key words – Sleepers, Elastic Pads, Noise, Vibrations, Ballast

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

UREĐENJE KOLOVOZA NA POSTOJEĆIM PUTNIM PRELAZIMA U NIVOU ŽELEZNIČKE MREŽE SRBIJE UGRADNJOM SAVREMENIH MATERIJALA

Tatjana SIMIĆ[1]

Rezime *– Usled povećanja obima saobraćaja, pogotovo drumskog, ukrštaji drumske saobraćajnice sa železničkom prugom - putni prelazi u nivou - predstavljaju opasna mesta na kojima su veoma često evidentirani vanredni događaji. U cilju podizanja nivoa sigurnosti i smanjenja broja vanrednih događaja, t.j. povećanja bezbednosti odvijanja saobraćaja preko postojećih putnih prelaza potrebno je izvršiti analizu postojećeg stanja putnih prelaza. Nakon izvršene analize, primenjujući zakonsku regulativu i poštujući zahteve Investitora potrebno je primenom odgovarajućih saobraćajno-građevinskih i elektrotehničkih mera obezbediti viši nivo bezbednosti analiziranog postojećeg putnog prelaza. Jedna u nizu primenjenih mera tema je ovog rada, a odnosi se na uređenje kolovozne konstrukcije na postojećim putnim prelazima u nivou Železničke mreže Srbije. Promena tipa kolovozne konstrukcije, odnosno ugradnjom gumenih panela obezbeđeno je lakše održavanje koloseka na putnim prelazima u nivou. Lakše održavanje podrazumeva jednostavno postavljanje i demontažu panela, t.j. brz i lak pristup koloseku i kolosečnom priboru. Na taj način direktno se utiče na povećanje bezbednosti na postojećim putnim prelazima.*

Ključne reči – putni prelazi, gumeni panel, kolosek, kolosečni pribor

1. UVOD

Ukrštaj puta i pruge u nivou predstavlja slabo mesto za oba vida saobraćaja - kako drumskog tako i železničkog.

Na putnoj, odnosno železničkoj mreži Srbije evidentiran je veliki broj putnih prelaza u nivou koji su zbog niske ekonomske moći ''zaboravljeni'' (t.j. u njihovo održavanje je uloženo veoma malo) i na kojima je neophodno podići nivo bezbednosti i time smanjiti mogućnost pojave vanrednih događaja.

Analizom postojećeg stanja putnog prelaza, sa aspekta bezbednosti saobraćaja stvoreni su uslovi za primenu odgovarajućih mera u cilju povećanja bezbednosti i nivoa osiguranja na postojećim putnim prelazima u nivou. Primenjene mere postavljene su prema saobraćajno-tehnološkim, građevinskim i elektrotehničkim kriterijumima.

2. PODELA POSTOJEĆIH PUTNIH PRELAZA U NIVOU

Kriterijumi prema kome se može izvršiti podela putnih prelaza su:

- kategorija pruge i drumske saobraćajnice koji se ukrštaju (magistralni, regionalni)
- veličina saobraćajnog opterećenja (teško, srednje, lako, pešački saobraćaj)
- makrolokacija putnog prelaza (mesto ukrštaja može biti u ruralnoj ili urbanoj sredini)

U zavisnosti od navedenih kriterijuma zavisi rekonstrukcija postojećih putnih prelaza, odnosno način osiguranja i izbor tipa kolovozne konstrukcije. Brzina vozila ne utiče na izbor tipa kolovozne konstrukcije, jer se približavanjem mestu ukrštaja brzine vozila smanjuju.

2.1. Specifičnost putnih prelaza

Pri analizi putnih prelaza mogu se uočiti specifičnosti koje imaju direktan uticaj na izbor mera za podizanja nivoa osiguranja, a to su:

- situacioni položaj koloseka u odnosu na put u zoni putnog prelaza;
- putni prelazi preko više koloseka;
- vrsta kolovozne konstrukcije.

Prema situacionom položaju razlikujemo:

- kolosek u pravcu – omogućava dobru preglednost za vozila iz oba smera
- kolosek u krivini – dolazeće vozilo sa spoljnje strane krivine ima bolju preglednost od vozila

[1] Tatjana Simić,dipl.inž.građ, Saobraćajni Institut CIP, Nemanjina 6,11000 Beograd, email:simict@sicip.co.yu

koje dolazi sa unutrašnje strane.

Slika1.Kolovoz od drvenih pragova-Matejevac

Slika 2. Kolovoz od sitne kamene kocke Lapovo-Batočina

Slika 3. Kolovoz od asfalta- Raška

Prelazi preko više koloseka uglavnom su u urbanim sredinama ili u zoni stanica i imaju niz nepovoljnosti. Zahtevaju usaglašavanje nivelete, poseban tip osiguranja i redovno održavanje. Neophodno je izvršiti regulaciju železničkog saobraćaja kako bi period prelaska vozila preko ukrštaja bio optimalan.

Vrste kolovozne konstrukcije koje su primenjene :

1. drobljeni kamen, makadam (starija rešenja u ruralnim sredinama na prugama nižeg ranga sa malom frekvencijom drumskog saobraćaja)
2. drveni pragovi (takođe stariji tip rešenje na prugama sa većom frekvencijom železničkog i drumskog saobraćaja, *Slika 1.*)
3. sitna kamena kocka (često rešenje i u ruralnim i u urbanim sredinama, sa i bez zalivanja bitumenom, *Slika 2.*)
4. asfalt (primenjivan tip kolovozne konstrukcije kod ukrštaja sa putevima višeg ranga – regionalni i magistralni i frekventnim drumskim saobraćajem, *Slika 3.)*
5. armirano-betonske ploče (tip kolovoza primenjivan za teško saobraćajno opterećenje, *Slika 4., Slika 5.)*

Slika 4. Kolovoz od AB ploča – Lazarevac

Slika5. Kolovoz AB ploče i sitna kamena kocka - Zablaće

3. TEKUĆE ODRŽAVANJE KOLOVOZA NA POSTOJEĆIM PUTNIM PRELAZIMA I UOČENI NEDOSTACI

Konstantni statički i dinamički udari vozila, kao i različiti vremenski uslovi uzročnici su oštećenja gornjeg i donjeg stroja putnih prelaza.

Analizom stanja vrste kolovoza koja je primenjena na putnom prelazu u nivou železničke mreže Srbije, pre svega prema tekućem održavanju koje treba da omogući bezbedno odvijanje saobraćaja i produži vreme trajnosti putnih prelaza, uočeni su nedostaci za svaki tip primenjene kolovozne konstrukcije i prikazani u Tabeli1.

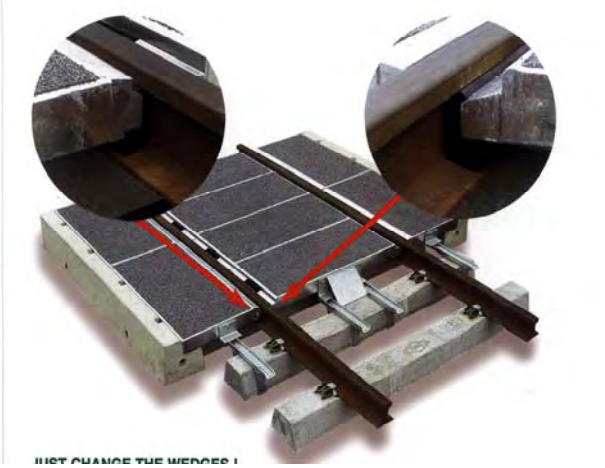
4. UGRADNJA SAVREMENIH MATERIJALA NA PUTNIM PRELAZIMA

U pogledu kolovoznih konstrukcija putnih prelaza

vršena su značajna istraživanja na utvrđivanju mogućnosti upotrebe ploča, kako betonskih tako i gumenih.

Tabela 1. Tekuće održavanje i uočeni nedostaci kolovoza na putnom prelazu

Kolovoz	Održavanje	Nedostaci
Drveni pragovi	Pritezanje olabavljenih kotvi, impregnisanje	Podložni truljenju
Sitna kamena kocka	Popravka oštećenih i ulegnutih kocki usled dinamičkih udara i zalivanje bitumenom	Zalivena bitumenom: voda se skuplja i sliva u žleb i time izaziva nestabilnost koloseka Nezalivena bitumenom: dozvoljen prodor vode, ali se usled udara istiskuje pesak ispod kocke i time se stvaraju deformacije koloseka
Asfalt	Presvlačenje novim asfaltom	Spoj dva različita materijala metal (šina) i asfalt (kolovoz) uzrok su pojave krunjenja asfalta i pojava pukotina
AB ploče	Zamena novim betonskim pločama	Izdizanje jednog kraja ploče i pojave ivičnih naprezanja drugog kraja ploče usled opterećenja mogu da prouzrokuje oštećenja na drumskim vozilima.



Slika 6.

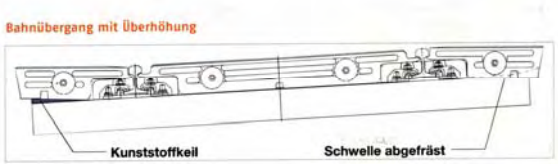
Kolovoz na putnim prelazima od betonskih elemenata koji su inovirani i dalje veoma zastupljeni u svetu jer je trajan materijal u odnosu na održavanje sa mogućnošću prenošenja dinamičkih opterećenja i visoka čvrstoća na pritisak. Razlikujemo

- klasične betonske elemente (sa spoljnim i unutrašnjom pločom *Slika 6.)*
- masivni betonski element (u kome je postavljen kolosek *Slika 7.).*

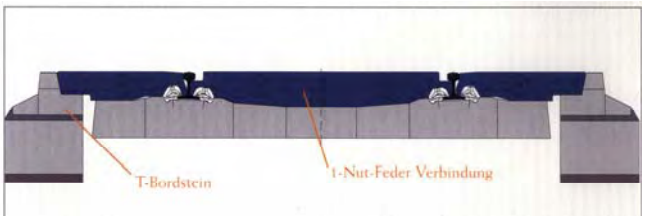
Značajna primena gumenih ploča za putne prelaze u nivou rezultat su njihovih brojnih tehničkih prednost.i Treba naglasiti da novčana ulaganja za postavljanje, demontažu i održavanje gumenih panela u odnosu na trajnost i izdržljivost mogu da opravdaju cenu njihove proizvodnje.

Kako je način održavanja koloseka na putnim prelazima u nivou direktan činilac povećanja bezbednosti , tako se kao osnovni parametar za izbor kolovozne konstrukcije nameće lakoća u održavanju putnih prelaza.

Slika 7



Slika 8. Gumeni panel na drvenom pragu u nadvišenju



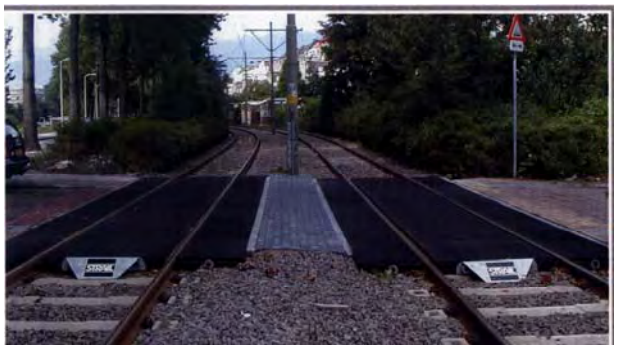
Slika 9. Gumeni panel na betonskom pragu sa ivičnjakom

Montažne ploče – gumeni paneli sa svojim prednostima predstavljaju pravi izbor kolovozne konstrukcije kojom bi trebalo zameniti kolovoz na postojećim putnim prelazima. Na strani opravdanosti njihove primene su sledeće osobine:

- moguća primena na svim kategorijama puta i saobraćajnog opterećenja
- montaža i demontaža panela je laka i brza
- prelaz drumskih vozila preko gumenih panela je bez udara
- oblik i dimenzija gumenih panela prilagođeni su vrsti i obliku praga, tipu šine i vrsti kolosečnog pribora
- guma omogućava apsolutnu izolovanost šina, a time i dobru elektrootpornost ovih prelaza
- način izrade panela povećao je otpornost na klizanje drumskih vozila
- kontrola kvaliteta gumenih panela (kontrola kvaliteta materijala, kontrola dimenzije, optička

kontrola i kontrola funkcionalnosti) ispravan način ugradnje i održavanja obezbeđuje dug vek trajanja
- guma umanjuje buku od vozila i vibracije.

Slika 10. Gumeni paneli- Rex Articoli



Slika 11. Gumeni paneli –Strail

5. ZAKLJUČAK

Naša i svetska iskustva u oblasti železničke i putne infrastrukture ukazuju da u cilju podizanja nivoa bezbednosti putnih prelaza neophodno usvojiti kolovoznu konstrukciju jednostavnu za transport, postavljanje i demontažu, a koja istovremeno omogućava u toku eksploatacije brz i lak pristup koloseku i kolosečnom priboru.

Kolovozna konstrukcija koja ispunjava sve ove zahteve u ovom trenutku i koja bi mogla da zameni dotrajali kolovoz na postojećim putnim prelazima železničke mreže Srbije jesu montažne ploče – gumeni paneli.

Preporučeni tip kolovoza trebalo bi pre ugrađivanja uskladiti i sa svim ostalim elementima koji utiču na podizanje nivoa osiguranja i bezbednosti na putnim prelazima u nivou i kao takav ugraditi.

LITERATURA

[1] BODAN Level – Crossing - System, GMUNDNER FERTIGTEILE, 2002
[2] Edilon STELFUNDO STELCON, 2002
[3] HOLDFAST Level Crossings Limited, 2006
[4] POLYSAFE Level Crossing Systems Ltd, 1999
[5] RAILBETON Leonhardt&Sohn KG , 2002
[6] Rex Articoli Tecnici SA ''Rubber and plastics for the railway industry'' ,2002
[7] STRAIL Kraiburg,2003
[8] T.Mihajlović, T.Simić, I.Ristić ''Saobraćajno-tehnološki, građevinski i elektrotehnički aspekt rekonstrukcije i podizanja nivoa sigurnosti na putnim prelazima železničke mreže Srbije'', rad u zborniku radova PROCEDURE I PROBLEMATIKA IZGRADNJE OBJEKATA , simpozijum Vrnjačka Banja,2006,
[9] Level Crossings: Rubber or Concrete, RailStaff 2005
[10] Projektna dokumentacija SI CIP o rekonstrukciji I podizanju nivoa osiguranja na putnim prelazima, 2006.,
[11] UPUTSTVO 340 za isporuku, ugradnju i održavanje gumenih panela sistema Krirburg za uređenje putnih prelaza u nivou na mreži pruga JŽ, Beograd, 2003

ARRANGING ROADWAY CONSRUCTION ON THE EXISTING LEVEL CROSSING AT THE LEVEL OF RAILWAY NETWORK OF SERBIA BY IMPLEMENTING MODERN MATERIALS

Tatjana SIMIĆ

Abstract – In order to increase safety level and decrease number of exceptional incidents, which is to increase safety of the traffic across the existing level crossings, it is necessary to analyze the current situation of level crossing. After performing analysis by applying legal regulations and obeying the demands of the Investor, it is necessary to provide higher safety level of analyzed, existing level crossing by applying suitable traffic-civil and electric signaling measures. One of the series of corresponding measures the topic of this study, and it is related to arranging roadway construction on the existing level crossings of Railway network of Serbia. Changing of the type of roadway construction by implementing rubber panels easier track maintenance on level crossings is provided. Easier maintenance means simple placement and disassembling of the panels, that is quick and easy access to the track and fastening. In that way you influence the increase of safety on existing level crossings.

Key words – Level Crossings, Rubber Panel, Track, Fastening

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ЕФЕКТИ РЕКОНСТРУКЦИЈЕ И МОДЕРНИЗАЦИЈЕ ПРУГЕ БЕОГРАД(БАТАЈНИЦА)-ШИД ДЕОНИЦА(БАТАЈНИЦА)-ГОЛУБИНЦИ

Сандра КАСАЛИЦА[1]
Драгана СТЕФАНОВИЋ[2]

Резиме *– Циљ реконструкције и модернизације деонице Батајница - Голубинци, пруга Београд - Шид - државна граница (km 121+950) је повећање дозвољеног оптерећења и пропусне моћи пруге. Реализацијом прве фазе реконструкције и модернизације се постиже да пруга Београд - Шид - државна граница (km 121+950) целом дужином постаје двоколосечна, са електричном вучом и саобраћајем возова у обостраном АРВ-у са телекомандом, за мешовити путнички и теретни саобраћај. Геометријски елементи одговараће брзинама до 160 km/h, док ће уређење горњег строја омогућавати саобраћај (у овој фази) највећим дозвољеним брзинама до 120 km/h. У складу са тим предвиђена је модернизација система осигурања и телекомуникација, као и постројења контактне мреже на деоници и у службеним местима.*

Кључне речи – коридор 10, деоница пруге, станице, реконструкција, модернизација

1. УВОД

Овај рад је настао као извод из "Идејног пројекта реконструкције и модернизације пруге Београд (Батајница) - Шид, деоница (Батајница) - Голубинци", који је рађен у Саобраћајном институту ЦИП 2005/2006. године.

Пројектом је обухваћена:

- реконструкција и модернизација деонице Батајница-Нова Пазова,
- модернизација деонице Нова Пазова-Стара Пазова,
- изградња десног колосека на деоници Стара Пазова-Голубинци,
- реконструкција и модернизација станица Нова Пазова и Стара Пазова.

Циљ модернизације садржаја станица, који су оцењени као приоритетни, је подизање нивоа безбедности и квалитета превозне услуге.

У наредним фазама предвиђена је реконструкција и модернизација дела пруге Голубинци - Рума - Шид - државна граница (km 121+950), тако да се омогући одвијање саобраћаја по оба колосека двоколосечне пруге брзинама до 160 km/h у систему телекоманде, као и комплетирање станичних садржаја намењених опслуживању путника и робе.

2. ПОСТОЈЕЋЕ СТАЊЕ

Пруга Београд - Шид - km 121+950, државна граница представља део паневропског саобраћајног Коридора 10. У складу са Европским споразумом о најважнијим међународним железничким пругама (AGC), припада међународној мрежи "Е" пруга. Сврстана у ред основних пруга класе А, и додељен јој је међународни број, као ознака којем систему припада, Е 70.

Пруга Београд – Шид - km 121+950, државна граница је двоколосечна, укупне дужине 121,9 km, изузев једноколосечни део на деоници Стара Пазова-Голубинци у дужини од 9,2 km.

Деоница Батајница-Голубинци је интегрални део две европске железничке магистрале на коридору 10:

- Е 70- која преко северне Италије повезује Западну Европу са Бугарском, Турском и даље са блиским Истоком,
- Е 85- која преко Мађарске повезује северну и централну Европу са Грчком

На деоници се налазе следећа службена места: Батајница (km 20,4), Нова Пазова (km 27,3), Стара Пазова (km 35,0) и Голубинци (km 44,2).

Грађевинска дужина деонице Батајница-Голубинци је 23,8 km

- двоколосечни део (Батајница-Стара Пазова) је дужине 14,6 km
- једноколосечни део (Стара Пазова-Голубинци) је дужине 9,2 km.

Посматрана деоница намењена је за мешовити саобраћај. Саобраћај возова на деоници се обавља у блоковном размаку (АРВ). Деоница није

[1] Мр Сандра Касалица дипл. инж. саоб., СИ ЦИП, Немањина 6, vidkiki @sezampro.co.yu
[2] Драгана Стефановић дипл. инж. саоб., СИ ЦИП, Немањина 6, draganas@sicip-trg.com

укључена у телекоманду. Све станице су прикључене у АРВ и опремљене електро-релејним уређајима Simens-Ei.

2.1. Саобраћајне анализе

На основу података о токовима путника на деоници за 2004. годину, може се закључити да у структури укупног превоза, доминира унутрашњи у односу на међународни превоз путника. На деоници Батајница-Стара Пазова превезено је 850000 путника, док је на деоници Стара Пазова-Голубинци превезено 330000 путника.

Робни ток у 2004. години на деоници Батајница-Стара Пазова је 5100000 t, док је на правцу према Шиду реализовано 2500000 t. Транзит у међународном саобраћају на делу пруге од Старе Пазове до границе са Хрватском је 900000 тона, док се количина од 1800000 тона робе у транзиту јавила на правцу од Београда ка Суботици. Интензитет саобраћаја возова на посматраној деоници како у путничком тако и у робном саобраћају је велики.

Према реду вожње 2004/2005. године на деоници Батајница-Стара Пазова саобраћа 14 међународних редовних возова за превоз путника, 21 агенцијски воз, 6 даљинских возова, 26 локалних и 74 воза у систему Беовоз.

У теретном саобраћају саобраћа 21 редовних и 38 факултативних међународних теретних возова, а у унутрашњем саобраћају 16 редовних и 20 факултативних теретних возова.

3. САОБРАЋАЈНЕ ПРОЈЕКЦИЈЕ

Пројекције броја путника су рађене по врстама саобраћаја и деоницама за период до 2025. године.

На деоници Батајница-Стара Пазова у 2020. години пројектован је ток од око 2 000 000 путника, од чега се на деоници Стара Пазова-Голубинци очекује ток од око 500 000 путника.

Пројекције обима превоза робе према врсти саобраћаја урађене су за очекивани раст друштвеног производа.

Робни ток у 2020. години на деоници Батајница-Стара Пазова пројектован је на око 10000000 t, док је на правцу према Шиду пројектовано око 5 000 000 t. Очекивани транзит у међународном саобраћају на делу пруге од Старе Пазове до границе са Хрватском је око 1 300 000 t, док се количина од око 3300000 t робе у транзиту очекује на правцу од Београда ка Суботици.

Број међународних возова за превоз путника у 2010. години повећан је за 10 у односу на број возова предвиђених редом вожње за 2005. годину, док је до 2025. предвиђено увођење још 4 воза у односу на 2010. годину на заједничкој деоници за оба правца коридора 10. С обзиром на специфичне услове организације и увођења нових возова пројекција међународног путничког саобраћаја заснована је на комплетирању услуге на постојећим релацијама. Пројектовани нови возови у међународном саобраћају базирају се на релацијама које су постојале деведесетих година и уводе се постепено.

Унутрашњи саобраћај је подељен на регионални и градско-приградски саобраћај.

У регионалном саобраћају предвиђени су брзи и путнички возови. Поред побољшања понуде на постојећим релацијама предвиђено је и увођење нових релација до 2025. године. У овом систему би се користиле савременије опремљене ЕМГ.

Градско-приградски саобраћај је посматран засебно. Највеће учешће у систему "Беовоза" је на деоници Батајница-Стара Пазова, коју покривају линије Нова Пазова-Панчево Војловица и Ресник-Нова Пазова. Број возова у систему "Беовоза" у 2010. години повећан је за 34 у односу на број возова предвиђених редом вожње за 2005. годину, док је до 2025. предвиђено увођење још 24 воза у односу на 2010. Већ у 2010. години предвиђени су поласци возова у просеку на 15 минута.

Број међународних теретних возова на правцу према Шиду у 2010. години повећан је за 6 у односу на број возова предвиђених редом вожње за 2005. годину, док је до 2025. године предвиђено увођење још 12 возова у односу на 2010. годину.

4. ПРОЈЕКТОВАНА ТЕХНОЛОГИЈА РАДА ПРУГЕ

На деоници ће се обављати мешовити саобраћај свих категорија возова за превоз путника и теретних возова. Деоница ће бити опремљена сигналима аутоматског пружног блока за обострани саобраћај по оба колосека, од станице Стара Пазова до станице Голубинци, као и према станици Нова Пазова, са дужином блок одсека за највеће дозвољене брзине до 160 km/h. Према станици Инђија организоваће се једноколосечни саобраћај у АРВ-у.

Слободни профил деонице треба да задовољава профил UIC-C за електрифициране пруге. Сви сигнали ће бити опремљени пружним бализама ауто-стоп уређаја. Деоница ће бити опремљена радио-диспечерским системом. Саобраћај возова ће се организовати телекомандом.

4.1. Техничко-технолошки захтеви на деоници

а) Доњи и горњи строј пруге

Деоница пруге Батајница - Голубинци после модернизације биће двоколосечна, са геометријским елементима за брзине до 160 km/h, док ће уређење горњег строја омогућавати саобраћај највећим дозвољеним брзинама до 120 km/h.

Горњи и доњи строј деонице ће се пројектовати за категорију D4, са масом по осовини 22,5 t/осовини и масом по дужном метру 8 t/m.

На деоници су предвиђене следеће активности:

1. на међустаничном растојању Батајница - Нова Пазова
2. на излазу из станице Батајница уградња нове колосечне везе са десног на леви колосек,
3. ремонт левог колосека од km 21+031.23 до km 24+866.71 и ремонт десног колосека на целој дужини,
4. на међустаничном растојању Нова Пазова - Стара Пазова нису предвиђени радови на доњем и горњем стројy,
5. на међустаничном растојању Стара Пазова - Голубинци предвиђена је изградња доњег и горњег строја десног колосека.

б) СС и ТК постројења

Сигнално сигурносна постројења ће се реконструисати на сва три међустанична растојања. Грађевински радови и промена параметара пруге захтевају демонтажу комплетне спољне сигнално-сигурносне опреме и измештање кућица АРВ-а и припадајуће спољне опреме на нову локације за заустaвни пут од 1500 m. Постојећи уређаји АРВ-а се дорађују опреме за обострани саобраћај уз уградњу потребних сигнала за вожњу по неправилном колосеку.

ц) Путни прелази

Овим пројектом обухваћена су три путна прелаза на посматраној деоници:

На међустаничном растојању Батајница - Нова Пазова

- грађевинско уређење путног прелаза у km 26+681,86 уз задржавање постојећег осигурања.
- путни прелаз у km 24+866,71 се укида, а саобраћај се усмерава постојећом путном мрежом на путни прелаз у km 26+681,86

На међустаничном растојању Нова Пазова - Стара Пазова

- грађевинско уређење путног прелаза у km 34+694,41 уз задржавање постојећег осигурања.

4.2. Техничко-технолошки захтеви у станицама

На деоници Батајница-Голубинци налазе се четири станице, од којих су пројектом реконструкције и модернизације обуваћене само станице Нова Пазова и Стара Пазова. У станицама Батајница и Голубинци вршиће се радови у делу система осигурања и телекомуникација, у циљу обезбеђења компатибилности ових уређаја на целој деоници.

а) Станица Батајница (km 20+700) - СС и ТК постројења

Измештање постојећих улазних сигнала по правилном и неправилном колосеку за приближно 200 m због уградње нове скретничке везе и обезбеђења заустaвног пута.

Унутрашњи релејни уређај се дограђује. Командни пулт се замењује MMI системом (екрански приказ).

Постојећи систем беспрекидног напајања замењује се новим системом са инверторима и резервним напајањем из контактне мреже.

б) Станица Нова Пазова (km 27+142,74) - Горњи и доњи строј

У оквиру овог пројекта предвиђена је реконструкција доњег и горњег строја првог, другог и трећег станичног колосека, као и померање петог колосека на нови положај - на растојању од 11,25 m од постојећег четвртог колосека.

Предвиђена је уградња скретница типа UIC-60-300-6^0 на трећем и четвртом (главни пролазни) станичном колосеку, а на осталим колосецима скретница типа 49-300-6^0, како се не би ограничавала брзина возова при вожњи у скретање на мање од 50 km/h.

Реконструкцијом станице потребно је обезбедити следеће капацитете за пријем и отпрему путника:

- изградити пероне уз први колосек, између четвртог и петог станичног колосека
- изградити подходник за денивелисани приступ путника од станичне зграде до перона између четвртог и петог колосека.
- Реконструкцијом капацитета за робни рад станице предвиђено је:
- санирање постојећег магацина комадне робе и изградња нове магацинске рампе изградња манипулативног простора у наставку магацинске рампе до краја првог колосека.

ц) Станица Стара Пазова (km 34+944,41) Горњи и доњи строј

Предвиђена реконструкција станичних колосека обухвата:

- померање трећег и четвртог станичног колосека у циљу повезивања са пројектованом трасом пруге Стара Пазова - Суботица - km 184+666, државна граница,
- уређење колосечних веза на блоку један, како би била омогућена излазна вожња са првог станичног колосека на правилан леви колосек према станици Нова Пазова,
- уређење колосечних веза на блоку два тако да се омогуће вожње са свих станичних колосека на све пружне пројектоване колосеке,
- превезивање левог колосека двоколосечне пруге Београд - Шид - km 121+950, државна граница са четвртог на пети станични колосек,
- превезивање левог колосека пруге Стара Пазова - Суботица - km 184+666, државна граница са трећег на четврти станични колосек.

Уградња скретница типа UIC-60-300-6^0 на пролазним колосецима, а на осталим станичним колосецима скретница радијуса најмање R=300 m, како се не би ограничавала брзина возова при вожњама у скретање.

Реконструкцијом станице обезбедити следеће капацитете за путнике:

- перон између станичне зграде и првог колосека као и перон између другог и трећег станичног колосека, а перон између петог и шестог колосека прерадити,
- доградити и уредити постојећи подходник тако да се повежу сви перони

Реконструкцијом станице потребно је обезбедити следеће капацитете за робни рад:

- нови магацин комадне робе са магацинском рампом и магацинским пероима за друмска и железничка возила. Наведени капацитети изградиће се у другој фази.

д) СС и ТК постројења

Комплетна демонтажа спољне опреме и репаратура сигнала, шинских глава за изоловане одсеке, шинских контаката итд. и њихово монтирање на новим локацијама према колосечној ситуацији ремонтованих колосека.

Све електропоставне справе се замењују новим типа 700 са монтажним прибором за бетонски праг. Уградња ММI командног пулта, као и репаратура групе унутрашњег релејног уређаја.

Постојећи систем беспрекидног напајања замењује се новим системом са инверторима и резервним напајањем из контактне мреже. Постављање бетонских каналета између улазних скретница, као и убацивање заштитних цеви за оптичке каблове.

Наведени радови у делу СС и ТК постројења односе се на станице Нова Пазова, Стара Пазова и Голубинци.

5. ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКИ ЕФЕКТИ

Планираном изградњом и реконструкцијом деонице постижу се следећи ефекти:

1. Изградњом другог колосека Стара Пазова-Голубинци, пруга Београд-Шид- km 121+950, државна граница постаје двоколосечна у целој дужини чиме се смањује могућност поремећаја, а повећава уредност и поузданост саобраћаја,
2. Изградњом перона и подходника у станицама Нова Пазова и Стара Пазова повећава се безбедност путника у станицама.

Скраћење времена вожње:

- У путничком саобраћају на деоницама Батајница - Стара Пазова и Стара Пазова-Голубинци очекује се скраћење времена вожње за 3 минута односно за 2,5 минута.
- У робном саобраћају скраћење је 4,5 односно 3,5 минута.

Повећање пропусне моћи:

- на деоници Батајница - Нова Пазова са 131 на 159 возова,
- Нова Пазова - Стара Пазова са 142 на 166 возова,
- Стара Пазова - Голубинци са 75 на 136 возова.

6. ЗАКЉУЧАК

У оквиру програма модернизације пруга ЈП "Железнице Србије" планирана је реконструкција и модернизација железничке пруге Београд - Шид - km 121+ 950, државна граница, по фазама. То је у складу са Просторним планом Републике Србије и Генералним планом Београда 2021 који су предвидели:

- двоколосечну пругу Београд - Шид - km 121+950, државна граница,
- двоколосечну пругу Стара Пазова - Суботица - km 184+666, државна граница, као и
- четири пружна колосека на деоници Батајница - Стара Пазова.

Циљ модернизације садржаја станица је подизање нивоа безбедности и квалитета превозне услуге.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Идејно решење реконструкције и модернизације пруге Београд (Батајница) - Шид, деоница (Батајница) - Голубинци

[2] Студија изводљивости реконструкције и модернизације пруге Београд (Батајница) - Шид, деоница (Батајница) - Голубинци

EFFECTS OF RECONSTRUCTION AND MODERNIZATION OF BELGRADE (BATAJNICA) - ŠID RAILWAY LINE, (BATAJNICA) - GOLUBINCI SECTION

Sandra KASALICA
Dragana STEFANOVIĆ

Abstract – The objective of the Batajnica - Golubinci railway section reconstruction and modernization is increase of admissible load and railway section capacity. After completion of the first phase of reconstruction and modernization of the Batajnica - Golubinci section whole Belgrade - Šid - national border railway line (km 121+950) will be converted into double-track line, including electric traction, signals for two-direction train running and remote control of mixed passenger and freight traffic. Geometry elements will be appropriate for speeds up to 160 km/h while permanent way finishing will enable train running (in this phase) at maximum allowed speeds of 120 km/h. According to this, modernization of interlocking and telecommunication system as well as OCS facilities on the section and in establishments was planned.

Key words – corridor 10, railway section, stations, reconstruction, modernization

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

UPRAVLJANJE KVALITETOM ŽELEZNIČKIH ŠINA

Branislav SLADOJEVIĆ[1]
Milica PUZIĆ[2]
Olivera ERIĆ[3]

Rezime *– U železničkom sistemu šine predstavljaju važnu komponentu i one mogu da umanje ili poboljšaju efikasnost i bezbednost opšteg prometa u železničkom saobraćaju. U Evropi, kvalitet šina i uslovi prihvatljivosti su regulisani medjunarodnim standardom UIC 860 V, sa kojim su nacionalni standardi usaglašeni. Zahtevi za kvalitet šina se sve više povećavaju sa povećanjem brzine vozova, osovinskih opterećenja i gustine saobraćaja. Spoljna naprezanja se superponiraju sa unutrašnjim naponima što može na oslabljenim mestima dovesti do inicijacije i propagacije pukotina. U ovom radu su navedene greške proizvodnje šina, greške nastale u toku eksploatacije i najčešće greške otkrivene na zavarenim spojevima šina aluminotermiskim postupkom. Opisana je takodje i ultrazvučna metoda kontrole šina i zavarenih spojeva šina.*

Ključne reči – kvalitet, greške u šinama, greške u zavarenim spojevima, ultrazvučna ispitivanja.

1. UVOD

Šine predstavljaju veoma važan i kritičan deo svakog železničkog sistema i u toku svog radnog veka izložene su velikim naprezanjima različite vrste, frekvencije i orijentacije. Kvalitet šina i uslovi prihvatljivosti u Evropi regulisani su medjunarodnim standardom UIC 860 V, sa kojim su svi nacionalni standardi usaglašeni. Zahtevi za kvalitet šina povećavaju se kao posledica povećane brzine vozova, osovinskog opterećenja vagona i lokomotiva i gustine saobraćaja. Takodje, štetan uticaj različitih ekoloških parametara može se odraziti na smanjenje vremena eksploatacije šina. Visoka spoljna naprezanja se superponiraju sa unutrašnjim naprezanjima, predstavljajući kritične napone u šinama sa prisutnim oslabljenim mestima (greškama) na kojima može doći do inicijacije i propagacije pukotina i eventualno do pojave loma šina. U radu su predstavljene inherentne greške koje nastaju pri odgovarajućim odstupanjima u tehnologiji izrade i prerade šina. Opisane su i klasificirane i greške koje se najčešće javljaju u toku eksploatacije. Navedena su kolaudaciona ispitivanja novih šina i šina u eksploataciji. Navedena su releventna iskustva poznatijih svetskih kompanija

koje se bave izradom opreme za ultrazvučna ispitivanja i njihovom aplikacijom u praksi. Utvrdjeno je da se ultrazvučnim ispitivanjem sa visokim stepenom pouzdanosti mogu ispitati i nove šine i šine u eksploataciji. Takođe, navedene su greške u zavarenim spojevima šina koje su zavarene aluminotermijskim postupkom i primeri detekcije tih zavarenih spojeva ultrazvučnom metodom ispitivanja. Ovo je posebno važno u obaveznosti uvodjenja sistema obezbedjenja kvaliteta na Jugoslovenskim železnicama i preduzećima koja opslužuju i snabdevaju železnicu potrebnim uslugama i opremom.

2. KARAKTERISTIKE ŠINA

U zavisnosti od stepena opterećenja šina u eksploataciji, one se dele u dve osnovne grupe:

- šine normalnog kvaliteta i
- šine otporne na habanje (šine sa povišenom otpornošću na habanje).

Za pojedine vrste šina dati su u tabeli 1 (prema standardu UIC 860 V) odgovarajući hemijski sastavi i mehaničke osobine.

Iz tabele 1 vidljivo je da je nosilac povećanja mehaničkih osobina kod šina otpornih na habanje u stvari povišen sadržaj ugljenika (C). Povećana otpornost na habanje bazira se na teoriji medjusobnog uticaja pojedinih elemenata. Ugljenik utiče na mehaničke osobine preko zapreminske frakcije cementita i njegovog udela u perlitu. Mangan utiče na sniženje temperature eutektoidne reakcije i na finoću perlitnih lamela, odnosno smanjenje interlamelarnog rastojanja.

[1] Prof.dr Branislav SLADOJEVIĆ, Institut "Kirilo Savić", Vojvode Stepe 51 11000 Beograd, sladojevic@ptt.yu
[2] Milica PUZIĆ, dipl. inž., Institut "Kirilo Savić", Vojvode Stepe 51 11000 Beograd, sladojevic@ptt.yu
[3] dr Olivera ERIĆ, Institut "Kirilo Savić",Vojvode Stepe 51 11000 Beograd, sladojevic@ptt.yu

Tabela 1. Propisane kvalitetne osobine šina prema UIC 860 V

Oznaka čelika	C %	Si %	Mn %	Cr %	P Maks.%	S Maks. %	Rm N/mm^2	A_s Min.%
700	0,40-0,60	0,05-0,35	0,80-1,25	-	0,05	0,05	680-830	14
900A	0,60-0,80	0,10-0,50	0,80-1,30	-	0,04	0,04	min 880	10
900B	0,80-075	0,10-0,50	0,30-1,70	-	0,04	0,04	800-1030	10
1100	0,60-0,82	0,30-0,90	0,90-1,30	0,8-1,3	0,04	0,03	min.1080	9

Za sve vrste šina predviđene su i odgovarajuće vrednosti mehaničkih osobina što je takođe regulisano navedenim standardom (tabela 1).

2.1. Kolaudaciona ispitivanja

Ispitivanje novih šina pri prijemu obuhvata proveravanje i utvrdjivanje sledećih karakteristika:

- hemijski sastav,
- otpornost prema udaru,
- zatezna čvrstoća i izduženje,
- makrosruktura,
- tvrdoća,
- spoljni izled,
- oblik, mere i masa.

Pri kolaudacionom ispitivanju šina vrši se detaljna vizuelna konrola šina, a preko mikrosrukturnih ispitivanja proba uzetih od odgovarajućih šina dobija se uvid u homogenost materijala. Na ovaj način mogu se otkriti površinske i unutrašnje greške. Greške na šinama nastaju kao posledica poremećaja stabilnosti u tehnologiji izrade i prerade šina i mogu biti čeličanske ili valjaoničarske prirode [6].

3. GREŠKE U ŠINAMA

Greške u šinama mogu biti u osnovi sledeće:

- greške nastale u procesu izrade šina [2]
- greške nastale u toku eksploatacije [2, 7]

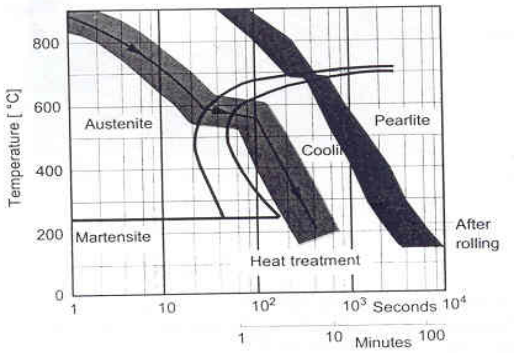
3.1. Greške nastale u toku izrade šina

U toku izrade šina može doći radi odstupanja od tehnologije proizvodnje šina do pojave raznih vrsta grešaka. Greške mogu da se jave na površini šine ili po poprečnom ili uzdužnom preseku šine, tj. da se javljaju kao površinske ili unutrašnje greške.

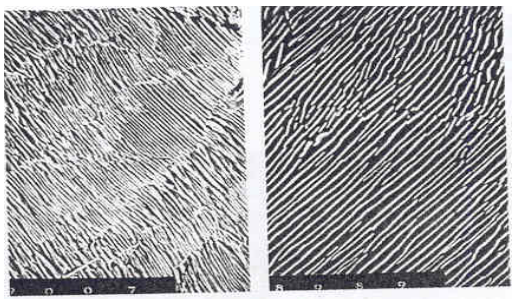
U zavisnosti od tehnologije izrade šina, tj. da li se šine izradjuju sa prekidom (SM peć-bluming-valjaonice) ili kontinualno (konvertor-konti liv-valjaonica) mogu da se jave karakteristične greške. Ali u svakom slučaju najčešće se javljaju sledeće vrste grešaka:

- lunker
- nemetalni uključci (mikro i makro)
- pahuljice
- blokove segregacije
- naponske pukotine

Sprečavanje pojava gore navedenih grešaka može se ostvariti uvodjenjem vanpećne obrade čelika i vakumsko livenje, a takodje i vodjenje računa o pravilnom izvodjenju tehničke obrade (hladjenje u jamama ili termičko propuštanje zakaljenog sloja vozne površine šina).



Sl.3.1. TTT dijagram-strukturna transformacija šina u zavisnosti od brzine hlađenja šina [4]



Sl.3.2. Mikrostruktura čelika (fini perlit) [4]

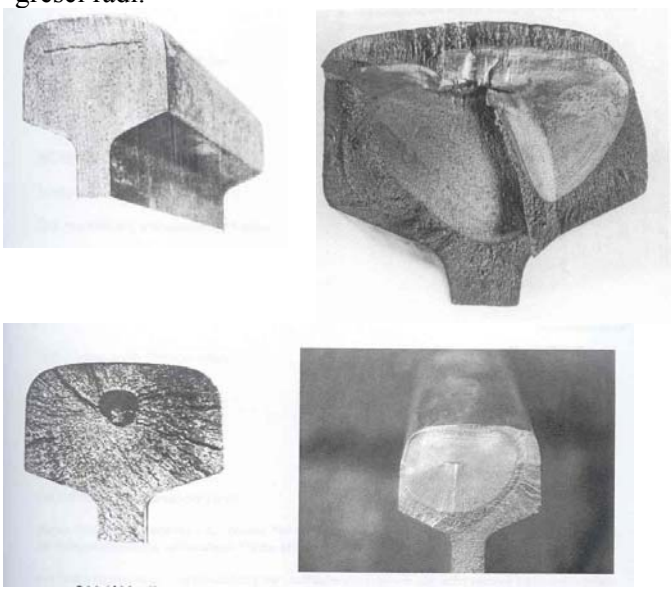
3.2. Greške nastale u toku eksploatacije

U stručnoj literaturi se navodi primer podele grešaka nastalih u toku eksploatacije kako sledi: Greške koje se javljaju u eksploataciji mogu se podeliti u sledeće glavne grupe:

- grupa I raslojavanje i oštečenja vozne površine šine;
- grupa II poprečne pukotine u glavi šine
- grupa III uzdužne pukotine u glavi šine
- grupa IV neravnost glave šine
- grupa V greške na vratu šine
- grupa VI greške na stopi šine
- grupa VII prelom po čitavom preseku
- grupa VIII izvijenost šine.

U medjunarodnom standardu UIC 712 Greške u šinama, su detaljno obradjene greške koje se javljaju u toku eksploatacije i klasifikovane su prema položaju i njenoj prirodi.

Greške su podeljene u odredjene grupe u zavisnosti od vrste i položaja i brojčano označene, tako da je moguće na osnovu koda odmah utvrditi o kojoj se grešci radi.



Sl.3.3. Primeri grešaka na šinama [4]

3.3. Greške nastale u aluminotermiski zavarenim spojevima šina

Greške koje se pojavljuju kod AT-zavarivanja s obzirom na uzroke njihovog postanka možemo svrstati u dve grupe:

- greške rada i
- metalurške greške

U ovom radu su obrađene samo metalurške greške, nastale radi propusta u tehnološkom postupku zavarivanja šina aluminotermijskim postupkom. *[5]*

3.3.1 Metalurške greške

Metalurške greške mogu biti uslovljene:

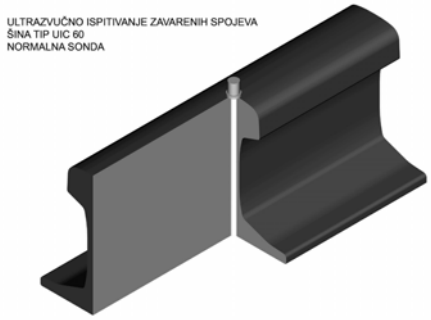
- izmenom u hemijskom sastavu aluminotermijske smeše, kada povećavamo njenu količinu uzimanjem izvesne količine iz druge smeše, razara se metalurški sastav smeše, a posledica toga su zavari slabijeg kvaliteta.

Isto tako promena u svojstvu metala može biti uslovljena ubacivanjem komada čelika u aluminotermijsku smešu.

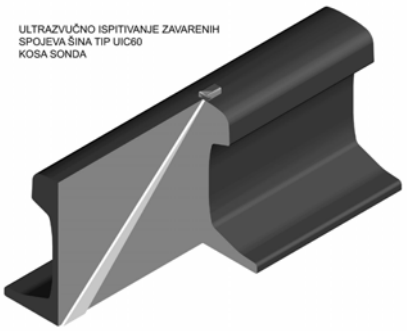
"Crveni lom" zavarenog spoja javlja se kod obrade zavarenog spoja u toplom stanju. Ovaj lom nastaje zbog nedostatka aluminijuma u smeši, odnosno povećanog sadržaja kiseonika ili zbog povećanog sadržaja sumpora i fosfora u osnovnim sirovinama aluminotermijske smeše.

Stvaranje plinskih lunkera.

- osnova za stvaranje lunkera u zavarenom spoju su procesi izmedju komponenata smeše i vlage. Vlaga deluje neposredno na kovarinu, oksidira i snižava njenu aktivnost, a takodje stvara složene hemijske spojeve s oksidansom u vidu kristalizacione vlage. U smeši se pojavljuje vodonik, nepotpuni spojevi kiseonika sa gvoždjem i aluminijumom, koji ulaze u metal i ostaju u zavarenom spoju.
- pojava lunkera u zavarenom spoju može biti uslovljena i neravnomernim hladjenjem na različitim mestima u raznim vremenskim tačkama.



Sl 3.4. Shema detekcije zavarenog spoja ravnom ultrazvučnom sondom [9]



Sl 3.5. Shema detekcije zavarenog spoja ugaonom ultrazvučnom sondom [9]

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Na osnovu literaturnih podataka i vlastitih istraživanja može se zaključiti sledeće:

- napravljen detaljan uvid u kvalitetne karakteristike šina koji proizilaze iz zahteva standarda UIC 860 V
- navedene su i opisane inherentne greške koje nastaju u toku proizvodnje šina
- opisana je strukturna transformacija gotovih šina pri različitim tehničkim obradama
- opisane su najčešće greške koje se javljaju u toku eksploatacije (literaturni podaci i standard UIC 712)
- opisane su greške koje nastaju pri neadekvatnom zavarivanju šina aluminotermiskim postupkom

- ukazano je na potrebu da se vrši obavezna primena ultrazvučnog ispitivanja i novih šina i šina u eksploataciji.

Gore navedena saznanja i obaveznost primene ultrazvučnig ispitivanja može u velikoj meri da spreči inicijaciju i propagaciju pukotina u šinama i samim tim povećanje bezbednosti železničkog saobraćaja.

LITERATURA

[1] B.Sladojević: "Ultrasonic testing of rails", INSI-GHT, Vol 37, No 12, p. 987-991, England, Decembar 1995.
[2] B.Sladojević: "Ispitivanje materijala ultrazvukom", Institut "Kirilo Savić" Beograd, Interqual, Beograd, 1997.
[3] J.u.H. Krautkramer, Werkstoffprufung mit Ultraschall, Spring-Verlag, Berlin, 1975.
[4] B. Sladojević: "Šine-železničke šine" (Monografija) (u pripremi)
[5] Uputstvo 336 za zavarivanje železničkih šina aluminotermijskim postupkom, Beograd, 1986
[6] UIC-Kodex 860 V-Techniche Lieferbedingungen für schienen. Paris, 1986.
[7] UIC 712 Greške u šinama
[8] Ekspertiza "Ultrazvučno ispitivanje aluminotermijski zavarenih spojeva šina, Institut "Kirilo Savić", Beograd, 2005

QUALITY ASSURANCE OF NEW RAILS AND RAILS IN SERVICE

Branislav SLADOJEVIĆ
Milica PUZIĆ
Olivera ERIĆ

Abstract – The rails are an important and vital part of a railway system and are exposed, during service, to high stresses of different types, frequency and orientation and to different environmental conditions. In Europe, rail quality and the acceptance criteria are regulated by international standard UIC 860 V, with which national standards are in accordance. The requirements for rail quality are increasing with increasing traffic density. The high external stresses are superimposed with the internal stresses, representing a serious load on rails with the potential to extend existing flaws, which may lead to rail fracture. Inherent flaws resulting from processing, as well as the final stages of finishing, are considered. The possibilities of using ultrasonic testing in control quality of new rails (manufacture and rails in operation service in order to detect flaws and determine their position and nature are also described). In this work are described inherent defects in service and defects in aluminothermic welds of rails. Also, there is described aluminothermic of rails.

Key words – Quality, defects, aluminothermic welding defects, the ultrasonic method of testing

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ISTRAŽIVANJE KARAKTERISTIKA APSORBERA ENERGIJE SUDARA PUTNIČKIH VAGONA

Jovan TANASKOVIĆ[1]
Vojkan LUČANIN[2]

Rezime *– U rada je analiziran novi tip apsorbera energije sudara putničkih vagona koji radi na principu utiskivanja cevi u specijalni prsten pri čemu dolazi do smanjenja prečnika cevi a samim tim i apsorpcije određene količine kinetičke energije sudara. Navedeni elementi predstavljaju deo pasivnih mera zaštite pri sudaru putničkih vagona. U radu je izvršena analiza apsorbcije izabranog elementa primenom metode konačnih elemenata (MKE) i prikazano je eksperimentalno istraživanje statičkih i dinamičkih karakteristika apsorbera ovog tipa.*

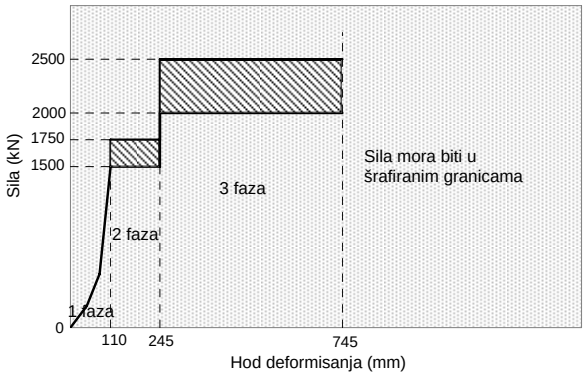
Ključne reči – Putnički vagoni, pasivna sigurnost, apsorberi energije sudara, eksperimentalna istraživanja

1. UVOD

Predmet rada je istraživanje elemenata za apsorpciju energije sudara putničkih vagona koji rade na principu sabijanja cevi u prsten. Apsorberi se ugrađuju u čeoni deo noseće strukture vagona. Njihova uloga je da sopstvenom kontrolisanom deformacijom utroše što veći deo energije sudara kako bi se deo strukture iza elemenata u što većoj meri sačuvao od trajnih deformacija i time zaštitili putnici. Cilj ovog rada je da se, proračunom i eksperimentalnim metodama, ispita pogodnost i opravdanost ovakve konstrukcije apsorbera za predviđenu namenu i da se dođe do rešenja koja su efikasnija i pogodnija za primenu u realnoj konstrukciji putničkih vagona. Pre izvođenja eksperimenta izvršen je proračun MKE, prema željenom otporu sabijanja, u cilju izbora parametara apsorpcionog para za ispitivanje. U okviru eksperimenta urađene su dve vrste ispitivanja: kvazi-statička ispitivanja na presi i dinamička (udarna) ispitivanja na čekiću.

2. KARAKTERISTIKE APSORPCIONOG PARA I PRORAČUN

Na bazi kategorizacije sudara [1], definisani su zahtevi za kontrolisano progresivno deformisanje čela noseće strukture putničkih vagona nove generacije, slika 1. Može se uočiti da je ukupan raspoloživi hod deformisanja podeljen u tri faze. Apsorbovana energija po čelu treba da iznosi 1,25 do 1,5MJ.



Slika 1. Faze deformisanja čela noseće strukture putničkih vagona nove generacije

U prvoj fazi deluje samo elastično-frikcioni aparat CAK-a, dok u drugoj, energiju apsorbuje uređaj koji se trajno deformiše ali je lako zamenljiv. U trećoj fazi apsorpcija energije ostvaruje se putem kontrolisanog deformisanja prednjih delova noseće strukture.

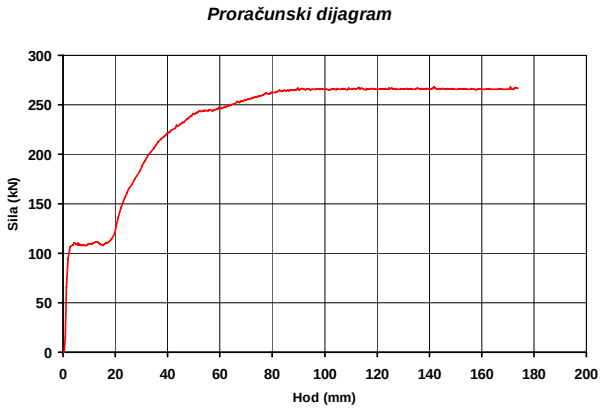
Dimenzionisanje apsorpcionog para izvršeno je prema: mestu ugradnje (dimenzijama odbojnika i čeonog dela noseće strukture), potrebnoj količini apsorbovane energije i dosadašnjim iskustvima. Uzimajući u obzir da je spoljni prečnik vođične čaure odbojnika putničkih vagona Ø220mm, a da se na red sa njom treba da postavi apsorber, usvojen je spoljni prečnik cevi apsorpcionog para od Ø219,1mm i debljine zida od 5,9mm (standardna cev bez šava prema JUS C.B5.221, Materijal P235T1). Prema dosadašnjim iskustvima, dobijenim raznim

[1] mr Jovan Tanasković, GOŠA Fabrika šinskih vozila, Smederevska Palanka, E-mail:jovant@eunet.yu
[2] Prof dr Vojkan Lučanin, Mašinski fakultet, Beograd, E-mail: vlucanin@mas.bg.ac.yu

ekperimentalnim istraživanjima u svetu i kod nas, došlo se do zaključka da najbolje karakteristike u pogledu apsorpcije energije pokazuju cevi kod kojih je odnos prečnika i visine (dužine) približno jednak jedinici, pa je s toga usvojena dužina cevi od 220mm. Dimenzije konusnog prstena kroz koji se vrši sabijanje cevi usvojene su prema procentu smanjenja prečnika cevi pri sabijanju od *≈10 %* i prema raspoloživom prostoru za ugradnju. S obzirom da je polazni prečnik cevi Ø219,1mm, dobijen je izlazni prečnik prstena od Ø199mm i ugao konusa od 13°. Usvojena visina prstena je 60mm.

U cilju dimenzionisanja mašina potrebnih za ispitivanje apsorpcionog para urađen je proračun MKE korišćenjem softverskog paketa ANSYS. Imajući u vidu da su oba elementa apsorpcionog para aksisimetrična, analiza je sprovedena na ravanskom modelu.

Po završenom proračunu dobijeni rezultati predstavljeni su u obliku dijagrama sile u funkciji od hoda, slika 2. Na njemu se može uočiti da sila linearno raste do vrednosti od ≈ 100 kN, zatim pri ulasku u zonu plastičnosti i dostizanjem granice tečenja imamo nešto sporiji rast sile, da bi od ≈ 18mm hoda uz znatniji porast dostigla vrednost od oko 265 kN na kojoj uz neznatna odstupanja ostaje do hoda od 175mm.



Slika 2. Dijagram sile u funkciji od hoda

Da bi se na osnovu rezultata proračuna odredila maksimalna sila sabijanja na presi, odnosno da bi se usvojilo maksimalno opterećenje na presi, potrebno je izvršiti određene korekcije rezultata (parametara) dobijenih statičkim proračunom. Najšire posmatrano, deformacioni otpor zavisi od: svojstava materijala, stepena i brzine deformacije, temperature i stanja strukture (tj. prethodne mehaničke ili termičke obrade) [2]. Uzimajući u obzir da je brzina deformacije u statičkom proračunu reda veličine 10^{-4} *m/s*, a da na hidrauličnoj presi na kojoj se vrše kvazi-statička ispitivanja brzina deformisanja iznosi ≈ 0,01÷0,1 m/s, uvodi se parametar *m* koji predstavlja *osetljivost na brzinu deformacije* i pokazuje kako se menja napon (granica tečenja) odnosno sila otpora u zavisnosti od brzine deformacije. Matedologija određivanja m je data u [1]. Za prostorno centriranu rešetku vrednosti parametra m kreću se od 0,005 ÷ 0,1. Usvojena vrednost parametra m je 0,1, a u tabeli 1 su prikazani korigovani proračunski parametri.

Tabela 1. Korigovani proračunski parametri

F_{sr} (kN)	F_{max} (kN)	F_{max}/F_{sr} (kN)	H (mm)	W (kJ)
492,9	498,48	1,01	105	51,75

Može se zaključiti da je za kvazi-statička ispitivanje apsorbera ovog tipa potrebna hidraulična presa koja može da ostvari maksimalno opterećenje od *700kN* dok za dinamička ispitivanja potreban je pneumatski čekić na kome je moguće ostvariti rad od 70kJ (u toku ispitivanja može doći do povećanja otpora deformisanja zbog stanja površina, zakošenja cevi u odnosu na prsten, itd. pa su proračunski parametri uvećati za oko 20÷30%).

3. EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA

Za ispitivanje su korišćeni sledeći uzorci (slika 3):

1. CEVNI ELEMENTI – napravljeni od bešavnih cevi Ø219.1x5.9 (JUS C.B5.221) u kvalitetu P235T1,
2. PRSTEN – napravljen od čelika za poboljšanje C45E (EN 10083-1).

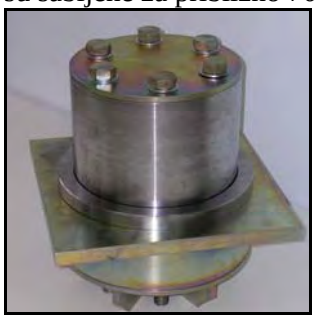
Slika 3. Pripremljeni uzorci za ispitivanje

Hidraulična presa LITOSTROJ, na kojoj se može ostvariti maksimalna sila pritiska od 2500kN, korišćena je za kvazi-statička ispitivanja dok su dinamička ispitivanja izvedena na pneumatskom čekiću HUTA ZYGMUNT TIP 6300B na kome se može ostvariti maksimalni rad od 70kJ.

3.1. Kvazi-statička ispitivanja

Za formiranje sklopa spremnog za ugradnju na vagon (slika 4a.), neophodno je cev utisnuti u prsten za približno 70mm (slika 4b.). Iz tog razloga ispitivanja su sprovedena u dve faze. U prvoj fazi, fazi prednaprezanja, svi parovi su prednapregnuti tj. cevi

su sabijene za približno 70mm u prsten.



a) kompletan sklop

b) uparivanje elemenata

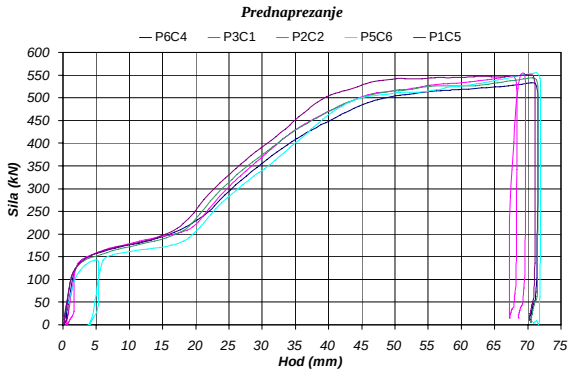
Slika 4. Kompletiranje sklopa apsorbera

Nakon toga, u drugoj fazi ispitivanja, parovi *P4-C3, P3-C1 i P2-C2* opterećeni su na presi pri čemu je cev (svakog para ponaosob) sabijena u prsten za približno 105mm, uzimajući za nulti položaj stanje u kome je izvršeno prednaprezanje (slika 5).

Slika 5. Apsorpcioni par nakon sabijanja (h ≈175mm)

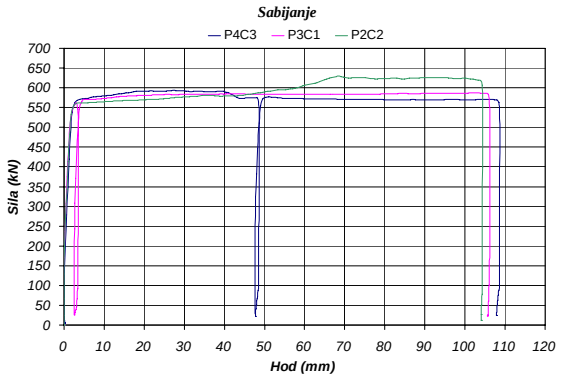
Nakon završenih ispitivanja izvršena je obrada podataka i formirani su dijagrami sile sabijanja u funkciji od hoda. S obzirom da su ispitivanja rađena u dve faze, urađene su dve grupe dijagrama: dijagrami prednaprezanja (utiskivanje-sabijanje cevi u prsten za ≈ 70mm), dijagrami sabijanja (utiskivanje-sabijanje cevi u prsten za ≈ 105mm).

Na zbirnom dijagramu sile u funkciji od hoda, koji je prikazan na slici 6., može se uočiti vrlo malo odstupanje karakteristika pojedinih uzoraka. Ne uzimajući u obzir pojavu histerezisa (na početku i kraju sabijanja) do koje dolazi usled ručnog upravljanja i kontrole hoda prese, uočava se postepen i ujednačen porast sile u zoni lineranosti. Nakon prelaska u zonu plastičnosti, dostizanjem i prelaženjem granice tečenja, dolazi do poklapanja karakteristika uz zanemarljiva odstupanja do hoda od približno 17mm. Zatim nastupa oblast u kojoj se javlja odstupanje vrednosti sile pojedinih uzoraka za oko ±25kN do dostizanja maksimalne vrednosti sile i hoda gde se ta razlika smanjuje.



Slika 6. Zbirni dijagram - faza prednaprezanja

Na slici 7. prikazan je uporedni dijagram sva tri apsorpciona para nakon završene druge faze kvazi-statičkih ispitivanja.

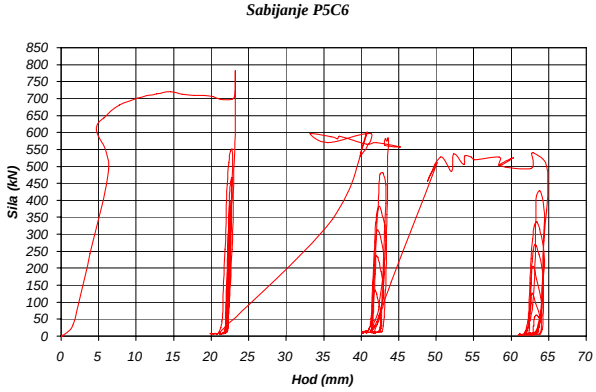


Slika 7. Zbirni dijagram - faza sabijanja

Poklapanje dijagrama je očigledno na hodu od 50mm kada dolazi do naglog skoka sile kod para P2-C2. Pojava histerezisa je posledica prekida unosa opterećenja koje nastaje usled ručne kontrole hoda prese.

3.2. Dinamička ispitivanja

Dinamička ispitivanja su vršena samo na paru *P5-C6*, a na slici 9. predstavljen je dijagram sile u funkciji od hoda za slučaj dinamičkog opterećenja apsorpcionog para.



Slika 8. Dijagram F(h) – dinamička ispitivanja

Na priloženom dijagramu uočava se da nakon prvog udarca čekića, ukoliko se zanemari početak, sila linearno raste do vrednosti od ≈ 490kN, zatim dolazi do porasta sile uz smanjenje hoda do vrednosti od ≈609kN nakon čega sila i hod imaju blaži porast. Na hodu od 23mm pojavljuje se jedan pik gde sila dostiže maksimalnu vrednost od 782kN. Već pri drugom udarcu čekića došlo je do deformacije gornje ploče davača sile, naleganja na graničnik hoda a samim tim i netačnog očitavanja (merenja) sile. To se jasno vidi i na dijagramu u drugoj i trećoj fazi tj. na hodu 23 ÷ 65mm. Uticaj na karakteristiku F(s) ovog para ima i stalno oscilovanje mašine a ujedno i apsorpcionog para sa pratećom mernom opremom.

U tabeli 2. predstavljene su srednje vrednosti parametara merodavnih za procenu elemenata za apsorpciju energije sudara putničkih vagona koji su dobijeni u drugoj fazi kvazi-statičkih ispitivanja. Ukupan rad sabijanja analiziran je na hodu od 105mm.

Tabela 2. Srednje vrednosti parametara II faze kvazi-statičkih

Red. Broj.	**F_{sr} (kN)**	**F_{max} (kN)**	**F_{max}/F_{sr} (kN)**	**h (mm)**	**W (kJ)**
x_{1-3}	585,86	603,08	1,03	105	61,52

U tabeli 3. prikazani su parametri dobijeni analizom rezultata nakon dinamičkih ispitivanja (za analizu je korišćen deo dijagrama na hodu od 20mm, slika 8.).

Tabela 3. Parametri sabijanja – dinamička ispitivanja

Red. Broj.	**F_{sr} (kN)**	**F_{max} (kN)**	**F_{max}/F_{sr} (kN)**	**h (mm)**	**W (kJ)**
1	562,12	719,96	1,28	20	11,24
2	***699,0***	***719,96***	***1,03***	***105***	***73,39***

Pošto, iz tehničkih razloga, nije bilo moguće u toku dinamičkih ispitivanja jednim udarcem čekića ostvariti hod od ≈ 105mm, u tabeli 3. pod rednim brojem 2 date su vrednosti rada i specifičnog rada na navedenom hodu. Treba napomenuti da su vrednosti F_{sr} i F_{max} usvojene uz pretpostavku da maksimalna sila ostaje približno konstantna na hodu od 105mm.

4. ZAKLJUČAK

Elementi pasivne sigurnosti u bližoj budućnosti postaće standardni deo opreme putničkih vagona uz očekivanje da će se UIC propisi razvijati u pravcu propisivanja takvih mera.

Prema sprovedenom proračunu i eksperimentalnim istraživanjima dolazi se do zaključka da su apsorpcioni elementi ovog tipa pogodni kao apsorberi energije sudara putničkih vagona. Razlozi koji ukazuju na pogodnost upotrebe apsorbera koji rade na principu utiskivanja (sabijanja) cevi u prsten su sledeći:

1. Postepen porast sile odnosno porast otpora sabijanja,
2. Dobro iskorišćenje materijala cevi,
3. Mali odnos maksimalne i srednje sile.

U daljim istraživanja trebalo bi se fokusirati na sledeće:

1. Uraditi neophodne analize i dati konstrukciono rešenje ugradnje apsorbera ovog tipa u čeoni deo noseće strukture putničkog vagona,
2. Ugraditi dva modifikovana uređaja (na red sa odbojnicima) na vagon,
3. Sprovesti dinamička ispitivanja na otvorenom koloseku (Crash Test) u cilju snimanja karakteristika uređaja u eksploatacionim uslovima i uporediti ih sa parametrima dobijenim kvazi-statičkim i dinamičkim ispitivanjima.

LITERATURA

[1] Tanasković, Jovan: "Istraživanje karakteristika apsorbera energije sudara putničkih vagona", Magistarski rad, Mašinski fakultet, Beograd, 2006.

[2] Devedžić, Branislav: ”Obrada metala deformisanjem”, Univerzitet „Svetozar Marković“ u Kragujevcu, Gornji Milanovac, 1980.

RESEARCH OF THE CHARACTERISTICS OF COLLISION ENERGY ABSORBERS OF PASSENGER COACHES

Jovan TANASKOVIĆ
Vojkan LUČANIN

Abstract – This paper analyzes the new type of impact energy of passenger coaches which operates on the principle of compressing the tube into the particular ring decreasing the tube diameter and absorbing a certain quantity of kinetic energy of the collision. Mentioned elements are a part of passive safety measures in collision of passenger coaches. The paper analyses the absorption of selected element applying the final element analysis (FEA) and illustrates experimental research of static and dynamic properties of the absorbers of this type.

Key words – Passenger coaches, passive safety, impact energy absorbers, experimental research

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

APSORPCIJA KINETIČKE ENERGIJE SUDARA PROŠIRIVANJEM ČELIČNIH CEVI

Milutin KRIVOKAPIĆ[1]

Rezime - *U radu je razmatran jedan mogući tip apsorbera kinetičke energije sudara šinskih vozila, koji radi na principu proširivanja čelečnih cevi. Analizirajući karakteristike drugih tipova čeličnih cevastih apsorbera koji rade na principu gužvanja došlo se do ideje da bi, proširivanjem cevi na veći prečnik pomoću specijalno konstruisanog proširivača, efikasnost takvog apsorbera bila veća. Prilikom proširivanja cev se plastično deformiše i između proširivača i unutrašnjeg zida cevi javlja se značajno trenje pa je otpor proširivanja relativno veliki a samim tim i apsorbovana energija. Izvršen je preliminarni proračun, u kome su određeni dimenzije uzoraka i stepen proširivanja a potom su ispitani uzorci ovakvog tipa apsorbera.*

Klučne reči - sudari šinskih vozila, apsorberi kinetičke energije, ispitivanje

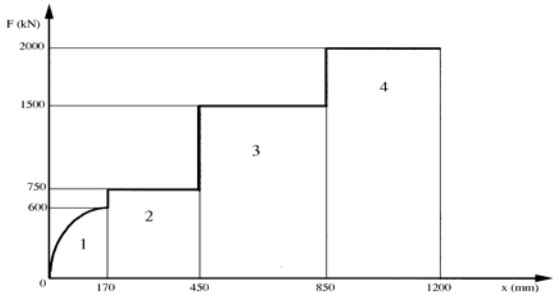
1. UVOD

Apsorberi kinetičke energije sudara su samo jedan element problematike pasivne sigurnosti šinskih vozila. Ona uključuje pored apsorbera i čisto konstruktivne mere pri gradnji strukture vozila. Osnovna funkcija ovih elemenata je da radom sopstvene plastične deformacije apsorbuju što veću količinu kinetičke energije sudara.

Prema intenzitetu, čeoni sudari se mogu podeliti u četiri kategorije:

- Teško ranžiranje
- Laki sudari
- Srednji sudari
- Teški sudari

Na dijagramu na slici 1, su prikazani zahtevi u pogledu apsorpcije energije sudara za motorne vozove prema [4].



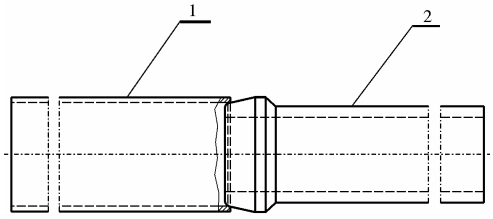
Slika 1.Dijagram kategorija sudara motornih vozova

Na apscisi dijagrama je naneta deformacija pri sudaru a na ordinati maksimalna sila po fazama sudara, koja se unose po čelu vozila. Cevasti čelični apsorberi su predviđeni za zaštitu vozila u slučaju lakih sudara a to je druga faza koja je definisana sa maksimalnom silom od 750 kN i hodom deformisanja od 280 mm. Ako se po čelu motornog voza ugrade četiri takva apsorbera onda se dolazi do maksimalne sile po apsorberu od 187.5 kN, što je i bio kriterijum za njegovo dimenzionisanje.

2. APSORPCIJA ENERGIJE SUDARA PROŠIRIVANJEM CILINDRIČNIH CEVI

Jedno drugačije konstruktivno rešenje apsorbera, koji se razmatra u ovom radu, a koji je proistekao iz rada [2], zasniva se na principu proširivanja čeličnih bešavnih cevi, pomoću specijalnog proširivača. Na taj način cevni element se plastično deformiše, proširivanjem na veći prečnik, a između unutrašnjeg zida cevi i proširivača, javlja se značajno trenje, koje povećava ukupan otpor proširivanja. Samo jedna mala zona vezivanja ostaje nedeformisana, koja odgovara dužini proširujućeg dela proširivača. Na slici 2 prikazan je ovaj tip apsorbera energije.

[1] Mr Milutin Krivokapić dipl. inž. maš. Institut Kirilo Savić, Vojvode Stepe 51, e-mail: iks1100@yahoo.com
Ovaj rad je proizašao iz magistarskog rada koji je autor odbranio na Mašinskom fakultetu u Beogradu, 24 juna 2005.



Slika 2. Izgled apsorbera

Apsorber se sastoji iz dva dela: poz. 1 je cevni element, koji se proširuje a poz. 2 je proširivač. Cevni element je izrađen od bešavne cevi kvaliteta materijala: 1.0309 (Č 1212), a proširivač je izrađen od čelika za poboljšanje: 1.1191 (Č 1531). Materijal proširivača treba da bude tvrđi od materijala cevi koja se proširuje prema [1]. Izmerena tvrdoća cevi je bila 146 HB a proširivača 164 HB. Dimenzije ovog apsorbera kao i stepen proširivanja su određeni u preliminarnim proračunima.

2.1. Preliminarni proračuni

Svrha preliminarnih proračuna je bila da se odrede dimenzije apsorpcionog para i stepen proširivanja. Proračuni su rađeni prema klasičnoj teoriji plastičnog deformisanja metala [2] i [3]. Na taj način utvrđeni su optimalni parametri proširivanja kao i geometrija apsorbera. Tako je izabran i stepen proširivanja od 10%. Spoljni prečnik cevi 88,9 mm, debljina zida cevi 4 mm, spoljni ugao konusa proširivača 77º, za koeficijent trenja čelika po čeliku bez podmazivanja uzeta je vrednost 0,19 iz preporuka za duboko izvlačenje [3]. Iz ovih podataka dobijene su konačne vrednosti parametara proširivanja: sila proširivanja F = 194 kN, ukupni rad proširivanja za kratku cev W_{kc} = 24.3 kJ a za dugu cev W_{dc} = 54.2 kJ. Vrednost sile proširivanja je nešto veća od željene, jer su stvarne mere uzoraka bile u okviru dozvoljenih tolerancija u "plusu".

Radi ocene pogodnosti ugradnje elemenata za apsorpciju energije, analizirana su još tri parametra. Rad po jedinici mase para (cev-proširivač) Q, rad po masi samo cevnog elementa Q_1 i rad po aksijalnom gabaritu para Q_2.

$$Q = \frac{W}{m_{uk}} \quad ; \quad Q_1 = \frac{W}{m_c} \quad \text{i} \quad Q_2 = \frac{W}{L_g}$$

gde su: W ukupan rad proširivanja

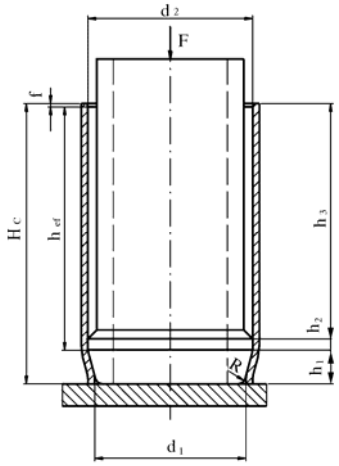
$$W = \int_0^{h_{max}} F(h) \cdot dh$$

gde su: h_{max} maksimalni hod proširivanja
m_{uk} masa apsorpcionog para
$m_{uk} = m_c + m_p$

m_c masa cevnog elementa
m_p masa proširivača
L_g aksijalni gabarit

Slika 2, prikazuje apsorpcioni par u trenutku naleganja konusa proširivača na gornju unutrašnju ivicu cevi, koja je oborena pod uglom koji odgovara poluuglu konusnog dela proširivača. U tom trenutku apsorpcioni par ima najveću dužinu i to je aksijalni gabarit – L_g.

Kraj procesa ispitivanja proširivanjem, pod pretpostavkom da je cev potpuno iskorišćena, prikazan je sa karakterističnim veličinama na slici 3.



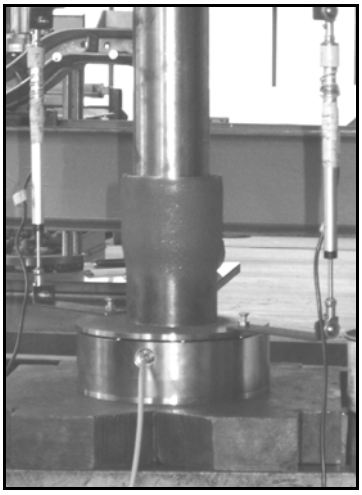
Slika 3.Trenutak kada je proširivanje završeno

Da bi apsorber ispravno funkcionisao i ostvario predviđene parametre apsorpcije, pri proširivanju, mora ostati stabilan. Provera stabilnosti cevi, izvršena je prema metodi opisanoj u [5], za trenutak kada se dostigne pun otpor proširivanja F. To je trenutak kada se utisne kompletan konus visine h_1 i venac proširivača visine h_2. U tom trenutku, visina cevi koja je izložena pritisku je najveća i situacija je sa stanovišta stabilnosti najnepovoljnija.

2.2. Metoda ispitivanja

Ispitivanje je vršeno metodom kvazi-statičkog opterećenja na pritisak u hladnom stanju bez podmazivanja. Tom prilikom merene su sila i hod proširivanja, pomoću odgovarajućih davača. Na osnovu ova dva podatka uz primenu odgovarajućeg merno-akvizicionog sistema i softvera, za prikupljanje i obradu podataka, dobijeni su dijagrami zavisnosti sile od hoda proširivanja. Na osnovu njih je kasnije numeričkom integracijom izračunat rad proširivanja.

2.3. Tok ispitivanja



Slika 4. Kratka cev u toku proširivanja na presi

Ispitano je šest cevnih elemenata dužine 150 mm i jedna duga cev dužine 304 mm. Pre ispitivanja kratki cevni elementi su označeni brojevima od 2 do 6 a duga cev sa brojem 1, dok su proširivači obeleženi sa brojevima 1 i 2. Na taj način je obrazovano sedam apsorpcionih parova. Na slici 4, prikazan je uzorak kratke cevi pri ispitivanju na presi.

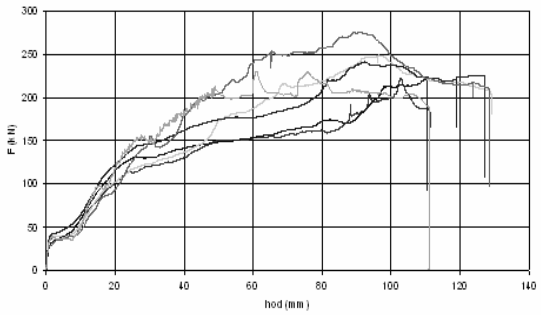
2.4. Rezultati ispitivanja

Na osnovu dobijenih zavisnosti sile proširivanja F od hoda h, analizirano je šest parametara koji su od značaja za ocenu pogodnosti elemenata za apsorpciju energije:

- Srednja sila F_{sr}
- Maksimalna sila F_{max}
- Ukupan rad proširivanja W
- Rad proširivanja sveden na masu apsorpcionog para Q
- Rad proširivanja sveden na masu cevnog elementa Q_1
- Rad prošivanja sveden na aksijalni gabarit Q_2

Ukupan rad - W je merilo potencijala elementa za apsorpciju energije, a jedinični rad je merilo pogodnosti elementa za ugradnju u vozilo sa aspekta mase para – Q, mase cevnog elementa – Q_1 i podužnog gabarita Q_2. Što su ovi parametri veći tim je element povoljniji za primenu.

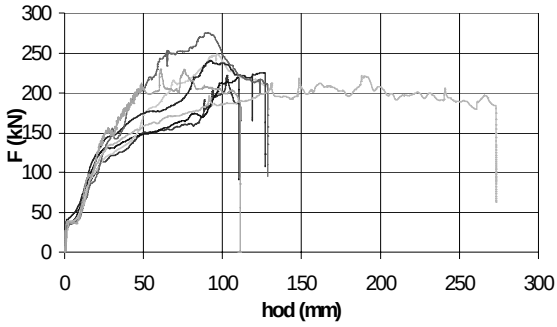
Dijagrami F- h, za svih šest isitivanih apsorpcionih parova sa kratkim cevima, prikazani su na slici 5.



Slika 5. Dijagrami deformisanja kratkih cevi

Primećuje se u početnom delu dijagrama skoro linearan rast sile. To je u zoni vrha cevi u kojoj su prisutne samo elastične deformacije. Potom sledi zona sa prilično naglim porastom sile do hoda od oko 30 mm. Zatim sila sporije raste, dok u poslednjoj zoni dijagrama od 80 do 110 mm narasta do maksimalne vrednosti. Prvi zaključak, koji se nameće je da je porast sile postepen i kontrolisan, da sila raste brže u početku a sporije na kraju ispitivanja. Značajnije rasipanje počinje od hoda od oko 20 mm i posledica je niza stohastičkih pojava, kao što su različiti kvaliteti obrađenih površina cevi, što direktno utiče na koeficijent trenja, kao i zakošenje apsorpcionog para tokom ispitivanja, što prouzrokuje povećanje otpora proširivanja. Tokom ispitivanja svih šest kratkih cevi nije došlo do pojave prslina, na cevima, niti do gubitka stabilnosti, što je i bilo očekivano, s obzirom na izabrano proširenje od oko 10%[1] i proveru stabilnosti, koja je bila zadovoljavajuća.

Posle ispitivanja kratkih cevnih uzoraka, bilo je interesantno uporediti rezultate proširivanja kratkih i duge cevi. Na slici 6 prikazani su dijagrami F(h) sedam apsorpcionih parova (šest kratkih i jedna duga cev).



Slika 6. Dijagrami deformisanja kratkih i duge cevi

Primećuje se da postoji visok stepen podudarnosti zavisnosti sile od hoda do oko 35 mm, posle koga sila kod duge cevi ima tendenciju blažeg porasta nego kod kratkih cevi. Osnovni razlog što se ispitivala i duga cev je bio, da se proveri da li sila ima tendenciju neprekidnog rasta sa povećanjem hoda proširivanja ili

[1] Izduženje pri kidanju za čelik 1.0309 je 25%.

se stabilizuje na određenoj vrednosti. Iako je ispitan samo jedan uzorak duge cevi, ipak se vidi da sila ne raste monotono sa porastom hoda, već se stabilizuje na oko 200 kN, što je inače približno proračunskoj vrednosti.

3. DISKUSIJA

Radi lakše preglednosti, rezultati ispitivanja su prikazani tabelarno. U tabeli 1, dat je uporedni prikaz parametara kratkih i duge cevi. Ukupan rad proširivanja kod kratkih cevi je analiziran na hodu od 110 mm, jer je to najveći hod koji pokriva sve ispitivane uzorke. Kod duge cevi, rad W i jedinični radovi: Q, Q_1 i Q_2, analizirani su na tri karakteristična hoda. Na hodu od 110 mm, zbog poređenja sa kratkim cevima, na hodu od 220 mm, jer je duga cev dvostruko duža od kratke i na hodu od 270 mm, kako bi se odredio ukupan potencijal apsorpcije kinetičke energije sudara duge cevi.

Duga cev zbog veće efektivne dužine deformisanja, ima prirodno i veći kapacitet apsorpcije energije nego kratke cevi. Tako da je ukupna apsorbovana energija (na hodu od 270 mm) kod duge cevi, veći za 2,7 puta nego kod kratke cevi (na hodu od 110 mm).

U pogledu pogodnosti elemenata za ugradnju sa stanovišta podužnog gabarita, duga cev je u prednosti nad kratkom. Specifični rad Q_2 duge cevi, dvostruko je veći od specifičnog rada kratkih cevi.

Tabela 1. Uporedni prikaz karakteristika proširivanja kratkih i duge cevi

	Kratke cevi	***Duga cev***		
	x_m			
F_{sr} [kN]	149.5	**176**		
F_{max} [kN]	239.6	**221,3**		
F_{max} / F_{sr}	1.61	**1,26**		
h	110	110	220	**270**
W [kJ]	17.89	15,87	37,97	**47,5**
Q [kJ/kg]	2.75	2,04	4,88	**6,1**
Q_1 [kJ/kg]	12.7	5,64	13,49	**18,55**
Q_2 [kJ/m]	**36.5**	**-**	**-**	**74,22**

4. ZAKLJUČAK

Neki opšti zaključak se na kraju ovog istraživanja može formulisati u tri osnovna svojstva ovog tipa apsorbera a to su:

- Dobro iskorišćenje materijala cevi
- Postepen rast otpora proširivanja
- Mali odnos maksimalne i srednje sile proširivanja

Prilikom ispitivanja zapažena je prilična osetljivost apsorpcionog para na zakošenja. U daljim istraživanjima, ovom problemu treba posvetiti više pažnje kao i ugradnji ovakvog apsorbera u realnu konstrukciju. Na kraju, može se konstatovati da je ovaj princip apsorpcije kinetičke energije dobar za ublažavanje posledica sudara šinskih vozila.

LITERATURA

[1] JUS ISO 8493, "Ispitivanje cevi proširivanjem koničnim utiskivačem", Beograd 1993.

[2] Krivokapić M., "Istraživanje karakteristika cevnog apsorbera kinetičke energije sudara šinskih vozila", Magistarska teza – Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd 2005.

[3] Musafija B., "Obrada metala plastičnom deformacijom", Svijetlost, Sarajevo, 1976.

[4] ORE B 165 Rapport No 8, Utrecht Octobre 1991

[5] Вольмир А. С. , "Устойчивостъ упругих систем", Государственое издательство физико – математической литературы, Москва 1963.

ABSORPTION OF THE KINETIC ENERGY OF COLLISION BY THE WIDENING OF STEEL TUBES

Milutin KRIVOKAPIĆ

Abstract - In paper is considered one possible type of the collision energy absorber of the railway vehicles, which works on principle of the steel tube widening. By analyzing of the characteristics of the smashing, it is found that by widening the tubes to a larger diameter by means of special designed cone thorn, the efficiency of such absorber will be greater. During the widening the tubes are plastic deformed and between thorn and inner tube side a considerable friction appears which increases widening resistance and therefore increases absorbed energy. During the preliminary calculations, dimensions of the specimens and widening ratio are determined, after that was tested by experiments.

Keywords - Collisions, kinetic energy absorbers, testing

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ODBOJNA OPREMA TERETNIH KOLA ŽELEZNICA SRBIJE

Dušan STAMENKOVIĆ[1]
Nikola TOJAGIĆ[2]
Pavle PEKOVIĆ[3]

Rezime *– Neispravnost odbojnika ili sprezanje odbojnika različitih geometrijskih i opružnih karakteristika može biti uzrok nestabilnog kretanja i iskliznuća voza. U procesu održavanja, za utvrđivanje ispravnosti odbojnika najpogodniji postupak je ispitivanje statičkim pritiskom. Uzimajući u obzir činjenicu da održavanje odbojne opreme teretnih kola Železnica Srbije nije obavljano temeljno u ranijem periodu, neophodno je da se sprovede sveobuhvatna provera stanja odbojnika i izvrši zamena neispravnih. Provera bi trebalo da obuhvati kontrolu geometrijskih mera odbojnika, kontrolu međusobnog položaja odbojnika na vagonima, kao i ispitivanje statičkim pritiskom.*

Ključne reči – odbojnik, teretna kola, održavanje, ispitivanje

1. UVOD

Odbojna i vučna oprema spadaju u osnovne i izuzetno odgovorne sklopove železničkih vozila i služe za međusobno povezivanje kola u vozu, odnosno kola sa lokomotivom. Funkcija odbojnika je održavanje određenog rastojanja između vozila u vozu, kao i smanjenje vučnih i odbojnih udarnih sila koje nastaje tokom kretanja voza i prilikom manevarskog rada sa pojedinačnim vagonima u procesu formiranja i rasformiranja vozova. Neispravnost odbojnika ili sprezanje odbojnika različitih opružnih karakteristika može biti uzrok nestabilnog kretanja i iskliznuća voza iz šina.

Tehničke norme u vezi održavanja i ispitivanja odbojne i vučne opreme definisane su železničkim standardima i propisima. Tehničke karakteristike i uslovi ispitivanja odbojne opreme teretnih kola sa hodom od 105 mm definisane su u Objavi UIC 526-1. Tehničke karakteristike i uslovi ispitivanja odbojne opreme putničkih kola sa hodom od 110 mm definisane su u Objavi UIC 528.

Uputstvo JŽ 242/5 za redovne opravke tegljeničkih i odbojnih uređaja definiše postupke prilikom redovnih opravki (investiciono održavanje) odbojnih uređaja na teretnim i putničkim kolima i na vučnim vozilima. Prema ovom Uputstvu vrši se opravka odbojnika u radionicama Železnice Srbije i industrijskim remontnim pogonima.

2. KONSTRUKCIJA ODBOJNE OPREME

Na železničkim vozilima danas se koriste razni tipovi odbojnika sa različitim kapacitetima. Brojni proizvođači razvili su odbojnike velikog kapaciteta koji se mogu grupisati u odbojnike sa: prstenastom oprugom, gumenom oprugom, elastomernom oprugom i hidrauličnom kapsulom. Vagoni starije proizvodnje imaju odbojnike sa pužastim oprugama.

Opruge u odbojnicima železničkih vozila imaju sposobnost akumuliranja energije udara. Dinamički akumulirani rad je maksimalna vrednost akumuliranog rada kod ispitivanja sudara dva teretna vagona.

Na osnovu sposobnosti dinamički akumuliranog rada odbojnici teretnih vagona sa hodom 105mm dele se u sledeće kategorije:

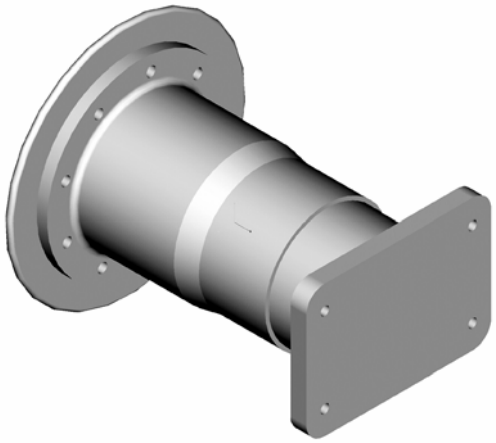
- Kategorija A
  Dinamički akumulirani rad $\geq$ 30 KJ;
- Kategorija B
  Dinamički akumulirani rad $\geq$ 50 KJ;
- Kategorija C
  Dinamički akumulirani rad $\geq$ 70 KJ;

Odbojnici putničkih kola sa hodom 110 mm imaju manju vrednost dinamički akumuliranog rada ($\geq$25 KJ).

Odbojnik 590 kN hoda 105 mm i dužine 620 mm spada u čaurasti tip odbojnika koji ima prstenastu oprugu i ugrađuje se na teretne vagone. Ovaj odbojnik

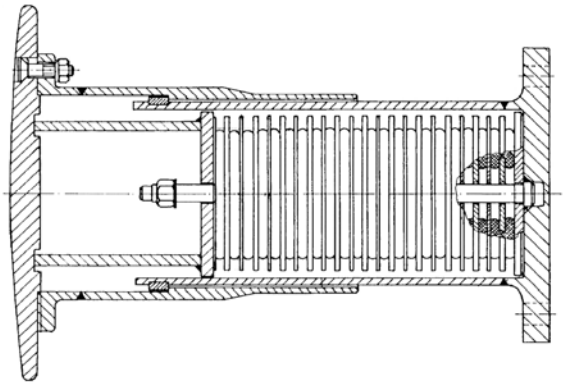
[1] Prof. dr Dušan Stamenković, Mašinski fakultet Niš, 18000 A.Medvedeva 14, dusans@masfak.ni.ac.yu
[2] Nikola Tojagić dipl.maš.inž. JP Železnice Srbije, Beograd 11000 Nemanjina 6, nikola.tojagic@yurail.co.yu
[3] Pavle Peković dipl.maš.inž. JP Železnice Srbije, Beograd 11000 Nemanjina 6, pavle.pekovic@yurail.co.yu

je jedan od najrasprostranjenijih tipova odbojnika kod nas i u Evropi. Proizvođač čaurastih odbojnika u našoj zemlji je fabrika MIN Svrljig. Sva teretna kola proizvedena posle 1975. godine poseduju ovaj tip odbojnika [4]. Izgled i teoretski radni dijagram prstenaste opruge prikazani su na slici 1.



Slika 1 Odbojnik 590 kN hoda 105mm

Danas se kod teretnih kola razvijenih železnica sve više koriste odbojnici sa većim dinamičkim akumuliranim radom. Odbojnici sa gumeno-metalnim elementima imaju povoljnu radnu karakteristiku i veoma su rasprostranjeni kod teretnih kola evropskih železnica. Na slici 2 prikazana je konstrukcija odbojnika sa gumeno-metalnim elementima proizvodnje MIN Svrljig.

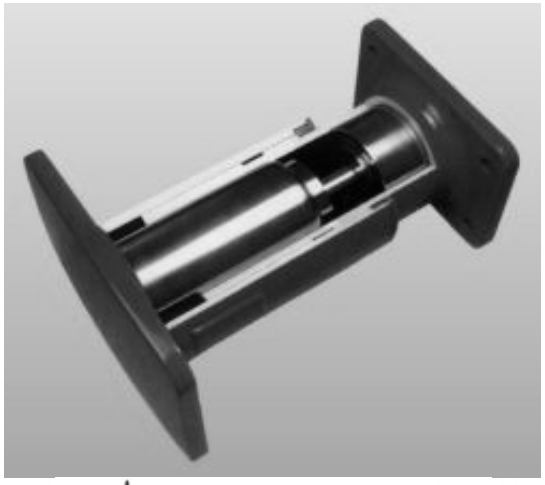


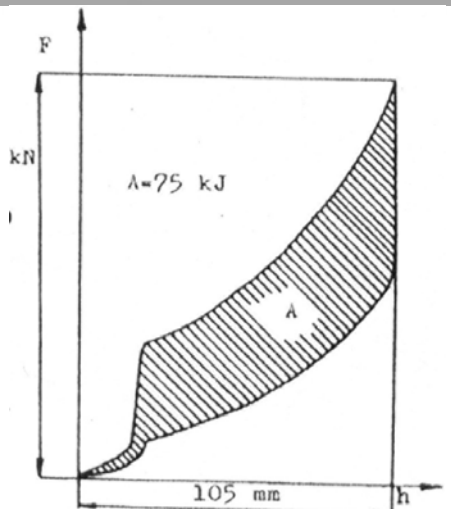
Slika 2 Odbojnik sa gumeno-metalnim elementima proizvodnje MIN Svrljig

Odbojnici sa elastomerom mogu da ostvare znatno veću vrednost akumuliranog rada u odnosu na odbojnike sa prstenastom oprugom i zbog toga se ugrađuju na vagone za prevoz specijalnog i opasnog tereta. To su odbojnici kategorije C. Na slici 3 prikazana je konstrukcija odbojnika sa elastomernim umetkom i njegova radna karakteristika.

Hidraulični odbojnici koriste ulje kao radni fluid i takođe imaju sposobnost akumuliranja velike količine energije.

U voznom parku JP „Železnica Srbije“ trenutno ima oko 9300 teretnih kola različitih serija. Na ovim kolima se nalaze odbojnici kategorije A i kategorije B, i skoro svi sa prstenastim oprugama. Zbog starosti i neekonomičnsti, u bliskoj budućnosti, će se kasirati oko 3300 teretnih kola. Takođe se očekuje obezbeđenje novih 1100 teretnih kola sa finansijskim sredstvima iz kredita EBRD-a.





Slika 3 Odbojnik sa elastomernim umetkom

U poslednjih 15 godina novi odbojnici za teretna kola su kupovani u zanemarljivoj količini. Nešto je značajnija kupovina rezervnih prstenova koji su korišćeni za reparaturu prstenastih opruga za odbojnike.

3. OPRAVKA ODBOJNIKA KOD VOZILA ŽELEZNICA SRBIJE

Tegljenički i odbojni uređaji se opravljaju prilikom cikličnih redovnih opravaka putničkih i teretnih kola i vučnih vozila. Prema Uputstvu JŽ 242/5, delimična opravka odbojnika treba da se izvodi u radionicama za redovnu opravku vozila dok se potpuna opravka obavlja u specijalizovanim radionicama za opravku tegljeničkih i odbojnih uređaja. Potpuna opravka podrazumeva detaljno rasklapanje i opravku ili zamenu svih oštećenih delova, ali se ona obavlja u veoma dugim vremenskim razmacima, odnosno izuzetno retko. Takođe, zbog nedostatka finansijskih sredstava često se pribegava zameni zatečenog odbojnika nekim drugim starim čiji rok za opravku

nije još stigao i to uslovljava izuzetno nepovoljno stanje ovih sklopova u eksploataciji.

Opravka odbojnika podrazumeva rastavljanje i sastavljanje odbojnika pomoću specijalnih alata i uređaja, pranje i čišćenje svih sastavnih delova, zatim pregled svih sastavnih delova i utvrđivanje oštećenja, kontrola mera i opravku ili zamenu oštećenih. Kontrola geometrijskih mera sastavnih delova odbojnika se obavlja standardnim mernim alatom a ocena njihove ispravnosti vrši se na osnovu radioničke dokumentacije i graničnih mera koje su date u Uputstvu 242/5.

Posebno je kompleksna opravka prstenaste opruge. Sama demontaža prstenaste opruge na sastavne delove mora da se obavlja uz obavezno korišćenje zaštitnih uređaja i specijalnih alata radi zaštite radnika od povreda prilikom naglog otpuštanja eventualno zaglavljenih prstenova opruge. Kada se izvrši provera mera svih sastavnih prstenova formira se sklop opruge od ispravnih prstenova i vrši provera dužine. Na kraju je neophodno izvršiti snimanje dijagrama sila-hod prilikom statičkog pritiskivanja opruge ili sklopa odbojnika. Ovaj dijagram predstavlja radnu karakteristiku opruge i određuje funkcionalnu ispravnost odbojnika.

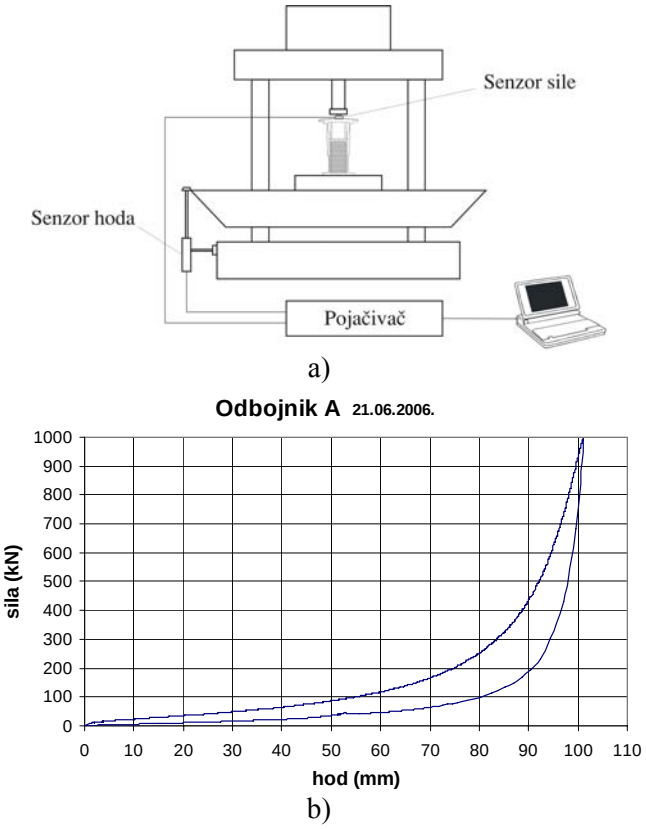
Stanje velikog broja odbojnika teretnih kola Železnica Srbije nije na zadovoljavajućem nivou, pošto se stari odbojnici nisu zamenjivali novim a remont/opravka nije obavljana u dovoljno detaljnom i tehnički zavidnom nivou. Dobre tehničke uslove za kvalitetnu opravku odbojnika imaju fabrike Bratstvo Subotica i od 2005. godine RŠV Ćuprija.

4. ISPITIVANJE ODBOJNIKA

Uslovi ispitivanja novo proizvedenih odbojnika teretnih kola sa hodom od 105 mm i tehničke karakteristike koje treba da zadovolje opisani su u Objavi UIC 526-1. U skladu sa ovim preporukama, odbojnici moraju da imaju geometrijske dimenzije u skladu sa overenom tehničkom dokumentacijom, odgovarajuće mehaničke karakteristike i propisane opružne karakteristike.

Odbojnici su izloženi stalnim udarnim silama i zbog toga mora da imaju veliku čvrstoću. Ispitivanje mehaničke čvrstoće vrši se u okviru tipskog ispitivanja odbojnika, dok se u održavanju vrši samo vizuelni pregled mehaničkih oštećenja.

U procesu održavanja odbojnika ispitivanje statičkim pritiskom je najpogodniji postupak za utvrđivanje funkcionalne ispravnosti odbojnika. Ispitivanje statičkih karakteristika odbojnika se obavlja na hidrauličnoj presi uz primenu merne opreme. Uzimajući u obzir savremenu tehniku, merna oprema se uobičajeno sastoji od senzora hoda, senzora sile, pojačivača i računara za akviziciju mernih podataka. Tokom ispitivanja snima se dijagram sila-hod koji predstavlja radnu karakteristiku odbojnika. Na slici 4 a) dat je šematski prikaz mernog mesta za ispitivanje odbojnika statičkim pritiskom, a na slici 4 b) kriva sila-hod odbojnika sa gumeno-metalnim elementima snimljena na Mašinskom fakultetu u Nišu.



Slika 4 Šema mernog mesta za ispitivanje odbojnika (a) i merni zapis sa ispitivanja radne karakteristike odbojnika (b)

Prema Objavi UIC 526-1, za sve kategorije odbojnika sa hodom od 105mm važe sledeće statičke karakteristike:

- sila prednaprezanja: između 10 i 50 kN,
- sila posle hoda od 25mm: između 30 i 130 kN,
- sila posle hoda od 60mm: između 100 i 400 kN,
- sila posle hoda od 100mm: između 400 i 1000 kN,
- akumulirani rad (We) koji odgovara sili od najviše 1000kN je 12500J,
- apsorbovani rad (Wa) koji odgovara prethodno pomenutom akumuliranom radu je 0.5We.

We je akumulirana energija u odbojniku koja predstavlja rad koji ostvari sila pritiska u fazi sabijanja. Na dijagramu sila-hod to je površina između krive sabijanja, apscise i prave normalne na apscisu i odgovara određenom pomeranju. Wa je razlika akumulirane energije i energije koja se vrati nakon potpunog rasterećenja opruge. Na dijagramu sila-hod to je površina između krive sabijanja i rasterećenja i prave normalne na apscisu koja odgovara određenom pomeranju.

Vrednosti akumulirane i apsorbovane energije su značajne karakteristike odbojnika koje određuju

sposobnost ublažavanja vučnih i odbojnih udarnih sila i u velikoj meri utiču na stabilnost vožnje.

5. ZAKLJUČAK

Osnovna poruka ovog rada tehničkim licima koja učestvuju u procesu planiranja i sprovođenja održavanja i eksploatacije teretnih kola je da **odbojnik ne treba zanemarivati.** Odbojnik je i te kako važan sklop za bezbedno i stabilno kretanje voza. Neophodno je da vagoni imaju ispravne i propisano pozicionirane tegljeničke i odbojne uređaje kako bi se njihovo međusobno sprezanje izvršilo korektno. U radnom režimu teretni vagoni moraju da poseduju odbojnike istog tipa, jednake dužine, jednakog hoda, jednakih prečnika odbojničkih ploča i istih tipova odnosno istih karakteristika opruga.

U održavanju teretnih i putničkih kola najveća pažnja opravdano se posvećuje trčećem sklopu, odnosno točkovima i kompletnim osovinskim sklopovima. Međutim, povećano habanje tj. trošenje venca točkova može biti uzrokovano, pored ostalog i neispravnim odbojnicima i nekorektnim sprezanjem vagona u vozu. Uputstvo JŽ 242/5 za redovne opravke tegljeničkih i odbojnih uređaja ne propisuje postupak kontrole radne karakteristike odbojnika. Na osnovu toga, a posebno na osnovu stanja odbojnika na vagonima u eksploataciji, može se zaključiti da održavanje odbojnika teretnih kola kod nas nije obavljano na zadovoljavajući način i da je stanje ovih sklopova trenutno loše.

Zbog toga je neophodno da se sprovede sveobuhvatna provera stanja odbojnika teretnih kola i izvrši zamena neispravnih. Provera bi trebalo da obuhvati:

- kontrolu geometrijskih mera odbojnika,
- kontrolu međusobnog položaja odbojnika na vagonu, i
- ispitivanje statičkim pritiskom.

U slučaju utvrđivanja neispravnosti prstenaste opruge, posebno treba razmotriti mogućnost ugradnje opruge sa gumeno-metalnim elementima koja ima povoljnije karakteristike i pogodnija je za održavanje. Takođe je potrebno dopuniti pravilnik o održavanju odbojnika obavezom provere karakteristika u postupku statičkog pritiskanja.

U prilog tome da u našoj zemlji postoji potreban nivo znanja i stručnosti u ovoj oblasti ide i informacija da je u toku realizacija Projekta Ministarstva za nauku i zaštitu životne okoline pod nazivom: "Razvoj gumeno-metalnih elemenata za železnička vozila", koji realizuje Mašinski fakultet iz Niša uz učešće fabrika MIN AD "Svrljig" iz Svrljiga i Tigar "Tehnička guma" iz Pirota. Ovaj projekt traje tokom 2005. i 2006. godine i pored ostalog treba da verifikuje osvajanje odbojnika sa gumeno-metalnim elementima.

LITERATURA

[1] M.Stojičić, D.Mijajlović: "Ponašanje odbojnika različitih karakteristika pri sudaru" vozila" Zbornik radova sa XI naučno-stručne konferencije o železnici "ŽELKON '04" str.65-70, Niš 2004

[2] Studija ''Razvoj visokoopterećenih gumenih opruga za železnička vozila'' u okviru Projekta "Razvoj gumeno-metalnih elemenata za železnička vozila" finansiran od strane Ministarstva za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije; realizator projekta Mašinski fakultet u Nišu; Korisnici rezultata istraživanja MIN AD "Svrljig" Svrljig i TIGAR "Fabrika tehnička guma" Pirot; 2005-2006. (rukovodilac projekta dr Dušan Stamenković)

[3] http://www.railway-technology.com/contractors/brakes/miner2

[4] Uputstvo JŽ 242/5 za redovne opravke tegljeničkih i odbojnih uređaja, 1993.

BUFFING GEAR OF SERBIAN RAILWAY'S FREIGHT CARS

Dušan STAMENKOVIĆ
Nikola TOJAGIĆ
Pavle PEKOVIĆ

Abstract – Incorrectness of buffers and/or coupling of buffers with different geometric and elastic characteristics can be reason of the unstable train running and derailment. The static compression test is the most suitable procedure for buffer examining in maintenance process. Considering the fact that wagons buffer gears haven't been maintained radically in Serbian Railways in last period, it is necessary to organize large inspection of buffers and replace the incorrect ones. The inspection should include the measuring of geometrical characteristics, control the mutually position of buffers on freight cars and static compression test.

Key words – Buffer, Freight Car, Maintenance, Inspection

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ISPITIVANJE ODBOJNE I VUČNE OPREME SA GUMENO-METALNIM OPRUGAMA

Miloš MILOŠEVIĆ[1]
Dušan STAMENKOVIĆ[2]
Slobodan JOVANOVIĆ[3]
Ivan PULETIĆ[4]
Leposava MLADENOVIĆ[5]

Rezime *– Odbojna i vučna oprema služi za povezivanje kola sa lokomotivom i međusobno povezivanje kola u vozu. Geometrijske i opružne karakteristike odbojnika i vučne opreme koji su spregnuti u sastavu voza su od izuzetnog značaja za stabilnost i bezbednost vožnje. Program tipskog ispitivanja odbojnika teretnih kola sa gumeno-metalnim oprugama podrazumeva ispitivanje sastavnih elastičnih elemenata i sklopa odbojnika. U okviru projekta „Razvoj gumeno-metalnih elemenata za železnička vozila" koji finansira Ministarstvo za nauku i zaštitu životne okoline Republike Srbije pod br. TR6336, Mašinski fakultet Niš je razradio i realizovao kompleksna ispitivanja, u saradnji sa fabrikama MIN Svrljig i Tigar Tehnička guma, koja uključuju statičko i dinamičko ispitivanje, kao i ispitivanje veka trajanja opruga sa gumeno-metalnim elementima za odbojnu i vučnu opremu teretnih kola.*

Ključne reči – Gumeno-metalne opruge, odbojna i vučna oprema, statičko i dinamičko ispitivanje, vek trajanja

1. UVOD

Odbojna i vučna oprema spada u osnovne i izuzetno odgovorne uređaje železničkih vozila i služi za međusobno povezivanje kola u vozu, odnosno kola sa lokomotivom. Vučna oprema ima zadatak da prenese vučnu silu sa lokomotive na kola duž cele kompozicije voza. Funkcija odbojnika je održavanje određenog rastojanja između vozila u vozu, kao i smanjenje vučnih i odbojnih udarnih sila u toku kretanja voza i prilikom manevarskog rada sa pojedinačnim vagonima. Neispravnost odbojnika ili sprezanje odbojnika različitih opružnih karakteristika mogu biti uzrok nestabilnog kretanja vozila, povećanog habanja elemenata ogibljenja i trćećeg sklopa, kao i iskliznuća voza iz šina.

Tehničke karakteristike i uslovi ispitivanja odbojne opreme teretnih kola sa hodom od 105 mm definisane su u Objavi UIC 526-1. Tehničke karakteristike i uslovi ispitivanja odbojne opreme putničkih kola sa hodom od 110mm definisane su u Objavi UIC 528. Tehničke karakteristike i uslovi ispitivanja vučne opreme putničkih i teretnih kola definisane su u Objavi UIC 520. Tehničke karakteristike i uslovi ispitivanja elastomernih komponenata za odbojnu i vučnu opremu date su u Objavi UIC 827.

U okviru projekta koji finansira Ministarstvo za nauku i zaštitu životne okoline Republike Srbije br. TR6336, Mašinski fakultet Niš, zajedno sa fabrikama MIN Svrljig i Tigar Tehnička guma, razradio je i realizovao kompleksna ispitivanja. Ovaj projekt traje tokom 2005 i 2006. godine. Osnovni cilj projekta je da se izvrši homologacija odbojne i vučne opreme sa gumeno-metalnim elementima proizvedene kod domaćih proizvođača, odnosno verifikacija kvaliteta proizvoda sprovođenjem ispitivanja u skladu sa važećim UIC propisima.

2. PROGRAM TIPSKOG ISPITIVANJA

Program ispitivanja odbojnika teretnih kola sa gumeno-metalnim elastičnim elementima podrazumeva ispitivanje sastavnih elastičnih elemenata, opružnog sklopa i sklopa odbojnika.

[1] Asist. dr Miloš MILOŠEVIĆ, Mašinski fakultet u Nišu, A. Medvedeva 14, Niš, mmilos@masfak.ni.ac.yu
[2] Prof. dr Dušan STAMENKOVIĆ, Mašinski fakultet Niš, A.Medvedeva 14, Niš, dusans@masfak.ni.ac.yu
[3] Asist. mr Slobodan JOVANOVIĆ, Mašinski fakultet Niš, A.Medvedeva 14, Niš, slojo@masfak.ni.ac.yu
[4] Ivan PULETIĆ, dipl. maš. inž, MIN Svrljig, Dušana Trivunca 31, Svrljig, minsvrljig@bankerinter.net
[5] Leposava MLADENOVIĆ, dipl. hem, TIGAR Tehnička guma, Nikole Pašića 213, Pirot, lmlad@tigar.com

Tabela 1. Ispitivanje odbojnika teretnih kola (sa gumeno-metalnim elastičnim elementima)

Predmet ispitivanja	Naziv ispitivanja	Standard	Opis ispitivanja i propisane karakteristike
1. Gumena smeša	IRHD tvrdoća	ISO/48	Prema tehničkoj dokumentaciji JUS G.S2.125
	Jačina i izduženje pri kidanju	ISO/37	Prema tehničkoj dokumentaciji JUS G.S2.127
	200% modul elastičnosti	ISO/37	Prema tehničkoj dokumentaciji JUS G.S2.127
	Trajna deformacija posle 25% kompresije za 24h pri 70^0C	ISO/815	UIC 827-1; T-2.1.2 JUS G.S2.130
	Trajna deformacija posle 25% kompresije za 24h pri -30^0C	ISO/1653	UIC 827-1; T-2.1.2 JUS G.S2.130
2. Opružni sklop	Statičko ispitivanje	UIC 827-1	UIC 827-1 T-4.3.4.3.2; T-2.3.1; Dodatak 1
	Karakteristike nakon dinamičkog naprezanja	UIC 827-1	UIC 827-1 T-4.3.4.3.3; T-2.3.2
	Trajna deformacija	UIC 827-1	UIC 827-1 T-4.3.4.3.4; T-2.3.3
3. Odbojnik	Statičko ispitivanje	UIC 526-1	UIC 526-1 T-3.1; Prilog 7
	Dinamičko ispitivanje (pri naletanju)	UIC 526-1	UIC 526-1 T-3.2.1; T-3.2.2; Prilog 6
	Vek trajanja	UIC 526-1	UIC 526-1 T-3.2.4; Prilog 9

U tabeli 1 dat je pregled ispitivanja i standardi/objave koji detaljno opisuju ispitivanje i propisane karakteristike. Ovaj program se zasniva na UIC propisima za ovu vrstu proizvoda.

U osnosu na program ispitivanja odbojnika, kod vučne opreme obavlja se ispitivanje sastavnih elastičnih elemenata i kompletnog opružnog sklopa.

3. ISPITIVANJA

Uzorci gumeno-metalnih elemenata su izrađeni u fabrici Tigar Tehnička guma u Pirotu, dok su opružni sklopovi i kompletan odbojnik formirani u fabrici MIN Svrljig u Svrljigu. Jedan deo ispitivanja gumenih epruveta izvršen je u Pirotu, dok su sva ostala ispitivanja izvedena u laboratorijama Mašinskog fakulteta u Nišu.

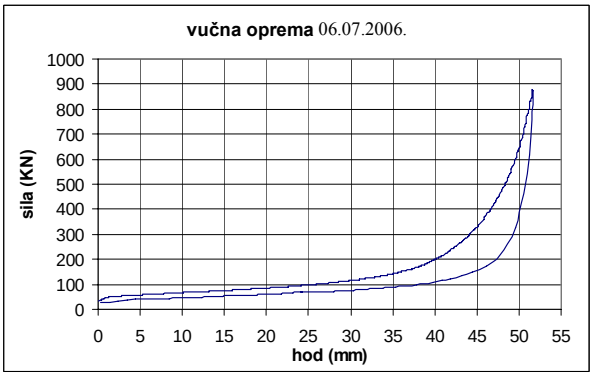
3.1. Ispitivanje karakteristika gumene smeše

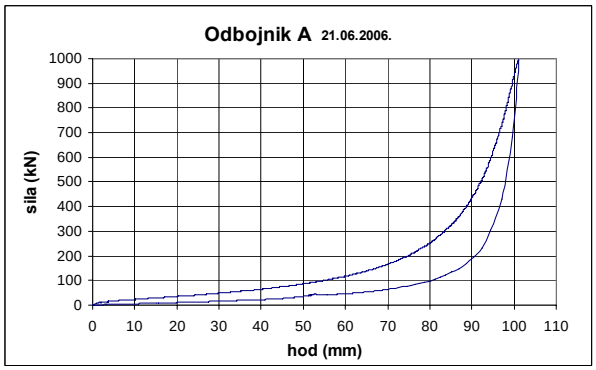
U saradnji sa tehnolozima fabrike Tigar Tehnička guma iz Pirota izvršeno je istraživanje gumenih smeša i eksperimentalna provera njihovih karakteristika. Tom prilikom je unapređeno postojeće ispitivanje gumenih smeša, tako što su, pored ispitivanja koja se redovno sprovode u procesu proizvodnje u fabrici Tigar i onih koja su propisana železničkim propisima, uvedena nova ispitivanja u skladu sa međunarodnim standardima. U fabrici Tigar izvršena su ispitivanja tvrdoće i zateznih svojstava gumenih epruveta. Nova dodatna ispitivanja, sprovedena su u Laboratorijama Mašinskog fakulteta u Nišu i akreditovana su kod JUAT-a. To su:

- ispitivanje trajne deformacije sabijanjem određenim opterećenjem;
- utvrđivanje statičkog histerezisa; i
- ispitivanje dinamička karakteristika gume pri sabijanju (Yerzley-jev histerezis, Yerzley-jev stepen elastičnosti, učestanost, efektivni dinamički modul elastičnosti, apsorbovana udarna energija).

Na slici 1 prikazano je merenje gumene epruvete i sabijanje u steznom alatu u okviru ispitivanja trajne deformacije sabijanjem određenim opterećenjem u laboratoriji Mašinskog fakulteta u Nišu.

Slika 1. Ispitivanje trajne deformacije sabijanjem određenim opterećenjem





a) *b)*

Slika 2 Ispitivanje statičkih karakteristika opružnih sklopova vučne opreme (a) i odbojnika (b)

Ispitivanja smeše i utvrđivanje potrebnih karakteristika su od izuzetnog značaja zbog toga što se ona sprovode, ne samo u okviru tipskog već i u okviru serijskog ispitivanja. U serijskoj proizvodnji gumeno-metalnih elemenata provera karakteristika smeše obezbeđuje nepromenjeni kvalitet svake produkcije.

3.2. Ispitivanje statičkih karakteristika

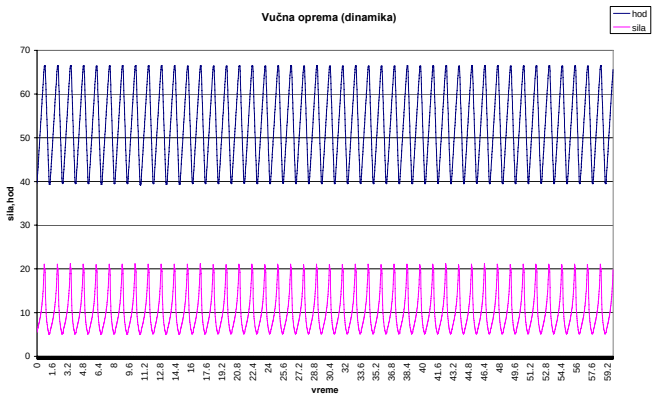
Uslovi ispitivanja statičkih karakteristika opružnog sklopa i sklopljenog odbojnika su identična i vrše se na presi sabijanjem do maksimalnog hoda od 105mm ili do maksimalne sile od 1000kN. Posle toga sledi rasterećenje. Sve vreme se snima karakteristika sila-hod. Ispitivanje statičkih karakteristika opružnog sklopa vučne opreme vrši se takođe na presi sabijanjem do maksimalnog hoda od 55mm ili do maksimalne sile od 850kN, a zatim i rasterećenjem, uz snimanje dijagrama sila-hod. Brzina sabijanja treba da bude do 3m/min.

Na slici 2 a) prikazano je ispitivanje opružnog sklopa vučne opreme na presi i zapis sa merenja, a na slici 2 b) ispitivanje opružnog sklopa odbojnika na presi u Laboratoriji Mašinskog fakulteta u Nišu.

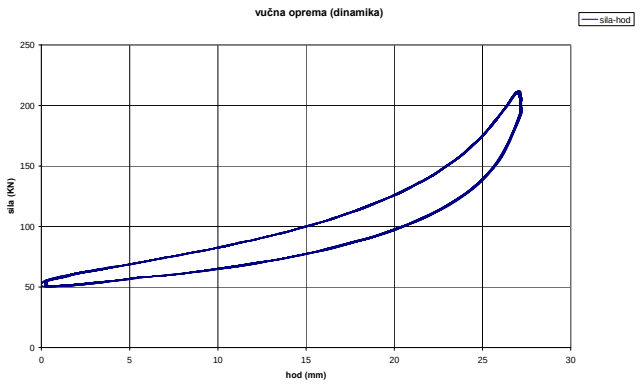
3.3. Ispitivanje veka trajanja

Ispitivanje veka trajanja ima za cilj da se provere karakteristike gumeno-metalnog elementa posle eksploatacionih naprezanja. Ispitivanje se vrši tako što se upoređuju statičke karakteristike opružnog sklopa pre i posle dugotrajnog cikličnog opterećivanja. Pri tome se vrši upoređivanje akumuliranih i apsorbovanih energija snimljenih za vreme statičkih ispitivanja pre i posle dinamičkih (cikličnih) opterećivanja. Akumulirana i apsorbovana energija nakon cikličnog opterećivanja treba da bude najmanje 80% od one koja je dobijena pre opterećivanja.

Na slikama 3 i 4 prikazani su merni zapisi sa cikličnog opterećivanja opružnog sklopa vučne opreme koje je sprovedeno na presi na Mašinskom fakultetu u Nišu.



Slika 3. Prikaz radnog ciklusa pri ispitivanju (Sila, hod u funkciji vremena)



Slika 4 Prikaz radnog ciklusa pri ispitivanju (Sila u funkciji hoda)

3.4. Ispitivanje trajne deformacije

Ispitivanje trajne deformacije sastoji se u tome da se izmeri se visina Ho nestegnutog i neopterećenog opružnog sklopa, a zatim se on pritisne/stegne na visinu koja je definisana tehničkom dokumentacijom i drži stegnut 7 dana na 70°C i onda se otpusti od stezanja i 24h posle stajanja izmeri se visina H'o.

Zaostala deformacija se računa prema sledećoj formuli:

$$\frac{Ho - H'o}{Ho} x100 \qquad (1)$$

Trajna deformacija opružnog sklopa ne bi trebalo da pređe 8%.

4. ZAKLJUČAK

Pored već izvršenih ispitivanja odbojne i vučne opreme, u okviru pomenutog projekta do kraja godine, planirano je da se obavi dinamičko ispitivanje odbojnika naletanjem vagona. Izvršene su opsežene pripreme postupaka ispitivanja, mernih mesta, merne opreme i ostalih proceduralnih pitanja u skladu sa tehničkim karakteristikama i uslovima ispitivanja definisanih odgovarajućim standardima/objavama.

Dosadašnji rezultati ispitivanja i izuzetno dobra saradnja tima istraživača sa Mašinskog fakulteta u Nišu i stručnjaka iz fabrika MIN Svrljig i Tigar Tehnička guma Pirot ukazuju da u našoj zemlji postoji potreban nivo znanja, organizatorskih sposobnosti i stručnosti za izvođenje veoma kompleksnih projekata. Ovaj projekt, takođe, pokazuje da je domaća industrija sposobna da proizvede odbojnu i vučnu opremu koja kvalitetom zadovoljavaju složene zahteve železničkih propisa.

LITERATURA

[1] A.B. Davey, A.R. Payne: „Rubber in engineering practise“, Great Britain, 1964.
[2] S.Jovanović, G.Radenković, G. Marković, Ž. Ćirić, L. Mladenović, S. Panajotović: „Statička i dinamička svojstva gumenih smeša za primarno ogibljenje železničkih vozila“, Zbornik radova X Jugoslovenske konferencije "Železničko mašinstvo", Niš, 2002.
[3] Objava UIC 526-1 VE, Teretni vagoni - Odbojnici sa hodom 105 mm, 1998.
[4] Objava UIC 520 OR, Putnička i teretna kola – Vučna oprema, 2003.
[5] Objava UIC 827-1, Tehnička specifikacija za nabavku elastomernih komponenata za odbojnu i vučnu opremu, 1990.
[6] ASTM, ISO i JUS standardi

EXAMINATION OF BUFFING AND DRAW GEAR WITH RUBBER-METAL SPRINGS

Miloš MILOŠEVIĆ
Dušan STAMENKOVIĆ
Slobodan JOVANOVIĆ
Ivan PULETIĆ
Leposava MLADENOVIĆ

Abstract – Buffing and draw gear is used for coupling a car with a locomotive or a mutual connection of cars in a train. Geometrical and spring performances of the buffing and draw gear coupled in a train are of great importance for stability and safetyness of train running. A program of the typical examination of the buffing and draw gear with rubber-metal springs considers the examination of constitutive elastical elements and buffer assembly. In the frame of the Project „Development of rubber-metal elements for railway vehicles“ financed by the Ministry of Science and Environmental Protection of Republic of Serbia under N° TR6336, the Faculty of Mechanical Engineering in Niš together with the firms MIN Svrljig and Tigar – Factory of technical rubber products, has developed and performed a very complex examination program that includes statical and dynamical methods, as well as the determination of the service life of the springs with rubber-metal elements in the buffing and draw gear of freight cars.

Key words – Rubber-metal springs, buffing and draw gear, statical and dynamical examination, service life

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

MERENJE TEMPERATURE VAZDUHA U PUTNIČKIM KOLIMA TIPA Z BT SERIJE 20 05

Rajko SANDIĆ[1]

Rezime *- U radu je analiziran rad sistema grejanja i ventilacije tokom zimskog i letnjeg perioda na železničkim putničkim kolima JŽTP "Beograd", tipa Z Bt, serije 20 05. Merenja temperature su izvršena u mestu i tokom vožnje, u realnim klimatskim uslovima, pri čemu se nastojalo da ti uslovi budu što približniji propisima Međunarodne železničke unije (UIC). Analiza stvarnih termičkih uslova koji vladaju u kolima, ukazala je na izuzetno visoke temperature tokom letnjeg perioda i neophodnost ugradnje rashladnog agregata, čime bi se u mnogome povećao konfor kola, a bili bi ispunjeni i propisi UIC-a, pa bi kola mogla da saobraćaju i na prugama nekih stranih železnica.*

Ključne reči – Železnica, putnička kola, temperatura, merenje.

1. UVOD

Kola tipa Z Bt serije 20 05 građena su po UIC propisima s tim što JŽTP "Beograd" na njima nije ugradio klima uređaj i tako im značajno umanjio konfor.

Da bi se utvrdilo stvarno stanje ispunjenja termičkih uslova u zimskom i letnjem periodu na putničkim kolima serije 20 05 izvršena su merenja ostvarenih temperatura vazduha u kolima navedene serije. Merenja temperature u zimskom periodu su vršena na kolima broj 20 05 601-8, a u letnjem periodu na kolima broj 20 05 505-1.

Navedena ispitivanja vršena su u stvarnim klimatskim uslovima, pri čemu se nastojalo da ti uslovi u trenutku ispitivanja budu što približniji propisima UIC-a.

2. MERENJE TEMPERATURE

2.1. Merna mesta

Merenja temperature na visini 1.1 m iznad gornje ivice poda (GIP) izvršena su na 12 mernih mesta raspoređenih u tri dijagonale sa po 4 merna mesta kroz prostor dva velika odeljka vagona.

Raspodela temperature po visini, koja je najmerodavnija za ocenu konfora putnika, merena je na visinama 0.1, 0.6 i 1.1 m od poda.

Temperature na sredini prolaza merene su na visini 1.7 m od poda na sredini odeljaka za pušače i nepušače.

Ispitivanja ispunjenja termičkih uslova vršena su tokom probne vožnje i u mestu. Tokom merenja u vagonu je boravilo troje ljudi koji su vršili merenje.

2.2. Merenje temperature u zimskom periodu

Ispitivanja u mestu su izvršena u hali proizvodnog pogona "GOŠA" 02.02.2000. godine. Spoljna temperatura tj. temperatura u hali tokom ispitivanja je iznosila 13.5^0C, a sunčevo zračenje nije imalo uticaj na ispitivanje.

Merenja tokom vožnje obavljena su u vozu za vreme probne vožnje na relaciji Palanka-Jagodina-Palanka 04.02.2000. godine u vremenu od 11 do 13.40 časova. Brzina tokom probne vožnje je bila promenljiva, u zavisnosti od potreba za ispitivanjem funkcionalnosti kola (30 do 100 km/h), a u pojedinim trenucima voz je neko vreme i stajao u mestu. Prosečna brzina tokom cele vožnje je iznosila 50.8 km/h. Spoljna temperatura tokom ispitivanja iznosila je $5 \div 5.5^0$C.

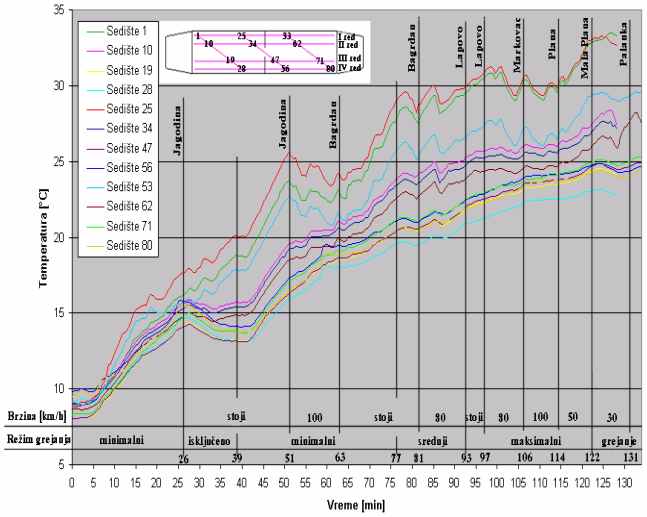
Iako tek remontovana, na kolima nisu funkcionisali dopunski električni grejači ulazišta i WC-a (po nalogu JŽTP "Beograd").

Rezultati ispitivanja prikazani su na slici 1. i 2. Kao merodavne temperature za cela kola uzete su temperature koje nisu bile izložene sunčevom zračenju, ali u obzir treba uzeti i mesta koja su bila izložena dejstvu sunca jer je to realno stanje i putnici koji budu sedeli na sedištima do prozora na osunčanoj strani kola, biće izloženi temperaturama i od 34^0C.

Raspodela horizontalne temperature na visini 1.1m od GIP-a je zadovoljila propise UIC-a, kao i uslovi o postizanju srednje temperatura od 18^0C (manje od 60min od početka grejanja), razlika minimalne i

[1] Mr Sandić Rajko, Saobraćajni institut CIP, Beograd, Nemanjina 6/IV, e-mail: sandicr@sicip.co.yu

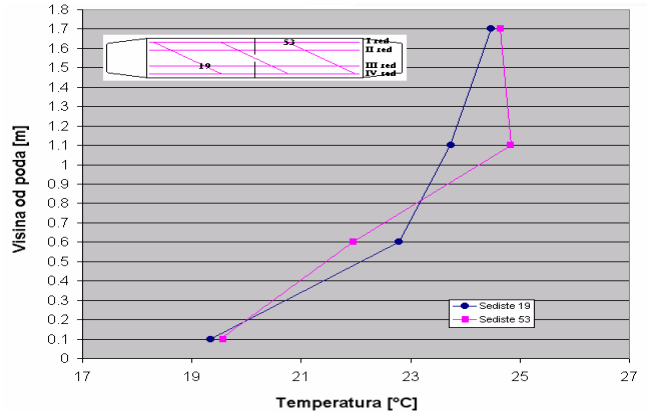
maksimalne temperature (manja od 2^0C) i odstupanje srednje temperature od zadate (manje od 1^0C).



Slika 1. Horizontalna raspodela temperatura 1.1 m od poda, tokom vožnje

Tokom ovih ispitivanja vršena su i merenja za utvrđivanje raspodele temperature po visini. Merenja su vršena kod dva sedišta (19 i 53), a raspodela temperatura po visini u trenutku isključenja regulatora u maksimalnom položaju prikazana je na slici 2. UIC ograničava temperatursku razliku između slojeva na visini od 0.1 i 1.7 m od poda na 3^0C. Iz dijagrama na slici 2. vidi se da je ova vrednost prekoračena u oba slučaja i iznosi 5.1 odnosno 5.3^0C, što predstavlja potpunu neugodnost. Naročito je izražena razlika između nivoa 0.1 i 0.6 m, odnosno temperatura u visini stopala (0.1 m) je znatno niža.

Temperature u ulazištima su dostigle 14.5^0C, a u WC-ima 14 i 13.8^0C, što je približno zahtevima UIC-a. Odavde se vidi da je spoljna temperatura od 5^0C, granična temperatura pri kojoj su ispunjeni zahtevi UIC-a u pogledu temperature ulazišta i WC-a, bez dodatnih električnih grejača.



Slika 2. Vertikalne raspodele temperatura u trenutku isključenja regulatora u maksimalnom položaju, tokom merenja u mestu.

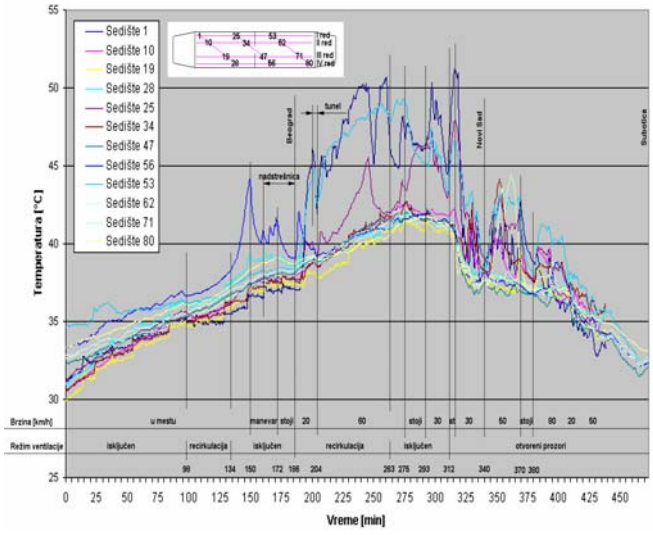
2.3. Merenje temperature u letnjem periodu

Kola na kojima su vršena merenja temperature u letnjem periodu uzeta su iz redovnog saobraćaja.

Ispitivanja su vršena u mestu i tokom vožnje, pri realnim spoljašnjim uslovima. Merenja temperature u mestu su vršena na otvorenom koloseku radionice za tekuću opravku putničkih kola u Beogradu 03.08.2000. godine. Vrata i prozori su bili zatvoreni. Merenje je počelo u 12.15 časova. Spoljna temperatura je tada iznosila 32.5^0C u hladu, odnosno 39^0C na suncu, a sunčevi zraci su padali direktno na krov kola. U 14.56 časova izvršen je manevar i kola su postavljena na peron pod nadstrešnicu. Temperatura u hladu tada je iznosila 34.5^0C.

Merenja tokom vožnje obavljena su u vozu na redovnoj liniji Beograd - Novi Sad - Subotica 03.08.2000.godine. Iz Beograda voz je krenuo u 15.21 časova da bi u Suboticu stigao oko 20 časova. Brzina tokom vožnje se kretala od 20 do 80 km/h, sa stajanjem u usputnim stanicama kao i na otvorenoj pruzi. Prosečna brzina tokom cele vožnje je iznosila 37.9 km/h. Temperature tokom puta iznosile su: 32.5^0C u 12.15h; 34.5^0C u 15.00h; 33^0C u 17.30 i 28^0C u 19.30h.

Tok temperatura na visini 1.1 m od GIP-a, po mernim mestima, prikazan je na slici 3. Na početku eksperimenta srednja temperatura je iznosila 31.7^0C. Ventilator, koji je uključen 98 min. od početka merenja nije imao velikog uticaja na promenu temperature. U prvom trenutku je neznatno smanjio temperature i malo ih međusobno ujednačio, tako da su sve temperature bile u rasponu od 2.1^0C. Naknadno je utvrđeno da je sistem ventilacije blokiran u režimu recirkulacije i tako je ostao tokom eksperimenta.



Slika 3. Tok temperatura na visini 1.1 m od poda

Mnogo veći uticaj imalo je sunčevo zračenje na mernom mestu kod sedišta 56, koje je na sondu počelo da deluje 130 min. od početka merenja pod uglom od 50^0. Za kratko vreme (20 min.) temperatura na tom

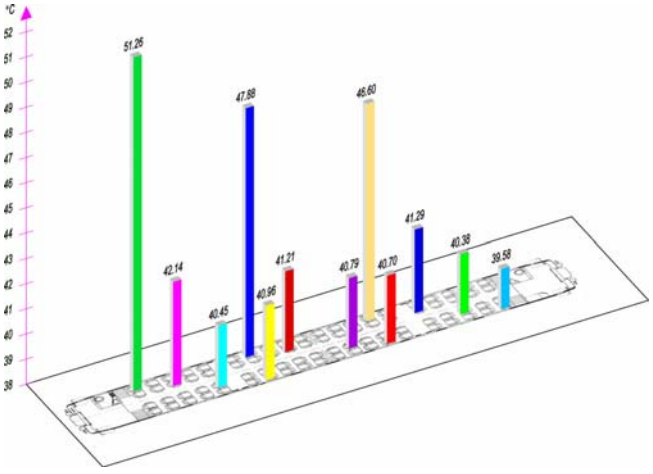
mestu se povećala znatno više nego na drugim mestima tj. za 6.2^{0}C, dok je srednja temperatura na ostalim mernim mestima za to vreme porasla za oko 1^{0}C.

U trenutku postavljanja kola na peron pod nadstrešnicu spoljašna temperatura je bila 34.5^{0}C, dok je u kolima maksimalna temperatura iznosila 38.4^{0}C, minimalna 36.9^{0}C, odnosno srednja 37.8 ^{0}C.

Za vreme boravka kola pod nadstrešnicom srednja temperatura je imala zanemarljive promene.

Tokom vožnje temperatura je nastavila da raste. Kako i ovaj vagon nije imao zavese na prozorima ovde možemo razmatrati dve grupe izmerenih temperatura. Jednu grupu čine temperature na mernim mestima koja su direktno izložena dejstvu sunčevih zraka i one su grupisana u rasponu od 1 ÷ 1.5^{0}C, a drugu temperature na mernim mestima koja nisu osunčana i kod njih je znatno veće odstupanje. Maksimalna srednja temperatura za mesta koja nisu izložena dejstvu sunca dostignuta u 16.51 časova i iznosila je 42.0^{0}C. U tom trenutku temperatura kod sedišta 53, koje je bilo osunčano bila je 49.0^{0}C.

U 17.27 časova (312 minut eksperimenta) voz je stao i sva preklopna krila gornjeg dela prozora su otvorena, pri čemu su u oba odeljka po četiri krila bila potpuno otvorena, a ostala pod uglom od 35^0. Ovo je urađeno da bi se ispitale temperature u kolima pri otvorenim prozorima. Temperature na neosunčanim mernim mestima odmah su počele da opadaju, dok su na osunčanim mestima temperature još neko vreme rasle. Najveće rasipanje izmerenih temperatura desilo se 4 minuta po otvaranju prozora kada je dostignuta maksimalna temperatura kod sedišta 1. Spoljašnja temperatura tada je iznosila 33^{0}C, srednja temperatura u kolima 40.8^{0}C, dok je maksimalna temperatura kod sedišta 1 bila čak 51.3^{0}C, slika 4.



Slika 4. Temperature po mernim mestima na 1.1 m od poda, u trenutku maksimalnog rasipanja temperatura

Za spoljašnju temperaturu od 33^{0}C, kod kola sa rashladnim agregatom po UIC-u dozvoljena srednja temperatura je 25.5^{0}C (max 27.5^{0}C). Pri merenju srednja temperatura u kolima je 13.3^{0}C viša od maksimalno dozvoljene, a na osunčanom mestu maksimalna je čak 24^{0}C viša. Sa stanovišta konfora dostignute temperature su nepodnošljive i faktički kola ne bi trebalo koristiti u letnjem periodu, jer ove temperature ugrožavaju zdravstveno stanje putnika.

Do osetnijeg pada temperature došlo je sa ponovnim kretanjem voza u 17.31 časova. U kratkom vremenskom intervalu od 17 minuta (333 minut eksperimenta) srednja temperatura je opala na 37.5^{0}C, a zatim (do 19 časova) oscilujući nastavila lagano da opada do 37^{0}C. Posle 19 časova pad temperature je osetniji, a sunčevi zraci deluju na svim mernim mestima ali vrlo slabim intenzitetom, pa je i njihov uticaj na izmerene temperature vrlo mali. Na kraju eksperimenta (19.30 časova) srednja temperatura je 34.6^{0}C, dok je spoljašnja temperatura 28.0^{0}C.

Treba naglasiti da je vožnja sa otvorenim preklopnim krilima prozora za posledicu imala stvaranje promaje u kolima, što naravno smeta putnicima.

Interesantno je analizirati period eksperimenta pošto su se temperature po otvaranju prozora ustalile (333 minut eksperimenta). Srednja temperatura u kolima tada je iznosila 37.5^{0}C, minimalna 36.9^{0}C, a spoljašnja 32.5^{0}C. Vidi se da je unutrašnja temperatura znatno viša od spoljašnje (5^{0}C) iako su prozori otvoreni. Kako je do kraja merenja opadala spoljašnja temperatura, snižavala se i unutrašnja, pri čemu se razlika povećavala da bi na kraju merenja iznosila 6.3^{0}C. Ovo možemo tumačiti kao posledicu "efekta staklene bašte", odnosno akumulirane toplote u oplati kola, koja je, sa padom spoljašnje temperature počela da se oslobađa.

Na osnovu izvršenog merenja može se zaključiti da su unutrašnje temperature u kolima izuzetno visoke, znatno više od spoljašnjih.

3. ZAKLJUČAK

Izvršenim ispitivanjima dobijena je objektivna slika temperaturnog stanja u kolima Z Bt serije 20 05, na osnovu koje se može zaključiti da grejanje tokom zimskog perioda uglavnom zadovoljava zahteve UIC-a, a regulacija je dobra. Razlika između slojeva na visini 0.1 i 1.7 m je veća od dozvoljene odn. temperatura u visini stopala je znatno niža. Da bi bili zadovoljeni temperaturni uslovi pomoćnih prostorija i pri spoljašnjim temperaturama nižim od 5^{0}C, dodatni grejači ulazišta i WC-a moraju biti ispravni.

U letnjem periodu temperature u kolima su izuzetno visoke, znatno više od spoljašnjih i kao takve, sa stanovišta konfora neprihvatljive jer ugrožavaju zdravstveno stanje putnika. Da bi kola bezbedno mogla da se koriste u saobraćaju tokom leta, neophodno je ugraditi rashladni sistem, kako bi se uslovi konfora učinili podnošljivim.

LITERATURA

[1] Nikolić, M.: Tehnički opis putničkih kola sa sedištima 2. razreda sa hodnikom u sredin tipa "Z" serije Bt, GOŠA inženjering -šinska vozila, Smederevska Palanka, 1985.
[2] Sandić, R.: Stanje uređaja i sklopova na četvoroosovinskim putničkim kolima JŽTP "Beograd" za unutrašnji saobraćaj i predlog mera za njihovu sanaciju, Saobraćajni institut CIP, Beograd, 2002.
[3] Todorović, B.: Provera letnjeg rada klimatizacije putničkog vagona namenjenog području srednje Evrope, časopis KGH br. 1, SMEITS, Beograd, 1999.
[4] Todorović, B.: Provera funkcionalnosti klimatizacionog postrojenja u prelaznim termičkim režimima, časopis KGH br. 2-3, SMEITS, Beograd, 1999.
[5] Tripković, Ž.: Razvojno ispitivanje klima uređaja, GOŠA Fabrika šinskih vozila, Smederevska Palanka, 1995.
[6] UIC 553.
[7] UIC 553.1.

TEST OF TEMPERATURE IN PASSENGER COACH TYPE Z Bt SERIES 20 05

Rajko SANDIĆ

Abstract – Operation of heating and ventilation systems during winter and summer seasons in JŽTP "Beograd" passenger coaches, type Z Bt, series 20 05 was analyzed in this paper. Test of temperature was performed both in coach running and standstill conditions, in real climate conditions, where tendency was to make conditions as similar as possible to conditions specified by International Union of Railways (UIC). The analysis of real heat conditions in coaches has shown that air conditioning units should be installed in passenger coaches due to very high temperatures during summer season. By installing air conditioning units coach comfort will increase to a great extent and UIC regulations will be observed, therefore coaches could also run on the railway lines of other railway administrations.

Key words – Railway, Passenger Coaches, Temperature, Measurement

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

METODE ISPITIVANJA GLAVNIH MEHANIČKIH VELIČINA KOJE ODREĐUJU EKSPLOATACIONE KARAKTERISTIKE VUČNOG VOZILA

Petar MARKOVIĆ[1]
Dragutin KOSTIĆ[2]
Vujo DRNDAREVIĆ[3]
Nenad JEVTIĆ [4]

U okviru laboratorije za vuču i vozna sredstva vršena su dugogodišnja istraživanja metoda testiranja vučnog vozila na realnim modelima vučnog pogona. Cilj ovih istraživanja bio je da se potpuno definišu svi elementi novog sistema za ispitivanje glavnih mehaničkih veličina, pogonskog momenta i ugaone brzine. Elementi uključuju izbor mernih senzora, izbor i implementaciju sistema za kondicioniranje i prenos signala do metoda obrade i analize rezultata ispitivanja primenom aplikativnog softvera. U radu je prikazan postupak implementacije novog mernog metoda za određivanje vučne sile lokomotive i za analizu kvaliteta sistema protivklizne zaštite. Opštost predloženog metoda pruža mogućnost praktične primene i na drugim tipovima vučnih vozila. U okviru rada je prikazan rezultat koji potiče iz ispitivanja koja su vršena na lokomotivi u eksploatacionim uslovima.

Ključne reči: lokomotiva, testiranje , momenat, brzina

1. UVOD

Ispitivanje tehničkih i eksploatacionih karakteristika vučnog vozila neizostavno uključuje merenje vučne sile i brzine vučnog kao dva osnovna mehanička parametra eksploatacione karakteristike. Dinamometrijska kola su posedovala opremu za detekciju vučne sile na vučnoj kuki lokomotive. Dinamometar specijalne namene i odgovarajućih karakteristika predstavlja alternativu prethodnom rešenju. U ovom radu je dat jedan drugačiji pristup merenju vučne sile koji se bazira na merenju momenta na pogonskoj osovini vučnog vozila korišćenjem telemetrije. Simultano sa momentima se mere ugaone brzine pogonskih osovina. Ovako koncipirano ispitivanje ne samo da daje tačnije ocene vučnih karakteristika vozila već i pruža mogućnost za ocenu adhezionih sposobnosti. Simultanim merenjem momenta i ugaone brzine mogu se dobiti relevantni podaci vezani za proklizavanje pogonskih osovina i efikasnost protivklizne zaštite, u cilju ponovnog uspostavljanja athezije između točka i šine.

2. MERENJE MOMENTA PUTEM TELEMETRIJE

Teorijski osnovi koji su podloga merenja momenta na obrtnim vratilima i pogonskim osovinama zasnovani su na sledećim principima:

Kada je pogonska osovina izložena naprezanju na uvijanje tada se na spoljnoj površi osovine javljaju maksimalni tangencijalni naponi. Ugao uvijanja koji se pri tom javlja je direktno proporcionalan momentu uvijanja i određen je izrazom:

$$\theta = \frac{M_t L}{G I_0} \tag{1}$$

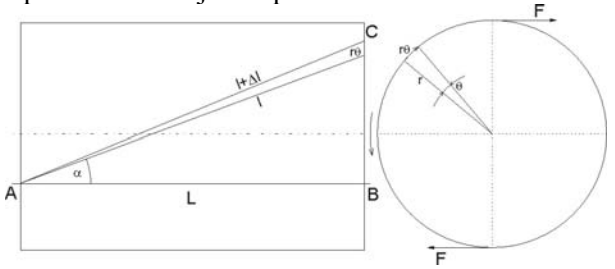
Gde je: G – modul smicanja, L – dužina osovine, I_0 – polarni moment inercije.

Sa druge strane elastične deformacije linija na cilindričnoj površi osovine koje su posledica dejstva momenta uvijanja su dati sledećom relacijom:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{D\theta}{4L}\sin(2\alpha) \tag{2}$$

[1] Petar Marković, dipl. inž. elektrotehnike, Saobraćajni fakultet u Beogradu, p.markovic@sf.bg.ac.yu
[2] Dr Dragutin Kostić, dipl. inž. elektrotehnike, Saobraćajni fakultet u Beogradu, d.kostic@sf.bg.ac.yu
[3] Dr Vujo Drndarević, dipl. inž. elektrotehnike, Saobraćajni fakultet u Beogradu, v.drndarevic@sf.bg.ac.yu
[4] Nenad Jevtić, dipl. inž. elektrotehnike, Saobraćajni fakultet u Beogradu, n.jevtic@sf.bg.ac.yu

α je ugao pravca linije u odnosu na odgovarajući osni presek kao što je to i prikazano na Slici 1.



Slika 1.Prikaz elastične deformacije linije na cilindričnoj površi osovine

Maksimalno izduženje se ima za one pravce za koje je $\alpha = \pm 45^o$ i u tom slučaju se iz (1) i (2) nalazi:

$$M_t = 4\frac{\Delta l}{l} \cdot \frac{GI_0}{D} \qquad (3)$$

Izraz (3) implicira metod za praktičnu realizaciju senzora mernog sistema. To je pun Vitstonov most koji se formira od preciznih otporničkih menih traka zalepljenih specijalnim adhezionim lepkom na glatku i čistu površinu ose dilatacije pod uglovima $\pm 45^0$ u odnosu na liniju osnog preseka. Ako sa U_A označimo naponski debalans mosta usled mikro deformacija mernih traka, a sa U_B napon napajanja mosta, tada se dobija izraz (4) kojim je povezana mikrodeformacija mernih traka sa naponskim električnim signalom.

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{k} \cdot \frac{U_A}{U_B} \qquad (4)$$

Sa k je označen faktor osetljivosti merne trake (uobičajeno je $k = 2$)

Naponski signal debalansa merne trake U_A se pojačava zatim se vrši njegova $U \to f$ konverzija da bi se ovako kodicioniran signal induktivno preneo do statorske prijemne jedinice a zatim ponovo transformisao u izlazni naponski signal, opsega $(-10V;+10V)$ proporcionalan momentu uvijanja.

U slučaju šuplje osovine unutrašnjeg prečnika D_1 i spoljšnjeg prečnika D_2 veza između napona pokazivanja instrumenta data je sledećim izrazom:

$$M_t = \frac{U_i}{A} \cdot \frac{E\pi\left(D_2^4 - D_1^4\right)}{D_2 k U_B (1+\nu) * 16000} \quad [Nm] \qquad (5)$$

U ovom izrazu je:

U_i $[V]$ - izlazni napon,

U_B $[V]$ - napon napajanja Vitstonovog mosta,

D_2 $[mm]$; $D_1[mm]$ - spoljašnji i unutrašnji prečnik osovine,

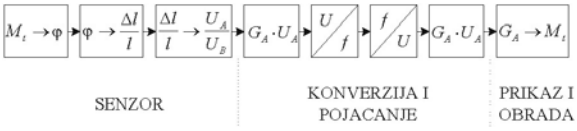
E $\left[\frac{N}{mm^2}\right]$ - modul elastičnosti čelika osovine,

ν - Poasonov koeficijent materijala osovine,

A - faktor pojačanja signala.

Praktična realizacija ovih principa bezkontaktnog merenja momenta na rotacionim osovinama zahtevala je detaljnu laboratorijsku pripremu koja je bila usmerena na metode kodicioniranja signala i zaštite od smetnji koje su uzrokovane parazitskim induktivnostima i kapacitivnostima. Da bi se izbegle greške usled netačnih uglova pod kojima se lepe merne trake odabran već formiran merni most otporničkih traka otpornosti $350\,\Omega$ tipa CEA- 06-250US-350, proizvođača VISHAY, SAD.

Za telemetrijski sistem za kondicioniranje signala korišćen je uređaj TEL1-FM proizvođača KMT. Blok šema mernog sistema je prikazana na Slici 2.



Slika 2. Blok šema telemetrijskog sistema za merenje momenta na rotacionoj osovini

Deo sistema montiranog na pogonskoj osovini električne lokomotive 444-002 prikazan je na Slici 3.

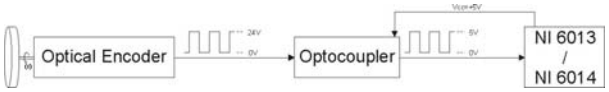
Slika 3. Deo sistema za merenje torzionog momenta montiran na pogonskoj osovini el. lok. 444-002

Osnovni element kod A/D konverzije naponskog signala momenta na pogonskoj osovini je izbor učestanosti odabiranja vrednosti analognog signala i metod digitalnog filtriranja visoko frekventnih šumova. U slučaju lokomotive sa vučnim motorom za usmerenu valovitu struju učestanost odabiranja od 2000Hz sa usrednjavanjem u deset tačaka garantuje reprodukciju signala čija je učestanost 100Hz što je i osnovna učestanost osnovne pulsacione komponente elektromagnetnog momenta vučnog motora.

3. MERENJE UGAONE BRZINE I ODREĐIVANJE UBRZANJA

Precizno određivanje ugaone brzine svake pogonske osovine neophodno je radi analize dinamičkih karakteristika vučnog vozila, a naročito je važno kod analize detekcije delovanja protivklizne zaštite i upravljanja ponovnim uspostavljanjem adhezije nakon pojedinačnog proklizavanja osovine. Savremeni uređaji za merenje ugaonih brzina pogonskih osovina imaju kao osnovni element optički inkrementalni enkoder koji na svom izlazu generiše povorku od N impulsa za svaki obrtaj točka. Na lokomotivi 444 je primenjen uređaj IGC 1024 koji po svakom obrtaju točka generiše 1024 impulsa pa je ugaona preciznost vrlo visoka i iznosi $\pm 30'$. Merenje ugaone brzine pri ovom broju impulsa po obrtaju vrši se na sledeći način:

Na odvojene brojačke ulaze dovodi se signal sa optičkog enkodera koji je prethodno izolovan i prilagođen po naponskom nivou korišćenjem optokaplera kao što je prikazano na Slici 4.



Slika 4. Blok šema sistema za merenje i registrovanje ugaone brzine

Meri se srednja učestanost signala na vremenskom intervalu od $100\,ms$ odnosno broje se uzlazne ivice povorke pravougaonih impulsa.

Ugaona brzina se izračunava po formuli: $$\omega(KT)=\frac{20N(KT)\pi}{1024}\left[\frac{rad}{s}\right]$$

i smešta u memoriju sa ekvidistantnim vremenima dobijenim dodavanjem vremenskog priraštaja $\Delta T = 0{,}1s$, to jest $KT=(K-1)T+\Delta T$

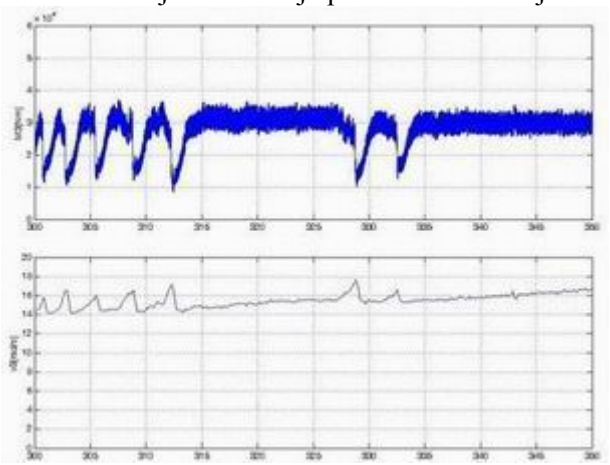
Sa ovakvim načinom određivanja ugaone brzine maksimalna greška nije veća od jednog neuračunatog impulsa odnosno $\varepsilon \le 0{,}062\frac{rad}{s}$ što za točak prečnika 1250mm iznosi maksimalno $0{,}138\frac{km}{h}$ i može se zanemariti.

Ugaono ubrzanje se računa kao priraštaj ugaone brzine u toku vremenskog priraštaja $$\dot{\omega}((K-1)T)=\frac{\omega(KT)-\omega((K-1)T)}{\Delta T}$$

4. OSVRT NA MOGUĆNOSTI PRIMENE PREDLOŽENOG METODA

Lako se utvrđuje da je jednačinom $$M_t - F_{vt}\frac{D_t}{2}=J_t\frac{d\omega}{dt}$$

određena dinamika sistema točak šina. Postavljanjem mernih traka na svakoj pogonskoj osovini uz točak i merenjem momenta , ugaone brzine i ubrzanja dobijamo sve ulazne podatke za tačno izračunavanje vučne sile. U ovom slučaju moguće je i odrediti onaj deo vučne sile koji se troši na savlađivanje sopstvenih otpora lokomotive. Analiza protivklizne zaštite i sistema za ponovno uspostavljanje athezije se takođe vrši direktno iz rezultata merenja. Na Slici 5 je prikazan primer simultanog merenja ugaone brzine i momenta uvijanja na lokomotivskoj osovini koja proklizava u vožnji.



Slika 5. Simultani snimci merenja momenta i ugaone brzine na el. lok. 444-002

5. ZAKLJUČAK

Metod ispitivanja glavnih mehaničkih veličina vučnog vozila koji je predložen u ovom radu je laboratorijski postavljen i ispitan a zatim je i praktično realizovan pri ispitivanju električne lokomotive 444 gde su merenja momenta vršena na dve pogonske osovine prvog obrtnog postolja. Kako je ovo prva primena koja je uspešno realizovana u realnim uslovima eksploatacije, dobijena iskustva će poslužiti za dalju razradu implementacije telemetrijskih merenja na obrtnim osovinama i drugih vučnih sredstava uz istovremenu primenu na svim pogonskim osovinama.

LITERATURA

[1] IEC 61133: Railway App.- Rolling stock- Test methods for electric and thermal/electric rolling stock on completion of construction and before entry into service Geneva. 2003.

[2] D.Maute, U. Stöckle. Measuring force and torque in the wir drive system of the Iffezheim Dam, pp33-36. Reports of applied measurement ,Vol(2) ,No2 ,1986. Darmstadt.

[3] T. Watanabe, A Yamanaka, K.Hosh , S.Nakamura:Optimization of Readhesion Control of Shinkansen Trains with Wheel-Rail Adhesion Prediction.pp 47-50. IEEE Power Control Conference 1997 Nagaoka Yapan.

[4] K. Hoffman , An Introduction to Measurements using

Strain Gages, HBM Publisher, Darmstadt, 1989.
[5] L Kovudhikulrungsri, D Tateishi, T. Koseki Improvement of Readhesion Control of an Electric Vehicle by Using Multirate Sample Observer, pp 25-32. International Symposium on Speed up and Service Technology for Railway and Maglev System. Tokyo, 2003.

METHODS FOR TESTING AND ANALYSIS OF VALUABLE MECHANICAL QUANTITIES WHICH DETERMINES TRACTION CAPABILITY OF A TRACTION VEHICLE

Petaur MARKOVIĆ
Dragutin KOSTIĆ
Vujo DRNDAREVIĆ
Nenad JEVTIĆ

Abstract – This paper proposes a new method for testing of traction force as well as dynamic behavior of rolling stock during the slip-slide events. The basic element of the new methods is axle torque measurement, using telemetry. Apart of that, angle speed and acceleration of each wheel have been measured simultaneously. The new method can be used for testing of important elements of rail-wheel dynamics as well as traction capability of the rolling stock. At the first time the method has been investigated in the laboratory on the real model. After that, method was implemented on the locomotive in the exploitations conditions. The example of the results gained during testing has been presented.

Key words –Locomotive, testing, torque, speed

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

METODE ISPITIVANJA I ANALIZE GLAVNIH ELEKTRIČNIH VELIČINA KOJE ODREĐUJU EKSPLOATACIONE KARAKTERISTIKE LOKOMOTIVE NAKON MODERNIZACIJE

Dragutin KOSTIĆ[1]
Vujo DRNDAREVIĆ[2]
Nenad JEVTIĆ[3]
Petar MARKOVIĆ[4]

Rezime *– Jedan od osnovnih zahteva koji se postavlja kod modernizacije električnih lokomotiva je poboljšana energetska efikasnost. Stepen poboljšanja modernizovane lokomotive u odnosu na originalnu, može se utvrditi jedino putem opsežnih ispitivanja. U ovom radu su razmatrani metodi merenja relevantnih električnih veličina neophodnih za ocenu poboljšane efikasnosti lokomotive. Nakon analize ulaznih i vučnih struja i napona predloženi su elementi sistema koji će kroz ispitivanje omogućiti dobijanje tačnih zaključaka o stepenu poboljšanja. Polazeći od poznavanja talasnih oblika napona i struja definisani u kriterijumi za izbor i karakteristike elemenata mernog sistema od transduktora do učestalosti odabiranja mernog signala. Prikazan je i primer iz praktično izvedenih ispitivanja.*

Ključne reči – električna lokomotiva, testiranje, struje, naponi

1. UVOD

Modernizacija električnih lokomotiva predstavlja jedan od prepoznatljivih načina za obnovu lokomotivskog parka uz odgovarajuće ekonomske efekte koji su izraženi kroz smanjenje troškova održavanja i povećanu pouzdanost u radu.

U poslednjoj dekadi modernizacija električnih lokomotiva izvršena je u Češkoj, Hrvatskoj, Rumuniji, Bugarskoj, Bosni i Hercegovini i Srbiji. Metode testiranja i ispitivanja električnih lokomotiva nakon izvršene modernizacije su definisane u okviru standarda JUS IEC 1133 u načelnom smislu.

Modernizacija električne lokomotive 441 koja je izvršena od strane Končara je najvidljivija u konvertorskom sklopu vučnog strujnog kola i pogona pomoćnih mašina. Stepen modernizacije je takav da zahteva reviziju vučnog pasoša originalne lokomotive 441. Ovo se može postići kroz uporedno detaljno testiranje tehničkih i eksploatacionih karakteristika modernizovane lokomotive i originalne lokomotive 441. Važan deo ispitivanja električne lokomotive su strujno naponska merenja u energetskom podsistemu lokomotive.

2. STRUJNO NAPONSKA MERENJA U PRIMARNOM KOLU GLAVNOG TRANSFORMATORA

Ova vrsta merenja je neophodna iz sledećih razloga:

- Određivanje stepena izobličenja struje i napona u kontaktnoj mreži što je posledica nelinearnosti ekvivalentnog opterećenja ispravljača i vučnih motora.
- Određivanje srednje vrednosti snage koju uzima lokomotiva iz mreže kao složene funkcije vremena, pređenog puta i parametara trase.

Poznavanje osnovnih elemenata talasnog oblika struja i napona, opsega njene promene i eventualnih tranzijentnih pojava su preduslov za izbor elemenata mernog sistema koji će biti pouzdan i precizan.

Naizmenična struja u visokonaponskom ulaznom kolu ima izobličenje kao posledicu više zavisnih veličina od kojih su od najvećeg uticaja:

- Ekvivalentno opterećenje ispravljača sa vučnim motorima i prigušnicama, komutacija ispravljačkih elemenata tiristorskog mosta i ugao paljenja tiristora;

[1] dr Dragutin Kostić, Saobraćajni fakultet u Beogradu, d.kostic@sf.bg.ac.yu
[2] dr Vujo Drndarević, Saobraćajni fakultet u Beogradu, v.drndarevic@sf.bg.ac.yu
[3] dr Nenad Jevtić, dipl. inž. elektrotehnike, Saobraćajni fakultet u Beogradu, n.jevtic@sf.bg.ac.yu
[4] Petar Marković, dipl. inž. elektrotehnike, Saobraćajni fakultet u Beogradu, p.markovic@sf.bg.ac.yu

- Induktivnosti na visokonaponskoj strani napojnog strujnog kola.

U graničnom slučaju koji pretpostavlja potpuno "ispeglanu", struju na jednosmernoj strani vučnog kola I_d, idealnu komutaciju, i idealni napon napajanja (bez izobličenja), ulazna struja sastoji se od pravougaonih naizmeničnih segmenata i ima sledeći Furijeov razvoj:

$$i(t)=\sum_{n=2k+1}\frac{4I_d}{\pi n}\sin\left(n\frac{\pi-\alpha}{2}\right)\cos\left(100n\pi t-n\frac{\alpha+\pi}{2}\right) \quad (1)$$

Gde je sa $0\le\alpha\le\pi$ označen ugao upravljanja usmerenim naponom.

Naizmenični napon kontaktne mreže na pantografu električne lokomotive ima talasni oblik koji odstupa od sinusoide. U najjednostavnijem slučaju gde se kontaktna mreža modeluje sa L koncentrisanim parametrima, a elektrovučna podstanica kao idealni izvor naizmeničnog napona napon na pantografu je:

$$u(t)=\left(U_m\sin(100\pi t)-\sum_k L_k\frac{di_{1k}}{dt}\right)-\sum_k L_k\frac{di_{hk}}{dt} \quad (2)$$

U_m - maksimalna vrednost napona sekundara transformatora podstanice

L_k - induktivnost k-tog strujnog sektora

i_{1k} - trenutna vrednost osnovnog harmonika struje k-tog strujnog sektora

i_{hk} - trenutna vrednost struje izobličenja k-tog strujnog sektora.

Detaljna analiza ovih veličina nije predmet ovog rada. Sa druge strane pravilan odabir sistema koji pruža mogućnost da se pomenute veličine odrede iz rezultata merenja sa visokom tačnošću, ima kao polaznu osnovu poznavanje fizičkih karakteristika pojava koje istražujemo merenjem.

3. ELEMENTI MERNOG SISTEMA NA VISOKONAPONSKOM ULAZU LOKOMOTIVE

Osnovni elementi mernog sistema za merenje struje u primarnom visokonaponskom kolu su:

- Strujni transformator sa sekundarnim opterećenjem;
- Naponski merni transformator sa sekundarnim opterećenjem.

Izbor mernih transformatora vrši se na osnovu više elemenata koji su precizirani u standardu (IEC 60044). S obzirom na aplikaciju merenja na vučnom vozilu, posebno se mora analizirati:

- Karakteristika impedanse kojom je zatvoren sekundar transformatora;
- Tranzijentna karakteristika i magnetno zasićenje magnetnog kola transformatora.

Analizom svih faktora kod vučnih aplikacija zaključeno je da je za precizno merenje naizmenične struje u visokonaponskom strujnom kolu neophodno odabrati strujni transformator nazivne struje 300/5A klase tačnosti 0.2, što garantuje precizno merenje u granicama između 15A i 360A primarne struje, pri sekundarnom opterećenju $(15VA,\cos\varphi=0.8)$ koje je formirano tako što su krajevi vezani za nisko induktivni šant koji garantuje i amplitudnu i faznu tačnost signala.

Za naponski nivo od 25kV koriste se induktivni naponski merni transformatori, čiji izbor uključuje i elemente koji su već pomenuti kod izbora strujnog transformatora.

Merno kolo transformatora koje garantuje preciznost signalne reprodukcije visokog napona napajanja lokomotive zahteva nisku potrošnju jer je radni režim naponskog transformatora blizak režimu praznog hoda. Ako je prividna nazivna snaga sekundara 1,3-1,5 puta veća od prividne snage opterećenja povezanog instrumenta dobijaju se najbolji rezultati u pogledu tačnosti.

Najviše verovatan opseg promene napona kontaktne mreže od 22.5kV do 27.5kV efektivne vrednosti garantuje relativnu grešku ispod 0.5% izaberemo merni naponski transformator klase tačnosti 0.5 sa nazivnim opterećenjem od 25VA i ekvivalentnim prividnim opterećenjem instrumenata koje je između 16VA i 20VA.

4. ELEMENTI MERNOG SISTEMA U VUČNOM STRUJNOM KOLU

Pri izvođenju strujnih i naponskih merenja potrebno je odabrati merne transduktore koji su imuni na elektromagnetne uticaje i imaju dinamičke karakteristike (propusni opseg i brzinu odziva) u prihvatljivim granicama.

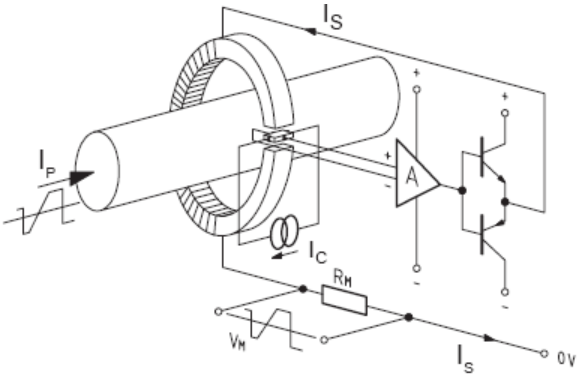
Kod odabiranja mernih mesta važno je da su strujne i naponske veličine invarijantne u odnosu na promenu režima vuče u režim kočenja i obratno.

Prilikom izbora mernih transduktora neophodno je poznavati ne samo opseg promene struja i napona koji se mere. Merni transduktori moraju ispuniti i niz drugih uslova koji su pretpostavka bezbednog merenja i tačnih rezultata. Najvažniji od njih su:

- izolacija mernog signala u odnosu na merno mesto u vučnom strujnom kolu,
- neosetljivost na na externu interferenciju,
- linearna zavisnost mernog signala prema realnoj mernoj veličini,
- optimalno vreme odziva izlaza na priraštaj merene veličine,
- širok frekventni opseg.

U našoj laboratoriji se već duže vreme koriste merni transduktori zasnovani na Hall-ovom efektu sa povratnom spregom čije su karakteristike posebno odabrane da zadovolje zahteve tačnog i preciznog i bezbednog merenja jednosmernih, naizmeničnih i

impulsnih struja i napona u vučnom strujnom kolu. Odskora su slični merni transduktori zasnovani na istom principu primenjeni kao elementi u kolima za upravljanje vučom na modernizovanim lokomotivama tipa 444. Osnovni princip rada mernih transduktora sa povratnom spregom vidljiv je iz ilustracije na Slici 1.



Slika 1. Princip rada mernog transduktora sa povratnom spregom

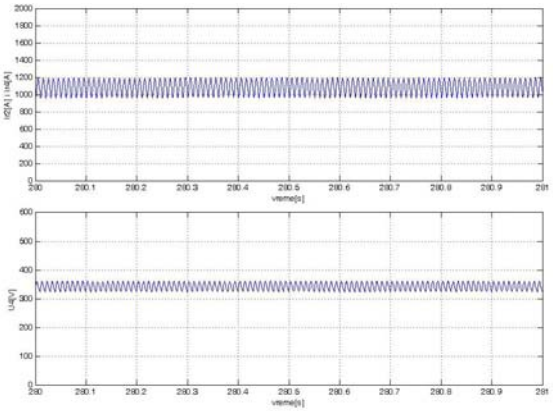
Prema Holovom principu napon na krajevima pločice u magnetnom polju je proporcionalan magnetnoj indukciji u vazdušnom procepu, odnosno proporcionalna struji I_p. Ovaj napon je iskorišćen da se generiše kompenzaciona struja I_s koja će magnetnu indukciju u vazdušnom procepu usled primarne struje kompenzovati tako da rezultujući fluks bude jednak nuli. Kada je magnetni fluks kompenzovan važi relacija :

$$N_p I_p = N_s I_s$$

Prema tome sekundarna struja je egzaktna slika primarne struje koja se meri. Ubacivanjem mernog otpora R_M u sekundarno kolo dobija se izlazni naponski signal koji je slika struje u primaru. Iz slike 1 je uočljivo da su primarno i sekundarno kolo galvanski razdvojeni što je pretpostavka obrade signala struja i napona na računaru.

Korišćeni su merni transduktori LEM LT 2000-S za strujna merenja i LEM LV 100-800 za naponska merenja.

Prikaz struja i napona rotora pri pokretanju električne lokomotive 444 na usponu od 14,3‰, krivini poluprečnika R= 300m i vuči teretnog voza mase 900 tona dat je na Slici 2.



Slika 2. Prikaz struja i napona lokomotive 444

5. ODREĐIVANJE AKTIVNE SNAGE I FAKTORA IZOBLIČENJA STRUJE I NAPONA

Da bi izračunali aktivnu snagu potrebno je izvršiti tri koraka, a to su:

1. Simultano odabrati veličine struje i napona;
2. Izvršiti množenje odgovarajućih vrednosti
3. Izvršiti usrednjavanje na odgovarajućem periodu.

Umesto klasične formule koja važi za sinusoidne talasne oblike struje i napona koristimo definicionu formulu:

$$P = \frac{1}{T}\int_0^T i(t)\cdot u(t)\cdot dt \tag{3}$$

Izračunavanje snage je postprocesna operacija pa je u toku samog procesa merenja glavnu pažnju potrebno usmeriti na simultano odabiranje napona i struje da bi fazna greška usled neistovremenih trenutaka odabiranja bila ispod 5'.

Osnovni elementi koji određuju kvalitet konverzije snage i njen uticaj na primarni sistem napajanja su:

- Strujni i naponski faktori izobličenja

$$THD_i = \left[\left(\frac{I_{eff}}{I_1}\right)^2 - 1\right]^{0.5};\ THD_u = \left[\left(\frac{U_{eff}}{U_1}\right)^2 - 1\right]^{0.5} \tag{4}$$

gde I_{eff} i U_{eff} označavaju efektivne vrednosti struje i napona na ulazu u transformator, a I_1 i U_1 su efektivne vrednosti osnovnog harmonika, kada su u pitanju naizmenične veličine odnosno srednje vrednosti u slučaju usmerenih veličina.

- Faktor snage

$$PF = \frac{P}{U_{eff} I_{eff}} \tag{5}$$

Oni se određuju primenom nekog od aplikativnih softvera koji sadrži programske module diskretne Furijeove analize.

6. ELEMENTI KONVERZIJE ANALOGNIH MERNIH SIGNALA STRUJE I NAPONA

Iako Furijeov razvoj sadrži beskonačan broj harmonika, realan signal se reprezentuje, sasvim precizno, sa ograničenim brojem harmonika.

Analizom izraza (1) zaključuje se da je dovoljno razmatrati trigonometrijski polinom koji nastaje tako što se zanemare svi harmonici reda iznad sedam. Na ovaj način dolazimo do mogućnosti da definišemo učestanost uzorkovanja mernog signala u procesu A/D konverzije.

Prema teoremi o odabiranju periodičan signal ograničenog frekventnog sadržaja moguće je tačno reprodukovati ako je broj odbiraka N unutar osnovnog perioda veći od dvostruke vrednosti reda najvišeg harmonika n. U našem slučaju je $T = 0.02s$ i $N > 14$ pa sledi da za minimalni period odabiranja važi nejednakost:

$$T_s < \frac{T}{N} \tag{6}$$

U ispitivanjima koja su vršena na lokomotivi 441 korišćena je učestanost odabiranja od $f_s = 2000Hz$ za koju je gornja nejednakost zadovoljena. Osim toga odabrana učestanost dozvoljava da postupkom usrednjavanja u pet tačaka izvršimo filtriranje signala uklanjajući signal šuma i izdvajajući koristan signal.

Prilike u kontaktnoj mreži su karakterisane čestim prenaponima komutacionog tipa koji dovode do devijacije efektivnih vrednosti napona u odnosu na nazivnu vrednost. Trajanje ovih tranzijenata je između 20ms i 2s. Ove pojave se moraju uzeti u obzir i kod izbora učestanosti odabiranja u procesu A/D konverzije. Prema preporukama međunarodnog standarda EN 50163, učestanost odabiranja ne sme biti ispod 2000Hz.

Konačno sledi da je za naponsko strujna merenja potrebno koristiti mernu opremu koja ima mogućnost simultanog uzorkovanja dve veličine sa učestanošću ne manjom o 2000Hz.

7. ZAKLJUČAK

Ispitivanja vučnih sredstava nakon obavljene modernizacije ili nakon glavne opravke su važan korak koji će oceniti kvalitet novih ili modifikovanih tehničkih rešenja u vučnom strujnom kolu. Cilj izvedene analize je da se krene ka detaljnoj razradi postupaka i metodologije ispitivanja koje predviđaju savremeni standardi i međunarodni propisi za oblast elektrovučnih voznih sredstava. Principi izloženi u ovom radu su praktično implementirani prilikom ispitivanja potrošnje električne energije lokomotive 461 i u slučaju jednog specijalizovanog ispitivanja modernizovane električne lokomotive 444.

LITERATURA

[1] ABB, Outdor Instrument Transformers, Application uide, Power tehnologies AB, Ludvika, Sweden, 2006.
[2] B.Radojković, Jednofazne lokomotive 25kV 50Hz sa silicijumskim usmeračama, Građevinska knjiga, Beograd, 1969.
[3] J. Golten, Understanding Signals and Systems, Mc Graw Hill, London, 1996.
[4] Mohan, Undeland, Robbins, Power Electronics, John Wiley&Sons, New York, 2003.

METHODS FOR TESTING AND ANALYSIS OF VALUABLE ELECTRICAL QUANTITIES WHICH DETERMINES EXPLOATATION CAPABILITY OF LOCOMOTIVE AFTER REFURBISHEMENT

Dragutin KOSTIĆ
Vujo DRNDAREVIĆ
Nenad JEVTIĆ
Petar MARKOVIĆ

Abstract –The regular demands for modernized traction systems is require for improved energy efficiency. For evaluation of the degree of the improvement the comprehensive testing is indispensably. This paper proposes methods for electrical measurement of the notable quantities, such as input and traction currents and voltages. Criterion for selection of the measuring systems, including data acquisition, is given for high voltage side as well as traction side. Some results of the practical implementation of the proposed methods has been presented.

Key words –Electric locomotive, testing, urrents, voltages

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ISTRAŽIVANJE MOGUĆNOSTI UNAPREĐENJA SISTEMA ODRŽAVANJA NA ŽS – REZULTATI PRIMENE INFORMACINOG PODSISTEMA «TEKOD»

Milorad PAVIĆ[1],
Vojkan LUČANIN[2]

Rezime *– Petogodišnjom primena informacinog podistema na delu barske pruge u periodu 2001-2006. godina, postignuti su značajni rezultati u povećanju kvaliteta održavanja teretnog kolskog parka na ovom delu pruge. U navedenom periodu evidentirano je preko 25000 neispravnosti železničkih vagona na delu barske pruge od stanice Vreoci do stanice Bijelo Polje. Od 01.03.2006. godine informacioni podsistem uveden je u stanici Beograd za potrebe praćenja tekućeg održavanja sa otkačivanjem putničkih vagona. Na osnovu analize prikupljenih podataka dati su predlozi neophodnih mera za poboljšanje održavanja i korišćenja kako putničkog tako i teretnog kolskog parka.*

Ključne reči: železnica, železnički vagoni, održavanje, informacioni sistem

1. UVOD

JP "ŽELEZNICE SRBIJE" danas raspolažu sa permanentnim nedostatkom teretnih i putničkih vagona za kvalitetno i redovno podmirenje potreba prevoza putnika kao i potreba podmirenja privrede za teretnim vagonima. Stanje vagona je u veoma lošem stanju zbog dužeg vremena ne kupovine novih vagona i lošeg održavanja i korišćenja postojećih. U ovakvom stanju vagona postupak održavanja i praćenja ispravnosti je jedan od bitnih elemenata bezbednosti i redovitosti saobraćaja.

Za kvalitetno održavanje železničkih vagona i praćenje neispravnosti na svakom vagonu neophodno je uvođenje informacionog sistema. Permanentnim praćenjem evidentiranih neispravnosti u eksploataciji železničkih vagona može se uticati na kvalitetnije održavanje i korišćenje. Na osnovu uočenih sistematskih neispravnosti i oštećenja vagona nastalih kod korišćenja, potrebno je preduzeti odgovarajuće mere na preventivnom smanjenju i eliminisanju takvih oštećenja i neispravnosti. Informacioni sistem ima zadatak praćenja neispravnosti svakog vagona ponaosob u njegovom vremenu eksploatacije između dve investicione opravke. Svi podaci prikupljeni u tom periodu bili bi dragoceni remonteru za periodnu investicionu opravku većeg obima. Oni bi ukazali na problematičnost pojedinih delova ili sklopova vagona u periodu eksploatacije.

Tehnička podrška ovakvog neophodnog informacionog sistema bila bi tek uvedena računarska mreža koja povezuje, za sada, veće železničke čvorove u jednu ''on-line'' intranet mrežu.

U Sekciji za TKP (tehničko kolski poslovi) u Požegi od 2001. god. u primeni je informacioni podsistem tekućeg održavanja (TEKOD). Uvedeni informacioni podsistem prati neispravne železničke vagone na teritoriji ove sekcije sa ciljem što manjeg zadržavanja kola van saobraćaja.

Od 01.03.2006. godine informacioni podsistem uveden je u stanici Beograd za potrebe praćenja tekućeg održavanja sa otkačivanjem putničkih vagona. Na osnovu prikupljenih podataka dobijaju se značajne informacije o stanju kolskog parka. Na osnovu tih informacija donose se odluke o kvalitetnijem i bržem održavanju putničkih i teretnih vagona.

2. PREDNOSTI KORIŠĆENJA INFORMACIONOG PODSISTEMA

Informacioni podsistem kao jednokorisnička varijanta neprekidno je u primeni u Sekciji za TKP Požega od 01.01.2001.godine sa bazom podataka od preko 25000 neispravnosti železničkih vagona. U periodu primene računarska aplikacija doživela je svoju petnaestu varijantu. Iskustva u radu pregledne službe na barskoj pruzi u ovoj petogodišnjoj primeni su pozitivna. Neki od najbitnijih efekata održavanja i praćenja vagona bili bi:

[1] mr Milorad Pavić, dipl.maš.ing., JP *"Železnice Srbije"*, e-mail: pajom@ptt.yu
[2] Prof.dr Vojkan Lučanin, Mašinski fakultet, Beograd, e-mail: vlucanin@mas.bg.ac.yu

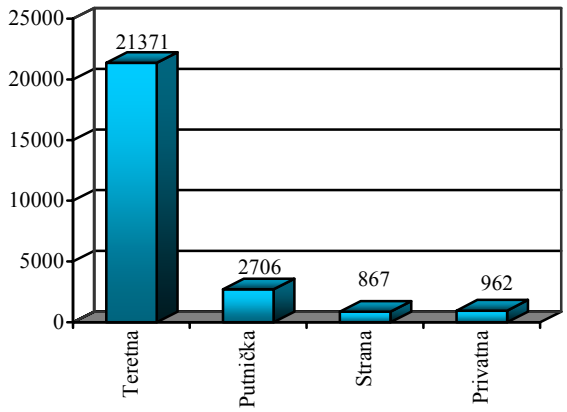
- postignut je jedan visok nivo rada same izvršne službe (pregledača kola na terenu), obzirom da je njihov rad permanentno pod kontrolom kroz ovaj sistem;
- svakodnevno se analiziraju razlozi isključenja pojedinih vagona i sa inženjerima iz radionice ZOVS-a, pravi se dnevna analiza isključenja i plan realizacije za sledeći dan;
- na osnovu statističkog praćenja uočenih sistemskih neispravnosti pojedinih vagona ili pojedinih sklopova iste serije vagona ukazuje se na određene propuste prvenstveno kod loše urađene investicione opravke;
- preventivno reagovanje na mogućnost nastanka neispravnosti i oštećenja na osnovu postojećih ranijih oštećenja istih vagona (oštećenja pri upotrebi kola od korisnika prevoza i nepravilna upotreba i rad sa vagonima);
- praćenje istorije neispravnosti vagona po individualnom broju ukazuje na kritična mesta i sklopove pojedinih vagona, samim tim i kvalitetniji rad radionica na otklanjanju neispravnosti;

Sve organizacione i tehničke aktivnosti koje se preduzimaju su u cilju što boljeg i kvalitetnijeg korišćenja aktivnih vagona u eksploataciji. Preduzimaju se sve mere da broj vagona koji se povlači iz eksploatacije zbog tekuće opravke sa otkačivanjem bude što manji preventivnim merama da do neispravnosti i oštećenja ne dođe. Kada se vagon mora isključiti iz saobraćaja zbog tekuće opravke sa otkačivanjem, njegovo vreme imobilizacije se svodi na minimalan broj dana van saobraćaja. Kvalitet rada radionica za tekuću opravku se poboljšava jer su podržani podacima o stanju pojedinih vagona tekuće opravke svakodnevno. Prikupljeni podaci kroz informacioni podsistem dostupni su svim zainteresovanim službama za dalju analizu. Kolege iz radionica ZOVS-a za svoje potrebe svakodnevno analiziraju te podatke te samim tim i svoj rad na opravci vagona podižu na mnogo veći novo.

3. ANALIZA NEISPRAVNOSTI TERETNOG KOLSKOG PARKA U PERIODU 2001-2006

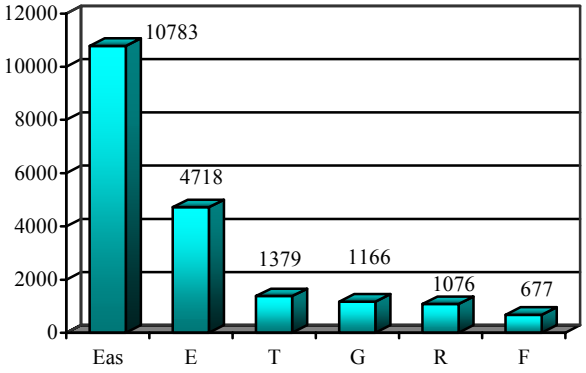
U navedenom periodu ukupno je evidentirano 25784 neispravnosti kolskog parka. Na slici 1 prikazani su kategorije kolskog parka koje su evidentirane. Kao što se vidi sa dijagrama najveći deo evidentiranog kolskog parka je teretni.

Analiza neispravnog kolskog parka po serijama teretnih vagona ukazuje na najčešće neispravnosti kod otvorenih vagona serije E/Eas. Detaljniji podaci o broju isključenih kola po serijama dati su na slici 2.



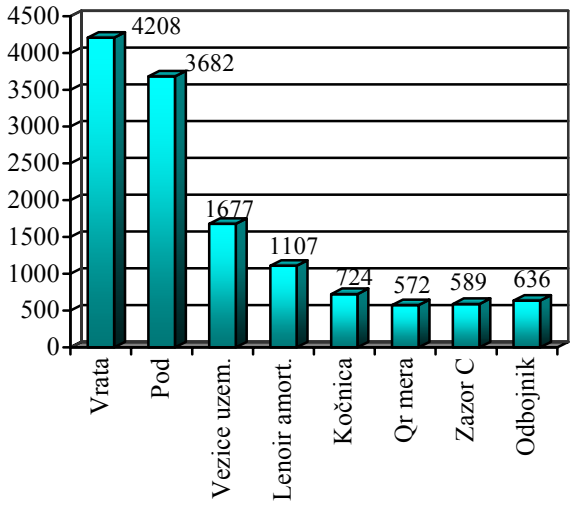
Slika 1. Neispravan kolski park po kategorijama

Najveći procenat neispravnosti evidentiran je na vagonima serije Eas i E. Ovaj tip vagona najčešće se i koristi, ali je i najpodložniji isključenjima, obzirom da se ovi vagoni koriste za prevoz rasutih materijala.



Slika 2. Neispravan teretni kolski park po serijama

Najčešće neispravnosti zbog kojih su teretna kola isključivana za tekuću popravku sa otkačivanjem date su na slici 3. Bočna i čeona vrata kolskog sanduka i oštećenje drvenog poda vagona, su najčešći razlog isključenja otvorenih teretnih vagona serije Eas/E. Neispravnost i oštećenje nastaje prilikom nepravilne upotrebe i same dotrajalosti. Uzrok ove neispravnosti kola je u nepravilnom utovaru i istovaru kola od korisnika prevoza, loše urađenoj investicionoj opravci kao i samoj starosti kola ove serije. Potrebno je pojačati nadzor nad strankom pri radu sa kolima i svako oštećenje vagona naplatiti od stranke. Potrebno je pojačati nadzor nad radom invensticione opravke i teško oštećena vrata zameniti novim. U nedostatku novih vrata mogu se koristiti vrata sa kola namenjenih kasaciji kojima je rok investicione opravke davno prošao. Pri ugradnji i remontu poda vagona koristiti podnice odgovarajućeg kvaliteta. Ugrađene podnice moraju biti u dozvoljenim granicama vlažnosti.

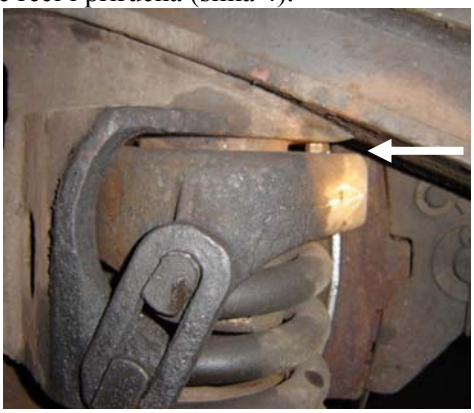


Slika 3. Najčešći kvarovi teretnog kolskog parka

Posledica ugradnje nedovoljno suvih podnica je pojava rasušenosti i vitoperenosti poda posle određenog vremenskog prioda.

Nemogućnost želenice da eliminiše otuđenje bakarnih vezica uzemljenja iziskuje hitnu promenu materijala vezica uzemljenja sa bakarnih na odgovarajuće čelične.

Neispravnosti obrtnog postolja Y-25 su jedan od velikih problema evidentiranih u ovih 5 godina. Ne funkcionisanje sistema ogibljenja "lenoir" i nedovoljan zazor "C" su jedan od bitnih problema. Ukupan broj evidentiranih vagona sa ove dve neispravnosti, u posmatranom periodu je 1696. Od ukupno isključenih 7895 četvoroosovnih kola u ovom periodu to je 21,48%. Na osnovu evidencije i praćenja neispravnih vagona, uočava se sistemska pojava ove neispravnosti kod istih vagona. Broj vagona koji se zbog iste neispravnosti ponovo isključuju iz saobraćaja je zabrinjavajuće veliki. To ukazuje da je popravka ovih sklopova u radionicama za tekuću opravku nedovoljno kvalitetna, u nekim situacijama može se reći i priručna (slika 4).



Slika 4. Neispravnost pri popravci vagona (navrtka u funkcionalnom zazoru)

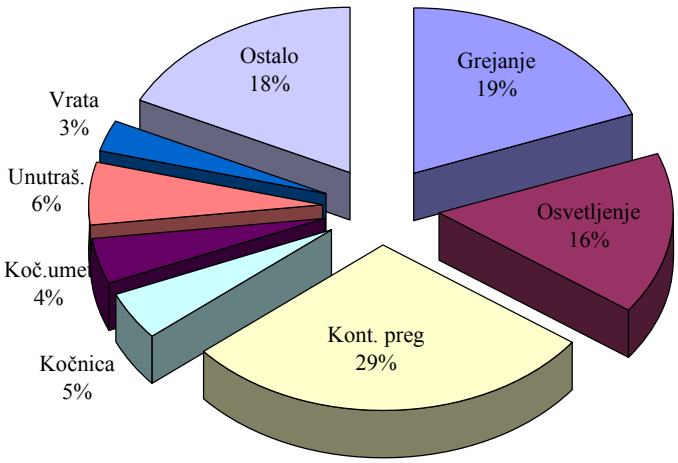
Često se ugrađuju neodgovarajući delovi (manganske ploče lošeg kvaliteta, neodgovarajuće karike ogibljenja i slično) ili se poravka vrši neodgovarajućim postupkom.

Ovako popravljeni vagoni za vrlo kratko vreme ponovo se isključuju zbog iste neispravnosti.

Na ispravnost ovih sklopova posebnu pažnju treba obratiti pri međufaznoj kontroli obrtnih postolja kod remontera. Poštovanje svih odredbi Uputstva 250 (Uputstvo za eksploataciju i održavanje obrtnih postolja Y-25) su neophodan preduslov da se imobilizacija vagona zbog ove neispravnosti smanji na minimum.

4. ANALIZA NEISPRAVNOSTI PUTNIČKOG KOLSKOG PARKA

Na preglednom mestu Beograd-peron u periodu 01.03. do 10.07.2006. godine evidentirano ukupno 393 putnička vagona sa ukupno 1937 isključenja putničkih vagona. Pregled razloga isključenja kola dat je na slici 5.



Slika 5. Razlog isključenja putničkih vagona

Najveći problem kod održavanja putničkih vagona je sistem električnog grejanja (EG) i električnog osvetljenja (EO). Zbog ove neispravnosti u periodu grejne sezone isključuje se preko 50% putničkih vagona. Obzirom da je posmatrani period isključenja putničkih vagona na prelazu sa grejne sezone na letnju sezonu pokazatelji su malo drugačiji.

4.1. Analiza neispravnosti električnog grejanja i osvetljenja

U posmatranom periodu evidentirana je ukupno 256 vagona sa ovom neispravnošću što čini 66% od ukupno posmatranog uzorka. Česta je pojava da se isti vagoni vraćaju zbog neispravnosti elektro grejanja i osvetljenja. U tabeli 1 prikazani su brojevi vagona i broj isključenja zbog ove neispravnosti

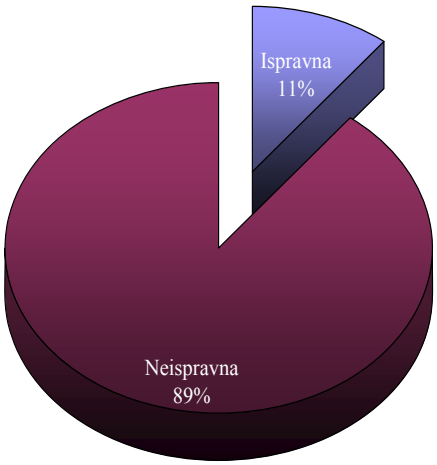
Tabela 1. Broj ponovljenih neispravnosti EG i EO

Broj isključenja	Broj vagona
14	1
11	1
9	1
8	3
7	1
6	7
5	18
4	28
3	49
2	62
1	85

Putnički vagon broj 50722227755-4 isključivan je zbog ove neispravnosti čak 14 puta. Neophodno je u periodu van grejne sezone pri ulasku vagona u kontrolni pregled uraditi kompletnu defektažu kritičnih vagona. Nabavku potrebnih rezervnih delova izvršiti do grejne sezone po tačnoj specifikaciji za taj vagon. Radionice po dobijanju delova mogu da planiraju opravku na pojedinim vagonima. Ovim problemima se već godinama ne posvećuje potrebna pažnja, pa se svaka grejna sezona dočekuje nespremno a održavanje vagona vrši stihijski i bez ikakve analize i plana.

Navedene informacije i podatke potrebo je da svakodnevno analiziraju inženjeri Sektora TKP i Sektora za održavanje voznih sredstava, a nadležni da preduzmu sve organizaciono-tehničke mere na otklanjanju uočenih sistemskih neispravnosti.

42-ja putnička kola su isključivana iz saobraćaja samo zbog proteklog roka kontrolnog pregleda, periodne opravke ili zamene kočionih umetaka. Ovih 42-ja kola možemo smatrati ispravnim a ostatak do 393 delimično neispravnim slika 6.



Slika 6. Ispravni i neispravni putnički vagoni

5. ZAKLJUČAK

Primenom ovog informacionog sitema u proteklih 5 godina postignuti su značajni rezultati u podizanju kvaliteta tekuće opravke sa otkačivanjem na delu barske pruge. Na početku primene prosečno zadržavanje vagona u tekućoj opravci bilo je 16,2 dana, dok je zadržavanje kola u ovoj godini smanjeno na 5,17 dana po isključenom vagonu.

Razvijenim mrežnim računarskim sistemom u okviru JP Železnica Srbije stvaraju se tehnički preduslovi da se ovaj informacioni sistem postavi kao mrežna aplikacija. Prednosti rada u zatvorenom sistemu na mreži pri praćenju neispravnog vagonskog parka daće mnogo veće efekte nego dosadašnja jednokorisnička varijanta.

LITERATURA

[1] Pavić, M.: ”Istraživanje gotovosti vagona primenom razvijenog informacionog podsistema tekućeg održavanja i praćenja”, Magistarski rad, Mašinski fakultet, Beograd 2003.

[2] Pavić, M., Lučanin, V.: ”Razvoj informacionog podsistema tekućeg održavanja i praćenja železničkih vagona na delu barske pruge Vreoci-Prijepolje” Železnice, vol.58, januar-februar 2002. Želnid.

RESEARCH OF POSSIBILITIES FOR MAINTENANCE SYSTEM IMPROVEMENT AND RESULTS OF INFORMATION SYSTEM “TEKOD”

Milorad PAVIC
Vojkan LUCANIN

Abstract: ***Five years using of information subsystem on Belgrade-Bar railroad section in period 2001-2006, has made significant effort in increasing quality of freight stock maintenance. In this period 25000 failures have been recorded on section Vreoci-Bijelo Polje. Since March 2006, system has been implemented in Belgrade station for basic maintenance purposes. Based on data analysis, suggestions for maintenance improvement and exploitations of passenger and freight stock are given.***

Key words – railway, railway vehicles, maintenance, information system

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

SISTEMI ZA MERENJE I REGISTRACIJU BRZINE I DRUGIH PODATAKA NA VUČNIM VOZILIMA JAVNOG SAOBRAĆAJA

Vladimir LAZAREVIĆ[1]
Dragoslav PEJČIĆ[2]

Rezime *– Funkcija merenja i registracije brzine vozila javnog saobraćaja je zakonski regulisana i od bitnog značaja za bezbednost. Savremeni elektronski sistemi mogu da u potpunosti zamene mehaničke uređaje dosada korišćene za tu namenu, sa nižom cenom inicijalne investicije i znatnim uštedama u eksploataciji i održavanju tokom životnog veka vozila. Familije elektronskih brzinomera firme HaslerRail imaju primenu kao direktna zamena mehaničkih uređaja kod postojećih vozila, efikasno unapređenje funkcija prilikom rekonstrukcije i modernizacije vozila, i u novim vozilima savremenih generacija sa funkcijama koje ispunjavaju i najnovije standarde interoperabilnosti, ERTMS i ETCS propisa. U radu je dat pregled zahteva koji se postavljaju za rad sistema za merenje i registraciju brzine i drugih podataka važnih za bezbednost saobraćaja, kao i realizacija konkretnih rešenja na različitim vozilima javnog saobraćaja širom Evrope i sveta.*

Ključne reči – elektronski brzinomeri,registratori podataka, železnica

1. UVOD

Železnica i železnički saobraćaj poslednjih godina u Evropi ponovo dobijaju na značaju. S obzirom da su u Evropi i najznačajnije železničke uprave i proizvođači opreme i postrojenja za železnicu, logično je da se u ovoj oblasti prednjači u postavljanju novih zahteva koji odgovaraju savremenim potrebama i primenama, kao i definisanju odgovarajuće regulative.

Tako su i savremeni sistemi za merenje i registraciju podataka u stalnom razvoju i prilagođavanju potrebama korisnika i tržišta. Osim osnovnih funkcija merenja i registracije brzine i drugih podataka koji su propisani odgovarajućim zakonskim aktima, ovi sistemi danas imaju mogućnost beleženja i vršenja i drugih funkcija od značaja za bezbednost, eksploataciju i održavanje vozila i njihovu pouzdanost i raspoloživost.

2. POSTOJEĆI BRZINOMERI

Na vučnim vozilima Železnica Srbije već više od 25 godina standardno se ugrađuju brzinomeri i registratori podataka tipa RT/A – mehanički uređaji tahometrije firme Hasler. Ovaj tip uređaja je u primeni na vozilima svih značajnijih železničkih uprava, širom Evrope i sveta, i sa više od 20.000 jedinica u eksploataciji dokazao je robusnost i pouzdanost. RT/A uređaji beleže osnovne podatke neophodne u slučaju vanrednih događaja, kao i za potrebe redovnog održavanja vučnih vozila: osim brzine beleže se i podaci kao što je smer vožnje, pritisak vazduha u instalacijama pneumatskih kočnica i drugi podaci od značaja za bezbednost saobraćaja (posluživanje i rad autostop uređaja, budnika itd...). Imaju i relejne izlaze u zavisnosti od brzine ili rastojanja, na primer za potrebe rada autostop uređaja i uređaja za podmazivanje venaca točkova. Međutim, posle toliko godina rada, eksploatacija i održavanje ovih uređaja sve je manje ekonomski opravdana. Postoji veliki broj pozicija koje se troše i habaju i čija je zamena u redovnom održavanju neophodna, kao potrošni materijal troše se specijalne masti i ulja za podmazivanje, a u svakodnevnom radu i značajne količine specijalne papirne trake za registrovanje. Rezervni delovi se izrađuju po narudžbi, za poznatog kupca, tako da su njihove pojedinačne cene vremenom sve više i više.

Pre svega radi uštede u održavanju, u Železnicama Srbije pokrenuta je inicijativa da se postojeći elektro-mehanički uređaji zamene elektronskim. Takođe i proizvođač postojećih elektro-mehaničkih sistema danas standardno proizvodi savremene elektronske sisteme za merenje i registraciju brzine i drugih podataka važnih za bezbednost saobraćaja. Familije firme HaslerRail: MEMOTEL, TEL i TELOC imaju primenu kao direktna zamena elektro-mehaničkih uređaja kod postojećih vozila, efikasno unapređenje

[1] Vladimir Lazarević, dipl. inž. el., IntPro doo Beograd, vladimir@intpro.co.yu
[2] Dragoslav Pejčić, dipl. inž. el., JP Železnice Srbije, Sektor za investicije prevoza, pejcicd@ptt.yu

funkcija prilikom rekonstrukcije i modernizacije vozila, i u novim vozilima savremenih generacija sa paletom funkcija koje ispunjavaju i najnovije standarde [1].

Kao najjednostavnije rešenje može se uzeti primer uređaja tipa MEMOTEL. Ovaj uređaj je konstruisan tako da funkcionalno i načinom ugradnje direktno zamenjuje tahografe tipa RT9, RT12 i RT13 kao i tahometre tipa A16, A28 i A29 koji se sada koriste na vučnim vozilima Železnica Srbije i drugih železničkih uprava bivše Jugoslavije. Jednostavno se ugrađuje u postojeća RT/A kućišta, bez potrebe za ponovnim ili dodatnim kabliranjem.

MEMOTEL je mikroprocesorski upravljan uređaj za merenje, indikaciju i registraciju brzine koji može da radi sa postojećim davačem brzine (tahogeneratorom 8311/8312), kao i sa savremenim optičkim pulsnim generatorom, istog tipa koji se primenjuje i kod složenijih sistema o kojima će kasnije biti reči. Elektronika je modularna, i sa tastaturom i internom memorijom, indikatorom i jedinicom za dodatnu prenosnu beskontaktnu memorijsku karticu smeštena je u isto kućište. Indikatori brzine sa servo-mehanizmom omogućavaju i povratnu informaciju o stvarnom pokazivanju brzine. Osim ulaza za signal brzine, ima i 8 ulaza za beleženje digitalnih podataka, kao i 7 relejnih izlaza i 2 tranzistorska za odgovarajuću namenu na vozilu.

Više od 1500 uređaja tipa MEMOTEL je u eksploataciji na različitim vozilima. Ovaj tip uređaja je i danas aktuelan za primene gde nema složenijih funkcionalnih zahteva.

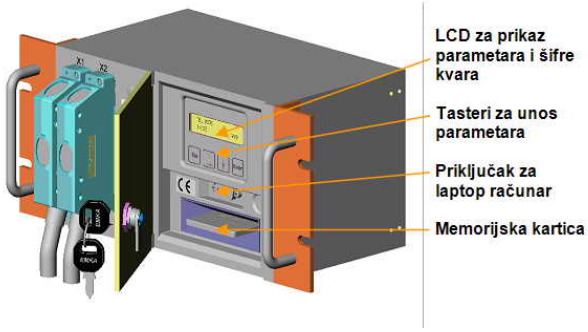
3. SISTEM TEL-1000

Na lokomotivama serije JŽ 444 i 461-200 (modernizovane elektrolokomotive JP „ŽELEZNICE SRBIJE“) od 2004. godine u upotrebi je novi tip elektronskog uređaja za merenje, indikaciju i registraciju brzine, tip TEL 1000, takođe proizvodnje firme HaslerRail (raniji naziv firme Secheron) [1, 2]. Od 1998 godine do danas u eksploataciji je više od 1200 uređaja ovog tipa.

Sistem za merenje, indikaciju i registraciju brzine lokomotive sastoji se od centralne jedinice – uređaja TEL 1000, sa dodatnim mehaničkim brojačem ukupno pređenih kilometara lokomotive, beskontaktnog davača brzine smeštenog na osovini lokomotive i instrumenata za indikaciju (prikaz) stvarne brzine i zadate brzine, u obe upravljačnice lokomotive. Odgovarajući softver koristi se za komunikaciju sa uređajem i za evaluaciju – analizu registrovanih podataka.

3.1. Centralna jedinica

Uređaj TEL-1000 (Slika 1.) smešten je u ormaru elektronike u mašinskom prostoru lokomotive, neposredno iznad glavnog mikroprocesorskog uređaja za upravljanje, kontrolu i zaštitu lokomotive. Uz mikroprocesorsku kontrolu signal sa beskontaktnog davača brzine sistema TEL-1000 se obrađuje i generiše u odgovarajući izlazni analogni signal proporcionalan brzini (izračunat na osnovu unetog podatka o prečniku točkova lokomotive). Pri određenim brzinama uređaj daje odgovarajuće logičke signale na izlazu. Podaci se beleže na dve memorijske lokacije, u internu memoriju uređaja TEL-1000 i na prenosnu memorijsku karticu.



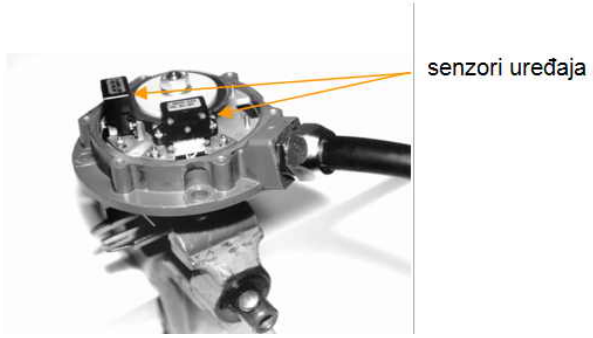
Slika 1.

Uređaj u realnom vremenu registruje podatke o brzini lokomotive, o pritisku u glavnom vodu kočionog sistema lokomotive, zatim broj vozila, šifru mašinovođe, broj voza, šifru početne stanice, i još definisanih 14 logičkih signala dobijenih iz autostop uređaja ili glavnog mikroprocesorskog uređaja lokomotive. Za upravljanje pojedinim funkcijama u lokomotivi (autostop, budnik, režim kočenja) koriste se relejni logički izlazi uređaja, zavisno od brzine lokomotive. Broj ovih izlaza kao i vrsta kontakta (radni, preklopni) definiše se prilikom narudžbe uređaja, a pragovi brzina na kojima se pojedini kontakti otvaraju ili zatvaraju podesivi su softverski.

Uređaj TEL-1000 na prednjoj ploči ima i odgovarajuću svetlosnu signalizaciju kojom se ukazuje na stanje ispravnosti sistema. Radi očitavanja podataka i unosa pojedinih parametara i konfiguracije, povezuje se sa prenosnim računarom (laptop-om) preko 9-pinskog sub-D konektora i COM priključka računara.

Mehanički brojač kilometara lokomotive smešten je neposredno uz centralnu jedinicu i prikazuje ukupan put koji je lokomotiva pretrčala. Njegovo očitavanje je moguće bez otvaranja ormara i bez uključivanja lokomotive, odnosno uređaja TEL - 1000. Podatak o broju pređenih kilometara brojač dobija preko impulsnog izlaza centralne jedinice.

3.2. Optički davač impulsa



Slika 2.

Sistem za merenje, indikaciju i registraciju ima sopstveni davač brzine (Slika 2.). Koristi se beskontaktni optički davač impulsa tip 5.8600.012 konstruisan za rad u otežanim uslovima kakvi su kod šinskih vozila.

Metalni disk sa otvorima-kodovima prilikom obrtanja prekida svetlosni zrak u infracrvenom području koji konstantno emituju senzori. Prijemni tranzistor detektuje pulsirajući svetlosni zrak i generiše signal frekvencije koji je proporcionalan brzini obrtanja osovine. Takav signal može se obrađivati u svrhu merenja i beleženja brzine i preko pojačavača se prenosi na obradu do mikroprocesora.

3.3. Instrument za indikaciju brzine

Instrumenti za indikaciju brzine (Slika 3.) smešteni su na upravljačkom pultu u obe upravljačnice lokomotive.

Slika 3.

Spoljni pokazivač pokazuje vrednost zadate brzine lokomotive, a signal dobija iz glavnog mikroprocesorskog uređaja lokomotive.

Unutrašnja kazaljka instrumenta pokazuje vrednost stvarne brzine lokomotive, a signal dobija iz centralne jedinice TEL-1000.

Oznaka maksimalne brzine zavisi od tipa vozila na koje se instrument ugrađuje.

Na slici je prikazan instrument koji se koristi na lokomotivama serije JŽ 444 i JŽ 461-200, koji radi na principu pokretnog kalema. HaslerRail u svojoj standardnoj ponudi ima i instrument sa pokretnim kalemom, a i instrument sa servo-motorom.

3.4. Softver

Uz uređaj TEL-1000 proizvođač isporučuje i sledeće softverske programe-alatke:

MultiRec-SG služi za menjanje parametara konfiguracijskog fajla, njegovo usnimavanje u memoriju uređaja, očitavanje i brisanje podataka i memorije grešaka iz uređaja, kao i monitoring (nadgledanje) signala koje uređaj beleži.

MultiRec-AS služi za analizu zabeleženih podataka, njihovo pregledavanje, obradu i arhiviranje.

TELOC EVA kao i program *MultiRec-AS* služi za analizu zabeleženih podataka. Novije je generacije i značajan broj funkcija urađen je prema specifičnim zahtevima JP "ŽELEZNICE SRBIJE". Softver je pisan JAVA jezikom i podržava SQL baze. Moguć je eksport podataka u Excel radi daljeg pregleda i obrade, a jednostavno se generiše Acrobat pdf-file grafičkog i/ili tabelarnog prikaza koji se može štampati ili po potrebi poslati dalje e-mailom.

4. SAVREMENE APLIKACIJE

Savremene potrebe i primene, kao i prilagođavanje potrebama korisnika i tržišta, uslovljavaju neprestani razvoj uređaja i sistema za merenje i registraciju podataka.

Osim osnovnih funkcija merenja i registracije brzine i podataka koji su propisani odgovarajućim zakonskim aktima, savremeni sistemi imaju mogućnost beleženja i vršenja i drugih funkcija od značaja za bezbednost, eksploataciju i održavanje vozila i njihovu pouzdanost i raspoloživost.

Svaka primena, projekat ili korisnik ima specifične zahteve, tako da i to dovodi do raznovrsnih rešenja.

Zahtevi korisnika - tehnički uslovi za izradu i nabavku uređaja i sistema za merenje i registrovanje podataka, u osnovi su sledeći:

- hardver uređaja treba da je prilagođen uslovima korišćenja na železničkim vozilima (temperaturni opseg, vibracije i udari, zaštita od prašine i vlage, elektromagnetska kompatibilnost)
- traži se modularno izvođenje uređaja, jednostavna ugradnja i pristup podsklopovima, radi lakšeg pregleda, održavanja i eventualnih intervencija
- dokazana - potvrđena pouzdanost i bezbednost u radu, tj. da uređaj i proizvođač poseduju odgovarajuće ateste i reference
- aplikacioni softver (Firmware) uređaja treba da je sa dokazanim operativnim sistemom, stabilnim kernel-om, modularan i fleksibilne konfiguracije
- interna komunikacija treba da je jednostavna i u skladu sa savremenim standardima
- korisnički softver (MMI Software) treba da ima mogućnost rada u Windows okruženju, da sledi potrebe i navike korisnika (da rad u programu bude intuitivan i jednostavan), kao i da ima proširene mogućnosti analize.

Karakterističan primer tehnologije koja se danas koristi u ovoj oblasti su uređaji/sistemi familije TELOC 1500 / TELOC 2500 HaslerRail-a. U primeni su od 2001-2003 godine, i na vozilima javnog gradskog saobraćaja u eksploataciji je već oko 800 uređaja ovog tipa. Sistem TELOC 1500 / TELOC 2500 sadrži osnovnu ploču (COREx) sa mikroprocesorom MPC-823TS, kao i elektronsku komunikacijsku karticu (IOCOx) koje između ostalog imaju USB i RS232, RS485 interfejs. Kao proširenje koriste se univerzalne ulazno/izlazne elektronske kartice koje ispunjavaju sve savremene zahteve merenja i registracije digitalnh i analognih signala. Kao opcije sistema TELOC1500 / TELOC2500 danas se najčešće traže i koriste:

- USB memorijski stik za automatsko preuzimanje snimljenih podataka
- CPM (crash protected memory) posebno zaštićena eksterna memorija otporna na jak udar, vatru i prodor raznih tečnosti i ulja u slučaju udesa,
- VOICE Recording - beleženje svih razgovora u kabini vozila
- Profibus (za ETCS primene), zatim MVB i CANopen mogućnost veze lokalne mreže u vozilu/vozu
- GSM (global system for mobyle communications) prenosom SMS poruka - o stanju sistema TELOC ili za njegovu konfiguraciju
- GPS (global positioning system) koji se koristi za prostorno lociranje vozila i neke specifične funkcije (sinhronizaciju vremena sistema TELOC)
- bezbednosnu funkciju povezanu sa merenjem brzine (Safety speed chain) – SIL 2,4 prema CENELEC propisima
- funkciju JRU (Juridical Recording Unit) – beleženje podataka neophodnih za isleđivanje vanrednih događaja, u skladu sa ETCS zahtevima UIC-Evropske ERTMS komisije.
- očitavanje bedža/značke sa šifrom ovlašćenog lica (Badge Reader) putem RFID tehnologije

Navedeni sistem i opcije imaju primenu na vozilima širom Evrope i sveta:

- ugradnja sistema TEL/TELOC u sklopu modernizacije vozila: lokomotive serije M41 u Mađarskoj, serije 071 u Irskoj, serije ET 22 u Poljskoj, EMV serije 69 u Norveškoj, lokomotive serije 444 i 461 u Srbiji, serije DE 33000 u Turskoj, serije 24/25/19 u Maleziji
- ugradnja sistema TELOC: Attiko Metro u Grčkoj; EMV Flirt i lokomotive Re 484 u Švajcarskoj, tramvaj Sirio Bergamo u Italiji, lako šinsko vozilo (LRV) Pittsburgh u SAD
- sistem TELOC sa integracijom ETCS-a: vozovi AVE S102 i S103 u Španiji, voz ICN u Švajcarskoj, voz KTX u Južnoj Koreji, primena JRU (ERTMS /ETCS Level 2) na različitim vozilima u Švajcarskoj, Italiji i Španiji.

LITERATURA

[1] Dokumentacija firme HaslerRail
[2] Tehnička dokumentacija modernizovanih lokomotiva serije JŽ 444 i 461-200

SPEEDOMETER AND DATA RECORDING SYSTEMS FOR PUBLIC TRANSPORT TRACTION VEHICLES

Vladimir LAZAREVIĆ
Dragoslav PEJČIĆ

Abstract – Function of the measuring and registering of the public transport traction vehicles speed and other data related to traffic safety is significant and therefore well covered with relevant law / regulations. Modern electronic systems are able to completely replace the mechanical equipment used for that function, with the reasonable initial investment cost and considerable savings in service and maintenance costs during the life cycle of the vehicle. HaslerRail electronic speedometer and data recording equipment families found their application as compatible replacement of the mechanical equipment into existing vehicles, efficient upgrading of the functions during reconstruction and modernization of the vehicles, and in new modern generations of vehicles with complex functions and features, in compliance with interoperability up to date regulations and ERTMS/ETCS standards. The paper covers the requirements for the functioning of the systems measuring speed and recording other data related to traffic safety, and the various solutions installed on different public transport vehicles across the Europe and the World.

Key words – Electronic speedometers, data recorders, railway

PREDLOG NOVE STRATEGIJE ODRŽAVANJA ELEKTRIČNIH I DIZEL VOZILA

Zoran SAVELJIĆ[1]

Rezime: *U radu je analizirana složena i kompleksna problematika održavanja vozila Željeznice Srbije i Željeznica Crne Gore za period od 1985 do 2005 godine. Sagledano je cjelokupno stanje vozila kroz inventarski park, starost i imobilizaciju vozila, dosadašnji način održavanja, kao i faktore koji utiču na očuvanje upotrebne vrijednosti vozila u radnom vijeku.Primjenom Objave UIC – a o dužini radnog vijeka vozila u narednom periodu u eksploataciji nalaziće se vozila koja nisu završila radni vijek i vozila starije konstrukcije koja su završila radni vijek. Predlogom nove strategije predložene su mjere na podizanju nivoa i kvaliteta održavanja vozila koje će omogućiti očuvanje upotrebne vrijednosti vozila u radnom i produženom vijeku, što će povećati raspoloživost vozila, i postizanje ekonomskih efekata u održavanju.*

Ključne reči: željeznica, električna i dizel vozila, održavanje, imobilizacija, pouzdanost

1. UVOD

Železnički saobraćaj ima sve opšte osobine transporta uključujući tu i prenošenje vrijednosti železničkih vozila kao transportnih sredstava na robu koja se prevozi. Zato i reprodukcija železničkih vozila predstavlja složen kompleks tehničko – ekonomskih mjera usmjerenih na:

- Očuvanje upotrebne vrijednosti vozila u toku njegovog radnog vijeka i
- Zamjena vozila drugim vozilima kada se zato steknu odgovarajući uslovi.

Da bi se očuvala upotrebna vrijednost vozila tokom njegovog radnog vijeka, ono se podvrgava održavanju u toku koga se obezbeđuje odgovarajući kvalitet tehničkog sistema koje svako vozilo za sebe predstavlja.

Pri tome se smatra da kvalitet tehničkog sistema koje čini železničko vozilo ima četiri dimenzije : funkcionalnost, pouzdanost, bezbjednost i ekonomičnost.

Karakteristika funkcionalnosti vozila i njihova ekonomičnost su veličine koje se uglavnom posebno prate tako da je svako njihovo odstupanje od željenog

nivoa primjetno i kao takvo inicira bilo promjene u programu održavanja bilo zamjenu vozila.

Pouzdanost vozila je u funkciji njegove konstrukcije. Program održavanja ma kako bio konceptiran, ne može da obezbijedi pouzdanost veću od one koja je svojstvena samoj konstrukciji, ali zato neadekvatno održavanje može smanjiti pouzdanost.

Bezbjednost, ako se konstrukcija vozila izvede tako da ima sposobnost da zadrži osnovnu funkciju i ako dođe do kvara nekog od djelova, onda pouzdanost nema značajnog uticaja u procesu prevoza.

2. ANALIZA POSTOJEĆEG SISTEMA ODRŽAVANJAVOZILA

Analiza je predočena za period 1985. – 2005. godine kod vozila Željeznice Srbije i Željeznice Crne Gore.

2.1. Prosječna starost vozila Željeznice Srbije i Željeznice Crne Gore

Tabela 1. Prosječna starost vozila

Serija vozila	Prosječna starost				
	Godina				
	1985	1990	1997	2000	2005
1	2	3	4	5	6
Željeznice Srbije					
441	12,7	16,7	23,7	26,7	32
461	8,5	13,5	20,5	23,5	28
412/416	2,8	4,9	11,4	14,4	20
661	20,4	25,4	32,4	35,4	40
712/714	1,1	4,0	9,0	14,0	20
Manevarska vozila	33,0	37,0	81,0	77,0	80,0
Željeznica Crne Gore					
1	2	3	4	5	6
461	11,7	16,7	23,7	26,7	31
412/416	0,8	5,8	12,8	15,8	21
661	16,0	21,0	28,0	31,0	37
Manevarska vozila	35,0	28,0	72,0	83,0	77,0

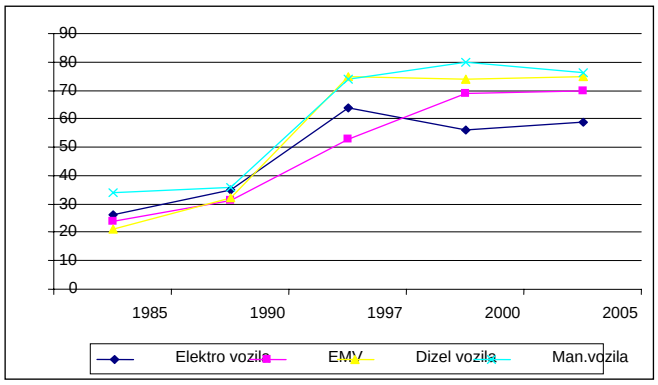
1 Saveljić Zoran,dipl.maš.ing. Podgorica, zarko-p@cg.yu

2.2. Imobilizacija vozila

Tabela 2. Imobilizacija vozila

Serija vozila	Imobilizacija				
	Godina				
	1985	1990	1997	2000	2005
1	2	3	4	5	6
Železnice Srbije					
441	19	29	64	58	57
461	32	41	65	64	61
412/416	28	32	51	71	73
661	24	33	76	74	78
712/714	24	77	90	93	91
Manevarska vozila	33	35	75	80	75
Železnica Crne Gore					
1	2	3	4	5	6
461	37	51	68	43	56
412/416	12	25	64	59	54
661	20	31	61	76	59
Manevarska vozila	35	28	72	83	78

Prosječna imobilizacija vozila Željeznica Srbije i Železnice Crne Gore prikazana je na dijagramima Sl.1



Slika 1. Imobilizacija vozila Željeznica Srbije i Železnice Crne Gore

2.3. Analiza organizacije održavanja vučnih vozila

Održavanja vozila koja se nalaze u inventarskom parku Željeznica Srbije i Železnice Crne Gore vrše se prema Pravilniku o održavanju železničkih vozila 241:

Stalni nadzor na vozilima vrši se: kod pripreme vozila za rad, tokom rada vozila, po završetku rada.

Kontrolni pregledi

Vrste kontrolnih pregleda elektro i dizel vozila su:

Petnaestodnevni pregledi P_0
Mjesečni pregledi P_1
Tromjesečni pregledi P_3
Šestomjesečni pregledi P_6
Dvanaestomjesečni pregledi P_{12}

Kriterijum za ulazak vozila u kontrolni pregled je vrijeme provedeno u eksploataciji,dozvoljeno odstupanje je ± 20 % po osnovu vremena.

Redovne opravke

Vrste redovnih opravaka elektro i dizel vozila su :

1)Srednja opravka 2)Glavna opravka.

Kriterijum za obavljanje redovne opravke vozila je rad izražen u pređenim kilometrima (Tabela 3).

Tabela 3. Pređeni kilometri vozila za upućivanje u redovnu opravku

Vrste vozila	Vrste redovnih *opravaka*	
	SO	GO
Elektro vozila	600 000	1 200 000
Dizel vozila	200 000–350 000	400 000-700 000
EMV	450 000	900 000
DMV	350 000	700 000
Manevarska vozila	200 000	400 000

Dozvoljeno odstupanje za upućivanje vozila u redovnu opravku je 15% po osnovu predjenih kilometara. Vremensko ograničenje između dvije opravke dizel i elektro vozila iznosi 5 godina

2.3.1 Vanredne opravke

Pod vanrednim opravkama vozila podrazumijeva se opravka izvršena mimo rokova predviđenih za kontrolne preglede i redovne opravke,i to:

1)Vanredne opravke manjeg obima 2)Vanredne opravke većeg obima.

3. RADNI VIJEK VOZILA

Objavom UIC 371 P određen je ekonomični radni vijek vozila, i to:

Dizel-elektro lokomotive 35 godina
Dizel motorna kola 30 godina

4. FAKTORI KOJI UTIČU NA OČUVANJE POTREBNE VRIJEDNOST VOZILA U RADNOM VIJEKU

4.1. Izbor vozila

Izbor vozila je faktor koji kroz konstrukcije u toku radnog vijeka treba da obezbijedi funkcionalnost a time i pouzdanost vozila.

4.2. Starost vozila

Fenomen starenja prisutan je kako kod čovjeka tako i kod funkcionalnih sredstava koje je čovjek stvorio. Prisustvo tog fenomena ukazuje na činjenicu da je životni (radni) vijek vozila je ograničen.

4.3. Održavanje vozila

Održavanje je kombinacija svih tehničkih i odgovarajućih administrativnih postupaka za očuvanje upotrebne vrijednosti vozila u njegovom radnom vijeku.

4.4. Eksploatacioni uslovi

Transportni rad koje vozilo izvrši u eksploataciji, predstavlja jedan od faktora naprezanja kome je ono bilo izloženo.

5. STRATEGIJA UNAPREĐENJA ODRŽAVANJA VOZILA

Stanje vozila u posmatranom periodu karakteriše veliki broj serija sa neravnomjernim učešćem u strukturi rada, te sa nedopustivim visokim stepenom imobilizacije.Takođe prosječna starost vozila veoma je visoka. Najveći broj tehničkih rješenja na vozilima je zastario što uz dugogodišnje nedovoljno ulaganje zbog uvedenih sankcija i popuštanja tehnološke discipline, dovela do visoke imobilizacije i vrlo niske pouzdanosti vozila u eksploataciji.

5.1. Nova strategija održavanja vozila

Za svaku željezničku upravu osnovni strateški ciljevi održavanja vozila su:

Stabilizacija raspoloživosti vozila
- Bezbjednost prevoza.
- Optimizacija troškova održavanja vozila.

Da bi se dostigli postavljeni ciljevi neophodna je kratkoročna i dugoročna politika koja će definisati puteve ostvarenja strateških ciljeva:
- Koncepcija održavanje je jedno od najvažnijih obilježja svake strategije.
- Tehnologija održavanja.
- Organizacija održavanja definiše odnos između pojedinih nivoa i lokacija održavanja vozila
- Podizanje nivoa i kvaliteta opravke vozila
- Racionalna organizacija korišćenja kapaciteta
- Obezbeđenje rezervnih djelova
- Program za praćenje podataka iz održavanja
- Izmjena sistema održavanja

5.1.1 Tekuće održavanje

Da bi povećali pouzdanost vozila kroz podizanje nivoa i kvaliteta tekućeg održavanja vozila, aktivnost je potrebno usmjeriti na:
- Na unifikacije vozila za održavanje
- Kapacitete je potrebno osposobiti za sprovođenje organizacije održavanja, uvođenje odgovarajuće tehnologije uz primjenu potrebne opreme a naročito za dijagnostiku sklopova i djelova.
- Racionalno održavanje omogućiće smanjenje vremena zadržavanja vozila u kontrolnom pregledu.
- Izvršenje planiranih kontrolnih pregleda potrebno je ostvariti bez odstupanja.
- Predviđanje potrebe rezervnih djelova zasniva se isključivo na potrošnji, odnosno potrošnji u predhodnom periodu.

5.1.2 Redovne opravke

U sadašnjim uslovim kada redovne (investicione) opravke obavlja remonter van željeznice primjenom " Zakona o investicionom ulaganju" izbor najpovoljnijeg remontera vrši se putem tendera. Izbor najpovoljnijeg remontera je vrlo osjetljivo pitanje, pošto od kvaliteta izvršenja redovne opravke zavisi pouzdanost vozila u eksploataciji.

Ostvarenje kvalitetnog remonta može se ostvariti primjenom industrijskog remonta vozila.

Industrijski način remonta podrazumijeva zamjenu svih sklopova i uređaja koji su van dopuštenih mera predhodno remontovanim ili zamjena novim, što omogućava minimalno zadržavanje vozila u remontu, s jedne strane i znatno kvalitetniju opremljenost kapaciteta za remont sklopova i djelova. Remonter koji je izvršio opravku vozila mora da garantuje kvalitet izvršenih radova.

5.1.3 Izrada i korišćenje računarskog programa

U okviru informacionog sistema za održavanje vozila izraditi i koristiti računarski program koji će unaprijediti održavanje:
- Podizanje nivoa i kvaliteta opravke
- Obezbeđenje kvalitetne logističke podrške
- Povezivanje tekućeg i redovnog održavanja kao i ekspolatacije u jedinstven sistem
- Obezbeđenje rezervnih djelova

5.1.4 Promjena propisa održavanja

Polazeći od osnovne postavke da " očuvanje upotrebne vrijednosti vozila u toku radnog vijeka " predstavlja osnov za utvrđivanje administrativnih mjera koje će omogućiti očuvanje kvaliteta kroz četvorodimenzionalne veličine : funkcionalnost, pouzdanost, bezbjednost i ekonomičnost.

Na osnovu predhodnog istraživanja dolazimo do činjenica da u narednom periodu primjenom Objave 371 P UIC na osnovu starosne strukture vozila imaćemo sledeću situaciju:

I grupa: vozila starije konstrukcije koja su završila radni vijek

II grupa: nova vozila i vozila koja nisu ostvarila radni vijek

Primjenom Objave 371 P UIC kojom je regulisana dužina radnog vijeka vozila potrebno je sagledati pristup na koji način i za koji period produžiti radni vijek i očuvanje upotrebne vrijednosti vozila a da se ne ugrozi bezbjednost saobraćaja.

Pristup rješavanju produženja radnog vijeka je vrlo složena i kompleksna problematika. Polazeći od četvorodimenzionalnih veličina koje se manifestuju kroz kvalitet vozila zahtijevaće da se podigne nivo i kvalitet održavanja, izmjena propisa održavanja i obima radova.

Primjenom iskustava željezničkih uprava (DB, SNCF) predlaže se izmjena ciklusa rokova i kriterijuma za izvršenje redovnih opravaka, podizanje nivoa i kvaliteta opravki koji će omogućiti da se sledećih 20 godina produži radni vijek kroz koji će se očuvati upotrebna vrijednost vozila.

5.1.4.1 Redovne opravke

Upućivanje vozila u redovne opravke :

I grupa – vozila starije konstrukcije, vršiće se prema rokovima i kriterijumima uslova u Tabeli 5, a ciklusi redovnih opravaka prema grafičkom prilogu 1.

II grupa – nova vozila i vozila koja nisu završila radni vijek vršiće se prema rokovima i kriterijumima uslova u Tabeli 6 a ciklusi redovnih opravaka prema slici 2.

Tabela 5, Rokovi kriterijumi za upućivanje vozila u redovnu opravku I grupa

Vrste vozila	Kriterijumi		
	Vremenski god)	Pređeni kilometri	Dozvoljena odstupanja u km
Električna vozila	5	600 000	10 %
EMV	5	600 000	
Dizel vozila	5	450 000	
Manevarska vozila	5	300 000	
Motorni vozovi	5	450 000	

Tabela 5, Rokovi i kriterijumi za upućivanje u redovnu opravku novih vozila i vozila koja nisu ostvarila radni vijek

Vrste vozila	Kriterijumi	
	Pređeni kilometri	Dozvoljena odstupanja u (%)
Električna vozila	800000	15
EMV	700000	
Dizel vozila	450000	
Manevarska vozila	450000	
Motorni vozovi	450000	

5.1.4.2 Kontrolni pregledi

Vrste i rokovi kontrolnih pregleda I i II grupe vozila prikazani su u Tabeli 7.

Dozvoljeno odstupanje od rokova kontrolnih pregleda: 10% za vozila I grupe, 20% za vozila II grupe po osnovu vremena.

Tabela 7 Vrste i rokovi kontrolnih pregleda

Vrste vozila	Kontrolni pregledi					
	P0	P1	P3	P6	P12	Dozvoljeno odstupanje po vremenu %
Električna vozila	+*	+	+	+	+	10 / 20
EMV	+*	+	+	+	+	20
Dizel vozila	+*	+	+	+		10 / 20
Manevar.vozila	+*	+	+	+	+	
Motorni vozovi	+	+	+	+	+	

* P0 - Kod vozila kod kojih će se produžiti radni vijek predviđen I grupom pregleda trčećeg stroja zbog bezbjednosti saobraćaja.

5.1.4.3 Obim radova

Da bi se očuvala upotrebna vrijednost vozila u radnom i produženom radnom vijeku kroz promjene ciklus, rokovi i kriterijum za izvršenje redovne opravke i kontrolni pregled, potrebno je izvršiti izmjene obima radova.

Obim radova redovne opravke je vrlo bitan segment koji treba da omogući podizanje nivoa i kvaliteta opravke. Pri izradi obima radova redovnih opravki predviditi određeni nivo tehnoloških rješenja za saniranje manje pouzdanih mjesta u tehničkom sistemu vozila, a u cilju da se poveća pouzdanost vozila u eksploataciji.

6. ZAKLJUČAK

Strateški ciljevi predloženih mjera za očuvanje upotrebne vrijednosti vozila u narednom periodu su :

1. Očuvanje upotrebne vrijednosti vozila
2. Maksimizacija i stabilnost raspoloživosti vozila.
3. Maksimizacija trajanja ekonomičnog radnog i produženog vijeka vozila.
4. Minimizacija troškova održavanja vozila

LITERATURA

[1] Predlog akcionog programa unapređenja održavanja vučnih vozila na JŽ , sveska I – VII

[2] Tehničko-ekonomski aspekti modernizacije dizel-električnih lokomotiva G-16 (JŽ 661)Dr.Prvoslav Despotović, dipl.maš.ing i Nikola Tojagić,dipl.maš.ing,

[3] Procjena potrebe za vučnim vozilima ŽTP-a ,Beograd Ljubomir Bečejac i Aleksandar Radosavljević.

[4] Deutsche Bundesban Zentralstelle Fur den Werkstattendienst, Mainz 11.1.83.''Instandhaltung der Brenukrafttrieblaahrzuqe.

[5] Pravilnik održavanja željezničkih vozila, 241

NEW STRATEGY PROPOSAL FOR MAINTENANCE OF ELECTRO AND DIESEL STOCK

Zoran SAVELJIĆ

Summary: This is an analysis of complex problems of maintenance of the Serbia and Montenegro railway stock for the period 1985-2005. The overall state has been considered through rolling stock, age and immobilisation and to-date way of preventive maintenance, as well as the factors affecting operating life. Under The Announcement UIC regulating the length of operational life of the stock in the forthcoming period, it will be used the stock that haven't completed its operational life time limit as well as the stock that has already completed its operational life. According to the Proposal of a new strategy some measures have been proposed considering the improvement of the quality of the stock maintenance which will enable protection of the usable values of the cars within the operational and extentioned period, and it will provide extension of the stock and better economic effects in the maintenance of the stock itself.

Key words: railways, motive power, maintenance, immobilization, reliability.

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ПРЕДЛОГ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА ИЗБОР ОПТИМАЛНОГ РЕМОНТЕРА ВУЧНИХ ВОЗИЛА

Марко ЂУКИЋ[1]
Срђан РУСОВ[2]

Резиме *– Избор ремонтера вучних возила представља сложен задатак. Да би се посао поверио одређеном ремонтеру, потребно је сагледати његову понуду, утврдити услове финансирања и кредитирања, размотрити могућност сарадње са домаћом привредом итд. Одредити ремонтера који ће по свим параметрима имати оптималне вредности, веома је тешко, тако да приликом одлучивања треба направити компромис између појединих параметара што захтева комплексну анализу њихових међусобних утицаја. У раду је приказан предлог методологије за одређивање оптималног ремонтера вучних возила.*

Кључне речи – ремонтна јединица, редовни ремонт, оцењивање

1. УВОД

Организација железничког саобраћаја, по објављеном реду вожње и током времена његовог важења захтева непрекидно одређени број исправних и за тај саобраћај одговарајућих возила.

Задатак одржавања је да обезбеди железничка возила у исправном стању за безбедан, уредан и економичан рад у експлоатацији.

Одржавање најчешће има превентивни карактер, при чему се радови одржавања унапред предвиђају у оквиру периодичних контролних прегледа и редовних оправки, чија се учестаност одређује експериментално зависно од времена које је возило провело у експлоатацији, броја пређених километара возила или неког другог прикладног критеријума. Значај квалитета одржавања потврђује се могућношћу продужења временског рока између појединих оправки у истим условима експлоатације.

Основни задатак технолошког процеса одржавања возила састоји се у организацији рада, која обезбеђује висок квалитет оправки, минимално време задржавања возила у оправци и минималне трошкове оправки.

Одржавање железничких вучних возила на ЖС, зависно од значаја и обима, врши се у ремонтним радионицама, радионицама депоа и на станицама, при чему су станице и радионице депоа организационе јединице железнице, а ремонтне радионице самосталне организације ван железнице које са железницом имају уговор о одржавању железничких возила.

Проблем избора оптималног ремонтера је веома сложен. Да би се посао поверио одређеном ремонтеру потребно је сагледати његову понуду, утврдити услове финансирања и кредитирања, размотрити могућности сарадње са домаћом привредом итд.

Одредити ремонтера који ће по свим параметрима имати оптималне вредности је веома тешко, тако да приликом одлучивања треба направити компромис између појединих параметара што захтева комплексну анализу њихових међусобних утицаја.

2. РЕДОВНЕ ОПРАВКЕ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВУЧНИХ ВОЗИЛА

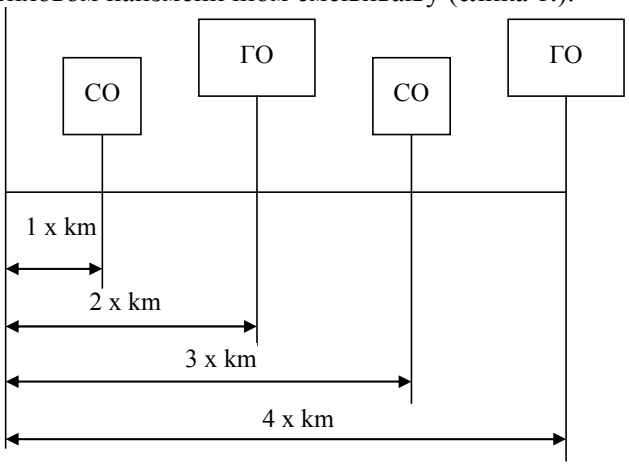
Редовне оправке (РО) чине тзв. инвестиционо одржавање када се улагањем у возило приликом оправке оно доводи у исправно техничко стање, способно за редовну експлоатацију без већих интервенција до следеће редовне оправке. Обухватају преглед, контролу и оправку свих или ограниченог броја делова, склопова, уређаја и агрегата, које подразумевају озбиљнију демонтажу дела или целог возила, према прописаном обиму радова за сваку врсту редовне оправке. Најчешће се изводе у ремонтним радионицама.

За дизел и електрична вучна возила прописане су само две врсте редовних оправки:

- средња оправка (СО) и
- главна оправка (ГО).

[1]Ђукић Марко дипл. инж., ЈП „Железнице Србије“, Немањина 6, 11000 Београд, markorail@yahoo.co.uk
[2]Проф. Др Срђан Русов, Саобраћајни Факултет, Војводе Степе 305, 11000 Београд, s.rusov@sf.bg.ac.yu

Циклус средњих и главних оправки састоји се у њиховом наизменичном смењивању (слика 1.).



Слика 1. Шематски приказ циклуса редовних оправки електричних и дизел вучних возила

Под роком редовних оправки подразумевају се пређени километри између две редовне оправке. Код сваке серије вучних возила одређује се тако да већина возила те серије може бити у експлоатацији до следеће редовне оправке без већег броја ванредних оправки. Дозвољена одступања од прописаних рокова за извршење редовних оправки, омогућавају рационалну организацију одржавања возила у зависности од расположивих капацитета и тренутних потреба за експлоатацијом дотичних возила, при чему треба водити рачуна да се применом ових одступања не угрози безбедност.

Приликом обављања редовних оправки, могу се вршити модификације и реконструкције возила.

Под модификацијом железничких возила подразумевају се измене и побољшања конструктивних елемената на возилу који не мењају основне конструктивне, техничке или експлоатационе карактеристике возила.

Под реконструкцијом железничких возила подразумевају се такве конструктивне измене на возилу које мењају основне конструктивне, техничке или експлоатационе карактеристике возила.

Основни циљ модификација и реконструкција возила је да се кроз редовне оправке доведу на виши технички ниво ради побољшања техничко-експлоатационих показатеља, ради повећања нивоа поузданости и смањења имобилизације.

3. ПРЕДЛОГ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА ИЗБОР ОПТИМАЛНОГ РЕМОНТЕРА ВУЧНИХ ВОЗИЛА

Предлог методологије за избор оптималног ремонтера вучних возила састоји се из следећих фаза:

- дефинисање критеријума за вредновање алтернатива;
- идентификација алтернатива, које у ствари представљају потенцијалне ремонтере;
- избор и примена методе за вредновање алтернатива, те њихово рангирање;
- анализа добијених резултата;
- усвајање оптималне варијанте.

За сваку од варијанти потребно је дефинисати посебне групе критеријума и тежинске коефицијенте за њихово вредновање. Која ће од варијанти бити усвојена приликом избора ремонтера зависи од бројних фактора. Потребно је сагледати све добре и лоше стране сваке од варијанти, а затим применом неке од научних метода за вредновање одредити која је најбоља.

3.1. Дефинисање критеријума

Критеријум дефинише квалитет управљања и представља меру за поређење приликом одабира најбоље варијанте. Изражава се критеријумском (циљном) функцијом која за најбољу варијанту (решење) треба да достигне глобални екстрем, с обзиром на ограничења која представљају могућност постизања циља.

Дефинисање критеријума одлучивања представља веома сложен и одговоран задатак. Критеријуми треба да објасне и одреде степен разлике између појединих алтернатива, тј. да покажу која је боља. Одређени параметри критеријума садрже више, а неки мање информација о степену разлике између две алтернативе стога њихов значај за рангирање није једнак. Зато при рангирању алтернатива треба користити већи број критеријума истовремено, при чему сваки од њих пружа делимичну информацију о степену разлике.

Предлог методологије за избор оптималног ремонтера вучних возила могао би да обухвати следеће критеријуме:

- критеријуме са аспекта примењених техничких решења код РО возила (класична РО возила, модификација возила, реконструкција возила);
- критеријуме са аспекта одржавања возила (квалитет извршене РО чији су показатељи број пређених километара до следеће РО, поузданост у раду изражена у броју дефеката по јединици растојања, као и сам квалитет уграђене опреме, гарантни рок и сл.);
- критеријуме са економског аспекта (цена коштања РО, услови кредитирања, рокови плаћања и сл.);
- критеријуме са аспекта организације саобраћаја (време имобилизације возила због РО тј. време трајања РО, време коришћења возила до следеће РО и сл.);
- критеријуме са политичког аспекта (могућност

упошљавања домаће привреде и сл.);
- критеријуме са аспекта референци извођача РО (реноме ремонтера, показатељи о досадашњој сарадњи на сличним и другим пројектима, показатељи о успешности на сличним пословима код других корисника и сл.), итд.

Релативна важност сваког критеријума може се дефинисати вредношћу одговарајућег тежинског коефицијента, који представља меру значајности појединих критеријума, а дефинише га доносилац одлуке субјективно, на основу своје структуре преференције.

У неким методама тежински коефицијенти имају одлучујући утицај на решење проблема, те се може десити да вредности додељене тежинама не обезбеђују реално решење проблема. Зато је потребно анализирати како се решење понаша у зависности од вредности тежине критеријума.

Треба имати у виду и постојање елиминационих критеријума, којим се одређују минимално и максимално прихватљиве вредности параметара појединих критеријума. Да би одређени ремонтер био узет у разматрање, потребно је да сви параметри његове понуде буду у оквиру дозвољених граница одређених елиминационим критеријумима.

Ремонтовано возило требало да задовољи следеће експлоатационе показатеље:
- број пређених километара до наредне РО, не би требао да буде мањи од броја километара предвиђених за један циклус РО уз одступање од 15 %;
- број претрчаних километара на годишњем нивоу не би требало да буде мањи од 200 000 km;
- број дефеката на милион претрчаних километара не би требало да буде већи од 40 дефеката;
- време рада возила до наредне РО од 8 година;
- расположивост, у периоду праћења до следеће РО, не би требала да буде мања од 80 %;
- у гарантном року број дефеката локомотива на 100 000 претрчаних километара не би требао бити већи од 2 дефекта, а проценат расположивости не мањи од 92 %[1].

Ове показатеље требало би да гарантују потенцијални ремонтери.

Технички гарантни рок треба да буде најмање 12 месеци од тренутка пуштања локомотиве у саобраћај. Према прописима UIC-а, за одређене делове треба испоштовати и дуже трајање гаранције. Опрема која би се уграђивала мора да буде нова и атестирана, према важећим стандардима и прописима (UIC, EN, IEC, Правилници и Упутства ЖС). У оквиру постављених захтева извођач може да понуди алтернативна решења која би допринела побољшању експлоатационих показатеља.

Код послодавца извођач треба да организује сервисну службу и обезбеди неопходну количину резервних делова за све време трајања гарантног рока локомотива.

Понуђач треба да опише сва испитивања (серијска и типска) која намерава да изврши по комплетирању, пре пуштања возила у рад, како би обезбедио да делови, склопови и агрегати, као и комплетна возила раде безбедно у пројектованим границама, сходно стандарду IEC 61133. Циљ испитивања је да се потврди остварење уговорених карактеристика и примењених техничких решења код ремонтованих локомотива.

Такође треба да одреди план рокова извршења радова главне оправке, модификације или модернизације локомотива, као и месечна у динамику испоруке локомотива. Приликом испоруке сваке локомотиве извођач би требало да достави одговарајућу техничку документацију, која би била оверена од стране послодавца.

Извођач би требало да препоручи обим и опис радова контролних прегледа и редовних оправки као и потребне резервне делове, потрошни материјал, алате и мерне инструменте за одржавање. Исто тако било би пожељно да достави и План квалитета који описује систем осигурања квалитета за радове и опрему која се испоручује, као и нормативе трошкова текућег одржавања по јединици пређеног пута у периоду гарантног рока, за радну снагу, потрошни материјал и резервне делове. У оквиру понуде потребно је предвидети и обуку особља Послодавца за руковање и одржавање локомотива.

3.2. Идентификација алтернатива

Пре самог поступка избора ремонтера, потребно је расписати конкурс и прикупити понуде потенцијалних извођача радова. У условима конкурса треба одредити које елиминационе критеријуме морају да испуњавају потенцијални ремонтери како би уопште били узети у разматрање. Да би понуде биле међусобно упоредиве потребно је да буду једнообразне, тј. да садрже исте податке, дефинисане у складу са критеријумима за вредновање алтернатива.

Прикупљене понуде треба обрадити, а добијене информације распоредити у складу са дефинисаним критеријумима за вредновање алтернатива у процесу оптимизације.

3.3. Примена метода за вредновање алтернатива

Задатак вишекритеријумског одлучивања, као научне методе, је да изабере најбоље варијанте из низа могућих или повољних варијанти у смислу

[1] према EN 50126

усвојених критеријума и датих ограничења. Најбоља варијанта представља оптимално решење оптимизационог задатка, односно компромис између жеља (критеријуми) и могућности (ограничења).

Постоје бројне методе за решавање проблема вишекритеријумског одлучивања. Могу се поделити на:

- методе без информација о преференцијама (метода доминације, MAXMIN и MAXMAX методе);
- методе са информацијама о преференцијама за критеријуме (конјуктивна и дисјунктивна метода, лексикографска метода, метода линеарног додељивања, метода једноставних адитивних тежина, метода хијерархијских адитивних тежина, TOPSIS метода, методе PROMETHEE, методе ELECTRE, метода аналитичких хијерархијских процеса – AHP и метода вишекритеријумског компромисног рангирања – VIKOR) и
- методе са информацијама о преференцијама за алтернативе (LINMAP метода, интерактивна метода једноставних адитивних тежина и вишедимензионално рангирање са идеалном тачком).

3.4. Анализа добијених резултата

Након рангирања алтернатива потребно је анализирати добијене резултате. Анализа осетљивости представља алат за проверу „ваљаности“ добијених резултата у свим проблемима вишекритеријумског рангирања. Постоје две врсте анализе осетљивости:

- параметарска, која обухвата анализу осетљивости решења на промене параметара и
- структурна анализа, која се састоји у промени броја критеријума на основу којих се рангирају алтернативе.

3.5. Усвајање оптималне варијанте

Рангирањем алтернатива уз спроведену анализу добијених решења, доносилац одлуке одлучује о томе коју ће варијанту применити, тј. коме ремонтеру ће поверити послове око извршења редовних оправки вучних возила.

4. ЗАКЉУЧАК

Избор ремонтера вучних возила представља сложен задатак. У раду је приказан предлог методологије за избор извођача редовних оправки вучних возила.

Предложени су критеријуми за вредновање алтернатива, при чему је посебна пажња посвећена експлоатационим показатељима које би ремонтовано возило требало да задовољи.

Као научна метода која се ефикасно може користити приликом доношења одлука око одређивања оптималног ремонтера предложена је вишекритеријумска анализа.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Динић Димитрије: „ВУЧА ВОЗОВА“, Завод за НИПД ЈЖ, Београд (1986).

[2] ЈЖ: „ПРАВИЛНИК 241 О ОДРЖАВАЊУ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА“, Завод за НИПД ЈЖ, Београд (1983).

[3] ЖТП „БЕОГРАД“: „ИЗМЕНЕ И ДОПУНЕ ПРАВИЛНИКА 241“, Београд (2003).

[4] ЈЖ, ЖТП „БЕОГРАД“: „ГЛАВНА ОПРАВКА, МОДИФИКАЦИЈА И МОДЕРНИЗАЦИЈА ЕЛЕКТРИЧНИХ ЛОКОМОТИВА“, свеска 3.

[5] Ковач Карло: „МЕТОДОЛОГИЈА УТВРЂИВАЊА КВАЛИТЕТА, ПОУЗДАНОСТИ И СИГУРНОСТИ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВУЧНИХ ВОЗИЛА“, Завод за НИПД ЈЖ, Београд (1987).

[6] Николић Илија, Боровић Синиша: „ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА ОПТИМИЗАЦИЈА“, ЦВШ Војске Југославије, Београд, (1996).

A METHODOLOGY PROPOSAL FOR THE CHOICE BETWEEN THE OPTIMAL OVERHAUL OF TRACTION UNITS

Marko ĐUKIĆ
Srđan RUSOV

Abstract – A choice between the repair of traction units represents a complex task. In order to commit the work to specific overhaul, it is necessary to realize its offer, establish its financing and crediting conditions, consider the possibility for cooperation with domestic economy, etc. It is very difficult to determine the overhaul that will have the optimal values according to all the parameters, so it is necessary to compromise between some parameters while making the decision which demands for a complex analysis of its mutual influences. The work shows the methodology proposal for determinig the optimal overhaul of traction units.

Key words – traction units, regular repair, overhaul, valuation

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

POTROŠNJA TOČKOVA LOKOMOTIVA SERIJE 441

Dragan B.RAJKOVIĆ[1]

Rezime *– U radu se razmatra zamena točkova kao posledica istrošenja venca jednog točka na jednom osovinskom sklopu. Razmotreno je teorijsko pravolinijsko kretanje (Klingelovo kretanje) i kretanje osovinskog sklopa sa različitim prečnicima točkova koji su van dozvoljenih tolerancija. Prikazana je zamena točkova u godinama 1996,1997 i 1998 i analizirana obrada točkova kao posledica istrošenja venca točka jednog osovinskog sklopa u Novom Sadu u periodu 1.1.2003 do 19.6.2006. Takođe su prikazani merni instrumenti koji se koriste kod merenja profila i debljine točka kao i način merenja profila točka i prečnika po krugu kotrljanja.*

Ključne reči – Lokomotive, potrošnja točkova,obrada profila točka, merenje profila točka

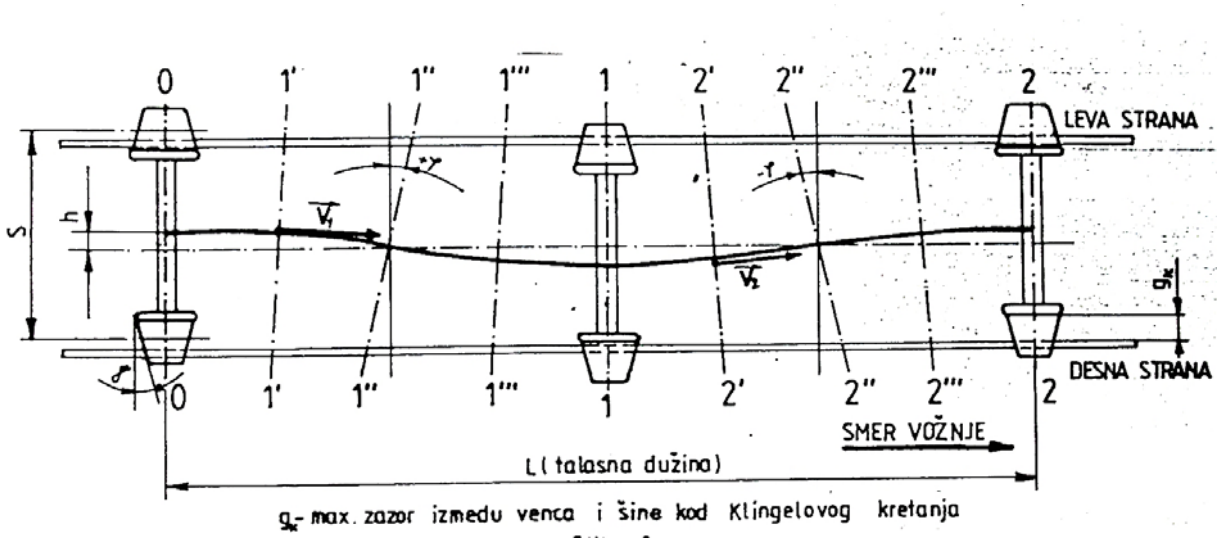
1. UVOD

Potrošnja točkova osovinskog sklopa je složena pojava sa mnogo uticajnih faktora. Ovi faktori se mogu podeliti u nekoliko grupa. U ovom radu pokušaće da se izvrši podela uticajnih faktora po redosledu koji nije utvrđen po značaju faktora za potrošnju točkova osovinskog sklopa. Materijal točka i njegove fizičke, hemijske, i tehnološke osobine svakako utiču na potrošnju toškova. Sledeći faktor je materijal šina i njegove fizičke, hemijske i tehnološke osobine, jer za kontakt koji se ostvaruje između točka i šine nije isto kakvi su materijali kada se posmatra potrošnja točkova. Kinematika kretanja točka po šini i kako se ona ostvaruje takođe je važna za potrošnju točkova. Konstrukcija osovinskog sklopa, primarnog i sekundarnog ogibljenja su važni parametri u razmatranju potrošnje točkova. Podešavanje geometrijskih mera obrtnih postolja lokomotive, period vremena između dve kontrole geometrijskih mera obrtnih postolja lokomotive, kvalitet alata i uređaja koji se koriste za merenje pri podešavanju geometrijskih mera obrtnih postolja lokomotive je važan faktor i na njega se može jako uticati promenama u tehnologiji održavanja. Merenje profila točka je individualno očitavanje veličina razlikuje se od izvršioca da izvršioca. Stanje površina kontakta točka i šine u smislu hrapavosti i podmazanosti odnosno prisustva masti ili ulja na vencu točka ili na boku glave šine. Konfiguracija pruga takođe je faktor koji utiče na potrošnju točkova bilo sa aspekta uspona i padova bilo postojanja više krivina u jednu ili drugu stranu.

2. KRETANJE OSOVINSKOG SKLOPA PO PRAVOJ PRUZI

Idealno posmatrano, osovinski sklop krećući se po pravom koloseku, treba stalno da zauzima simetričan položaj, tj. da se simetrala osovinskog sklopa nalazi u vertikalnoj ravni koja prolazi kroz osu koloseka. U praksi to nije tako jer osovinski sklop zauzima položaj koji je asimetričan u odnosu na osu koloseka, tako da mu je osa pomerena za neku veličinu Δy, ili prema desnoj ili prema levoj šini koloseka. Posledica ovoga je postojanje takozvanog sinusoidnog kretanja osovinskog sklopa, a mehanizam ovog kretanja može se objasniti poznatim kinematskim zakonitostima. Takođe se predpostavlja da su prečnici točkova po krugu kotrljanja isti. Ako se pretpostavi da je u nekom trenutku položaj osovinskog sklopa na koloseku, koji je dat na slici 1 označen kao nulti položaj i pri odabranom smeru kretanja koji je označen strelicom, osovinski sklop je bliži levoj šini za veličinu h. Kako su površine kotrljanja konične (ugao konusa je poznat po celoj površini kotrljanja jer je poznat profil točka), levi točak će se kretati po krugu čiji je prečnik veći od trenutnog kruga kotrljanja desnog točka, a samim tim će prevaljeni put levog točka biti duži. Pošto su točkovi kruto spojeni sa osovinom, levi točak će isprednjačiti u odnosu na desni točak, osovinski sklop će se zakrenuti za izvestan ugao (osa mu neće biti upravna na osu koloseka) i dospeće u položaj 1' – 1'. U tom položaju zbog zakrenutosti osovinskog sklopa, vektor brzine kretanja njegovog geomerijskog središta (V) biće usmeren prema desnoj šini. Sada će osovinski sklop početi da se približava desnoj šini, prečnik kotrljanja levog točka će se smanjivati, a prečnik kotrljanja desnog povećavati.

[1]Dragan B. Rajković, Železnice Srbije,Sektor za vuču, Novi Sad, Ložionička 7, e-mail: drrajkovic@ptt.yu



Slika 1. Prikaz kretanja osovinskog sklopa po pravom koloseku

Nastupiće momenat kada će se ti prečnici izjednačiti i u tom položaju 1" – 1" središte osovinskog sklopa će se naći u srednjoj ravni koloseka, a njegova osa će dospeti u maksimalno zakrenut položaj (za ugao $+\varphi$). Kako je u položaju 1" – 1" vektor brzine kretanja osovinskog sklopa i dalje usmeren ka desnoj šini osovinski sklop će nastaviti kretanje ka desnoj šini. U tom položaju osa osovinskog sklopa zauzeće normalan položaj u odnosu na osu koloseka, ali njegovo se kretanje nastavlja, ali pošto se sada desni točak kotrlja po krugu većeg prečnika levi točak zaostaje, osovinski sklop ponovo počinje da se zakreće suprotno od zakretanja koje je imao pri kretanju iz položaja 0 – 0 u položaj 1 – 1 i dospeva u položaj 2' – 2' . U položaju 2' – 2' vektor brzine kretanja osovinskog sklopa usmeren je ka levoj šini tako da osovinski sklop dospeva u položaj 2" – 2" u kome je oso maksimalno nagnuta (za ugao $-\varphi$). Posle ovog položaja tok kretanja nije potrebno pratiti i objašnjavati jer postaje očigledno da se pojava ponavlja. Osovinski sklop dospeva u položaj 2''' – 2''' potom u položaj 2 – 2 i tako redom, pri čemu središte osovinskog sklopa nastavlja da opisuje jednu pseudosinusoidu. Teoretsko dokazivanje ove pojave, koja je mnogostruko potvrđena, prvi je izvršio naučnik Klingel iz Karsrue-a još 1883 godine. Otuda se ovo sinusoidalno kretanje osovinskog sklopa po pravom koloseku naziva i Klingelovo kretanje.

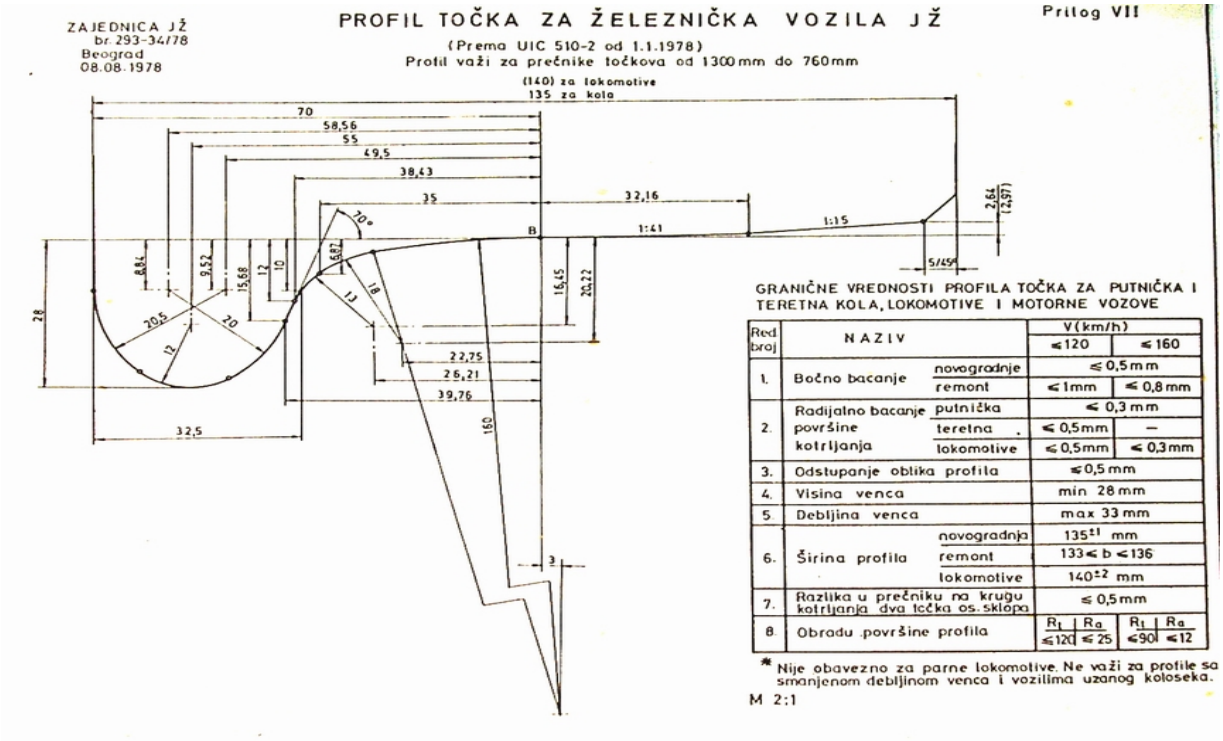
3. KRETANJE OSOVINSKOG SKLOPA NEJEDNAKIH PREČNIKA TOČKOVA

Razmatranje kretanja osovinskog sklopa na kojem se nalaze točkovi koji nisu istih prečnika vrši se zbog grešaka koje mogu da se dogode kod obrade točkova. Može se uspostaviti analogija sa Klingelovim kretanjem tako da se pojava koja se događa kada su točkovi različitog prečnika dešava do položaja osovinskog sklopa 1" – 1" ili 2" – 2". Zbog većeg prečnika jednog točka vektor brzine osovinskog sklopa biće uvek usmeren prema jednoj šini i to prema onoj na kojoj je točak manjeg prečnika. Konus profila točka ne može da poništi različitost Dozvoljena razlika prečnika točkova jednog osovinskog sklopa data je u tabeli profila točka (iznosi < 0,5 mm na prečnik točka) i ona vrlo malo utiče na Klingelovo kretanje.

4. PROFIL TOČKA ZA ŽELEZNIČKA VOZILA

Profil točka za železnička vozila na našoj mreži usvojen je 8.8.1978 godine sa izmenama od 16.11.1978 godine. Ovaj profi je usvojen prema UIC 510 – 2 od 1.1.1978 godine. Usvojeni profil se od tog vremena nije menjao. Izmene se odnose promenu vrednosti radijusa i to: radijusi R80 i R330 zamenjuju radijusima R18 i R160. Ovaj profil važi za prečnike točkova od 1300 do 760 mm. U Tabeli na slici 2 date su granične vrednosti profila točka za putnička i teretna kola, lokomotive i motorne vozove. U eksploataciji mere profila se kontrolišu specijalnim merilom (takozvano q_R merilo) kojim se mere debljina venca, visina venca i mera q_R. Pred ovih mera meri se i debljina obruča točkova ili debljina monoblok točka koje su propisane za sve vrste voznih sredstava. Ova debljina se meri pomičnim merilom sa nonijusom. Merenjem debljine obruča točka ili debljine monoblok točka meri se ustvari indirektno prečnik točka. Dvostruka vrednost izmerenog odstupanja debljine točka je vrednost odstupanja prečnik točka. Merenjem profila i debljine obruča ili monoblok točka mere se jednom mesečno i izmerene

vrednosti se upisuju u knjigu EV – 66. Kada dimenzije debljine venca, visina venca i q_R zbog trošenja točka budu van dozvoljenih mera pristupa se obradi profila točkova na strugovima koji vrše obradu bez izvezivanja osovinskih sklopova. Obradom profila točka smanjuje se debljina obruča ili monoblok točkova. Debljina obruča točka ili monoblok točka propisana je za sve serije vozila i kada ova debljina padne ispod propisane veličine pristupa se zameni obruča ili monoblok točka.



Red broj	NAZIV		V (km/h) ≤120	V (km/h) ≤160
1.	Bočno bacanje	novogradnje	≤ 0,5 mm	
		remont	≤ 1mm	≤ 0,8 mm
2.	Radijalno bacanje površine kotrljanja	putnička	≤ 0,3 mm	
		teretna	≤ 0,5mm	–
		lokomotive	≤ 0,5mm	≤ 0,3mm
3.	Odstupanje oblika profila		≤ 0,5 mm	
4.	Visina venca		min 28 mm	
5	Debljina venca		max 33 mm	
6.	Širina profila	novogradnja	$135^{\pm 1}$ mm	
		remont	133 < b < 136	
		lokomotive	$140^{\pm 2}$ mm	
7.	Razlika u prečniku na krugu kotrljanja dva točka os. sklopa		≤ 0,5 mm	
8.	Obradu površine profila		$\frac{R_t \mid R_a}{\leq 120 \mid \leq 25}$	$\frac{R_t \mid R_a}{\leq 90 \mid \leq 12}$

* Nije obavezno za parne lokomotive. Ne važi za profile sa smanjenom debljinom venca i vozilima uzanog koloseka.

Slika 2 Profil točka za železnička vozila

5. OBRADA PROFILA TOČKA

Kao što je ranije rečeno obrada profila točka vrši se kada se merenjem utvrdi da je bilo koja od propisanih veličina profila van dozvoljenih mera. Obrada se izvodi tako što se obradi točak zbog kojeg je lokomotiva došla na obradu (najmanji prečnik) a onda se ostali točkovi obrađuju na taj prečnik. Ne radi se obrada profila točkova sa međuprofilom. Ovaj način obrade nije korektan i trebalo bi propisati novi način za obradu točkova i opremiti strugove za obradu točkova sa međuprofilom kao što je dato u JŽS V1. 026 iz 1990 god. Međuprofili obruča tačka i monoblok točka - Oblik i mere. Ovim postupkom bi se produžio vek trajanja točkova.

6. MERENJE PROFILA I PREČNIKA TOČKA

Kao što je ranije rečeno merenje profila točka kod lokomotiva u eksploataciji meri se jednom mesečno kada lokomotiva ima neki od planskih pregleda. Kada se vrši obrada profila, zbog mera profila koje su van dozvoljenih tolerancija, određivanje prečnika točka vrši se na postojećem strugu po propisanom postupku. Dimenzije profila su garantivane tehnologijom obrade profila koja se vrši uređajem za kopiranje po unapred zadatom profilu. U radionicama u kojoj je strug za obradu profila, prečnik točka se meri sa uređajem koji je u sastavu struga a ne postoje merni ili kontrolni instrumenti kojim bi se proveravao prečnik točka posle obrade sa propisanom tačnošću. S obzirom da je tolerancija prečnika točkova na jednom osovinskom sklopu < 0,5 mm potrebno je da se posle obrade prekontroliše odstupanje prečnika točka na jednom osovinskom sklopu. Mada potrošnja točkova zavisi od mnogo uzroka trebalo bi različitost prečnika točkova na jednom osovinskom sklopu eliminisati kao uzrok potrošnje profila točkova.

U radionicama za održavanje lokomotiva prečnik točka meri se posredno preko debljine obruča što u startu može biti netačno zbog tolerancije (u eksploataciji) u prečniku tela točka na koje se navlači obruč. Takođe se ova debljina meri pomičnim merilom koje se zbog nepristupačnosti može postaviti tako da ne pokazuje tačnu meru.

7. ANALIZA POTROŠNJE TOČKOVA U DEPOU U NOVOM SADU

Analizom postojećih podataka o merenju profila točka (knjiga EV – 66 u depou u Novom Sadu) na

lokomotivama serije 441 obrada profila vrši se zbog smanjenja debljine venca na veličinu jednakoj ili manjoj od 25 mm ili je mera q_R manja od 6,5 mm. Smanjenje debljine se, po pravilu, pojavi na samo jednom točku osovinskog sklopa i zbog toga se obrada vrši na svim točkovima lokomotive. Iz knjige EV – 66 uzeti su podaci za 239 lokomotiva serije 441 koje su ulazile u depo u Novom Sadu u periodu 01.01.2003 do 19.06.2006 godine i iz ovog depoa su zbog loših mera profila točka poslate na obradu profila ili na zamenu točkova (13 osovinskih sklopova zbog loše mere q_R; a 226 osovinskih sklopova zbog male debljine venca jednog točka). Pregledom mera debljine venca na posmatranim osovinskim sklopovima uočene su sledeće pojave: potrošnja točkova samo jedne strane lokomotive i izraženo trošenje jednog točka jedne osovine u odnosu na ostale točkove.

Treba naglasiti da mere koje su očitane u knjizi EV – 66 i koje su razmatrane u ovoj analizi treba uzeti sa rezervom zbog načina merenja i nepostojanja uputstva za izvršioce koji vrše merenje.

8. ANALIZA ZAMENE TOČKOVA LOKOMO-TIVA SERIJE 441 U ŽTP "BEOGRAD"

Analiza koja je vršena 1999 godine za period 1996 – 1998 pokazala je da su u ovom periodu od tri godine zamenjeni obruči točkova na 76 lokomotive serije 441 i pri tome je izvršeno 334 struganja. Prosečno pređeni kilometar između dve obrade toškova bio je 40.627 kilometara između dve zamene prosečno su lokomotive pretrčale 113.077 kilometara. Ove vrednosti su jako male i prema proseku koji je osamdesetih godina iznosio 350.000 – 500.000 kilometara i manje su 3 do 5 puta. Nije vršena analiza zamene točkova poslednjih godina ali grubom procenom broj pretrčanih kilometara između dve zamene se povećao u odnosu na period 1996 -1998 godina.

9. ZAKLJUČAK

Da bi se izbegla mogućnost trošenja točkova zbog razlike prečnika točkova po krugu kotrljanja na jednom osovinskom sklopu potrebno je da se u radionicama u kojima se vrši obrada profila točkova, kako novih tako i u eksploataciji (reprofilisanje), uvede kontrola dimenzije prečnika točka po krugu kotrljanja posle obrade. Ova kontrola treba da se vrši sa mernim alatima koji imaju dovoljnu tačnost da bi se izmerilo odstupanje na prečniku 1250 mm u toleranciji manjoj od 0,5 mm (postoje proizvođači merne opreme koji proizvode merni alat koji meri prečnik po krugu kotrljanja, lako i vrlo precizno). Posle nabavke ovog mernog alata treba nastaviti praćenje potrošnje i uporediti je sa sadašnjim stanjem.

Da bi se povećalo vreme trčanja točkova (pređeni kilometar između dve obrade ili dve zamene točkova) potrebno je da se uvede obrada međuprofila točkova.

Da bi merenje profila točkova i prečnika točka (direktno ili preko debljine obruča ili monoblok točka) bilo ujednačeno u svim depoima u Železnicama Srbije treba propisati način merenja dimenzija profila točka.

LITERATURA

[1] Pravilnik JŽ – 241
[2] Uputstvo 236
[3] Dragan B. Rajković: Korišćenje bandaža i monoblok točkova na lokomotivama serije 441 ”ŽELEZNICE” Godina 48 (1992) broj 4

WHEEL CONSUMPTION IN LOCOMOTIVES 441 SERIES

Dragan B.RAJKOVIĆ, B.Sc., Mechanical Eng.

Abstract: This article discusses wheel replacement as consequence of worn flange on single wheel in one pair of wheels. Linear moving theory (Klinger's moving) and pair of wheel motion with different wheel diameter beyond permitted tolerance were considered. Changing of wheels in years 1996, 1997 and 1998 was illustrated and service of wheels as consequence of worn flange of pair of wheels in Novi Sad from 01.01.2003 to 06.19.2006 was analyzed. In addition, article describes measuring instruments used for profile and tyred wheels depth measuring as well as the way of wheel profile and rolling circle diameter dimension measuring.

Keywords: Locomotives, wheel consumption, wheel profile processing, wheel diameter measuring

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

REKONSTRUKCIJA KLIPNJAČE ŽELEZNIČKOG MOTORA MGO-V12 KAO ZAJEDNIČKA AKTIVNOST KONSTRUKTORA I ODRŽAVALACA

Svetislav Lj. MARKOVIĆ[1]
Slobodan TANASIJEVIĆ[2]
Svetislav JOVIČIĆ [3]

Rezime *– Rekonstrukcija klipnjača teškog, železničkog, dvanaesto-cilindričnog dizel motora francuskog proizvođača – tipa MGO-V12 na osnovu analize uzroka havarijskih oštećenja je tema ovoga rada. U procesu remonta otkriveno je pucanje poklopca spoja klipnjače i kolenastog vratila (velike pesnice). Analize su pokazale da inicijalne prsline nastaju između navojnih otvora. Posledice su bile razorne: pucanje klipnjače prouzrokovalo je lom zidova kućišta motora, kao i mehanička oštećenja cilindara, klipova i kolenastog vratila. Posle prihvatanja rezultata remontne dijagnostike izvršene su neke konstruktivne izmene na klipnjačama od strane francuskog proizvođača. Time su pokazane dobre strane i neophodnost saradnje između održavalaca i konstruktora. Na konkretnom primeru autori dokazuju da je rekonstrukcija zajednička aktivnost konstruktora i održavalaca.*

Ključne reči – klipnjača, železnički motor MGO-V12, rekonstrukcija.

1. UVOD

Rekonstrukcija mašinskih sistema, elemenata i delova predstavlja zajedničku aktivnost proizvođača, korisnika i održavalaca sredstava za rad. Ovu tvrdnju ćemo dokazati na konkretnom primeru: klipnjači železničkog dvanaesto-cilindričnog dizel motora MGO-V12.

2. REKONSTRUKCIJA I MODIFIKACIJA MAŠINSKIH ELEMENATA I SISTEMA

Uzroci odbacivanja pohabanih mašinskih elemenata su raznovrsni i određeni su osnovnim konstruktivno-tehnološkim, kvalitativnim i ekonomskim razlozima.

Konstruktivni faktor se karakteriše time što su granične promene dimenzija elemenata određene njihovom čvrstoćom ili konstruktivnom promenom veze (sprege). Tako, kod nekih kolenastih vratila smanjenje dimenzija (prečnika) njihovih rukavaca izvan izvesne granice (prilikom regeneracije brušenjem na remontne mere) može se pokazati nedozvoljenim. To je, pre svega, rezultat smanjenja konstruktivne čvrstoće, a može prouzrokovati i nedozvoljeno povećanje debljine polutki ležaja.

Tehnološki faktor dolazi do izražaja kada se granična promena dimenzija nekog mašinskog elementa ograničava nezadovoljavajućim korišćenjem njegovih eksplatacionih funkcija u radu sklopa ili agregata (na primer, habanje pumpnih klipova ili zupčanika ne obezbeđuje sabijanje goriva ili ulja do potrebnog pritiska).

Kvalitativni faktor postaje uzrok odbacivanja kada promena geometrijskog oblika elementa usled habanja pogoršava rad mehanizma ili mašine (na primer, habanje reznog alata na mašinama alatkama, habanje raonika pluga, vršalice kombajna…).

Ekonomski faktor preovlađuje u slučaju kada je dozvoljeno smanjenje dimenzija elemenata ograničeno smanjenjem produktivnosti mašine, povećanjem gubitka snage na trenje u mehanizmima, povećanjem rashoda toplote, povećanom potrošnjom sredstava za podmazivanje... (na primer, habanje klipnih prstenova-karika utiče na povećanje potrošnje

[1] Dr Svetislav Lj. Marković, profesor, Viša tehnička škola Čačak, Svetog Save 65, 32000 Čačak, Srbija, E-mail: svetom@ptt.yu.
[2] Prof. dr Slobodan Tanasijević, redovni profesor Mašinskog fakulteta Univerziteta u Kragujevcu, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac, Srbija, E-mail: irmes2004@kg.ac.yu.
[3] Prof. dr Svetislav Jovičić, redovni profesor Mašinskog fakulteta Univerziteta u Kragujevcu, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac, Srbija, E-mail: jsveta@kg.ac.yu.

ulja za podmazivanje motora SUS).

Po isteku obaveze za snabdevanjem rezervnim delovima korisniku stoje na raspolaganju samo dve osnovne mogućnosti i to:

- isključiti mašinski sistem iz dalje eksploatacije i
- izvršiti modifikaciju postojećih kritičnih rešenja ili izvesti kompletnu rekonstrukciju mašinskog sistema.

Isključivanje nekog mašinskog sistema iz eksploatacije je ekonomski potpuno neopravdano, jer više od 70% njegovih sastavnih elemenata ima vek trajanja koji je višestruko veći od garantovanog perioda za snabdevanje rezervnim delovima.

Modifikovanje se odnosi na prilagođavanje mašinskih sistema za korišćenje rezervnih delova savremenih karakteristika.

U okviru rekonstrukcije izvodi se zamena čitavih podsklopova, agregata i mašinskih sistema sa rešenjima koja predstavljaju aktuelni nivo razvoja tehnike. Tako se umesto mehaničkog stezanja uvodi pneumatsko ili hidrauličko, zupčasti prenosnik se zamenjuje elektromotorom sa kontinualnom regulacijom, mehanički elementi (bregovi, spojnice, podizači, zupčaste letve i zupčanici) za izvođenje logičkog toka procesa zamenjuju se hidrauličnim i pneumatskim elementima upravljanim programabilnim logičkim kontrolerom (PLC)...

Na ovaj način se, u veoma značajnoj meri, mogu poboljšati eksploatacione karakteristike mašinskih sistema, ali se može i obezbediti znatno širi spektar oblasti korišćenja istih.

Cilj rekonstrukcije je da se spreči pojava određenih otkaza, odnosno da se njihov nastanak što više uspori. Rekonstrukcija mašinskih sistema se može predložiti na bazi iskustva i rezultata istraživanja pouzdanosti celokupnog sistema i pojedinih njegovih elemenata. Unapređenje konstrukcije mašinskih sistema se može postići promenom materijala izrade, izmenom i poboljšanjem nekih konstruktivnih rešenja (na primer, ugradnjom zaštitnika od prljanja, od dejstva visokih temperatura...), krupnijim izmenama u konstrukciji celokupnog sistema (ugradnja ležajeva veće nosivosti, primena zupčanika većeg modula...), poboljšanjima u tehnologiji izrade delova mašinskih sistema, korekcijama u načinu eksploatacije mašina i na druge načine.

3. REKONSTRUKCIJA KLIPNJAČE MOTORA MGO-V12

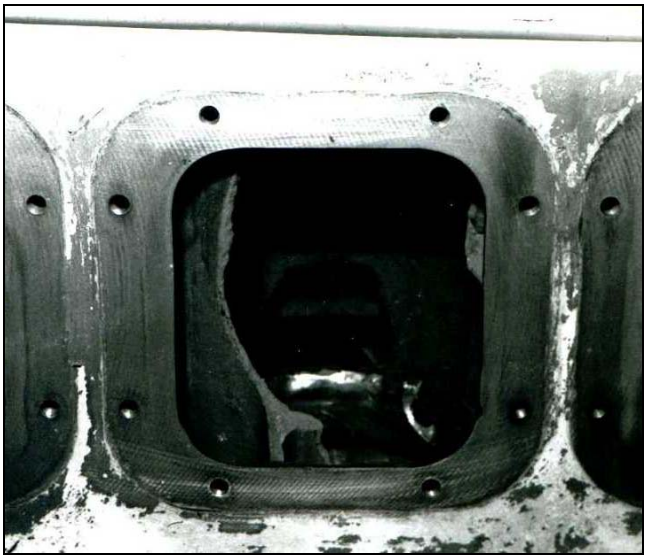
Železnički, dizel motor MGO-V12 ima dvanaest cilindara u "V" rasporedu. Snaga ovog motora je 680 kW. U ovakvom motoru postoji po šest glavnih i pomoćnih klipnjača (slika 1). Klipnjače su izrađene od termički obrađenog legiranog čelika. Pomoćne klipnjače se vezuju za poklopce velikih pesnica glavnih klipnjača pomoću osovinica. Veza između glavne klipnjače i poklopca velike pesnice ostvarivana je pomoću dva zavrtnja sa navrtkama, sa donje strane, i dva zavrtnja M16 uvrtana u poklopac, sa gornje strane (slika 2).

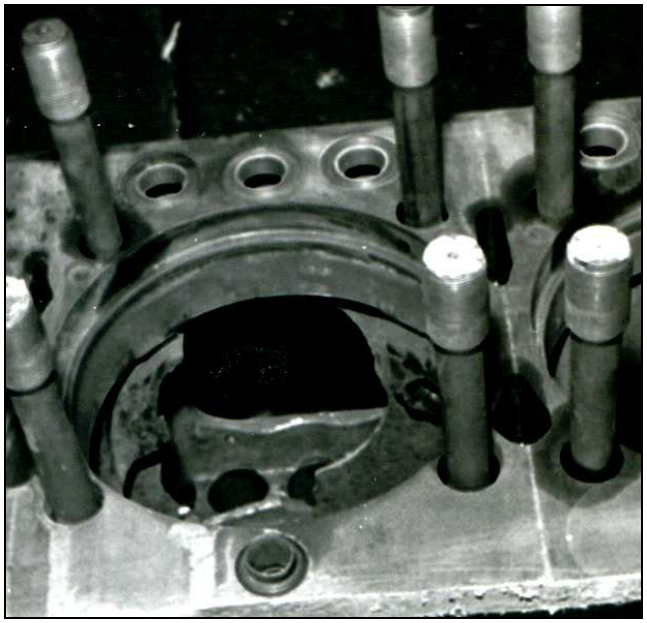
Slika 1. Izgled klipnjače železničkog motora MGO-V12

Slika 2. Izgled velike pesnice klipnjače železničkog motora MGO-V12 pre rekonstrukcije

Pri generalnom remontu motora MGO-V12, koji

su izbačeni iz eksploatacije, uočeno je, između ostalog, pucanje poklopca klipnjače. Analize dijagnostičkih rezultata su pokazale da se inicijalna prslina prostirala između navojnih otvora u poklopcu velike pesnice. Posledice pucanja klipnjače su razorne: lom zidova kućišta motora (slika 3) i mehanička oštećenja cilindara, klipova i kolenastog vratila.





Slika 3. Odlomljeni delovi zidova kućišta (bloka) motora MGO-V12 usled pucanja klipnjača

Prihvatajući rezultate remontne dijagnostike naših stručnjaka, francuski proizvođač je izvršio rekonstrukciju klipnjače železničkog motora MGO-V12. Tako se nove, rekonstruisane klipnjače izrađuju sa produženom gornjom stranom velike pesnice. Na njoj se sada nalaze četiri zavrtnja M16, raspoređena u dva reda po dva (slika 4).

Slika 4. Izgled velike pesnice klipnjače železničkog motora MGO-V12 posle rekonstrukcije

Naravno, pomenuta rekonstrukcija je dala željeni rezultat: na remont u domaće remontno preduzeće više nisu dolazili železnički motori MGO-V12 sa polomljenim klipnjačama.

4. ZAKLJUČAK

Ovaj rad predstavlja očigledan, i vrlo ilustrativan, primer neophodnosti razmene iskustava i saradnje između korisnika, održavalaca i proizvođača mašinskih sistema u cilju postizanja veće bezbednosti, sigurnosti i pouzdanosti u radu.

LITERATURA

[1] Marković Svetislav Lj., Josifović Danica: "Konstruktivne izmene na klipnjačama železničkog motora bazirane na rezultatima remontne dijagnostike", Zbornik radova sa 10. međunarodnog naučnog simpozijuma "Motorna vozila i motori MVM '98", Kragujevac, 5÷7. oktobar 1998, str. 369÷372, 1998.

[2] Marković Svetislav Lj.: „Održavanje mašina i opreme“, Viša tehnička škola, Čačak, 2006.
[3] Tanasijević, Slobodan: “Tribološki ispravno konstruisanje”, monografija, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2004.
[4] “Uputstvo za glavnu opravku dizel motora MGO”, Zajednica jugoslovenskih železnica, Beograd, 1963.

RECONSTRUCTION OF CONNECTING ROD RAILWAY COMBUSTION ENGINE MGO-V12 THE ACTIVITY FOR BOTH CONSTRUCTORS AND MAINTAINERS

Svetislav Lj. MARKOVIĆ
Slobodan TANASIJEVIĆ
Svetislav JOVIČIĆ

Abstract – The topic of this paper is a reconstruction of a connecting rod. Especially is analyzed the connecting rod of the hard railway twelve-cylinders diesel engine from French producer – type MGO-V12. In repairing procedure a crack of the joint cover was discovered between the connecting rod and crankshaft. The analyses have shown that the initial cracks appeared between the screw holes. Consequences were destructive: cracking of the connecting rod caused fracture of the engine body walls and also the mechanical damages of the cylinders, pistons and crankshaft. After the acceptation of the results of the repair diagnostics some of the constructive changes were done on the connecting rods by the producer. Having this obvious example, the authors have shown that the reconstruction is the activity for both constructors and maintainers.

Key words – connecting rod, railway combustion engine MGO-V12, reconstruction.

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

REPARATURA CILINDARSKIH GLAVA LOKOMOTIVSKIH DIZEL MOTORA

Boban CVETANOVIĆ[1]
Anica MILOŠEVIĆ[2]

Rezime *– Veliki broj cilindarskih glava dizel motora koji su ugrađeni na lokomotivama bivaju izbačene iz upotrebe nakon pojave prslina. S obzirom na cenu novih cilindarskih glava, čini se da nije u potpunosti sagledana mogućnost njihove reparature tj. nalaženje postupka koji bi zadovoljio i funkcionalno i ekonomski. To znači da bi reparirana glava u potpunosti zadržala svoju funkciju kao i pre popravke, a da sam postupak popravke košta manje nego nova glava. U ovom radu se prikazuju mogućnosti primene neke od reparaturnih tehnologija pri popravci ovih glava.*

Ključne reči – Dizel motor, Cilindarska glava, Reparatura, Metalok

1. UVOD

Tokom eksploatacije svi važniji delovi železničkih vozila izloženi su velikim dinamičkim opterećenjima pri čemu obično trpe kombinaciju nekoliko naprezanja, a javljaju se i iznenadni udari i habanja usled trenja. Kod određenog broja delova naročito je bitan uticaj termičkih naprezanja usled visokih radnih temperatura. Pod dejstvom svih ovih faktora dolazi do pojačanog trošenja i oštećenja delova iako su dobro konstruisani. To znači da se pravilnim izborom materijala i dimenzija elemenata ne može uvek sprečiti pojava oštećenja i otkaza.

Jedan od velikih problema koji se javlja tokom rada snažnih dizel motora koji se ugrađuju na lokomotivama jeste pojava prslina na cilindarskim glavama (slika 1).

Slika 1. Izgled prsline

One se po pravilu javljaju na čelu glave, u zonama između samih ventilskih otvora ili između otvora za brizgaljku i otvora za ventile, a čest slučaj je i pojava prsline na samom ventilskom sedištu.

Najveća opasnost nakon pojave prsline jeste mogućnost curenja vode za hlađenje u kompresioni prostor i tzv. vodeni udar, čime se izaziva velika šteta na celom motoru.

Iskustveni podaci pokazuju da je teško predvideti vreme pojavljivanja prslina. Cilindarske glave, kao sastavni deo motora, trpe visoke temperature i pritiske u toku rada, a ventilski otvori i otvor za brizgaljku na glavi su najkritičnija mesta, jer su ona izložena najvećim naprezanjima. S obzirom na složene procese koji se odvijaju u cilindarskoj glavi i na njenu vrlo složenu konstrukciju ne može se reći da postoji samo jedan uzrok nastajanja prslina, ali najčešći je preveliko termičko naprezanje. Prslina nastaje kada temperatura cilindarske glave poraste preko predviđenih granica, što znači da motor nikako ne sme u toku rada ostati bez vode za hlađenje (preporučena temperatura vode je 70 °C do 82 °C).

Pojava prsline, međutim, ne znači da glava postaje neupotrebljiva i da mora biti zamenjena novom, s obzirom na visoku cenu glave i na to da su reparaturne tehnologije dosta napredovale. Reparatura u principu uključuje dozu rizika i mogu je vršiti samo stručna i za to ovlašćena i obučena lica sa odgovarajućom opremom.Ovaj posao kada se korektno uradi košta manje nego da se deo zameni novim. Podaci govore da se danas u svetu 90% poslova u vezi sa reparaturom cilindarskih glava odnosi na motore za putničke automobile, dok se ostale glave ređe rade i sa mnogo teškoća. Razlog leži u specifičnostima cilindarskih glava dizel motora velikih snaga kako u konstrukciji i veličini tako i materijalu od koga su izrađene. S obzirom da se, obično, ove glave izrađuju od modificiranog sivog liva svi postupci reparature, u

[1] Boban CVETANOVIĆ, dipl. inž. maš, Viša tehnička škola, A. Medvedeva 20, Niš, bolec@bankerinter.net
[2] mr Anica MILOŠEVIĆ, Viša tehnička škola, A. Medvedeva 20, Niš, anica_milosevic@yahoo.com

daljem izlaganju, odnosiće se na ovaj materijal.

2. POSTUPCI REPARATURE CILINDARSKIH GLAVA

Generalno postupke koji se mogu koristiti u reparaturi cilindarskih glava od sivog liva možemo podeliti u dve grupe:

- Postupci toplog spajanja prsline;
- Postupci hladnog spajanja prsline.

Pod postupcima toplog spajanja podrazumevaju se različite metode zavarivanja, a pod hladnim spajanjem popravke uz pomoć specijalnih elemenata za vezu tzv. metalok postupak.

Sivi liv je relativno teško spojiti klasičnim postupcima zavarivanja zbog loše zavarljivosti. Takođe, pri zavarivanju je, obično, potrebno pregrevati komad pre zavarivanja do visokih temperatura, a zatim ga postepeno hladiti što može dovesti do novih opterećenja dela zbog zaostalih napona. S obzirom na izuzetno složenu konstrukciju cilindarskih glava sa zidovima različitih debljina javlja se problem bržeg zagrevanja odnosno hlađenja pojedinih delova glave što može da utiče na nejednaku strukturu materijala glave. U zavisnosti od izabranog postupka zavarivanja proces može potrajati od nekoliko sati do čitavog dana, a samo zavarivanje cilindarskih glava od sivog liva zahteva veliku umešnost samog zavarivača. Reparatura zavarivanjem zahteva i relativno veliku opremu (specijalne elektrode, opremu za zavarivanje, peći za postepeno zagrevanje i za naknadno hlađenje). S druge strane, zavarivanje vraća celovitost strukture i omogućava da se popune prsline i otvori, čak i da se promeni oblik komada.

Reparatura na hladno obično se vrši na licu mesta sa velikim uštedama u vremenu i demontaži. Elementi spajanja apsorbuju napone i vrše rasterećenje sa kritičnih tačaka, a takođe obezbeđuju i nizak koeficijent širenja u odnosu na osnovni materijal.

2.1. Postupci toplog spajanja

Pod toplim postupcima podrazumevaju se različite varijante reparaturnog zavarivanja. A reparaturno zavarivanje pored klasičnog zavarivanja (primenjuje se u spajanju razdvojenih površina sivog liva ili spajanju sivog liva sa čelikom) predstavlja i navarivanje (primenjuje se pri oblikovanju nedostajućeg dela ili pri popravci dela zbog pojave prslina).

Osnovni problem pri reparaturi glava zavarivanjem je nedovoljna plastičnost sivog liva. Ovaj materijal ne podnosi nikakve plastične deformacije, pa ni unutrašnje napone koji se javljaju za vreme zagrevanja i hlađenja prilikom zavarivanja. Ukoliko se za vreme zavarivanja ne preduzmu specijalne mere, u prelaznoj zoni dolazi do stvaranja tvrde strukture, što je svakako nepoželjno. Brižljivim izvođenjem zavarivanja i pravilnim izborom dodatnog materijala moguće je širinu kritične, otvrdnute, zone svesti na neizbežni minimum.

Postoje dve osnovna koncepta tehnologije zavarivanja (navarivanja) delova od sivog liva:

- Zavarivanje kod srodnog metala šava, u praksi poznato kao "toplo" zavarivanje;
- Zavarivanje kod nesrodnog metala šava, u praksi poznato kao "hladno" zavarivanje.

Zavarivanje kod srodnog metala šava podrazumeva korišćenje dodatnog materijala od sivog liva koji omogućava da zavareni spoj ima osobine bliske ili jednake osnovnom materijalu (čvrstoća, nepropusnost, obradivost, toplotna provodljivost, prigušenje vibracija, ista obojenost, kao i približno iste strukturne osobine po čitavom preseku zavarenog spoja.

Tehnika zavarivanja "na toplo" je pre desetak godina bila jedina tehnika zavarivanja sivog liva. Ovaj postupak se još naziva i vrelo zavarivanje i zahteva predgrevanje komada kako bi se smanjio termalni šok i metal "opustio" da ne bi došlo do deformisanja kada se plamenik prinese odlivku. Ova vrsta zavarivanja zahteva obavezno visokotemperaturno predgrevanje odlivka u celini ili lokalno. U većini slučajeva dovoljno je zagrevanje do vrednosti $T_v=400\div550^oC\pm100^oC$. Za složene predmete (kao što su cilindarske glave velikih dizel motora) temperaturu predgrevanja treba povećavati do tamno-crvenog usijanja (oko 700^oC). Kontrola toplote predgrevanja je vrlo bitna. To znači da se glava ne može jednostavno zagrejati do zahtevane temperature već se to radi postepeno kako bi se toplota širila po celoj glavi odozdo. Maksimalna brzina zagrevanja do temperature predgrevanja kreće se u rasponu od $100^oC/h$ do $200^oC/h$ u zavisnosti od kvaliteta i dimenzija radnog komada. Temperatura odlivka za vreme zavarivanja (radna temperatura) treba da iznosi $T_z=T_v\pm50^oC$ i ne sme biti niža od 450^oC. Nakon zavarivanja vrši se dogrevanje do 550^oC, a zatim postepeno hlađenje i to brzinom od $40^oC/h$. Na taj način, čitav ciklus reparature cilindarske glave može trajati i više od trideset sati. Postupak zavarivanja može biti gasni ili elektrolučni. Kao dodatni materijal koriste se šipke od sivog liva (gasno zavarivanje) ili elektrode od sivog liva (elektrolučno zavarivanje), a kao izvor toplote za gasno zavarivanje najčešće se koristi kiseoničko-acetilenski plamen, neutralnim ili blago reduktivan tj. tek nešto više acetilena od kiseonika ($O_2:C_2H_2=1:1,1$). Nakon zavarivanja tj. popunjavanja prsline sledi lagano hlađenje u peći ili u azbestnim oblogama odnosno u vrućem pesku.

Zavarivanje kod nesrodnog metala šava podrazumeva korišćenje dodatnih materijala za zavarivanje od metala i legura različitih od osnovnog materijala. Ova vrsta zavarivanja obavlja se bez predgrevanja ili na temperaturama predgrevanja

T_v=+5°C do max 300°C. Radna temperatura zavarivanja (T_z) kada se ne primenjuje predgrevanje je do 100°C, a kada se primenjuje predgrevanje na temperaturama iznad 100°C. U tom slučaju je radna temperatura identična sa temperaturom predgrevanja (T_z=T_v). Hlađenje posle zavarivanja je na mirnom vazduhu. Zavarivanje na hladno izvodi se ručnim elektrolučnim postupkom sa obloženim elektrodama. Najbolju kombinaciju tehnoloških osobina i obradivosti šava postiže se zavarivanjem elektrodama tipa Ni, NiFe i Fe. Ovu vrstu zavarivanja treba vršiti obazrivo i kontrolisano tako da naponi u materijalu (koji mogu izazvati nove prsline) budu svedeni na minimum.

Postupak obezbeđuje očuvanje oblika i mera i primenu kod velikih delova, pa je dominantno rešenje u popravci livenih delova zavarivanjem. Tehnika izvođenja zavarivanja usmerena je na sprečavanje nastanka znatnih naponskih stanja usled zavarivanja, odnosno na sprečavanje nastanka prslina.

Kod svih postupaka zavarivanja najvažnija je sama priprema. Iskusni zavarivači kažu da uspešno zavarivanje čini 95% priprema i 5% samo zavarivanje.

Zavarivanje se, u zavisnosti od veličine i broja prslina, može izvesti lokalno ili kompletno u kritičnom području (slika 2).

Slika 2. Reparirana cilindarska glava toplim postupkom

Nakon izvršenog zavarivanja vrši se mašinska obrada i glava dovodi na potrebne dimenzije.

2.2. Postupci hladnog spajanja

U svetu se za hladne postupke popravke delova obično koristi naziv *"metal stitching"* (kopčanje ili zašivanje), a kod nas metalok postupak. Pod ovim se podrazumevaju sve metode za reparaturu prslina i spajanje polomljenih delova bez korišćenja toplote.

Spajanje na hladno je do početka devedesetih godina prošlog veka imalo nekoliko bitnih ograničenja kao što su sporo instaliranje elemenata za spajanje, veliku završnu obradu kao i nepoznanice u vezi sa dubinom instaliranja elemenata. Takođe, elementi su širili prskotine i pritisak tako da spojevi često nisu bili zadovoljavajući. Danas se korišćenjem specijalnih elemenata izbegavaju ovi problemi.

Postupak predstavlja mehaničko popravljanje tj. zatvaranje prslina i osiguranje od daljeg širenja. Postupak hladnog spajanja vrši se bez unošenja toplote, a to znači bez stvaranja unutrašnjih napona i u većini slučajeva bez naknadne mašinske obrade. Elementi za spajanje se utiskuju u odgovarajuće otvore, čime se postiže stvaranje nove mehaničke celine i garancija nepropustivosti popravljene pukotine. Metalok elementi su izrađeni od specijalnog materijala koji ima takve karakteristike da uz pravilnu ugradnju garantuju čvrst i nepropustan spoj. Dešava se da je novi kvalitet spoja nakon popravke bolji nego na početku eksploatacije, jer elementi spoja koji se ugrađuju, u odnosu na osnovni materijal, imaju mnogo veću tvrdoću, zateznu čvrstoću, dinamičku čvrstoću, postojanost na visokoj temperaturi i otpornost na agresivne materije. Ovim postupkom se uspešno saniraju polomljeni ili naprsli delovi mašina, čija je debljina zidova od 6 do 250mm kao i predmeti izloženi temperaturnim naprezanjima.

Prednost ovog postupka je što se njegovom primenom ne izazivaju strukturne promene u zoni spoja, što nije slučaj sa bilo kojim od toplih postupaka koji bi se primenio.

Pri metalnom spajanju možemo govoriti o dve grupe elemenata koje se koriste: ključevi *(locks)* i zavrtnji *(pins)*. Ovi elementi se izrađuju u različitim veličinama i tipovima. Elementi mogu međusobno da se kombinuju u zavisnosti od potrebe ili željene sigurnosti spoja. To je ustvari i najbolja varijanta jer se na taj način osim samog spajanja ostvaruje i nepropusnost. Pored njih koriste se i nestandardni elementi, takozvane masterlok ploče.

Ključevi su izrađeni od specijalnog tzv. invar čelika u čijem se sastavu nalazi 36% nikla. Dobre osobine ovog čelika su visoka čvrstoća, mali koeficijent linearnog širenja i visoka koroziona postojanost. Ključevi su formirani u obliku produžene osmice ili više spojenih cilindara. Osnovna funkcija im je da prenosu opterećenje kojim je izložen reparirani element. Ugrađuju se poprečno na prslinu i imaju zadatak da je stabilizuju i spreče njeno dalje širenje. Izrađuju se u različitim dimenzijama, a preporuka proizvođača je da se koristi najveći mogući, jer oni poseduju i bolje mehaničke karakteristike. Ograničenje o kojem se mora voditi računa je da se ključevi mogu ugraditi maksimalno do dubine od 80% debljine materijala koji se reparira.

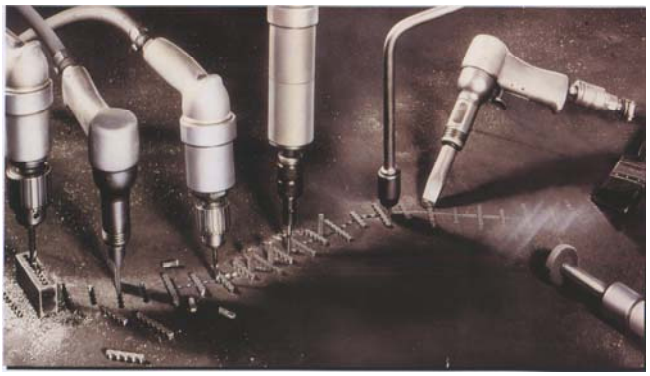
Druga velika grupa elemenata za spajanje jesu zavrtnji, a sam postupak spajanja naziva se pining ili pinovanje. Postupak je brz, pouzdan i jeftin pa zato ima široku primenu. Zavrtnji se izrađuju se u više raličitih dimenzija (i što se tiče prečnika i dužine navoja) i od različitih materijala (čelik, aluminijum, liveno gvožđe).

Ploče se koriste u slučajevima većih dinamičkih opterećenja, kao i tamo gde je potrebno postići veliku krutost spoja.

Sam postupak hladnog spajanja izvodi se u nekoliko faza. Nakon što je locirana prslina pristupa se čišćenju površine, a nakon toga se buše rupe i to normalno na liniju puknuća u određenim intervalima i na određenoj dužini. Kada su rupe izbušene, prosec se prostor za vratove ključeva (takozvano gnezdo).

Sledeći korak je utiskivanje i raskivanje ključeva. Raskivanje ključeva je važan zahvat jer od toga zavisi pouzdanost spoja. Dobro raskovan ključ je mehanički čvrst spoj sa osnovnim materijalom. Nakon ugradnje ključeva pristupa se izradi navojnih rupa i uvrtanju zavrtnja. Navojne rupe se prave na takvom rastojanju da svaki zavrtanj zagriza u sledeći, čime je obezbeđena nepropusnost spoja.

Po završetku ugradnje, spoj se prebrusi u ravni osnovnog materijala i prema potrebi zaštiti nekim od zaštitnih premaza, tako da se praktično ne vidi. Ceo postupak spajanja sa neophodnim alatom dat je na slici 3.



Slika 3. Postupak hladnog spajanja

Kombinacija ključeva i zavrtnja je neophodna kada se, osim mehaničkog zatvaranja prsline, traži i nepropusnost spoja što je slučaj sa prslinama na cilindarskim glavama. U tom slučaju ključevi se postavljaju normalno na prslinu, a zavrtnji u pravcu same prsline kao na slici 4.

Slika 4. Reparirana cilindarska glava hladnim postupkom

Bez obzira na izabrani postupak reparature (toplo ili hladno) nakon izvršene popravke vrši se provera nepropusnosti spoja na pritisku od 6 bara do 7 bara u mlakoj vodi (71^{o}C). Ukoliko se glava pokaže kao neispravna (pojava mehurića u vodi) ceo postupak reparature se ponavlja ili se glava odbacuje.

3. ZAKLJUČAK

Iskustveni podaci govore da se danas i dalje oko 80% popravki pokušava izvesti postupcima toplog spajanja. Razlog tome je nepoznavanje, pa i nepoverenje u tehnologije spajanja na hladno.

Reparaturni postupci hladnog spajanja prsline su novijeg datuma i do skoro se uopšte nisu pominjali pri popravci cilindarskih glava, naročito onih za snažne dizel motore. Ipak podatak da je jedan od vodećih proizvođača snažnih dizel motora General Motors odobrio reparaturu cilindarskih glava postupcima hladnog spajanja govori da su ti postupci možda i budućnost u reparaturi.

LITERATURA

[1] V. Ćulafić: "Uvod u mehaniku loma", Mašinski fakultet Podgorica, 1999.
[2] M. Smiljanjić i M. Antić: "Zavarivanje sivog liva u održavanju opreme", Društvo za unapređivanje zavarivanja u Srbiji, Beograd, 1997.
[3] www.metalockint.org.uk
[4] www.ici.co.yu

REPARATION OF CYLINDER HEADS OF LOCOMOTIVES DIESEL ENGINES

Boban CVETANOVIĆ
Anica MILOŠEVIĆ

Abstract – A large number of cylinder heads of diesel engines that had been built in locomotives were put aside from the usage after the appearance of fractures. With respect to the prices of new cylinder heads it seams that the possibility of their reparation is not taken into account to the full, i.e. the finding of a process to repair, in a functional and economical way, cylinder heads that keeps their functionality like as before the service. In this paper possibilities of applying some of reparation technologies for cylinder heads were discussed.

Key words – Diesel Engine, Cylinder Head, Reparation, Metalok

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

OPTIMIZACIJA C-SPOJNICE ZA ŽELEZNIČKE ŠINE PRIMENOM METODE KONAČNIH ELEMENATA

Srđan MLADENOVIĆ [1]
Bojan RANČIĆ[2]
Saša RANĐELOVIĆ [3]
Peđa MILOSAVLJEVIĆ[4]

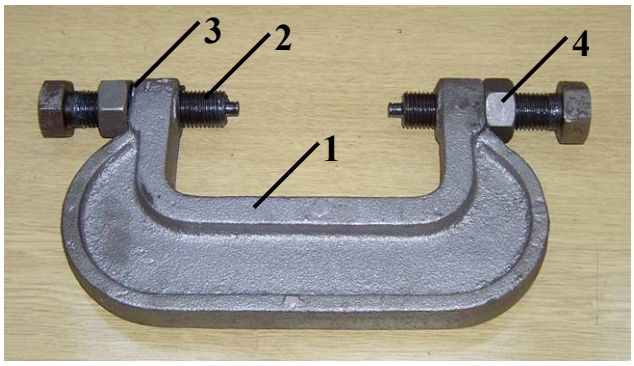
Rezime – U fabrici "MIN" Svrljig je razvijen novi proizvod (C-spojnica) za lakšu montažu železničkih šina. C-spojnica prvenstveno ima zadatak da fiksira železničke šine prilikom njihovog spajanja i da služi kao trajna sigurnosna veza. Ranije se C-spojnica izrađivala kovanjem, a sada je radi smanjenja troškova urađena livenjem od čelika Č.0561. Zbog složenog oblika i određivanja kritičnih mesta na C-spojnici urađena je analiza MKE u programu CosmosWorks. Analiza je urađena za postojeću spojnicu, kao i za dve modifikacije oblika rebra za ukrućenje. U radu su prikazani rezultati analize MKE, a na osnovu njih je data i optimizacija postojećeg rešenja C-spojnice sa određenim modifikacijama.

Ključne reči – železnička šina, C-spojnica, MKE

1. UVOD

C-spojnica za železničke šine je jedan od osnovnih, a i najbitnih elemenata u sklopu držača vezice koji se proizvodi u MIN ″Svrljig″ iz Svrljiga. Sklop držač vezice (slika 1) sastoji se od:

1. C-spojnice (poz. 1);
2. Dva vijka M27x130 (poz. 2);
3. Dve elastične podloške (poz. 3);
4. Dve navrtke M27 (poz. 4).

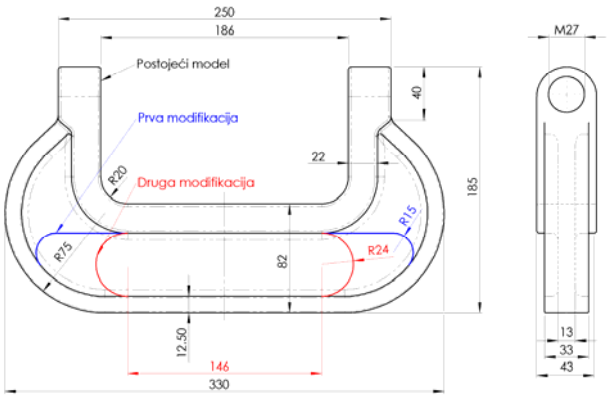


Slika 1

Teorijska provera radnih karakteristika sklopa držača vezice (veza između momenta pritezanja i sile pritezanja, nosivost spojnice, otvaranje spojnice) izvršeno je na Katedri za proizvodno-informacione tehnologije i menadžment Mašinskog fakulteta u Nišu na osnovu tehničke dokumentacije proizvođača.

1.1. Izgled postojeće C-spojnice

C-spojnica je izrađena livenjem od čelika Č.0561. Mehaničkim ispitivanjima određena je zatezna čvrstoća od R_m = 520 N/mm^2. Projektovanje 3D modela C-spojnice je urađeno u programu ″SolidWorks″, a tehnički crtež je prikazan na slici 2.



Slika 2

Na osnovu izgleda i dejstva opterećenja preko navoja (momentom pritezanja), predviđa se da je

[1] Srđan Mladenović, saradnik-istraživač, Mašinski fakultet Niš, A. Medvedeva 14, maki@masfak.ni.ac.yu
[2] dr Bojan Rančić, vanredni profesor, Mašinski fakultet Niš, A. Medvedeva 14, bojanr@masfak.ni.ac.yu
[3] mr Saša Ranđelović, asistent, Mašinski fakultet Niš, A. Medvedeva 14, sassa@masfak.ni.ac.yu
[4] dr Peđa Milosavljević, docent, Mašinski fakultet Niš, A. Medvedeva 14, pedja@masfak.ni.ac.yu

kritični deo u dnu radijusa R20. Radi povećanja krutosti, kao i sprečavanja deformisanja "otvaranja" C-spojnice projektovana su još dva modela, sa određenim geometrijskim modifikacijama koja su takođe prikazana na slici 2. Promena od postojećeg modela je samo u obliku kanala za olakšavanje, što je prikazano različitim bojama na crtežu.

2. MODELIRANJE C-SPOJNICE METODOM KONAČNIH ELEMENATA (MKE)

Metod konačnih elemenata (MKE) je, kao najrazvijeniji i skoro potpuno tačan, najčešće primenjivan postupak za analizu struktura u mašinstvu. Upotreba ovog metoda omogućava proračun svih bitnih veličina za funkcionalnost određene mašinske strukture. Teoretske osnove metoda konačnih elemenata su postavljene pedesetih godina, ali u praktičnu primenu ulazi sa intenzivnijom primenom računara. Nastao je iz potrebe za izračunavanjem napona i deformacija, a sa razvojem samog metoda povećavao se i broj veličina koje se mogu izračunati u okviru statičke, dinamičke, termičke, elektro-magnetne analize itd.

Što se tiče opravdanosti upotrebe MKE, ako se pođe od činjenice da je kod struktura složenih oblika skoro nemoguće na klasičan način izračunati željene veličine ili ih je nemoguće izračunati sa zadovoljavajućom tačnošću, opravdanost upotrebe MKE se ne dovodi u pitanje. S obzirom na to da se metodom konačnih elemenata dobijaju veoma precizne vrednosti veličina u strukturi, korist je višestruka. To se pre svega odnosi na pouzdanost sistema, ali i na smanjivanje dimenzija delova u sistemu, što direktno uzrokuje smanjenje potrebnog prostora za ugradnju, manji utrošak materijala, skraćenje vremena ispitivanja prototipa, manju cenu koštanja po jedinici proizvoda.

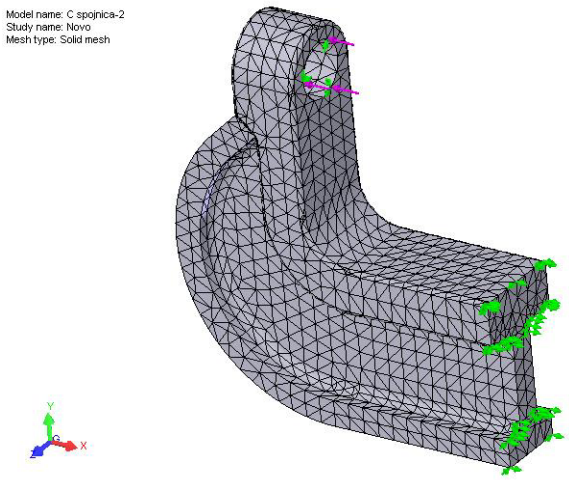
2.1. Uslovi modeliranja C-spojnice

Opterećenje sklopa držača vezice se vrši pritezanjem vijaka, koji preko navojnog spoja deluju na C-spojnicu. Vrednosti momenta pritezanja, kao i preračunate sile pritezanja, prikazane su u Tabeli 1.

Tabela 1. Vrednosti momenta i sile pritezanja

Opterećenje	Moment pritezanja [Nm]	Sračunata sila pritezanja [kN]
1.	100	20.5
2.	150	32.9
3.	200	46
4.	250	58
5.	270	62.5
6.	300	66.8

Prilikom analize MKE u CosmosWorks-u korišćena su opterećenja data u Tabeli 1. Zbog složenosti prenosa opterećenja preko navojnog para, aproksimirano je da opterećenje deluje na cilindričnoj površini otvora. To je aksijalna sila koja je menjana u rasponu od 0 ÷ 66.8 kN. Takođe, zbog simetričnosti C-spojnice, analizirana je samo polovina dela. Postavljena su dva oslonca sa odgovarajućim ograničenjima. Prvi oslonac je u preseku spojnice, i on ima slobodu pomeranja po Y-osi, a drugi je na cilindričnoj površini tako da je slobodno pomeranje po X-osi. Prikaz opterećenja, oslonaca i mreže konačnih elemenata prikazan je na slici 3. Sila je obeležena crvenim strelicama, dok su oslonci označeni zelenim strelicama.

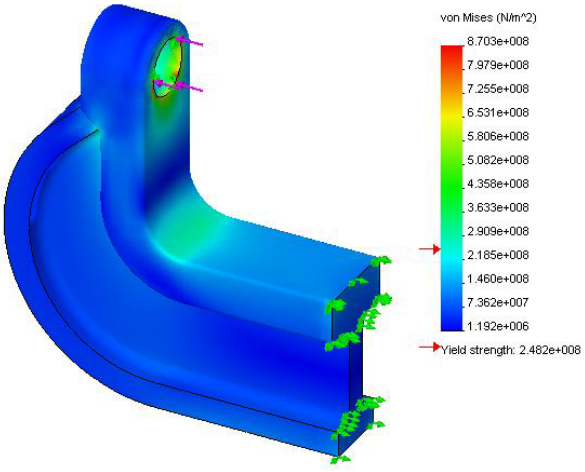


Slika 3

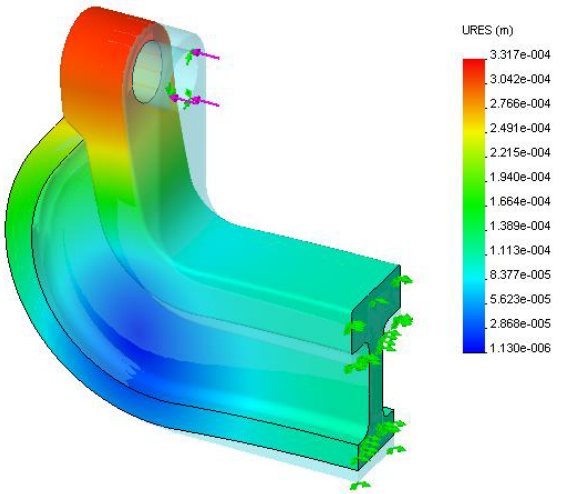
3. REZULTATI ANALIZE MKE

3.1. Rezultati za postojeći oblik C-spojnice

Na slici 4, dat je prikaz analize napona i pomeranja urađene programom CosmosWorks, za odgovarajuće opterećenje (300 Nm). Sa slike se vidi da su najveći naponi u oblastima navojnog para i kraka spojnice, što je prikazano zelenom bojom (slika 4a).



Slika 4a)



Slika 4b)

Na slici 4b prikazano je pomeranje svih elemenata spojnice i crvenom bojom je označeno gde su ta pomeranja najveća.

U tabeli 2 su prikazani naponi u određenim čvorovima, kada se dejstvuje silom od 68.8 kN ili se vrši pritezanje vijaka sa 300 Nm. Pošto je već ranije nastupila plastična deformacija (pri 270Nm), sada se samo naponi u podnožju kraka spojnice povećavaju.

Tabela 2. Koordinate i vrednosti napona u čvorovima

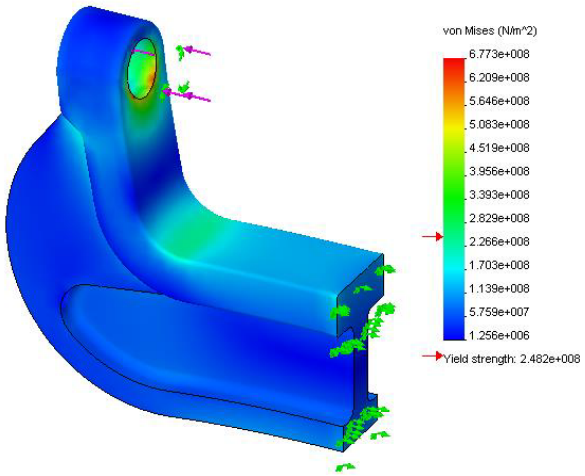
Čvor (Node)	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	von Mises (N/m^2)
12190	-80.362	83.404	10.25	2.797e+008
12165	-83.944	85.26	3.417	2.821e+008
12166	-80.362	83.404	3.417	2.844e+008
1255	-80.362	83.404	6.8333	2.943e+008
12144	-83.944	85.26	-3.417	2.743e+008

3.2. Rezultati za C-spojnice sa geometrijskim promenama

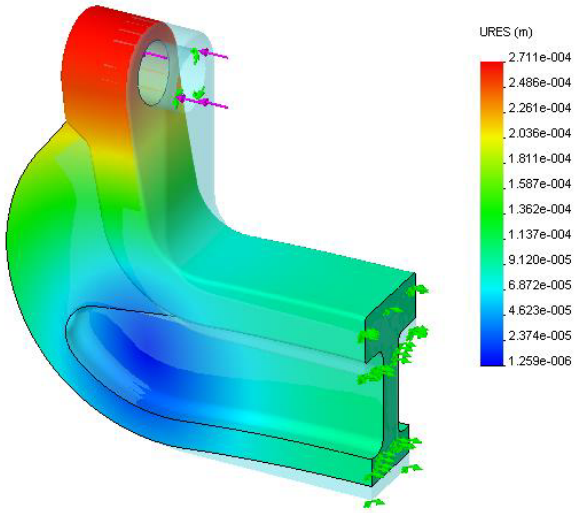
Prilikom analize nove C-spojnice sa geometrijskim promenama takođe su korišćena opterećenja data u Tabeli 1. Položaj oslonaca, opterećenje i mreža konačnih elemenata je isto kao i kod postojećeg oblika C-spojnice što je prikazano na slici 3.

Prva modifikacija

Na slici 5 dat je prikaz napona i pomeranja za odgovarajuća opterećenja. Slike napona i pomeranja, kod spojnice sa geometrijskom promenom, su skoro identične sa slikama kod postojeće spojnice, jedina razlika je u njihovim vrednostima. Raspored napona je prikazan na slici 5a, dok su pomeranja prikazana na slici 5b.



Slika 5a)



Slika 5b)

Tabela 3. Koordinate i vrednosti napona u čvorovima

Čvor (Node)	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	von Mises (N/m^2)
12032	80.362	83.404	-10.25	2.534e+008
1307	80.362	83.404	0	2.498e+008
1304	80.362	83.404	6.8333	2.442e+008
1301	80.362	83.404	13.667	2.423e+008

Druga modifikacija

Promene napona i pomeranja, kod spojnice sa drugom geometrijskom promenom su dosta slične sa prethodnim slikama pa zbog toga nisu prikazane za ovaj slučaj. Opet je jedina razlika u njihovim vrednostima. Može se uočiti da kritični napon na kraku još uvek nije premašio napon na granici plastične deformacije, tako da se nakon rasterećenja spojnica vraća u početni položaj. Vrednosti pomeranja i napona su manje nego kod postojeće spojnice i spojnice sa prvom geometrijskom promenom (pri istim opterećenjima), što je prikazano u tabeli 4.

Tabela 4. Koordinate i vrednosti napona u čvorovima

Čvor (Node)	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	von Mises (N/m^2)
1125	-80.362	83.404	13.667	2.258e+008
1128	-80.362	83.404	6.833	2.347e+008
1131	-80.362	83.404	0	2.374e+008
1134	-80.362	83.404	-6.833	2.390e+008
1137	-80.362	83.404	-13.667	2.320e+008

Kao što se vidi iz tabele vrednosti napona u određenim čvorovima su manje od napona na granici plastične deformacije (2.482e+008 ≈ 250 N/mm^2). Može se slobodno reći da opterećenje od 66.8 kN, odnosno moment pritezanja od 300 Nm, ne izaziva plastičnu deformaciju spojnice. Ukoliko se povećava moment pritezanja doći će do proklizavanja navoja, dok će spojnica ostati nedeformisana.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize MKE za sva tri modela spojnice mogu da se izvuku sledeće činjenice i zaključci:

1 – Modeliranje je vršeno pri statičkom opterećenju, a u realnim uslovima sklop držača vezice treba da radi pri jednosmernom dinamičkom opterećenju (prelazak točkova vagona preko sklopa).

2 – Sva tri modela spojnice do momenta pritezanja od 250 Nm su bila u stanju elastičnosti. Drugi model spojnice može da se pritegne do 290 Nm i da bude u stanju elastičnosti, dok treći model spojnice može da se pritegne do 320 Nm.

3 – Naponi koji se javljaju u navojnim parovima je dosta teško odrediti i zbog toga treba redukovati moment pritezanja za 10-20%.

4 – Sa aspekta nošenja navojnog para i sa aspekta otvaranja raspona tela spojnice, kao granično opterećenje javlja se moment jednostranog pritezanja od 220 Nm za postojeći model spojnice (sila jednostranog pritezanja od 50 kN), i moment jednostranog pritezanja od 270 Nm za druga dva modela spojnice (sila jednostranog pritezanja od 62.5 kN).

5 – Masa delova, takođe može da ima svoju ulogu prilikom projektovanja spojnice. Masa postojećeg modela je najmanja i ona iznosi oko 6.8 kg, masa drugog modela je oko 7.6 kg, a trećeg 8.2 kg.

6 – Postojeći model spojnice prelazi u stanje plastičnosti pri opterećenju od 50 kN (podnožje kraka spojnice), drugi i treći model spojnice ulaze u stanje plastičnosti pri opterećenju od 65 kN (oblast navojnog para). Treba reći da je drugi model optimalan, jer kod njega se plastična deformacija dešava istovremeno i u oblasti navojnog para i u podnožju kraka spojnice.

7 – Posebnu pažnju treba posvetiti pritezanju navrtke M27, kako bi se sprečilo odvijanje vijka u toku eksploatacije sklopa držača vezice.

LITERATURA

[1] Paul M. Kurowski: "Engineering Analysis with COSMOSWorks Professional 2006", SDC Publication, Canada, 2006.

[2] Miodrag Sekulović: "Metod konačnih elemenata", IRO, Građevinska knjiga, Beograd, 1984.

OPTIMIZATION OF C-CLAMP FOR RAILWAY TRACK BY FINITE ELEMENT METHOD

Srđan MLADENOVIĆ[1]
Bojan RANČIĆ
Saša RANĐELOVIĆ
Peđa MILOSAVLJEVIĆ

Abstract – In MIN Svrljig enterprise a new product was developed, (C-clamp) aimed to ease the assembly of the railways. C-clamp main role is to fix the railways track in the process of their connection, and then to serve as a long-lasting security junction. In the earlier times C-clamp used to be manufactured by forging, but now, in order to lower costs, it has being cast of steel Č.0561. Due to complicated shape and in order to locate critical points on C-clamp a FEA analysis has been performed using CosmosWorks software. Analysis results are shown in this paper, and optimization of the present design of the C-clamp has been performed, with certain modifications.

Key words – railway track, C-clamp, FEM

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

EKSPERIMENTALNO ODREĐIVANJE SILE PRITEZANJA I POMERANJA KOD C-SPOJNICE ZA ŽELEZNIČKE ŠINE

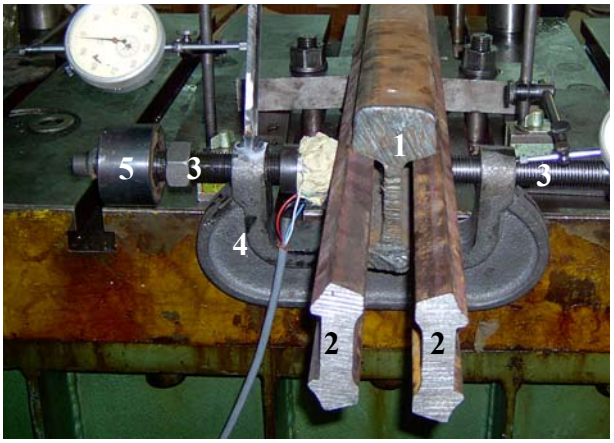
Bojan RANČIĆ[1]
Predrag JANKOVIĆ[2]
Srđan MLADENOVIĆ[3]
Slaviša PLANIĆ[4]

Rezime – U fabrici "MIN" Svrljig je razvijen novi proizvod (C-spojnica) za brzo spajanje železničkih šina u slučaju vanrednih situacija, kao i za rad u ekstremnim razlikama dnevne i noćne temperature. Ispitivane C-spojnice izrađene su livenjem od tri različita materijala: čelika Č.0561, čelika Č.1531 i čeličnog liva ČL.700. Zbog složenog oblika, najpre je, metodom konačnih elemenata (MKE) u programu CosmosWorks, izvršena analiza veze između momenta i sile pritezanja, kao i analiza pomeranja krajeva C-spojnice. Metodom merenja mehaničkih veličina električnim putem izvršena je eksperimentalna provera teorijski dobijenih rezultata. Utvrđeno je dobro slaganje teorijskih i eksperimentalnih rezultata.

Ključne reči – železnička šina, C-spojnica, sila pritezanja, pomeranje, merenje

1. UVOD

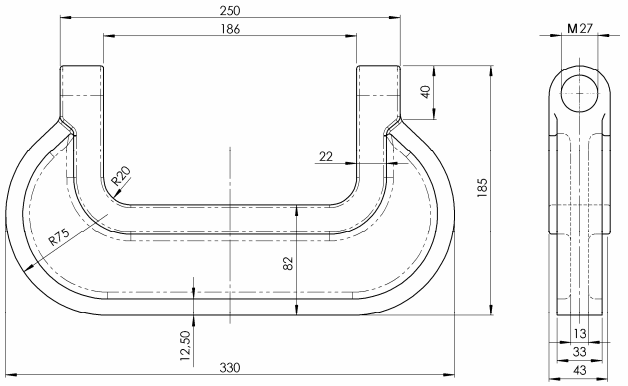
Sklop držača vezice se koristi za brzo spajanje železničkih šina. Na šine (poz. 1, sl. 1), koje treba da se spoje, postavljaju se obloge (poz. 2). Pomoću dva zavrtnja (poz. 3) i unutrašnjih navoja u krakovima C-spojnice (poz. 4), vrši se pritezanje obloga uz šine i spajanje šina.



Slika 1

C-spojnica za železničke šine je osnovni noseći element u sklopu držača vezice, koji se proizvodi u MIN ″Svrljig″ iz Svrljiga.

Ispitivanje radnih karakteristika sklopa držača vezice (veza između momenta pritezanja i sile pritezanja, nosivost spojnice, otvaranje spojnice) izvršeno je u Laboratoriji za mašine alatke i mašinsku obradu Mašinskog fakulteta u Nišu, a na osnovu tehničkog crteža C-spojnice (sl. 2) i dostavljenih uzoraka.



Slika 2

Projektovanje 3D modela C-spojnice je urađeno u programu ″SolidWorks″, [2].

C-spojnice su izrađene livenjem od tri materijala: čelika Č.0561, čelika Č.1531 i čeličnog liva ČL.700.

[1] dr Bojan Rančić, vanredni profesor, Mašinski fakultet Niš, A. Medvedeva 14, bojanr@masfak.ni.ac.yu
[2] mr Predrag Janković, asistent, Mašinski fakultet Niš, A. Medvedeva 14, jape@masfak.ni.ac.yu
[3] Srđan Mladenović, saradnik-istraživač, Mašinski fakultet Niš, A. Medvedeva 14, maki@masfak.ni.ac.yu
[4] Slaviša Planić, dipl. inž. maš., MIN Svrljig, D. Trifunca 31, slavisaplanic@minsvrljig.com

2. MERNA MESTA, MERNA OPREMA I POSTUPAK RADA

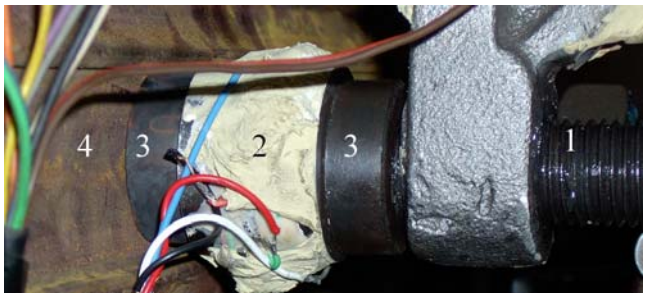
2.1. Merna mesta za analizu deformacionog stanja na telu C-spojnice

Na osnovu teorijske analize, [1], naponsko-deformacionog stanja, merne trake su postavljane na sredinu tela spojnice sa spoljašnje (MT1, sl 3) i unutrašnje (MT2) strane, na prelaznom radijusu sa spoljašnje (MT3) i unutrašnje strane (MT4) i u blizini unutrašnjeg navoja (mesta dejstva sile) sa spoljašnje (MT5) i unutrašnje strane (MT6). Korišćene su merne trake 11LY10/120 (proizvođač: "Hottinger Baldwin Messtechnik", skraćeno HBM), [3].

Slika 3

2.2. Merno mesto za određivanje sile pritezanja

Da bi se utvrdila zavisnost između momenta pritezanja zavrtnja M27x130 (poz 1, slika 4) i sile pritezanja obloge (poz. 4) uz šinu, izrađen je merni pretvarač sile (poz. 2), [3].



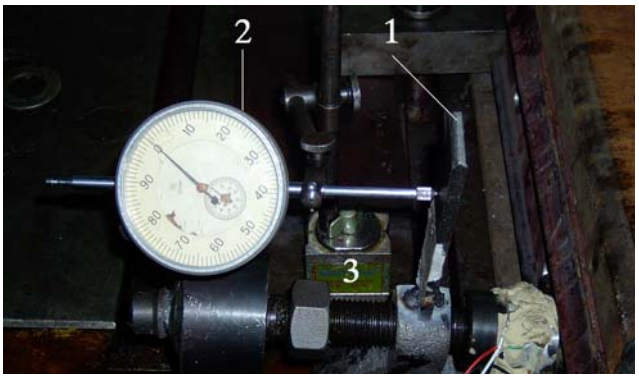
Slika 4

Naime, originalni fabrički merni pretvarači za silu, koje poseduje Mašinski fakultet u Nišu, zbog prevelike visine nisu mogli da se upotrebe. Merni pretvarač je urađen tako, što su na cilindrično telo od Č.4732, dimenzija ∅50×35 mm sa centralnim otvorom ∅9, zalepljene četiri merne trake 11LY6/120 (HBM), koje su spojene u puni Wheatstone-ov most.

Kalibrisanje ovako dobijenog mernog pretvarača za silu izvršeno je na kidalici od 100 kN (tip ZDM 10191, klase tačnosti 1, proizvođač "W.P.M." VEB Thürengen) u Laboratoriji za mašinske materijale Mašinskog fakulteta u Nišu.

2.3. Merno mesto za određivanje otvaranja tela spojnice

Za određivanje vrednosti otvaranja tela spojnice, kao i činjenice, da li se raspon tela spojnice posle rasterećenja vraća na prvobitnu meru, na završetku levog kraka tela spojnice pričvšćen je umetak (poz. 1, slika. 5). Umetak je postavljen da bi se omogućilo nesmetano pritezanje zavrtnja. Na umetak je prislonjen merni pipak mernog sata (poz. 2), koji je pomoću magnetskog držača (poz. 3) bio postavljen na radni sto hidraulične prese od 1000 kN (proizvođač: "FAM", MIN-Niš), na kome je pričvršćena i šina.



Slika 5

2.4. Merna oprema

Korišćena je sledeća merna oprema:
- uređaj za izbor mernog mesta IM-74 (poz. 1, slika 6, proizvođač: HBM),
- manuelni kompenzator MTK (poz. 2, HBM),
- ispravljač RSK 01 – 35/4a (poz. 3, "Iskra"),
- pojačavač KWS 506 C od 5 kHz (poz. 4, HBM).

Slika 6

2.5. Postupak rada

Pritezanje zavrtnja je vršeno ručno moment-ključem "Dremometer" od 0 do 300 Nm ("Gedore"). Da bi ključ mogao da se primeni na zavrtanj M27, u MIN "Svrljig"-u je urađen nastavak (poz. 5, sl. 1).

Najpre su oba zavrtnja pritegnuta običnim ključem (sve dok obloge nisu dobro nalegle na šinu i telo spojnice nije rotiralo oko ose zavrtnja). Zatim je vršeno jednostrano pritezanje moment-ključem samo levog zavrtnja, a sila pritezanja je merena davačem, koji je bio stegnut desnim zavrtnjem.

3. PRIKAZ I ANALIZA REZULTATA

3.1. Sila jednostranog pritezanja

Vrednosti zadatih momenata pritezanja i izmerenih sila pritezanja, prikazane su u Tabeli 1.

Tabela 1. Vrednosti momenata i sila pritezanja

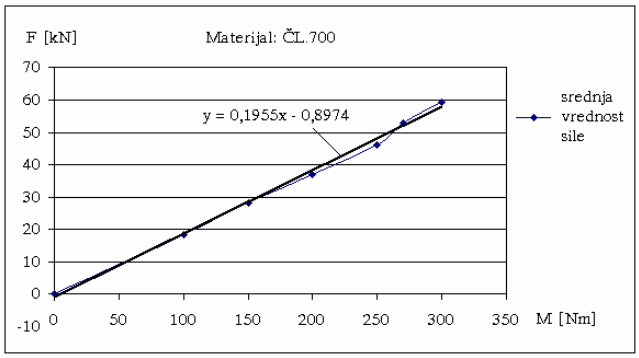
Zadati moment pritezanja [Nm]	Izmerena sila pritezanja [kN]		
	Č.0561	Č.1531	ČL.700
100	20.5	16.2	18.3
150	32.9	26.8	28.3
200	46	37.6	37.0
250	58	46.5	46.3
270	62.5	51.7	52.7
300	66.8	58.0	59.4

Obrada rezultata izvršena je u programu "Microsoft Excel".

Uočeno je, da se kod C-spojnice od Č.0561 sila pritezanja zavtnja povećava linearno sa povećanjem momenta pritezanja i to do momenta od 270 Nm, a da zatim porast sile odstupa od linearnosti. Ovo praktično znači da je pri momentima pritezanja većim od 270 Nm došlo do popuštanja navojnog para (plastičnog deformisanja navoja u telu spojnice).

Kod C-spojnica od Č.1531 i ČL.700 linearnost je zadržana i pri momentu od 300 Nm (maksimalnog momenta koji je mogao da se ostvari korišćenim moment-ključem), odnosno sklop držača vezice se nalazio u stanju elastičnosti.

Dijagram sile jednostranog pritezanja u zavisnosti od momenta pritezanja kod C-spojnice od ČL.700, (kao i aproksimacija pravom linijom) dat je na sl. 7.



Slika 7

Upoređivanjem dobijene jednačine za promenu sile jednostranog pritezanja u funkciji momenta pritezanja za ČL.700:

$$y = 0.1995 \cdot x - 0.8974,$$

gde su: y – sila jednostranog pritezanja u [kN] i
x – moment jednostranog pritezanja u [Nm],
sa analognom jednačinom za telo spojnice od Č.1531:

$$y = 0.1953 \cdot x - 1.6091,$$

postaje očigledno da se, sa aspekta moći nošenja, radi o telima spojnice vrlo sličnih karakteristika, pa treba izabrati telo spojnice od jeftinijeg materijala.

3.2. Deformaciono stanje kod C-spojnice

Očitane vrednosti broja mikrodeformacija za C-spojnicu od Č.0561 date su u Tabeli 2.

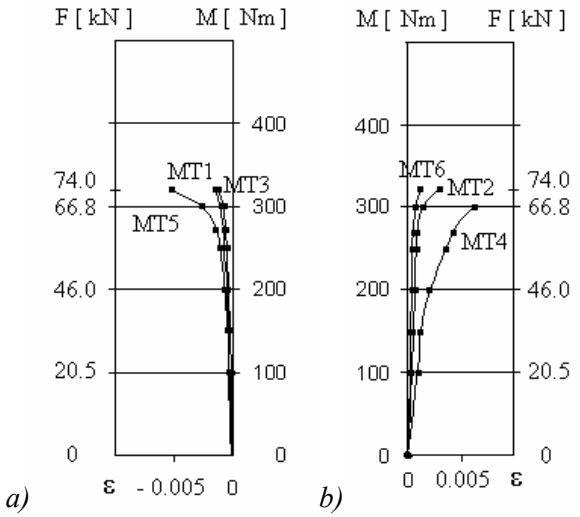
Tabela 2. Vrednosti izmerenih relativnih deformacija

Moment [Nm]	Broj mikrodeformacija [μm/m]					
	MT1	MT2	MT3	MT4	MT5	MT6
100	- 310	320	- 219	951	- 430	410
150	- 525	525	- 337	1250	- 622	547
200	- 787	766	- 477	2163	- 853	816
250	-1078	1079	- 630	3555*	-1190	1094
270	-1240	1204	- 711	4382*	-1483	1234
300	-1364	1563	- 885	6435*	-2646*	1565

Vrednosti su date u mikrodeformacijama, odnosno u μm/m = 10^{-6} m/m. Ovo znači da vrednosti mikrodeformacija iz Tabele 2 treba pomnožiti sa 10^{-6} da bi se dobio uobičajen oblik izražavanja deformacija. Na primer: vrednost ε_{ur} = 2163 μm/m predstavlja deformaciju ε = 0.002163 = 0.2163 %, tj. materijal se na tom mestu nalazi na granici razvlačenja.

Negativan znak ispred vrednosti deformacije znači da se radi o deformaciji sabijanja, a pozitivan da je reč o deformaciji istezanja. Zvezdica sa desne strane vrednosti u tabeli označava da je na tom mestu nastupila plastična deformacija.

Dijagrami promene relativne deformacije u zavisnosti od momenta (sile) pritezanja prikazani su na slici 8a za merne trake MT1, MT3 i MT5 (sl. 3), a na slici 8b za merne trake MT2, MT4 i MT6.



Slika 8

Sa dijagrama na sl. 8 je očigledno da je spoljašnja strana tela spojnice (MT1, MT3 i MT5) opterećena na

pritisak i da se nalazi u stanju elastičnosti sve do opterećenja momentom od 270 Nm. Pri opterećenju momentom pritezanja od 300 Nm dolazi do plastične deformacije navoja (MT5).

Deformacije na unutrašnjoj strani tela spojnice su deformacije istezanja. Relativne deformacije MT2 i MT6 nalaze u oblasti elastičnih deformacija sve do momenta pritezanja od 270 Nm, da bi se i sredina središnjeg dela tela spojnice (MT2) i mesto u blizini unutrašnjeg navoja na kraku tela spojnice (MT6) plastično deformisali pri većim opterećenjima.

Sredina (MT4) unutrašnjeg prelaznog radijusa je najviše opterećena i nalazi se u stanju plastičnosti već pri opterećenju momentom pritezanja od 200 Nm. Pošto se radi o savijanju, tj. o lokalizovanom žarištu plastičnih deformacija, vrednosti deformacija će se smanjivati prema neutralnoj osi, pa se vrednost momenta pritezanja od 250 Nm mogu smatrati dozvoljenim (graničnim) opterećenjima.

Kako se kod spojnica od Č.1531 i ČL.700 pri istim momentima pritezanja javljaju manje sile pritezanja, pretpostavljeno je da će se ove spojnice nalaziti u stanju elastičnosti pri svim momentima do 300 Nm, pa kod njih nije određivano deformaciono stanje.

3.3. Pomeranje kraka (otvaranje) C-spojnice

Očitane vrednosti jednostranog pomeranja kraka tela spojnice (za odgovarajuće vrednosti momenta pritezanja), kako u opterećenom, tako i u rasterećenom stanju, prikazane su u Tabeli 3.

Tabela 3. Vrednosti pomeranja kraka C-spojnice

Zadati moment pritezanja [Nm]	Izmereno pomeranje kraka [mm]					
	Č.0561		Č.1531		ČL.700	
	opt.	ras.	opt.	ras.	opt.	ras.
100	0.50	0	0.71	0	0.68	0
150	0.77	0	1.05	0	0.98	0
200	1.10	0	1.43	0	1.41	0
250	1.45	0	1.67	0	1.67	0
270	1.72	0.3	1.87	0	1.88	0
300	2.35	0.8	2.10	0	2.15	0

C-spojnice od Č.0561, pri opterećenju momentima pritezanja do 270 Nm, nalaze se u stanju elastičnosti, dok se pri većim momentima javlja trajno jednostrano otvaranje od 0.3 i 0.8 mm. Takođe, uočava se da se C-spojnice od Č.1531 i ČL.700 nalaze u oblasti elastičnih deformacija pri svim zadatim momentima. Ovim je potvrđena ispravnost pretpostavke, da na spojnicama od Č.1531 i ČL.700 ne treba određivati deformacije na karakterističnim mestima.

4. ZAKLJUČAK

Od tri materijala spojnice najgore karakteristike ima Č.0561, dok su spojnice od Č.1531 i ČL.700 približno istih karakteristika i zadovoljavaju za sva zadata opterećenja.

Ispitivanje je vršeno pri statičkom opterećenju, a u realnim uslovima sklop držača vezice treba da radi pri jednosmernom dinamičkom opterećenju (prelazak točkova vagona preko sklopa).

U eksperimentalnim ispitivanjima je utvrđeno da su izmerene veličine deformacija i pomeranja u saglasnosti sa veličinama dobijenim analizom MKE.

LITERATURA

[1] Paul M. Kurowski: "Engineering Analysis with COSMOSWorks Professional 2006", SDC Publication, Canada, 2006.

[2] B. Rančić, ″Sistemi za merenje, prikupljanje i obradu podataka″, I deo, Mašinski fakultet u Nišu, Niš, 2005.

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF TIGHTENING FORCE AND DISPLACEMENT ON THE C-CLAMP FOR RAILROAD TRACK

Bojan RANČIĆ
Predrag JANKOVIĆ
Srđan MLADENOVIĆ
Slaviša PLANIĆ

Abstract - In factory "MIN" Svrljig new product is developed. This product (C–clamp) find his use for quickly joint of railroad tracks in cases of specific situations, and also be high differences of daily and night temperatures. C-clamp probes are produced by casting technology from three different materials: carbon steel Č.0561, low alloyed steel Č.1531, and cast iron ČL.700. Because of complex form of C-clamp, in program CosmosWorks finite element method (FEM) analysis are accomplished in order to find relation between moment of force and tightening force, and also identification of C-clamp endings displacements. Tensometric method is used for verification of theoretical results. By these measurements good coincidence of theoretical and experimental results are determined.

Key words – railroad track, C-clamp, tightening force, displacement, measurement

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ПРЕГЛЕД И КОНТРОЛА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

Данило Пауновић[1]
Војислав Вукадиновић[2]

***Резиме**: Железница се својом организацијом и пословањем мора прилагодити новонасталим условима, јер постоје захтеви међународне заједнице и железница у окружењу за што квалитетније и ефикасније одржавање железничких возила, на нивоу оптималне исправности за извршење међународних захтева у одржавању возних средстава и одвијању саобраћаја. Укључивање наше земље у европски интеграциони процес одразиће се на све сегменте који учествују у извршењу железничког саобраћаја као и на све привредне субјекте који су директно или индиректно везани за извршење железничког програма. Познато је и то, да је само заједничким и координираним активностима свих непосредних учесника могуће обезбедити оптимално решење у овом процесу, не заборављајући на веома важну грану за успех свега што је везано за то, образовање неопходног кадра за извршење задатака у области одржавања возила.*

Кључне речи: железничка возна средства, одржавање, експлоатација возила, образовање

1. УВОД

Железничка возна средства, обухватају скуп вучних и вучених возила, који свако за себе, представља технички систем састављен из већег броја разноврсних компоненти. У току процеса рада, због режима експлоатације, услова околине и из случајних непредвиђених разлога, долази до промене функционалних способности појединих компонената, што има за последицу смањење поузданости возних средстава у процесу превоза, имобилизацију средстава услед кварова, повећање потрошње погонског материјала и смањење квалитета превоза.

Задатак депоа је и да железничка возила, као сложени и комплексни технички систем код кога се могу појавити скоро све врсте неправилности, одржава у исправном стању и да увек удовољи потреби саобраћаја.

Железничко возило у целини, а такође и његови делови, склопови и агрегати за време експлоатације губе део својих техничких и механичких способности, што доводи до појаве неисправности, ломова и оштећења возила.

Појава неисправности возила зависи од више фактора у експлоатацији и одржавању возних средстава, који перманентно делују на возило, а углавном се своде на следеће:

- старење материјала,
- хабање делова, и
- услови експлоатације.

Практично је немогуће у потпуности одстранити утицај напред наведених фактора, али треба предузети мере за смањење њихових утицаја.

2. ОСНОВНИ УТИЦАЈНИ ФАКТОРИ НЕИСПРАВНОСТИ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

2.1. Старење материјала

Старење материјала настаје променом његових механичких особина и структуре материјала што доводи до смањења јачине, тврдоће, еластичности и евентуалних ломова.

Величина старења зависи, углавном, од карактера и режима оптерећења делова. Оптерећења којима су изложени делови и склопови изазивају оштећења структуре материјала. Старењу су подложни сви материјали уграђени на возилу, нарочито материјали за изолацију и заштиту истих.

2.2. Хабање

Истрошење делова возила у раду услед дејства

[1]Данило Пауновић, дипл.маш.инж. 11000 Београд
[2]Војислав Вукадиновић, дипл.маш.инж., Булевар Краља Александра 151, Београд, rajavuk@beotel.yu vojislav.vukadinovic@gmail.com

силе трења, корозије и др. доводи до лабавости стегнутих делова, смањења носивости истих и доводи до могућности хаварије. Величина и услови оптерећења, квалитет мазива, услови под којима се врши подмазивање, чистоћа делова,као и радни услови су битан фактор за интензитет хабања. Једном речју, немогуће је избећи хабање, јер је то природан процес. Смањење интензитета хабања постиже се редовним подмазивањем, чистоћом додирних површина и толерантним мерама спрегнутих делова. Хабање је немогуће да се избегне, али је могуће само смањити и ублажити га , а тиме продужити век трајања склопова и делова. Од највећег значаја за све експлоатационе особине делова возила јесте квалитет њихових површина, јер се тиме одређује и њихова тврдоћа, структура површинског слоја, заостали напони, отпорност на замор, брзина промене зазора код састава и осталих веза.

Хабање се у пракси појављује као последица трења, корозије, хемијске корозије,абразије, термичко хабање, хабање услед електрокорозије и др.

Многи делови железничких возила подвргнути су променљивим напрезањима, како по интензитету, тако и по смеровима, што у дужем раду под таквим условима долази до замарања материјала и лома елемената.

Код техничких прегледа и ремонта железничких возила мора се обратити посебна пажња на појаву микронапрслина, на местима концентрације напона који се морају избегавати површинском обрадом делова при ремонту.

2.3. Услови експлоатације

Услови експлоатације представљају читав комплекс узајамно повезаних догађаја, који највише утичу на техничко стање возила. Услови експлоатације железничких возила се дефинишу:

- профилом пруге,
- оптерећењем возила,
- бројем заустављања и покретања возила,
-редовним циклусом прегледа и одржавања возила,
- променом климатских услова и режима рада, и
- обезбеђеношћу резервним деловима и материјалом и др.

Да се штетне појаве и последице онемогуће, предузимају се мере редовног прегледа и одржавања железничких возила. У постојећем концепту одржавања железничких возила, преко своје учесталости, врсте и начина спровођења, треба обезбедити задовољавајуће стање и рад возних средстава. Једном речју, одржавање представља ограничени скуп активности усмерених на очување способности возила за вршење своје функције у току читавог радног века.

3. МОДЕЛИ ОДРЖАВАЊА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

Наша железница, као и већина страних железничких управа, прихватила је модел превентивног одржавања као модел најприкладнији за одржавање железничких возних средстава.

У моделу превентивног одржавања постоји само један извор неизвесности релевантан за доношење одлуке у вези са одржавањем. То је у ствари немогућност сигурног предвиђања кад ће се и на ком делу квар догодити.

Са становишта економије, пожељно је да се замена делова на возилу изврши непосредно пре појаве квара на њему, јер су трошкови замене, рачунајући ту и имобилизацију и за све друге губитке које организација има, мањи у случају замене пре појаве квара. Али како се појава квара не може с сигурношћу предвидети, то доношење одлуке о замени неког дела представља доношење одлуке у условима неизвесности.

Стање исправности делова возних средстава констатује се у току контролних прегледа и редовних оправки, када се и доноси одлука о потреби замене или подешавања неког од делова. Контролни прегледи и редовне оправке возила врше се у унапред прописаним временским интервалима или према другим прописаним мерама према Правилнику 241, при чему се прегледају или оправљају делови према посебном обиму радова који одговарају врсти прегледа или оправке. Утврђивање учесталости контролних прегледа и редовних оправки, као и обима радова у њима извршено је на основу предлога произвођача дотичног возила и искуства појединаца, оскудне статистике о кваровима појединих делова.

Применом овако установљеног модела одржавања, у мери у којој је он стално примењен у пракси, не може се обезбедити оптимално одржавање возних средстава.

Одржавање возних средстава на железници конципирано је тако да би требало да се у највећој мери реализује према моделу превентивног одржавања по циклусу. Ревизиона оправка је крај једног, а почетак другог циклуса одржавања и након ње возило би требало да буде потпуно исправно. Минимални обим радова у превентивном одржавању утврђен је, као што смо већ рекли, на основу препоруке произвођача возила и практичних искустава у одржавању.

Уз претпоставку да се минимални обим радова превентивног одржавања у потпуности реализује, у реализацији одржавања долази до одступања

како у извршењу планираних прегледа и оправки, тако и у роковима за њихово извршење.

У пракси се редовно остварује мањи број контролних прегледа од оног који је планиран, номинални рокови за извршење прегледа се прекорачују што угрожава стање возних средстава, а и тиме и безбедност у саобраћају.

Основни недостаци концепта превентивног одржавања испољава се у следећем:

- непотребна замена делова који су у добром стању,
- честе интервенције (планирани периодични прегледи и оправке) повећавају укупно време застоја у раду возила.

Из тих разлога се код савремених железница у свету одавно примењује широк спектар техничке дијагностике, која има за циљ бољу контролу функционалности и техничког стања, и у крајњем домету квалитетније и ефикасније одржавање железничких возила.

Анализом предности и недостатака постојећих концепата одржавања, развој одржавања у свету уобличио је два нова концепта одржавања, а то су: предиктивно и проактивно одржавање.

1.Предиктивно одржавање је базирано на сталном праћењу стања техничког средства у току рада, што омогућава потребне интервенције на проблематичним компонентама, пре него што на њима дође до појаве отказа. Праћење стања омогућава планирање набавки и потребних интервенција у току редовних застоја.

2.Проактивно одржавање је надградња концепта предиктивног одржавања, где се недостаци у конструктивном решењу који током експлоатације представљају стварни проблем, лоцирају и идентификују кроз праћење стања система у раду, а затим се одговарајућим променама на самом техничком средству или начину експлоатације врши њихово елиминисање. Поред раног откривања недостатака и оштећења, на овај начин се врши и елиминација узрока, што има позитивне ефекте у снижењу трошкова одржавања.

4. ТЕХНИЧКА ДИЈАГНОСТИКА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

Техничка дијагностика у одржавању железничких возила, има за циљ квалитетније и ефикасније одржавање железничких возила, бољу контролу функционалности и техничког стања железничких возила, њихових агрегата и склопова, што за последицу има смањење имобилизације возних средстава.. Користећи искуства страних железничких управа, развој електронике и микропроцесорске технике, инсталирањем савремених дијагностичких система у возилу, који великим бројем сензора снимају одређене функционалне параметре, биће омогућена идентификација и класификација поремећаја и кварова током вожње. Информација се прослеђује депоу, где се унапред могу планирати потребна средства и особље, потребни приликом наредног планског прегледа и оправке. У депоима је потребно омогућити дијагностику пнеуматских кочних система, дијагностику површина, дубинско испитивање материјала, термичку дијагностику, дијагностику вибрација. Одржавање мора имати добар преглед свих захтева за оправке и радове, који произилазе из недостатака утврђених дијагностиком. Информациони систем који се односи на дијагностику, руководиоцима у депоу, даје приказ свих дијагностика, стања одређених склопова возила, уз навођење потребног броја радника, часова рада, план прегледа са приказом броја радника и упутством за преглед. Овај систем омогућава флексибилно планирање особља и капацитета у депоима за одржавање.

Пратећи резултате контроле и мерења који одговарају тренутном стању, могуће је индикације о променама у прошлости екстраполирати, као би се процениле и показале тенденције које коначно доводе до појаве квара. Користећи савремене методе дијагностике, могуће је у области одржавања железничких возила деловати у два правца,а то су:

1. Побољшање постојећих метода одржавања возних средстава на бази добијених информација о променама стања делова,
2. Оптимизација одржавања појединих возних средстава на бази добијених информација које се односе баш на то средство.

Истраживање у циљу утврђивања оптималне структуре циклуса одржавања железничких возила уз примену савремених метода и средстава дијагностике, треба реализовати у неколико фаза, од од испитивања оправданости, до припреме за њено увођење.

-прва фаза је анализа и оцена садашњег циклуса прегледа и оправке,

-друга фаза је дефинисање потреба и економска анализа оправданости увођења модерних дијагностичких система, и

-припремна фаза увођења дијагностичких метода (обука кадрова, обезбеђивање техничких услова-рачунари, умрежавање, израда или прилагођавање потребних апликација).

На основу искустава страних железница, правилно имплементирање средстава техничке дијагностике уз адекватну пратећу софтверску подршку, и прописно руковање, обезбедило би велику расположивост возила, ниже трошкове одржавања и повећање радне дисциплине свих запослених у одржавању и експлоатацији возила.

5. ЗАКЉУЧАК

За успешно функционисање железничког саобраћаја од посебне важности је функционисање одржавања возних средстава. Одржавање железничких возних средстава врши се у циљу обезбеђења њиховог поузданог рада, пуне безбедности, редовитости, веће брзине, како у путничком тако и теретном саобраћају.

Постојећи модел одржавања возних средстава на нашим железницама је превентивног карактера, што подразумева периодичне провере независно од постојећег стања, са унапред планираним и прописаним роковима обављања перодичних контролних прегледа и редовних оправки.

Примена савремених дијагностичких средстава омогућила би постепену трансформацију садашњег модела одржавања ка модернијим и ефикаснијим концептима одржавања возних средстава, уз снижење трошкова одржавања и смањење имобилизације возних средстава.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Адамовић Ж. ,"Технологија одржавања", Технички факултет "Михајло Пупин", Зрењанин,1998.
[2] Александров В., "Одржавање железничких возила", Желнид, Београд,2000.
[3] Правилник о одржавању железничких возила, (Правилник 241) ЗЈЖ Београд, 1984
[4] Пауновић Д.,"Преглед и контрола железничких возила ",Железнички Институт Кирило Савић, Београд, 2005.
[5] Стаменковић Д., Јовановић М., Арсић М., Живановић Д., "Поуздана дијагностика пнеуматских кочних система железничких возила", X конференција железничко машинство, Машински факултет, Ниш,2002.

INSPECTION, CONTROL AND DIAGNOSTIC OF RAILWAY VEHICLE

Danilo PAUNOVIĆ
Vojislav VUKADINOVIĆ

Abstract-Railway, its organization and business model, has to adjust to the new conditions, because the pressure of international community and surrounding railways for better maintenance of railway cars. Railway should reach the optimal level to perform accordingly to international standards in maintenance and traffic regulations. Integration of our country in Europe will have impact on all subjects participating in railway traffic, economy and industry which are directly or indirectly linked with operating railway traffic. Only joint and coordinated activities of all participants enable securing optimal solutions in this process, relying on education of staff to execute those activities.

Key words- railway vehicle, maintenance, education, operating

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ODREĐIVANJE VREDNOSTI SILA OTPORA KRIVINE PO OSOVINSKIM SKLOPOVIMA ŠINSKOG VUČNOG VOZILA – LOKOMOTIVE

Jovan TEPIĆ[1]
Ilija TANACKOV2
Đorđe KOPIĆ3

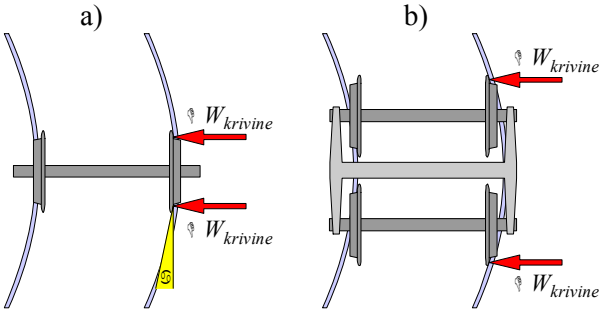
Rezime *– U radu je obrađena metodologija određivanja vrednosti otpora krivine šinskog vučnog vozila – lokomotive na umanjenom modelu EMD GP 18 u HO standardu 1:87, uz variranje rasporeda aktivnosti osovina (RAO). Snimanje eksperimenta je obavljano digitalnom kamerom. Brzine kretanja su dobijene računarskom obradom snimka eksperimenta. Heurističkom metodom su određene sile otpora krivine po osovinskim sklopovima. Ustanovljena je logika raspodele otpora krivine po osovinskim sklopovima i obrtnim postoljima od veličine zakrivljenosti pruge.*

Ključne reči – otpor krivine, eksperiment, HO sistem, heuristička metod

1. SILE OTPORA KRIVINE

Teoretsko određivanje sila koje se pojavljuju između točka i šine kod kretanja šinskog vozila po pruzi i njihovo poređenje sa onim što se zbiva u pogonu, zadatak je tehnike pružnog vođenja.

Posebno uočljive sile nastaju pri prolasku šinskog vučnog vozila – lokomotive kroz krivinu. Pri vožnji u krivini svaka osovina ne može uvek stajati radijalno, tj. u smeru poluprečnika zakrivljenosti šina. Samo se u ovom položaju osovina kod kretanja vozila u krivini ne javljaju dodatni otpori. Obrtna postolja lokomotiva i četveroosovinski vagoni mogu se postaviti radijalno, ali osovine u svakom pojedinom obrtnom postolju ostaju međusobno paralelne kao što je prikazano na slici 1.



Slika 1. Prikaz položaja osovina u krivini: a) pojedinačno i b) u obrtnom postolju

Većina empirijskih obrazaca uvažava uticaj poluprečnika krivine R koji imaju oblik:

$$w_R = K_R / R \ [daN] \quad (1)$$

Gde je: w_R [daN]– specifični otpor krivine, K_R – koeficijent krivine, određen eksperimentalno i R [m]– poluprečnik krivine. Jedan od najstarijih izraza za izračunavanje otpora u krivini je Lenhardov (Launnhard) [1]:

$$w_R = 1000 /R \ [daN/t] \quad (2)$$

Takođe se koriste i obrasci oblika:

$$w_R = A_R / (R - B_R) \ [daN/t] \quad (3)$$

Gde su A_R i B_R koeficijenti krivine, određeni eksperimentalno. Za računanje specifičnog otpora krivine šinskih vozila koriste se Reklovi (Röckle) izrazi:

Za kolosek *1435 mm* i $R > 300$ *m*,

$$w_R = 650 / (R - 55) \ [daN/t] \quad (4)$$

Za kolosek *1435 mm* i $R < 300$ *m*,

$$w_R = 500 / (R - 30) \ [daN/t] \quad (5)$$

Numerička metoda određivanja spomenutih veličina nije tako jednostavna i tako pregledna kao grafičko određivanje tzv. postupkom minimuma.

Grafička metoda određivanja sila skretanja i

[1] Jovan Tepić, Ass. Dr, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, ilijat@uns.ns.ac.yu
[2] Ilija Tanackov, Doc. Dr, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, ilijat@uns.ns.ac.yu
[3] Đorđe Kopić, Prof. Dr, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, ilijat@uns.ns.ac.yu

položaja vozila u krivini izvodi se Hojmanovim postupkom minimuma [1].

Eksperimentalna metoda određivanja otpora krivine i njihove vrednosti po osovinskim sklopovima šinskog vučnog vozila – lokomotive prikazana je u ovom radu.

2. EKSPERIMENTALNO ODREĐIVANJE VREDNOSTI OTPORA KRIVINE UMANJENOG MODELA LOKOMOTIVE

2.1. Opis eksperimentalnog objekta

Eksperimentalno istraživanje izvedeno je na umanjenom modelu *1:87* sa dve identične četveroosovinske lokomotive koje u eksperimentu nose oznaku *L1* i *L2*. Kod obrade rezultata uzimane su srednje aritmetičke vrednosti rezultata merenja ovih dvaju modela lokomotiva. Masa lokomotive *L1* je *0,3017 kg* i *L2* je *0,3019 kg*. Modeli imaju oznaku *EMD GP18*, *T038*, proizvođača *MEHANO* Slovenija. Na slici 2 prikazan je izgled modela lokomotive.

a) *b)*

Slika 2. Prikaz izgleda eksperimentalnog modela lokomotive EMD GP 18

Lokomotiva ima jedan pogonski motor snage *8 W* koji se priključuje na istosmerni napon *16 V*. Motor je smešten u težištu lokomotive, a prenos vučnih sila do dvaju obrtnih postolja prenosi se pomoću kardanskih vratila sa po jednim za svako postolje. Prikaz postupka izmene aktivnosti osovina na modelu lokomotive dat je na slici 4b. Model lokomotive ima mogućnost lake izmene aktivnosti pogonskih osovina čime se omogućava veliki broj varijacija rasporeda aktivnosti osovina.

2.2. Cilj eksperimenta

Eksperimentom se dokazuje ovisnost sile otpora krivine W_R o parametrima šinskog vozila i trase pruge.

$$W_R=f(R,v,RAO \quad (6)$$

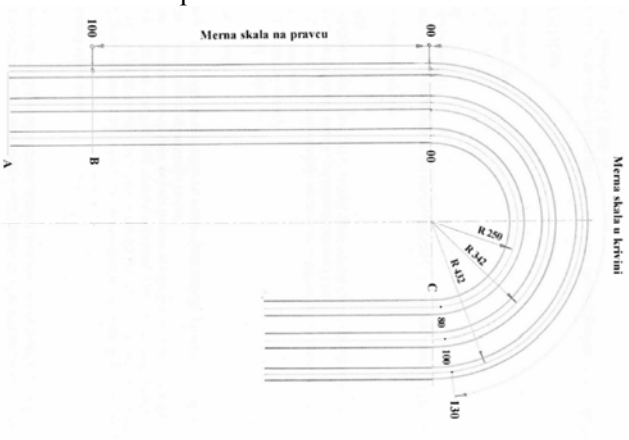
Gde je: W_R [N] – sila otpora krivine, v [m/s] – brzina kretanja modela lokomotive i RAO – raspored aktivnosti osovina.

Ispitivanje je obavljeno uz kretanje – vožnju modela lokomotive stalne mase M_L pri određenoj brzini v uz stalnu snagu $P=konst.$ sa izmenom rasporeda aktivnosti osovina za različite poluprečnike krivina. Parametri vozila (lokomotive) su brzina i broj i raspored aktivnosti osovina.

U eksperimentu razmatrani su sledeći slučajevi rasporeda aktivnosti osovina RAO : PPPP, AAAA, PAAA, APAA, AAPA, AAAP, APAP, PAPA, APPA i PAAP. Parametri trase pruge su poluprečnici, R 000 (pravac), R432 mm, R342 mm, R 250 mm.

Stalni otpori su određeni merenjem na eksperimentalnom nagibu primenom gravitacione metode vožnje na padu [2].

Eksperimentalna trasa za određivanje otpora krivine sastoji se od pravog dela na koji se nastavlja trasa sa krivinama prema slici 3.



Slika 3. Opis eksperimentalne trase za određivanje otpora krivine

2.3. Prikaz eksperimentalne trase za određivanje otpora krivine

Poluprečnici krivina su kotirani i označeni, te izvedeni sa središnjim uglom od *180°*. Merna skala na pravom i zakrivljenom delu je označena podelom sa korakom od *1 cm*. Dužina merne skale na pravcu iznosi *100 cm*, a kod krivina: *130 cm* za poluprečnik *R432*, *100 cm* za poluprečnik *R342* i *80 cm* za poluprečnik *R250*. Referentne tačke za očitavanje dužine skale prilikom očitavanja frejmova se nalaze na simetrali između šina.

Model lokomotive se postavi u početni položaj tačka *A* koja se nalazi cca *20 cm* od početne referentne merne tačke *B*. Napon iznosi 16V. Digitalnom kamerom se snima kretanje modela po trasi na pravcu od referentne merne tačke *B* do tačke *00*. Zatim se prati u kontinuitetu kretanje modela lokomotive po zakrivljenoj trasi od tačke *00* do tačke *C* na završetku krivine. Ovaj postupak je ponavljan za svaki poluprečnik krivine sa pre navedenim rasporedom aktivnosti osovina za modele *L1* i *L2*. Snimak svakog eksperimenta je obrađen na računaru fotošop tehnikom pomoću programa *ADOBE* PREMIERE *PRO 7*. Očitavnje broja frejmova je obavljeno za kretanje trasom na pravcu sa korakom od *5 cm* na ukupnoj dužini puta od *100 cm.*

Nakon očitavanja broja frejmova proveden je

postupak određivanja vremena i brzine kretanja modela lokomotive, te su izračunate prosečne vrednosti za modele *L1* i *L2*.

Slika 4. Prikaz početnog položaja modela lokomotive kod očitavanja broja frejmova pri vožnji eksperimentalnom trasom u krivini

2.4. Prikaz i analiza rezultata određivanja otpora krivine

Eksperimentalni podaci dobijeni merenjem na pavcu su pokazali da se lokomotiva kreće jednoliko za sve kombinacije rasporeda aktivnosti osovina *RAO* i ima istu vrednost brzine od $v = 0{,}652\ m/s$ sa *4, 3* i *2* aktivne osovine.

Svakoj brzini kretanja odgovara otpor dobijen računanjem iz izraza za određivanje stalnih otpora: $W_S = 4{,}6416\ v^4 - 8{,}328\ v^3 + 5{,}0963\ v^2 - 0{,}8906\ v + 0{,}1901$ [3]. Pri prolasku vozila kroz krivinu dolazi do umanjenja brzine što je posledica delovanja otpora krivine pa se vrednost ovih otpora dobije kao razlika ukupnog otpora na pravcu W_∞ i stalnih otpora W_S.

Ukupni otpor na pravcu W_∞ je izračunat iz gore navedenog izraza za brzinu kretanja na pravcu, a stalni otpori W_S su takođe izračunati iz istog izraza za pripadajuće brzine kretanja na kraju krivine sa odgovarajućim poluprečnikom *R*.

Tabela 1. Prikaz eksperimentalnih rezultata rezultantnih sila otpora krivina W_R sa RAO za poluprečnike R432, R342 i R250

RAO	R432 W_R [mN]	R342 W_R [mN]	R250 W_R [mN]
PAAA	8.1	8.4	9.4
APAA	9.3	9.4	9.9
AAPA	12.9	13.6	13.8
AAAP	15.3	16.8	17.1
APAP	13.0	13.5	14.0
PAPA	9.4	9.3	10.2
APPA	10.6	10.3	10.7
PAAP	11.8	12.5	13.5

3. ODREĐIVANJE VREDNOSTI SILA OTPORA KRIVINE PO OSOVINSKIM SKLOPOVIMA MODELA LO

Za određivanje raspodela ukupne sile otpora po svakoj osovini postavljene su linearne jednačine za definisane kombinacije rasporeda aktivnosti. Za slučaj *RAO = PAAA* zbir sila otpora krivine za svaku osovinu jednak je ukupnom otporu krivine lokomotive:

$$W_{1P} + W_{2A} + W_{3A} + W_{4A} = W_{PAAA}\ [mN] \qquad (7)$$

Gde su: W_{1P} $[mN]$ – sila otpora krivine kada je prva osovina pasivna u kombinaciji *RAO*, W_{2A} $[mN]$ – sila otpora krivine kada je druga osovina aktivna u kombinaciji *RAO*, W_{3A} $[mN]$ – sila otpora krivine kada je treća osovina aktivna u kombinaciji *RAO*, W_{4A} $[mN]$ – sila otpora krivine kada je četvrta osovina aktivna u kombinaciji *RAO* i W_{PAAA} $[mN]$ – ukupni otpor krivine za slučaj *RAO = PAAA*.

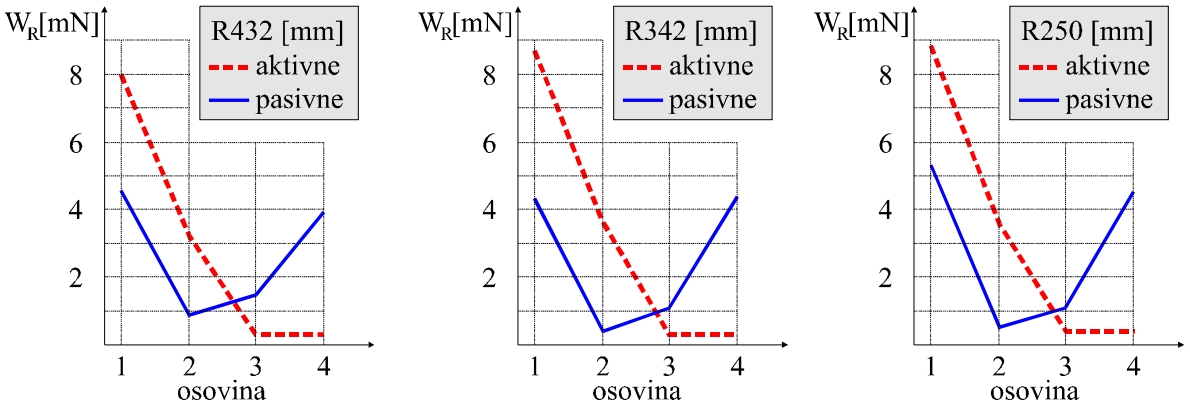
Budući da smo definisali osam različitih rasporeda aktivnosti osovina onda imamo sistem od osam linearnih jednačina i to:

Sile otpora na 1. osovini		Sile otpora na 2. osovini		Sile otpora na 3. osovini		Sile otpora na 4. osovini		Zbirni otpor krivine za RAO	
	W_{1P}	$+ W_{2A}$		$+ W_{3A}$		$+ W_{4A}$		=	W_{PAAA}
W_{1A}			$+ W_{2P}$	$+ W_{3A}$		$+ W_{4A}$		=	W_{APAA}
W_{1A}		$+ W_{2A}$			$+W_{3P}$	$+ W_{4A}$		=	W_{AAPA}
W_{1A}		$+ W_{2A}$		$+ W_{3A}$			$+ W_{4P}$	=	W_{AAAP}
W_{1A}			$+W_{2P}$	$+ W_{3A}$			$+ W_{4P}$	=	W_{APAP}
	W_{1P}	$+ W_{2A}$			$+ W_{3P}$	$+ W_{4A}$		=	W_{PAPA}
W_{1A}			$+W_{2P}$		$+ W_{3P}$	$+ W_{4A}$		=	W_{APPA}
	W_{1P}	$+ W_{2A}$		$+ W_{3A}$			$+ W_{4P}$	=	W_{PAAP}

Ovaj sistem jednačina opisuje realan model i ima realna rešenja, ali algebarski ovaj sistem jednačina je neodređen. Zbog toga se pristupilo projektovanju jednog heurističkog modela u *VISUAL BASICU 6.0*.

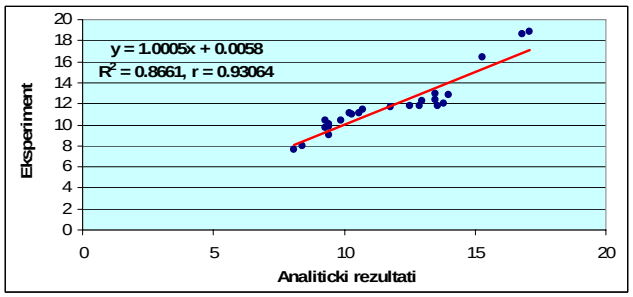
Model pretražuje sva rešenja od *0* do *10 mN* sa iteracijom *0,01* za svaku promenjivu sa najmanjom sumom kvadrata eksperimentalnih i analitičkih rešenja za sve jednačine sistema.

3.1. Prikaz i analiza rezultata sila otpora krivine po osovinskim sklopovima



Slika 5. Prikaz vrednosti sila otpora krivina po osovinama za R432, R342 i R250

Na slici 6. data je validacija eksperimentalno dobijenih i analitički obrađenih rezultata rezultantnih sila otpora krivina za poluprečnike krivina *R = 432 mm, R = 342 mm* i *R = 250 mm*.



Slika 8. Prikaz validacija eksperimentalnih i analitičkih rezultata otpora krivine za poluprečnike R = 432 mm, R = 342 mm i R250 = 250 mm

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Na osnovu obrađenih podataka zaključujemo:

1. Otpori krivina W_R se povećavaju sa smanjenjem poluprečnika krivine,
2. Sa jednom pasivnom osovinom vrednosti sila otpora se povećavaju pomeranjem pasivne osovine u zadnji deo vozila. Maksimalna vrednost ove sile otpora dobijena je u slučaju kada je pasivna osovina poslednja. Sa dve pasivne osovine maksimalna vrednost otpora krivine se dobija u slučaju kada su pasivne osovine u zadnjem delu vozila.
3. Kod raspodele otpora krivine po *obrtnim postoljima*, prednje obrtno postolje osnovni je nosilac otpora krivine čije je učešće u odnosu na rezultantni otpor krivine cele lokomotive veće od *64 %*, što se u praksi i potvrđuje pojačanim trošenjem venaca bandaža prednjeg obrtnog postolja.
4. Kod analize raspodele otpora krivine po *osovinama obrtnih postolja*, najveći otpor krivine imamo u slučaju kada je aktivna prednja osovina prednjeg obrtnog postolja, a pasivna zadnja osovina zadnjeg obrtnog postolja. Minimalne vrednosti otpora krivine pojavljuju se u slučaju kada je pasivna prva osovina u prednjem obrtnom postolju gde su aktivne osovine iza pasivne. Raspodela otpora krivine po osovinskim sklopovima šinskog vučnog vozila nije homogena.

LITERATURA

[1] Serdar J. : Lokomotive, opći dio, Sveučilišna naklada, Liber, Zagreb, 1977.
[2] Tepić J. : Određivanje stalnih otpora kretanja šinskih vozila gravitacionom metodom, stručni rad, Železnice, VOL. 61 · N° 1–2 · STR. 21–27, Beograd, JANUAR – FEBRUAR 2005.
[3] Tepić J. : Istraživanje ponašanja vučne sile pri prolasku šinskih vozila kroz krivinu, Magistarska teza, FTN Novi Sad, 2005.

DETERMINATION VALUES FORCE CURVE RESISTANCE REGARDING AXLES COMPLEX OF DRAGGING RAIL VEHICLES – LOCOMOTIVE

Jovan TEPIĆ
Ilija TANACKOV
Đorđe KOPIĆ

***Abstract*– In work is elaborated a methodology for determination of rail vehicle curve resistance on diminished model EMD GP 18 in HO standard 1:87, with variation of axles activity dispoziton (AAD). Experiment taking down is accomplished with digital camera. Movement speads are obtained by calculating elaboration of experiments photographs. By heuristic method curve resistance forces on axles complexes are determinated. It is determinated the logic of curve resistance forces disposition on axles complexes and rotation stands, regarding size of railway curvature.**

***Key words*– curve resistance, experiment, HO system, heuristic method.**

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИОНЕ СТРУКТУРЕ ЖЕЉЕЗНИЦЕ ПРИЛАГОЂЕНИ ЗА ТРЖИШНЕ УСЛОВЕ ПРИВРЕЂИВАЊА

Ратко ЂУРИЧИЋ[1]
Светлана ТЕРЗИЋ[2]

Резиме: *Одговарајућим организационим рјешењима унутар жељезнице могу се остварити уштеде и повећати ефикасност функционисања жељезнице. Избор адекватне организационе структуре подразумјева примјену различитих научних дисциплина и искустава многих струка. Сложеност жељезничког сектора проблем чине још тежим. У раду су приказани основни фактори обликовања организације, модели организационе структуре, као и начин избора оптималног модела.*

Кључне речи – организација, жељезница, пројектовање

1. УВОД

Нова организациона структура жељезнице треба да направи заокрет у домену: оријентације на кориснике, финансијске консолидације, повећања оперативне ефикасности и смањења броја запослених уз повећање њихове компетенције.

Моделирање нове организације жељезнице захтијева велике напоре, нова знања, много вјере и упорности, као и интеграцију бројних активности унутар жељезнице и у њеном окружењу. Садашње стање указује на потребу истраживања организационе структуре жељезнице и предлагање модела организације засноване на научним основама и методама савремене организације и менаџмента, директивама ЕУ и искуствима других жељезница.

2. ДЕФИНИСАЊЕ ЦИЉЕВА И КРИТЕРИЈУМА ПРОЈЕКТОВАЊА ОРГАНИЗАЦИОНЕ СТРУКТУРЕ

Дефинисане циљеве можемо разврстати у двије основне групе:

1) Циљеви моделирања нове организације и
2) Циљеви реорганизације постојеће организације.

Веома често циљеви се дефинишу према могућностима у одређеном временском периоду. Циљеви се дефинишу тако да доведу организацију у задовољавајући ниво стања са отклањањем узрочних недостатака у дотадашњем развоју. Као најзначајнији циљеви неопходни за моделирање жељезнице на савременом пословном концепту могу се навести следећи: максимално задовољење корисника услуге, повећање обима превоза, повећање прихода, остварење максималне добити путем рационализације, смањење трошкова услуге, повећање безбједности саобраћаја, повећање заштите животне средине, повећање општег нивоа знања, повећање квалитета услова рада.

Да би се реализовали претходни циљеви неопходно је: истражити потенцијално тржиште; дефинисати пословну политику на бази захтјева савремене транспортне услуге; анализирати конкуренцију; анализирати себе у односу на конкуренцију; анализирати сопствене ресурсе; побољшати своје учешће на транспортном тржишту; уводити нове савремене технологије у све дијелове организације; побољшати пословање повећањем продуктивности, рентабилности и економичности; побољшати статус запослених; обезбиједити способан менаџмент; обезбиједити контролу трошкова по свим елементима процеса рада; максимално користити могућности информатике; обезбиједити такав модел организације које ће рационализовати коришћење свих расположивих капацитета (транспортних, ремонтних, материјалних и информационих).

Критеријуми као мјера за достизање дефинисаних циљева и реализацију практичних задатака на жељезници, нису довољно истраживани и развијани.

[1] др Ратко Ђуричић дипл.инж.саоб, Извршни менаџер за инвестиције и развој Жељезнице РС, Светог Саве 24, kibernetika@doboj.net
[2] Светлана Терзић дипл.ек, Саобраћајно-технички факултет, svetlana.t@vts-doboj.net

При моделирању организације жељезнице постоје три групе критеријума и то:

1) Прва група критеријума која се односи на квантитативне критеријуме који су дефинисани кроз Европске директиве;
2) Друга група критеријума односи се на критеријуме за пројектовање модела организационе структуре, и
3) Трећа група критеријума су критеријуми за рангирање и оцјену варијанти организовања.

- **Критеријуми пројектовања организације**
  - Максимално испуњење тржишних захтјева за превозом путника и превозом робе;
  - Дугорочно максимизирање добити;
  - Максимизирање развојних могућности и развоја дјелатности;
  - Технолошка и функционална заокруженост процеса рада;
  - Подјела рада и специјализација;
  - Мотивација запослених;
  - Оптимално коришћење транспортних и инфраструктурних капацитета, капацитета за одржавање транспортних средстава;
  - Способност прилагођавања организације жељезнице релевантном окружењу;
  - Поузданост жељезнице као система;
  - Минимизирање хијерархијских нивоа;
  - Оптимизација залиха резервних дијелова и других материјалних ресурса, и др.

3. ОРГАНИЗАЦИОНИ МОДЕЛИ

Предузећа у тржишној привреди могу се организовати као јединствен пословни систем, корпорација, која се профитно децентрализује и као сложен систем и то у неколико облика [7]:

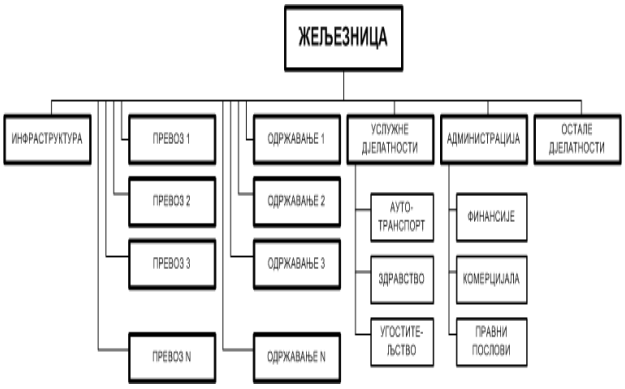
- Чисти холдинг;
- Мјешовити холдинг;
- Матично са зависним предузећем.

Примјеном вишеструког контигентног модела, дефинисаних циљева и критеријума за организовање, користећи искуства жељезничких управа развијених земаља Европе и земаља у транзицији развијени су модели организације жељезнице који су прилагођени за тржишне услове привређивања [7]:

1) Модел јединственог правног субјекта;
2) Модел матичног предузећа са зависним предузећем;
3) Модел чистог холдинга;
4) Модел самосталних предузећа;
5) Модел мјешовитог холдинга;
6) Модел јединственог правног субјекта са партнерима.

3.1. Модел јединственог правног субјекта

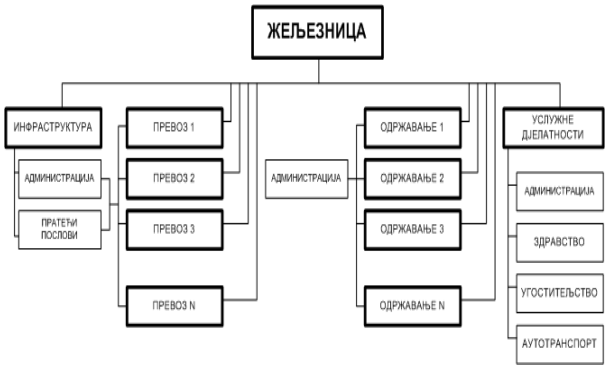
Ово је модел са најједноставнијом организационом структуром. Карактерише га висок степен централизације. Веома је сличан постојећим моделима организације жељезнице прије директиве ЕУ 440/91. Овим моделом избјегавају се крупне статусне подјеле предузећа. Систем управљања је једноставан.



Слика 1- Сложени модел јединственог правног субјекта

3.2. Модел матичног предузећа са зависним предузећима

Ово је модел модерног холдинга. Састоји се од матичног предузеће и два зависна предузећа. Матично предузеће чини "Инфраструктура" и "Превоз" са заједничком администрацијом и пратећим пословима. Зависно предузеће "Одржавање" обавља дјелатност одржавања жељезничких возила. Зависно предузеће Услужне дјелатности концентрисало је све комплементарне дјелатности са којим је жељезница располагала: здравство, угоститељство, жељезнички аутотранспорт. Све чланице предузећа аутономне су у свом пословању. Оне воде самостално своју пословну политику и имају статус правног лица. Како матично предузеће има капитал у зависним предузећима тиме обезбјеђује доминацију над зависним предузећима, а и над системом у цјелини. Ово је веома погодан модел за улазак одређених партенера у одређене дјелатности, те довођење тих дјелатности у тржишне услове привређивања. Везе између предузећа остварују се путем заједничког правног субјекта.



Слика 2 – Сложени модел матичног предузећа са зависним предузећима

3.3. Модел чистог холдинга

Моделирање жељезнице на принципима чистог холдинга подразумјева жељезницу састављену од више зависних предузећа. Жељезница као основно преузеће се искључиви бави управљачком дјелатношћу. Она не производи нити продаје услуге превоза, а не обавља ни друге оперативне послове укључујући и заједничке послове за више предузећа.

Модел чистог холдинга своди се на најмање четири зависна предузећа. Предузећа воде самостално своју пословну политику и имају статус правног лица. Свако зависно предузеће удружује средства у холдинг према одређеном уговору. Свако предузеће има сопствени развој и управљање. Стратешки развој и управљање је на нивоу холдинга.

Слика 3 – Сложени модел чистог холдинга

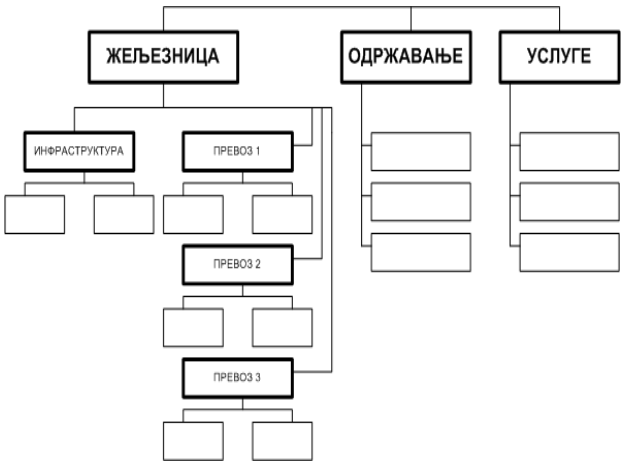
3.4. Модел самосталних предузећа

Модел самосталних предузећа подразумијева жељезницу састављену од самосталних предузећа која могу самостално да егзистирају. Свако предузеће чини јединствен пословно организациони систем. Предузећа су у великој мјери децентрализована и састоје се из више пословних јединица различитих организационих модела.

Слика 4 - Модел самосталних предузећа

3.5. Модел мјешовитог холдинга

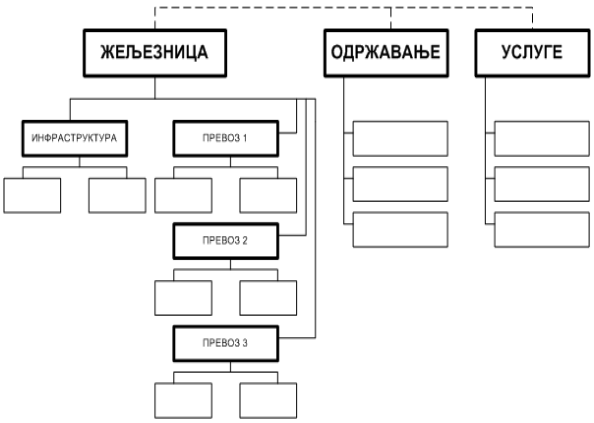
Модел мјешовитог холдинга за разлику од чистог холдинга поред управљачких послова (оснивање, финансирање и управљање жељезничким предузећима) обавља и производњу саобраћајне услуге, одређене услужне дјелатности, одређене заједничке послове за зависна предузећа итд. Модел мјешовитог холдинга чине три засебна правна субјекта који могу самостално егзистирати. Главно предузеће жељезнице састављено је од инфраструктуре и оператора. Два зависна предузећа су одржавање и услуге.



Слика 5 - Сложени модел мјешовитог холдинга

3.6. Модел јединственог предузећа са партнерима

Ово је модел једноставне структуре. Предузећа би се одвојила од жељезнице и била би стратешки партнери жељезнице. У основи веома је сличан првом моделу. Управљање предузећем је једноставно.



Слика 6 – Сложени модел јединственог предузећа са партнерима

4. ЗАКЉУЧАК

Динамичност система у коме егзистира жељезница захтијева перманентно истраживање модела организације, односно пројектовање организације као динамичког модела. У раду су презентовани различити модели организовања жељезнице. Анализом модела указано је на њихове предности и недостатке.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ђуричић Р,. Развој модела организације жељезнице, докторска дисертација, Саобраћајни факултет, Београд 2005.
[2] ECMT/OECD: Internalising the Social Costs of Transport, ECMT ministrerial session, Paris,1992.
[3] Стонер Ј., Фриман Е., Глберт Д.: Менаџмент, Желнид, Београд, 1997,
[4] Mintzberg H.: Mintzberg on Management – Inside our Strange World of Organizations, The free Press, New Yourk, 1989.
[5] Петковић, М., Јанићијевић Н., Богићевић Б.: Организација, Економски факултет, Београд, 2003.
[6] Daff, Richard L.: Organization Theory and Design, st. Poul, MN.1992.
[7] Група аутора: Успостављање модерног корпоративног система организације и менаџмента Жељезнице Републике Српске, Економски факултет, Бања Лука, 2004.

MODELS OF RAILWAY ORGANISATIONAL STRUCTURES ORIENTED TOWARDS MARKET

Ratko ĐURIČIĆ
Svetlana TERZIĆ

Resume: ***Using the adequate organizational solutions inside the railway, savings can be made and efficiency of functioning upgraded. Choice of the adequate organizational structure means usage of different scientific disciplines and experiences from many fields. Problem of choosing conditions railway sector complexity. This work presents element factors of organizing, models of organizational structure as well as the way of choosing the optimal alternative.***

Key words: organisatons, railway, designing.

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

КАПАЦИТЕТИ И ВАРИЈАНТЕ ПОЗИЦИЈЕ РЕГУЛАТОРНОГ ТИЈЕЛА ЗА ЖЕЉЕЗНИЧКИ САОБРАЋАЈ У ЦРНОЈ ГОРИ

Решад НУХОЋИЋ[1]
Бранислав БОШКОВИЋ[2]

Резиме *– Тренд опадања учешћа жељезница на транспортном тржишту још увијек није заустављен у европским државама. Европа се још почетком деведесетих година прошлог стољећа сложила да је предуслов за излазак из кризе жељезница њихово реструктурирање. Реструктурирање жељезница у ширем контексту означава: реструктурирање жељезничких предузећа, реструктурирање институција државе у транспортном сектору, посебно жељезничком, и реструктурирање односа између државе и жељезнице. Тешко је говорити о било којој од ове три компоненте изоловано, а да се не уђе на терен друге двије компоненте. У овом раду разматран је проблем реструктурирања државних институција као предуслов за реструктурирања самог жељезничког предузећа. Прецизније, питање на које се тражи одговор у раду гласи: "који су то и какви капацитети државних институција неопходни да би се успјешно извео процес реструктурирања цјелокупног жељезничког сектора, а посебно жељезничког предузећа". Посматрајући садашња институционална рјешења и капацитете сектора транспорта на државном нивоу у Црној Гори у раду су дефинисана три рјешења која се односе на организациони облик и мјесто институције која треба да преузме задатке регулаторног тијела у жељезничком саобраћају.*

Кључне речи – реструктурирање, жељезница, регулаторно тијело, систематизација

1. УВОД

Република Црна Гора се доношењем Закона о жељезници (2004) опредијелила за реструктурирање жељезничког система према директивама ЕУ. Истим законом се опредијелила и за сам модел уређења жељезничког система јасно дефинишући раздвајање управљања жељезничком инфраструктуром и управљања превозом у посебне организационе и независне цјелине. Да би се примијенио, неопходно је и реструктурирање државне управе на овом пољу. Ту се мисли на оформљење регулаторог тијела које ће омогућити појаву више превозника и тиме појаву конкуренције као јединог могућег облика повећања квалитета услуга, па и жељезничких.

Кључна питања везана за "регулаторно тијело" су гдје је позиција регулаторног тијела у мрежи државних институција у овој фази развоја Црне Горе и који су капацитети истог с обзиром на величину земље, њено тржиште и економску моћ. Овдје издвајамо три кључна елемента која опредјељују мјесто институције, њену структуру и капацитете:

- ✓ Са увођењем тржишта на жељезничкој инфраструктури од државе се тражи да буде оспособљена да одговори задацима који се односе на регулисање тог тржишта, развоју механизама за исто и на гаранцијама које се односе на неутралност и праведност у конкуренцији.
- ✓ Појавом више превозника на жељезничкој инфраструктури и услед ефеката тржишта који иду ка смањењу трошкова пословања предузећа, може доћи до угрожавања безбједности саобраћаја, односно до нежељених ефеката тржишта у том дијелу. Држава у таквим условима мора обезбиједити институционалне услове који се односе на безбједност жељезничког саобраћаја.
- ✓ Наглашена одговорност надлежног министарства односно Владе за стање

[1] Решад НУХОЋИЋ, дипл.инж.саоб., руководилац пројекта реконструкције пруге Никшић – Подгорица, Жељезница Црне Горе АД, Подгорица, Трг голооточких жртава 13, e-mail: r.n@cg.yu , zcg-tim@cg.yu
[2] мр Бранислав З. БОШКОВИЋ, Саобраћајни факултет, Београд, Војводе Степе 305 e-mail: branislav.b@sezampro.yu, b.boskovic@sf.bg.ac.yu

инфраструктуре и самог предузећа за управљање инфраструктуром, а нарочито њена одговорност за билансе предузећа и његово задуживање, планска документа и контролу њиховог извршавања. За све ове дјелатности Влада Црне Горе, као ни већина влада у Европи до директива ЕУ, није имала развијене процедуре нити ресурсе за извршење.

Шта тренутно имамо од капацитета државне управе Црне Горе у жељезничком сектору? Орган извршне власти у чијој се надлежности налази жељезнички саобраћај у Црној Гори је Министарство поморства и саобраћаја (МПС). До марта 2003. године велики дио послова који се односе на надлежност у жељезничком саобраћају обављало је бивше Савезно министарство саобраћаја СРЈ које је доношењем Уставне повеље и Закона о спровођењу уставне повеље престало да постоји и сва надлежност у погледу жељезничког саобраћаја прешла је на републике чланице. У таквим условима МПС РЦГ је посједовало минималне капацитете посвећене уређењу и развоју овог сектора. Оно је и данас на истом нивоу и ради се заправо само о два систематизована радна мјеста која су у непосредној вези са жељезничким саобраћајем.

2. МЈЕСТО И УЛОГА РЕГУЛАТОРНИХ ТИЈЕЛА У ЦРНОЈ ГОРИ

У условима када треба формирати регулаторно тијело за жељезнички саобраћај, врло је важно одговорити на питање како се данас гледа на институције ове врсте у Црној Гори. У досадашњем развоју економске регулације у Црној Гори нагло расте број независних агенција, тијела, број запослених као и укупни трошкови. Кључни параметри у томе су: самосталност регулаторних тијела у доношењу одлука, трошкови регулације и број запослених, покривеност области које се требају регулисати прописима, утицај на прилив страних инвестиција и слободни проток роба, услуга, информација итд.

Црна Гора се опредијелила за систем регулације инфраструктурних дјелатности путем самосталних регулаторних агенција, комисија и тијела (Агенција за телекомуникације, Агенција за енергетику, Агенција за медије, Централна банка, Комисија за хартије од вриједности...). То ствара многе проблеме од ефикасности, транспарентности до проблема трошкова. Очигледно је да овај концепт под знаком питања. Да ли Црна Гора има толико људи?

На бази анализе садашњег стања и концепта економског развоја, Црна Гора као независна држава и као микродржава, треба да уради концептуални документ развоја регулаторног система у Црној Гори. Важно је напоменути да систем регулације у земљи која има 625000 становника и GDP око 1,5 милијарди €, не може бити исти као код великих земаља.

3. ПРИЈЕДЛОЗИ ЗА РЈЕШЕЊЕ И ЊИХОВО ОБРАЗЛОЖЕЊЕ

Сагледавајући комплетну ситуацију:

- у надлежном министарству и државној управи кроз систематизацију, људске ресурсе, капацитете и њихову структуру и др.;
- прикључење ЕУ као стратешко опредјелење ЦГ;
- захтјеве који се постављају у склопу прилагођавања окружењу било да су у питању европска или регионална;

Влада Црне Горе се у погледу жељезничког саобраћаја и њеног институционалног рјешења и оспособљавања на државном нивоу може опредијелити за једно од три могућа рјешења:

- **Прво**, које дефинише оснивање организационе јединице унутар Министарства, а која ће се бавити само жељезничким саобраћајем;
- **Друго**, која дефинише оснивање органа управе ван састава Министарства, а који би се бавио искључиво жељезничким саобраћајем (Дирекција, Управа за жељезницу и сл.);
- **Треће**, које дефинише оснивање посебног органа управе који би био заједнички и за путеве и за жељезницу (Дирекција за путеве и жељезнице), односно формирањем посебних одјељења у постојећој Дирекцији за путеве и промјеном њеног назива.

Међутим, у овом тренутку, од избора самог рјешења много је значајније опредјелење Владе ЦГ за формирањем одговарајућих капацитета у државној управи за овај вид транспорта. Одлука о самом моделу добиће на значају тек када буде мјерена испуњеност услова за улаз у ЕУ у погледу жељезничког саобраћаја.

И поред тога треба споменути да је друго рјешење корак напред ка испуњењу услова који захтијевају прописи ЕУ. Ту се мисли на то да све земље приликом уласка у ЕУ морају да имају основано регулаторно тијело које ће бити независно од извршне власти и директно под надзором Скупштине. У наредним редовима биће анализирана сва три рјешења.

ПРВО рјешење предвиђа да се организациона јединица, која ће се бавити стручним и управним пословима у вези жељезничког саобраћаја, налази у саставу МПС. У складу са одговарајућим државним актима, унутрашња организациона јединица може бити: Сектор, Одјељење, или Служба. С обзиром на укупне капацитете државе у

жељезничком сектору, организациона јединици треба да буде у формацији **Сектора за жељезнички саобраћај** у оквиру МПС. Предност првог рјешења је што ће сви послови у Министарству бити на једном мјесту. Такође сви сектори саобраћаја у том случају имаће логистичку подршку заједничког секретаријата (обрачун зарада, књиговодствени и остали административно-технички послови), што за последицу има мањи административни апарат.

ДРУГО рјешење је формирање органа државне управе ван МПС. Други органи управе могу бити: управе, секретаријати, заводи, **дирекције** и агенције. У овом случају одговарао би назив **Дирекција за жељезнице**, јер су по Закону о државној управи дирекције органи "који врше стручне и са њима повезане управне послове који се односе на област привреде". Како према опредијељеним задацима таквог органа има знатно више стручних него управних послова то је и приједлог да се институција назове Дирекција за жељезнице. У оквиру Дирекције су планирани и инспекцијски послови што је у складу са Законом о инспекцијским пословима гдје се допушта да инспекције могу бити унутар органа државне управе који није у саставу министарства. Разлози леже у концентрацији стручних кадрова државне управе на једном месту с обзиром на величину државне управе Црне Горе, могућности саме државе у материјалном смислу, као и на расположиви кадар на тржишту. Предност овог рјешења је и корак напред ка испуњењем услова потребних за улазак у ЕУ. Релативна независност обезбјеђује мирнији рад институције која је по свом карактеру прије свега стручна.

ТРЕЋЕ рјешење је формирање заједничке дирекције са путевима под називом: Дирекција за путеве и жељезнице. Све што је речено као предност за друго варијанту важи и за трећу. У односу на другу варијанту јавља се и додатна предност која потиче из већ развијене логистике Дирекције за путеве која би омогућила лакше функционисање жељезничког дијела. То нарочито важи за почетни период функционисања и у условима оскудице кадрова у овој области као што су поједине струке (грађевински инжењери). Недостатак, или боље речено опасност, код овог рјешења лежи у могућности занемаривања развоја одјељења која се баве жељезницом. То потиче из чињенице да Дирекција за путеве постоји већ дуги низ година и да би се могао појавити одређени антагонизам који би водио занемаривању развоја жељезничких послова због већ "укорињеног" друмског сектора односно због различитих стартних позиција.

Слика 1. Организација и систематизација Дирекције за жељезницуЦрнеГоре

4. НЕОПХОДНИ КАПАЦИТЕТИ "РЕГУЛАТОРНОГ ТИЈЕЛА"

Израдом Нацрта Правилника унутрашње организације и систематизације **Дирекције за жељезнице као органа државне управе (**друга варијанта рјешења) дефинисани су потребни људски ресурси, односно капацитети за функционисање "регулаторног тијела". Овдје је представљена на слици 1 у крајње редукованом облику. Готово истовјетни људски ресурси потребни су и у случајевима друга два рјешења. За

прво рјешење тј. за Сектор за жељезнички саобраћај као посебан сектор унутар МПС у систематизацији треба да буду само два радна мјеста мање, а све остало у погледу броја и описа радних мјеста остаје исто. Речено важи и за треће рјешење.

У самој систематизацији радних мјеста вођено је рачуна о неопходној заступљености свих струка који захтијева вођење овако комплексног система транспорта са позиције државне управе. Приликом запошљавања директор Дирекције као одговорно лице мораће да води рачуна да се, суочен са претходно реченим и, користећи алтернативне могућности у систематизацији, не поремети структура запослених која је неопходна за добар и мериторан рад Дирекције.

Такође, код инспекцијских послова, у циљу постављања оптималног броја запослених на овим пословима, предложено је да један од инспектора истовремено буде и главни инспектор или начелник инспекције.

5. ЗАКЉУЧАК

Проблем Црне Горе као микро државе је у њеним ограниченим капацитетима и могућностима у задовољењу услова ЕУ и регулативе на различитим подручјима па и на жељезничкој инфраструктури. У раду су разматрани капацитети регулаторног тијела за жељезницу и његова позиција у оквиру државног институционалног система. Наглашени јавни интерес у овом сектору, што је показала и велика жељезничка несрећа почетком 2006. године, налажу да се без обзира на ресурсе на овом пољу не смије штедјети. У оквиру досадашњих истраживања, укључивши и овај рад, препоручује да се обједине државне функције на овом пољу са већ постојећим у друмском саобраћају и тако створи одрживост једне овакве институције. Разлог лежи у чињеници да се на жељезници Црне Горе не очекује такав број оператора који би омогућио финансијску независност једног оваквог тијела, што је истовремено и предуслов за њену суштинску независност и равноправност третмана учесника која се захтијева од једног регулаторног тијела.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бошковић Б., Росић С. и др. – "Пројекат организације и систематизације Управе за железницу, прегледа међународних уговора и препоруке за учешће у међународним институцијама и организацијама и предлоге нових или измена и допуна постојећих закона Црне Горе", Агенција за маркетиг и консалтинг "РС", Београд, 2005.

[2] Цвијановић Ј. – "Пројектовање организације", Економски институт, Београд, 1992.

[3] Дулановић Ж., Јошко О. – "Организациона структура – Методе и модели", ФОН, Београд, 2002.

[4] ECMT: "The separation of Operations from Infrastructure in the Provision of Railway Services", Round Tabel 103, Paris, 1997.

[5] EU – Директиве: 91/440, 2001/12, 2001/13, 2001/14

[6] Петковић М., Јанићијевић Н., Богићевић Б. – Организација, Економски факултет, Београд, 2003.

[7] UIC: "Our Common future, Reort of the Central and Eastern European Countries", Draft Final Report, Paris, 1999.

CAPACITY AND VARIANT POZITIONS OF THE REGULATORY BODY FOR THE RAILWAY TRANSPORT IN MONTENEGRO

Rešad NUHODŽIĆ
Branislav BOŠKOVIĆ

Abstract – The declining trend of participation of railways on the transport market is still not stopped in European countries. At the beginning of 90s of the last Century, Europe has agreed that prerequisite for railways for getting out of the crisis is their restructuring. Restructuring of the railways in a broader concept signify: restructuring of the railway enterprises, restructuring of the state institutions in the transport sector, especially railway, and restructuring of the relation between the State and the Railway. It is hard to speak about any of these three components separately and not coming to the field of another two components. In this paper, the problem of restructuring of the state institutions as a precondition for restructuring of the company itself will be investigated. More precise, the question, which seeks for the answer in the paper, is "what the capacities of the state institutions are needed for successful process of restructuring of the whole railway sector and specially railway enterprise". Looking at today's institutional solutions and capacity of the transport sector at the State level in Montenegro, this paper defines three solutions which address to the organizational profile and place for the institution which should take over the tasks of the regulatory body in the railway transportation.

Key words – restructuring, railway, regulatory body, sistematization

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

MODERNIZACIJA ELEKTRIČNIH LOKOMOTIVA ŽELEZNICA REPUBLIKE SRPSKE

David VOJINOVIĆ[1]
Sava JELIĆ[2]

Rezime *– Železnice Republike Srpske planiraju rekonstrukciju jednog dela svojih električnih lokomotiva serije JŽ 441 tehničkim sredstvima, koja nisu, ili su samo delimično, korištena pri obnovi lokomotiva u bivšim jugoslovenskim republikama. Predviđa se individualna regulaciji svakog vučnog motora sa IGBT tranzistorima. Drugu krupnu novinu predstavlja mikroračunarski upravljački sistem koji je namenjen upravljanju lokomotivom, koordinaciji rada mikroračunara koji regulišu rad vučnih motora, komunikaciji sa mašinovođom i sa perifernim uređajima i, posebno, komunikaciji sa centrima za upravljanje saobraćajem i za održavanje i opravku lokomotiva. U širokoj, kompleksnoj primeni mikroračunara boljitak se očekuje i od preciznijih i kompletnijih zaštita. Na neke od planiranih zaštita i tehnika upravljanja autori izlažu kritički stav i predlažu dobitnička rešenja. Poseban deo izlaganja posvećen je ekonomskoj opravdanosti modernizacije i rekonstrukcije lokomotiva.*

Ključne reči – lokomotive, tranzistorizacija, mikroračunari.

1. UVOD

Od postojećeg parka električnih lokomotiva koji čini par desetina vozila serije JŽ 441, Železnice Republike Srpske raspisale su tender za modernizaciju šest lokomotiva.

Opredelenje za modernizaciju potiče od namere da se, dok se ne steknu uslovi za nabavku novih lokomotiva, sa postojećih iskoriste sanduk, vučna i odbojna oprema i eventualno drugi"zdravi" delovi, a posebno, skupi sklopovi kao što su transformator i vučni motori, i da se rekonstruisanim lokomotivama produži životni vek za sledećih dvadesetak godina. Za modernizaciju lokomotiva postoje, uz to, i drugi povodi.

2. POVODI ZA MODERNIZACIJU LOKOMOTIVA

Osnove za otvaranje pitanja modernizacije lokomotiva nalaze se u stanju sadašnjeg lokomotivskog parka i rastućim potrebama za saobraćajem.

Dodatne razloge za razmatranja celishodnosti modernizacije lokomotiva pružaju radovi i iskustva susednih železnica na rekonstrukciji lokomotiva ovog tipa i ponude novih tehničkih rešenja, koje nadmašuju programe dosadašnjeg obima modernizacije.

2.1. Osnovni pokazatelji sadašnjeg stanja lokomotiva

Sa čisto tehničke strane, a sa njom su tesno vezana i pitanja eksploatacije i održavanja, sadašnje stanje lokomotiva je nezadovoljavajuće. Osnovni razlog za to je što nisu dobro konstruktivno koncipirane ni ispitane a dopunski što im, i pored dugog perioda eksploatacije, glavne mane nisu otklonjene. Lokomotiva serije 441 je izabrana kao tip za nekadašnje velike JŽ uz nezaboravne pritiske i organizovana navijanja, iako je na praktičnim probama vuče vozova, koje su prethodile izboru, prošla katastrofalno loše. U odnosu na tadašnjeg takmaca bila je maltene prototip jer je uzeta kao jedna od nekoliko tek napravljenih lokomotiva Švedskih železnica. Švođani su svoje lokomotive ubrzo preradili u tiristorske, a naše železnice su 30 i više godina ostale na diodnoj tehnici.

Prvi nedostaci pojavili su se na mehaničkom delu lokomotive: na obrtnom postolju –osnovi za prenos vučne sile i dinamiku kretanja-, pojavile su se naprsline već pri pomenutim vučnim probama. U toku eksploatacije došle su do izražaja i druge posledice neusaglašenosti komponenata obrtnog postolja. Korisnici su, svak na svoj način, pokušavali da probleme obrtnih postolja reše raznim ojačanjima i rekonstrukcijama, zahvaljujući kojima su postignuta neka poboljšanja, ali i dalje ima prskotina. Brzina širenja naprslina je takva da postoji opasnost pucanja

[1] David VOJINOVIĆ, dipl. ing., MSNet Beograd, Maršala Birjuzova 2-4, e-mail: plombex@eunet.yu
[2] Prof. dr Sava JELIĆ, dipl. ing., Beograd, Nevesinjska 2, e-mail: sjelic@ptt.yu

osovine između dva redovna ultrazvučna pregleda. Osovine su zbog neprigušenih torzionih oscilacija zamorene pa im je smanjen vek trajanja. Ni obimne teoretske analize i praktične mere na suzbijanju torzionih vibracija, kao uzroka naprslina i drugih nevolja na postolju, nisu dale zadovoljavajuće rezultate, tako da je obrtno postolje i dalje slabo mesto. Opravdanost želje Železnica RS da od ponuđača traži novi projekt i konstrukciju rama obrtnog postolja potvrđuju vesti da i neke od železnica, koje su daleko odmakle na putu modernizacije lokomotiva, uvode ovaj zahtev.

Ponašanje i trajnost obrtnog postolja vezani su i za električni deo lokomotive: zavise od sistema upravljanja napajanjem vučnih motora i od valjanosti protivklizne zaštite.

Veliki skokovi vučne sile koji se na diodnim lokomotivama javljaju pri prelasku sa jednog na drugi otcep transformatora od pogubnog su uticaja i na mehaniku lokomotive i na ostvarenje željene karakteristike pokretanja i ubrzavanja voza.

Raniji pokušaji rekonstrukcije opreme u cilju poboljšanja protivklizne zaštite na diodnim lokomotivama nisu uspeli. To se, u uslovima regulacije napona promenom otcepa na transformatoru i relejne upravljačke tehnike, nije ni moglo očekivati, pa rad i sredstva koja su za ovo uložena spadaju u promašene investicije.

Elektromehanički delovi konstrukcije namenjene ovakvoj regulaciji vuče i relejna upravljačka tehnika čine značajnu grupu uzroka niske pouzdanosti lokomotiva.

Rad pomoćnog pogona je od samih početaka praćen velikim problemima. Sistem pretvaranja monofazne u trofaznu struju potrebnu za napajanje motora pomoćnog pogona, koji počiva na uključivanju u kolo kondenzatorskih baterija, nije se dobro pokazao. Sistem nije prilagodljiv promenama ulaznog napona. U pojedinim fazama trofaznog sistema su, pri porastu ulaznog monofaznog napona, izmereni naponi i do 1.000 V. Ojačavani su, menjani i premotavani mnogi motori pomoćnog pogona. Ceo sklop, koga čine pretvarač i motori, bio je jedan od uzroka niske pouzdanosti i čest povod za vanredne opravke lokomotiva. Glavnina navedenih problema postoji na lokomotivama Željeznica Republike Srpske i danas.

Kad se izloženim problemima dodaju vreme nabavke, teški uslovi održavanja i opravki i znatna oštećenja do kojih je došlo u minulom ratu, za diodne lokomotive Železnica Republike Srpske može se reći da su stare i zastarele, opterećene mnogim početnim slabostima i nepouzdane.

2.2. Iskustva susednih železnica u modernizaciji lokomotiva serije JŽ 441

Susedne železnice (Železnice Bosne i Hercegovine, HŽ, Železnice Srbije) konvertovale su jedan deo svojih diodnih lokomotiva u tirstorske. Krajnje nepovoljno osnovno rešenje sa elektro-mehaničkim skokovitim izborom napona za napajanje vučnih motora zamenjeno je sa daleko boljim, kontinualnim tiristorskim regulatorima za po dva u seriju spojena vučna motora.

U oblasti pomoćnog pogona su najpre inostrani, a posle i domaći proizvođač, razvili poluprovodničke pretvarače monofaznog u trofazni napon. Uvođenjem tih pretvarača, koji su u prvim izvedbama bili, a ponegde su i dalje, tiristorski, povećana je pouzdanost pomoćnog pogona pa su, tamo gde su železnički stručnjaci na održavanju naučili tehnike rada i ispitivanja tih uređaja, umanjeni problemi održavanja. Savremene izvedbe pretvarača pomoćnog pogona su tranzistorske.

Značajan doprinos uspešnijem korišćenju i održavanju tirirstorizovanih lokomotiva pruža delimična informatizacija i primena elektronskih računara u dijagnostici kvarova.

3. CILJEVI KOJI SE MOGU POSTIĆI PLANIRANOM MODERNIZACIJOM

Osnovni cilj Železnica RS je da koristeći postojeću vitalnu i skupu opremu (transformator, vučni motori) sa nevelikim ulaganjima u modernizaciju, za sledećih dvadesetak godina, dobije pouzdana vučna vozila boljih performansi i manjih troškova eksploatacije i održavanja.

Na povećanje pouzdanosti i raspoloživosti lokomotiva se računa zato što će biti otklonjeni najčešći do sada poznati uzroci kvarova i ispada lokomotiva iz rada i što će nova upravljačka i informatička tehnika omogućiti bržu identifikaciju problema i dovođenje lokomotive u stanje potpune ispravnosti ili, u krajnjem slučaju, do njene delimične upotrebljivosti. Na osnovu toga se očekuje značajno povećanje srednjeg pređenog broja kilometara lokomotive između dva kvara i ukupno povećana raspoloživost.

Zbog uvođenja kontinualne regulacije napajanja vučnih motora i zbog sređivanja, odnosno uvođenja, tamo gde je nema, električne kočnice i koordinacije njenog rada sa vazdušnom kočnicom očekuju se bolje vučne i kočne karakteristike. Kontinualna regulacija napona dovešće do eliminacije skokovitih promena vučne sile, koji su od krajnje neprijatnog uticaja na mehaniku lokomotive, i omogućiti uvođenje efikasne protivklizne zaštite. Prioritetna primena električne kočnice uticaće na smanjenje habanja točkova, trošenja kočnih papuča i dr.

Od napajanja motora pomoćnog pogona iz redundantnih tranzistorskih pretvarača monofazne u trofaznu struju očekuje se dodatno povećanje pouzdanosti rada lokomotive i smanjenje broja i cene vanrednih opravaka.

Ostvarenjem iznetih ciljeva mogle bi se značajno unaprediti eksploatacione karakteristike lokomotiva i smanjiti troškovi održavanja. Povećanje pouzdanosti i raspoloživosti modernizovanih lokomotiva dovelo bi do povećanja njihove efektivne upotrebne vrednosti.

4. KRITIČKI OSVRT NA TENDERSKU DOKUMENTACIJU

Osnovna zamerka tenderskoj dokumentaciji odnosi se na pitanje obrtnog postolja, za koje su novi projekat i nova izvedba rama uzeta samo kao jedna od mogućnosti. Neodređenih formulacija ima i u vezi nekih drugih delova mehaničke opreme kod kojih se ostavlja mogućnost korišćenja postojećih sredstava. Za rad lokomotive predviđena je najniža radna temperatura od minus 25°C što za naše prilike nije prihvatljivo. Među ozbiljne nedostatke spadaju i oblasti koje nisu dovoljno ili nisu uopšte obrađene. Radi se o, za ovu vrstu lokomotiva, do sada najznačajnijim promenama u regulaciji rada i informatizaciji poslovanja. Modernizovane lokomotive bi mogle biti uzor za rekonstrukciju ostalih električnih lokomotiva pa detaljniju obradu zaslužuju odnosi regulacionih sistema glavnog i pomoćnog pogona sa sistemom upravljanja lokomotivom. O takozvanoj voznoj komunikacionoj mreži u čiji okvir spada i pitanje upravljanja vozom, kao i zaprežnom lokomotivom odnosno potiskivalicom postoje važeći propisi Međunarodne elektrotehničke komisije (IEC) i Međunarodne unije železnica (UIC), koji se u tenderskoj dokumentaciji ne pominju. (Cela upravljačka, regulaciona i komunikaciona tehnika se po odredbama tendera zasniva na tehnici CAN - Controler Area Network-, koja je razvijena prvenstveno za primenu u drumskim vozilima). Uz potrebu definisanja ovih veza dolaze i pitanja uslova za računarski hardver (kompaktnost, performanse) i softver (arhitektura i koncepcija, izvorni kôd, sredstva i tehnike izmene programa i dr.), za nivo i jezik dijagnostike, za dokumentaciju i održavanje. Naročito je značajno razjasniti pitanja redundancije upravljačkog i komunikacionog softvera.

U Tehničkom opisu nema zahteva ni za vučnom karakteristikom ni za pokazateljima drugih poboljšanja, kao što je povećana pouzdanost, faktor snage, delotvornost protivklizne zaštite. Za modernizaciju je dobro odabran osnovni koncept tranzistorizacije pogona i mikroračunarskog upravljanja lokomotivom, ali odgovori na ovde izložene zahteve treba da kvantitativno i kvalitativno izraze njegove višestruke uticaje i mogući doprinos.

Posebnu pažnju zaslužuje pomoćni pogon, poglavito njegovo napajanje, čije manjkavosti mogu uzrokovati prekid rada lokomotive. Iz tog okvira izdvajamo naše predloge vezane za punjač baterije i za upravljanje motorima pomoćnog pogona.

Punjač baterije, koji bi karakteristike punjenja usklađivao sa temperaturom elektrolita, doprineo bi pouzdanijem napajanju upravljačkih kola i produženju životnog veka baterija. Upravljanjem motorima pomoćnog pogona u cilju usklađivanja snage hlađenja sa radnom temperaturom objekata koji se hlade može se dosta uštedeti na troškovima energije.

Iz sfere zaštite pominjemo budnik i kontrolu izolovanosti. Elektronski blok budnika, čija se zamena razmatra u tenderu, ne bi, po našem mišljenju trebao uopšte da postoji. Funkcije ovog bloka mogu se prepustiti softveru centralnog računara ili računara na kome se zasniva rad brzinomera (takva mogućnost već postoji u domaćem elektronskom brzinomeru) na kojima se, inače prate i drugi događaji, a posebno oni vezani za opsluživanje lokomotive.

Kontrola izolovanosti tj. aktivna zemljospojna zaštita oslobodila bi lokomotive opasnosti od požara koje pored sada primenjenih i u tenderu navedenih zaštita postoje: rele zemljospoja i sa njim na red vezan otpornik postavljaju se između minus kraja svakog vučnog motora i mase lokomotive, čime se ne može dobiti valjana zaštita od zemljospoja. Takvo rešenje nije prihvatljivo jer, lako je to uočiti, odmah ispada iz rada ako kraj instalacije na koji je priključeno prvi padne na masu. Uz to, kako pokazuje nedavno sačinjena sveobuhvatna studija [1], postoji niz prilika u kojima se pre delovanja ovakvog relea zemljospoja, na otporima smanjene izolovanosti vučnog strujnog kruga mogu razvijati snage veće i od 100 kW, kojima se lokomotiva direktno ugrožava od požara.

Posebnu pažnju zaslužuje pneumatska instalacija, koja je u izvedenom stanju razuđena, a u okviru modernizacije bi trebala da se integriše u jedan zajednički blok postavljen na pristupačno mesto, odabrano tako da se smanji dužina cevne pneumatske mreže.

U vezi sa svim navedenim bilo je potrebno navesti jasne zahteve i očekivanja. Gde god postoje međunarodni propisi (naprimer UIC objava za klimatizaciju upravljačnice) trebalo je navesti njihovu obaveznu primenu. U nadi da se deo toga može ispraviti pri sklapanju ugovora navodimo i neke malo poznate odredbe međunarodnih propisa koje bi kupci trebali da znaju: samo navođenje propisa često nije dovoljno. Tako se, kako smo objasnili u jednom od ranijih radova [3], po objavi JUS/IEC 60571 "Elektronska oprema koja se koristi na šinskim vozilima", proizvođač i korisnik moraju pismeno dogovoriti o hardverskoj i softverskoj dokumentaciji. Ako korisnik ne isposluje da se njegovi zahtevi o sadržaju i obimu dokumentacije poimenice unesu u Ugovor, proizvođač mu, i pored toga što se u Ugovoru pominje propis JUS/IEC 60571, nije obavezan dati nikakvu dokumentaciju. A teško da se može uspešno održavati i opravljati bez dokumentacije.

5. OSNOVE ZA PROCENE OPRAVDANOSTI MODERNIZACIJE

Potrebe mogućeg povećanog obima saobraćaja u godinama iza 2007. mogu se pokriti ili nabavkom novih ili modernizacijom postojećih lokomotiva koje bi trebalo da odgovore ovom zadatku kroz očekivanu povećanu pouzdanost i raspoloživost.

Za procenu ekonomske opravdanosti modernizacije lokomotiva mogu, jednim delom, poslužiti eksploataciona iskustava železnica u okruženju, koje su već izvršile modernizaciju svojih lokomotiva i, drugim delom, efekti, koji se mogu očekivati od ovde razmatranih novih tehničkih rešenja koja tamo nisu korišćena. Tako bi se kod modernizovanih lokomotiva u odnosu na nemodernizovane moglo računati sa sledećim dobicima:

-Veća pouzdanost i komunikativnost sa centrima održavanja i upravljanja saobraćajem mogli bi doneti za oko 67 % veću raspoloživost, što bi značilo da bi 6 modernizovanih lokomotiva, po upotrebnoj vrednosti, bilo ekvivalento sa 10 nemodernizovanih.

-Zbog zamene kontaktne sa beskontaktnom tehnikom i drugih rekonstruktivnih mera mogu se očekivati niži troškovi održavanja (manje jedinične cene i manji broj opravaka) za oko 50 % u odnosu na nemodernizovane lokomotive.

-Novi zaštitni uređaji i informatika o stanju delova i sklopova koja će u okviru modernizacije lokomotiva biti ugrađena uticaće na drastično smanjenje broja vanrednih opravaka a samim tim i na pad vrednosti troškova koji prate ovu vrstu opravki na svega 15 % u odnosu na nemodernizovane lokomotive. S obzirom da nove tehnologije i tehnike koje će biti primenjene zahtevaju dodatna ulaganja u obuku personala za rukovanje i održavanje i nabavku opreme za ispitivanje novouvedenih tehničkih sredstava, napred iskazani efekti se srazmerno troškovima, koji prate ova ulaganja, umanjuju.

-Racionalno korišćenje opreme za hlađenje vučnih motora moglo bi dovesti do značajnih ušteda energije, (na šest lokomotiva oko 50 MWh godišnje).

Na ovde navedenim uštedama i efektima počiva analiza isplativosti modernizacije i rekonstrukcije lokomotiva ŽRS [2] koja je rađena po načelima uporedne ekonomske analize ukupnih troškova postojećih nemodernizovanih lokomotiva ŽRS serije 441 i modernizovanih lokomotiva u posmatranom eksploatacionom periodu od 20 godina. Razmatrana su tri moguća scenarija ulaganja u održavanje eksploatacione spremnosti ovih lokomotiva:

- Održavanje postojećeg tehničkog stanja lokomotiva kroz kvalitetno tekuće i investiciono održavanje bez rekonstrukcije i modernizacije
- Održavanje postojećeg tehničkog stanja lokomotiva kroz kvalitetno tekuće i investiciono održavanje bez modernizacije u prvih 10 godina posmatranog perioda, kada i ističe životni vek ovih lokomotiva, sa njihovom sukcesivnom zamenom novim savremenim električnim lokomotivama
- Rekonstrukcija i modernizovanje postojećih lokomotiva u obimu i na način i u obimu koje smo ovde istakli.

Razlike kumulativniih zbirova ukupnih godišnjih troškova i investicionih ulaganja, za pomenute predpostavljene scenarije i za 2 različite varijante finansiranja u posmatranom periodu, pokazuju da se profitabilnost ulaganja u modernizaciju lokomotiva:

-u odnosu na zadržavanje postojeće lokomotive u posmatranom eksploatacionom periodu od dvadeset godina postiže u šestoj godini projekta,

-u odnosu na varijantu zadržavanja postojeće lokomotive u prvih 10 godina eksploatacionog perioda i sukcesivne nabavke novih lokomotiva u drugoj polovini posmatranog perioda eksploatacije, postiže u devetoj godini projekta, uz skoro dvostruko veći iznos ukupnih kumulativnih troškova na kraju perioda i uz 50 % neotpisane vrednosti novih lokomotiva.

Iz prikazane analize se mogu izvući zaključci da bi modernizacija diodnih lokomotiva serije ŽRS 441 bila isplativa ako se, pored navedenih u tenderu, sprovedu i sve mere za koje smo se založili u kritičkom osvrtu na tendersku dokumentaciju i ako troškovi modernizacije ne budu veći od trećine nabavne cene nove električne lokomotive približno jednakih tehničkih karakteristika.

Cenimo da pored ekonomske opravdanosti treba istaći uticaj brojnih novih mera i sredstava, koje se modernizacijom uvode, na sticanje znanja koja će moći biti primenjena i na mnogim drugim novim dolazećim železničkim voznim i drugim sredstvima.

LITERATURA

[1] S. Jelić, M. Papić, L. Gruić: "Zemljospojna zaštita diodnih električnih lokomotiva" XI "ŽELKON", Niš 2004.

[2] D. Vojinović, S. Jelić, S._Ružičić: Procena isplativosti modernizacije diodnih električnih lokomotiva serije JŽ 441 Železnica Republike Srpske (Studija IKS/MSNet, Doboj, novembar 2005.)

[3] S. Jelić: Elektronika na vozilima – ugovaranje, ispitivanje i održavanje u svetlu novih propisa, JUŽEL 99

THE MODERNIZATION OF ELECTRICAL LOCOMOTIVES OF REPUBLIKA SRPSKA RAILWAYS (RSR)

David VOJINOVIĆ
Sava JELIĆ

Abstract. The tender for modernization of six RSR's for-axle locomotives is intended to rehabilitate and highly improve their reliability and maintainability. It is believed that, among other measures, these effects could be reached by transistorisation and computerisation of the dc traction motors and auxiliary circuits. The tender documentation is critically analyzed.

Key words: diode locomotives, computerization, transistorisation

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

STRATEGIJA PLANIRANJA I RAZVOJA ZAPOSLENIH NA ŽELEZNICI U KONTEKSTU POSLOVNE FILOZOFIJE KVALITETA

Dragana STEVOVIĆ[1]

Rezime *– Strategija upravljanja ljudskim resursima jedna je od ključnih strategija upravljanja savremenim organizacijama. Za JP „Železnice Srbije", u aktuelnoj fazi procesa restrukturiranja, od izuzetne su važnosti njena dva podsistema: planiranje i razvoj zaposlenih. Budući da je poslovna filozofija kvaliteta, sadržina u TQM modelu, bazirana na ljudskim resursima, čini se racionalnim uklapanje TQM modela u strategiju ljudskih resursa. Ukoliko bi poslovna filozofija kvaliteta postala zvaničan deo poslovnog plana preduzeća, sinergijski odnos TQM modela i strategije upravljanja ljudskim resursima dao bi najveće efekte za organizaciju.Tek tada bi bilo moguće uklapanje strategije upravljanja ljudskim resursima u TQM, što čini mnoge savremene organizacije, koje imaju tu praksu, veoma uspešnim.*

Ključne reči – železnica, zaposleni, strategija, kvalitet

1. UVOD

Restrukturiranje železnice, odnosno, obnova načina na koji su železnice organizovane i na koje funkcionišu, velikim delom se odnosi i na zaposleno osoblje. Restrukturiranje železnice podrazumeva postupne organizacione promene, promene organizacione strukture preduzeća i racionalizaciju poslovnih procesa u pravcu boljeg i delotvornijeg korišćenja svih raspoloživih resursa, uključujući i ljudske resusre. U tom smislu, kao najvažnije strategije za JP „Železnice Srbije", određeni su racionalizacija mreže, reorganizacija aktivnosti, strategija održavanja, strategija investicija i strategija ljudskih resursa (Plan poslovanja 2004 – 2008). Strategija ljudskih resursa nadalje je razrađena kroz ciljeve strategije, između ostalih, upravljanje učinkom, planiranje zaposlenih (zapošljavanje, zadržavanje, pronalaženje odgovarajućih kadrova), nagrađivanje, obuka i razvoj, učešće zaposlenih, upravljanje promenama, komunikacija, zaštita i bezbednost na radu. Ovako definisana strategija zahteva rešavanje konkretnih pitanja kao što su, specifične kompetentnosti za svako radno mesto, neophodna ponašanja, znanja, sposobnosti, uključivanje zaposlenih, organizaciju koja je usredsređena na korisnika, planove obrazovanje između ostalog i obrazovanje za upravljanje kvalitetom (Plan razvoja ljudskih resursa, oktobar 2005.). Na osnovu izloženih činjenica jasno je uočljiv trenutak u JP „Železnice Srbije" u kojem strategija ljudskih resursa zahteva precizno određenje i razradu i sa njom u vezi strategija kvaliteta ili poslovne filozofije kvaliteta.

1.1. Strategija ljudskih resursa

Strategija ljudskih resursa podrazumeva *namere korporacije, očigledne i skrivene, u odnosu na upravljanje zaposlenima, izražene kroz filozofiju, politiku i praksu* (Tyson, 1995., navedeno prema: Torrington, Hall, Taylor, 2004 str. 30). Upravljanje ljudskim resursima sadrži poslove i zadatke u devet standardnih oblasti koji se mogu definisati kao podsistemi ili podfunkcije upravljanja ljudskim resursima (Janićijević, 2000.):

1.Planiranje radne snage
2.Regrutacija i selekcija
3.Obuka i razvoj zaposlenih
4.Ocena performansi zaposlenih
5.Kolektivno pregovaranje
6.Nagrađivanje zaposlenih
7.Planiranje karijere
8.Administracija radnih odnosa i zaštita zdravlja zaposlenih
9.Auditing ljudskih resursa

Upravljanje ljudskim resursima je menadžerska funkcija na najvišem nivou upravljanja organizacijom i ima strateški karakter, usmerena je na razvoj ukupnih organizacionih sposobnosti u cilju stvaranja konkurentske prednosti. Postoje tri teoretska pristupa strateškom upravljanju ljudskim resursima

[1] Mr Dragana Stevović, „Železnice Srbije", Beograd, Nemanjina 6, dragana.stevovic@yurail.co.yu

(Torrington, Hall, Taylor, 2004.). Prvi se zasniva na konceptu po kome postoji jedan najbolji način upravljanja ljuskim resursima u cilju poboljšanja rada. Drugi se fokusira na usklađivanje politike zapošljavanja i rada sa zahtevima poslovne strategije radi uspešnijeg poslovanja. Treći, noviji pristup, izveden je iz pravca koji organizaciju posmatra kao tvorevinu koja se bazira na resursima. Ovaj pravac koncentriše se na kvalitet ljudskih resursa dostupnih organizaciji i njihovu sposobnost da uče i prilagode se brže od konkurenata.

1.2. Poslovna filozofija kvaliteta i strategija upravljanja ljudskim resursima

Imajući u vidu navedene odrednice strategije ljudskih resursa i najnoviji pristup strateškom upravljanju ljudskim resursima, jasno je uočljiva veza između filozofije kvaliteta i strategije ljudskih resursa. Ta veza je izuzetno izražena kod koncepta kvaliteta kao što je Menadžment totalnim kvalitetom (TQM), s obzirom da je menadžment totalnim kvalitetom istovremeno i vrhunski nivo koncepta unapređenja kvaliteta, sa jedne strane, i vrhunski nivo koncepta menadžmenta, sa druge strane. TQM je višedimenzionalan i dinamičan, uzima u obzir sve značajne parametre naglašavajući učešće zaposlenih i trajno poboljšanje (Evropska organizacija za kvalitet), odnosno, TQM je metoda menadžmenta u organizaciji za ostvarivanje poslovne izvrsnosti, baziran na fokusu na kupca, partnerstvu sa dobavljačima i razvoju i uključivanju zaposlenih (Evropska fondacija za menadžemt kvalitetom). Poslovna filozofija kvaliteta u okviru TQM modela (Heleta, 1998.) bazirana je na koordinaciji sistema i ljudi i činjenici da operativnost sistema zavisi od ljudi (u smislu da ni najbolje dizajniran sistem ne može raditi sa nezainteresovanim i slabo osposobljenim osobljem). TQM model direktno razrađuje neke od podfunkcija upravljanja ljudskim resursima, kao što su, planiranje, obuka i razvoj zaposlenih, nagrađivanje, uključivanje zaposlenih… Iz navedenog je jasno moguće uočiti razlog zbog kojeg je koncepcija kvaliteta, definisana u okviru TQM modela, uzeta kao referentni okvir upravljanja ljudskim resursima, odnosno, kao jedna od mogućih strategija upravljanja ljudskim resursima.

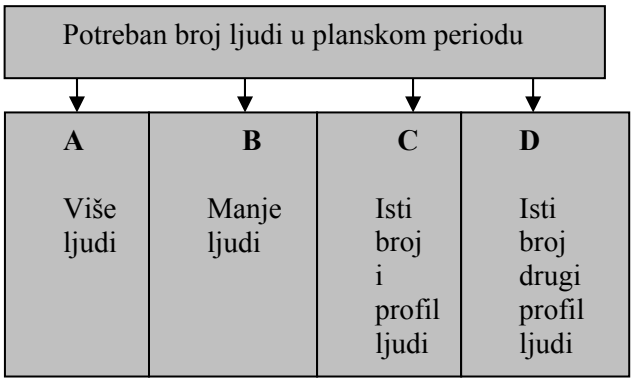
2. PODSISTEMI UPRAVLJANJA LJUDSKIM RESURSIMA

Od devet navedenih oblasti, podsistema, upravljanja ljudskim resursima, za JP „Železnice Srbije“, iz razloga koji su navedeni u uvodu, odnosno, faze u kojoj se organizacija trenutno nalazi u okviru procesa restrukturiranja, od velike su važnosti dva podsistema, *planiranje i razvoj zaposlenih*, te će o njima biti više reči u ovom radu.

2.1. Planiranje ljudskih resursa

Planiranje ljudskih resursa je kvantitativan i kvalitativan pregled potrebnih ljudi, njihovih znanja, veština, intelektualnih i psihofizičkih sposobnosti, pozicija u organizacionoj strukturi, mogućnosti njihovog pribavljanja, značajnih trendova na tržištu rada i pravnih aspekata radnih odnosa i konkretnih mera za pribavljanje, proučavanje i razvoj, premeštanje, ili prekid radnog odnosa (Pupavac, Zelenika, 2004.). Cilj plana ljudskih resursa je davanje uvida menadžmentu u poslove koje ljudski potencijali mogu i treba da obavljaju. Od planova ljudskih resursa zavise strategije i akcije koje treba preduzimati da bi se osigurao potreban broj i kvalitet ljudskih resursa (Pupavac, Zelenika, 2004):

Šema 1. Planske opcije i strategije usklađivanja odnosa potrebe i ponuda ljudskih resursa



A. Strategije i programi: pribavljanje ljudi spolja, fleksibilni programi radnog angažmana, posebni ugovori, prekovremeni rad, smanjenje fluktuacije, promocije, obrazovanje…
B. Strategije i programi: deljenje radnog mesta, skraćenje radnog vremena, neplaćena odsustva, redukovanje plata, stimulisanje odlazaka u penziju, premeštanje, prirodni odlazak, prekvalifikacija i obrazovanje…
C. Strategije i programi: standardni programi upravljanja ljudskim resursima
D. Strategije i programi: obrazovanje, usavršavanje, prekvalifikacije…

U aktuelnom planskom razdoblju (Plan poslovanja za 2006. godinu), JP „Železnice Srbije“ se nalaze, prema navedenoj šemi, u fazi kada je još uvek potrebno manje ljudi. Neke od predloženih strategija i programa za ovu fazu se uveliko u organizaciji primenjuju (na primer, stimulisanje odlaska i penzionisanje, prirodni odlazak, smanjivanje broja zaposlenih), a neke su tek u pripremnoj fazi, kao što je, na primer, prekvalifikacija i obrazovanje. U tom smislu, za JP „Železnice Srbije“ od velike je važnosti još jedan podsistem upravljanja ljudskim resursima –

obuka i razvoj zaposlenih.

2.2. Obuka i razvoj zaposlenih

Razvoj ljudskih resursa definiše se kao obezbeđivanje učenja, razvoja i mogućnosti obučavanja, radi unapređenja individualnih, timskih i organizacijskih rezultata u radu (Čukić, 2004.). Razvoj ljudskih resursa je, u poređenju sa tekućim upravljanjem ljudskih resursima, uglavnom strateški usmeren, jer proizilazi iz razvojnih strategija firmi, planira se dugoročno i doprinosi ostvarivanju dugoročnih ciljeva.

Jedan od najvažnijih zadataka menadžmenta savremenih organizacija jeste stalno poboljšavanje strukture zaposlenih i prilagođavanje preduzeća novoj strukturi, kako bi se na najefikasniji način odgovorilo promenama iz okruženja. Fleksibilnost i adaptibilnost, kao suštinske karakteristike savremenih organizacija imaju svoje uporište u ljudskim resursima, jedinom dinamičnom elementu preduzeća. Dinamičnost ljudskih resursa postiže se njihovim kontinuiranim obrazovanjem, pa na taj način, ljudski resursi postaju temeljni kapital, izvor snage i uspešnosti savremenih organizacija. Većina savremenih organizacija danas svesna je činjenice da je stalno obrazovanje i usavršavanje ljudskih resursa jedan od najefikasnijih načina postizanja konkurentske prednosti. Pozitivni efekti razvoja ljudskih resursa (Pupavac, Zelenika, 2004.) su brojni i podeljeni su u četiri grupe: ***organizacijski*** *(veća zaposlenost, potpuni kvalitet, snižavanje troškova, stvaranje veće vrednosti, veća fleksibilnost…),* ***individualni*** *(povećanje radnih sposobnosti, stalna zapošljivost, fleksibilnost, veće zadovoljstvo, karijera…),* ***grupni*** *(timski rad i saradnja, autonomija, samokontrola, fleksibilnost, kvalitetniji odnosi…) i* ***konačni*** *(povećanje organizacijske i individualne dobiti, povećanje konkurentske sposobnosti, razvoj, prilagodljivost…)*

Specifične saobraćajne delatnosti zahtevaju posebnu stručnost i zdravstvenu sposobnost ljudskih resursa. Da bi se dobio saobraćajni stručnjak koji je sposoban za brzu, sigurnu i racionalnu proizvodnju saobraćajnih i transportnih usluga i efikasno upravljanje poslovanjem učesnika u saobraćaju, potrebno je dugo vreme specijalističkog i naučnog obrazovanja. Sa druge strane, mali broj ljudi je spreman da ceo svoj radni vek provede u izvršnoj službi saobraćajne delatnosti, zbog uslova rada, te je i stoga potrebno kontinuirano razvijati ljudske resurse u saobraćaju, kako bi, u datom trenutku, bili spremni da stupe na nove dužnosti. Imajući sve navedeno u vidu, trend je prelaženje na polivalentno obrazovanje saobraćajnih kadrova. Polivalentno i doživotno obrazovanje saobraćajnih kadrova zahteva i stalni tehnološki razvoj u svim granama saobraćaja, kao i pojavljivanje novih saobraćajnih grana. Takođe, ne treba ispustiti iz vida činjenicu da *razvoj inteligentnih saobraćajnih sistema ne isključuje važnost ljudskih resursa, već zahteva ljudske resurse sa novim i drugačijim znanjima*. Na ovaj način sagledano, jasno je da je stalno obrazovanje i razvoj ljudskih resursa neophodan uslov razvijenog saobraćajnog sistema i organizacije koja se bavi saobraćajno-transportnom delatnošću.

3. UPRAVLJANJE TOTALNIM KVALITETOM (TQM)

3.1. TQM – filozofija upravljanja organizacijom

Mendžment totalnim kvalitetom (TQM) predstavlja filozofiju načina upravljanja organizacijom, budući da predstavlja sveobuhvatan pristup, koji utiče na svaki aspekt organizacije, sa idejom da se kvalitet ugradi u sve što se radi. Mnoge organizacije danas navode da je TQM njihova osnovna poslovna strategija u borbi za konkurentsku poziciju na tržištu. Danas je pristup TQM–u evoluirao od „čvrste perspektive“, gde je bilo neophodno usredsrediti se na tehnički kvalitet proizvoda i proces, do „meke perspektive“ koja se bazira na ljudskim resursima. Važna novina TQM- a danas je stavljanje akcenta na kupce, obuku i jačanje zaposlenih, podršku i posvećenost vrha menadžmenta. TQM podrazumeva sedam ključnih elemenata (Torrington, Hall, 2004.): *posvećenost i liderstvo glavnog izvršnog direktora, promenu kulture, planiranje i organizaciju (između ostalog i dizajniranje struktura rada koje će podržati poboljšanje kvaliteta, obezbeđivanje resursa za poboljšanje kvaliteta), obrazovanje i obučavanje, ukuljučivanje zaposlenih, prepoznavanje, merenje*.

3.2. Implikacije TQM –a na planiranje i razvoj zaposlenih

Iz navedenih ključnih područja TQM–a jasno se vidi da ovaj pristup nudi osnovne postavke za planiranje i razvoj zaposlenih, dva podsistema upravljanja ljudskim resursima kojima se ovaj rad bavio. TQM pristup naglašava da planiranje zaposlenih čini značajan deo strateškog planiranja jedne organizacije. Prema ovom pristupu, kadrovski pregledi treba da budu razvijeni tako da pokazuju performanse kadrovskog potencijala, a razvoj karijere zaposlenih treba da bude tako definisan da stimuliše kompetentnost, kreativnost i ukuljučivanje zaposlenih u rešavanje problema i donošenje odluka. TQM pristup smatra da organizacije moraju uspostaviti takav radni sistem u kojem (Heleta, 1998.):

- Poslovi su klasifikovani i oblikovani
- Definisane su obuke za svaki posao
- Primenjuje se rotacija na druge poslove
- Definisano je napredovanje u karijeri
- Koriste se tehnologije i informacije
- Novi radni sistem nužno vodi:

- Redukciji poslova
- Isključivanju određenih kategorija zaposlenih
- Novoj motivaciji i zadovoljenju zaposlenih

Problemi koji se otvaraju prelaskom na novi radni sistem prema TQM pristupu prevazilaze se dvema osnovnim strategijama:

- Povećanjem kompetentnosti zaposlenih
- Formiranjem nove svesti i uključivanjem zaposlenih u kreiranje nove poslovne strategije

4. ZAKLJUČAK

Strategija upravljanja ljudskim resursima predstavlja jednu od ključnih strategija upravljanja savremenim organizacijama. JP „Železnice Srbije“ u toku procesa restrukturiranja značajno je ojačalo funkciju upravljanja ljudskim resursima, s obzirom da su ljudski resursi postavljeni kao značajan aspekt procesa restrukturiranja.

U planom predviđenom razdoblju za navedenu organizaciju, od izuzetnog su značaja dva podsistema upravljanja ljudskim resursima, a to su planiranje i razvoj zaposlenih. U tom smislu, pažnja ovoga rada usmerena je upravo na ova dva podsistema. U dosadašnjem radu na ovom polju, u „JP Železnice Srbije“, pažnja je posvećivana određenim strategijama, kao što je smanjivanje broja zaposlenih, ali u narednom periodu procesa restrukturiranja, u fokusu pažnje će biti razvoj i obuka zaposlenih. S obzirom da je TQM model, kao kompletna filozofija upravljanja organizacijom baziran na ljudskim resursima i bavi se problemima planiranja i razvoja zaposlenih, kao i drugim podsistemima funkcije upravljanja ljudskim resursima, čini se praktičnim usvojiti ovu koncepciju kao moguću strategiju u upravljanju ljudskim resursima. Osnovna ideja ovog rada bila je upravo uklapanje TQM modela u strategiju ljudskih resursa. Takođe, izuzetno je bitno i uklapanje strategije ljudskih resursa u TQM, no da bi to bilo moguće, neophodno je da JP „Železnice Srbije“, u okviru svoje politike poslovanja, zvanično usvoje i poslovnu filozofiju kvaliteta. Tek tada bi sinhronizacija ove dve strategije bila zadovoljavajuća i mogla dati pozitivne efekte za organizaciju u najvećoj mogućoj meri. Planom razvoja ljudskih resursa predviđeno je i obrazovanje menadžera za kvalitet, te se možda može smatrati da će u narednoj fazi razvoja organizacije biti i zvanično usvojena poslovna filozofija kvaliteta.

LITERATURA

[1] Heleta, M.,: "TQM model za poslovnu izvrsnost“, Edukta, Beograd, 1998.
[2] Janićijević, N.,: „Od kadrovskih poslova do upravljanja ljudskim resursima“, "Ekonomika preduzeća", godina XLVIII, nov-dec 2000.
[3] Pupavac, D., Zelenika, R., „Upravljanje ljudskim potencijalima u prometu“, Veleučilište u Rijeci, 2004.
[4] Torrington, D., Hall, L., Taylor, S., „Menadžment ljudskih resursa“, Data status, Beograd, 2004.
[5] Čukić, B., „Integrativni menadžment ljudskih resursa“, Izdavački centar za industrijski menadžment, Kruševac, 2004.

HUMAN RESOURCE STRATEGIES ON THE RAILWAY IN THE FRAME OF BUSSINESS PHILOSOPHY OF QUALITY

Dragana STEVOVIĆ

Abstract – Human resource strategy is one of the main management strategies in organizations. For Public Enterprise “Serbian Railways”, in the actual phase of reconstructuring process, two segments of this strategy is very important: planning and development of employees. Business philosophy of quality, in the TQM approach, is based on human resources and that’s why it is rational to incorporate TQM model in HR strategy. If business philosophy of quality becomes a part of organizational business plan the mutual relationship between TQM model and HR strategy will give a great effect on organization. Only in that way HR strategy will be incorporated in TQM, which makes many organizations with this practice very successful.

Key words – railway, employees, strategy, quality

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

SISTEMATSKA EDUKATIVNA AKTIVNOST NA ŽELEZNICI U OBLASTI UČENJA STRANIH JEZIKA

Ljubinka KRIVOŠIĆ[1]
Jelisaveta VUKADINOVIĆ[2]

Rezime *– Savremene organizacije nose naziv i „organizacije znanja", zato što je znanje postalo osnovni resurs svake organizacije.Iz tog razloga, samo organizacije koje imaju aktivan pristup procesu obrazovanja zaposlenih moći će da uhvate korak sa konkurentima.Cilj ovoga rada upravo je predstavljanje aktivnog pristupa procesu obrazovanja zaposlenih kroz primer učenja stranih jezika. Predstavljene su etape organizovanja kursa engleskog jezika u JP „Železnice Srbije"sa merenjem stepena generalnog zadovoljstva polaznika i zadovoljstva važnim aspektima organizacije kursa.*

Ključne reči – edukacija, zaposleni, strani jezik, železnica

1. UVOD

Poznata je i duboka misao da sama tehnologija ne donosi napredak već da napredak donose ljudi, dobro edukovani ljudi.

Obrazovanje se sve više shvata kao neprekidan proces, koji se odvija tokom celokupnog radnog veka pojedinca, a ne kao završen proces, konačno stanje, koje se stiče zasnivanjem radnog odnosa, kao što je, nažalost, do sada bilo uobičajeno. Dodatno obrazovanje i obučavanje zaposlenih predstavlja trajan proces, koji ima svoj tok sa određenim fazama i unapred utvrđenim sadržajima i ciljevima. Ukoliko se dodatnim obrazovanjem i obučavanjem planski, organizovano i usklađeno prate zahtevi koje pred zaposlene postavljaju savremeni privredni tokovi, preduzeće će imati uslove da postane ravnopravan partner u tržišnim uslovima privređivanja.

Oblasti koje pred zaposlene na železnici postavljaju dodatne zahteve, a samim tim i oblasti za dodatno obrazovanje ili obučavanje mogu da budu:

- -nove tehnologije
- savremene železnice
- menadžment
- marketing
- upravljanje ljudskim resursima
- kvalitet
- finansije i računovodstvo
- elektronsko poslovanje
- zaštita životne sredine
- strani jezici itd.

Za oblasti koje bi bile obuhvaćene dodatnim obrazovanjem ili obukom, potrebno je napraviti detaljan plan i program seminara, kurseva, simpozijuma, koji mogu biti organizovani kako u preduzeću tako i van njega. Pre svega, potrebno je utvrditi koji su oblici znanja i veština neophodni za uspešno obavljanje posla.To je osnova za utvrđivanje planova, programa i ciljeva dodatnog obrazovanja-obučavanja. Dobar plan obrazovanja i obuke se bavi pre svega potrebama zaposlenih i preduzeća, kao i pripremom zaposlenih za poslove koje treba obaviti – kako danas tako i sutra. Planom poslovanja/Planom obrazovanja za 2006.g.(ili Planom obrazovanja u okviru Plana poslovanja JP „Železnice Srbije") u Javnom preduzeću „Železnice Srbije" predviđeno je da se, pored drugih aktivnosti, u proces učenja stranih jezika uključi određen broj zaposlenih. Do sada je sprovedena edukacija za 105 zaposlenih na nivou početnog i srednjeg nivoa znanja engleskog jezika i ovaj rad je prikaz toka realizacije ove planirane obrazovne aktivnosti.

2. PRIKAZ PLANIRANE OBRAZOVNE AKTIVNOSTI

2.1. Preliminarne aktivnosti: definisanje programa, izbor metoda i predavača

Od strane organizacionih delova koji su predlogom Plana obrazovanja iskazali potrebu za obukom zaposlenih u oblasti stranih jezika, a predlog prihvaćen Planom poslovanja/obrazovanja, upućen je

[1] Ljubinka Krivošić, JP „Železnice Srbije", Nemanjina 6, 11000 Beograd
[2] Jelisaveta Vukadinović, JP „Železnice Srbije", Nemanjina 6, 11000 Beograd

zahtev za realizaciju organizacionom delu Preduzeća koji je zadužen za realizaciju Plana.

Nakon dobijenih zahteva trebalo je odabrati školu stranih jezika, koja je spremna da pored kvalitetnih predavača ispuni i neke specifične potrebe polaznika.

Upućen je zahtev proverenim društvenim i privatnim školama koje se bave obukom u oblasti stranih jezika. Zahtev je sadržao podatke o broju polaznika i nivou jezika (početni, srednji) za koji je potrebna obuka. S obzirom na nameru organizatora da polaznicima maksimalno približi realizaciju kursa traženo je i obaveštenje o postojanju ili nepostojanju mogućnosti održavanja kursa u prostorijama Preduzeća. Ponuda realizatora je trebalo da sadrži i:

- program kursa (tematske oblasti),
- period realizacije, broj časova i mesto održavanja kursa,
- reference predavača,
- cenu obuke po polazniku.
- Nakon prispelih ponuda i njihove detaljne analize odabran je realizator i potpisan Ugovor.

2.2. Organizovanje obrazovnog procesa

Kod učenja stranog jezika veoma je važna interakcija između polaznika i predavača, jer je kod obučavanja i učenja drugih novim znanjima i veštinama važno, da osim što „znanje znate umete i da ga date“. Važno je i da grupe budu optimalne, kako po broju polaznika (do 8), tako i po nivou eventualnog predznanja polaznika. Da bi se formirale grupe sa približno istim nivoom znanja, jer je među polaznicima bilo i onih koji su ili ranije pohađali kurs, pa u međuvremenu odustali, ili samostalno učili engleski ili ga učili u toku školovanja, bilo je potrebno proveriti njihovo predznanje. Realizator kursa je ponudio test sa jasno određenim sistemom bodovanja i nakon testiranja formirane su grupe. Ovako formirane grupe su u praksi imale, naravno, svoju dobru i lošu stranu: još jednom je potvrđeno da je (pr)ocena znanja relativna. To što je neko bio bolji u pismenom izražavanju, nije (uvek) značilo i uspeh u usmenoj komunikaciji, koja je jedan od elemenata znanja jezika, ali je svakako omogućilo određeni tempo u savladavanju ponuđenog gradiva.

Polaznici kursa su bili anketirani o mestu i vremenu pohađanja časova. Namera organizatora je bila da se kurs ne samo papirološki organizuje, nego i da se realizuje, odnosno da stepen pohađanja, prisustva polaznika bude što veći. Bilo kakav kurs može biti organizovan u izuzetno opremljenim prostorijama, sa ništa manje izuzetnim predavačima, u vreme i na lokaciji koji ne odgovaraju polaznicima, pa da se na časovima pojave samo oni polaznici koji stanuju u neposrednoj blizini škole ili privatno nemaju puno obaveza. Pitali smo polaznike da li, s obzirom na vrstu posla koji obavljaju i obaveza u toku radnog dana, mogu jedan deo radnog vremena da odvoje, ako mogu, koji bi to deo radnog dana bio, kako bi prisustvovali časovima engleskog jezika.

Realizator je bio spreman da, uz ispunjenje određenih tehničkih preduslova, kao što su obezbeđenje prostorije koja će moći da se koristi prema utvrđenom rasporedu, koja će imati tablu i u kojoj će biti moguće uključiti CD plejer, realizuje kurs u našoj Poslovnoj zgradi u radno vreme zaposlenih.

Naravno, pre toga je trebalo razrešiti dilemu: da li je bolje, svrsishodnije, efektnije realizovati kurs u prostorijama Škole, posle radnog vremena, ili u prostorijama Poslovne zgrade i u radno vreme? Analizirani su argumenti koji idu u prilog i jedne i druge opcije. Odlučeno je da se kurs organizuje u prostorijama Poslovne zgrade i u radno vreme, ali ono manje iskorišćeno, ono koje su zaposleni predložili u anketi, kada, ukoliko postoji potreba, neko od kolega može da uskoči.

Kada je nakon testa bila jasno izdiferencirana struktura polaznika - koliko polaznika i na kom nivou uče jezik, trebalo je napraviti raspored. S obzirom na broj polaznika, realizator kursa je angažavao tri predavača, formirano je trinaest grupa koje su ili tri puta nedeljno (ponedeljak, sreda, petak) ili dva puta (utorak, četvrtak) u određenoj i u to vreme slobodnoj prostoriji, imale časove. Časovi su trajali po 90 minuta, bez pauze.

U prvom trenutku činilo se da je sve jednostavno i lako rešivo: u Poslovnoj zgradi nalazi se Biblioteka koja ispunjava sve preduslove: može da primi predviđen broj polaznika, ima mesta za tablu i mogućnost da se uključi CD plejer. Međutim, u toj prostoriji se često održavaju sastanci, kako oni sa već unapred utvrđenim rasporedom, tako i oni koji često nose epitet „vanredni“, „hitni“ i kojih je - češće. Kada su počela predavanja, s obzirom na važnost i prednost sastanaka, časovi su bili otkazani. Bilo je prilično rizično prihvatiti tu prostoriju za mesto realizovanja kursa. Sa druge strane, u svakom od organizacionih delova za čije zaposlene je organizovan kurs, postoji prostorija za sastanke. U njima se sastanci najčešće održavaju u određeno vreme, a bile su slobodne u onom periodu radnog dana kada su zaposleni, prema svojim procenama, bili manje angažovani, odnosno mogli da prisustvuju časovima. Sledeći problem, koji je trebalo rešiti bio je raspored časova., koji bi zadovoljio potrebe polaznika i svakako, predavača.

Naše iskustvo govori da je bolje pre početka realizacije prikupiti, pribeležiti naizgled nemoguće i nepotrebne, zahteve tipa „Da li mogu da budem u grupi sa...“, i odgovoriti na dileme tipa „A šta kad moramo na službena putovanja ili imamo sastanak u vreme časa?“, „Kad i pod koji uslovima čas može biti otkazan?“ i sl.

Polaznicima i predavačima je ponuđen raspored sa maksimalnim ispunjenjem želja, ali kako idealno ne

postoji, što ne znači da mu ne treba težiti, bilo je i nezadovoljnih. (Više o tome u oceni uspešnosti organizacije i realizacije kursa.)

Jedan broj grupa nije mogao da ima časove u prostorijama Poslovne zgrade jer nije bilo moguće obezbediti odgovarajuću prostoriju i u određeno, odgovarajuće vreme. Trebalo je brzo odreagovati, kako se ne bi gubili časovi, odnosno kontinuitet u realizaciji kursa. Prostorija je obezbeđena u zgradi železničke stanice Beograd. Bila je to učionica u kojoj školski instruktor održava predavanja našim kolegama, a ljubaznošću i razumevanjem od strane šefa stanice, bila nam je na raspolaganju od trenutka završetka časova prema rasporedu školskog instruktora, pa dok nam je potrebna.

2.3. Izbor metoda

Kurs je organizovan prema principima učenja u preduzećima, od kojih su najvažniji sledeći:

1. Učešće,
2. Ponavljanje,
3. Prenos znanja stečenog na obuci i
4. Povratna informacija-feedback.

Ova četiri principa veoma su bitna za uspeh svakog programa obuke. Uspešni programi obuke su oni koji sadrže što je moguće više od ovih principa.

3. ZADOVOLJSTVO POLAZNIKA ODRŽANIM KURSOM ENGLESKOG JEZIKA

U cilju dobijanja povratne informacije o kvalitetu održanog kursa i zadovoljstvu polaznika, na kraju kursa je polaznicima dat upitnik. Merenje kvaliteta održanog kursa sprovedeno je u saradnji sa Sektorom za strategiju i razvoj, što, samo po sebi, predstavlja primer dobrog timskog rada i međusektorske saradnje. Rezultati upitnika pokazuju da polaznici imaju veoma pozitivan odnos prema održanom kursu i veoma izraženo opšte zadovoljstvo održanim kursom. U detaljnijoj analizi rezultata ispitivanja može se videti da polaznici imaju veoma izraženo zadovoljstvo sadržajem kursa i predavačem, a nešto manje zadovoljstvo pokazuju organizacijom kursa, odnosno, mestom održavanja, vremenom i načinom sastavljanja grupa. Generalno gledano, rezultati pokazuju veliko zadovoljstvo polaznika održanim kursom i njihov pozitivan odnos prema kursu što je veoma važna povratna informacija za organizatore kursa. Nešto manje zadovoljstvo navedenim aspektima organizacije kursa je donekle i očekivano iz već naznačenog razloga da je nemoguće zadovoljiti sve želje polaznika i da vreme, mesto i grupa nekome odgovaraju u većoj, a nekom u manjoj meri. Takođe, polaznici koji su pohađali kurs u prostorijama železničke stanice Beograd pokazali su izraženije nezadovoljstvo mestom održavanja kursa, što predstavlja značajan podatak za preispitivanje poboljšavanja ovog aspekta organizacije u budućoj organizaciji kurseva.

4. UMESTO ZAKLJUČKA

Na put od hiljadu milja kreće se prvim korakom, kaže jedna mudra izreka. Ciljevi su veliki ali ne i neostvarivi. Naš cilj je da JP „Železnice Srbije“ bude preduzeće koje stalno uči, jer znanje je moć.Da smo na dobrom putu kada je u pitanju edukativna aktivnost u oblasti učenja stranih jezika, dokaz su i novopristigli zahtevi za organizovanjem kursa i u drugim organizacionim delovima. Želja nam je da ovom vrstom edukacije budu obuhvaćeni i zaposleni u ostalim organizacionim delovima, ne samo u Poslovnoj zgradi.

LITERATURA

[1] Grinberg, Dž., Baron, A.,: "Ponašanje u organizacijama", Želnid, Beograd, 1998.
[2] Pržulj,Ž., "Menadžment ljudskih resursa: novi pristup čoveku u organizaciji", Ekonomika preduzeća, godina XLVIII, str 258-265, nov.-dec. 2000.
[3] Stevović, D., „Poboljšanje kvaliteta dodatnog obrazovanja zaposlenih u funkciji razvoja ljudskih resursa“, Menadžment totalnim kvalitetom & izvrsnost, No 1-2, Vol 33, 2005., str. 299-303.

SISTEMATIC EDUCATIONAL ACTIVITY ON THE RAILWAY IN THE FIELD OF FOREIGN LANGUAGES

Ljubinka KRIVOŠIĆ
Jelisaveta VUKADINOVIĆ

Abstract – Today, the key of organizational success is an active approach in learning process ef employees. The aim of this paper is presentation of this active approach in the field of learning foreign languages. The paper shows the phase in organization of English language course in Public Enterprise “Serbian Railways” with measurement of the degree of general satisfaction of attendants and satisfaction of main aspects in course organization.

Key words – education, employees, foreign language, railway

ЉУДСКИ ФАКТОР - ЛИЧНИ ПРОПУСТ ЗАПОСЛЕНИХ - ФАКТОР БЕЗБЕДНОСТИ ЖЕЛЕЗНИЧКОГ САОБРАЋАЈА

Мирко СТАМАТОВСКИ

Резиме *Основни концепт ове студије је да се на основу анализе ванредних догађаја и људског фактора (лични пропуст запослених) као узрока ванредних догађаја и анализа записника и извештаја унутрашње контроле утврди и аргументује потреба подизања квалитета поучавања запослених и измене прописа, са циљем повећања нивоа безбедности железничког саобраћаја. Предуслов формирања реалне слике учешћа људског фактора у узроцима ванредних догађаја је суштинско и свестрано истраживање ванредних догађаја.*

Кључне речи: безбедност, људски фактор

1. АНАЛИЗА ВАНРЕДНИХ ДОГАЂАЈА

„Ванредни догађаји нису последица недостатка знања, већ некоришћења знања које имамо“ – Trevor Kletz

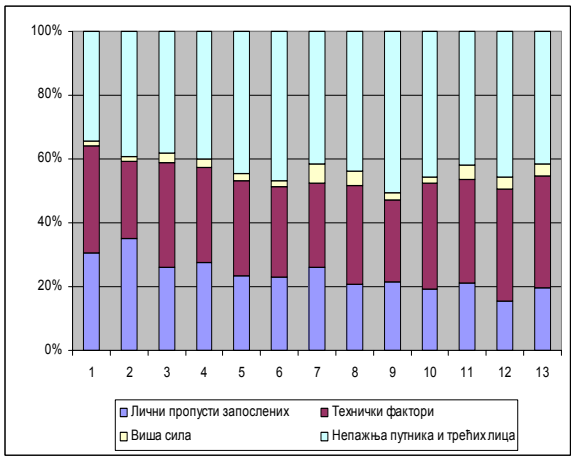
На подручју Јавног предузећа „Железнице Србије, у периоду од 1993.г. до 2005.г. број ванредних догађаја је био устаљен, константан, али веома висок. У узроцима ванредних догађаја преовлађују људски и технички фактори, па је то разлог посвећивања веће пажње њима (табела 1).

Табела 1: Узроци ванредних догађаја

Година	Лични пропусти запослених	Технички фактори	Виша сила	Непажња путника и трећих лица	Укупно
1993	236	256	13	263	768
1994	247	171	9	278	705
1995	197	250	21	290	758
1996	221	238	21	319	799
1997	192	246	18	366	822
1998	193	238	14	392	836
1999	166	168	40	264	648
2000	144	217	32	307	700
2001	167	198	15	391	771
2002	132	225	13	313	683
2003	150	234	33	299	716
2004	111	252	27	326	716
2005	128	231	23	272	654

Константан тренд броја и узрока ванредних догађаја указује да мере које се примењују у циљу подизања нивоа безбедности саобраћаја не дају резултате. Ту се пре свега мисли на редовно поучавање запослених и рад унутрашње контроле, као превентивне активности.

Како ванредни догађаји представљају значајан показатељ нивоа безбедности железничког саобраћаја, то је и наметнуло приоритетну потребу њихове анализе у циљу подизања нивоа безбедности. Детаљна слика стања безбедности железничког саобраћаја може се створити квалитетном и суштинском анализом непосредних и посредних узрока ванредних догађаја.



Слика 1

Да би се добила квалитетнија слика људског фактора, односно субјективних грешака особља, урађена је анализа грешака и понављања неправилности које су проузроковале ванредне

[1] Мирко Стаматовски, Дирекција за железнице, mstamatovski@raildir.sr.gov.yu

догађаје у 2005.г.

Анализом ванредних догађаја за 2005.г. су обухваћени ванредни догађаји у којима је узрок био људски фактор или техничка мана на средствима. Посебно су разматрани најучесталији ванредни догађаји, а такође и ванредни догађаји код којих је утврђен узрок, али није и одговорност, нарочито посредна одговорност.

Овим сам нарочито желео да истакнем неопходност дубљег и свестранијег истраживања ванредних догађаја као предуслова за сагледавање "амбијента" у коме је настао ванредних догађаја и извлачења поука, како би се смањио број ванредних догађаја-а, а самим тим повећао ниво безбедности железничког саобраћаја. Желео сам да нагласим да је поред утврђивања одговорности непосредних извршилаца, веома важно утврдити зашто је дошло до грешке, како би се спречило њено понављање.

Важна питања на која треба дати одговор при истраживању ванредних догађаја су :

- шта се десило ?
- зашто се десило ?
- шта учинити да се спречи понављање?

1.1. Анализа ванредних догађаја у 2005 години по узроцима

- **Раскинуће воза** - људски фактор 28 случајева
- **Замор материјала** 30 случајева

Истраживањем је утврђен узрок - људски фактор и то је у највећем броју случајева машиновођа који је неправилно руковао кочницама, супротно одредбама прописа о кочењу. У противном, уколико истраживањем није утврђен људски фактор, даље утврђивање зашто се десио ванредних догађаја није вршено. У највећем броју случајева у истражном материјалу није приложена документација о прегледима кола, о испорученим деловима и њиховој замени (ако је евентуално оштећење тегљенице, полуспојке и сл.). Да ли је приликом прегледа могло да се евентуално уочи старо оштећење? Генерално, у истраживању раскинућа возова присутна је велика површност, што је апсолутно супротно основном начелу при истраживању "ЗАШТО". Исти узрок раскинућа се различито третирао у погледу одговорности (пример је испадање болцни).

- **Оштећење контактне мреже** - људски фактор 7 случајева
- замор материјала, нема одговорности 23 случаја.

У овим истраживањима, где нема одговорности, тј. где је узрок замор материјала или где није завршено истраживање, углавном није приложена документација како би се евентуално ипак утврдио прави узрок. Истраживања су површна, без упуштања у суштину настанка ванредних догађаја. Велики број ванредних догађаја је неистражен. У појединим ванредним догађајима, у којима је констатовано да нема одговорности, могао је да се утврди узрок.

Примери су:

1. Дана 13.01.2005.г. у ст. Београд дошло је до исклизнућа DDam кола у радионици због проширења колосека и малог радијуса кривине.
2. Дана 14.02.2005.г. у ст. Београд дошло је до исклизнућа кола због недовољног налегања кочних папуча и раштелованог кочног полужја. Да ли је вршен преглед кола?
3. Дана 24.02.2005.г. у ст. Београд исклизила су кола која су била означена и упућена ремонтеру. Поставља се питање одговорности - да ли су морала да остану у месту?
4. Дана 07.10.2005.г. у ст. Сурчин дошло је до исклизнућа кола, два пута је вршено дослеђење, а председник комисије је био шеф станице који је дежурао као отправник возова у време настанка ванредних догађаја.
5. Дана 05.11.2005.г. у Орловат стајалишту дошло је до исклизнућа воза. Узрок је био неисправан точак и неисправност колосека класе 4, што је дефинисано као склоп неповољних околности и није утврђена одговорност.
6. Дана 02.12.2005.г. у ст. Београд дошло је до исклизнућа кола због страног тела у скретници. Одговорност није утврђена.

- **Пролаз воза кроз службено место где је требало стати** - 9 случајева (најчешће неисправљен ред вожње) и пролаз поред сигнала који показују сигнални знак Стој - 4 случаја.

У овим случајевима би требало посветити више пажње евентуалним (могућим) последицама, иако у тим ванредним догађајима није било материјалне штете.

1.2. Поучавање

Основни мото у поучавању је : "Учити на туђим грешкама". Да би се ово постигло најпре је потребно сагледати грешке и пропусте (неправилности). Самим презентирањем грешака најефикасније и најочигледније се врши обука особља.

Са тим циљем неопходно је, након квалитетног истраживања извршити добру припрему материјала за поучавање, како особља, тако и чланова комисија за истраживање и школских инструктора. Суштинско опредељење при поучавању је подићи свест особља зашто је примена прописа важна и које су последице непримењивања, а не да се нешто научи без разумевања.

Применом такве филозофије, постојећи програми поучавања (План поучавања, Наредбе, Организација) могу дати резултате.

Редовно поучавање о безбедности саобраћаја

мора се обављати са:
- разумевањем (зашто); правилним ставом према безбедности; искуством; реалношћу и праксом

Имајући у виду устаљени, константни тренд броја ванредних догађаја са узроком ЉУДСКИ ФАКТОР, може се закључити да је садашња регулатива поучавања "мртво слово на папиру" и да представља само површно задовољавање форме.

Исто важи и када се анализирају неправилности констатоване записницима и извештајима Унутрашње контроле, иако је у сваком наглашено да је обавезно кроз поучавање упознати особље са неправилностима и разјаснити недоумице.

Може се закључити, да је комплетна регулатива добра, али да је недоследна примена кључ неуспеха и узрок стагнације. Људска грешка је индикатор који указује на основне недостатке у систему Предузећа.

Анализом ванредних догађаја-а у 2005.г. по узроцима може се закључити да поједини прописи нису јасни. Исто се може закључити и након анализе Записника и Извештаја Унутрашње контроле, јер се неке типичне неправилности понављају.

Примери су:
- Одредбе о регулисању саобраћаја у случајевима сметњи на СС уређајима (чл. 36., 61., 77., 78. Правилника 2)
- Одредбе о укрштавању возова (чл. 50. и 51. Правилника 2)
- Одредбе о кочењу возова (тач. 8.3. Упутства 233)
- Одредбе о формирању пута вожње

2. МЕТОД

Да би се сагледао тренд броја ванредних догађаја и њихових узрока и последица, коришћена је статистика за период 1993.- 2005.г. У циљу детаљнијег сагледавања узрока ванредних догађаја извршена је анализа Комисијских иследничких извештаја за 2005.г, са посебним осврtом на људски фактор и техничкуману као узроке и анализа неправилности у раду саобраћајног особља, констатованих у извештајима унутрашње контроле по секцијама за период 2003.- 2005.г.

Обе ове анализе су имале за циљ да се утврде понављања грешака и да та констатација и резултати буду улаз за побољшање квалитета поучавања и измену прописа. Анализом ванредних догађаја за 2005.г. је утврђено и да се недовољно квалитетним ислеђењима не ствара добра основа за поучавање.

У овој анализи сам се концентрисао на људски фактор уз неопходно сагледавање техничке мане, као узрока ванредних догађаја, обзиром да се може закључити да значајан број тих ванредних догађаја има за узрок у суштини људски фактор.

3. РЕЗИМЕ

Препоруке менаџменту ЈП “ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ“ које проистичу из ове студије су:

- подизање нивоа квалитета ислеђења ванредних догађаја у циљу сагледавања зашто се десио ванредни догађај и шта учинити да се околности у којима је он настао промене, да се не би поново десио,
- предузети мере да поучавање у пракси постане квалитетније, боље припремљено, да се организује поучавање за школске инструкторе, да се материја на поучавању обрађује са разумевањем и уз подизање свести особља о томе зашто је важна примена прописа и које су последице непримењивања прописа,
- предузети мере да се постигне независност комисија за ислеђење ванредних догађаја, подигне стручна оспособљеност и техничка опремљеност комисија,
- озбиљније приступити налазима унутрашње контроле обзиром да се неправилности понављају, иако се на поучавањима обрађују,
- приступити измени прописа за које се утврди да су недовољно јасни или прецизни.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Извештај о безбедности и функционисању железничког саобраћаја на територији ЈП „ Железнице Србије „ у 2004.год;
[2] Анализа ванредних догађаја на подручју ЈП „ Железнице Србије „ у 2005.год;
[3] Комисијски иследнички извештаји (С-79) за 2005.год;
[4] Упутство 79 о поступцима за случај ванредног догађаја;
[5] Материјал са семинара „ Безбедност на железници 2006“ одржаног у Шведској.

HUMAN FACTOR-PERSONAL FAILURE OF STAFF-FACTOR OF SAFETY IN RAILWAY TRAFFIC

Mirko STAMATOVSKI

Abstract *The basic concept of this study is to establish and to support the needs of the upgrading of the training of staff and changing of regulations on the basis of the analysis of the accidents and a human factor (personal mistakes of staff), in order to increase the level of safety of the railway traffic. Essential and comprehensive investigation of the accidents is the prerequisite of forming the real picture of the participation of a human factor in causes of the accidents.*

Key words: Safety in Railway, Human Factor

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

КАКО УСМЕРИТИ ПУТНИКЕ ЖЕЛЕЗНИЦИ

Жељко ПЛЕТИКОСИЋ[1]

Резиме *– Упркос системским предностима, железнички путнички превоз стагнира у конкуренцији са друмским превозом, посебно у односу на аутомобилски који је сасвим персонализован и комфоран и остварује превоз од „врата до врата“. Настојећи подићи популарност превоза железницом проналазимо начине да задовољимо захтеве путника подизањем услуга на ниво који путник има код конкурентског аутомобилског транспорта. Наше железнице треба да развијају путнички превоз по узору на железнице развијених држава кроз повећање броја полазака возова, кроз поштовање прописаног реда вожње, кроз модернизацију превозних средстава и повезивање железнице са различитим видовима транспорта. Све ове мере су финансијски и друштвено корисне, оправдане и познате, али недовољно искоришћене.*

Кључне речи – железница, путнички превоз, ниво услуга

1. УВОД

Приликом избора врсте превоза познатом маршрутом потенцијални путник најпре има у виду трајање времена превоза, цену превоза и комфор. Најчешће су у другом плану безбедносни и еколошки захтеви.

Будући да начин и врста превоза одређују социјални статус човека, при одређивању приоритета ових услова путник ће изабрати онај вид превоза са већим комфором па макар ту услугу морао скупље да плати.

Путнички саобраћај, уопште, има високе захтеве у погледу комфора за сваког појединог путника. Као узор можемо узети превоз особним аутомобилом који је сасвим персонализован и комфортабилан. Људи, који користе особни аутомобил, су навикли на то да практички у било које време могу отпутовати на било које место.

Из наведеног следи суштина предности друмског транспорта:

1. услуга „од врата до врата“ где није потребно преседање између полазне тачке и одредишта, као што је то чест случај код железничког транспорта,
2. његова учесталост и доступност услуге,
3. његова брзина „од врата до врата“ и
4. удобност.

Анализа савремене ситуације показује да железнички путнички саобраћај стагнира управо због предности које пружа друмски саобраћај, а посебно превоз особним аутомобилом. Железнички транспорт има добре развојне шансе захваљујући системским предностима:

1. Железнички транспорт ефективно користи простор. На пример, по железничкој прузи која заузима земљишну траку ширине 9 метара можемо превести 50 хиљада путника на сат у једном смеру, а за превоз истог броја путника друмским превозом је потребан ауто-пут ширине 175 метара. Железница може превести више и брже путника него било који други вид транспорта.
2. У погледу еколошких захтева можемо упоредити средње вредности издувногCO_2:

- 0,08 kg/путник-km на железничком транспорту у путничком превозу,
- 0,18 kg/путник-km за превоз особним аутомобилом.

Преоптерећеност путева и интензивно загађење човекове околине приморава на промену друштвеног мишљења у корист железнице. Наведене системске предности су врло индикативне, али споро мењају свест људи о њиховом значају за друштвени и привредни развој.

Поставља се циљ: како усмерити путнике на превоз железницом. Промена друштвеног мишљења у корист железнице могућа је постепено и то кроз повећање квалитетног нивоа опслуживања путника у мери како се то остварује друмским транспортом.

[1]Жељко Плетикосић, дипломирани инжењер машинства, студент последипломских студија Факултета техничких наука Нови Сад, Саобраћајни одсек, смер: Менаџмент и логистика

Уважавајући то што путници очекују од железничког превоза, многи би одустали од путовања аутомобилом и дали предност железници, ако би захтеви у погледу нивоа услуге били побољшани.

2. ПОТЕНЦИЈАЛНА РЕШЕЊА

У циљу враћања путника железничком саобраћају, а ни у једном тренутку не занемарујући безбедност, потребно је:

1. повећати број полазака возова и поштовати прописан ред вожње,
2. извршити модернизацију превозних средстава,
3. повезати железницу са различитим видовима транспорта.

У принципу су све ове мере познате, али код нас недовољно искоришћене. Железнице развијених земаља (САД, Немачка, Француска, Јапан, Швајцарска итд) усмеравају свој развој у циљу подизања нивоа услуга и остварењу коначног циља: како привући путнике да путују железницом.

а)

б)

Слика 1. - Ентеријер путничког воза: а) шинобус Железница Србије; б) електромоторни воз Z6400 Француских железница

а)

б)

Слика 2. – Савладање разлике у висини пода вагона и нивоа перона: а) високе степенице; б) покретна рампа за путнике ограничене покретљивости.

2.1. Повећање броја полазака и поштовање прописаног реда вожње

Повећање квалитеног нивоа могуће је достићи, како на рачун скраћења времена путовања, тако и увођењем возова мањег састава који имају чешће интервале полазака. Чешћим поласцима потенцијални путник може лакше планирати и располагати укупним временом путовања и како време путовања железницом усклађивати са временом превоза осталих превозних средстава.

2.2. Модернизација возних средстава

Постојећа возна средства треба модернизовати, а нова која се набављају морају испуњавати нове стандарде. У планирању модернизације посебно је битно уважити жеље путника, односно шта путници очекују од железничког превоза. То су следећи захтеви:

1. повећање нивоа комфора,
2. обезбеђење реда и чистоће у колима,
3. развој делокруга пратећих услуга.

2.2.1 Повећање нивоа комфора

Висок ниво комфора постиже се остварењем угоднији атмосфере заменом заједничких седишта (слика 1.а) са појединачним (слика 1.б), олакшаним уласком и изласком, посебно за путнике ограничене покретљивости (старија лица, инвалиди, родитељи са децом) и усавршавањем система грејања и вентилације којим се остварује

угодна микроклима.

Дизајн интеријера се побољшава постављањем седишта по шеми 2+2 у реду. Седишта морају бити отпорна на појаву вандализма, што је нарочито актуелно на приградским возовима. Ергономски обликована седишта, са покретним наслоном који не омета путнике иза седишта, требају обезбедити да се путник угодно осећа. За путнике који стоје, уместо држача на наслонима седишта, постављају се засебни вертикални рукохвати. На слици 1.б приказан је један од савремених ентеријера Француских железница.

Естетски захтеви подразумевају избор прикладних тонова боје. Читав простор мора имати више дневне светлости, а у случају ограничене видљивости бити добро осветљен са плафона. Простор испод седишта мора бити слободан.

Опрема за путнике са ограниченом покретљивошћу омогућава да лица са ограниченом покретљивошћу лако савладају разлику у висини пода вагона и нивоа перона

На већини железничких станица и возовима Железница Србије то је врло отежано (слика 2.а). Демографска ситуација указује да је значајан удео становника старијих годишта, инвалида те родитеља са децом у колицима којима се треба олакшати улазак или излазак. На слици 2.б је приказано једно такво решење са покретном рампом.

Микроклима у возу остварује се системом расхладне вентилације која треба кондиционирати ваздух. Радијатори за грејање који се налазе испод седишта замењују се дифузорским системом грејања испод прозора.

2.2.2 Обезбеђење реда и чистоће у колима

За већину корисника веома је важан осећај реда, чистоће и безбедности у возу, на станицама и пристаничним површинама.

Ред и чистоћа у вагонима остварује се облагањем зидова материјалима који су отпорни на писање графита, применом материјала који се лако чисте и одржавају што је нарочито важно за подове и седишта. Важан захтев, у хигијенском и еколошком погледу су тоалети затвореног типа. Простор тоалета мора бити прилагођен и лицима са огрниченом покретљивошћу.

2.2.3 Развој делокруга пратећих услуга

Развој пратећих услуга остварује се кроз просторе за остављање бицикла и кроз систем информисања путника.

У возу треба постојати могућност смештаја бицикла у вертикалном положају близу улаза у воз. Осим тога бицикли се могу превозити као пртљаг. Јапанци су конструисали посебни тип лаког склопивог бицикла који се уноси у воз као пртљаг.

Кондуктер се смешта у путничком салону где има пулт са системом за информисање путника. Поред тога постављају се аудио и визуелна техничка средстава за информисање путника. Путници могу пратити кретање воза по станицама помоћу светлеће динамичке шеме.

2.3. Повезаност железнице са другим видовима транспорта

Остваривање превоза „од врата до врата“ код железнице могуће је извести једино у тесној сарадњи са другим видовима транспорта. Концепција посредовања утиче на ниво услуге железницом. Основни проблем се састоји у тражењу могућности да се повећа доступност станица и возова потенцијалним путницима.

Слика 3. - Аутобуско стајалиште поред железничког перона и пешачке комуникације

Зато је потребно прилагодити инфраструктуру која омогућава једноставно преседање путника који долазе на станицу другим видовима транспорта, најчешће аутомобилом (особни, такси), аутобусом или пешице.

Основни задатак се састоји у томе да се повежу сви елементи путовања у једну целину, а места преседања са једног на други вид транспорта прилагоде тако да преседање има континуиран ток без неудобности и нерационалног трошења времена (слика 3).

2.3.1 Железница и пешаци

Сви путници су у одређеном тренутку пешаци. Приступни путеви и путничке платформе требају бити угодне, по могућности без разлике нивоа, кратке, равне и заштићене од временских непогода. Ови услови морају бити испуњени, како код нових, тако и код реконструкције постојећих станица (слика 3).

2.3.2 Железница и бицикли

Бицикли су често угодан и брз вид транспорта који се користи на удаљеностима до 5 километара. Статистика показује да се од 15 % (Швајцарска) до чак 40 % (Низоземска) путника користи бициклом

за долазак на железничку станицу или одлазак с ње. Код нас је превоз бициклом нарочито присутан у равничарским деловима (Војводина). За спречавање вандализма треба размотрити и постављање блокатора или чуваних паркинга.

Слика 4. - Повезаност железнице са паркингом за бицикле и аутобуским превозом

Слика 5. - Паркиралиште за особне аутомобиле путника који користе железнички превоз.

2.3.3 Железница и јавни градски превоз

Ова развојна мера подразумева усклађеност реда вожње железничких возова и јавног градског превоза кроз јединствен систем информисања и максимално могуће.

Приближавање стајалишта како би се скратио пут преседања (види слику 3. и 4.).

Посебно је интересантно остваривање поједностављеног плаћања превозних услуга овако комбинованог превоза.

2.3.4 Железница и аутомобили

За долазак путника од куће до железничке станице, и обратно, може се користити аутомобилом. Пружањем посебних услуга за овакве путнике повећава се популарност железнице. Услуга *Park&Rail* представља резервисање места на паркингу непосредно уз железничку станицу или станични перон (слика 5.). При томе се корисницима дају посебне олакшице у погледу плаћања паркинга. Услуга *Kiss&Rail* подразумева уступање места за краткотрајно стајање аутомобила којим возачи могу да отпрате или сачекају путнике који пристижу на железницу.

3. КАКО ПРОВЕСТИ

Наравно да за извршење свих наведених активности требају значајна финансијска средства која транспортне организације нису у могућности да обезбеде. За читав пројекат је потребно да покажу интерес ресорна државна министарства и други заинтересовани који би пронашли свој интерес.

Сама реализација пројекта покреће рад ремонтних капацитета железнице, производних капацитета предузећа за израду и ремонт вагона, грађевинских предузећа, а и бројних произвођача потребне опреме. Оваква обимна инвестција сигурно налази своје друштвено оправдање и брзу финансијску исплативост.

4. ЗАКЉУЧАК

Железнице развијених држава настоје подићи популарност овог вида превоза јер је то финансијски и друштвено корисно и оправдано. При томе је потребно задовољити жеље путника и важеће стандарде и прописе. Наше железнице треба да развијају путнички превоз по узору на железнице развијених држава.

Литература:

[1] Копић Ђ. Технологија железничког транспорта, Нови Сад, 2006.
[2] Cotet D. et al. Revue Generale des Chemis de fer, 2002, No 11, p.5-27.
[3] Railway Gazette International, 2002, No 1, p. 44-45.
[4] Rail International, 2003. No 6. p. 19-25.

HOW TO POINT PASSENGERS TO THE RAILWAY TRANSPORTATION

Željko PLETIKOSIĆ

Abstract: In spite of systematic priority, railway passenger transport is stagnate in competition to highway transport, separately in relation on automobile who is quite personal and comfortable and it is accomplish transport at "door to door". When we want to build popularity of transport with railway we discover way to satisfy demand of passengers with raise of service at level which passenger have with competition automobile transport. All this measure are financial and sociable useful, justified and recognize, but insufficiently exploit.

Key words: Railway, Passenger Transport, Level of Services

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

UTVRĐIVANJE ZAVISNOSTI IZMEĐU POTROŠNJE POGONSKE ENERGIJE I VREMENA VOŽNJE DIZEL VUČNIH VOZILA

Aleksandar RADOSAVLJEVIĆ[1]

Rezime *– U radu je prikazano određivanje potrošnje pogonske energije (goriva i maziva) i vremena vožnje dizel vučnih vozila pri kretanju, kao i utvrđivanje njihove međusobne zavisnosti. Utvrđivanjem potrošnje pogonske energije i vremena vožnje na karakterističnim relacijama realizovaće se pretpostavka za sagledavanje ukupne potrošnje pogonske energije, kako po Sekcijama, tako i Sektora za vuču i održavanje voznih sredstava JP "Železnice Srbije". Na taj način stvoriće se preduslovi za preduzimanje potrebnih mera da se smanji i zaustavi nenamenska potrošnja energije, kao i njeno otuđivanje. U radu je data zavisnost potrošnje pogonske energije i vremena vožnje za karakteristična dizel vučna vozila na deonici pruge Beograd Ranžirna – Mala Krsna.*

Ključne reči – vučna vozila, potrošnja energije, dizel, vremena vožnje

1. UVOD

Predmet istraživanja u ovom radu je određivanje potrošnje pogonske energije (goriva i maziva) i vremena vožnje dizel vučnih vozila pri kretanju na odabranim relacijama pruga, kao i utvrđivanje njihove međusobne zavisnosti.

Pri svakom kretanju voza javljaju se sile koje dejstvuju suprotno vučnim silama, znači, sile koje se suprotstavljaju kretanju voza. Sile otpora zavise od mnogih faktora, kao što su npr.: konstruktivne osobine vozila, vrste vozila, mase vozila, karakteristike pruga itd. Otpori pruge (dodatni otpori) zavise od karakteristika pruge, pa kako se one ne menjaju, znači da su ovi otpori stalni i deluju povremeno pri kretanju voza. Otpori vozila se menjaju pri kretanju voza promenom brzine pa su oni zavisni od promene brzine.

Potrošnja pogonske energije (goriva i maziva) je jedna od osnovnih i najvećih stavki u troškovima vuče vozova. Veliko učešće troškova pogonske energije u troškovima vuče vozova, dokazuje veliki značaj poznavanja tačnog određivanja potrošnje pogonske energije. Tačno određivanje potrošnje pogonske energije ima veliki značaj i pri planiranju troškova i metoda koje će se primenjivati da bi troškovi pogonske energije bili što manji. Bez poznavanja načina određivanja potrošene pogonske energije ne može se zamisliti unapređenje organizacije vuče vozova u smislu povećanja ekonomičnosti rada, boljeg korišćenja i veće produktivnosti vučnih vozila.

Utvrđivanjem potrošnje pogonske energije i vremena vožnje na karakterističnim relacijama, kao i njihove međusobne zavisnosti, realizovaće se pretpostavka za sagledavanje ukupne potrošnje pogonske energije, kako po Sekcijama vuče tako i Sektora za vuču i održavanje voznih sredstava. Na taj način stvoriće se preduslovi za preduzimanje potrebnih mera da se smanji i zaustavi nenamenska potrošnja energije, kao i njeno otuđivanje.

2. UTVRĐIVANJE MEĐUSOBNE ZAVISNOSTI IZMEĐU POTROŠNJE POGONSKE ENERGIJE I VREMENA VOŽNJE

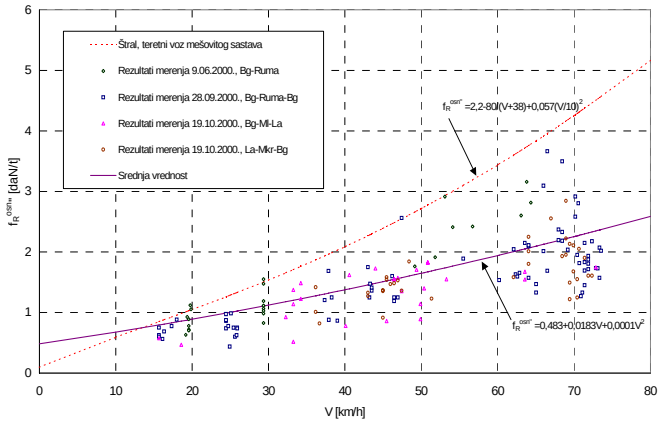
2.1. Programski paket

Trenutno se u eksploataciji određivanje potrošnje pogonske energije i vremena vožnje dizel vučnih vozila pri kretanju voza vrši na neodgovarajući način te se rezultati tih proračuna ne mogu smatrati verodostojnim. Dok se kod vučnih vozila, uglavnom, koriste obrasci dobijeni sa tipskog ili serijskog ispitivanja, to se kod teretnih kola proračun obavlja na osnovu otpora kola sa kliznim osovinskim ležištima iako se u voznom parku JP "Železnica Srbije" nalazi neznatan broj ovih kola (ispod 0,1%) koja nisu i ne mogu biti merodavna za ceo vozni park. Pogotovu sa predstojećom nabavkom novih teretnih kola procenat kola sa kliznim ležištima će postati potpuno beznačajan. Jedna od posledica primene kliznih ležišta

[1] Aleksandar Radosavljević, Naučni saradnik, Saobraćajni institut CIP, Nemanjina 6, 11000 Beograd, Srbija, radosavljevica@sicip.co.yu

su i tablice opterećenja Uputstva 52 [1] sa nižim (ili drugačijim) vrednostima nego što bi se dobile da su primenjeni otpori kotrljajućih osovinskih ležajeva. Međutim i otpori kola predstavljeni Štralovim obrascem za vozove sastavljene od kola sa kotrljajućim ležajevima ne odražavaju pravu sliku učešća realnih otpora u eksploataciji na prugama JP "Železnica Srbije", što je i normalno uzimajući u obzir vreme kada je snimljen Štralov obrazac i u međuvremenu postignuti razvoj konstrukcije kola [3].

Zbog toga je i izvršeno eksperimentalno određivanje otpora teretnog mešovitog voza na prugama JP "Železnica Srbije" i eksperimentalno određen obrazac koji najbolje reprezentuje sastav sadašnjeg kolskog parka [4].



Slika 1.Eksperimentalno snimljeni specifčni osnovni otpor teretnog voza

Tabela 1.Rezultati proračun

Relacija	Beograd Ranžirna "A" – Mala Krsna					
Dužina [km]	68,694					
Masa voza [t]	800					
Vrsta voza	teretni					
Kočenje [%]	60					
Serija lokomotive	641-300			661		
Vrsta ležaja	klizni - Štral	kotrljaj u-ći- Štral	kotrljaj u-ći- A.R.	klizni- Štral	kotrljaj u-ći- Štral	kotrljaj u-ći- A.R.
Vreme vožnje [min]	134,2	125,3	121,4	93,7	92,1	90,7
Potrošnja goriva [l]	381,4	343,6	302,4	431,9	400,9	339,4
Potrošnja ulja [kg]	3,25	2,93	2,57	1,8	1,67	1,4

Zbog svega navedenog može se dati, za odabrane serije dizel vučnih vozila, uporedna analiza i međusobna veza potrošnje pogonske energije i vremena vožnje za sva tri slučaja otpora mešovitog teretnog voza (otpori kliznih ležišta po Štralu, otpori kotrljajućih ležajeva po Štralu i otpori kotrljajućih ležajeva mešovitog teretnog voza snimljeni na prugama u realnoj eksploataciji) [5].

Svi proračuni za specificirane relacije mogu se obaviti, kako za slučaj vožnje voza po važećoj knjižici reda vožnje, tako i za slučajeve konkretnih vozova iz eksploatacije sa svojim realnim itinererima dobijenim na osnovu analize brzinomernih traka, a koje bi JP "Železnica Srbije" dostavile.

2.2. Izbor lokomotiva

Na osnovu teorijskog modela vuče vozova, koji se zasniva na osnovama i zakonima mehanike, termodinamike, hidraulike, elektrotehnike, kao i na mnogim specijalnim ispitivanjima i merenjima osnovnih otpora voza i potrošnje pogonske energije urađen je odgovarajući simulacioni program koji je i proveren eksperimentalno u realnim uslovima. Takođe, stručna verifikacija programa je izvršena, kako na domaćim tako i na međunarodnim naučno-stručnim konferencijama i stručnim časopisima koji su se bavili problematikom vuče vozova i prenosa snage [3,6,7,8,9]. U slučaju direktne simulacije železničke vuče, što je ovde urađeno, usvojene su za osnovu matematičkog modela železničke vuče diferencijalne jednačine koje opisuju kretanje voza u režimima ubrzanja, održavanja stalne brzine, vožnje po inerciji i kočenja [3,4,10].

Tabela 2. Stanje dizel vučnih vozila

Serija dizel vozila	Snaga dizel-motora [kW]	Inventa-rski park	Aktivni inve-ntarski park	Radni park na dan 7.08.2006
641-300	685	30	29	11
661	1454	73	37	17
621-000	327	2	2	0
621-100	369	10	10	9
644	1210	6	6	6
645	1845	4	3	0
664	1640	9	7	0
666	1845	4	4	3
712/714	412	15	12	0
812/814	120	6	6	3
710	2×210	8	8	7

Programski paket za određivanje potrošnje pogonske energije vučnih vozila i vremena vožnje urađen je za dizel-električne lokomotive serije JŽ 641-300 i 661, kao reprezentima najzastupljenijih dizel lokomotiva na mreži JP "Železnica Srbije". Dizel lokomotive serije 661 su reprezent serije koja je najrasprostranjenija u dizel vuči, a lokomotive serije 641-300 su lokomotive koje su namenjene, kako za manevarski rad, tako i za vuču vozova. Za ocenu ukupnog vremena vožnje i potrošene pogonske energije potrebno je izvršiti simulaciju više vožnji teretnog voza vučenog lokomotivama serija 641-300 i 661. U sledećoj tabeli data su vučna vozila za koje je programski paket urađen, kao i vozila na koje bi mogao da se urađeni program uspešno aplicira. Samo

na osnovu snaga dizel motora može se zaključiti velika heterogenost vučnih vozila, a samim tim i potreba za pojedinačnom aplikacijom programa. Posebno se ističe hitna potreba za aplikacijom programa na dizel motorne vozove, koji predstavljaju okosnicu putničkog saobraćaja na neelektrificiranim prugama.

Zbog svega navedenog u programskom paketu za određivanje potrošnje pogonske energije i vremena vožnje organizovane su baze podataka tehničkih karakteristika dizel lokomotiva, kao i baze podataka svih parametara voza koji se koriste u programskom paketu, a nisu vezani za tehničke karakteristike lokomotiva [4,5].

2.3. Izbor relacija pruga

Osnovni parametri uzdužnog profila pruge smešteni su u datoteke. Ove datoteke se sastoje iz tri relativno nezavisna dela. U prvom delu su data mesta na pruzi u kojima se menjaju uzdužni profili, stacionaže ovih mesta i odgovarajuće vrednosti dodatnog otpora pruge. U drugom delu su data mesta na pruzi u kojima se menjaju maksimalne dozvoljene brzine, stacionaže takvih mesta i stvarne vrednosti ovih brzina. U trećem delu su dati nazivi svih stanica (službenih mesta) na pruzi, njihove stacionaže i vreme zadržavanja voza u tim stanicama.

Sva istraživanja, na mreži pruga JP "Železnica Srbije", bi se mogla obaviti na sledećim relacijama:

- Niš – Dimitrovgrad,
- Ruma – Zvornik,
- Pančevo Glavna – Vršac,
- Beograd Ranžirna - Pančevo Glavna.

Naravno, potpuna slika potrošnje pogonske energije, za određeni red vožnje, dobila bi se kada bi se izvršio proračun svih vozova po EV-40 Uputstva 236 [2].

Prilikom realizacije programskog paketa za optimalno upravljanje lokomotivama u cilju uštede pogonske energije kao ulazni podatak se uzima redukovani uzdužni profil pruge. Redukovanje uzdužnog profila pruge ima jedini cilj da uprosti vučne proračune, a da se zbog toga ne izgubi na tačnosti dobijenih rezultata. Osnovni princip za redukovanje uzdužnog profila pruge je da rezultantna sila koja deluje na voz, tokom njegovog kretanja, obavlja mehanički rad, jednak radu koji obavi stvarni voz. Pošto se simulacija vuče vozova vrši na savremenim računarima velikih kapaciteta to se neće spajati susedne deonice pruge uzdužnog profila na osnovu poznatih principa redukovanja već će se svaka deonica predstavti preko ukupnog otpora od nagiba i krivine. Na ovaj način se ostvaruje maksimalna verodostojnost podataka ulaznog profila pruge [4,5].

2.4. Rezultati istraživanja – izlazne datoteke

Programski paket je koncipiran tako, da se izlazni rezultati upisuju i trajno čuvaju u odgovarajućim izlaznim datotekama. Svakoj pružnoj relaciji, koja se pomoću ulazne datoteke pojavljuje na ulazu, programski paket pridružuje tri izlazne datoteke: energetska, režimska i datoteka karakterističnih vrednosti.

Energetska datoteka je datoteka u kojoj su zapisane kumulativne vrednosti utrošene pogonske energije za određenu varijantu vožnje sa odgovarajućim podacima datim po stanicama na određenoj relaciji pruge: naziv stanice, stacionaža između stanica, vreme vožnje između stanica, čisto kumulativno vreme vožnje, trenutna i maksimalno dozvoljena brzina vožnje, otpor pruge, vučna sila lokomotive, struja vučnih motora, kumulativna potrošnja goriva i ulja za podmazivanje dizel motora.

Režimska datoteka prikazuje sve promene režima vožnje od momenta polaska voza do momenta zaustavljanja voza u krajnjoj stanici na izabranoj pružnoj relaciji: režim vožnje, stacionaža između dva režima vožnje i ukupna stacionaža, vreme vožnje između dva režima vožnje i čisto kumulativno vreme vožnje, brzina vožnje i maksimalno dozvoljena brzina vožnje, kumulativna potrošnja goriva, potrošnja goriva između dva režima vožnje, potrošnja ulja za podmazivanje između dva režima vožnje.

Datoteka karakterističnih vrednosti dizel lokomotive (vučnog vozila) daje sledeće podatke: pozicija kontrolera za vožnju voza, pređeni put, brzina na početku i na kraju intervala promene, maksimalno dozvoljena brzina vožnje, vreme vožnje, otpor pruge, vučna sila lokomotive, snaga dizel motora i snaga glavnog generatora, snaga pomoćnih uređaja, broj obrtaja rotora vučnih motora, struja vučnih motora, stepen korisnog dejstva vučnog motora, moment vučnog motora, struja i napon glavnog generatora, stepen korisnog dejstva glavnog generatora i električnog prenosnika snage, broj obrtaja dizel motora, osnovni otpor lokomotive i osnovni otpor voza, snaga na obodu točkova lokomotive, specifična potrošnja goriva dizel motora, stepen korisnog dejstva na obodu točka lokomotive i na kuki tegljenika lokomotive [4,5,10].

3. ZAKLJUČAK

Programski paket je urađen tako da je pristupačan za praktičnu primenu u stručnim službama železničkih uprava ili u naučno-istraživačkim organizacijama koje se bave problematikom uštede pogonske energije. Rad sa programskim paketom je interaktivan i zbog toga veoma jednostavan. Od korisnika se zahteva elementarno poznavanje problema vuče vozova i poznavanja rada na personalnim računarima. Na relativno jednostavan način moguće je vršiti i neke

naknadne izmene i dopune, koje mogu da se pojave u vezi postojećih propisa, tehničkih karakteristika vučnih vozila ili uzdužnog profila pruge. Sve ovo je omogućeno modularnom organizacijom softverskog paketa.

Uvođenjem električnog grejanja npr. na 661 lokomotivu, smanjuje se znatno snaga lokomotive za vuču – menja se vučna karakteristika, pa samim tim za ove lokomotive više ne važi postojeći vučni pasoš 661 lokomotiva. Pomoću datog programskog paketa se mogu lako izvršiti promene.

Na osnovu proračunima dobijenih vrednosti za sve uslove i varijante saobraćaja vozova (kako sa redovnim opterećenjem datim knjižicom reda vožnje, tako i sa drugim opterećenjima dobijenim iz realne eksploatacije) moguće je uspostaviti na svakoj relaciji pruge zavisnost između potrošnje pogonske energije i vremena vožnje od variranih parametara (masa voza, serija vučnog vozila, način vožnje ...). Služba vuče dobiće programski paket za određivanje vremena vožnje za vrlo kratko vreme u odnosu na dosadašnje spore i za inženjere dosadne vučne proračune.

Međusobna zavisnost potrošnje pogonske energije i vremena vožnje može se odrediti kako za odabrane vozove i njihove trase iz knjižice reda vožnje, tako i na osnovu stvarnih parametara vozova koji su već izvršili vožnju na odabranim relacijama, a čije su sledeće vrednosti i parametri realno utvrđeni: relacija vožnje; vučena masa voza; dužina voza; serija vučnog vozila; izveštaj iz brzinomerne trake o kretanju voza koji sadrži: grafički prikaz promene brzine voza u zavisnosti od stacionaže pruge, stacionaža mesta zaustavljanja voza i vreme bavljenja (zaustavljanja) voza; izveštaj o kretanju voza na osnovu putnog lista.

Utvrđivanjem potrošnje pogonske energije i vremena vožnje na karakterističnim relacijama, stvoriće se preduslovi za preduzimanje potrebnih mera da se smanji i zaustavi nenamenska potrošnja energije, kao i njeno otuđivanje.

LITERATURA

[1] ZJŽ: "Uputstvo o tehničkim normativima i podacima za izradu i izvršenje reda vožnje (Uputstvo 52)", Beograd, 1988.

[2] ZJŽ: "Uputstvo za vođenje evidencije delatnosti vuče vozova i održavanje vučnih vozila na jugoslovenskim železnicama (Uputstvo 236)", Beograd, 1984.

[3] [3] Lučanin Vojkan: "Teorija vuče", Mašinski fakultet, Beograd, 1996.

[4] Radosavljević Aleksandar: "Matematičko modeliranje, simulacija, određivanje osnovnih otpora pri kretanju voza i optimizacija potrošnje pogonske energije železničkih vučnih vozila" (Doktorska disertacija), Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2002.

[5] Radosavljević Aleksandar, Lučanin Vojkan: "Osnovni otpor kretanja železničkih voznih sredstava" (Monografija), Mašinski fakultet Beograd, 2004.

[6] Radosavljević Aleksandar: "Eksperimentalno određivanje stepena korisnog dejstva prenosnika snage kod dizel-električnih lokomotiva", V Međunarodni naučno-stručni skup IZVOR I PRENOS SNAGE - IPS'99, Podgorica – Bečići, 2000.

[7] Radosavljević Aleksandar, Milutinović Dušan, Jovanović Relja, Lučanin Vojkan: "Experimental determination of mixed freight train running resistance and influence on energy consumption", 6th World Congress on Railway Research WCRR 2003 - Topic: Interactive Systems and Environment - Session: Energy Emissions, Edinburgh, Scotland, 2003.

[8] Radosavljević Aleksandar, Jovanović Relja: "A cotribution to determination traction characteristics of diesel-electric locomotives by simulation model", International Conference "Power Transmissions '03", Section III "Experimental Investigations and Applications", Varna, Bulgaria, 2003.

[9] Radosavljević Aleksandar: "Optimalno upravljanje dizel-električnim lokomotivama radi uštede pogonske energije", Železnice br.9, Beograd, 1994.

[10] Šida Stanislav: "Vuča vozova", Viša železnička škola, Beograd, 1986.

DETERMINATION OF DRIVING ENERGY CONSUMPTION AND RUNNING TIME DEPENDENCE OF DIESEL TRACTION VEHICLES

Aleksandar RADOSAVLJEVIĆ

Abstract – This paper describes determination of driving energy consumption (fuel and oil) and running times of diesel traction vehicles during running, as well as determination of their interdependence. By establishing the driving energy consumption and running times at the characteristic line sections it will be realized assumption for total driving energy consumption recognize in Sections and Department for traction and maintenance of rolling stock of Public Enterprise "Serbian Railways". In that way prerequisite to take necessary measures for reducing and stoping unintended energy consumption will be produce, as well as transfer of property. The paper shows driving energy consumption and running time dependence of characteristics diesel traction vehicles at the line section Beograd Marshalling Yard – Mala Krsna.

Key words – traction vehicles, energy consumption, diesel, running time

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

TRIBOTEHNIČKE AKTIVNOSTI U ODRŽAVANJU TEHNIČKIH SREDSTAVA I ODRŽIVI RAZVOJ

Aleksandar RAC[1]
Miroslav BABIĆ[2]

Rezime *– Danas je evidentno da se od transportnih organizacija, pored finansijskih rezultata, očekuje da preuzmu odgovornost u oblasti sigurnosti i zaštite okoline. Zato one moraju da usvoje savremene standarde produktivnosti, kvaliteta i sigurnosti. Takav prilaz omogućuje realizaciju održivog razvoja. Značajan doprinos postizanju tog cilja daje i efikasan proaktivni program podmazivanja mašina i opreme, kao deo ukupnog programa održavanja. U radu se razmatraju odgovarajući aspekti izvrsnosti podmazivanja.*

Ključne reči – tribotehnika, proaktivno održavanje, izvrsnost podmazivanja, održivi razvoj

1. UVOD

Međuzavisnost triboloških procesa i održavanja mašina i opreme je nesporna i dobija na značaju kod savremenih **metoda održavanja po stanju**, nezavisno od toga da li je izabrani metod vezan za nivo pouzdanosti ili veličinu troškova održavanja /1,2/. S druge strane poboljšanje performansi transpotnih organizacija kao što je železnica ne obuhvata samo pozitivne finansijske rezultate, već i odgovornost u oblasti sigurnosti i zaštite okoline. Danas se prepoznaje da finansijski rezultati na duži period zavise i od boljeg poznavanja sredine u kojoj kompanije rade i da proaktivan prilaz doprinosi boljem pozicioniranju na tržištu. Trostruka osnova – **finansije, zaštita okoline i zdravlja** - redukuju rizik i otvaraju mogućnost za održivi rast.

Svakako da ovakav pristup nije slučajan, već je dobrim delom proistekao iz zahteva standarda ISO 9001 i serije ISO 14000 /3/. Standardi daju ogroman doprinos u mnogim aspektima našeg života, među kojima ISO 14001 generiše sistem upravljanja životnom sredinom propisujući pravila po kojima se vodi politika održivosti, socijalnih faktora, kao što su zdravlje i sigurnost zaposlenih, poboljšanja koja doprinose povećanju produktivnosti kroz smanjenje bolovanja i rizika na poslu /4/. Novi standardi serije OHSAS 18000 predstavljaju sistem orjentisan ka smanjenju i sprečavanju akcidenata i gubitaka vezanih kako za živote ljudi, tako i vremena i resursa. U suštini OHSAS 18001 je nastao objedinjavanjem prethodno navedenih standarda ISO 9001 i ISO 14001 /5/.

Očigledno, da veliki deo odgovornosti u realizaciji napred definisanih poslova u industrijskim i transportnim kompanijama pripada **službi održavanja**, posebno kada se govori o zdravlju ljudi, sigurnosti na radu i zaštiti okoline. U okviru tih poslova veliki deo se odnosi na **tribotehničke aktivnosti**, kao delu tribologije koji pripada sistemu održavanja mašina i opreme.

U svetlu tih saznanja, u radu se ukazuje na doprinos **tribotehnike** u rešavanju problema koji stoje pred savremenim transportnim organizacijama kao što je železnica, a u borbi za održivi razvoj.

2. ULOGA TRIBOTEHNIKE U ODRŽAVANJU TEHNIČKIH SISTEMA

Tribologija kao nauka i inženjerska disciplina ima dva odvojena dela koji su međusobno uslovljeni i povezani. Prvi je vezan za razvoj i istraživanja (R/I) fenomena trenja, habanja i podmazivanja u oblasti konstruisanja i proizvodnje mašina, a drugi se odnosi na aktivnosti u oblasti njihovog održavanja.Ova druga oblast se danas naziva **tribotehnika** (stariji naziv sa užim delokrugom rada poznat je kao **tehnika podmazivanja**).

Saglasno standardu DIN 50 323 iz 1988. godine, **tribotehnika** obuhvata tehničke i tehnološke mere koje obezbeđuju optimalno funkcionisanje triboloških sistema i mehanizama. Ona spreže svakodnevne potrebe u održavanju mašinskih sistema sa znanjima iz oblasti tehnologije podmazivanja i sistematski ih uvodi u okruženje sa ciljem smanjenja **gubitaka usled trenja i habanja, kao i mogućih šteta koje mogu**

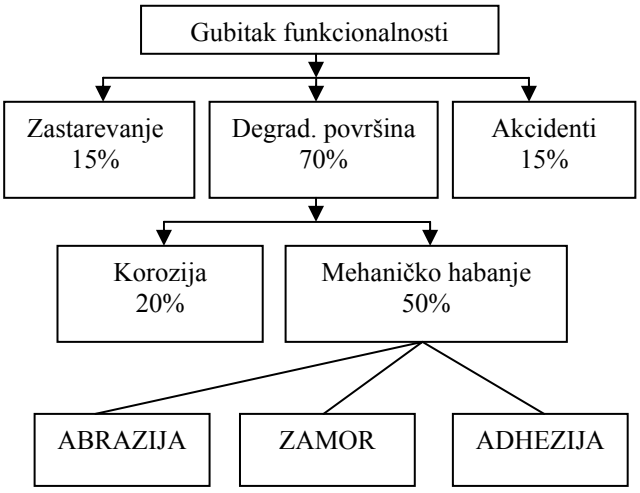
[1]dr Aleksandar Rac, red. prof., Mašinski fakultet u Beogradu, Kraljice Marije 16, e-mail:arac@mas.bg.ac.yu
[2] dr Miroslav Babić, red. prof. Mašinski fakultet u Kragujevcu, Sestre Janjić 6, e-mail: babic@kg.ac.yu

nastati po ljude i okolinu. To znači da je osnova za karakterizaciju tribotehničkih aktivnosti kombinacija ekonomskih i ekoloških faktora.

2.2 Tribološki gubici

Potrebno je stalno naglašavati da najveći troškovi u održavanju nastaju zbog zamene oštećenih delova i zastoja u radu, i da tribološki gubici čine najveći deo tih troškova. To istovremeno znači da tribološki gubici imaju veliki udeo u finansijskim efektima i mogu da utiču na profit kompanije.

Uopšteno, tri su osnovna načina na koji mašinski sistemi i njihovi elementi dostižu kraj korisnog veka, što je ilustrovano na slici 1. Među njima je dominantna degradacija površina odnosno mehaničko habanje.



Slika 1. Načini na koji maš. sistemi i elementi dostižu svoj korisni vek /5/

Da su ova zapažanja tačna potvrđuju podaci prikazani u tablici 1., a koji se zasnivaju na istraživanjima svetskih proizvođača mašina i opreme.

Tablica 1.Tribološki gubici-primeri

Izvor	Zaključak
SKF	45% svih oštećenja i otkaza kotrljajnih ležaja je posledica triboloških procesa (neadekvatno podmazivanje)
VICKERS	90% otkaza hidrauličkih komponenti nastaje zbog kontaminanata u hidrauličkom ulju i konsekventno habanju istih
GM	30% duži vek opreme (motora SUS, kompresora, prenosnika) se ostvaruje boljim filtriranjem radnih fluida (vazduha, ulja i sl.)
-	30% svih aktivnosti u održavanju transportnih sredstava vezano je za sisteme koji se podmazuju

2.2 Tribotehnika i ekologija

U okviru ekoloških ograničenja pod kojima danas posluju transportne organizacije, službe održavanja se suočavaju sa problemima u poslovanju sa mazivima i podmazivanjem, s obzirom da maziva imaju veliki uticaj na zdravlje i sigurnost radnika i potencijalni su zagađivači životne sredine /7/. Posebno je to tačno ukoliko se koriste neadekvatna maziva ili se tokom njihove eksploatacije, zbog nepravilnog tretmana, ugrožava ljudsko zdravlje i okolina.

Poznato je da:

* jedan litar mineralnog ulja zagadi milion litara vode potencijalno upotrebljive za piće i da je

* biorazradljivost mineralnog ulja u opsegu od 42 do 48 %, što znači zagađenje voda i zemljišta za period i do sto godina.

Zbog toga je neophodno preduzeti sve mere za zaštitu šivotne sredine, a to znači korišćenje biorazgradljivih i ekološki prihvatljivih maziva, kao i pravilno rukovanje i tretiranje otpadnih ulja. To uslovljava adekvatan sistem upravljanja koji treba da obezbedi smanjenje ekoloških rizika uz relativno male troškove. Tome treba dodati i zakonsku regulativu koja je sve restriktivnija /8/.

Ako se ta pravila primene na sisteme železnica onda sledi:

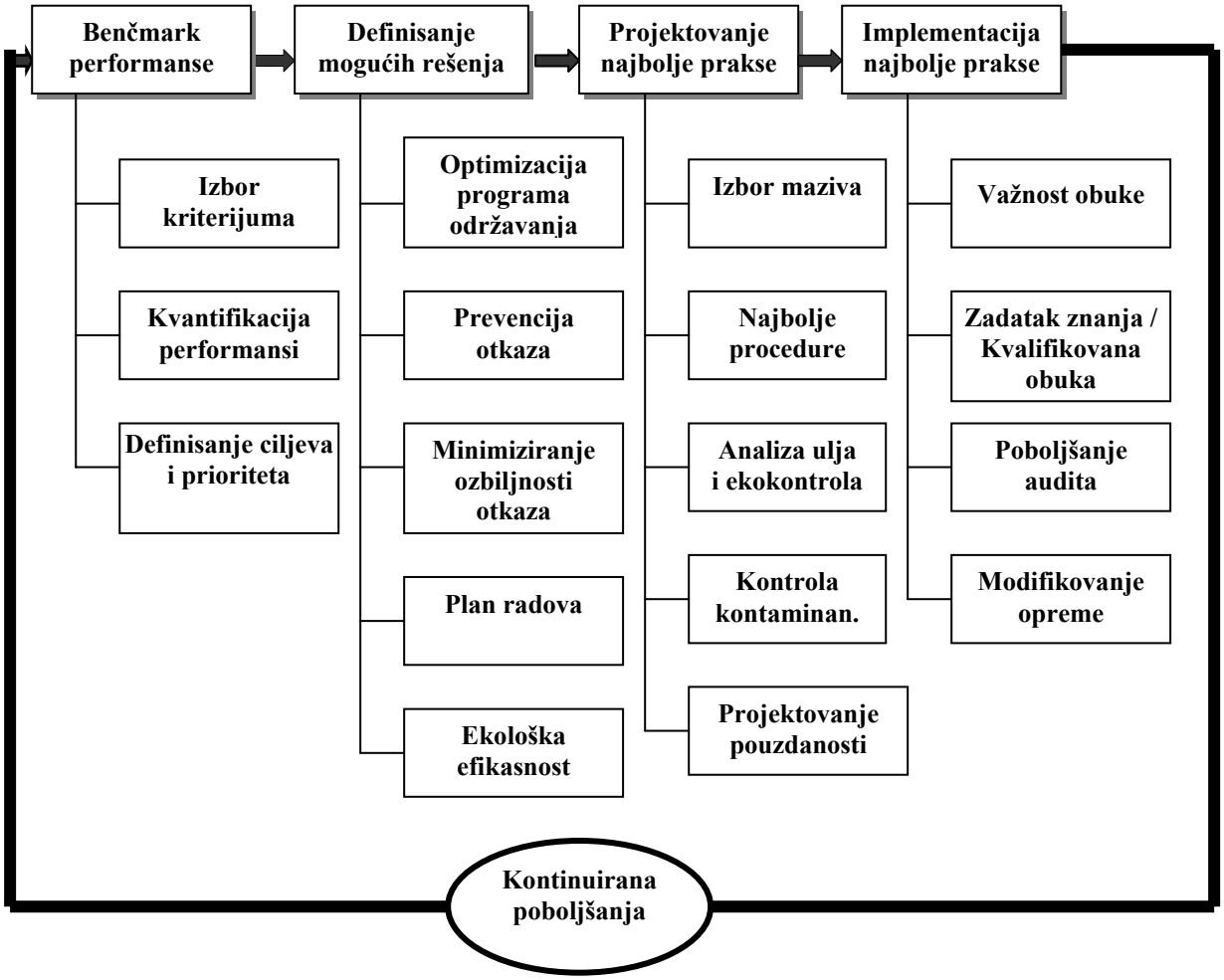
1. da maziva za skretnice, šine i druga postrojenja sa protočnim podmazivanjem moraju biti biorazgradljiva, a to danas znači primenu maziva biljnog ili sintetičkog porekla;
2. da se mora sprečiti curenje ulja iz motora, prenosnika i drugih uređaja u kojima se koriste mineralna ulja jer se na taj način zagađuje okolina. Gubici usled curenja ne samo da dovode do zagađenja okoline i radnog prostora , već izazivaju i finansijske troškove i
3. da se otpadna ulja moraju tretirati u skladu sa zakonom.

3. TRIBOTEHNIČKE AKTIVNOSTI

Prethodna razmatranja ukazuju da tribotehničke aktivnosti u održavanju imaju kao kamen temeljac izbor odgovarajućeg programa podmazivanja, s obzirom da poslovanje sa mazivima iskazuje direktan uticaj na ostvarenje održivog razvoja u većini transportnih organizacija.

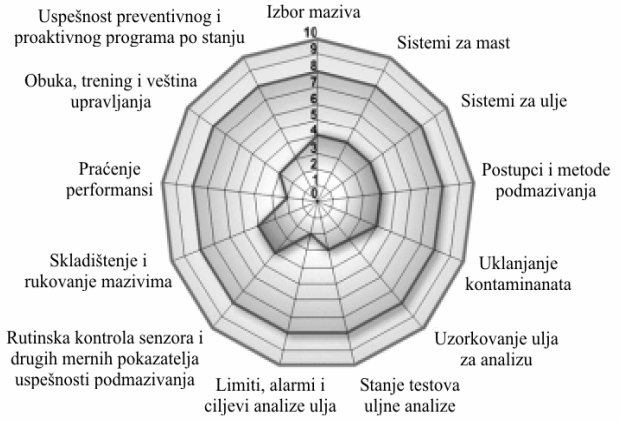
S obzirom da su naša iskustva u pristupu upravljanju programom podmazivanja, posebno sa gledišta održivog razvoja, prilično skromna i više u sferi teorije, verovatno da je jedina mogućnost za sagledavanje neophodnih aktivnosti analiziranje prilaza koji imaju industrijski razvijene zemlje, koje su i postavile osnove za definisanje održive budućnosti /9/.Zbog toga se u daljem daje mapa puta izvrsnosti podmazivanja koja obuhvata kao osnovne faze:planiranje, projektovanje detalja, implementaciju

i kontinuirana poboljšanja (sl.2).



Slika 2. Mapa puta izvrsnosti podmazivanja

Prvi korak je proces procene programa radi utvrđivanja saobraznosti sa postavljenim ciljevima koji se često označava kao benčmarking.



Slika 3. Dijagram »paukova mreža«

On služi kao osnovna, polazna tačka u odnosu na koju se mere buduća poboljšanja. Benčmark uključuje ocenu odgovora na određen broj pitanja koja se odnose na postojeću praksu podmazivanja. Ta se pitanja grupišu u određen broj kategorija, a koje pokrivaju većinu aktivnosti vezanih za podmazivanje, kao i njihov efekat na pouzdanost opreme (tribotehnički aspekt). Dobijeni podaci se prezentuju u vidu dijagrama paukove mreže, što predstavlja vizuelizaciju benčmark rezultata (sl.3).

Sledeća faza uključuje razmatranja vrste opreme, sličnosti i zahteva za podmazivanjem, sa ciljem dobijanja informacija za praćenje stanja i definisanje procedura i uputstava. Nakon toga se pristupa projektovanju najbolje prakse podmazivanja i njenoj implementaciji. Kontinuirana poboljšanja su posledica realizacije kompleksnog programa podmazivanja i iskazuju se ostvarivanjem zadatih performansi.

Svakako da su navedene aktivnosti deo ukupnog programa održavanja, ali sa jasno definisanim izlazom, finansijskim i ekološkim efektima. Dobro struktuirana i jasno iskazana strategija održavanja je esencijalna za svaku transportnu organizaciju koja teži da ostvari visoku produktivnost i zadovolji zahteve standarda za održivi razvoj.

4. ZAKLJUČAK

Danas se transportne organizacije suočavaju sa

povećanim zahtevima u pogledu smanjenja troškova održavanja uz istovremeno poboljšanje raspoloživosti i pouzdanosti opreme.

Sa gledišta globalne ekonomije i tržišta, ove organizacije moraju da prihvate **međunarodne standarde vezane za održivi razvoj.**

Da bi to postigle transportne organizacije, a među njima na prvom mestu železnica, moraju da **redefinišu tradicionalne metode održavanja.**

Savremena strategija održavanja obuhvata niz tehnika i procedura za **upravljanje procesom proaktivnog održavanja.**

Postizanje tog cilja neminovno uključuje i **tribotehničke aktivnosti,** među kojima je od posebne važnosti razmatranje efikasnosti usvojenog programa podmazivanja odnosno definisanje **programa izvrsnosti podmazivanja.**

LITERATURA

[1] Rac, A., *Tribologija i održavanje mašinskih sistema: Mesto i uloga*, XXIX NSS_OMO simpozijum, Banja Vrujci, 1-3 juni 2004, Zbornik radova CD

[2] Babić, M., Monitoring ulja za podmazivanje, Mašinski fakultet u Kragujevcu i JTD, 2004

[3] Lundin, H., *The Global Impact of ISO 14001*, Machinery Lubrication, July, 2003

[4] www.eiltd.net

[5] www.eaglegroupusa.com/ohsas_18001.htm

[6] Fitch, J., *Aren't Machines Supposed to Wear Out?,* Machinery Lubrication, 2, 5, 2002, 2-6

[7] Rac, A., *Ekološki aspekti poslovanja sa mazivima i moguća rešenja*, KOD 2005, Bar, 27-30 juni 2005, Zbornik radova CD

[8] Bartz, W., *Lubricants and the Environment*, Tribology International, 31, 1-3, 1988, 35-47. -, *Re-invent your Lubrication Strategy*, Noria Co.

TRIBOTECHNICAL MACHINE MAINTENANCE ACTIVITY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Aleksandar RAC
Miroslav BABIĆ

Abstract- There is evidence today that beside financial benefits, transportation company are expected to act with enviromental and safety responsibility.The goal is sustainable growth. Also, companies are starting to recognize that managing these factors well is a more proactive, upstream approach to running a business.

Key words – proactive maintenance, lubrication excellence, sustainable development

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

RAR Zn-Al LEGURE – LEŽIŠNI MATERIJAL ZA ODRŽAVANJE U ŽELEZNICI

Miroslav BABIĆ[1]
Aleksandar RAC[2]
Rato NINKOVIĆ[3]

Rezime *– Nivo triboloških karakteristika utvrđen kako u modelskim triboloških istraživanjima, tako i u industrijskoj praksi, pokazuje da RAR Zn-Al legure predstavljaju respektabilne tribološke materijale. U odnosu na bronzu one imaju bolje antifrikcione karakteristike, veću otpornost na habanje i nižu cenu koštanja. Postignuta dobra sposobnost nošenja, otpornost na habanje i obradivost omogućava veoma uspešnu primenu ovih legura kao substituta za bronzu za izradu ležaja koji se koriste u održavanju vučnih motora elektro lokomotiva.*

Ključne reči – RAR Zn-Al legure, tribološke karakteristike, železnica

1. UVOD

Iako se prva iskustva vezuju za period drugog svetskog rata, šira primena livenja cink legura sa povećanim sadržajem aluminijuma u svetu praktično započinje 1979. godine i karakteriše je usresređenost na karakteristike ZA-27 legure. Na bazi laboratorijskih istraživanja i istraživanja u primeni utvrđeno je da je ova legura pogodna i za livenje pod pritiskom u hladnoj komori, uz dobijanje izuzetno dobrih mehaničkih karakteristika. Ovo je uvelo novu dimenziju u dizajn, inženjering i izradu preciznih metalnih elemenata. ZA-27 legura je suštinski proširila horizont livenja na nova tržišta i nove vidove primene [3, 4, 7, 8, 9].

Oslanjajući se na pozitivna svetska iskustva domaći proizvođač RAR je tokom poslednjih 15 godina razvijao i usavršavao cink legure sa povećanim sadržajem aluminijuma pod komercijalnim oznakama RAR12 i RAR27.

Sistematska istraživanja karakteristika RAR legura sa ciljem njihove evaluacije kao triboloških materijala za izradu kliznih elemenata podržana su i od strane Ministarstva nauke i zaštite životne sredine i niza korisnika u okviru odgovarajućih tehnoloških projekata.

Povoljna mehanička i tribološka svojstva i laka obradivost Zn-Al legura omogućuju danas korišćenje ovih materijala sa značajnim tehničkim i ekonomskim efektima pri održavanju raznovrsnih tehničkih sistema.

Pored niza oblasti primene ležaja od RAR legura, kao što su kovačke prese, pumpe, kompresori, rudarska oprema, rečni brodovi, posebno dobri rezultati se postižu kod ležaja vučnih motora elektro lokomotiva manevarki [1, 2, 5, 6].

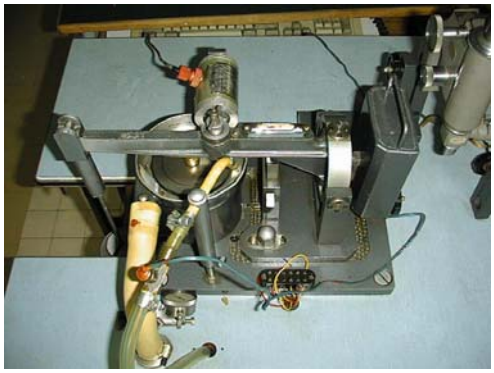
U radu se upravo iznose neki od rezultata istraživanja kojima se pokazuje tribološki potencijal RAR legura, posebno sa aspekta supstitucije kaljenih bronzi, kao tradicionalnog i skupog ležišnog materijala.

2. TRIBOLOŠKI TESTOVI

Tribološka laboratorijska ispitivanja su modelskog tipa i obavljena su na na kompjuterski podržanom tribometru sa "pin on disc" kontaktnom geometrijom, u uslovima graničnog trenja (slika 1.)

U obavljenim testovima korišćeni su pinovi cilindričnog oblika prečnika 2.5 mm sa ravnom brušenom čeonom (kontaktnom) površinom (nominalna kontaktna površina 5 mm^2) izrađeni od ispitivanih ležišnih materijala. Rotacioni diskovi prečnika 100 mm izraženi su od konstrukcijskog čelika Č 4732, koji je termički tretiran, tvrdoće 38 HRC. Kontaktne površine su brušene pod istim uslovima. Kvalitet obrađenih kontaktnih površina pinova i diskova karakteriše hrapavost na nivou oko Ra = 0.3 μm.

[1] Prof. dr Miroslav Babić, Mašinski fakultet u Kragujevcu, S. Janjić 6, babic@kg.ac.yu
[2] Prof. dr Rac Aleksandar, Ma[inski fakultet Beograd, Kraljice Marije 16, arac@,mas.bg.ac.yu
[3] Mr Rato Ninković, RAR Batajnica, rato@eunet.yu



Slika 1. Fotografija tribometra

Hemijski sastavi i fizičko-mehanička svojstva ispitivanih legura (RAR-27 i CuPb15Sn8 bronza) prezentirani su tabelama 1 do 3.

Ispitivanja odabranih uzoraka parova materijala vršena su pri sledećim uslovima:

- Brzina klizanja: 0,15 m/s
- Kontaktni pritisak : 3, 5 i 7 MPa
- Vrsta podmazivanja: Granično
- Temperatura maziva : 50^{o} C
- Uslovi okoline: Sobna temperatura (20 do 25^{o}C) u atmosferskim uslovima.

Tabela 1. Hemijski sastav RAR-27 legure

Hemijski element	Procentualni sastav
Cu	76.0
Sn	7.63
Pb	12.31
Ostali	Ostatak

Tabela 2. Hemijski sastav CuPb15Sn8 bronze

Hemijski element	Procentualni sastav
Al	26.20
Cu	2.30
Mg	0.029
Zn	Ostatak

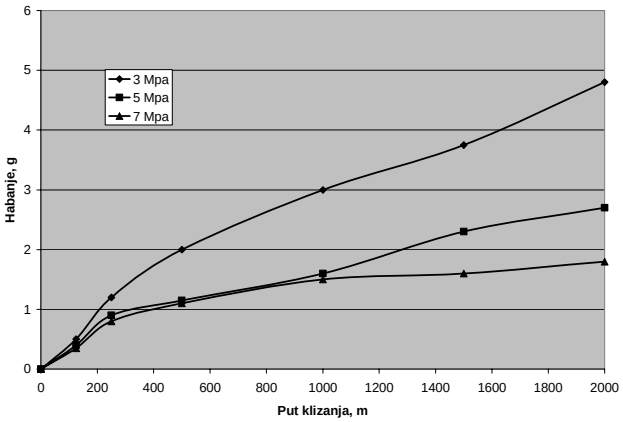
Tabela 3. Fizičko-mehnička svojstva legura

Fizičko-mehanička svojstva	Testirani materijali	
	RAR-27	CuPb15Sn8
Tvrdoća (HB)	124	90
Zatezna čvrstoća, R_m (MPa)	451	188.9
Izduženje (%)	5.2	7.85
Granica tečenja, $R_{p0.2}$ (MPa)	353	131.7
Modul elastičnosti, (Mpa)	137.6	110
Gustina, ρ (kg/dm^3)	4.94	8.28

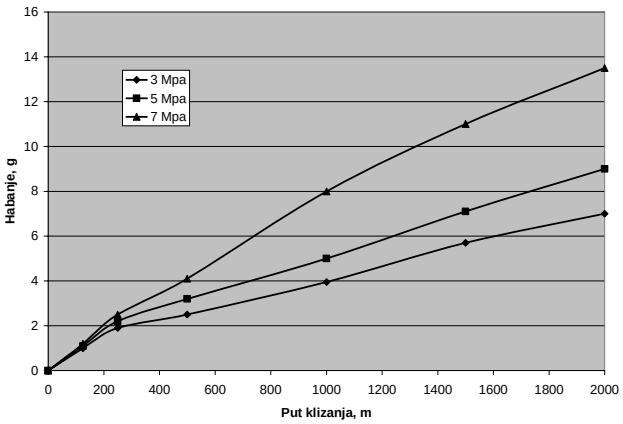
3. TREZULTATI TRIBOLOŠKIH TESTOVA

Razvoj procesa habanja uzoraka od ispitivanih legura praćen je merenjem gubitka mase usled habanja. Tokom trajanja testova kontinualno su mereni normalna sila i sila trenja i generisan je računski signal koeficijenta trenja proceduri akvizicije podataka podržanoj računarom.

Na bazi rezultata parametra habanja dobijene su odgovarajuće krive habanja koje su prikazane na slikama 2 i 3, za sve varirane kontaktne pritiske.



Slika 2. Krive habanja za RAR-27 leguru



Slika 3. Krive habanja za bronzu

U cilju lakšeg poređenja ispitivanih materijala sa aspekta tribološkog ponašanja dobijene krive habanja, kao funkcije izgubljene težine od pređenog puta trenja, iskorišćene su za računanje odgovarajućih vrednosti stepena habanja. Vrednosti ukupnog stepena habanja računate su kao brzina gubitka mase (mg/h) i kao gubitak zapremine (mm^3/h) i prikazane su u tabelama 4 i 5.

Zapreminski stepen habanja je povoljniji parametar habanja za potrebe poređenja, jer on u direktnoj korelaciji sa linearnim habanjem, koje je u realnom sistemu kliznog ležaja odgovorno za porast zazora i gubitak radne sposobnosti ležaja. Pri tome, treba imati u vidu da se radi o legurama različite gustine, te poređenje masenih stepena habanja ne bi davalo realnu sliku triboloških efekata.

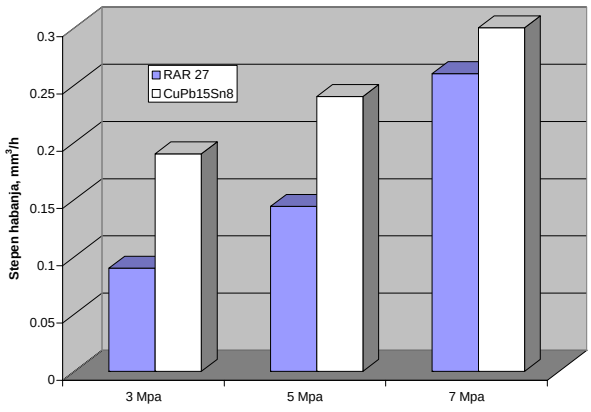
Zavisnost stepena habanja od kontaktnog pritiska uporedno za obe ispitivane legure prikazana je na slici 4.

Tabela 4. Zavisnost stepena habanja od pritiska za RAR Zn Al leguru

Pritisak, MPa	***Stepen habanja, mg/h***	***Stepen habanja, mm^3/h***	***Koeficijent trenja***
3 Mpa	0.46	0.09	0.108
5 Mpa	0.72	0.144	0.1
7 Mpa	1.31	0.26	0.089

Tabela 5. Zavisnost stepena habanja od pritiska za bronzu

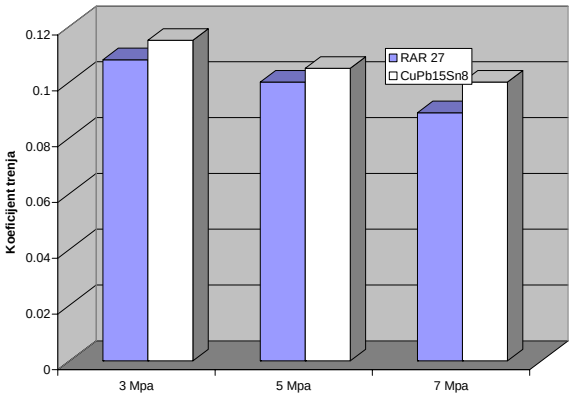
Pritisak, MPa	**Stepen habanja *mg/h***	**Stepen habanja *mm^3/h***	***Koeficijent trenja***
3	1.73	0.19	0.115
5	2.2	0.24	0.105
7	2.7	0.3	0.1



Slika 4. Poređenje stepena habanja

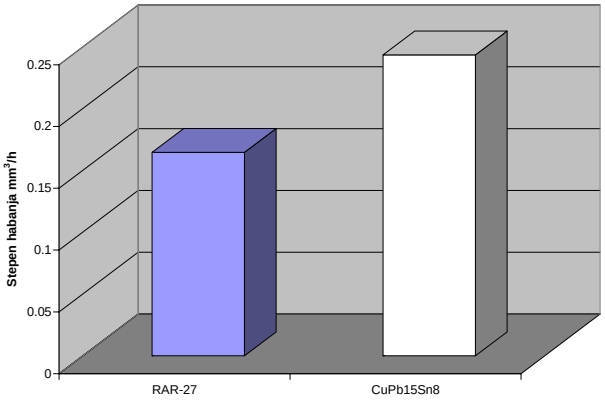
Prikazani rezultati pokazuju da porast kontaktnog opterećenja prati i veći stepen habanja. Pri tome, pri istim uslovima ispitivanja, za sva korišćena opterećenja, materijalu RAR 27 odgovara manje habanje za dati put trenja u odnosu na CuPb15Sn8 bronzu. Vidi se da veće razlike stepena habanja odgovaraju manjim kontaktnim opterećenjima, jer RAR-27 legura pokazuje veću zavisnost od promene kontaktnog opterećenja. Tako, pri pritisku od 7 MPa kod legure RAR-27 nastaje značajniji porast brzine habanja. To ukazuje da se materijal približava graničnom operećenju sa gledišta habanja, što potvrđuje i pojava izrazitije plastične deformacije materijala epruvete tokom ispitivanja pri pritiscima od 7 MPa i većim. Istovremeno opterećenje od 7 MPa kod epruveta od materijala CuPb15Sn8 uslovilo je povećano rasipanje rezultata.

Na slici 5 su prikazane zavisnosti koeficijenta trenja od kontaktnog opterećenja, uporedno za obe legure. Korišćene su srednje vrednosti koeficijenata trenja do kojih se dolazi osrednjavanjem vremenskih serija u svim ponavljanjima za određene uslove kontakta. Očigledno je da porast kontaktnog opterećenja prati smanjenje koeficijenta trenja, pri čemu je to smanjenje nešto izraženije kod legure RAR- 27. Iako utvrđene vrednosti koeficijenta trenja variraju u okviru relativno uskog raspona- na nivo svojstvenom graničnom podmazivanju, ipak se jasno uočava superiornost legure RAR-27, što odgovara odnosima utvrđenim s aspekta habanja.

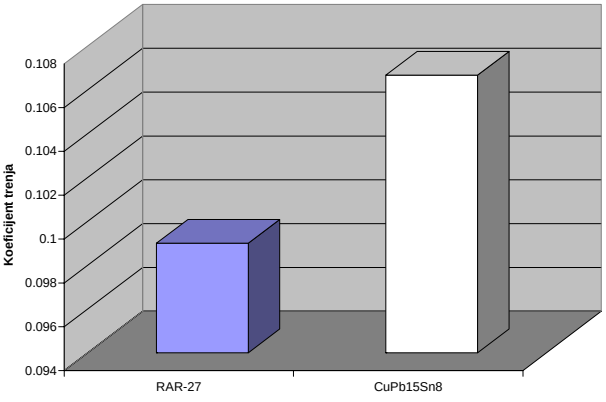


Slika 5. Poređenje koeficijenata trenja

S obzirom da izabrana kontaktna opterećenja pokrivaju celo područje realnih opterećenja u realnim ležajima, jedinstvena uporedna slika legura s aspekta habanja i trenja može se dati na bazi srednjih vrednosti stepena habanja i koeficijenta trenja (slike 6 i 7).



Slika 6. Poređenje srednjih vrednosti stepena habanja

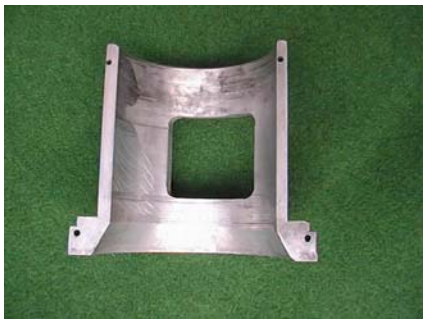


Slika 7. Poređenje srednjih vrednosti koeficijenata trenja

Na bazi ovakvih triboloških rezultata jasno se nameće zaključak o opravdanosti supstitucije bronzi kao klasičnih, najprimenjivanijih ležišnih materijala domaćom RAR legurom. Ekonomski aspekt samo pojačava zaključak o ravdanosti supstitucije.

4. PRIMENA RAR Zn-Al LEGURA

U toku istraživanja triboloških svojstava RAR legura finansiranih od strane Ministarstva nauke i zaštite životne sredine prikupljeni su podaci od 26 preduzeća iz različitih industrijskih grupacija, a među njima i iz namenske proizvodnje, organizovani u vidu upitnika, sa elementima koji definišu oblast primene i elemente ponašanja u eksploataciji. Svi upitnici sadrže pozitivno ocenjene eksploatacijskih karakteristika korišćenih Zn-Al RAR legura za izradu triboelemenata, posebno ležaja, u različitim tehničkim sistemima, kao što su rečni brodovi (ležaja pogonskih osovina propelera i ležišnih čaura kormila), prese, pumpe, kompresori, rudarska oprema (ukupno 80 pozicija kod bagera, bušilica, i drobilica), dizalice.



Slika 8. Fotografija korišćenog ležaja lokomotive

RAR legure se uspešno primenjuju za izradu ležaja vučnih motora kod elektro lokomotiva manevarki (vlasnik železnički transport Kolubara-Prerada iz Vreoca). Uslovi rada ovih ležajeva su teški s obzirom na male brojeve obrtaja rukavca i česta pokretanja i zaustavljanja, kao i povremene udare. Ležaj unutrašnjeg prečnika 153 mm izrađen je od legure RAR27 kao zamena za leguru CuSn14. Na slici 8 dat je izgled ležaja nakon 48 meseci rada kada su ležaji zamenjeni. Na lokomotive Jugoslovenske železnice serije 641-136 ugrađeni su šapasti ležajevi vučnih elektro-motora 15.09.1990. godine, a u seriju 641-119 ugrađeni su 15.04.1992. godine (komplet od osam komada) i još uvek su u eksploataciji.

5. ZAKLJUČAK

Sumirajući dosadašnja iskustva može se zaključiti da u poređenju sa klasičnim materijalima RAR Zn-Al legure imaju bolja antifrikciona svojstva, bolje podnose kritična stanja u radu, pokazuju bolju sposobnost apsorbovanja stranih materija, obezbeđuju duži radni vek i po pravilu imaju nižu cenu. Njihova svojstva dolaze posebno do izražaja, pri adekvatnom podmazivanju, u uslovima malih brzina klizanja i relativno velikim opterećenjima. To ih kvalifikuje kao materijale veoma pogodne za izradu ležaja koji se koriste za održavanje različitih tribomehabičkih sistema, uključujući i ležaje vučnih motora kod elektro lokomotiva manevarki.

LITERATURA

[1] Babic M., Rac A., Ninkovic R., Theory and practice of Zn-Al sliding bearings, Proc. Of. BALKANTRIB'99, Romania, 1999. pp. 127-133.

[2] Babic M., Ninkovic R., Zn-Al alloys as tribomaterials, Tribology in industry, Vol 26, No 1&2, 2004., pp. 3-7

[3] Calayag T. S., The practicality of using the Zinc-Aluminium alloys for friction-type bearings, Peoc. of the 25th Annual Conference of Metallurgists, 1986., pp. 305-313.

[4] Goodwin F., Ponikvar A., Engineering properties of zinc alloys, Third edition, ILZRO, 1989.

[5] Ninkovic R., Babic M., Rac A., Yugoslav Zn-Al Alloys as Bearing Material, Tribology in Industry, No 1 & 2, 2000., pp. 14-18.

[6] Rac,A., Babić, M. and Ninković, R., Theory and Practice of Zn-Al Sliding Bearings, Journal of the Balkan Tribological Association, 7, 3-4, 2001., pp.234-240

[7] Risdon T. J., Barnhurst R. J., Comparative Wear rate evaluation of Zinc Aluminum (ZA) and bronze alloys through block on ring testing and field application, SAE Technical paper series 860064.

[8] Savaskan T., Murphy S., Comparative wear behaviour of Zn-Al based alloys in an automotive engine application, Wear, 98, 1984, pp. 151-161.

[9] Savaskan T., Murphy S., Mechanical properties and lubricated wear of Zn-Al based alloys, Wear, 116, 1987, pp. 211-224.

RAR Zn-Al ALLOYS – BEARING MATERIALS APPLICABLE TO RAILROAD CARS MAINTENANCE

Miroslav BABIĆ
Aleksandar RAC
Rato NINKOVIĆ

Abstract – The established level of tribological characteristics, both in model type investigation and in industrial practice, show that RAR Zn-Al alloys represent respectable tribological materials. With respect to bronze they have better anti-frictional characteristics, higher wear resistance and lower price costs. Realized good carrying capacity, wear resistance and machinabily enabled application of these alloys as substitutes for bronzes for manufacturing bearing elements used for maintenance of railroad cars.

Key words: RAR Zn – Al alloys tribological characteristics, railwa

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

FRIKCIJSKI MATERIJALI ZA KOMPOZITNE KOČNE UMETKE I OBLOGE DISK KOČNICA ZA ŽELJEZNIČKA VOZILA

Ante SRŠEN [1]

Rezime *– Važnost i potreba za frikcijskim materijalima je veoma velika, jer se iz takvih materijala izrađuju obloge kočnica za osobna, komercijalna, tračna, poljoprivredna vozila i vozila u građevinarstvu i industrijskom sektoru. Ovim radom je još jednom potvrđena mogućnost proizvodnje neazbestnih frikcijskih materijala i to za željezničke obloge, kompozite kao kočne L-papuče i kočne ploče (obloge disk kočnica). Za naglasiti je da navedene frikcijske formule ne samo da nisu azbestne, već ne sadrže teške metale. Kočne papuče nemaju metalnih uključaka, ne škripe, ne iskre (nema opasnosti od požara), ne izazivaju poligonizaciju točkova, tri puta su lakše od papuča iz sivog lijeva, puno više traju i ekonomski su puno isplativije, te su doslovno i ekološki prihvatljivije. Kočne ploče, obloge željezničkih disk kočnica, po matrici su kao i kod drugih europskih proizvođača.*

Ključne reči – Frikcijski materijali, Kompozitni kočni umetci, Obloge disk kočnica, Faktor (koeficijent, vrijednost) trenja, Trošenje, L-papuče

1. UVOD

Željeznička (tračna) vozila kao lokomotive, teretna i putnička kola, vlakovi, vozila za gradski i prigradski promet i specijalna željeznička vozila; pokreću se, zaustavljaju i usklađuju brzinu vožnje sukladno propisima (lokalnim, državnim i međunarodnim) pomoću dva kočna (kočnička) sustava:

1. sustav u kojem su osnovni pričuvni (rezervni) dijelovi Kočni umetci (kočne; K-, L- i LL-papuče) konstrukcije (oblika) prema UIC 541-4, a protumaterijal su monoblokovi, i
2. sustav u kojem je kočni sklop sastavljen od kočnog diska i para obloga disk kočnica kao pričuvnih dijelova, konstrukcije prema UIC 541-3.

Frikcijski proizvodi Kočni umetci (papuče) i Disk ploče (obloge disk kočnice) nisu samo izrađeni od različitih frikcijskih materijala, već su to Kompozitni proizvodi i sastavljeni su od više komponenata i to:

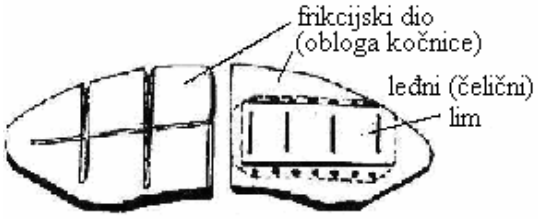
a) Metalni, nosivi dijelovi konstruirani prema UIC 541-3 za obloge disk kočnica i prema UIC 541-4 za Kočne umetke, tj. za sve vrste i dužine papuča,

b) Frikcijski (tarni) dijelovi Kočnog umetka, L-papuče i obloge disk kočnice kao kompoziti različito izgledaju i imaju različite organske matrice, papuče su na smolnoj osnovi, a pločice na osnovi kaučuka (gume).

Kompozitni umetci, L-papuče predstavljene su formulom NP 601, operativnog faktora trenja μ=0,17 i

Slika 1. L-papuča

Kompozitne kočne pločice, obloge disk-kočnica predstavljene su formulom NP 644, operativnog faktora trenja μ=0,35



Slika 2. Kompozitne kočne pločice.

c) Vezivni dio predstavlja neazbestna plastmasa posebnih karakteristika i ugrađuje se samo na kočne papuče i osim vezivne ima i antishock funkciju, tj. ublažava udare.

2. PROIZVODNJA KOMPOZITNIH PROIZVODA

a), b) i c) dijelovi su proizvedeni u pogonima Novog Plobesta d.o.o. Neki dijelovi proizvoda, kao a)

[1] Ante SRŠEN, dipl.ing. kemije, Novi Plobest, Lučka BB, 20340 Ploče, Hrvatska noviplobest@noviplobest.hr

su ranije sudjelovali u kompozitima čiji je frikcijski materijal bio pojačan azbestnim vlaknima (Juridove formule BK 64 i 874), tako da ih i danas na isti način se proizvode.

b) i c) sastav, se proizvodi na istim uređajima i strojevima kao ranije uz napomenu da je napravljen jedan novi stroj, a drugi stari stroj je rekonstruisan.

Kvaliteta sirovih smjesa za obe formule: NP 601 i NP 644, provjerena je izuzetno dobrom preradljivošću, jer svaki

- kompozit kao a), b), c) (NP 601), i
- kompozit kao a), b) (NP 644),

proizvodi se kao jedan otpresak u odgovarajućem dijelu alata, zajednički u kalupu što osigurava izuzetno laku ugradnju i kompaktnost pričuvnog dijela.

Napomena: Formula kao pojam NP 601 ili NP 644, predstavlja skup od 10-20 dokumenata, naslovljenih kao Recept…, Propis…, Crtež…, Pravilo… i Program.., s time da propisa ima puno kao Propisi proizvodnje, preradbe i izradbe, po nekoliko za svaki slijed operacija npr. proizvodnje ili preradbe i prilažu se u kompletu za jednu formulu.

Naknadno obrađeni i izrađeni otpresci su u potpunosti zadržali kvalitetu i dimenzije u okviru propisa UIC 541-4 i UIC-541-3.

Krajnja izradba na nazivnu mjeru se odvijala također kvalitetno u okviru tvorničkih normi i kompozitni Kočni umetci kao L-papuče operativnog koeficijenta trenja 0,17 ugradjeni su na HŽ elektromotorni vlak EM 6111.

Potrebno je naglasiti da u pilot-pogonu, Razvojno-istraživačkog odjela starog i Novog Plobesta odavno postoji istraživanje i primjena mnogih novih materijala kao supstituta za azbestno vlakno.

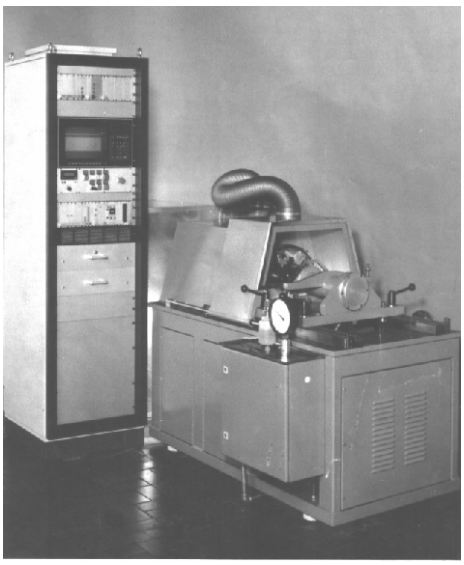
Odavno je poznato da ne postoji materijal ni sintetski ni mineralni koji doslovno zamjenjuje azbestno vlakno, ali sustavnom primjenom na svjetskom tržištu nuđenih materijala pronađene su dobre dvije formulacije za b) i jedna za c) izvedbe.

3. REZULTATI ISPITIVANJA

Frikcijska ispitivanja svih proizvoda Novog Plobesta obavljaju se ispitivanjem tehnikom kočenja na Ispitnom stroju ATE-JURID za svaku proizvodnu šaržu, a u Razvojnom odjelu za svaku pilot-formulaciju (PROBU).

Rezultati ispitivanja su predstavljeni dijagramima za 644 i 601, čiji se rezultati uspoređuju sa kriterijem prihvatljivosti rezultata za vrijednosti trenja i trošenja.

Ispitni program za NP 601 je 516/52, a za NP 644 je 516/51. Programi su napravljeni u JURID-u i služe za šaržno ispitivanje kvalitete željezničkih obloga (J 833 i J 869) za koje je stari Plobest kupovao sirovu frikcijsku smjesu nakon prestanka proizvodnje azbestnih frikcijskih kompozita (BK 64 i 874).



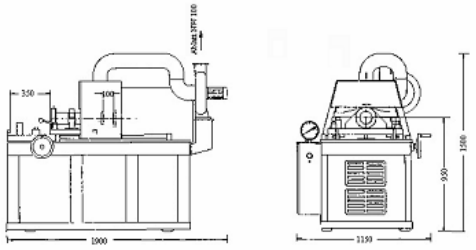
a)

ATE-JURID FRICTION TEST MACHINE

Technical DATA

FRICTION TEST MACHINE

Speed (const.)	:	660 min^{-1}
Driving Power	:	55 kW
Driving Torque	:	800 Nm
Max. Braking Torque	:	1000 Nm
Max. Hydr. Pressure	:	60 bar
Cooling Air Intake	:	10 m^3/min
Cooling Power	:	3,6 kW
Exhaust Air	:	13 m^3/min
Pneumatic Connection	:	6 - 9 bar / R 1/2 inch
Max. Drum/Disc Radius	:	350 mm
Additional Power Drive for static torque Measurement		
speed	:	1,5 min^{-1}
max. torque	:	800 Nm



b)

Slika 3. a)ATE-JURID test stroj, b)i njegove karakteristike

Rezultati kemijskih ispitivanja gotovih novorazvijenih proizvoda obavljaju se u kemijskom laboratoriju prema već dugo ustaljenim propisima i u potpunosti zadovoljavaju kriterije prihvatljivosti kao npr.

- acetonski ekstrakt ne prelazi vrijednost od 1,5% što ukazuje na dobar kemizam (završetak kemijske promjene), i
- gubitak žarenjem (sagorijevanjem) također se nalazi u propisanim okvirima i ukazuje na dobro obavljene postupke odvagivanja, miješanja,

preradbe i obradbe kao važnih dijelova tehnološkog procesa čija kvaliteta izvedbe može utjecati na konačne rezultate oba kemijska ispitivanja.

Rezultati ispitivanja se upisuju u priloženi dokument.

Od fizikalnih ispitivanja ispituje se gustoća frikcijskog materijala, koja također treba upadati u propisani okvir rezultata.

Tabela 1. Vrijednosti koeficijenta trenja za NP 601 dobivene na ATE-JURID test stroju

Test br. : 1174 Datum: 23.01.05 Br./Varianta:516 / 52
Obloga : NP 601 Sarza: 2/06
Tip obloge : L 400 Br. nacrta :
Opaska : UK 68,4 otvrd.401 Dinamometar: ATE JURID

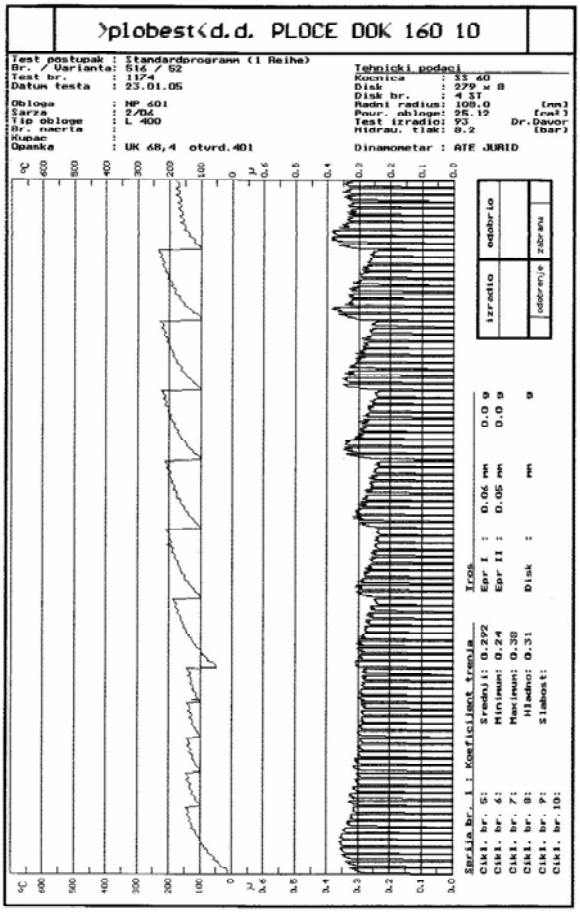
SERIJA BR.	Koeficijent trenja					Epr I		Epr II		Disk	
1	Sre.	Min.	Max.	Hla.	Sla.	mm	g	mm	g	mm	g
Stvarne vrijed.	0.292	0.24	0.38	0.31	0.00	0.06	0.02	0.05	0.03	0.00	0.0

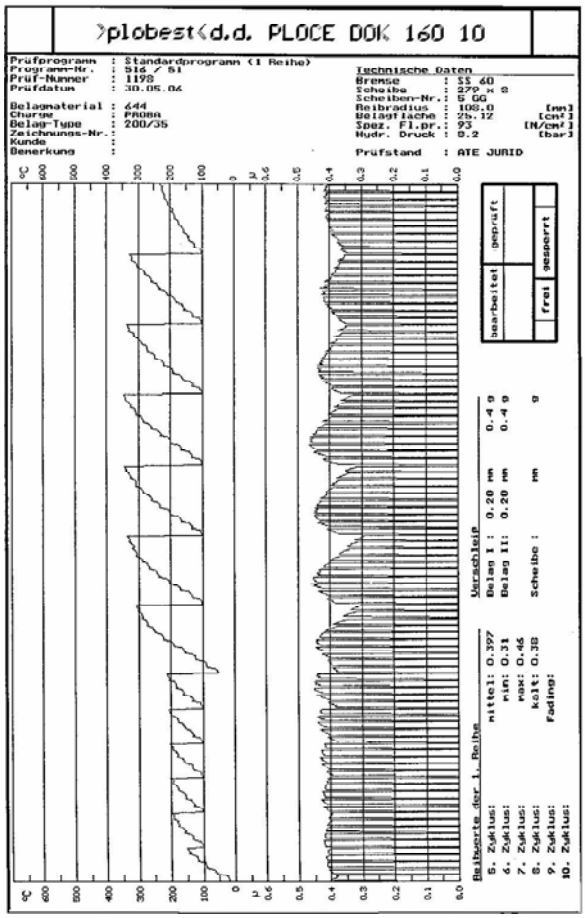
Tabela 2. Vrijednosti koeficijenta trenja za NP 644 dobivene na ATE-JURID test stroju

Prüf-Nummer : 1198 Prüfdatum: 30.05.06 Programm-Nr.: 516 / 51
Belagmaterial: 644 Charge: PROBA
Belag-Type : 200/35 Zeichng.-Nr.:
Bemerkung : Prüfstand: ATE JURID

REIHE	REIBWERTE					Belag I		Belag II		Scheibe	
1	mit.	min	max	kalt	Fad.	mm	g	mm	g	mm	g
Istwerte	0.397	0.31	0.46	0.38	0.00	0.20	0.4	0.20	0.4	0.00	0.0

Tabela 4. Grafički prikaz rezultata dobivenih ATE-JURID test strojem za NP 601 i NP 644





3.1. Formulacija 601:

Frikcijski materijal za kočne umetke, željezničke L-papuče, operativnog faktora trenja, μ=0,17

Tabela 5. Šaržni kriterij za rezultate ispitivanja

tehnikom kočenja

vrijednost	min	max	jedinica
μ_{sred}	0,23	0,30	-
μ_{min}	0,15	-	-
μ_{max}	-	0,41	-
μ_{hladno}	0,26	0,34	-
Trošenje 1	-	0,30	g
Trošenje 2	-	0,40	g

3.2. Formulacija 644:

Frikcijski materijal za obloge željezničkih disk kočnica, operativnog faktora trenja, μ=0,35

Tabela 6. Šaržni kriterij za rezultate ispitivanja tehnikom kočenja

vrijednost	min	max	jedinica
μ_{sred}	0,33	0,41	-
μ_{min}	0,21	-	-
μ_{max}	-	0,49	-
μ_{hladno}	0,36	0,44	-
Trošenje 1	-	0,40	g
Trošenje 2	-	0,40	g

Specifikacija za: Ispitni program NP 516/51

4. ZAKLJUČAK

Pregledom rezultata ispitivanja NP 601 i NP 644 može se zaključiti njihova usporedivost sa rezultatima ispitivanja formula renomiranih europskih proizvođača. Nove NP-formule su čak bolje glede navedenih kriterija prihvatljivosti, a još je važno naglasiti da su eksploatacijska ispitivanja L-papuča dužine 400 mm na EM 6111 po formuli NP 601 pokazala izvrsne rezultate.

Za pretpostaviti je da će afirmacija NP 644 također uskoro biti potvrđena.

LITERATURA

[1] *A.Sršen*: Ispitivanje Bezazbestnog Frikcijskog Materijala Punjenog sa Oksidiranim Malon Vlaknom, Hem. Ind. 41 (8) 297-300 (1987.)

[2] UIC-Kodeks, 541-3

[3] UIC-Kodeks, 541-4

[4] Studija o Mogućnosti Korišćenja Frikcionih Materijala za Primenu na Železnici, Institut „Kirilo Savić“, Beograd, 1973.

[5] UIC-SG5- Projekt „Tehnik der V-BKS“

FRICTION MATERIALS FOR COMPOSITION BRAKE BLOCKS AND DISC BRAKE PADS FOR RAIL VEHICLES

Ante SRŠEN

Abstract – The importance of the friction materials without asbestos fibres for railway vehicles is very high. Friction materials for disc brake pads have become known for a long time, however, practically that is not a case for the friction material for composition brake blocks. So we hardly belive that in „Novi Plobest“ it will be possible to produce all types of the blocks like K, L and LL-shoes. In this assigment we have already proved and commercialised the non-asbestos quality of L-shoes, nominal formula NP 601. Disc brake pads for rail vehicles are produced accrding to the formula NP 644 and they are tested in laboratory and gave good results but they are not implemented in practical usage, what, we hope will take place very soon. The both friction materials (formulas NP 601 and NP 644) are well processed and worked in qualitative composite products and we do belive that we shall be able to offer K and LL-shoes to the railway freight sector market in Europe.

Key words – Friction materials, Composition brake blocks, Disc brake pads, Coeficient of friction, Wear, L-shoes

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

MODELSKA ISPITIVANJA DODATNIH MATERIJALA NAMENJENIH REGENERACIJI OŠTEĆENIH DELOVA ŽELEZNIČKE OPREME

Milan MUTAVDŽIĆ[1]
Milorad JOVANOVIĆ[2]
Vukić LAZIĆ[3]
Bogdan NEDIĆ[4]
Slavoljub RAKIĆ[5]

Rezime *- Cilj ovog rada jeste da se na osnovu složenih i skupih modelskih ispitivanja, ustanovi optimalna tehnologija navarivanja i odredi najpovoljniji dodatni materijal u zavisnosti od uslova rada dela železničke opreme. Na ovaj način moguće je ustanoviti vezu izmedju ulaznih parametara navarivanja i izlaznih svojstava ostvarenog navara. Kvalitet navara odredjivan je merenjem mikrotvrdoće, ispitivanjem mikrostrukture i proverom otpornosti na habanje.*

Ključne reči: regeneracija, navarivanje, dodatni materijal, železnica, tribologija.

1. UVOD

U radu se ukazuje na smernice za izbor dodatnih materijala u zavisnosti od vrste i tipa habanja. Kvalitet navara odredjivan je merenjem mikrotvrdoće, ispitivanjem mikrostrukture i proverom otpornosti na habanje. Brojna eksperimentalna istraživanja na modelima dovela su do uspostavljanja veze izmedju ulaznih i izlaznih parametara procesa navarivanja. Svojstva osnovnog materijala i zahtevana svojstva navara su ulazni parametri procesa navarivanja, a izlazni parametri navarivanja su svojstva čistog metala navara-mikrostruktura, mikrotvrdoća, otpornost na habanje, otpornost na koroziju, žilavost i dr.

Odgovorni elementi železničke opreme, sklopova i uredjaja, najčešće se izradjuju od veoma skupih legura pa se reparaturom, osim skraćenja vremena zastoja zbog popravke, postiže i ušteda kako u skupom osnovnom materijalu tako i u obradi delova na konačne dimenzije. Ekonomski je najopravdanije da se oštećeni elementi regenerišu nanošenjem slojeva nekom od zavarivačkih metoda. U najvećem broju slučajeva kriterijum za izvodjenje reparature je taj, da cena regeneracije dela ne prevazilazi cenu izrade novog dela. Posebno je ovo značajno kod delova velikih dimenzija, složene geometrije i masovne proizvodnje, dok se kod unikatnih mašina i uredjaja izvodi reparatura bez obzira na cenu [7, 9].

2. OSNOVNI UZROČNICI OŠTEĆENJA DELOVA ŽELEZNIČKE OPREME

Istraživanjem uzroka oštećenja delova mašina i uredjaja ustanovljeno je da u više od 50% slučajeva ona nastaju usled triboloških procesa. Stoga je za projektovanje tehnologije regeneracije oštećenih delova potrebno poznavati mehanizme habanja spregnutih delova. Pri tome treba imati u vidu da se osim regeneracije delova pohabanih pri normalnom radu, takodje navaruju i delovi oštećeni zbog havarije, kao i novi odlivci izradjeni sa greškama [1, 2, 3, 7].

Pod pojmom habanje podrazumeva se gubitak materijala sa kontaktnih površina nastao uglavnom kao rezultat delovanja mehaničkih sila. Habanje je posledica delovanja trenja ili zajedničkog delovanja trenja, termičkih, hemijskih, elektrohemijskih i drugih činilaca na elementima tribomehaničkog sistema, tj. na njihovim kontaktnim površinama. Gubitak materijala prouzrokuje promenu oblika i karakteristika elemenata mehaničkih sistema, pa prema tome i promenu njihovih funkcionalnih karakteristika [7, 9].

Pri razmatranju habanja procenjuju se pre svega oni faktori, koji su u datim radnim uslovima dominantni, kao što su: materijal i osobine radnih

[1] Milan Mutavdžić, Preduzeće za puteve Kragujevac, Tanaska Rajića 16, 34000 Kragujevac.
[2] Prof. dr Milorad Jovanović, Mašinski fakultet, 34000 Kragujevac, S. Janjić 6.
[3] Prof dr. Vukić Lazić, Mašinski fakultet, 34000 Kragujevac, S. Janjić 6, vlazic@kg.ac.yu, vlazic@microsky.net
[4] Prof. dr Bogdan Nedić, Mašinski fakultet, 34000 Kragujevac, S. Janjić 6.
[5] Slavoljub Rakić, AD Paraćinka – Paraćin, Branka Krsmanovića 99, 35250 Paraćin.

površina, kvalitet i osobine kontaktnih površina, osobine medijuma izmedju kontaktnih površina, karakteristike relativnog pomeranja izmedju radnih površina, veličina opterećenja, količina i osobine čestica nastalih u toku habanja i dr. Dakle, habanje utiče na promenu oblika i karakteristika elemenata sistema, pri čemu može biti dominantan jedan od sledećih vidova mehaničkog habanja: abrazivno, adheziono, eroziono, kavitaciono, zamorno, vibraciono i kombinovano [1, 2, 3, 7, 9].

3. OSNOVNI PRINCIPI ZA IZBOR DODATNIH MATERIJALA

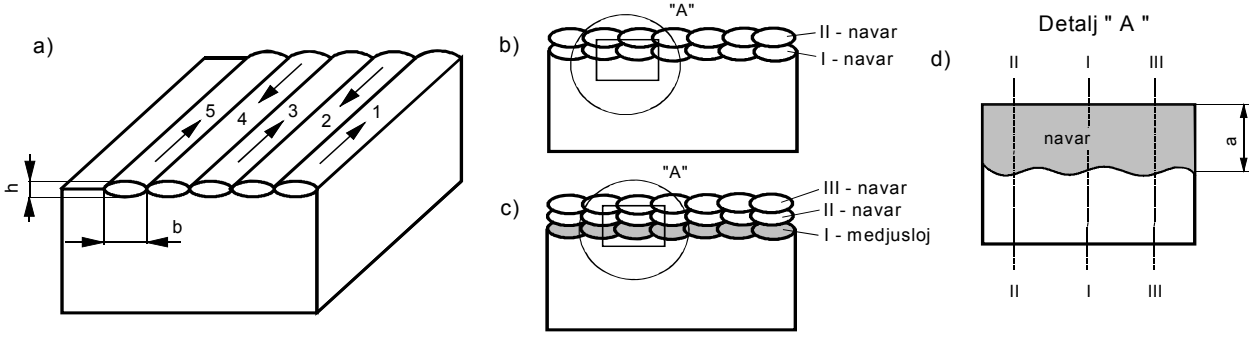
Dodatni materijal za navarivanje bira se u najvećem broju slučajeva na osnovu traženih osobina navarivanog dela i raspoložive opreme. Na osnovu mehanizama habanja i analize procesa habanja svakog konkretnog elemenata, može se zaključiti da oštećenja najčešće nastaju zbog trenja, mada ponekad deluju i drugi činioci, kao što su korozija, termički i termo-mehanički zamor i sl. U slučaju da deo radi u uslovima pojačanog dejstva korozije, materijali za regeneraciju se biraju isključivo na osnovu hemijskog sastava koji obezbedjuje korozionu otpornost, dok je u slučaju delova izloženih dejstvu sile trenja, problem izbora dodatnog materijala znatno složeniji. Ipak, tvrdoća i hemijski sastav ne mogu biti jedini kriterijumi za ocenu pogodnosti materijala prevlake. Stoga se u specijalizovanoj literaturi daje sažet pregled najčešće primenjivanih dodatnih materijala i to posebno onih otpornih na habanje, elektrohemijsku koroziju i oksidaciju [1, 10].

Dodatni materijali za navarivanje otporni na habanje i koroziju mogu se u osnovi grupisati u šest klasa: čelici, livena gvoždja (bela), karbidi volframa, legure kobalta, legure nikla i legure bakra. Pošto se najveći broj industrijskih delova povlači iz eksploatacije iz razloga habanja (53% *abrazivno,* 24% *adheziono*, 10% *udar* i *ostale vrste*) i *korozije* (13%), to se i dodatni materijali klasifikuju prema tom kriterijumu [1, 7, 10]. Eksperimentalno su ispitivane sledeće elektrode: E DUR 600, E Mn14, E Mn17Cr13, CrWC 600, ABRADUR 58 i INOX B 18/8/6 [4, 5, 6, 8, 10].

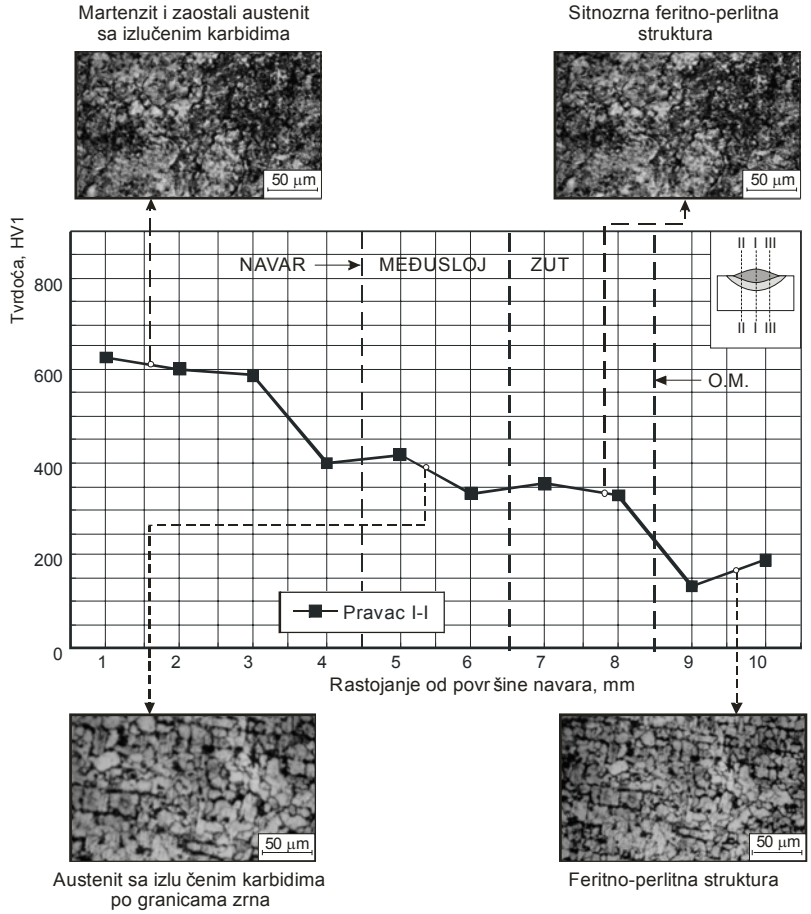
4. EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA NA MODELIMA

4.1. Modelska ispitivanja

Posle navedenih razmatranja triboloških uslova rada i pregleda najvažnijih dodatnih materijala za regeneraciju delova železničke opreme, pristupa se eksperimentalnom navarivanju, najpre odabranih modela, a zatim realnih delova. Modelska eksperimentalna ispitivanja imaju za cilj odredjivanje optimalne tehnologije navarivanja. Na modelima se izvode brojna navarivanja u jednom i više prolaza (slojeva) u uslovima sa predgrevanjem i bez predgrevanja (sl. 1a,b,c). Iz tako navarenih modela-uzoraka, sečenjem se pripremaju metalografski izbrusci (blokovi) (sl. 1d). Na njima se meri tvrdoća (u više različitih pravaca) i ocenjuje mikrostruktura karakterističnih zona navara. Uzorci za navarivanje biraju se na osnovu geometrijske sličnosti sa navarivanim delom, a mogu biti od dobro zavarljivog čelika (u radu je korišćen Č0361) ili od materijala sličnog ili istog hemijskog sastava kao i deo koji se regeneriše (npr. ČL3134). Metalografske mikrostrukture karakterističnih zona navara i samog navara, zavisno od primenjenog dodatnog materijala procenjene su kao: martenzitno-karbidna sa zaostalim austenitom (E DUR 600), dendritno-austenitna sa izlučenim karbidima po granicama zrna (E Mn14) i sorbitna sa izraženim granicama austenitnog zrna i karbidima ravnomernog rasporeda (E Mn17Cr13), ledeburitna (CrWC 600), martenzitno-ledeburitna sa zaostalim austenitom i izlučenim karbidima (ABRADUR 58) i pretežno austenitna (INOX B 18/8/6) [4, 5, 6, 7, 8, 9]. Karakterističan primer raspodele tvrdoće i izgled mikrostruktura pojedinih zona dvoslojnog navara (E DUR 600) sa nanetim medjuslojem (INOX B 18/8/6) dat je na slici 2 [4, 9].



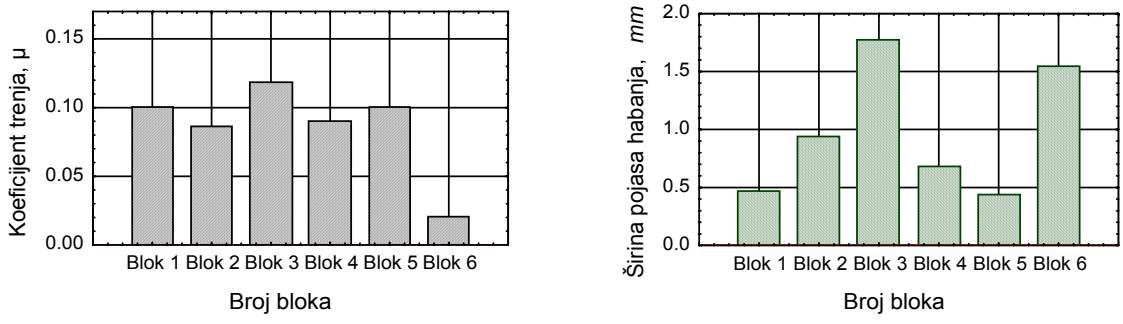
Slika 1. Redosled polaganja navara: a - 1 sloj, b - 2 sloja, c - 3 sloja, d- metalografski izbrusak (blok)



Slika 2. Raspodela tvrdoće i mikrostruktura (medjusloj-INOX B 18/8/6 i dva sloja-E DUR 600)

4.2. Tribološka ispitivanja

Tribološka ispitivanja izvedena su pri kontaktu blok-disk, na tribometru TPD-93 instaliranom na Mašinskom fakultetu u Kragujevcu. Cilj ovih ispitivanja je bio odredjivanje otpornosti na habanje sprege osnovni materijal–navar. Iz navarenih uzoraka i osnovnih materijala pripremljeni su prizmatični blokovi za tribološka ispitivanja. Pri samom ispitivanju ostvaruje se linijski kontakt "block on disk". Spoljašnje varijable bile su: sila kontakta, brzina klizanja, kao i sredstvo za podmazivanje. Pre ispitivanja merena je topografija diska i bloka, zatim je ostvarivan kontakt pri čemu je usvojena normalna sila $F_N = 300$ *N* i $v_{kl} = 1$ *m/s*. U toku kontakta od ≈ 60 *min* registrovana je promena koeficijenta trenja, a posle prekida kontakta ispitivana je topografija površina diska i bloka, odnosno meren pojas pohabanosti bloka. Na ovaj način odredjivane su tribološke karakteristike blokova izradjenih od navedenih dodatnih materijala. Na slici 3a dat je grafički prikaz srednjh vrednosti koeficijenta trenja, a na slici 3b prikazane su srednje širine traga habanja ispitivanih blokova.



a) b)

Blok 1-E DUR 600, Blok 2-E Mn14, Blok 3-E Mn17Cr13, Blok 4-CrWC 600, Blok 5-ABRADUR 58, Blok 6-Č0361

Slika 3. Histogrami srednje vrednosti koeficijenta trenja (a) i širine traga habanja (b) [4, 5, 6, 7, 8, 9]

Na osnovu izvedenih triboloških ispitivanja, odnosno merenjem širine traga habanja, uočava se da znatno veću otpornost na habanje imaju navareni slojevi ostavareni sa E DUR 600, ABRADUR 58 i CrWC 600 nego navari ostvareni sa E Mn14 i E Mn17Cr13; najmanje je otporan osnovni materijal tj. čelik Č0361. Ipak se ne sme samo na osnovu izmerenih širina tragova habanja, zaključiti da je bolje navarivati navedenim elektrodama. Stvarna otpornost na pojedine vrste habanja može se pouzdano utvrditi posle ispitivanja u realnim radnim uslovima. Ovo ukazuje na složen postupak izbora tehnologije navarivanja i dodatnih materijala predvidjenih za realne tehnološke uslove rada nekih delova železničke opreme.

4.3. Navarivanje realnih radnih delova

Posle navarivanja na probnim uzorcima, optimalno odredjena tehnologija se "prenosi" na realne radne delove. Donosi se odluka o debljini slojeva navara, s obzirom na ograničenje u pogledu debljine osnovnog materijala, visine ostvarenog navara i prečnika elektrode. Navaruju se različitim tehnikama površine novih ili oštećenih delova. Tako navareni delovi se ponekad obradjuju na finalne mere i time se definitivno pripremaju za rad.

5. ZAKLJUČAK

Pravilnim izborom tehnologije reparaturnog navarivanja i izvodjenjem samog postupka regeneracije postižu se brojne prednosti u odnosu na ugradnju novih delova. Tu se pre svega misli na produženje radnog veka navedenih delova, povećanje produktivnosti, skraćenje vremena zastoja, smanjivanje troškova zaliha i tehno-ekonomsku opravdanost primenjenog postupka. U radu se daju smernice za pravilan izbor dodatnih materijala u zavisnosti od vrste i tipa habanja. Kvalitet navara odredjivan je merenjem mikrotvrdoće, ispitivanjem mikrostrukture i proverom otpornosti na habanje. Modelska ispitivanja omogućuju da se izabere najbolji dodatni materijal, ustanovi najpovoljnija tehnologija reparature i uspostavi veza izmedju ulaznih i izlaznih parametara procesa navarivanja. Medjutim, neophodno je pratiti ponašanje navarenih delova u stvarnim radnim uslovima. Tek posle odredjenog vremena rada, može se odabrati najpovoljnija tehnologija reparature.

Literatura

[1] Blašković, P., Balla, J., Dzimko, M.: Tribologia, Vydavatelstvo, ALFA, Bratislava, 1990.

[2] Gierzynska, M.: Tarcie zužycie i smarowanie w obrobce plastycznej metali, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1983.

[3] Ivković, B., Rac, A.: Tribologija, Jugoslovensko društvo za tribologiju, Kragujevac, 1995.

[4] Jovanović, M., Lazić, V., Mutavdžić, M., Adamović, D.: Izbor optimalne tehnologije reparature zuba utovarne kašike, Zavarivanje i zavarene konstrukcije, Originalni naučni rad, godina L, Vol. 50, No. 1-66, str. 11-20.

[5] Jovanović, M., Mutavdžić, M., Lazić, V., Nedić, B., Adamović, D.: Reparaturno navarivanje noževa rotacionog uredjaja za ravnanje terena, "ZAVARIVANJE 2006", 26-29.04.2006., Zlatibor.

[6] Lazić, V., Mutavdžić, M., Jovanović, M., Adamović, D., Nedić, B.: Proizvodno navarivanje lopatica mešalica asfaltnih baza, "ZAVARIVANJE 2006", 26-29.04.2006., Zlatibor.

[7] Lazić, V.: Optimizacija procesa navarivanja sa aspekta triboloških karakteristika navara i zaostalih napona, doktorska disertacija, Mašinski fakultet, 2001., Kragujevac.

[8] Mutavdžić, M., Lazić, V., Jovanović, M., Josifović, D., Krstić, B.: Izbor optimalne tehnologije reparaturnog navarivanja udarnih greda rotacionih drobilica, "ZAVARIVANJE 2006", 26-29.04.2006.

[9] Mutavdžić, M.: Reparaturno navarivanje delova mašina i uredjaja gradjevinske mehanizacije, radna verzija magistarske teze u rukopisu, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Kragujevac, 2006.

[10] Katalozi: Thyssen Marathon Edelstahl-Vosendorf, FEP-Plužine, Elvaco-Bijeljina, Železarna Jesenice-Fiprom, Bohler-Kapfenberg, Messer Griesheim-Frankfurt am Main, Lincoln Electric, USA, ...

MODEL INVESTIGATIONS OF THE FILLER METALS FOR REGENERATION OF THE DAMAGED PARTS OF THE RAILROAD EQUIPMENT

Abstract - The aim of this work is to establish the optimum hard facing technology, based on complex and costly model investigations, as well as to determine the most convenient filler metal, depending on the operating conditions of the particular part of the railroad equipment. In this way it is possible to establish the relationship between the input hard facing parameters and the output parameters of the realized hard faced layers. The quality of the hard faced layer was determined by the measurement of the micro hardness, testing of the microstructure and checking the wear resistance.

Key words: regeneration, hard facing, filler metal, railroad, tribology.

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

TEHNO-EKONOMSKA OPRAVDANOST REPARATURNOG ZAVARIVANJA I NAVARIVANJA RAZLIČITIH DELOVA TEHNIČKIH SISTEMA

Rajko ČUKIĆ[1]
Vukić LAZIĆ[2]
Milorad JOVANOVIĆ[3]
Milan MUTAVDŽIĆ[4]
Slavoljub RAKIĆ[5]

Rezime *- U ovom radu se razmatra tehno-ekonomska opravdanost i isplativost primene reparaturnog i proizvodnog zavarivanja i navarivanja na nekim odgovornim delovima tehničkih sistema. Budući da su ti delovi izloženi teškim radnim uslovima, najčešće se izrađuju od čelika i livenog gvožđa, odnosno skupih i zakaljivih materijala. Zato je neophodno propisati posebnu tehnologiju reparature, koja se najčešće proverava prethodnim modelskim ispitivanjima i konačno verifikuje u stvarnim radnim uslovima. Analizom dobijenih rezultata, bira se najpovoljnija tehnologija reparature i ona prenosi na realne delove. Ekonomski aspekt primene ovih novih naprednih tehnologija je očigledan i ogleda se u velikim uštedama u odnosu na cenu novih delova.*

Ključne reči: regeneracija, navarivanje, železnička oprema, tehno-ekonomska opravdanost

1. UVOD

U radu se razmatraju tehno-ekonomski efekti primene naprednih tehnologija reparature pohabanih ili oštećenih radnih površina različitih delova mašina i uređaja. Reč je uglavnom o navarivanju koje nalazi sve širu primenu pri nanošenju prevlaka otpornih na habanje i koroziju, pri reparaturnim radovima, kao i pri doradi novih odlivaka izrađenih s greškom. Zbog smanjenja troškova zamene, odnosno povećanja veka pojedinih vitalnih delova i sklopova mašina i uređaja, od prvorazrednog značaja je izabrati odgovarajući postupak i propisati optimalnu tehnologiju navarivanja [1, 4, 5, 6, 7, 9, 10].

Teorijska analiza i eksperimentalna istraživanja na primeru nekih mašinskih delova i delova građevinske mehanizacije, ukazuju da se ove nove tehnologije mogu primeniti i na delovima železničke opreme.

2. CILJ I ZNAČAJ PRIMENE REGENERACIJE NAVARIVANJEM

Osnovni cilj ovog rada jeste da se preduzećima koja se bave održavanjem železničke opreme dokumentovano pokaže da je tehno-ekonomski opravdano reparirati delove navarivanjem. Pokazalo se da nema boljeg načina da se neka nova tehnologija prihvati nego što je merljiv tehno-ekonomski rezultat, koji će između ostalog biti potvrđen i uspešnim navarivanjem nekih odgovornih i skupih delova tehničkih sistema [1, 2, 3, 4, 7, 9, 10].

3. OSNOVNI PRINCIPI ZA IZBOR NAJPOVOLJNIJE TEHNOLOGIJE REPARATURE

Pri ispitivanju stanja oštećenih delova treba najpre utvrditi: da li je habanje nastupilo pri normalnoj eksploataciji ili zbog mehaničkog oštećenja, koliki je stepen habanja koji je presudan za odluku da li je racionalno i bezbedno za buduću eksploataciju primeniti regeneraciju ili pak deo odbaciti, kao i veličinu očekivanih deformacija i zaostalih napona. Pošto se to utvrdi i odredi hemijski sastav osnovnog materijala, kao i uslovi rada, stvaraju se osnovne pretpostavke za projektovanje tehnološkog procesa.

Pored reparaturnog navarivanja, razmatrali smo i predložili i nove-proizvodne tehnologije za izradu

[1] Mr Rajko Čukić, Mašinski fakultet, 34000 Kragujevac, S. Janjić 6
[2] Prof. dr Vukić Lazić, Mašinski fakultet, 34000 Kragujevac, S. Janjić 6, vlazic@kg.ac.yu, vlazic@microsky.net
[3] Prof. dr Milorad Jovanović, Mašinski fakultet, 34000 Kragujevac, S. Janjić 6
[4] Milan Mutavdžić, Preduzeće za puteve Kragujevac, Tanaska Rajića 16, 34000 Kragujevac
[5] Slavoljub Rakić, AD Paraćinka – Paraćin, Branka Krsmanovića 99, 35250 Paraćin

novih radnih delova mašina i uređaja izloženih intenzivnom udarnom abrazivnom habanju. Dosadašnji rezultati pokazuju da se i na ovaj način mogu postići velike uštede, budući da se za nove delove mogu upotrebiti niskougljenični čelici na čije se radne površine navaruju tvrde legure [1, 2, 3, 6].

Sa stanovišta tehno-ekonomske analize, tehnologija reparaturnog zavarivanja jeste kompleksan skup različitih vrsta obaveznih procedura, koje se moraju sprovesti, da bi reparatura bila uspešna.

4. PRIMERI IZVEDENIH REPARATURA

Ovde se razmatra opravdanost primene proizvodnog i reparaturnog navarivanja i ukazuje na isplativost reparature na primerima oštećenih kovačkih čekića (sl. 1a), ramova kovačkih presa (sl. 1b), nekih odgovornih i skupih delova građevinske mehanizacije, velikih zupčanika ekscentar presa i tsl. Reč je o reparaturnom i proizvodnom zavarivanju i navarivanju oštećenih i naprslih batova kovačkih čekića, polomljenih i naprslih ramova kovačkih presa, udarnih greda rotacionih drobilica i velikih zupčanika ekscentar presa [1, 4, 7, 9, 10].

Ovaj rad se prvenstveno bavi analizom tehno-ekonomskih prednosti primene tehnologija navarivanja, dok je kompletan postupak utvrđivanja najpovoljnije tehnologije reparature svakog konkretnog dela prikazan u nekim našim već objavljenim radovima [1, 4, 5, 6, 7, 9, 10].

a) b)

Slika 1. Izgled bata kovačkog čekića mase 6000 kg (a) i rama kovačke prese mase 3000 kg (b)

4.1. Reparatura bata kovačkog čekića

Kompletna tehnologija regeneracije oštećenih batova kovačkih čekića i ramova presa prikazana je u objavljenim radovima [7, 9], a ovde ćemo se osvrnuti na tehno-ekonomske pokazatelje regeneracije bata kovačkog čekića.

Relevantni su za upoređivanje sledeći podaci:

A. Cena nabavke novog dela iznosi oko: **83987 €** (ova cena uključuje: cenu novog dela, porez, carine i troškove špediterskih usluga i transporta);

B. Ukupni troškovi reparature: **4912 €**

Identifikacija i otkrivanje oštećenja: 240 €;
Mašinska obrada oštećenih površina: 960 €;
Određivanje tehnologije reparature: 768 €;
Modelska ispitivanja 384 €;
Navarivanje realnog radnog dela: 1600 €;
Troškovi mašinske obrade navara: 960 €.

Na osnovu navedenih podataka možemo zaključiti da su ukupni troškovi reparature višestruko niži od cene novog dela (manji od 6%). Prema tome, analiza "kupiti" ili "reparirati" očigledno je rešena i bez detaljnije analize dodatnih pozitivnih efekata koja regeneracija bata omogućuje.

4.2. Reparatura velikih zupčanika – ozubljena glavčina ekscentar prese

Tehno-ekonomska analiza reparaturnog zavarivanja i navarivanja oštećenih zuba ozubljene glavčine spojnice mase oko 500 *kg* (sl. 2) izvodi se pošto je reparatura već izvedena jer je u pitanju unikatan deo koji se nije mogao lako nabaviti [10].

Slika 2. Izgled ozubljene glavčine spojnice

U ekonomskoj analizi "kupiti" ili "reparirati" nije urađena procena potpunijih efekata koju je moguće izvesti pomoću *benefit-cost* (BC) analize ili preciznije pomoću *life-cycle-cost* (LCC) koje bi dale preciznije i jasnije prednosti primene ove napredne tehnologije [2, 8]. Urađena je komparativna analiza posle jednoipogodišnjeg rada reparirane ozubljene glavčine spojnice.

Kao relevantni podaci za upoređivanje uzimaju se:

A. Cena nabavke novog dela: **26500 €** (ova cena uključuje: cenu novog dela, troškove poreza, carine, špediterskih usluga i trasporta);

B. Ukupni troškovi reparature: **3380 €**

Identifikacija oštećenja: 80 €;

Mašinska obrada oštećenih površina: 192 €;

Izbor tehnologije reparature: 120 €;

Modelska ispitivanja: 288 €;

Navarivanje realnog dela: 800 €;

Troškovi proizvodnih usluga: 1900 €.

Na osnovu navedenih podataka možemo zaključiti da su ukupni troškovi reparature znatno niži od troškova nabavke novog dela (manji od 13%).

4.3. Regeneracija skupih delova građevinske mehanizacije – udarnih greda

U ovom delu razmatra se tehno-ekonomska opravdanost reparaturnog i proizvodnog zavarivanja i navarivanja najopterećenijih i najskupljih radnih delova građevinske mehanizacije - udarnih greda.

Udarne grede

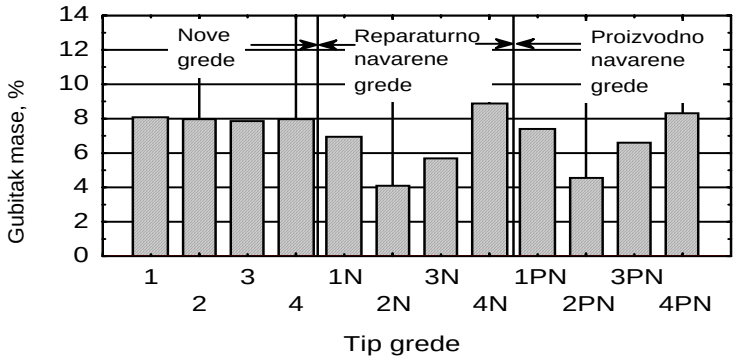
Udarne grede (sl. 3) služe da svojom mehaničkom energijom razbijaju i usitnjavaju kameni agregat za nasipanje puteva. Na rotor drobilice montiraju se četiri grede (12 sati/danu). Imaju dve radne površine što omogućuje da se posle habanja jedne radne površine, okretanjem grede, iskoristi i druga radna površina, čime se produžava njihov radni vek. Masa jedne udarne grede je oko 300 kg, dok je masa segmenta obloge rotacione drobilice oko 30 kg. Reč je o delovima izrađenim od skupog manganskog čelika [1, 6].

Slika 3. Izgled udarnih greda

Najveći problem pri drobljenju kamena je veoma kratak vek udarnih greda. Praćenjem procesa proizvodnje kamenih agregata došlo se do podataka da je radni vek novih udarnih greda pri drobljenju kamena oko 140 radnih sati uz korišćenje obe radne površine. Tada, usled intenzivnog procesa udarnog abrazivnog habanja dolazi do gubitka materijala oko 10% od ukupne mase udarnih greda. To znači da kad gubitak mase materijala dostigne maksimalno 30 kg po gredi, treba zameniti sve četiri grede u kompletu. U dosadašnjem radu drobilica oštećene grede su odbacivane kao otpadni materijal.

Nabavna cena sa svim pratećim troškovima za jednu udarnu gredu je oko 1928 €, što znači da je za jednu kompletnu zamenu potrebno 7712 €. U toku jedne godine mora se izvesti najmanje šesnaest zamena kompleta udarnih greda, pa je za nabavku 64 komada potrebno obezbediti 123392 €.

Analizom troškova dodatnog materijala, zavarivačkih i drugih radova, došlo se do podataka da su troškovi reparaturnog navarivanja jedne udarne grede manji od 25% cene jedne nove grede [1, 2]. Posle neprekidnog rada novih udarnih greda od 72 h dolazi do tolikog oštećenja da više nije moguće nastaviti proizvodni proces, već se mora obaviti njihovo okretanje da bi se iskoristila druga radna površina. Rezultati izmerenih gubitaka materijala navarenih i nenavarenih udarnih greda su dobijeni praćenjem proizvodnog procesa za vreme od 60 radnih sati (sl. 4) [1, 2, 4].



1N - E Mn14, 2N - E Mn17Cr13, 3N - ABRADUR 58, 4N - E DUR 600

1, 2, 3, 4- nove grede, 1N, 2N, 3N, 4N- reparaturno navarene grede, 1PN, 2PN, 3PN, 4PN- proizvodno navarene grede

Slika 4. Grafički prikaz gubitka mase materijala udarnih greda posle 60 h rada [1, 2, 4]

5. ZAKLJUČAK

Pravilnim izborom i primenom tehnologije reparaturnog i proizvodnog navarivanja postižu se brojne prednosti u odnosu na ugradnju novih delova. Tu se pre svega misli na produženje radnog veka analiziranih delova, povećanje produktivnosti, skraćenje vremena zastoja, smanjivanje troškova zaliha i ostale koristi proistekle primenom zavarivačkih tehnologija. Pokazano je da je pravilan izbor tehnologije navarivanja povezan sa složenom procedurom provere kvaliteta navara, što ukazuje na to da se reparaturni radovi mogu izvoditi samo u specijalizovanim radionicama za regeneraciju, koje raspolažu adekvatnom opremom i odgovarajućim stručnim kadrom. Očekivana neto korist za analizirane delove je izrazito visoka, bez obzira na to što nisu kvantifikovani dodatni eksterni i interni efekti. Posle uspešne primene ovih novih proizvodnih tehnologija navarivanja u navedenim oblastima, moguće je sličnom procedurom formirati bazu znanja i koristiti je i pri održavanju delova železničke opreme i drugih sličnih delova.

LITERATURA

[1] Mutavdžić, M.: Reparaturno navarivanje delova mašina i uređaja građevinske mehanizacije, radna verzija magistarske teze u rukopisu, Mašinski fakultet u Kragujevcu, 2006., Kragujevac.

[2] Čukić, R., Mutavdžić, M., Lazić, V., Jovanović, M., Ratković, N.: Tehno-ekonomski efekti reparaturnog i proizvodnog navarivanja delova građevinske mehanizacije, "Zavarivanje 2006", 26-29.04.2006., Zlatibor.

[3] Wasserman, R.: Kako se štede milioni reparaturnim zavarivanjem u mašinskom održavanju, Castolin Eutectic, Institut za unapređenje tehnike reparaturnog zavarivanja i tehnike zavarivanja u mašinskom održavanju, Bor, 2003.

[4] Mutavdžić, M., Lazić, V., Jovanović, M., Josifović, D., Krstić, B.: Izbor optimalne tehnologije reparaturnog navarivanja udarnih greda rotacionih drobilica, "Zavarivanje 2006", 26-29.04.2006., Zlatibor.

[5] Jovanović, M., Lazić, V., Mutavdžić, M., Adamović, D.: Izbor optimalne tehnologije reparature zuba utovarne kašike, Zavarivanje i zavarene konstrukcije, Originalni naučni rad, godina L, Vol. 50, No. 1-66, str. 11-20.

[6] Lazić, V.: Optimizacija procesa navarivanja sa aspekta triboloških karakteristika navara i zaostalih napona, doktorska disertacija, Mašinski fakultet, 2001., Kragujevac.

[7] Lazić, V., Jovanović, M., Adamović, D., Ratković, N.: Selection of the optimum technology of the forging dies reparation from the aspect of tribological characteristics, TRIBOLOGIA - TEORIA I PRAKTIKA, ROK XXXVI, NR 2/2005 (200), pp. 11-30.

[8] Smith, L. J., Keith, M. R., Stephens, W. S.: Acconting Principles, New York, Mc Graw – Hill.

[9] Lazić, V., Jovanović, M., Adamović, D., Josifović, D., Ratković, N.: Development and application of welding technologies for regeneration of damaged working parts of forging presses and hammers, Welding and Joining Technologies for a Sustainble Development and Environment, 24-26.05.2006., Timisoara, Romania, pp. 341-346.

[10] Lazić, V., Jovanović, M., Adamović, D., Ratković, N., Nedeljković, B.: Reparaturno navarivanje oštećenih zuba glavčine kovačke prese, Održavanje u funkciji zaštite životne sredine, "KOD 2005", Bar, (rad objavljen u celini na CD-u i u zborniku apstrakata).

TECHNO-ECONOMIC JUSTIFICATION OF THE REPARATORY WELDING AND HARD FACING OF THE VARIOUS PARTS OF TECHNICAL SYSTEMS

Rajko ČUKIĆ
Vukić LAZIĆ
Milorad JOVANOVIĆ
Milan MUTAVDŽIĆ
Slavoljub RAKIĆ

Abstract - In this paper is considered the techno-economic justification and profitability of application of the reparatory and manufacturing welding and hard facing on some of the responsible parts of technical systems. In view of the fact that those parts are exposed to severe operating conditions, they are produced mainly of steel and cast iron, namely the expensive and materials prone to self-hardening. This is why it is necessary to prescribe the special reparation technology, which is usually checked by the model investigations and finally verified in the real operating conditions. Via analysis of the obtained results the most convenient reparation technology is selected and it is then transferred to real parts. The economic aspect of application of those new advanced technologies is evident and it is reflected in large savings with respect to the price of the new parts.

Key words: regeneration, hard facing, railroad equipment, techno-economic justification

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ZAHTEVI OBEZBEĐENJA KVALITETA ZAVARENIH SPOJEVA NA ČELIČNIM KONSTRUKCIJAMA ŽELEZNIČKIH VOZILA

Dragan MITIĆ[1]
Dragan MILČIĆ[2]
Miroslav MIJAJLOVIĆ[3]

Rezime *– Sve firme u Srbiji, koje žele da rade čelične zavarene konstrukcije na železničkim vozilima za Nemačko tržište, neophodno je da se upoznaju sa standardima kojim se definišu zahtevi koje treba da ispuni proizvođač konstrukcija i železničkih vozila i zavarivačko osoblje. Da bi zadovoljilo ove regulative, osoblje mora da zadovolji zahteve standarda EN 719, a proizvodni pogoni moraju da budu kvalifikovani za rad prema EN 729. Korisnici i proizvođači bi trebali da znaju da su slični zahtevi ubačeni u različite evropske standarde i zahtevi koji važe u Nemačkoj će imati mnogo širu primenu.*

Ključne reči – železnička vozila, obezbeđenje kvaliteta, zavareni spojevi

1. UVOD

Prepoznajući poteškoće pri vrednovanju kvaliteta zavarenih spojeva i zahteve u oblasti ljudske sigurnosti, kao i finansijskog uticaja (ukoliko zavareni spojevi otkažu prerano), Nemačka je iznela zahteve za osiguranjem kvaliteta zavarenih spojeva, opisane u DIN 8563. Ovaj standard je donešen i njegova primena je počela mnogo pre nego je CEN doneo odgovarajući evropski standard EN 729, kasnije donešen kao ISO 3834. Donošenjem standarda ISO 3834:2005, očekivano je da će standard EN 729 biti povučen i da će evropski priznat standard biti EN ISO 3834.

Tako, ovaj standard je bio logičan korak podrške dobre prakse u proizvodnji železničkih vozila i čeličnih konstrukcija. Kao rezultat, kada je donet DIN 18800, koji se tiče čeličnih konstrukcija, zahtevalo se od kompanija da usaglase kvalitet izrade sa zahtevima osiguranja kvaliteta koja propisuje DIN 8563. Sa uvođenjem standarda EN 729 i povlačenjem iz upotrebe standarda DIN 8563, zahteva se od kompanija da se usaglase sa zahtevima standarda EN 729. Slično navedenom, DIN 6700, koji se tiče zavarivanja železničkih vozila i železničkih delova, usvojio je standard EN 729 kao osnovu za kvalifikovanje zavarivača.

Dok je kvalifikovanje prema standardu EN 729 zahtev Nemačke, postoji još zahteva koje moraju da ispune čelične konstrukcije i železnička vozila. Ovaj rad sumira šta predstavljaju ovi zahtevi i definiše pojedine nivoe koje menadžment zavarivačkih pogona mora da dostigne.

2. ČELIČNE KONSTRUKCIJE

DIN 18800 je nemački standard za čelične konstrukcije. Pored toga što se bavi verifikacijom proizvođača čeličnih konstrukcija, ovaj standard definiše zahteve kvaliteta vezane za dokumentaciju, materijale, zavarivanje, način izvršenja itd.

Prilikom verifikacije proizvođača, izvođač radova, mora da zadovoljava propise predviđene standardom EN 729 i kompetentnost proizvođača mora da bude određena od strane nezavisnog tela kao što je SLV. Nivo kvaliteta koji proizvođač mora da uvede zavisi od više faktora [2]. U okviru EN 729 standarda postoji tri nivoa zahteva i ovi nivoi su povezani sa različitim klasama konstrukcije. Klasa A odnosi se na kolone od valjanih profila bez spojeva i nepokretnih oslonaca, stepenice itd. Klasa B odnosi se na krute nosače i na rešetkaste otvorene nosače ili krute ram konstrukcije i ostale slične elemente. Klasa C se specijalno odnosi na nerđajuće i livene čelike, primenjene u statički

[1] Dragan Mitić, dipl.maš.inž., Mašinski fakultet u Nišu, Centar za zavarivanje i zavarene konstrukcije, A. Medvedva 14, 18000 Niš, e-mail: matijako@eunet.yu
[2] Dr Dragan Milčić, vanr. prof., Mašinski fakultet u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, e-mail: milcic@masfak.ni.ac.yu
[3] Miroslav Mijajlović, dipl. maš. inž., stipendista Ministarstva za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije, Mašinski fakultet u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, e-mail: miroslav_mijajlovic@masfak.ni.ac.yu

opterećenim konstrukcijama sa zateznim ili pritisnim opterećenjima. Klasa D pokriva preostale čelike i preseke većih debljina kod statički opterećenih konstrukcija. Klasa E je uključena gde postoje dinamička opterećenja na konstrukcijama.

Tabela 1: Bauregelliste – kategorije sekcije A

Metoda kontrolisanja	ÜZ[1)]	ÜHP[2)]	ÜH[3)]
Kontrola proizvodnje – proizvođač. Testiranje uzoraka.	×	×	×
Inicijalno tipsko testiranje proizvoda od strane ovlašćenog tela. Testiranje uzoraka.	×	×	
Inicijalno i trajno ocenjivanje kontrole proizvodnje. Inicijalna kontrola i neprekidni nadzor.	×		
1) ÜZ Certifikat primenljivosti izdat od strane licenciranog tela 2) ÜHP Deklaracija prilagodljivosti od strane proizvođača posle inicijalnih testiranja konstrukcije od strane licenciranog tela 3) ÜHDeklaracija primenljivosti od strane proizvođača			

Proizvođači konstrukcija moraju da koriste materijale koji su dozvoljeni od strane nemačkih organizacija. Prema ovih regulativama, konstrukcioni elementi, kao što su zavrtnjevi, materijali za zavarivanje (DIN 18800), moraju biti ili obeleženi kao CE (European Mark) ili nemačkim simbolom Ü (German National Mark).

Lista ima tri glavne sekcije: A, B i C. Sekcija A sadrži konstrukcione elemente koji su u skladu sa nemačkim nacionalnim regulativama i obeleženi Ü znakom. Sekcija B sadrži one elemente koji su u skladu sa evropskim regulativama i obeležni kao CE. Sekcija C sadrži proizvode koji su od sekundarne važnosti i od njih se ne zahteva da su obeleženi kao Ü ili CE.

Postoje tri nivoa nemačke nacionalne oznake: ÜH, ÜHP i ÜZ, koji se odnose na nivoe atestiranja u sagalasnosti sa izvedenim stanjem. Ovi nivoi sa metodama atestiranja konformnosti su prikazani u Tabeli 1. Tabele u „Bauregelliste A“ identifikuju koji metod atetstiranja treba koristiti.

Tabela 2: Pregled nivoa kvaliteta proizvođača i znanja koordinatora zavarivanja

Klasa	A	B	C	D	E
Verifikacija primenljivosti	Verifikacija primenljivosti nije potrebna	Nepotpuna verifikacija primenljivosti	Nepotpuna verifikacija primenljivosti sa proširenjima	Potpuna verifikacija primenljivosti	Potpuna verifikacija primenljivosti sa proširenjem na dinamički opterećene elemente
Tipovi opterećenja	Statički opterećene konstrukcije				Dinamički opterećene konstrukcije
Unutrašnja kontrola proizvodnje	Mora da bude izvedena od strane proizvođača				
Proizvodni zahtevi	Verifikacija primenljivosti nije potrebna	Verifikacija od strane kompetentnog tela			
Traženi nivo kvaliteta	EN 729-4 (osnovni)	EN 729-3 (standard)			EN 729-3 (iscrpan)
Nivo teh. znanja zahtevan od odgvornog koordinatora zavarivanja, prema EN 719	Nema specifičnih zahteva sem postojanja kvalifikovanih zavarivača(EN 287-1)	Osnovno teh. znanje (DVS-EWF 1171)	Specifično teh. znanje (DVS-EWF 1172)	Iscrpno teh. znanje (DVS-EWF 1173)	Iscrpno teh. znanje (DVS-EWF 1173)

2.1. Posebni zahtevi

Pored širokih zahteva koje mora da ispuni proizvođač, postoji veliki broj posebnih zahteva koje se odnose na sistem kontrole. Ti zahtevi su:

a) provera da li je konstrukcija u skladu sa kriterijumima prihvatanja, prema standardima,
b) provera kvalifikacija podizvođača,
c) provera da li su neophodne procedure, kvalifikacioni testovi i instrukcije prisutne i zadovoljavajuće,
d) provera da li je zavarivačko osoblje (zavarivači, operatori zavarivanja i koordinatori zavarivanja) ima neophodne kvalifikacije,
e) provera da li proizvodni pogoni odgovaraju zahtevima i da li su sposobni za proizvodnju i montažu željenih konstrukcija,
f) osiguranje kalibracije merne opreme
g) provera da su konstrukcije skladištene u skladu sa željenim procedurama,
h) osiguranje da neprilagodljiv proizvod nije pušten na tržište i da su odgovarajuća merenja izvršena,
i) sprečavanje ponavljanja neusaglašenosti itd. Odgovorni koordinatori zavarivanja moraju da poseduju nivo tehničkog znanja koji odgovara EN 719, koji stiču tokom usavršavanja po IIW/EWF kriterijumu ili prema uporedivoj šemi. Nivo znanja sa EN 729 nivoom kvaliteta, je prikazan u Tabeli 2.

Kao i kod čeličnih konstrukcija, postoji veliki broj različitih kategorija, vezanih za zavarivanje, za železnička vozila i njhove delove (Tabela 4).

3. ZAVARIVANJE ŽELEZNIČKIH VOZILA PREMA DIN 6700

DIN 6700 se odnosi na zavarivanje železničkih vozila i železničkih delova. Sastoji se od šest delova (Tabela 3).

3.1. Proizvodni pogon

Proizvođači komponenata za železnička vozila moraju da budu saglasni standardu EN 729-3 ili EN 729-4 kao što je prikazano u Tabeli 5.

Tabela 3: DIN 6700: Zavarivanje železničkih vozila i sastavnih delova

Deo	Naslov
1	Osnovni termini, osnovna pravila
2	Klase delova: određivanje primenljivosti
3	Konstruktivna pravila
4	Izvršna pravila
5	Zahtevi za kvalitetom
6	Materijali, filtri, procesi zavarivanja, dokumentacija tehnologije zavarivanja

Pored saglasnosti sa standardom EN 729, postoji veliki broj dodatnih zahteva koje proizvođači moraju da ispune:

a) Najmanje dva zavarivača moraju da budu kvalifikovana za svaku zavarivačku proceduru i materijale,

b) Zavarivači moraju da urade ugaoni var kvalifikacioni test ukoliko zavaruju zaobljenja,

c) Zadovoljavajuća oblast za materijale za zavarivanje razlikuje se od EN 287-1 i EN 287-2 kao što je prikazano u Tabeli 6 prilikom polaganja kvalifikacionih testova,

d) Inspektori zavarivanja moraju biti kvalifikovani,

e) NTD operateri moraju da budu kvalifikovani prema EN 473,

f) Različiti uređaji i oprema su neophodni za svaku grupu materijala,

g) Za klase delova C1 i C2, mehanizmi za zaokretanje su neophodni prilikom zavarivanja,

h) WPS-i su neophodni za delove C1 i C3 ali i za C4, ako je naznačeno sa namerom da bude u skladu sa EN 288,

i) Mora da postoji opis fabrike koji daje informacije o položaju, kontrolorima zavarivanja, operatorima zavarivanja, NDY operatorima, tehničkoj opremi, opremi za testiranje, izjava koja identifikuje koji deo EN 729 je primenjen, način zavarivanja i listu zavarivačkih procedura koje daju specifikaciju o materijalima i testiranju zavarivanja itd.

Tabela 4: Nivoi kvaliteta za proizvođače zavarenih železničkih delova

Kategorija	Zahtevi
C1-C3	Zahtevi za kvalitetom prema EN 729-3
C4	Zahtevi za kvalitetom prema EN 729-4
C5	Zahtevi za kvalitetom prema EN 729-3

3.2. Koordinatori zavarivanja

Uopšteni termin za koordinatore zavarivanja, prema DIN 6700-2 je „kontrolor zavarivanja“ koji se smatra odgovornim za zadatake specificirane u EN 719. Zahtevi koji se postavljaju pred kontrolore zavarivanja su prikazani u Tabeli 7. Kao dodatni zahtev, nameće se da kontrolori moraju imati iskustva u proizvodnji.

Tabela 5: Kategorije komponenti železničkih vozila prema DIN 6700

Kateg.	Opis	Odnosi se na...
C1	Železnička vozila i njihovi delovi visoke pouzdanosti	Novu proizvodnju, preuređivanje ili popravku železničkih vozila i delova. Primeri su obrtna postolja i donji nosači.
C2	Delovi železničkih vozila visoke pouzdanosti	Novu proizvodnju delova ili železničkih vozila, na primer, ulazna vrata, noseće platforme, cevi pod pritiskom, rezervoare goriva.
C3	Delovi železničkih vozila srednje pouzdanosti	Novu proizvodnju kontejnera koji nisu pod pritiskom
C4	Delovi železničkih vozila niske pouzdanosti	Novu proizvodnju jednostavno zakačenih delova za železnička vozila, kao što su udarne ploče, instrument table, prekidači, pokriveni transportni vagoni.
C5	Organizacije bez zavarivačkih jedinica, koje konstruišu, kupuju ili sklapaju železnička vozila ili delove	Komponente i delove povezane sa klasama delova C1 do C3

Tabela 6: Kvalifikacija zavarivača prema grupama materijala

EN 287-1						EN 287-2			
Materijal: Grupa testiranih delova	Ispitivana oblast					Materijal: Grupa testiranih delova	Ispitivana oblast		
	W01	W02	W03	W04	W05		W21	W22	W23
W01	*	-	-	-	-	W21	*	-	-
W02	×	*		-	-				
W03	×	×	*	-	-	W22	×	*	-
W04	-	-	-	*	×				
W05	-	-	-	×	*	W23	×	×	*
Testovi su zahtevani za čelike visoke čvrstoće Re>500 N/mm^2, jedino kada se koristi zavarivački filter iz grupe W11 Oznake: * - označava grupu materijala koja je korištena u testu, × - označava grupu materijala koja je pozitivno ocenjena testom, - - označava grupu materiajala koja nije ocenjena pozitivno									

Tabela 7: Zahtevi od odgovornog koordinatora zavarivanja

Ocena	Kvalifikacija	Obuka	Ogovornost
1	Iscrpno znanje prema EN 719. Primeri: - EWE do EWF uputstvo (1), DVS-SFI do DVS 1173, uporedive kvalifikacije	Krajnji ispit: TH, TU ili FH diploma. Dodatni kurs na priznatom univerzitetu.	Odgovorni kontrolor zavarivanja i zamenik istih prava za sve klase delova
2	Specifično znanje prema EN 719. Primeri: - EWT do EWF uputstvo (1), DVS-ST do DVS 1172, uporedive kvalifikacije	Tehnička obuka i kursevi na priznatom univerzitetu.	Odgovorni kontrolor zavarivanja: - za klase delova C3 ili C5 Odgovornosti: - za klasu delova C3 - ograničeno na C1 i C2 (nejednakih prava)
3	Osnovno znanje prema EN 719. Primeri: - EWS do EWF uputstvo (1), DVS-SFMdo DVS 1171, uporedive kvalifikacije	Kursevi na priznatom univerzitetu.	
4	Zavarivački instruktori, poslovođa. Primeri: - EWP do EWF uputstvo (1), Poslovođa prema DVS 1157, DVS-instruktor zavarivanja, DB instruktor zavarivanja, uporedive kvalifikacije		Odgovornost: - za klasu delova C3 - ograničeno na C1 i C2 (nejednakih prava)
(1) Sertifikat o kvalifikaciji mora da bude izdat od strane EN 45013 akreditovanog odeljenja			

DIN 6700-2 zahteva da odgovorni kontrolori zavarivanja budu uključeni u organizovanje procesa zavarivanja bez ikakvih poteškoća pri radu. Takođe, treba da imaju autoritet kako bi izdavali naređenja i donosili odluke u slučajevima tehničkih, proizvodnih problema. Zamenik odgovornog kontrolora zavarivanja mora da ima isti ili viši nivo kvalifikacija, prema Tabeli 7, kako bi mogao da preuzme potpunu odgovornost i zadatke koje treba izvršiti u odsustvu kontrolora zavarivanja. Takođe je naznačeno da vlasnici, menadžeri, upravnici i šefovi proizvodnje ne mogu biti odgovorni kontrolori zavarivanja za klasu delova C1. Za klasu delova C2, ovakvo priznavanje je moguće ukoliko zavarivačka organizacija ima malu proizvodnju zavarenih delova.

Spoljni kontrolor zavarivanja, kao odgovorni kontrolor, može da bude odgovoran za delove C2, C3 i C5, pod određenim uslovima [2].

Odgovorni kontrolori zavarivanja koji ne pripadaju zavarivačkoj organizaciji, već pripadaju drugoj organizaciji, mogu biti spoljašnji kontrolori koji rade na gradnji novih konstrukcija i popravci postojećih.

4. ZAKLJUČAK

Da bi se zavarene konstrukcije koristile kod železničkih vozila u Nemačkoj, moraju se ispoštovati određeni zahtevi kvaliteta. Ovi zahtevi su definisani standardima EN 729 i EN 719 kao osnovni certifikat koji mora da ima proizvođač zavarenih konstrukcija.

Proizvođači u Srbiji treba da obrate pažnju na ovu regulativu i pripreme se za trenutak kada će morati da prikažu usaglašenost sa EN 729 i EN 719. Trenutno su ograničeni malim brojem ljudi sa EWF i IIW diplomama i sigurno je da će ih biti potrebno više. Proizvođači treba da obuče svoje ljude za ove kvalifikacije i da započnu razvojne aktivnosti uvođenja EN 729 u svoje pogone. Pažnja se mora posvetiti izboru tela koje vrši akreditaciju kompanije prema EN 729. Akreditujuće telo (The European Cooperation for Accreditation) je izdalo kriterijume za ocenjivanje prema EN 729 kako bi osiguralo da se obezbedi potreban nivo znanja kod zavarivača i prilikom propisivanja zavarivačkih procesa.

LITERATURA

[1] D., Shonefeld: Quality Requirements From Welded Structures Manufactured for German Market, WI ESC Welder, Brussels, 2004.

[2] Standardi: EN 719, EN 729, DIN 8563, ISO 3834, DIN 18800, DIN 6700, DIN 4133, DIN 4420, DIN 4421, EN 287, EN 288.

QUALITY MANAGEMENT REQUIREMENTS FROM WELDED STEEL STRUCTURES ON RAILWAY VEHICLES

Dragan MITIĆ
Dragan MILČIĆ
Miroslav MIJAJLOVIĆ

Abstract – All companies in Serbia, involved in welding of railway vehicles, have to be informed about standards which define quality requirements of welded steel structures on railway vehicles. These requirements have to be fulfilled in order to sell product in Germany and EU. Welding personnel has to accomplish all requirements from standard EN 719 and welding facilities have to be qualified according to the EN 729. Manufacturers and users of products have to be informed that similar requests are implemented to the European standards, so requirements and regulations, valid in Germany, will have much greater application in E.

Key words – Railway Vehicles, Quality Management, Welded Structures

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ЕКОЛОШКА БЕЗБЕДНОСТ ПРИ ТРАНСПОРТУ ОПАСНИХ МАТЕРИЈА

Радмила ПОПОВИЋ[1]

Резиме: *Најважније питање које се поставља код транспорта опасних материја је правилна процена типа и нивоа еколошког ризика, као директног показатеља еколошке безбедности. Из тог разлога веома је важно да се при планирању транспорта опасних роба које имају карактер опасних материја, узму у обзир сви релевантни фактори који утичу на дефинисање еколошке опасности, пре свих физичко-хемијске каракеристике, као што су експлозивност, запаљивост, отровност, корозивност, растворљивост, радиоактивност, којима се може загадити околина и угрозити здравље људи, а чији утицај може бити у мањој или већој мери, па чак и трајно и са несагледивим последицама. Оно на шта свакако можемо да утичемо је одабир најкраћег превозног пута, са што мање пратећих ризичних објеката, насеља, обрадивог земљишта, водотокова. Узимајући у обзир све наведене факторе, а уз помоћ анализе и математичког моделовања може се одредити тип и ниво еколошког ризика. Његова што реалнија процена омогућила би да се што приближније предвиди место настанка акцидента, као и даљи ток одвијања са свим могућим последицама и угроженим зонама. На тај начин створила би се реална основа за предузимање одговарајућих мера превентивне заштите и премије осигурања, тзв. еколошко осигурање. Као што видимо све ове мере би имале за циљ спречавање испољавања фактора еколошког ризика у настанку акцидента, као и накнаду причињене штете, уколико се исти није могао избећи.*

Кључне речи: опасни материјали, еколошка безбедност, еколошки ризици, еколошка сигурност

1. УВОД

Примена превентивних мера у саобраћају, као важној привредној грани у развоју друштва може да има значајну улогу у смањењу раста загађења животне средине и даљег угрожавања живота на планети. Из тог разлога веома је важно довођење у склад, са једне стране транспорта (и ефеката које он производи), а са друге захтева за очувањем (већ нарушене) животне средине. То се подједнако односи како на земље у развоју, тако и на развијене земље и представља један од изазова развоја друштва у 21.веку.

Железнички саобраћај као најмасовнији превозиоц роба и путника, а има значајне предности над другим видовима саобраћаја, кад је реч о штетном утицају на животну средину, најцелисходније је да се роба која има карактер опасне материје превози управо железницом. Због тога је у ДИРЕКЦИЈИ ЗА ЖЕЛЕЗНИЦЕ овој проблематици и мерама посвећена адекватна пажња кроз законску и нормативну регулативу и њихову примену у пракси.

1.1. Појам "опасна" материја

Материја је "опасна" јер својим особинама као што су експлозивност, запаљивост, отровност, корозивност, испарљивост, радиоактивност може да загади околину и угрози здравље људи, односно може да нанесе штету како материјалним добрима , тако и биљном и животињском свету. Опасна материја својим присуством, у одређеним срединама и околностима, може да изазове и:

- стварање разних нагризајућих једињења,
- стварање нестабилних биоразградљивих једињења,
- сагоревање уз ослобађање знатних количина топлоте,
- сагоревање уз ослобађање запаљивих, загушљивих, отровних и оксидирајућих гасова које може да прати неконтролисан раст притиска.

[1]Радмила Поповић, дипл.инж.техн, Дирекција за железнице, Немањина 6, 11000 Београд, Србија, radmila.popovic@raildir.sr.gov.yu

Opasne materije u manjoj ili većoj meri svojim prisustvom, pa čak i trajno i sa nesagledivim posledicama mogu ugrozити životnu sredinu. Zbog toga robe koje se transportuje železnicom, a poseduje neku od ovih osobina, izisкuju preduzimanje adekvatnih preventivnih mera bezbednosti pri prevozu, skladištenju, utovaru, istovaru i uopšte manipulaciji svake vrste. Ovome se posvećuje posebna pažnja, pa su centralna pitanja manipulacije i prevoza opasnih roba železnicom uređena međunarodnim i unutrašnjim propisima i njihovoj primeni u praksi. Primena međunarodnih propisa proističe iz konvencija koje je potpisala naša država, a to se posebno odnosi na ***RID*** - pravilnik za međunarodni železnički prevoz opasne robe.

Pravilnikom ***RID*** utvrđen je način prevoza roba železnicom u međunarodnom saobraćaju. Takođe, sistematizovane su robe, čiji je prevoz dozvoljen odnosno, kojima prevoz nije dozvoljen. U ***RID***-u je izvršena klasifikacija roba prema stepenu opasnosti, zatim je predviđena upotreba odgovarajuće ambalaže, korišćenje tankova, korišćenje prevoznih sredstava i dr. Ovim pravilnikom detaljno su propisane obavezе pošiljaoca i prevoznika, a važna preporuka odnosi se na smanjenje vremena zadržavanja pošiljki opasne robe na granici uz potpuno poštovanje propisa pri otpremi.

Domaći propisi koji uređuju ovu oblast mogu se svrstati u tri kategorije i to:

- zakonski propisi, koji uređuju uslove za prevoz opasnih roba kako bi se prevoz odvijao uredno i bezbedno,
- tarifni propisi, koji uređuju pitanja ugovora o prevozu opasne robe, prevozne i druge troškove, a takođe su podeljeni na unutrašnji i međunarodni saobraćaj,
- transportno-manipulativni propisi uređuju organizaciju i postupke pri manipulaciji i prevozu opasnih roba (kroz više pravilnika i uputstava).

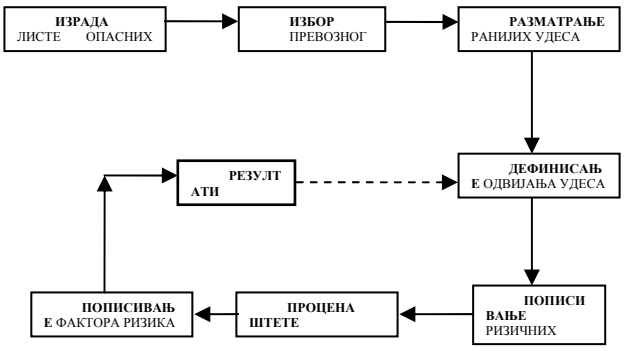
Propisima su uređeni i način obeležavanja pošiljki i mesta za manipulaciju o kojima se osoblje informiše, a u slučaju akcidenta prema kojima postupa u ličnoj i zaštiti drugih građana i okoline. Obzirom na ključnu ulogu faktora ″čovek″ u procesima pripreme i predaje na prevoz, kao i u toku samog prevoza mora se posebna pažnja posvetiti informisanju i obučavanju radnog osoblja u cilju podizanja nivoa bezbednosti. Nestručan i nesavestan postupak pri manipulisanju uključujući sve segmente transporta (priprema za prevoz, predaja na prevoz, sam prevoz, pretovar, istovar,skladištenje i dr.), za posledicu mogu da imaju direktno ugrožavanje kako života ljudi, tako i životne sredine.

Svakako da, primena propisa podrazumeva i bolju tehničku opremljenost i uređenje manipulativnih mesta: obeležavanje, ograđivanje, izradu pristupnih putева, opremanje intervencijskim posudama i cisternama.

2. PROCENA OPASNOSTI PRI TRANSPORTU OPASNIH MATERIJA

Osnovni cilj prepoznavanja i procene opasnosti pri transportu opasnih materija na određenom prevoznom putu je potpuni uvid u razrede opasnih roba (prema pravilniku RID) i definisanja mogućih prioritetnih pojavnih oblika, a pre svih onih sa štetnim posledicama.

Jedan od opštih pristupa procesu prepoznavanja i procene opasnosti prikazan je sledećom šemom:



Slika 1

Ovaj prikaz daje mogućnost da se analizira:

- gde mogu da se dese ozbiljni akcidenti (rizična mesta i objekti),
- kakva će delovanja biti (moguće opasnosti),
- kakvi tipovi akcidenta mogu da se dogode(tipovi rizika),
- ko, šta i gde može biti ugrožено (ugrožene zone i objekti),
- kakva i kolika štета može biti nanesena (posledice),
- verovatnoća da će doći do akcidenta i koji sve faktori utučу na rizik (faktori rizika),
- rezultati.

Dobijeni rezultati mogu da posluže u razne svrhe, a u vezi razmatrane problematike oni su od značaja radi:

- redefinisanja odvijanja udesa,
- sagledavanja svih relevantnih faktora rizika,
- određivanje ugrožених zona i objekata,
- realne procene štete,
- izbora najbezbednijeg prevoznog puta,
- unapređenja organizacija praćenja prevoza,
- planiranja određenih punktova za pretakanje i dr.

3. ЕКОЛОШКИ РИЗИК

Полазећи од опште дефиниције ***ризика***, као могуће реализације неког нежељеног догађаја, односно динамике вероватноће настанка нежељених последица при реалној опасности, еколошки ризик се може дефинисати као вероватноћа угрожавања људи и животне средине у оквиру ***еколошке опасности***.

Степен еколошког ризика је директан показатељ безбедности и анализира се и циљу одређивања могућих штетних последица.

Уопште, најважније питање које се поставња у тзв. еколошкој опасности, је ***степен еколошке безбедности*** транспорта робе која има карактер ″опасне″ материје.

3.1. Процена нивоа еколошког ризика

Еколошки ризик при транспорту опасне робе железницом, подразумева све ризике транспорта који произлазе из делатности припреме за превоз, утовара, самог превоза, истовара, складиштења и уопште манипулације са робом сваке врсте. Он пре свега обухвата истицање токсичних и лако испарљивих гасова и течности и њихово доспевање у атмосферу, воду и земљу, затим пожаре праћене ослобађањем токсичних продуката сагоревања, топлотне радијације, као и експлозије праћене ударним таласом. Његова правилна процена омогућава да се предвиди могуће место настанка акцидента, као и ток одвијања заједно са угроженим зонама и објектима. На основу тога могу се планирати одговарајуће мере реаговања у случају удеса и начини санације.

Да би се проценио ниво еколошког ризика при транспорту опасних материја на одређеном превозном путу, неопходно је извршити детаљно математичко варирање вероватноће учесталости деловања свих идентификованих опасности.То подразумева примену математичких модела, коришћењем посебних алгоритама и методологија прорачуна распростирања токсичних продуката, топлотног флукса и ударног таласа услед пожара и експлозија, облака гасова и пара у атмосфери, продирања загађења кроз тло и његово разблаживање водама ради смањења концентрације. Правилним сагледавањем свих могућих фактора утицаја рачуном вероватноће процењиваће се ризици, при чему ће добијени модели у реалном времену дати слику угрожених зона.

Овај резултат процене ризика, даље ће послужити као база за тип и ниво еколошког осигурања и односиће се увек на неки конкретан превоз опасне материје, а то значи хемијски дефинисане и класификоване у одговарајући разред према (RID) РИД-у, познате количине, на одређеном конкретном превозном путу.

3.2. Еколошко осигурање

Према једној од дефиниција, под ***еколошким осигурањем подразумева се систем утврђених законских мера које имају за циљ спречавање испољавања фактора еколошког ризика на животну средину, а у случају њиховог деловања, накнаду штете учињене предузећима, организацијама или лицима*.***

Како је висину премије осигурања могуће одредити само на основу што реалније процене штете, то и правилно сагледавање утицаја свих фактора ризика из претходне анализе је од великог значаја. При процени штете услед акцидента морају се узети у обзир сви трошкови везано за предузете и планиране мере санације:

- трошкови везани за само настајање акцидента (директни),
- планирани трошкови за санирање последица(индиректни).

Санирање акцидента по правилу трају дуго и везано је за знатне материјалне трошкове, с тим што су индиректни трошкови обично већи и на дужи рок.

4. ЗАКЉУЧАК

Увођењем премије осигурања за еколошко осигурање створиће се законска и нормативна регулатива за прикупљање значајних материјалних средстава, која ће се првенствено користити за решавање нагомиланих еколошких проблема и побољшање безбедности на железници. Пошто је еколошки ризик, као што сам већ истакла, директан показатељ безбедности, то би и висина премије осигурања била у складу са тим. Практично са повећањем безбедности долазило до њеног смањења што је и циљ предложених мера.

Овим се свакако, не ослобађа обавезе предузимања свих превентивних мера и примене прописа, да до акцидента ипак не дође.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Erkut, E. Verter (1998) – Modeling of transport risk for hazardous materials, Operations Research, Vol.46. No.5, pp 625-642,

[2] Vidović M, Miljuš M,Vlajić J.- Risk Minimiation in logistic Processis With Oil products, 6th ICST 2002, Portorož,

[3] Appell –Hazard Identifikacion and Evalution in a Local Comunity, UNEP, Tehnical Repore No.12, 1992,

[4] *Серов; Г.П. – Основи екологического страхованија, МНЗПУ, Москва, 1996,

[5] Živković N, Anđelković B. – Ekološki rizik kao pretpostavka ekološkog osiguranja, Preving, Beograd,1996

ECOLOGICAL SAFETY DURING THE TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS

Radmila POPOVIĆ

SUMMARY: ***During the transport of dangerous materials the proper assessment of the type and level of the ecological risk is the most important as the direct indicator of the ecological safety. Due to that reason it is very important to take in account all relevant factors which have an influence when defining ecological danger during the planning of the transport of dangerous goods which have the character of dangerous materials. Its best possible assessment will make possible to predict as much as closer the place of accident.. This will make the real basis for undertaking the appropriate measures of preventive protection and insurance premium, so called ecological insurance.***

Key words: ***dangerous materials, ecological safety, level of ecological risk, ecological damages, ecological inssurance***

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ТРЕТМАН ОПАСНЕ РОБЕ У ЖЕЛЕЗНИЧКОМ ПРЕВОЗУ И СТАЊЕ НА НАШЕМ ПОДРУЧЈУ КОД ИНСТАЛИРАЊА ПРАВИЛНИКА RID

Милан АНТОНИЈЕВИЋ[1]

Резиме - *У глобалном третману опасне робе у железничком транспорту, основу безбедности чини безусловна примена одредаба међународне регулативе за транспорт опасне робе (RID). Поред тога, неопходно је постојање и адкватне државне регулативе, базиране на основама RID-а, као и пратећих подзаконских аката, неопходних за потпуно инсталирање свих неопходних прописаних безбедносних параметара. Помањкање услова који би омогућили детаљну примену свих одредаба RID-а, у смислу непостојања државне регулативе која би то омогућила, може имати несагледиве последице по општу безбедност транспорта опасне робе, чак и са трагичним последицама. Сва настојања по овом питању, морају бити усмерена на укључивање у савремене европске и светске тенденције које подразумевају апсолутну безбедност у транспорту опасне робе железницом, а поготово то мора бити императив за земље чланице OTIF-а, односно земље које су ратификовале конвенцију KOTIF*

Кључне речи - опасна роба, амбалажа, транспорт, безбедност

1. UVOD

Производња, превоз, складиштење и стављање у промет тзв. ``Опасне робе``, као својеврстан проблем, подразумева и специфичан третман по питању униформне и комплексне регулативе. На питање, шта у таквом третману чини ``подручје важности`` те регулативе, може се рећи следеће:

У међународним оквирима, третирање опасне робе у различитим процесима (производња, превоз, складиштење и стављање у промет исте), је сажето у тзв. ``Правилнику за међународни железнички превоз опасне робе``, тзв. Правилник RID, као дела Конвенције о међународним превозима железницом - KOTIF, а декларисан као додатак Б-``Једнобразних правила о међународном превозу робе железницом - CIP (на подрчјима земаља чланица KOTIF-а, које чине 42 земље из европе, африке и азије, односно земље које су ратификовале конвенцију KOTIF), затим у тзв.``Правилнику за међународни превоз опасне робе у друмском саобраћају, тзв. Правилник ADR, затим у ``Правилнику за Међународни превоз опасне робе унутрашњим воденим путевима, тзв. Правилник ADN,као и за међународни поморски саобраћај, тзв. IMDX-код и у ваздушном саобраћају, тзв. IKAO-ти.

Базирајући се на железнички саобраћај, надлежност за израду, дносно измене и допуне.

Правилника RID, поверена је ``Међувладиној организацији за међународне превозе железницом`` (тзв. OTIF). На нашем подручју, за Правилник RID је задужена Дирекција за железнице при Влади Републике Србије.

2. ТРЕТМАН И ОСОБИНЕ ОПАСНЕ РОБЕ

Правилник RID третира опасну робу искључену из међународног превоза и опасну робу чији је међународни превоз дозвољен, као и пратеће прописе који се односе на класификацију опасне робе, амбалажу, употребу танкова (цистерни), подразумевајући пуњење, превоз и пражњење истих, затим поступке при отпреми опасне робе (обележавање и олиставање пошиљака и средстава за превоз, документацију и разна упутства, дозволе и сл.), прописе о изради, испитивању и дозволама за употребу амбалаже и превозних средстава, као и коришћење превозних средстава.

Опасна роба изазива следеће опасне реакције

- сагоревање и сагоревање уз развој знатне топлоте

[1]Милан АНТОНИЈЕВИЋ, дипл. саобр. инж., Република Србија, Дирекција за железнице Београд, Немањина 6, E-mail: Facko50@eunet.yu

- развијање запаљивих, загушљивих, оксидирајућих и отровних гасова
- стварање нагризајућих материја
- стварање нестабилних материја
- опасан раст притиска.

Опасна роба, својим опасним особинама (експлозивност, запаљивост, отровност, корозивност, растворљивост, испарљивост и радиоактивност) угрожава околину и здравље људи, односно као таква може нанети штету материјалним добрима, биљном и животињском свету и загадити (у мањој или већој мери, па чак и трајно) животну средину.

Нестручан и несавестан поступак при манипулисању са опасном робом, укључујући све сегменте транспорта (припрема за превоз, предаја на превоз, превоз, претовар, предаја примаоцу и истовар) може имати за последицу веома лоше, па и катастрофалне ефекте за људе и околину.

У третману ове проблематике, фигурирају два појма (термина): ″опасна роба″ и ″опасна материја″.

1. појам **″опасна роба ″ -** одговара положају опасне материје у току транспортног процеса када се опасна материја налази у одговарајућој амбалажи или превозном средству. Потребно је да за такве услове буду одређени критеријуми који дефинишу потенцијалну опасност од опасне материје. Њих налазимо у тзв.*″Препорукама Уједињених нација ″*.
2. појам **″опасна материја″** - односи се на саму материју са њеним физичко хемијским особинама утврђених на основу одговарајућих критеријума. Може се такође рећи да и термин ″опасна материја″, са хемијског гледишта, није баш одговарајући за објашњење наведеног појма, већ би прикладнији био термин **″опасна супстанца″**, који се као такав често користи.

Дакле, опасна роба (RID-роба), сама по себи намеће један комплекс лимитирајућих фактора у свом третману, са једним јединим циљем: апсолутно безбедан рад и потпуну заштиту људи и околине.

3. ИНСТАЛИРАЊЕ ПРАВИЛНИКА RID

Динамика промена одредаба Правилника RID намеће, одређене поступке и акције у конкретној примени тих одредаба у пракси, у смислу одговарајућих активности да би се те промене адекватно испратиле.

У комплексној активности инсталирања Правилника RID (реструктуираног и модификованог), битни су следећи кораци:

1. информативно – промотивни,
2. едукативно – потврдни,
3. техничко – конструктивни,
4. технолошко – оперативни.

4. ИНФОРМАТИВНО - ПРОМОТИВНИ

Свака промена, односно, измена или допуна одредаба Правилника RID, благовремено треба бити дистрибуирана корисниCIPa, имајући у виду прелазни период.

Информација о Правилнику RID, односно садржај одредаба у сваком новом издању, мора бити доступна корисницима у што је могуће краћем року. У регионалним оквирима, та информација мора бити прослеђена свим заинтересованим, у сажетом и синтетичком облику, са најавом прелазног периода

Промоција новог издања Правилника RID, у границама прелазног периода, мора бити детаљно припремљена и хронолошки опредељена за сваки сегмент Правилника. Другим речима, корисници одредаба Правилника RID, претходно информисани о ступању на снагу Правилника и о његовом облику, морају добити детаљну представу свих одредаба новог Правилника RID, са упутом на његову примену.

5. ЕДУКАТИВНО – ПОТВРДНИ КОРАЦИ

Даљи корак у инсталирању одредаба Правиника RID у некој одређеној средини (окружењу), је едукација (школовање) о тим одредбама.

Особље предузећа која производе опасну робу, товаре (пуне) и предају на превоз ту робу, превозе опасну робу, претоварају опасну робу, врше истовар опасне робе, складиште је и користе је у процесу производње, или је без прераде стављају у промет, морају, у вези са конкретним захтевима које поставља Правилник RID, у делокругу свог рада, да буде одговарајуће подучено о одредбама тог правилника:

- **Уводно**, што представља упознавање са општим одредбама Правилника RID,
- **Усмерено на задатке**,које подразумева детаљније подучавање о прописима којки регулишу манипулацију опасном робом,
- **О безбедности**, везано за заштиту живота и околине.

Посебно се спроводи подучавање за радиоактивне материје, тамо где је то неопходно.

Како би се све промене (измене и допуне) Правилника RID, актуелизовале, подучавање се мора допуњавата периодичним подучавањем, са циљем допуне раније пренетих садржаја.

Ово подучавање мора изводити стручно оспособљена и за то призната установа, што значи, да га морају изводити за то стручно оспособљени кадрови.

Финализација стручне обуке подразумева, као

својеврсну потврду такве делатности, издавање одговрајућег Уверења о том подучавању.

Овиме је само је у једном сегменту испуњен услов који је Правилник RID прописао. Именовањем тзв. ``Саветника за безбедност`` (једног, или више њих), у потпуности се испуњавају сви захтеви Правилника RID.

6. ТЕХНИЧКО – КОНСТРУКТИВНИ КОРАЦИ

Опремање манипулационих места за RID робу, изискује комплетно техничко- конструктивно решење усклађено са одредбама Правилника RID и државним законима и подзаконским актима.

На нашим просторима, недостатак средстава за опремање манипулационих места сходно одредбама RID-а, као и занемаривање обавеза у већини фирми које су обавезне да имају обучено особље по RID-у, у многоме минимизирају све подухвате и настојања на потпуној примени одредаба Правилника RID.

7. ТЕХНОЛОШКО – ОПЕРАТИВНИ КОРАЦИ

Целокупан манипулативни систем за RID робу, у свом комплексном издању, мора бити стриктно технолошки дефинисан и опредељен. Технологија рада са опасном робом мора бити, безрезервно, подређена свим захтевима безбедности, савремена и економски оправдана (ово није најбитније за RID робу, али је пожељно).

Систем као такав, мора бити оперативан, односно сврсисходан и адекватан намени.

8. САВЕТНИК ЗА БЕЗБЕДНОСТ RID

Свако предузеће чија делатност обухвата превоз опасних роба железницом или са тим повезан утовар, истовар, пуњење, паковање и сличне манипулције, мора да именује једног, или више САВЕТНИКА ЗА БЕЗБЕДНОСТ У ПРЕВОЗУ ОПАСНЕ РОБЕ, чији се задатак састоји у минимизирању ризика од акцидента, у ширем смислу.

У суштини, под одговорношћу руководиоца предузећа, његов задатак се састоји да, у оквиру делатности предузећа, истражује средства и путеве за оптимизацију безбедоносних фактора у раду са опасном робом, а у циљу заштите живота људи и околине. Ту се подразумева и стручно унапређење учесника у манипулацији са опасном робом, у виду школовања и периодичног испитивања. За ове делатности, мора устројити сарадњу и са стручним лицима и екипама ван предузећа, ако за поједине операције и интервенције у превентивним мерама,или мерама при акциденту и санацији акцидента, нема таквих експерата у свом предузећу.

Саветник за безбедност за опасну робу, мора поседовати важеће сведочанство о школовању, издато од надлежног државног органа, или од тог органа овлашћене институције.

Због непостојања овлашћене организације од стране државног органа и одговарајуће регулативе, како за подучавање радника који манипулишу опасном робом, тако и Саветника за безбедност RID, тренутно на нашој територији није могуће спровести ову одредбу Правилника RID.

9. УМЕСТО ЗАКЉУЧКА

Као још један драстичан пример немогућности потпуне примене свих одредаба Правилника RID на нашем подручју, је и не регулисано питање изградње, опремања, обезбеђења и заштите од спољних утицаја манипулационих места за опасну робу, у станицама и на индустријским колосе CIP-а. За решавање овог проблема нису испуњени захтеви по Правилнику RID, из разлога што код нас не постоји адекватна регулатива. Овом приликом, није ни потребно нагласити какаве штете могу настати због овога, како по живот, тако и по животну околину

Не постојање савременог и актуелног Закона о превозу опасних материја, базираниог на одредбама које би омогућиле несметану и брзу примену Правилника RID у свим његовим сегментима, као и пратећих подзаконских аката, онемогућава потпуно инсталирање Правилника RID на нашим просторима. Локална регулатива на железници, произишла из одредаба Правилника RID, донекле компензира овај недостатак, али само на локалном нивоу.

Данас смо, дакле, суочени са чињеницом да на нашем подручју одредбе Правилника RID, које смо у обавези да применимо у потпуности, не функционишу због помањкања регулативе за обезбеђење услова инсталирања тих одредаба. Последице оваквог стања, не само по питању испуњења позитивних еколошких параметара, већ и по питању економских ефеката, не само код превозника (железница), већ и за целокупну Српску привреду (у опште), могу бити несагледиве и тешко надокнадиве. Рокови за испуњење свих захтева по одредбама међународне регулативе за опасну робу, одавно су потрошени и неопходно је деловати ″одмах″. Држава мора, поред обезбеђења техничких услова за примену свих одредаба Правилника RID, да по хитном поступку стави у процедуру планирање и обезбеђење материјалних средстава, како за краткорочно деловање (одмах), тако и за дугорочн деловање. Само на тај начин бићемо у могућности да се укључимо, у потпуности, у сва савремена

стремљења међународног саобраћаја и створимо услове да се трајно нађемо уцртани на европској саобраћајној мапи.

ЛИТЕРАТУРА

[1] OTIF, Правилник за међународни железнички превоз опасне робе (RID), Берн, 2005.,
[2] Милан Антонијевић, "ПРЕВИНГ"-Зборник радова, "Превенција и заштита код превоза опасних роба железницом", Београд, 2003.,
[3] Gerhard Mayer, Rail Cargo Austria, "ИНКОЛ"-Зборник радова, "Безбедносна превентива код Rail Cargo Austria", Нови Сад, 2005.

TREATMENT OF THE DANGEROUS GOODS AND SITUATION IN OUR REGION REGARDING THE INSTALLATION OF RID

Milan ANTONIJEVIĆ

Abstract: In the overall treatment of the dangerous goods transported by rail, the ground for safety is unreserved application of the provisions of the Regulations governing the international carriage of dangerous goods by rail (RID). To make it possible, it is necessary to have adequate and updated regulations on the state level, as well as the supporting by-laws which regulate the installment of the safety parameters in more detailed way. The lack of the legal base for the full application of RID directly endangers general safety of the dangerous goods transport and can have immense consequences regarding the fatalities and environment, even with the disastrous effects. Inclusion in the contemporary aspiration relating to carriage of dangerous goods by rail, which includes absolutely safety and continuously controlled transport, means full application of the international regulations and specially it must be obligation for the country which is a member of OTIF and which ratified COTIF.

Key words: Dangerous Goods, Package, Transport, Safety

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

МОГУЋИ АСПЕКТИ УНАПРЕЂЕЊА ПРЕВОЗА СПЕЦИЈАЛНИХ ТЕРЕТА ЖЕЛЕЗНИЦОМ

Драгутин ЈОВАНОВИЋ[1]

Резиме *– Превоз специјалних терета железницом је процес високог ризика. Као такав ослања се на низ комплексних и међусобно зависних техничких, технолошких и организационих компонената. Успешно превожење специјалних терета подразумева потпуну ангажованост свих расположивих ресурса инфраструктуре и тесну повезаност са надлежним институцијама ван железнице. У раду се сагледавају основне могућности унапређења превоза специјалних терета железницом. Са тим циљем се даје дијаграм тока као једна од могућих метода и техника унапређења квалитета превозне услуге, посебно за предимензионисане терете а посебно за опасне материје.*

Кључне речи – унапређење, квалитет, услуга, превоз, железница.

1. УВОД

Железница својим функционисањем пружа услуге превоза ради задовољења захтева корисника. Захтеви корисника су усмерени ка услузи одговарајућег квалитета. Квалитет услуге условљен је бројним техничко-технолошким и економским параметрима. Са друге стране квалитет услуге зависи и од многих субјективних оцена и очекивања корисника услуге.

Железница сходно својим техничко-технолошким карактеристикама има способност пружања услуге превоза специјалних терета. Под њима се подразумевају опасне материје и терети који су предимензионисани по маси и запремини, односно то су сви они терети чији утовар, превоз, истовар или претовар, обзиром на железничке капацитете, изазива нарочите потешкоће и који се могу примати на превоз само под посебним техничким и експлоатационим условима.

Превоз специјалних терета железницом је процес високог ризика. Као такав ослања се на низ комплексних и међусобно зависних техничких, технолошких и организационих компонената. Са аспекта железнице, као превозника, превожење специјалних терета укључује потпуну ангажованост свих расположивих ресурса инфраструктуре и подразумева тесну повезаност са надлежним институцијама ван железнице.

Организовање превоза специјалних терета железницом је процесна функција којом се проналазе поступци, организацијска структура и остварује припрема за извршење планираног превоза. Оно представља један од главних потпроцеса управљања превозом специјалних терета железницом.

У раду се разматрају могући аспекти унапређења процеса превоза специјалних терета. Тежиште се усмерава на одређене инжињерске методе и технике унапређења самог процеса превоза односно квалитета железничке превозне услуге. Посебно се обрађује дијаграм тока који у суштини представља технику графичког приказивања одвијања одређеног процеса.

2. УСЛУГА ПРЕВОЗА СПЕЦИЈАЛНИХ ТЕРЕТА ЖЕЛЕЗНИЦОМ

Специјалним теретима, за потребе овог рада, сматрају се терети који се на превоз примају под одређеним условима, чије превожење изазива нарочите потешкоће и може угрозити људе и околину. Њима припадају опасне материје и предимензионисани терети.

Предимензионисани терети су углавном предимензионисани по маси и запремини, односно то су сви они терети чији утовар, превоз, истовар или претовар, обзиром на железничке капацитете, изазива нарочите потешкоће и који се могу примати на превоз само под посебним техничким и експлоатационим условима. Такви терети на железници познатији су под удомаћеним називом "нарочите пошиљке" (НП).

За конкретније сагледавање потенцијалне

[1] Др Драгутин Јовановић, редовни професор, пуковник ВС, Министарство одбране, Управа за школство, Ул. Павла Јуришића Штурма бр. 1. 11000 Београд, e-mail: joviki@net.yu

опасности при раду са неком опасном материјом (ОМ), потребно је анализирати и њене физичко-хемијске особине. У принципу за класификацију ОМ важне су следеће особине: агрегатно стање, вискозитет, густина, напон паре, температура кључања, температура топљења, температура запаљивости, температура самозапаљења, границе експлозивних смеша, реактивност у односу на друге материје, итд.

У процесима репродукције ОМ се појављују на више места: у производњи, претовару, транспорту (превозу), складиштењу и потрошњи. У свакој од ових фаза постоје одређене специфичности како у погледу изложености живе и неживе материје дејству ОМ, тако и у погледу степена потенцијалне опасности, што изискује потребу за применом различитих мера заштите.

У процесима претовара, транспорта и складиштења присутан је виши степен потенцијалне опасности од дејства ОМ него у процесима производње и потрошње. У току претовара, транспорта и складиштења је веома изражен ризик од настанка нежељених ефеката ОМ, а степен угрожености људи и животне средине је врло висок.

У току транспортовања ОМ, због наведених потенцијалних опасности, мора се посветити посебна пажња. Сва лица која учествују у транспортном процесу као и друга лица која се могу наћи у зони потенцијалног дејства ОМ у току њиховог транспортовања, су изложена могућим појавама нежељених последица. Последице могу настати услед акцидената у току транспортовања, и њима су изложени атмосфера, водотоци и остали елементи околине и то на релативно већим удаљеностима од места настанка акцидента.

3. ПРИМЕНА ДИЈАГРАМА ТОКА ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ КВАЛИТЕТА ПРЕВОЗА СПЕЦИЈАЛНИХ ТЕРЕТА

Методе и технике унапређења квалитета железничке услуге до сада нису довољно обрађиване.

Једна од њих је и дијаграм тока. То је у суштини техника графичког приказивања одвијања одређеног процеса. Циљ графичког приказивања може бити снимање постојећег процеса и добијање јасне слике стварног његовог одвијања ради добијања подлоге за детаљну анализу процеса и евентуално унапређење. Поред тога, дијаграм тока може се користити као подсетник, односно кратко радно упутство, за извођење процеса.

У приказивању дијаграма тока користе се стандардни симболи алгоритамског програмирања. Примена дијаграма тока се препоручује при изради докумената система квалитета сагласно захтевима стандарда серије ISO 9000. Сваки процес који се састоји из више активности а који треба да се пропише документом система квалитета, упутно је да се уз текстуални опис потпомогне и дијаграмом тока.

Организовање превоза предимензионисаних терета, односно "НП" железницом је процесна функција којом се проналазе поступци, организацијска структура и остварује припрема за извршење планираног превоза. Оно представља један од главних потпроцеса управљања превозом "НП".

Организовање и планирање превоза "НП" као два потпроцеса су уједно и основне фазе процеса управљања превозом. У оквиру планирања одређују се циљеви превоза и задаци који се тиме желе постићи, а у оквиру организовања логичка структура свих активности и ресурса, која треба да омогући реализацију планираног превоза.

Почетак процеса организовања превоза "НП" железницом је захтев за превозом. На крају процеса је реализација самог превоза.

Редослед активности у процесу организовања превоза "НП" железницом, дат на слици 1, је следећи:

1. Подношење захтева за превоз "НП"; активност обавља корисник услуге, а излазни документ је "пријава за превоз";
2. Разматрање захтева - испитивање могућности превоза; ову активност обављају стручни железнички органи сагледавајући техничку документацију конкретне пруге и специјалних кола која ће бити употребљена за најављени превоз. Уз то се користе подаци, односно упутства и инструкције из Правилника 62 и 91 и Упутства 90, 63, 65 и 65-а. Излазни документ су услови превоза. Уколико се захтев због техничких или експлоатационих сметњи не може испунити, односно "НП" не може примити на превоз;
3. Подносилац захтева се обавештава о томе уз потребна образложења. Ако се "НП" може примити на превоз под дефинисаним условима које корисник услуге не може прихватити, о томе обавештава ЖТП (железницу) и тада се процес завршава, а ако корисник услуге прихвати услове превоза тада се иде на наредну активност;
4. Обавештење отправног ЖТП о прихватању услова превоза; активност обавља корисник услуге, а излазни документ је обавештење – телеграм;
5. Обавештење о предстојећем превозу "НП"; активност обавља отправно ЖТП обавештавајући о престојећем превозу следеће железничке органе: отправну станицу, све успутне станице, саобраћајно-транспортне

јединице, јединице за вучу возова, техничку колску службу, јединице за одржавање пруга и електротехничку службу. Излазни документ је обавештење – телеграм;

6. Наручивање потребних кола у утоварној станици: активност обавља корисник услуге а излазни документ је наруџбеница;
7. Утовар "НП"; активност обавља корисник услуге који благовремено пријављује отпремној станици почетак утовара и време спремности за преглед од стране стручног железничког особља;
8. Преглед и пријем "НП" на превоз; активност обавља стручно особље ЖТП-а а излазни документ је обавештење отпремног ЖТП-телеграм. Уколико се при прегледу утврди да "НП" не испуњава одређене услове тада се отклањају пропусти и недостаци након чега се поново обавља преглед. Ако "НП" испуњава одређена услове иде се на следећу активност;
9. Превожење; активност обавља железница и са њеним завршетком процес организовања превожења "НП" железницом се завршава.

4. ЗАКЉУЧАК

Квалитет услуге превоза специјалних терета у железничком саобраћају и транспорту може и мора се планирати и непрекидно унапређивати. То питање данас, у времену прилагођавања европском железничком систему и његовим стандардима, заслужује посебну пажњу.

Са тим циљем у раду су сагледани основни елементи унапређења превоза предимензионисаних терета и опасних материја у железничком саобраћају.

Унапређење превоза специјалних терета железницом, односно железничке услуге посматрано је као комплексан процес који је, пре свега, усмерен на испуњавање захтева квалитета. У склопу тога предвиђене су одређене мере побољшања квалитета а тиме и повећања ефективности и ефикасности пружања услуге.

Дијаграм тока је само једна од метода и техника унапређења превоза специјалних терета железницом. Она као техника пружа могућност графичког приказивања процеса планирања и организовања превожења. Тиме се ствара подлога за унапређење самог процеса а уједно се користи као сажето радно упутство за извршење процеса планирања и организовања превожења специјалних терета железницом.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Јовановић, Д.: ”Могућност унапређења квалитета железничке транспортне услуге”, Управљање квалитетом и поузданошћу DQM-2003, зборник радова, стр. 189-194, Београд, 2003.

[2] Јовановић, Д.: “Могућност унапређења квалитета превоза опасних материја железницом”, Управљање квалитетом и поузданошћу DQM-2004, зборник радова, стр. 189-195, Београд, 2004.

[3] Јовановић, Д.: “Управљање квалитетом услуге у железничком саобраћају и транспорту”, XI научно-стручна конференција о железници **ЖЕЛКОН 04**, зборник радова, стр. 261-264, Ниш, 2004.

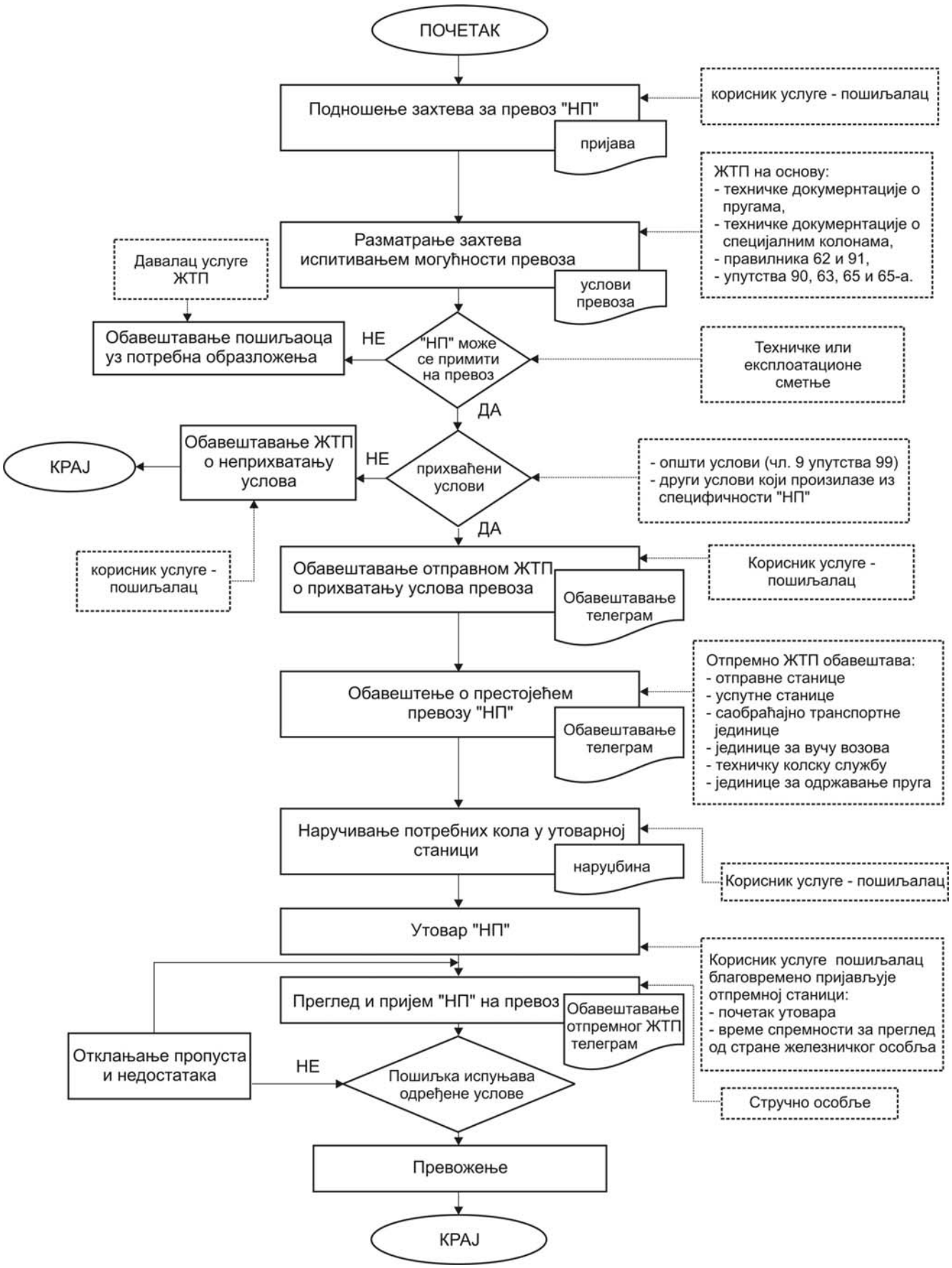
[4] Југословенски стандард, Систем менаџмента квалитетом – захтеви, ISO 9000, 9001, Савезни завод за стандардизацију, Београд, 2001.

POSSIBLE ASSPECTS OF UPGRADING THE TRANSPORT OF SPECIAL CARGO ON THE RAILWAY

Dragutin JOVANOVIĆ

***Resume:** Transportation of special cargo on the railway is a high-risk process. As such it relies on a series of complex and co-related technical, technological and organizational components. A successful transport of special cargo includes a complete engagement of all available infrastructure resources and a close connection with institutions outside the railway. During the process we observe the basic possibilities of upgrading the transport of special cargo via the railway. That being the goal, a flow diagram is given as one of the possible methods and techniques for improving the quality of the transport service, especially for oversized cargo, and even more for hazardous materials.*

***Key words:** improving, quality, service, transportation, railway*.



Слика 1. Дијаграм тока поступака организовања превоза нарочитих пошиљака железницом

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

SPECIJALNA ŽELEZNIČKA KOLA ZA INTERVENCIJE KOD VANREDNIH DOGAĐAJA NA PRUZI

Vladimir ALEKSANDROV [1]
Vojislav VUKADINOVIĆ [2]

Rezime *Apsolutna bezbednost u železničkom, kao i u ostalim vidovima saobraćaja ne postoji, te su vanredni događaji na pruzi neminovnost. Posledice vanrednih događaja mogu biti različitog stepena težine. U slučaju vanrednog događaja najbitnije je što pre stići do mesta događaja na pruzi sa" tehnikom" i ljudstvom za intervencije u takvim prilikama. Predmet ovog rada je, upravo, predlog idejnog rešenja specijalnih železničkih kola za intervencije kod vanrednih događaja na pruzi.*

Ključne reči – železnica, vanredni događaji, železnička kola

1. UVOD

Bezbednost saobraćaja predstavlja najznačajniji faktor funkcionisanja železnice u svim uslovima. Apsolutna bezbednost u železničkom saobraćaju ne postoji. Ugrožavanje bezbednosti železničkog saobraćaja manifestuje se tzv. vanrednim događajima na železnici. Pod vanrednim događajem se podrazumeva udes u kome je jedno ili više lica poginulo ili povređeno, ili je izazvana veće materijalna šteta, ili nezgoda u kojoj je došlo do prekida, ugrožavanja ili otežavanja železničkog saobraćaja [4].

Uzroci vanrednih događaja mogu biti elementarne nepogode, lični propusti učesnika u saobraćaju i tehnička neispravnost železničkih vozila ili železničke infrastrukture. Posledice vanrednih događaja mogu biti različitog stepena težine: usmrćenje ili teže i lakše povrede ljudi, prekid saobraćaja, uništenje ili oštećenje transportnih kapaciteta ili tovara [4].

Tehničko stanje vozila stalno se menja u toku njegove eksploatacije i sa porastom „trčanja" pogoršavaju se dinamičke karakteristike vozila i njegova dalja eksploatacija postaje sve nesigurnija. Službe održavanja i pored najpažljivijeg i najsavesnijeg rada ne mogu odstraniti uticaj nekih faktora (starenje materijala, korozija, uslovi eksploatacije) na pojave neispravnosti vozila u eksploataciji što dovodi do otkaza u radu pojedinih delova, sklopova, uređaja i sistema na vozilu [2],[3].

Dodajući prednjim faktorima i ljudski faktor, može se zaključiti da su vanredni događaji neminovnost, u manjoj ili većoj meri. U takvim slučajevima ne preostaje ništa drugo do preduzimanja hitnih mera za otklanjanje ili ublažavanje posledica vanrednih događaja, što je nemoguće bez dobro organizovanih i obučenih ekipa radnika opremljenih adekvatnom opremom [3].

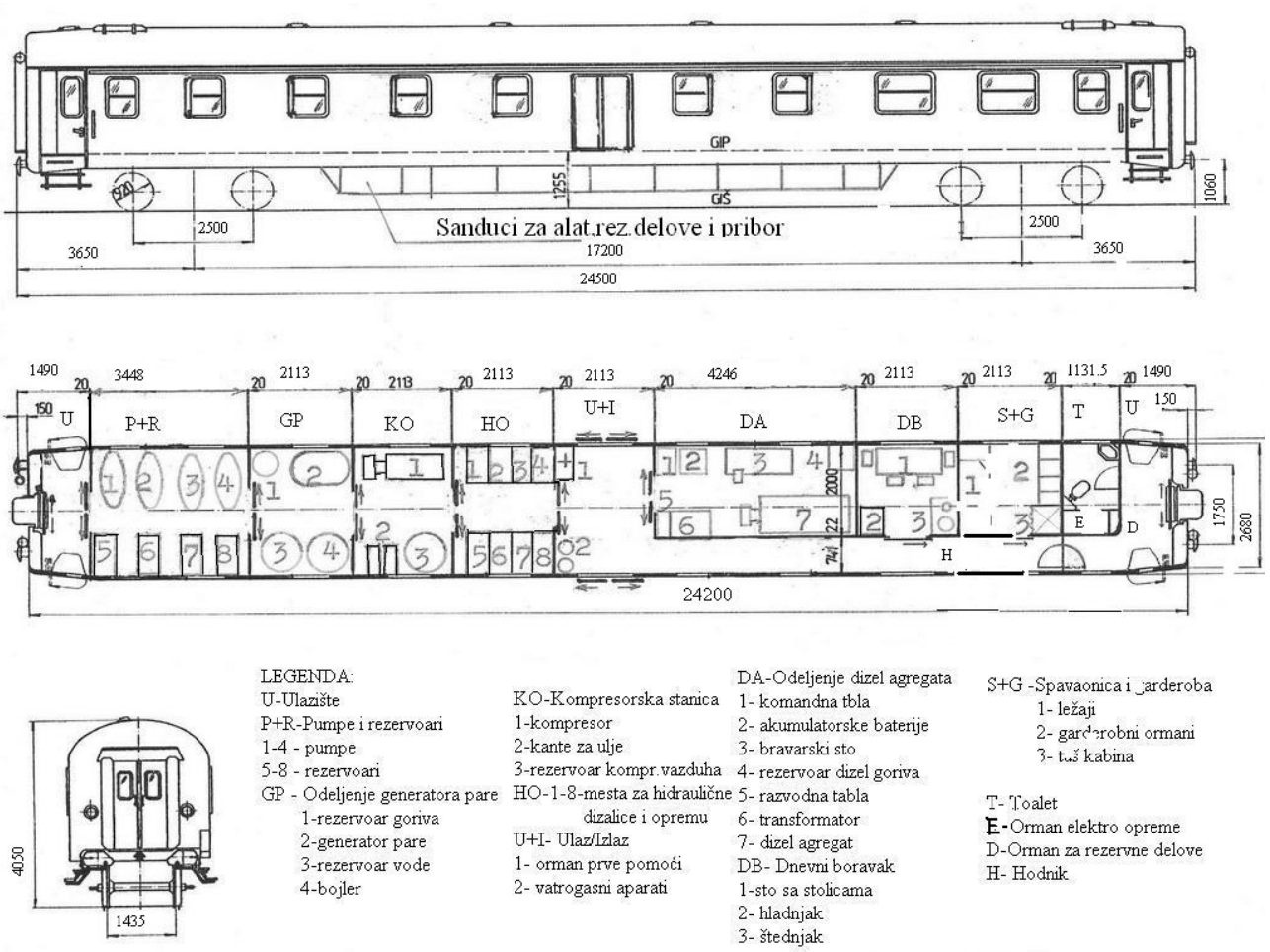
U nastavku ovog rada biće, uglavnom, reči o specijalizovanim železničkim vozilima, odnosno kolima za intervencije kod vanrednih događaja na

2. VRSTE VANREDNIH DOGAĐAJA I OSNOVNI PRINCIPI OTKLANJANJA VANREDNIH DOGAĐAJA

Vanredni događaji mogu biti različite prirode i različitog stepena težine. Uzroci vanrednih događaja mogu biti: elementarne nepogode (zemljotresi, poplave, odroni zemljišta, snežne lavine, orkanski vetrovi i sl.), lični propusti voznog, vozopratnog i ostalog osoblja (puštanje u eksploataciju neispravnog vozila, nestručno rukovanje uređajima i sistemima na vozilima, nepridržavanja propisa za eksploataciju vozila u toku vožnje), nepažnja trećih lica (zaprečavanje pruga, nekontrolisan prelaz preko pruga i sl.) i tehnička neispravnost železničkih vozila ili železničke infrastrukture. Ovi poslednji uzroci su najčešći i ujedno najopasniji po bezbednost i sigurnost saobraćaja. Posebno se ističu neispravnosti i nepravilno rukovanje kočnicama voza, neispravnost trčećeg stroja vozila u sastavu voza, lomovi i promena geometrijskih mera gornjeg stroja pruga itd.

Posledice prednjih uzroka vanrednih događaja mogu biti od najlakših (zastoj u saobraćaju) do najtežih (iskakanje vozila iz šina i prevrtanje istih).

[1]Vladimir Aleksandrov, dipl.maš.inž., 11000 Beograd, Prote Mateje 40a, e-mail:valeksandrov@sbb.co.yu
[2]Vojislav Vukadinović,dipl.maš.inž.,Beograd,Bul.Kralja Aleksandra 151,vojislav.vukadinovic@gmail.com



Slika 1. Dispozicija specijalnih železničkih kola sa rasporedom odeljenja i opreme

Ove posledice mogu biti čak katastrofalne-sa usmrćenjem ili teškim traumatološkim povredama putnika i železničkog osoblja. U slučaju udesa teretnih vozova, psebno maršrutnih za prevoz goriva i drugih zapaljivih ili opasnih materija, može doći do dugoročnog ekološkog zagađenja, a nisu isključene i ekološke katastrofe. No, bez obzira na uzrok, otklanjanju posledica vanrednih događaja se mora hitno, organizovano, odgovorno i stručno pristupiti. Obzirom na prirodu železničkog saobraćaja vanredni događaji se, najčešće, dešavaju na pruzi sa veoma čestim iskakanjem i prevrtanjem vozila, a u zavisnosti od konfiguracije terena i do nekontrolisanog tumbanja vozila sa nesagledivim posledicama po putnike i osoblje. Najprirodniji, a ponekad i jedini, put da se do mesta nesreće dođe je prugom. Ova činjenica nameće, kao imperativ, postojanje ili konstruisanje takvih železničkih vozila opremljenih nužnom opremom za intervencije na licu mesta udesa ili nesreće. Kako je pak priroda udesa unapred nepoznata, to su i posledice nepredvidive, te i mere za njihovo saniranje veoma kompleksne. Nemoguće je u jednom železničkom vozilu objediniti i fizički smestiti svu neophodnu opremu za intervencije na terenu, na licu mesta udesa. Kompleksnost uzroka i posledica vanrednih događaja nameće jedno, ne toliko racionalno koliko neophodno, rešenje-projektovanje, konstruisanje, izrada i opremanje specijalnih interventnih vozova, sastavljenih iz više jedinica[3]. Mnogo racionalnije rešenje, a ipak dovoljno univerzalno i opremljeno najneophodnijom opremom za intervencije kod udesa na pruzi, čini se, po mišljenju autora, konstruisanje specijalnih železničkih kola za intervencije, čije idejno rešenje sa tehničkim opisom sledi u narednoj tački.

3. IDEJNO REŠENJE SPECIJALNIH ŽELEZNIČKIH KOLA ZA INTERVENCIJE KOD VANREDNIH DOGAĐAJA NA PRUZI

Na slici 1. prikazano je idejno rešenje jednih specijalnih železničkih kola za intervencije kod vanrednih događaja na pruzi-predlog autora ovog rada. Dobrim poznavaocima železničkih kola je jasno sa slike da se radi o predlogu rekonstrukcije jednih putničkih kola tipa Y serije AB, koja bi bila opremljena specijalnom opremom prilikom jedne od opravki. Zbog ograničenog obima ovog rada biće izbegnut tehnički opis kola tipa Y, serije AB, a

zainteresovani čitaoci se upućuju na literaturu [1]. O remontu, rekonstrukciji i modifikaciji putničkih kola tipa Y, serije AB – videti detaljnije u literaturi [2].

Dakle, predlog autora je da se kod jedne od redovnih opravki (VO-velika opravka) izvrši rekonstrukcija i modifikacija istih shodno idejnom rešenju prikazanom na slici 1. Na slici je prikazana dispozicija predloga rekonstrukcije kola sa novim rasporedom odeljenja i opremom navedenoj u legendi ispod slike. Već na prvi pogled se vidi da je reč o radikalnim promenama u unutrašnjosti kola, značajnoj promeni spoljnjeg izgleda kola, kao i dodatnoj opremi ispod poda kola, a sve u smislu nove namene kola zadržavajući, skoro u potpunosti, prvobitni oblik donjeg postolja kola, trčećeg stroja kola, ulazišta i bočnih(ulaznih) vrata, vlačne i odbojne spreme, sistema kočnica, sistema grejanja i osvetljenja, zadržavanje u potpunosti jednog od toaleta, krova kola, kostura i spoljne oplate kola(sa manjim izmenama). Neki od pregradnih zidova odeljaka se zadržavaju u celini, a drugi su rekonstruisani uz istovremeno otvaranje na njima prolaznih dvokrilnih kliznih vrata. Novina je, takođe, otvaranje spoljnih bočnih dvokrilnih kliznih (ili višedelnih preklopnih) vrata sa obe bočne strane kola, negde po sredini kola. Na levoj strani kola ukida se hodnik, čime se postiže povećanje radne površine novih odeljenja. Ispod poda kola, pored postojeće podpodne opreme grejanja, osvetljenja i kočnica, predviđa se ugradnja sanduka za smeštaj specijalne opreme, alata, rezervnih delova i pribora.

Oprema odeljenja izabrana je tako da ova specijalna kola dobijaju na univerzalnosti istih (za intervencije i na putničkim i na teretnim kolima – posebno cisterni, kao i na svim serijama vučnih vozila koja su doživela udes na pruzi). Oprema u energetskim odeljenjima kola (GP, KO, DA) zadovoljava potrebe kola svim energentima za duži period bavljenja na pruzi (i u intervenciji) nezavisno od vučnog vozila kao izvora energije (čije prisustvo i nije potrebno za vreme rada interventnih kola na pruzi). Odeljenje (P+R) predviđeno je za pretakanje i skladištenje preostalih tečnih tereta iz, eventualno, prevrnutih i oštećenih kola-cisterni, čime se umanjuje ili sprečava ekološko zagađenje mesta udesa. Ipak, osnovno (udarno) odeljenje kola je odeljenje sa hidrauličnom opremom (HO) za uspravljanje i postavljanje na kolosek prevrnutih vozila. Ovde je reč o veoma specifičnoj, sofisticiranoj, skupoj i pouzdanoj, a ujedno malogabaritnoj hidrauličnoj opremi (sistema LUKAS ili slično). To su, pre svega, hidraulične pumpe, hidraulični cilindri i razna druga pokretna i nepokretna oprema kojom se veoma brzo, pouzdano i sa malim brojem radnika (ali specijalno obučenih) postiže vraćanje prevrnutih vozila na kolosek (pod uslovom da nisu do te mere havarisana da je to besmisleno). Detaljniji opis hidraulične opreme i tehnologije rada sa njom nije predmet ovog rada. Rad na terenu u ovakvim situacijama je veoma naporan (skoro iscrpljujući), te je posebna pažnja posvećena uslovima za duži boravak radnika-poslužilaca uvođenjem odeljenja (DB) i (S+G).

Interventna kola se mogu dopremiti do mesta udesa bilo kojim vučnim vozilom ili uvrstiti u sastav redovnih vozova (poželjno na kraju vozne kompozicije), a njihov dalji boravak i rad na licu mesta nije više vezan za prisustvo vučnog vozila jer se, dodatnom energetskom instalacijom, kola snabdevaju energentima iz svojih, sopstvenih izvora (generatora pare, kompresora, dizel agregata).

Na kraju, napominje se da je ovde reč o idejnom rešenju a ne o idejnom ili glavnom projektu u toku čijih, eventualnih, izrada će mnoge stvari biti detaljnije definisani sa, razumljivo, neophodnim izmenama i dopunama.

4. ZAKLJUČAK

Vanredni događaji na železnici su, nažalost, neminovnost. Veoma je bitno da se u tim slučajevima preduzmu hitne mere za otklanjanje ili bar ublažavanje posledica udesa. Pored ljudstva u udesima stradaju i železnička vozila, i teret, i železnička infrastruktura. Ekonomski interes zahteva što pre saniranje posledica udesa i osposobljavanje pruge za redovan saobraćaj. Ipak, najbitnije u takvim situacijama je spasavanje unesrećenih lica. U većini slučajeva u takvim situacijama neophodna je adekvatna tehnička oprema za uklanjanje isklizlih ili prevrnutih kola sa pruge. Autori ovog rada smatraju da bi jedna ovakva specijalizovana kola, čije idejno rešenje predlažu u svom radu, mogla udovoljiti maksimalno različitim zahtevima izazvanih vanrednim događajima. Ukoliko su ovim radom zaintrigirali odgovarajuće službe na železnici i proizvođače, odnosno remontere železničkih kola, autori će biti više nego zadovoljni i sa zahvalnošću će prihvatiti eventualne predloge i sugestije za poboljšanje svog rešenja.

LITERATURA

[1] Aleksandrov V., „Železnička vučena vozila“, „Želnid“, Beograd,2000.

[2] Aleksandrov V., „Održavanje železničkih vozila“, „Želnid“, Beograd,2000.

[3] Aleksandrov V., „Idejno rešenje pomoćnog voza za intervencije na železničkim vozilima na pruzi u slučajevima vanrednih događaja“, Zbornik radova sa savetovanja „Saobraćaj u vanrednim uslovima“, Viša železnička škola Beograd, Beograd, 2006.

SPECIAL RAILWAY WAGON FOR INTERVENTIONS IN SPECIAL EVENTS

Vladimir ALEKSANDROV
Vojislav VUKADINOVIĆ

Abstrac t -Absolute safety on railway, and in other means of transportation doesn`t exist. Therefore, special events are unavoidable. Consequences differentiate in degree of difficulty. It`s imperative to move „technique“ and manpower for this operation to place where the event occurred. Topic of this paper is principle solution for special railway repair wagon for interventions in special events.

Key words- railway, special events, wagon

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

SPREMNOST POMOĆNOG VOZA ZA BRZO I EFIKASNO UBLAŽAVANJE POSLEDICA PROUZROKOVANIH VANREDNIM DOGAĐAJEM

Čedomir MITIĆ[1]
Slobodan GOJKOVIĆ[2]

Rezime *– Železnički saobraćaj je složen sistem, pa njegovo funkcionisanje zahteva određeni nivo organizacije rada i saobraćaja. Rad ukazuje na ulogu i značaj formiranja pomoćnih vozova, kako bi se smanjile posledice vanrednih događaja i u što kraćem vremenu uspostavio redovan i bezbedan saobraćaj. U radu se razmatraju: Pomoćni vozovi; Rangovi pomoćnih vozova i njihov sastav; Oprema pomoćnih vozova; Posada pomoćnog voza; Priprema i izlazak pomoćnog voza; Putovanje pomoćnog voza; Postupak pri radu na mestu udesa; Spasavanje nastradalih lica; Uspostavljanje saobraćaja.*

Ključne reči – železnički saobraćaj, pomoćni voz, vanredni događaji, bezbednost.

1. UVOD

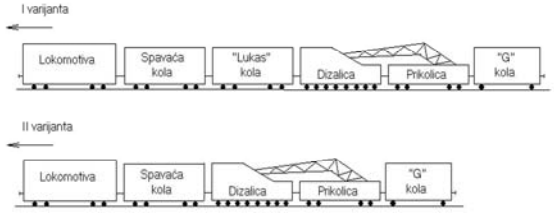
Problemu bezbednosti železničkog saobraćaja poklanja se naročita pažnja i primarni je zadatak onoga ko organizuje i obavlja prevoz. Uloga železničkog saobraćaja u privrednom životu svake zemlje, pa i naše, je vrlo značajna. Uvođenjem savremene tehnike, kao i opreme i primenom odgovarajućih metoda u organizaciji prevoza roba i putnika postiže se i željeni kvalitet u tom procesu. Položaj železničkih organizacija u vršenju procesa prevoza putnika i robe je vrlo delikatan. Zato želimo da podvučemo da je bezbednost ljudskih života i materijalnih dobara jedan od osnovnih i najvažnijih zadataka železničkih organizacija. Međutim ta bezbednost, pri prevozu, nije nikada apsolutno potpuna, ona može biti samo relativna. Osnovni uzroci narušavanja bezbednosti železničkog saobraćaja leže pre svega u nesavršenosti ljudskog rada i mogućnosti grešaka u radu kao i u organizaciji izvršenja prevoza. I pored svih mera koje se preduzimaju u cilju eliminisanja uzroka vanrednih događaja oni se ipak dešavaju. Prema tome ostaje da zaključimo: Izvesno je da će se vanredni događaji i u budućnosti dešavati u manjem ili većem broju, iz prostog razloga, što je mnogo faktora koji utiču na to i stoga je nemoguće eliminisati ih. Međutim, pošto ne možemo u potpunosti isključiti njihovu pojavu, u daljem toku aktivnosti činićemo ono što možemo, a to je naša maksimalna angažovanost na smanjenju uticaja vanrednih događaja na redovnost železničkog saobraćaja putem smanjenja vremena intervencije u toku raščišćavanja posledica vanrednih događaja, kvalitetnijom organizovanošću kao i modernizacijom opreme pomoćnog voza.

2. POMOĆNI VOZ

Radi što bržeg i što bezbednijeg uklanjanja posledica vanrednog događaja na pruzi, kada se on već dogodi, formiraju se i organizuju pomoćni vozovi. Pomoćni voz opremljen je obučenim i mobilnim ljudstvom, savremenim i ispravnim alatom, priručnim alatom i materijalom potrebnim za podizanje – dizanje na kolosek iskliznih voznih sredstava, kao i brzo i hitno osposobljavanje oštećenih vozila radi uklanjanja sa mesta vanrednog događaja i stvaranja uslova da se uspostavi redovan i bezbedan saobraćaj vozova. S obzirom da se, prilikom događanja vanrednih događaja, nažalost, često dešava da pored oštećenja vozila dolaze u pitanje i ljudski životi, iz tog razloga pomoćni voz mora biti snabdeven i najnužnijim uređajima za spasavanje postradalih lica i izvesnom zalihom najnužnijih lekova za pružanje prve pomoći. Za slučaj dužeg zadržavanja na pruzi radi izvođenja radova, kod uklanjanja posledica vanrednog događaja pomoćni voz je opremljen opremom i materijalom za odmor i ishranu posade pomoćnog voza. Iz napred navedenog nameće se potreba da pomoćni voz bude sastavljen iz više kola u kojima će biti smešten alat, pribor i posada pomoćnog voza. U sastav pomoćnog voza, zavisno od ranga, ulazi još i pružna dizalica. U

[1] Čedomir J. Mitić, maš. inž., ul. Studenička 18, 18000 Niš, e-mail: necke@medianis.net
[2] Slobodan R. Gojković, maš. inž., Sekcija ZOVS Niš, Sarajevska 22, 18000 Niš

skladu sa svrhom i namenom, kola nose naziv: Kola za alat i pribor, kola za osoblje – salon kola, kola za krak dizalice – prikolica dizalice i dizalica.



Slika 1. Sastav pomoćnog voza Sekcije za vuču vozova Niš

3. RANGOVI POMOĆNIH VOZILA I NJIHOV SASTAV

Rang pomoćnog voza u zavisnosti je od njegovog sastava i opreme, dok oprema i sastav pomoćnog voza zavisi od veličine područja, dužine pruga na kojima treba da interveniše određeni pomoćni voz u slučaju vanrednog događaja, kao i od obima i intenziteta vanrednog događaja. Prema rangu pomoćnog voza određen je i njegov sastav. Tako pomoćne vozove delimo u tri ranga, kako je prikazano u tabeli 1.

Tabela 1 Sastav pomoćnog voza u zavisnosti od ranga

Naziv kola u vozu	Jed. mere	Rang		
		I	II	III
Dizalica	kom	1		
Kola za krak dizalice	kom	1		
Kola za alat i pribor	kom	2	2	1
Kola za osoblje	kom	1	1	

4. OPREMA POMOĆNIH VOZOVA

Opremu pomoćnih vozova sačinjavaju:
1. posada pomoćnog voza
2. tehnička oprema i uređaji
3. sanitetska i protivpožarna oprema
4. oprema za potrebe osoblja

5. POSADA POMOĆNOG VOZA

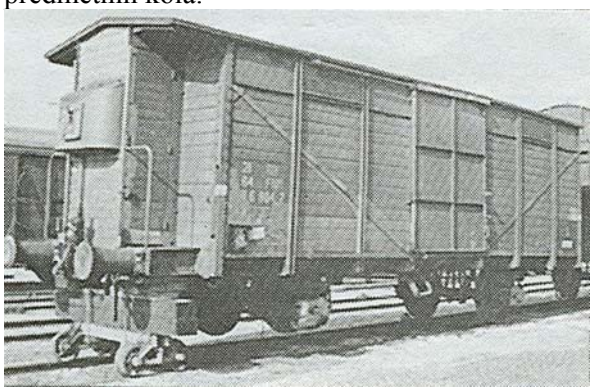
Radi izvršenja zadataka na uklanjanju posledica vanrednog događaja, pomoćni voz u svom sastavu poseduje potreban broj izvršioca, dobro obučenih za ovu vrstu zadataka. U zavisnosti od ranga pomoćnog voza određuje se i broj stalnih članova posade pomoćnog voza. Ako to intenzitet vanrednog događaja nametne stalna posada može biti pojačana potrebnim brojem izvršioca određene i neophodne specijalnosti.

Stanje sastava i opreme pomoćnog voza mora biti maksimalno mobilno tako da voz bude spreman za start u svakom trenutku, odnosno kada se za to ukaže potreba.

Slika 3. Dežurna ekipa posade pomoćnog voza, Sekcije za vuču vozova Niš, pored dizalice DHPD 65 neizostavnog „člana“ sastava pomoćnog voza

6. PRIPREMA I IZLAZAK POMOĆNOG VOZA

Po primljenom zahtevu za ispostavljanje pomoćnog voza, dežurni nadzornik lokomotiva, alarmira rukovodioca pomoćnog voza i uz pomoć ostalih relevantnih subjekata, a zbog ukazane potrebe, odmah upućuje pomoćni voz na mesto vanrednog događaja. Ako je slučaj vrlo hitne prirode, pomoćni voz može biti pokrenut i sa polovinom radnika – izvršioca iz sastava osoblja pomoćnog voza, a drugu polovinu ili bolje reći potreban broj radnika do mesta rada doprema naknadno i posebnim prevoznim sredstvima. Sa pomoćnim vozom, iz domicilne stanice obavezno polazi i priključuje se ekipi i pregledač kola, čija je obaveza da izvrši, na licu mesta procenu kolske štete, ukoliko za tim ima potrebe, i da svoju ocenu o sposobnosti oštećenih kola radi transporta, do prve kolske radionice, ili kako se već, nadležni subjekti o tome dogovore. Pregledač kola svojim angažovanjem učestvuje u njihovom osposobljavanju za transport, pri čemu je i dužan da odredi uslove transporta predmetnih kola.



Slika 4. Kola, oštećena u vanrednom događaju, u završnoj fazi pripreme za transport do kolske radionice radi popravke

7. PUTOVANJE POMOĆNOG VOZA

Uključivanje u saobraćaj pomoćnog voza, nakon

ukazane potrebe, vrši rasporedna stanica, a njegovo otpremanje regulisano je Saobraćajnim pravilnikom. Pomoćni voz saobraća, do mesta vanrednog događaja, kao voz van ranga odnosno ima prednost nad svim vozovima, a vožnju usklađuje sa maksimalno dozvoljenim brzinom. Još u putu, za vreme vožnje osoblje pomoćnog voza, izvršiće pripremu svih uređaja, alata kao i pribora za osvetljenje mesta rada, ako se radovi izvode po noći. Sve navedene radnje, u igri su samo iz razloga racionalizacije i što efikasnije akcije raščišćavanja posledica vanrednog događaja.

8. POSTUPAK PRI RADU NA MESTU UDESA

Primarni zadatak posade pomoćnog voza po prispeću na mesto vanrednog događaja je:

1. Spasavanje postradalih lica, ako ih ima.
2. Uspostavljanje bezbednog saobraćaja na što brži način na oštećenom delu pruge kao i izvršenje svih drugih potrebnih radova u vezi sa vanrednim događajem.
3. Svi radovi moraju se odraditi bez dodatnih novih oštećenja bilo na delu pruge ili voznim sredstvima.

Svi izvođači radova, uključeni na raščišćavanju vanrednog događaja, u obavezi su da uvažavaju i sprovode naloge rukovodioca radova. A radovi se moraju izvoditi brzo, dobro smišljeno i bez stvaranja, dodatne nervoze. Konkretnija i detaljna uputstva nije moguće isplanirati, prilikom izvođenja radova, unapred, jer svaki vanredni događaj ima svoje specifičnosti i različit je s obzirom na konfiguraciju terena i postojećih uređaja. Iz tih razloga je od velike važnosti, uključivanje u rad, ljudstva koje je maksimalno stručno obučeno za ovakvu vrstu poslova. Ovo se naročito odnosi na rukovaoce dizalicom kao i na lica koja učestvuju u pripremi oštećenih vozila radi transporta do radionice.

9. SPASAVANJE NASTRADALIH LICA

Prilikom spasavanja nastradalih lica neophodno je i važno preduzeti sve što je potrebno, ponašati se u skladu sa stanjem na licu mesta. Neophodno je da se eventualno prignječena lica što hitnije oslobode, bez pogoršanja njihovog zatečenog stanja ali i da se ne prouzrokuje još veća opasnost po njihov život. Usmrćene, ukoliko ih ima, potrebno je transportovati u dogovoru sa ovlašćenim istražnim organima.

10. USPOSTAVLJANJE SAOBRAĆAJA

Da bi se, posle izvršenih radova na intervenciji, po pitanju vanrednog događaja ponovo uspostavio redovan, uredan i bezbedan saobraćaj, potrebno je, posle izvršenog spasavanja nastradalih lica, u prvom redu izvršiti radove na oslobađanju pruge od vozila koja su prugu zakrčila. U tu svrhu, sva ta vozila treba ukloniti sa pruge toliko da ne ometaju odvijanje saobraćaja. Uklonjena vozila, dalje od pruge, treba naknadno utovariti u slobodnim intervalima, između vozova, ili u vreme zatvora koloseka specijalno odobrenog za tu svrhu, i upućivati na dogovoreno mesto. Po povratku, pomoćnog voza u domicil, nakon izvršenog zadatka, na vanrednom događaju, rukovodilac pomoćnog voza, proveriće stanje celokupne opreme i sav eventualno oštećeni alat i pribor dovesti u ispravno stanje, a upotrebljeni alat i pribor mora se očistiti i kao takav staviti na određeno mesto, do sledeće upotrebe.

11. ZAKLJUČAK

Vanredni događaji utiču na redovnost železničkog saobraćaja i realizaciju zacrtanog reda vožnje, u većoj ili manjoj meri, u zavisnosti od intenziteta samog vanrednog događaja. Za proces izvršenja reda vožnje neophodno je obezbeđenje maksimalne spremnosti za izvršenje intervencije u cilju otklanjanja prekida u saobraćaju. Hteli mi ili ne, moramo da se složimo sa konstatacijom, da će se vanredni događaji dešavati i nadalje, dokle god je železničkog saobraćaja. Međutim mi možemo njihov uticaj na izvršenje reda vožnje umanjiti putem smanjivanja vremena intervencije, prilikom otklanjanja posledica vanrednih događaja:

1. Kvalitetnijom organizacijom i modernizacijom opreme pomoćnih vozova.
2. Pomoćne vozove odmah, snabdeti vrhunskom opremom.
3. Ta savremena oprema, mora biti prikladana za sve uslove rada pomoćnog voza, mora biti lagana, otporna na oštećenja i da se može koristiti u svako doba bez posebnih dodatnih pripremnih radnji.
4. Stalnom edukacijom članova posade pomoćnog voza, prilagoditi je savremenoj praksi i potrebama savremenog železničkog saobraćaja, a pomoćne vozove učiniti spremnim za brzo i efikasno ublažavanje posledica prouzrokovanih vanrednim događajem.

LITERATURA

[1] Mišić S., Jovanović S., Kosanović N., Đurić B., Teorija i praksa vanrednih događaja i udesa na JŽ, Železnički institut, Beograd 1968.

THE ABILITY OF THE BREAKDOWN TRAIN FOR FAST AND EFFECTIVE SOOTHING OF CONSEQUENCES CAUSED BY SPECIAL EVENT

Čedomir MITIĆ
Slobodan GOJKOVIĆ

Abstract – The Railway service is complex system, which functioning demands certain level of organized work and traffic. This article puts on light the role and significance of forming of the breakdown train, with purpose of diminishing the consequences of the special event and establishing normal and safe traffic in the shortest time. The article is focused on following issues: The breakdown train. Ranging of breakdown trains and their structure. Equipment of the breakdown trains. Human recourses of the breakdown train. Preparation and activity of the breakdown train. Work of the breakdown train. The methodology of work on the accident places. Helping and saving injured persons. Establishment of traffic.

Key words - Railway Service, Breakdown Train, Special Event, Safety

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

PRIMENA BIODIZEL GORIVA NA ŽELEZNICI

Igor VASILEV[1]

Rezime: *Polako i sigurno iscrpljivanje fosilnih goriva, porast cene nafte na svetskom tržištu, globalni zahtevi za očuvanjem životne sredine može samo ubrzati upotrebu goriva koje se dobija iz "biljaka", a koje će sve više biti aktuelno i na domaćem tržištu. Biodizel, tehno-ekonomski prihvatljivo gorivo u sadašnjim uslovima predmet je mnogih projekata u razvijenim zemljama i u narednom periodu se očekuje eksplicitna primena u drumskom i železničkom saobraćaju.*

Ključne reči: Biodizel, dizel motori, dizel lokomotiva, dizel motorni vozovi

1. UVOD

Ideju o dobijanju goriva iz biljaka prvi put pre jednog veka pokušao da realizuje nemački inženjer Rudolf Dizel iskoristivši za pokretanje prototipa dizel motora ulje od kikirikija, ali se njegova zamisao nije ostvarila zbog pojave dizel (gasnog) ulja. Ovaj u to vreme pristupačan i jeftin naftni destilat pokazao se kao zadovoljavajuće efikasno gorivo za dizel motore, ali je njegova šira upotreba po prvi put dovedena u pitanje u vreme prve naftne krize 1973. godine. Danas je situacija takva, da je Evropska unija propisima obavezala zemlje članice da do kraja 2006. godine sva dizel goriva koja se proizvode i distribuiraju na prostorima EU moraju u sebi sadržati najmanje 5% biodizela. Predviđeno je da se 2020. godine čak 20% svih energetskih potreba zemalja članica podmiruje korišćenjem različitih vrsta biogoriva, među kojima je i biodizel. Poslednjih godina, neke železnice koje imaju visok procenat neelektrificiranih pruga (Indija, SAD, Kanada) intenzivno istražuju mogućnost uvođenja biodizela kao pogonskog goriva za svoja dizel vučna vozila.

2. BIODIZEL GORIVO

Svetske naftne zalihe se neprekidno smanjuju, a relativna cena nafte raste, pa se prema nekim procenama, ova sirovina već sredinom 21. veka neće smatrati komercijalnim proizvodom. Stoga se i danas ozbiljno razmatra upotreba biomase, naročito u smislu dobijanja biogoriva, u koja spadaju alkoholi, etri, estri i druge grupe hemijskih jedinjenja koje se dobijaju iz poljoprivrednog otpada, otpada drvne industrije, vodenog bilja (mikroalgi), gradskih i industrijskih otpada. Biogorivo svoju privlačnost duguje činjenici da se tehnologije njegovog dobijanja mogu integrisati u postojeća industrijska postrojenja i upotrebiti za pretvaranje raznih otpadnih materija u izvore profita. Jedno od goriva koje se već koriste za pokretanje dizel motora jeste i biodizel - smešu estera masnih kiselina koja se dobija iz biljnih ulja, životinjskih masti ili recikliranih masti i ulja. Iako slogan "dizel" ulazi u njegov naziv, u biodizelu nema naftnih derivata ili drugih fosilnih goriva. Kod biodizela radi se o sirovinama koje nisu toksične, koje su biodegradabilne i "obnovljive". Može se upotrebiti kao gorivo za motore sa unutrašnjim sagorevanjem u čistom obliku, ali obično se koristi kao aditiv naftnom dizelu radi smanjenja emisije čvrstih čestica, ugljen monoksida, ugljovodonika i drugih zagađivača vazduha koji nastaju sagorevanjem konvencionalnog dizela u motoru. Smeše od maksimalno 20% biodizela (pomešanog sa naftnim dizelom) mogu se upotrebiti u skoro svim konvencionalnim dizel motorima, i one ne zahtevaju modifikaciju motora.

Biodizel je komercijalni naziv za metil-estar (MER) koji se, bez dodatka klasičnog dizel goriva mineralnog porekla, na tržištu prodaje za pogon dizel motora. Metil-estar je hemijsko jedinjenje koje se dobija tzv. esterifikacijom, odnosno hemijskom reakcijom viših nezasićenih masnih kiselina i alkohola u prisustvu katalizatora. Više masne kiseline su, u stvari, ulja i masti različitog porekla, a alkohol je u ovom slučaju metanol. Za dobijanje metil-estra mogu se koristiti ulja dobijena iz uljane repice, suncokreta, soje, palme, ricinusa, kikirikija ili drugih uljarica, životinjske masti ili reciklirano jestivo ulje (iz restorana i domaćinstava). Kao sporedni produkt ove hemijske reakcije nastaje i trohidroksilni alkohol, glicerol, koji takođe predstavlja sirovinu ili proizvod koji se koristi u različite svrhe.

[1] Igor Vasilev, dipl. maš. inž., stipendista Ministarstva za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije, Mašinski fakultet u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, e-mail: igorv@masfak.ni.ac.yu

3. EFEKTI PRIMENE BIODIZELA U MOTORIMA SA UNUTRAŠNJIM SAGOREVANJEM

U motorima metil-estar može da se koristi na dva, principijelno različita, načina: kao dodatak konvencionalnom dizel gorivu, ili samostalno, kao čisti biodizel. Kada se koristi kao dodatak, razlikuju se dva slučaja: MER se dodaje dizel gorivu u maloj količini (od 1.5 do 5 %) i MER se dodaje u većoj količini (5 do 30%). U prvom slučaju, dodatkom MER-a postiže se poboljšanje određenih karakteristika konvencionalnog goriva. Na primer, dizel goriva sa smanjenim sadržajem sumpora imaju loša mazivna svojstva. MER poboljšava mazivost, a da pri tome ne povećava sadržaj sumpora. Ova goriva nose oznaku Bxx, gde xx označava procentualni sadržaj MER-a tj. biokomponente. Ona moraju da zadovoljavaju sve zahteve standarda za konvencionalno dizel gorivo. Dizel goriva sa većim sadržajem MER-a imaju bitno izmenjena svojstva u odnosu na konvencionalni dizel, tako da se tretiraju kao posebna goriva i za njih važe drugačiji standardi. Pored toga, razlikuje se i način distribucije, a u većini zemalja razlikuje se i poresko opterećenje cene takvog goriva. MER ne može proizvoljno da se dodaje konvencionalnom dizel gorivu. Razlog za to je nestabilnost smeše, odnosno sklonost ka deemulgaciji, jer je MER higroskopan. Stoga je neophodno u takvu mešavinu dodati aditive koji inhibiraju ovu pojavu. Smeše koje sadrže više od 30% MER-a nisu stabilne ni sa aditivima, pa se stoga takve smeše ne koriste. U čisti biodizel takođe se dodaju brojni aditivi. Najvažniji su oni koji poboljšavaju niskotemperaturska svojstva (npr. kerozin), jer su ona kritična za ovo gorivo.

Biodizel je prvo alternativno gorivo čije su karakteristike definisane odgovarajućim standardom. Trenutno je u završnoj fazi izrada najnovijeg evropskog standarda EN 14214 koji je usvojio Evropski komitet za standardizaciju (CEN) i koji će važiti u zemljama članicama EU. Naravno, mnogo zemalja ima i svoje nacionalne standarde za biodizel. Na primer, u Nemačkoj, koja je i najdalje razvila korišćenje biodizela, postoji standard DIN 51606 koji je do donošenja evropskog standarda bio referentan za mnoge proizvođače iz zemalja koje nisu imale svoje nacionalne standarde iz ove oblasti.

Tabela 1. Biodizel standardi

Karakteristika	Dizel (EN590)	Biodizel (DIN 51606)	Biodizel (EN 14214)
Gustina na 15°C (g/cmł)	0.82-0.86	0.875-0.9	0.86-0.9
Viskoznost na 40°C (mm¸/s)	2.0-4.5	3.5-5.0	3.5-5.0
Sumpor (% mase)	0.2	<0.01	<0.01
Sulfatni pepeo (% mase)	0.01	<0.03	0.02
Voda (mg/kg)	200	<300	<500
Koksnii ostatak (% mase)	0.3	<0.03	<0.03
Nečistoće (mg/kg)	-	<20	<24
Korozija prema bakru 3h/50°C	Klasa 1	Klasa 1	Klasa 1
Cetanski broj	>45	>49	>51
Metanol (% mase)	-	<0.3	<0.2
Estar (% mase)	- -	>96.5	>96.5
Monogliceridi (% mase)	-	<0.8	<0.8
Digliceridi (% mase)	-	<0.4	<0.2
Trigliceridi (% mase)	-	<0.4	<0.4
Slobodni glicerol (% mase)	-	<0.02	<0.02
Ukupni glicierol (% mase)	-	<0.25	<0.25
Fosfor (mg/kg)	-	<10	<10
Aklani metali Na, K (mg/kg)	-	<5	<5

Toplotna moć biodizela je za oko 10 % niža od toplotne moći konvencionalnog dizel goriva, što ima za posledicu smanjenje snage motora. Ipak, zahvaljujući većoj viskoznosti biodizela efikasnost sistema za ubrizgavanje je, pri nepromenjenim parametrima ubrizgavanja, veća. Pored toga zbog veće gustine MER-a povećana je ubrizgana ciklusna količina goriva, tako da ukupni gubitak snage iznosi oko 5-7%.

Korišćenje biodizela ne oštećuje motor. Naprotiv,

dobra mazivna svojstva ovoga goriva doprinose manjem trošenju elemenata klipno-cilindarske grupe, kao i elemenata sistema, za ubrizgavanje. Poslednjih godina insistira se na smanjenju sadržaja sumpora i aromata u dizel gorivu, čime se znatno pogoršavaju mazivna svojstva goriva. Mešanjem konvencionalnih dizel goriva i MER-a, čak i u malom procentu, značajno se poboljšavaju mazivna svojstva goriva. Na taj način može se u potpunosti nadoknaditi manjak mazivosti nesumpornih goriva, a pri tome se poboljšava i kvalitet izduvne emisije.

Posebna pogodnost je što prelazak sa konvencionalnog pogona na pogon čistim biodizelom ne zahteva obimnije tehničke intervencije na dizel motoru lokomotiva. Ovakve intervencije uglavnom se svode na podešavanje sistema za ubrizgavanje goriva. Zato je, u slučaju potrebe, moguće u relativno kratkom roku omasoviti korišćenje biodizela. Primena konvencionalnih dizel goriva sa dodatkom biokomponente, ne zahteva nikakve intervencije na motoru.

4. EKOLOŠKI ZNAČAJ I PREDNOST PRIMENE BIODIZELA

Značajna prednost biodizela u odnosu na konvencionalno dizel gorivo je u manjem riziku prilikom transporta. Biodizel je netoksičan i biorazgradiv, tako da, u slučaju ispuštanja iz cisterne, ne prouzrokuje ekološku opasnost. Takođe, biodizel je, za razliku od običnog dizela, manje iritantan po kožu. Prilikom transporta biodizela preduzimaju se zaštitne mere kao i u slučaju transporta biljnih ulja. Međutim, kada se transportuju mešavine običnog dizel goriva i MER-a preduzimaju se iste preventivne mere kao i u slučaju transporta konvencionalnog dizel goriva. Specifičnost transporta i skladištenja biodizela je u oštrijem zahtevu da se izbegne izloženost goriva vlazi, jer je MER vrlo higroskopan. Biodizel ima nižu oksidacionu stabilnost, a takođe biokomponenta predstavlja pogodnu sredinu za razvoj mikroorganizama. Pored toga, biodizel ispoljava hemijsku agresivnost prema nekim materijalima, o čemu treba voditi računa prilikom projektovanja instalacija.

Biodizel je prvo, i za sada jedino, alternativno gorivo koje je prošlo kompletnu evaluaciju izduvne emisije i potencijalnih zdravstvenih rizika po programu propisanom od strane Agencije za zaštitu životne sredine SAD-a (EPA - Environmental Protection Agency). Ovaj program uključuje najoštrije procedure ispitivanja radi certifikacije goriva. Podaci dobijeni iz ovih ispitivanja najpotpunije opisuju uticaj biodizela na životnu sredinu i ljudsko zdravlje.

Ova ispitivanja su pokazala da dizel motori sa pogonom na biodizel imaju značajno manju emisiju dima i čestica. Smanjenje emisije u proseku iznosi oko 40%. Niža emisija dima i čestica postiže se i pri primeni mešavine konvencionalnog dizel goriva i MER-a. Slični rezultati se dobijaju i u pogledu redukcije emisije ugljenmonoksida (smanjenje oko 40%) i ugljovodonika (smanjenje oko 65 %). Emisija oksida azota pri pogonu dizel motora na biodizel veća je u proseku oko 10%. Uzrok ovoj pojavi je što molekuli MER-a sadrže hemijski vezan kiseonik. Ipak, s obzirom na vrlo nizak sadržaj sumpora u biodizelu, moguće je efikasno primenjivati naknadni tretman izduvnih gasova u tzv. de-NOx katalizatorima. Na taj način se postižu dobri sumarni efekti u pogledu smanjenja emisije NOx. Značajno je istaći i da je emisija policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH - Polycyclic Aromatic Hydrocarbons), izrazito kancerogenih frakcija čestične emisije, niža za oko 80%. Što se tiče emisije ugljendioksida, koji doprinosi nastanku efekta staklene bašte, sagorevanje biodizela u motorima ne povećava emisiju ovog gasa u odnosu na emisiju koja bi nastala u prirodnom životnom ciklusu uljane repice. Znači da je u pogledu doprinosa efektu nastanka staklene bašte biodizel neutralan.

5. MOGUĆNOST PRIMENE BIODIZELA U DIZEL MOTORIMA ŽELEZNIČKIH VOZILA

U inventarskom parku železnice Srbije nalaze se različiti tipovi dizel lokomotiva i dizel motornih vozova, čiji postojeći, modernizovani ili novi dizel motori ne zahtevaju dodatne modifikacije za korišćenje novog biodizel goriva. U voznom parku postoji ukupno 216 dizel lokomotiva i od toga raspoloživo za saobraćaj je oko 25%, dok je ukupan broj dizel motornih vozova 41 i od toga raspoloživo za saobraćaj je od 35–40%. S obzirom da dužina pruga na kojima mogu da se saobraćaju ovi vozovi, a to su delovi neelektrificiranih pruga, iznosi 67% od ukupnih dužina pruga u Srbiji (ukupna dužina pruga je 3809 km), to je korišćenje dizel lokomotiva i dizel motornih vozova neizbežno u sadašnjim uslovima, čime upotreba novog goriva dobija na značaju. U tabeli 2. prikazene su ukupne potrebe za dizelom u Srbiji, među kojima se nalaze i potrebe za železnički saobraćaj.

Tabela 2. Potrebe za dizelom u Srbiji

Za realizaciju njivskih operacija u poljoprivredi	502.000 t
Ostale aktivnosti u poljoprivredi	18.000 t
Za vodoprivredu	15.000 t
Za šumarstvo	20.000 t
Za drumski saobraćaj	1.320.000 t
Za rečni saobraćaj	22.000 t
Za železnički saobraćaj	13.000 t
UKUPNO	1.910.000 t

Značajne rezultate u realizaciji pilot projekata, a kasnije uvođenja u praksu i same primene biodizela ostvarile su železnice Kanade, SAD–a i Indije, železnice koje imaju veoma razgranatu železničku infrastrukturu sa velikim delom neelektrificiranih deonica. Razlog pokretanja ovakvih projekata je prvenstveno smanjivanje emisije štetnih materija u ovim zemljama i poštovanje Kyoto protokola.

Slika 1. Primer reklamne kampanje i početka uvođenja biodizela u indijskoj železnici.

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu izloženog, a uzimajući u obzir mogućnost primene biodizela u dizel vučnim vozilima Srpskih železnicama mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Prednosti primene biodizel goriva ogledaju se prvenstveno u tehničkim, ekološkim, ekonomskim i energetskim aspektima.
- Velika ekološka prednost ovog goriva u odnosu na običan petrol dizel je izuzetno značajna na delovima pruga regionalnih naseljenih mesta i u okviru železničkih stanica većih gradova.
- Dizel motori na lokomotivama na zahtevaju dodatne modifikacije i velika investiciona ulaganja za korišćenje novog biodizel goriva.
- Svetski rast cene nafte na tržištu približio se ceni proizvodnje biodizela.
- Zemljišni i klimatski potencijali Srbije za gajenje uljanih kultura iz kojih se dobija ovo gorivo, obezbeđuju dovoljne količine biodizela koje će uskoro biti proizvedene i u našoj zemlji od domaćih proizvođača.

Literatura

[1] Biodiesel Analytical Methods, Subcantractor report, August 2002 – January 2004, J. Van Gerpen; B. Shanks; R. Pruszko – Iowa State University, D. Clements – Renewable Products Developments Laboratoty, G. Knothe – USDA/NCAUR.

[2] http://www.biodizel.co.yu/?pg=2, Septembar 2006 Biodizel obnovljiva energija budućnosti, Jelena Mitrović.

[3] http://www.ekonomist.co.yu/EM100 Nauka Dizel biljnog porekla - novi zivot stare ideje.htm, Septembar 2006, Magazin ekonomist, Autor Oliver Terzić.

[4] http://biodieselblog.com/2004/04/biodiesel-powered-trains-in-india.shtml, Septembar 2006

[5] http://www.pcra-biofuels.org/Vehicles%20&%20DG%20set.pdf#search=%22biodiesel%2C%20railway%22, Septembar 2006

APPLICATION OF BIODIESEL FUEL IN RAILWAY

Igor VASILEV

***Summary:** Slowly, but for sure, depletion of fossil fuel reserves, the increase of oil prices on the global market and the increasing demands for environmental protection will only increase demand for fuels obtained from plants; with the increased actuality of the fuel on the domestic market. Biodiesel, as technical and economical acceptable fuel in the today's circumstances may live in many projects and in practical lead in railway.*

***Key words:** Biodiesel, Diesel Engine, Diesel Locomotive, Diesel Train*

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

TERMIČKA STABILNOST OJAČANIH BLENDI KAUČUKA U INDUSTRIJI ŠINSKIH VOZILA

Gordana MARKOVIĆ[1]
Žarko ĆIRIĆ[2]
Blaga RADOVANOVIĆ[3]

Rezime *-U ovom radu proučavan je uticaj silicijum dioksidnog punila i čađi na reološka svojstva umrežavajućih sistema, mehanička svojstva umreženih materijala, kao i termičku stabilnost materijala na bazi NR/CSM blendi kaučuka za izradu delova u industriji šinskih vozila. Reološka svojstva umrežavajućih sistema: početak vremena umrežavanja (ts_2), optimalno vreme umrežavanja (tc90) i indeks brzine umrežavanja (CRI), određivana su na Monsanto reometru 100S pri temperaturi od 160℃. Tvrdoća je određvana korišćenjem elektronskog tvrdomera prema ASTM 2240 JUS.G.S2.125; zatezna svojstva umreženih materijala su rađena na elektronskom dinamometru 1445.60 prema ASTM 412 ISO 37 JUS.G.S2.127, sa brzinom razdvajanja od 500 mm/min. Termička stabilnost u azotu I kiseoniku proučavana je metodom termogravimetrijske analize (TGA). Vrednost aktivacione energije (Ea) degradacije umreženih materijala određivana je metodom Kissingera.Rezultati su pokazali da hemijska priroda elastomernih blendi I punila su značajan parametar reoloških i mehaničkih svojstava kao I termičke stabilnosti ojačanih umreženih materijala pri izradi delova za industriju šinskih vozila.*

Ključne reči: punila, elastomerne blende, termička stabilnost, šinska vozila

1. UVOD

Novi inženjerski pristup u razvoju umreženih materijala u industriji šinskih vozila usvojen na početku devedesetih godina prošlog veka, zahteva kontinualan razvoj u pogledu povećanja trajnosti proizvoda, bolje ekonomičnosti i poboljšanja sigurnosti u vožnji. [1-3].

Čađi i silicijum-dioksid, između svih punila koja se koriste za dobijanje gume, imaju jedinstvenu sposobnost da uvećavaju mehanička svojstva vulkanizata tj. umreženih elastomera i poboljšavaju termičku stabilnost u primeni gumenih proizvoda. Efekti ojačavanja gume punilima znatno su poboljšani zadnjih dvadesetak godina, zahvaljujući primeni savremenih tehnologija u proizvodnji čađi i silicijum-dioksida, koje omogućavaju optimizovanje primarnih svojstava, kao što su veličina čestice i njena raspodela, struktura i aktivnost površine.

Međutim kada se traže veoma rigorozni zahtevi, kada je istovremeno potrebno zadovoljiti visoke ekonomske i ekološke principe, udobnu i sigurnu vožnju u svim uslovima (kiša, led, sneg, niske-visoke temperature i dug eksploatacioni vek, izazov za proizvođače šinskih vozila je zaista veliki. Za postizanje svih ovih zahteva potreban je integralni pristup, kako sa stanovišta konstrukcionih rešenja, tako i sa stanovišta svojstava materijala.[4-8].

Zato je u ovom radu proučavan uticaj silicijum dioksidnog punila i čađi na reološka svojstva umrežavajućih sistema, mehanička svojstva umreženih materijala, kao i termička stabilnost materijala na bazi NR/CSM blendi kaučuka za izradu delova u industriji šinskih vozila.

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Pri ovim ispitivanjima su korišćeni: Hlorsulfonovani polietilenski kaučuk (CSM), tipa *Hypalon 40S, Du Pont , USA*; Poliizoprenski kaučuk (NR), tipa SMR CV 60 ,*Malezija*; čađ N-550 (veličina primarne čestice 50nm), silicijum dioksid SiO_2 (veličina primarne čestice 15 μm).

Smeše su pripremljene na laboratorijskom dvovaljku dimenzija 160x400mm sa brzinom valjaka n_1/n_2=28/22 o/min, frikcijom f=1,23 pri

[1] dr Gordana Marković, Tigar Tehnička guma, Nikole Pašića, 213, gmarkov@tigar.com
[2] Žarko Ćirić,dipl. maš. inž, Tigar Tehnička guma, Nikole Pašića, 213, zciric@tigar.com
[3] dr Blaga Radovanović, Prirodno-matematički fakultet, Niš, blaga_radovanovic@yahoo.co.uk

temperaturi valjaka 313K. Vreme umrežavanja je oko 20 minuta. Umrežavanje smeša je vršeno u električnoj presi, na temperaturi od 430K i pritisku od 19,6MPa pri optimalnom vremenu umrežavanja (t_{c90}) koje je određeno sa reometarskih kriva.

U kontrolno-razvojnoj laboratoriji fabrike "Tigar"- Pirot, izvršena su sledeća ispitivanja:

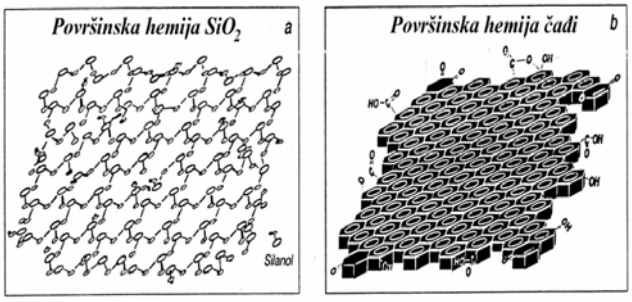
- Ispitivanje tvrdoće
- Određivanje zateznih svojstava
- Mehanička svojstva su određena prema odgovarajućim standardima:
- statička mehanička ispitivanja , zatezna svojstva (JUS. G.S2.127);
- ispitivanje tvrdoće (JUS.G.S2.125);
- ispitivanje termičke stabilnosti smeša u azotu i kiseoniku metodom termogravimetrijske analize (TGA).
- ispitivanje trajne deformacije sabijanjem na određenu visinu (JUS. G.S2.130);
- Jačina guma-metal veze na odvajanje i smicanje rađena je prema ASTM D 429, postupak A i B.

Način karakterisanja termičke stabilnosti uključuje određivanje kinetičkih parametara-energije aktivacije, konstanti brzine reakcije i reda reakcije procesa degradacije. Svakom gubitku mase odgovara maksimum na krivoj brzine gubitka mase u funkciji temperature. Potrebne veličine za određivanje energije aktivacije i reda reakcije su ostatak mase %, W_r, i brzina gubitka mase dW/dt, u funkciji apsolutne temperature, T. Vrednosti prividne energije aktivacije degradacije (E_a) određena je Kissingerovom metodom. na osnovu sledeće jednačine:

$$ln (\varnothing/T^2 m)=ln (nRAW^{n-1}{}_m/Ea)-Ea/RT..(1)$$

gde je $a = ln (nR W_{max}^{n-1} / Ea)$, $b=E_a / R$, Q je brzina zagrevanja, T_{max} je temperatura pri kojoj je maksimalni gubitak mase, n je red prividne reakcije, R je univerzalna gasna konstanta, A je pre-eksponencijalni faktor i W_{max} je težina uzorka pri maksimalnoj brzini gubitka mase. Vrednosti E_a izračunate su iz nagiba prave ln (Q / T_{max}^2) u zavisnosti od 1/T. T_{max} je vrednost temperature sa DTG pika.

3. REZULTATI I DISKUSIJA



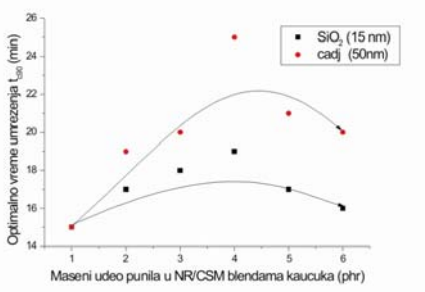
Slika 1. Hemija površine funkcionalnih punila: (a) silicijum-dioksida i (b) čađi

Recepturni sastav umreženih materijala na bazi NR/CSM/SiO_2 i NR/CSM/N-550 blendi kaučuka dat je u tabeli 1.

Tabela 1. Sastav blendi na bazi NR/CSM/SiO_2 i NR/CSM/N-550 blendi kaučuka

KOMPONENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CSM	20										
NR**	80										
SiO_2 (15 nm)	/	20	40	60	80	100					
Dietilenglikol	/	0.2	0.4	0.6	0.8	1					
Cađ N-550							20	40	60	80	100

*Sastav smeše na bazi NR/CSM/SiO_2 i NR/CSM/N-550 blendi kaučuka (phr): Stearin 2, Tephil naphtene PO 100 10, MgO 4, TMTD 2, S 1,



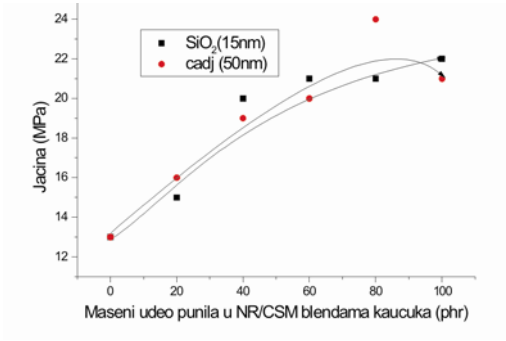
Slika 2. Uticaj masenog udela SiO_2 i čađi u NR/CSM blendama kaučuka na vrednost optimalnog vremena umrežavanja

Sa reoloških kriva određeni su osnovni parametri reološkog ponašanja (slika 2) optimalno vreme umrežavanja (t_{c90}).

Kontrolisanjem stepena umreženja nanešenog umrežavajućeg sistema na površinu metala, kontrolišu se vrednosti mehaničkih svojstava a samim tim i vrednosti jačine adhezije spoja guma-metal.

Na slici 3 prikazane su vrednosti jačine

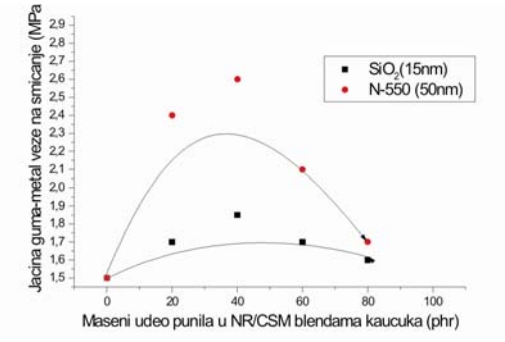
umreženih materijala na bazi blendi kaučuka u zavisnosti od masenog udela punila.



Slika 3. Uticaj masenog udela SiO2 i čađi u NR/CSM blendama kaučuka na vrednost prekidne jačine

Vrednosti jačine spoja guma-metal (slika 4) dovode se u vezu sa formiranjem međuspoja između elastomera i metala, koji se obrazuje već na sobnoj temperaturi.

U tabeli 2 date su karakteristične temperature degradacije određene metodom termogravimetrijske analize I izračunata energija aktivacije (Ea) pomoću TGA analize za neojačane I NR/CSM blende kaučuka ojačane sa čađi i SiO_2.



Slika 4. Uticaj masenog udela SiO_2 i čađi u NR/CSM blendama kaučuka na vrednost jačine guma-metal veze

Tabela 2. Karakteristične temperature degradacije određene metodom termogravimetrijske analize i izračunata energija aktivacije (Ea) pomoću TGA analize za neojačane i NR/CSM blende kaučuka ojačane sa čađi i SiO2

No.	Uzorak NR/CSM/punilo	T_{max} (^{0}C)	$T_{10\%}$ (^{0}C)	$T_{30\%}$ (^{0}C)	**T_{end} (^{0}C)**	m_{res} (%)	a	b 10^{-3} (K)	Ea (KJ/mol)
1	80/20/0SiO_2	434	403	427	707	4	1.35	2.5	1.2
2	80/20/20SiO_2	348	319	354	655	21	0.82	4	9
3	80/20/40SiO_2	449	312	429	472	43	1.35	2.3	9.4
4	80/20/60SiO_2	452	303	424	486	65	3	4	9.5
5	80/20/80SiO_2	450	296	425	485	81	1.2	7.3	9.6
6	80/20/100SiO_2	282	283	300	590	92	0.55	2.85	7
7	80/20/20 čađ	466	252	326	537	17	0.69	2.9	7.2
8	80/20/40 čađ	470	257	349	605	37	0.66	2	7.9
9	80/20/60 čađ	465	259	361	565	57	0.69	2.35	8.1
10	80/20/80 čađ	451	254	357	566	77	0.7	2.37	8.5
11	80/20/100 čađ	448	253	358	567	96	0.7	2.38	8.7

4. ZAKLJUČAK

Zahtevi proizvođača šinskih vozila kombinovani sa vekom trajanja mogli bi biti zadovoljeni uzimajući smese sa specijalnim polimerima i visokim punjenjem (koncentracijom) silicijum-dioksida -u konjukciji sa silanima – umesto čađi. U poređenju sa čađnim referencama, nova punila manje specifične površine koja spadaju u klasu visoko disprznih punila (silicijum-dioksid) daju za oko 10% povećanu vrednost termičke stabilnosti i bolja mehanička svojstva.

LITERATURA

[1] M.-J. Wang, Rubber Chem. Technol.71 (1998) 520.
[2] A. Blume, H.-D. Luginsland, S. Uhrlandt, A. Wehmeier, Degussa internet publikacija, 2004.
[3] S.Uhrlandt, A. Blume, ACS Dallas 04/2001
[4] G. Kraus, "Reinforcement of Elastomers", Interscience Publish, New York, 1965.
[5] A.R. Payne, J. Polym. Sci.,m 6, (1962) 57.
[6] A.R. Payne, R.E. Whittaker, Rubber Chem. Technol., 44 (1971) 440.
[7] R.S. Rajeev, Crosslinking of rubber by fillers, Rubber Chemistry and Technology, 75, 475-501, 2002
[8] P.B. Lindley, Engenering design with natural rubber, Technical bulletin No 8, 1964

THERMAL SABILITY OF CHLOROSULPHONATED RUBBER BLENDS IN RAILWAY VEHICLES

Gordana MARKOVIĆ
Žarko ĆIRIĆ
Blaga RADOVANOVIĆ

Summary: ***In this work elastomeric materials based on NR/CSM rubber blends reinforced by silica and carbon black have been studied. Active precipitated silica (particle size 15 nm) and semi reinforced carbon black (particle size 50 nm) were used as filler for rubber blends. The mechanical and physical properties; rheological properties such as scorch time (ts_2), optimum cure time (tc_{90}), cure rate index (CRI) and thermal stability of the present industrial rubber for rail vehicles were studied. Rheometric properties and vulcanization characteristics were measured using Monsanto – Oscillating disc curemeter type 100S. at 160 °C. The hardness measurements were performed according to ASTM 2240 JUS.G.S2.125;.ISO 868 standard by a Durometer in Shore A system. At least, have measurements been taken and average values were reported.***
The tensile properties of the blends were measured on a Monsanto tensometer, according to 1445.60 ASTM 412 ISO 37 JUS.G.S2.127. The crosshead speed for the tensile test was set at 500 mm/min. Thermal stability in nitrogen and oxygen was studied by TGA. The apparent activation energy values (Ea) of degradation were determined by the Kissinger. The results are show that chemical nature of the elastomer blends and fillers is certainly the most important parameter of mechanical and thermostability of reinforced polymer matr.

Keywords: fillers, elastomer blends, thermal stability, rail vehicles.

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

KVALITET UMREŽENOG MATERIJALA PREDUSLOV ZA EKSPLOATACIJU RAZNIH DELOVA KOJI SE KORISTE U ŽELEZNIČKOM SAOBRAĆAJU

Vojislav JOVANOVIĆ[1]
Suzana SAMARŽIJA-JOVANOVIĆ[2]

Rezime *– Gumeni elementi koji se koriste u železničkom saobraćaju, kao što su: zaptivni elementi u uređajima kočionog sistema, elementi u sastavu vučne i odbojne opreme (metalnogumene opruge) su uvek izloženi specifičnim uslovima rada, te se pred projektanta tih elemenata postavlja izuzetno velika odgovornost u pogledu izbora polaznih makromolekula koji će reakcijom umrežavanja dati materijal izdržljiv na uticaj povišenih temperatura, agresivnih medija, svetlosti i ozona a koji ujedno mogu biti kriterijumi za ocenu prihvatljivosti. Zbog svojih izuzetnih karakteristika elastomer koji se koristi za izradu zaptivnih elemenata u uređajima kočionog sistema kao i elemenata u sastavu vučne i odbojne opreme je akrilonitril-butadienski kaučuk-NBR.[1,2]. U tom smislu u ovom radu je ispitivan uticaj masenog udela NBR i etilen-propilen-dienskog (EPDM) kaučuka i njihovih NBR/EPDM smeša na vrednosti mehaničkih svojstava ispitivanih materijala koje se određuju standardnim metodama u gumarskoj industriji. Mehaničke karakteristike koje se najčešće ispituju i upoređuju pre i posle veštačkog starenja materijala su: tvrdoća, prekidna čvrstoća i prekidno istezanje i td. Primenjene metode izbora i ispitivanja daju dovoljnu garanciju efikasnosti umreženog materijala za primenu u određenim delovima koji se koriste u železničkom saobraćaju.*

Ključne reči: zaptivni elementi, železnička vozila, NBR i EPDM kaučuk, mehanička svojstva

1. UVOD

Polimerni materijali se često dele na one koji su umreženi i one koji to nisu. Uopšte, ovakva podela govori koliko je važno svojstvo umreženost materijala. Danas se srećemo sa sve višim zahtevima u pogledu svojstava polimernih materijala u smislu poboljšavanja kvaliteta tj. čvrstoće i trajnosti materijala, ali i da bi se postigla i neka svojstva koja ni jedna druga grupa materijala do sad poznatih nema [3]. Kod višekomponentnih smeša postoji efektivna nekompatibilnost. Stoga, pri umrežavanju ovih sistema obično dolazi do formiranja novih faza ili prelaznih međufaznih slojeva. Stvaranjem višefaznih sistema karakteristike pojedinih faza mogu biti delom očuvane ili znatno promenjene usled uticaja međumolekulske interakcije. Zbog toga su savremena istraživanja usmerena ka upotrebi poznatih polaznih polimera i dobijanju novih tipova elastomernih materijala sa novim modifikovanim makromolekulima.

2. TEORIJSKI DEO

Suština procesa umrežavanja između akrilonitril-butadien (NBR) i etilen-propilen-dien (EPDM) kaučuka je hemijska reakcija, u prisustvu izabranih dodataka i punila koja se dodaju u različitim molskim odnosima a to se odnosi i na same kaučuke. Količine izabranih dodataka, a naročito punila, u umrežavajućoj smeši određuju eksploatacione osobine umreženih materijala. Da bi se dobila neka smeša kaučuka, čiji će se umreženi materijali kasnije koristiti u specifičnim uslovima rada, kao što su: zaptivni elementi u uređajima kočionog sistema, elementi u sastavu vučne i odbojne opreme (metalnogumene opruge), potrebno je dodati niz drugih komponenti koje će mu pored elastičnosti, poboljšati i mehaničke osobine. Posebnu ulogu u dobijanju novih, boljih osobina imaju punila. Uvođenjem u upotrebu ovih sirovina rukovodilo se ciljem da se dobiju materijali sa novim mehaničkim svojstvima [4,5]. U tehnološkoj praksi najčešće se za umrežavanje koristi sumpor i taj proces je poznat pod nazivom vulkanizacija.

[1] Mr Vojislav Jovanović, PMF, Odsek za hemiju, Univerzitet u Prištini, Kosovska Mitrovica, voja@ni.sbb.co.yu
[2] Dr Suzana Samaržija-Jovanović, Odsek za hemiju, Univerzitet u Prištini, Kosovska Mitrovica,voja@ni.sbb.co.yu

Umrežavanje predstavlja proces intermolekulskog povezivanja nezavisnih makromolekula kaučuka poprečnim hemijskim vezama i to rezultuje nastajanjem jedinstvene prostorne mreže-elastomerne mreže. Fizička svojstva elastomernih mreža direktno zavise od gustine hemijskih veza mreže, odnosno od stepena umreženosti materijala. Osnovna karakteristika takvih umreženih materijala je visoka ili gumasta elastičnost, to jest sposobnost vrlo velikih elastičnih deformacija istezanja i povratka u početno stanje po prestanku sile deformacije i prvenstveno je entropijskog karaktera za razliku od deformacija tvrdih tela gde istezanje čini trajnu deformaciju.

3. EKSPERIMENTALNI DEO

Korišćeni su EPDM (Vistalon 2504,"Exxon" Belgija) i NBR (Kraynac 34-50,"Polysar" Kanada) kaučuci, a kao punilo-čađ N990. Sistem za umrežavanje pored sumpora ("Zorka" Šabac) sadrži i ubrzivače kao što su tetrametil tiuram disulfid (TMTD-"Bayer" Nemačka) i N-cikloheksil-2-benzotiazol-sulfenamid (CBS-"Bayer" Nemačka) i aktivatore cink oksid (ZnO-"Zletovo" Makedonija) i stearinsku kiselinu ("Rivijera" Jugoslavija). Kao antioksidant korišćen je N-izopropil-N'-fenil-para-fenilen-diamin (Vulkanox 4010 NA-"Bayer" Nemačka). Sve smeše su umešane na laboratorijskom dvovaljku i po istom režimu mešanja. Svi sistemi su umreženi pod istim uslovima (20 minuta na 423 K) u laboratorijskoj etažnoj presi. Mehanička ispitivanja su izvršena primenom standardnih metoda u gumarskoj industriji a starenje je izvedeno u Geer-ovoj komori u atmosferi vazduha na 373 K u toku 168 sati. Sirovinski sastav ispitivanih umrežavajućih sistema je dat u tabeli 1.

Tabela 1. Sirovinski sastav umrežavajućih sistema na bazi NBR, EPDM i njihovih NBR/EPDM smeša

Broj uzorka	Komponente (phr)*							
	NBR/EPDM	ZnO	Stearin	čađ	4010 NA	CBS	TMTD	Sumpor
1	0/100	5	1	50	1	1,5	0,5	0,8
2	100/0	5	1	50	1	1,5	0,5	0,8
3	60/40	5	1	50	1	1,5	0,5	0,8
4	60/40	5	1	50	1	1,5	0,5	0,8
5	60/40	5	1	50	1	1,5	0,5	0,8

*masenih delova na 100 delova kaučuka

4. REZULTATI I DISKUSIJA

Vrednosti mehaničkih svojstava za umrežene materijale na bazi NBR, EPDM kaučuka i njihovih NBR/EPDM smeša date su u tabeli 2. Iz tabele 2. se može videti da kod uzoraka 1 i 2 koji su na bazi samo EPDM ili NBR kaučuka a koji sadrže 50 delova čađi prekidna čvrstoća je veća kod materijala na bazi NBR kaučuka i iznosi 5,90 MPa. Zamenom dela NBR kaučuka sa EPDM kaučukom, ali tako da ukupan sadržaj kaučuka opet bude 100 masenih delova, pokušali smo da dobijemo približne vrednosti za mehanička svojstva koje je pokazao pri ispitivanju uzorak 2. Sa povećavanjem udela čađi u NBR/EPDM smešama prekidna čvrstoća raste i maksimalnu vrednost dostiže kod uzorka 4 koji sadrži 70 masenih delova čađi. Nastale razlike u vrednostima za prekidnu čvrstoću između uzoraka 1, 2 i uzorka 4 se objašnjavaju različitim stepenom disperzije punila u kaučuku, kao i raspodelom punila među različitim vrstama kaučuka [6-8].

Maksimalna vrednost za ovu karakteristiku se nalazi kod onog uzorka gde je optimalno punjenje i u slučaju da su svi aglomerati punila dispergovani do agregata. Postoji više modela kojima se pokušava objasniti fenomen optimalne količine punila, koja daje maksimalno ojačanje materijala stvaranjem različitih struktura [9,10].

Prekidno izduženje predstavlja meru elastičnosti umreženih materijala, ustvari elastičnost je veća ukoliko je sadržaj kaučuka veći. Sa povećavanjem sadržaja punila u polimernoj matrici formiraju se čvrsti segmenti koji povećavaju čvrstoću umreženog materijala pri čemu se elastičnost smanjuje.

Tabela 2. Mehanička svojstva umreženih materijala na bazi NBR, EPDM i njihovih NBR/EPDM smeša.

Broj uzorka	NBR/EPDM (phr)	čađ (phr)	Modul 200% (MPa)	Modul 300% (MPa)	Prekidna čvrstoća (MPa)	Prekidno izduženje (%)	Tvrdoća (Sh^oA)	Odbojna elastičnost (%)	Habanje (mm^3)
1	0/100	50	1,52	2,40	3,04	365	61	38	194
2	100/0	50	2,06	3,92	5,90	455	63	15	187
3	60/40	50	2,40	-	2,99	260	61	17	212
4	60/40	70	3,14	3,82	4,02	310	64	35	-
5	60/40	80	3,23	-	3,72	240	66	35	-

Tvrdoća materijala je veoma bitna karakteristika umreženih materijala, pri čemu se u uređajima kočionog sistema toleriše tvrdoća od 45 do 80 Sh^0A i definiše se kao otpor kojim se materijal suprotstavlja prodiranju drugog tela u njegovu površinu. U našim eksperimentima tvrdoća raste sa povećavanjem sadržaja punila i trajanjem procesa umrežavanja i kreće se u opsegu od 61 do 66 Sh^0A.

Gubitak mehaničkog rada pri udaru pokretnog čekića o gumenu epruvetu se definiše kao odbojna elastičnost i predstavlja meru elastičnog ponašanja umreženog materijala. Povećavanjem sadržaja punila u uzorcima na bazi NBR/EPDM smeša odbojna elastičnost se povećava što znači da je gubitak mehaničkog rada manji.

Kod umreženog materijala na bazi NBR/EPDM smeša kod kojih j odnos sadržaja NBR/EPDM jednak 60/40 a sadržaj čađi iznosi 70 masenih delova, uzorak 4, došlo je do poboljšanja određenih mehaničkih svojstava u odnosu na umrežene materijale na bazi EPDM kaučuka. To se objašnjava formiranjem hemijskih veza između EPDM i NBR kaučuka. Osim stvaranja sumpornih veza, formiraju se i ugljenij-ugljenik veze između lanaca NBR i EPDM kaučuka, odnosno dolazi do koumrežavanja na granici dodira ova dva kaučuka.

Promene mehaničkih svojstava umreženih materijala nakon starenja data su u tabeli 3. Rezultati su izraženi u procentima u odnosu na vrednosti merenih pre starenja, dok se promena tvrdoće daje u Shoreovim jedinicama.

Tabela 3. Mehanička svojstva umreženih materijala na bazi NBR, EPDM i njihovih NBR/EPDM smeša.

Broj uzorka	NBR/EPDM (phr)	čađ (phr)	Prekidna čvrstoća (%)	Prekidno izduženje (%)	Tvrdoća (Sh^0A)
1	0/100	50	-19,5	-20,6	9
2	100/0	50	-26,8	-34	7
3	60/40	50	-1,67	-23,8	2
4	60/40	70	+2,5	-16,1	1
5	60/40	80	+21,2	+10,4	1

Na osnovu rezultata iz tabele 3, može se videti da sa porastom sadržaja punila, kod NBR/EPDM smeša, vrednosti prekidne čvrstoće rastu i veće su u odnosu na vrednosti kod materijala koji nisu podvrgnuti starenju. Ovo se objašnjava time da sumpor iz polisulfidnih veza na povišenoj temperaturi omogućava dodatno umrežavanje kaučuka. Tvrdoća kod svih ispitivanih uzoraka raste. Najmanju promenu prilikom starenja trpi uzorak 4 koji sadrži 70 masenih delova čađi.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata istraživanja može se zaključiti sledeće:

- Kod umreženog materijala na bazi NBR/EPDM smeša kod kojih je odnos sadržaja NBR/EPDM jednak 60/40 a sadržaj čađi iznosi 70 masenih delova, uzorak 4, došlo je do poboljšanja određenih mehaničkih svojstava u odnosu na umrežene materijale na bazi EPDM kaučuka.
- Sa porastom sadržaja punila, kod NBR/EPDM smeša, vrednosti prekidne čvrstoće rastu i veće su u odnosu na vrednosti kod materijala koji nisu podvrgnuti starenju.
- Najmanju promenu prilikom starenja trpi uzorak 4 koji sadrži 70 masenih delova čađi

LITERATURA

[1] R. Tomić, M. Jovanović, M. Radovanović, „Prilog održavanju kočnica železničkih vozila na bazi programa IHP „Prva petoletka“ 2nd International Conference “Research and Development in Mechanical Industry” RaDMI 2002, 02- 04. September 2002, Vrnjačka Banja, 1388-1393.

[2] I. Puletić, Z. Marković, Ž. Ćirić, S. Panajotović, “Odbojnici i vučna oprema sa metalogumenom oprugom“ - ŽELKON 04- Zbornik radova, Mašinski fakultet Univerzitet u Nišu, Niš, (2004)

[3] M. Plavšić, Kongres „K-IPG 2004“ ,

[4] Zbornik radova, Niška Banja, (2004) 58

[5] S. Samaržija-Jovanović, Doktorska disertacija, PMF, Kosovska Mitrovica, (2003),

[6] S Samaržija-Jovanović, V. Jovanović, „Uticaj SiO_2 na stepen habanja gume na bazi NBR kaučuka“, -ŽELKON 04- Zbornik radova, Mašinski fakultet Univerzitet u Nišu, Niš, (2004)

[7] I.V.Garmonov, Sinteticheskii kauchuk, “Khimiya”, Leningrad, (1983) p. 4-49, 238, A. Patel, W. Brown, Rubber World 21,194, (1986).

[8] J. Funt, Rubber World 21,193, (1986).

[9] B.V.Dogatkin,Himiya elastomerov,“Khimiya”,Moskva, (1972).

[10] M. Plavšić, Polimerni materijali-nauka i inženjerstvo, Naučna knjiga, Beograd (1996)

QUALITY OF CROSSLINKING MATERIALS PRECONDITION FOR RAILWAY TRAFFIC EXPLOATATION

Vojislav JOVANOVIĆ
Suzana SAMARŽIJA-JOVANOVIĆ

Abstract - The rubber parts in railway traffic are exposure to specific conditions during exploatation, such as: jointing material of safety brake, rubber to metal parts for both tension and buffer spring systems. Project engineer have greather possibility to cross linking macromolecules vois. They are need answered to high temperature, light, ozone and other aggressive media resistance for acceptance. The butadiene acrylonitrile rubbers (NBR) have specific characteristics for railway exploatation. [1,2]. In these paper was investigated the effect of NBR rubber mass ratio in butadiene acrylonitrile/ ethylene-propylene rubber blends (NBR/EPDM) on mechanical properties before and after ageing with standard rubber test methods, such as: hardness, tensile strength, elongation at break etc. The using methods of cross linking material investigation are guaranty their applied in railway traffic.

Key words: Jointing Material, Railway Traffics, NBR and EPDM Rubber, Mechanical Properties

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

POVEĆANJE UDARNE ŽILAVOSTI POSTUPKOM POBOLJŠANJA PODUŽNE VOĐICE KOD MD OBRTNIH POSTOLJA PUTNIČKIH KOLA

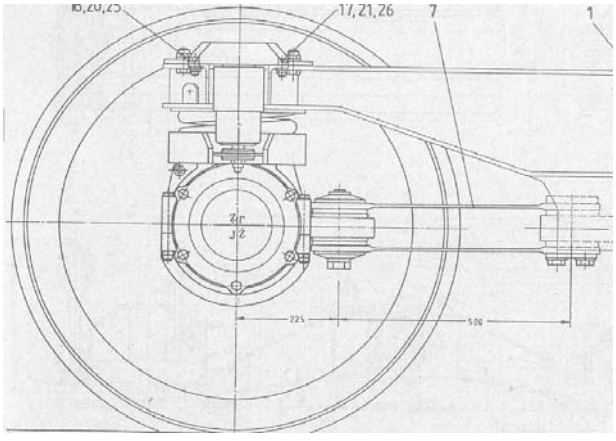
Radojica GRUJIČIĆ [1]

Rezime *– Suština ovog rada je prikaz smanjenja broja prevremenih lomova podužnih vođica osovinskog sklopa (lenkera) kod obrtnih postolja MD36 i MD52 putničkih kola. Čelik Č.4831, materijal od kojeg je izrađena podužna vođica je poznat po tome da pokazuje sniženu udarnu žilavost posle otpuštanja ako je izvršeno lagano hlađenje u peći. Ova pojava se označava kao otpusna krtost koja znatno smanjuje udarnu žilavost, što prouzrokuje brži zamor materijala i dovodi do prevremenog loma kod delova izloženih udarnim opterećenjima i naprezanjima promenljivog znaka.*

Ključne reči: Železnica, železnička vozila, obtrno postolje, podužne i ugaone vođice

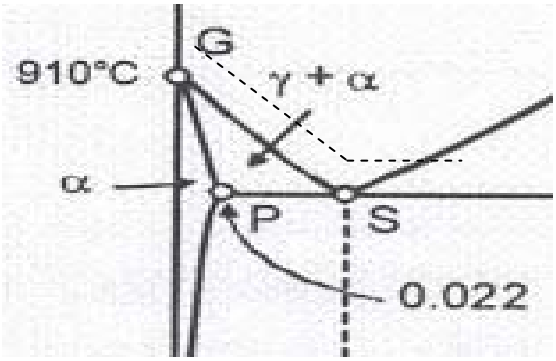
1. UVOD

Podužna vođica osovinskog sklopa (slika 1-pozicija 7) se ugrađuje na obrtana postolja MD36 i MD52 putničkih kola, a izrađena je od kvalitetnog opružnog čelika Č.4831, koji može da podnese najveća udarna opterećenja. U toku eksploatacije funkcioniše kao opruga regulišući mirnoću hoda i održavajući paralelnost osovinskih sklopova koja sprečava iskakanje kola u krivini. Česta pojava otpusne krtosti kod ovog čelika odražava se samo na smanjenju udarne žilavosti, ali ne i u tvrdoći, čvrstoći i granici razvlačenja. Posebnim režimom poboljšanja može se smanjiti otpusna krtost, odnosno povećati udarna žilavost a da mehanička svojstva materijala znatno ne opadnu.



Slika 1 – Podužna vođica osovinskog sklopa (lenker) – Poz. 7

Poboljšanje je postupak termičke obrade čelika koji se sastoji od kaljenja iz austenitne oblasti i otpuštanja ispod AC1 tačke sa ciljem dobijanja sitnijeg zrna, ravnomerna raspodele mikrokonstituenata i odgovarajuće vrednosti žilavosti pri određenoj zateznoj čvrstoći (Slika 2).



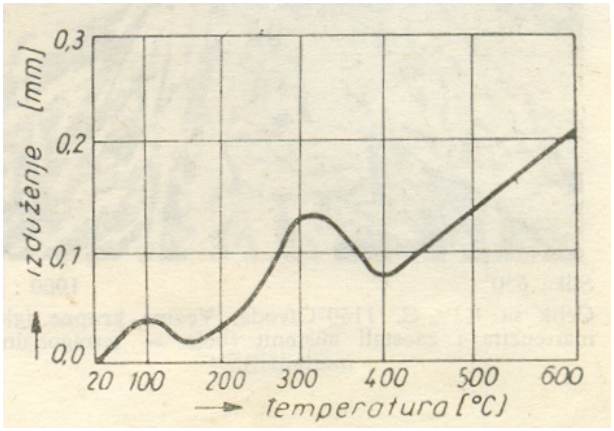
Slika 2 – temperature kaljenja u Fe-C dijagramu (isprekidana linija)

Posle kaljenja mikrostruktura čelika sastoji se iz martenzita i zaostalog austenita. Obe ove faze su nestabilne i pri otpuštanju razlažu se na stabilnu disperznu strukturu ferit i karbide koji svoju visoku tvrdoću pri zagrevanju ne gube ili je gube vrlo sporo.

Cilj poboljšanja je stvaranje disperzne strukture neophodne za dobijanje odgovarajućih mehaničkih osobina čelika. Disperzna struktura ne čini samo određenu veličinu zrna nego prvenstveno ravnomerni raspored karbida, a on ne zavisi samo od stepena podhlađenja gama-alfa preobražaja nego i od načina hlađenja.

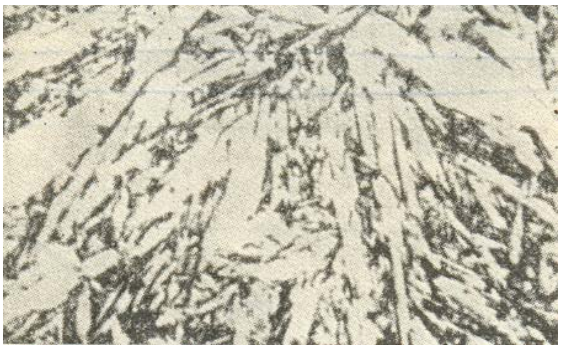
[1] Radojica Grujičić, dipl. inž. metalurgije JP „Železnice Srbije“Nemanjina 6; 11000 e-mail: velaz@sezampro.yu

Pri otpuštanju okaljenog čelika odigrava se više procesa, koji se mogu razjasniti pomoću dilatometrijske krive na slici 3.



Slika 3- Dilatometrijska kriva otpuštanja čelika sa 1,3% C kaljenog u vodi sa 1150°C. Brzina zagrevanja= 2°/min

Ugljenični čelik C100 sa 1.3%C, koji je korišćen pri ovom opitu, predhodno je okaljen u vodi sa 1150°C, a zatim otpuštan zagrevanjem brzinom od 2°C/ min. Posle kaljenja mikrostruktura ovog čelika sastoji se od veoma grubih marterzitnih igala i oko 50% zaostalog austenita. Pošto martenzit, kao i austenit, pri nagrizanju ostaju svetli, ova dva sastojka strukture veoma se teško mogu razgraničiti (slika 4).



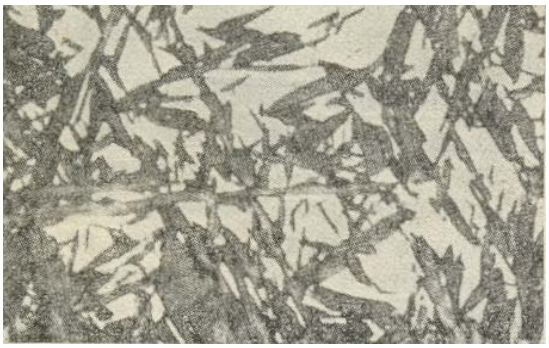
Slika 4 – Čelik sa 1,3% . 1150°C/voda. Veoma krupne igle martenzita i zaostali austenit (belo=tetragonalni martenzit)

Do 80°C čelik se pri zagrevanju isteže ravnomerno. Između 80 i 150° C nastaje skraćenje epruvete odnosno skupljanje (1. stadijum otpuštanja). Ovo je izazvano time što ugljenikovi atomi, koji su zadržani u tetragonalnoj martenzitnoj rešetki, počinju intenzivno da se pokreću i difunduju u međuprostore rešetke, koji imaju veću zapreminu.

Tetragonalana deformacija martenzita smanjuje se neprekidno sa temperaturom i vremenom otpuštanja, te se postepeno obrazuje kubni martenzit.

Od 150° C čelik se ponovo isteže do oko 290°C (2. stadijum otpuštanja). Premeštanje ugljenikovih atoma u kristalnoj rešetki, zbog čega tetragonalni martenzit prelazi u kubni, završeno je, te smeša kubnog martenzita i zaostalog austenita povećava svoju zapreminu saglasno povećanju temperature. Ovo normalno toplotno istezanje zbiva se istovremeno sa još jednim procesom, koji takođe vodi ka povećanju zapremine, sa transformacijom zaostalog austenita u kubni martenzit.

Usled povećane prokaljivosti C-atoma izdvajaju se najfiniji karbidi. Time se smanjuje stabilnost austenita i γ-čvrsti rastvor prelazi u α-rešetku kubnog martenzita, γ/α- nastaje povećanje zapremine a time i izduženje dilatometrijske probe koja je u obliku šipke. Slika 5 pokazuje mikrostrukturu čelika 1 čas na 200°C.



Slika 5. – čelik sa 1,3%C, 1150°C (voda) 1 h 200°C. Kubni martenzit (tamno) i zaostali austenit (belo)

Martenzit je obojen sasvim tamno zbog mnogobrojnih sićušnih precipitata karbida. Zaostali austenit je beo i još uvek prisutan. Međutim, posle jednočasovnog otpuštanja na 300° C dobija se mikrostruktura prikazana na slici 6. Zaostali austenit je izčezao i mikrostruktura se sastoji od tamnih kristala kubnog martenzita.

Slika 6. – čelik sa 1,3%C, 1150°C (voda) 1 h 300°C. Kubni martenzit

Između 290-400° C ponovo dolazi do kontrakcije (skupljanja) dilatometrijske probe (3. stadijum otpuštanja). U ovoj oblasti temerature su više, difuzija ugljenikovih atoma je veća i praktično se sav ugljenik iz kubnog martenzita izdvojio u karbide železa. Kubna rešetka martenzita sa parametrom od oko a-2.9 A kontinuirano prelazi u u kubnu rešetku ferita bez ugljenika sa parametrom rešetke a- 2.86 A.

Iznad 400°C otpušteni čelik se sastoji od ferita sa raspoređenim najfinijim delićima karbida. Daljim povećanjem temperature izdvojeni karbidi postaju krupniji i mikroskopski vidljivi. Međutim ovaj proces

koagulacije se ne odražava više na dilatometrijskoj krivoj.

Igličasta struktura ferita nastalog iz martenzita zadržava se i na najvišim temperaturama otpuštanja zbog orjentisanog izdvajanja karbida, a odstranjuje se tek zagrevanjem na temperaturama iznad tačke Ac1. Slika 7 pokazuje mikrostrukturu čelika otpuštenog na 400° C.

Slika 7- Čelik sa 1,3%. 1150°C/voda/ 1h 400°C Martenzit razložen u ferit i cementit

Igličasti oblik ferita može se jasno videti. Prisutni su takođe već i i sićušni kristali karbida. Posle otpuštanja na 700°C, tj. neposredno ispod tačke Ac1, karbidi su koagulisani u veće deliće, ali su još uvek sačuvane iglice slične martenzitu (Slika 8.).

Slika 8- Čelik sa 1,3%. 1150°C/voda/ 1h 700°C Ferit i globularni cementit

Tvrdoća, zatezna čvrstoća i granica razvlačenja zakaljenog čelika opadaju pri otpuštanju, dok izduženje, kontrakcija, udarna žilavost i broj savijanja rastu. U tabeli 1. navedene su promene karakteristika čvrstoće koje nastaju pri otpuštanju čelika sa 0.45%C i 0.80 %Mn, kaljenog sa 850° C u vodi.

Tabela 1. - Poboljšanje čelika Ck 45 (Č.1531)

Temperatura otpuštanja [°C]	300	400	500	600	700
Tvrdoća po Brinelu	320	285	250	220	200
Zatezna čvrstoća [MPa]	1050	1000	900	800	700
Granica razvlačenja [MPa]	750	700	620	520	430
Izduženje [%]	10	15	20	25	30
Kontrakcija [%]	30	40	50	55	60

Železnice Srbije u svom inventarskom parku poseduju 139 putničkih kola sa obrtnim postoljima MD36 i MD 52 na kojima se ugrađuju 16 pravih i 8 krivih lenkera po kolima, proizvođača, „VAGON UNION“ Nemačka, što čini ukupnu količinu od 2200 komada pravih i 1100 komada krivih vođica. Naši dobavljači: „GOŠA“-Smederevska Palanka, „ALATNICA LAZAREVIĆ“-Beograd, „MING“-Beograd i „METALOTEHNA“ - Kneževo (Republika Srpska) isporučivali su vođice kvaliteta propisanih u tehničkim uslovima UIC objava i JUS – standarda, ali su iste u eksploataciji pokazivale prevremen zamor odnosno povećani lom.

Tabela 2

Broj ispitivanja	Rm (MPa)	Izduženje A5%	Ku (J)	Re (MPa)
I ispitivanje	1420	8,41	8,50	1318
II ispitivanje	1443	4,88	7,50	1302
Stari teh. uslovi	1300-1500	/	/	1200

U 2001. godini pravljena je analiza isključenja putničkih kola iz saobraćaja na osnovu kvara podužne vođice (lenkera), i koja je pokazala 290 lomova istih, odnosno 13% na godišnjem nivou, što značajno utiče na povećanje troškova održavanja i imobilizaciju putničkih kola.

Zbog nastalog tehničkog problema pristupilo se ispitivanju mehaničkih osobina puknutih lenkera - izduženja i udarne žilavosti. Uzorci su dostavljeni IMS-u, koji je izvršio zahtevana ispitivanja i isti su prikazani u tabeli 2.

Tabela 3

Broj ispitivanja	Rm (MPa)	Izduženje A5%	Ku (J)	Re (MPa)
I– ispitivanje	1163	13,8	18,84	1104
II – ispitivanje	1176	13,2	17,6	1120
Novi teh. uslovi	1100 –1300	min 9	min 15	min 1050

Dobijeni rezultati potvrđuju teoriju da materijal Č.4831 od koga se izrađuju lenkeri zadovoljavaju mehaničke osobine i poseduje nisko izduženje i udarnu žilavost zbog prisutne otpusne krtosti (posle otpuštanja).

Stari tehnički uslovi nisu tretirali otpusnu krtost u navedenom čeliku, koja smanjuje udarnu žilavost, pa iz tog razloga tehnički uslovi nisu definisali minimalnu žilavost ispod koje se ne sme ići, za opruge i gibnjeve to je Ku min 15 J.

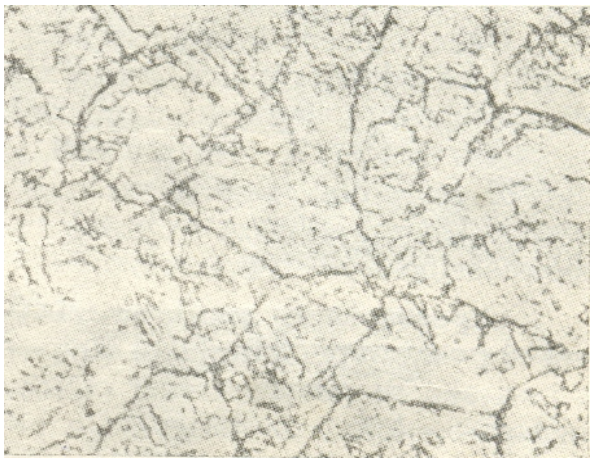
Zbog gore navedenog pristupio sam izmeni (dopuni) tehničkih uslova izrade podužnih i ugaonih vođica sa ciljem da se odgovarajućim režimom otpuštanja otkloni otpusna krtost odnosno poveća udarna žilavost na uštrb sniženja zatezne čvrstoće do 20% i granice razvlačenja do 5%.

Nove tehničke uslove za izradu lenkera prva je primenila firma „MING“-Beograd. Ispitivanja mehaničkih osobina, koja su obavljene na IMS-u pokazala su da je kvalitet proizvoda u granicama zahtevanog. Rezultati ispitivanja dati su u tabeli 3.

Lenkeri su prošli sva tipska i eksploataciona ispitivanja, te je komisija ZJŽ/ŽS za verifikaciju i podobnost proizvoda verifikovala kvalitet „MING“-ovih lenkera 03.11.2003.godine pod br. 134/04 i isti se ugrađuju na kola duže od 3 godine bez masovne

pojave prevremenog loma.

Slika 9: Čelik sa 0,27% C, 1,15% Mn i 0,75% Cr. 860°C (ulje) 1h 650°C /peć/ 1h 650°C/ulje. Krt posle otpuštanja. Ku=8J . Nagrizano rastvorom ksilol-pikrinska kiselina.



Slika 10: Čelik sa 0,27% C, 1,15% Mn i 0,75% Cr. 860°C (ulje) 40h 650°C/hlađenje u peći. Žilav posle otpuštanja.Ku=18J. Nagrizano rastvorom ksilol-pikrinska kiselina

2. ZAKLJUČAK

U periodu 2002-2005.godina ugrađeno je na obrtnimm postolljima MD 36 i MD 52 putničkih kola oko 900 komada lenkera izrađenih po novim tehničkim uslovima.

U tom periodu evidentirano je smanjenje broja prevremenog loma za 40%.

Kada zastupljenost ugrađenih lenkera na kolima, proizvedenih prema novim tehničkim uslovima, bude iznad 80%, prevremeni lom pašće ispod 5% na godišnjem nivou, to bi bilo 110 defekata godišnje a što je za 180 kvarova manje nego u 2001. godini kada je evidentirano 290 defekata odnosno 13% loma.

Ekonomska opravdanost izmenjenog tehnološkog rešenja sastoji se u znatnom smanjenju broja prevremenog loma lenkera, produženju eksploatacionog veka, smanjenju imobilizacije putničkih kola.

Prilikom rekonstrukcije motora za DMV 812/814 odlučeno je da se u okviru modernizacije istih na ramove postolja ugrade novi lenkeri (96 komada) koji su u ekslpoataciji oko 2,5 godine sa pređenih blizu 400.000 km, a da nije konstatovan još ni jedan lom.

Ovo tehničko rešenje može se primeniti kod izrade novih lisnatih gibnjeva za teretna kola, pogotovo za kola za prevoz automobila, serije DDam kod kojih je izraženo masovno pucanje gibnjeva.

Ukoliko se umesto čelika Č. 2131 za izradu listova gibnjeva upotrebe Č. 4830 i Č.4831, koji podnose znatno veće opterećenje uz primenu gore navedenog novog tehničko tehnološkog postupka možemo dobiti visoko kvalitetan proizvod

LITERATURA

[1] Božić B.,Fizička metalurgija, Naučna knjiga Beograd,1964.god.
[2] Navikov I.I.,Teorija termičeskoj obrabotki metallov, Metalurgija Moskva1979.god.
[3] Shewmon P.G., Transformations in Metals, McGraw-HILL, New-York,1969.god.
[4] Drobnjak Đ. Fizička metalurgija, Tehnološko–metalurški fakultet Beograd, 1981.god.
[5] Dr. inž. Herman Šuman , Metalografija ,Zavod za izdavanje udžbenika Beograd
[6] Jovo P. Šarić, Vučena vozila, Zavod za uđbenike Beograd, 1996. god.

INCREASE OF IMPACT TENACITY THROUGH PROCESS OF IMPROVEMENT OF LONGITUDINAL GUIDE IN MD BOGIES FOR PASSENGER COACHES

The essence of this paper is the presentation of reductions of the number of premature breakage of wheel-set longitudinal guides of bogies MD36 and MD52 for passenger coaches. Steel 4831 – material used for manufacturing of longitudinal guides – is known for showing lower impact tenacity after being relieved if it is slowly cooled in the furnace. This manifestation is marked as relieving fragility that largely reduces the impact tenacity which causes faster fatigue of the material and leads to premature breakage of the parts exposed to impact loads and strains of variable signs.

Key words: Railway, railway vehicles, bogies, longitudinal and angular guides.

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ORGANIZACIJA I STRUKTURA PODATAKA KOD INFORMACIONOG SISTEMA ZA IZDAVANJE KARATA NA ŽELEZNICI

Jovan RISTIĆ[1]
Dragan TEMELJKOVSKI[2]
Dragana RADOSAVLJEVIĆ[3]

Rezime *– Postoji znatna zavisnost između strukture hardvera, softvera i podataka. Na ovom mestu prikazana je struktura i organizacija podataka za izdavanje karata na železnici, kao i potrebni algoritmi za rad sa navedenim strukturama. Ovakvom strukturom, sem uštede memorije, postignuta je i potrebna jednostavnost i brzina pretraživanja.*

Ključne reči – organizacija podataka, struktura podataka, organizacija softvera, daljinar železnice

1. UVOD

Elektronski sistem za izdavanje karata našao je veliku primenu zahvaljujući svojim brojnim prednostima. Njegovom upotrebom znatno se ubrzava izdavanje karata, omogućava pregledniji i sigurniji rad, eliminišu subjektivne greške radnika koji rade na izdavanju karata, pruža mogućnost vođenja dnevne blagajne i raznih obrada dnevnog prometa. Iz njega se takođe mogu prenositi podaci u centralni računar i tamo vršiti sve potrebne obrade.

Za ovakav rad, sistemu je potrebno obezbediti veliki broj podataka. Svi ovi podaci smešteni su u priručnom daljinaru koji se posebno organizuje za svaku polaznu stanicu.

Daljinar u sebi sadrži:

-spisak svih odredišnih mesta,

-šifre odredišnih mesta (pored toga što se predstavljaju slovima, one se radi dalje obrade predstavljaju i svojom šifrom),

-tarifne kilometre (TKM) za sva odredišna mesta radi izračunavanja cene karata,

-opis prevoznog puta (VIA) (ukoliko je do nekog odredišnog mesta moguće stići na više načina, svaki od njih treba definisati),

-šifre prevoznih puteva (svakom prevoznom putu radi dalje obrade pored slovnog opisa dodeljena je šifra).

Ovako veliki broj podataka navodi na obavezu upotrebu spoljašnje periferije.

Rukovodeći se ovim, pokušali smo da podatke u daljinaru organizujemo tako da zauzimaju što manje memorijskog prostora. Svi podaci su sada direktno dostupni procesoru i više nema potrebe za pretraživanjem spoljašnje periferije.

Organizacija podataka u daljinaru, pored toga što treba da smanji memorijski prostor za smeštaj, mora da obezbedi i jednostavno pretraživanje i raspakovanje podataka. Pogodnim izborom sloga promenljive dužine, uspeli smo da ispunimo sve uslove.

2. IZGLED SLOGA ZA PRETRAŽIVANJE ZNACIMA

Problem smeštanja velikog broja podataka u slučaju daljinara rešen je njihovom pogodnom organizacijom. U konkretnom slučaju izbegnuto je dvostruko zapisivanje.

Kao posebna relacija u daljinaru se podrazumeva uputna stanica koja je ista za slučaj da za nju postoji više prevoznih puteva. U tom slučaju je velika ušteda upisati je samo jednom i za nju formirati slog koji sadži sve putne pravce vezane za nju. U tom slučaju se takođe pojavljuje šifra te stanice (petocifren broj = 5.5

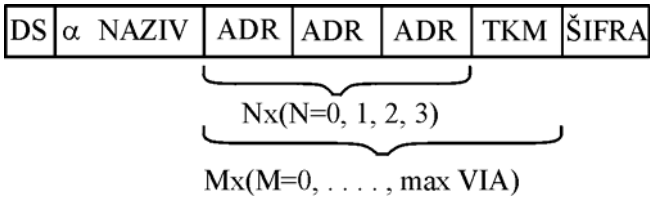
[1]Jovan Ristić, vanredni profesor, Fakultet tehničkih nauka u Kosovskoj Mitrovici, ul. Knjaza Miloša 7, 38220 Kosovska Mitrovica, Srbija, jristic@ni.ac.yu.
[2] Dragan Temeljkovski, redovni profesor, Mašinski fakultet u Nišu, ul. Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, temelj@masfak.ni.ac.yu.
[3] Dragana Radosavljević, asistent, Fakultet tehničkih nauka u Kosovskoj Mitrovici, ul. Knjaza Miloša 7, 38220 Kosovska Mitrovica, Srbija, rdragana@ptt.yu

bajtova decimalno pakovano) samo jednom a ne onoliko puta koliko je i putnih pravaca do nje.

To je slučaj i sa opisom putnog pravca koji se sastoji od naziva stanice, koji se inače nalaze u daljinaru kao nazivi odredišta. Tako se umesto α naziva promenljive dužine (od 3 do 17 = isto toliko bajtova za ASCII notaciju) koriste adrese koje ukazuju na taj niz na nekom mestu u memoriji daljinara (adresa = 2 bajta). Iz ovoga se jasno vidi velika ušteda u memoriji.

Druga ušteda se može postići ako se zna da pojedini podaci imaju određenu vrednost u konkretnom sklopu podataka. Ovde je to slučaj sa šifrom VIA. Ona je jednako 01 za opis prvog putnog pravca, 02 za opis drugog i tako redom za onoliko koliko postoje. Iz ovoga se može zaključiti da se konačnom analizom sloga može ovaj podatak da zaključi i izbegne trošenje memorije za njegov zapis.

Iz ovakve analize došlo se do sledećeg izgleda:



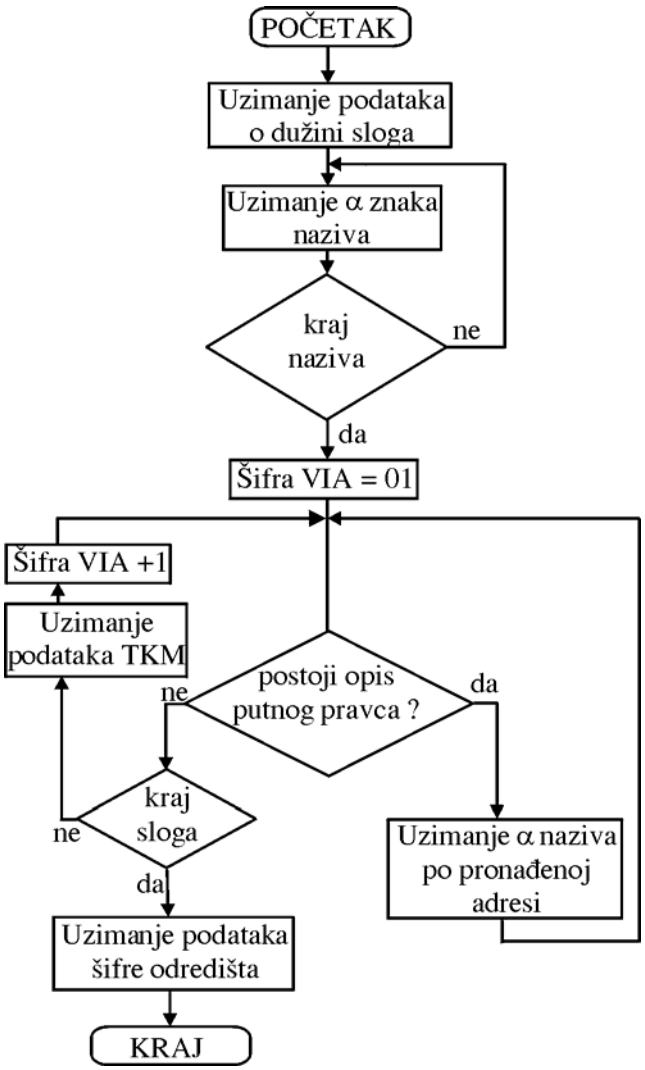
Slika 1.Izgled sloga

Zaglavlje sloga sadrži njegovu dužinu. Pošto je jasno da je dužina sloga promenljiva i da je potrebno vršiti pretraživanje takvih slogova, neophodno je znati njegovu dužinu. Ona nam takođe služi i za pretraživanje podataka u samom slogu.

Sledeći podatak koji se ispisuje je naziv odredišta i promenljive je dužine. Njegov kraj je u dodiru sa adresom opisa putnog pravca ili sa podatkom o tarifnim kilometrima, ako opis pravca ne postoji. Njihovo razgraničenje ovde je moguće napraviti kada se daljinar smešta od adrese 8000 do FFFF (32KB što je dovoljno za smeštanje kompletnog beogradskog daljinara). Podatak o TKM je broj do 3999 što takođe dozvoljava njegovo lako prepoznavanje. Na kraju sloga se upisuje šifra odredišta čija veličina ne mora da bude u određenom opsegu jer je konkretne dužine i nalazi se na kraju sloga (sa početka sloga i pomoću njegove dužine lako se dolazi do ovog podatka).

Na slici 2 dat je dijagram toka raspakivanja ovakvog sloga.

Nedostaci ovakve organizacije se ogledaju prvenstveno u rešavanju problema sa konkretnim uslovima. Razdvajanje pojedinih parametara u okviru sloga nije moguće izvršiti za TKM 4000 u slučaju zapisa ovog parametra pakovano decimalno, jer se ne bi mogao odvojiti od dela α naziva (ASCII). Ovaj bi se problem mogao rešiti ili HEX zapisom TKM ili umetanjem pogodnog znaka za odvajanje pojedinih zapisa unutar sloga.



Slika 2.Dijagram toka raspakivanja sloga

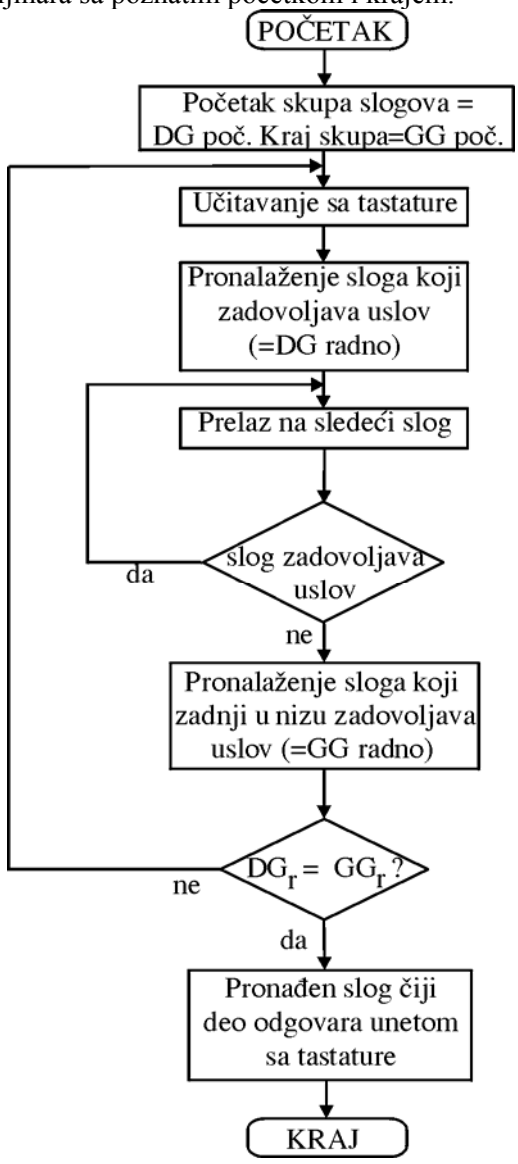
3. PRETRAŽIVANJE

Daljinar u ovakvoj organizaciji ispoljava lako pretraživanje prema α nazivu ili njegovoj šifri, jer se oba ova podatka lako nalaze ili na početku ili njegovom kraju. Problem je rešavan za pretraživanje kao najkraće prepoznavanje α naziva. U tom smislu su i slogovi poređani prema α nazivu po abecedi. Postupak se skraćuje na taj način što se skup koji se pretražuje u svakom novom krugu smanjuje dok se ne dođe do konačnog rešenja. Algoritam pretraživanja je dat na slici 3.

Za zahtev pretraživanja daljinara po šiframa, u ovakvoj organizaciji sloga, algoritam jasno ne bi mogao biti isti jer šifre u ovom slučaju nisu poređane u pogodnom redosledu. Takođe bi u tom slučaju bilo potrebno unošenje kompletne šifre (5 cifara) dok se pronalaženje sloga po α nazivu završava kod unošenja 2, 3 ili 4 znaka, reči od kojih je prva ista (Novi Sad, Novi Beograd, itd.).

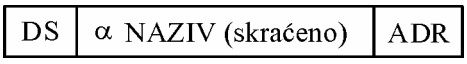
U tom slučaju moguće je problem prevazići postavljanjem skraćenica u kojoj je prva reč koja se ponavlja predstavljena prvim slovom, dok je ostali deo nepromenjen. Ovakav skup skraćenica čini sada deo

daljinara sa poznatim početkom i krajem.



Slika 3.Dijagram toka pretraživanja

Slog u ovom delu sadrži samo svoju dužinu, α skraćeni naziv promenljive dužine i adresu sloga čija je to skraćenica (sl.4).



Slika 4. Izgled skraćenog slog.

U slučaju traženja sloga putem skraćenice postupak pretraživanja se svodi na pretraživanje dela daljinara sa skraćenicama, odakle se direktno adresom nalazi kompletan traženi slog. Kako je broj skraćenica daleko manji od ukupnog skupa, pretraživanje je jednostavnije i kraće.

4. ZAKLJUČAK

Prikazana struktura podataka i odgovarajući softver omogućuju preko 2000 odredišta u datom primeru.

Važno je napomenuti da sličan pristup organizacije podataka omogućuje znatne uštede memorijskog prostora kod mikroračunara specijalne namene. Potrebno je veoma dobro razmotriti problematiku i izabrati najpogodniji način organizacije kao i strukture podataka.

LITERATURA

[1] Wedekind Harmut: "Dataorganization", Walter de Gruyter and Co, Berlin, 1970.
[2] Simić Radmilo: "Organizacija podataka", Viša škola za primenjenu informatiku i statistiku, Beograd, 1977.
[3] Jovan Ristić, Milovan Ilić, Dragan Temeljkovski: "Prilog rešavanju povećanja efikasnosti prevoza u Srpskim ‚eleznicama", Zbornik radova sa XI ŽELKOM ’04, str. 315-317, Niš, 2004.
[4] Milan Blagojević, Jovan Ristić, Đorđe Simić: "Sistemi za otkrivanje i dojavu požara", Fakultet zaštite na radu, Niš, 2004.

DATA ORGANIZATION AND STRUCTURE IN RAILWAY TICKET ISSUING INFORMATION SYSTEM

Jovan RISTIĆ
Dragan TEMELJKOVSKI
Dragana RADOSAVLJEVIĆ

Abstract – Great dependence exists between hardware, software and data structures in some systems. In this paper was give as structure and organization of data for railway ticket issuing information system as flow charts necessary for working with such structures.

Key words – Data Organization, Data Structure, Software Organization, Railway Distance Finder

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

TURISTIČKA PRUGA UZANOG KOLOSEKA ŠARGAN VITASI - BRANEŠCI

Slavica ILIĆ[1]
Mirjana ŽARKOVIĆ[2]
Tatjana MIKIĆ[3]

Rezime *– Cilj projekta je povezivanje pruge uzanog koloseka Šargan Vitasi - Mokra Gora sa prugom normalnog koloseka Beograd - Bar, preko Braneškog polja i stanice Branešci, radi proširenja celokupne turističke ponude i povezivanja turističkog kompleksa na planini Zlatibor sa turističkim kompleksom na Mokroj Gori, nacionalnim parkom «Tara» i dalje sa Višegradom i dolinom reke Drine. Na delu pruge uzanog koloseka od stanice Šargan Vitasi do stanice Kremna, planirana je rekonstrukcija i revitalizacija stare pruge uzanog koloseka, a njeno povezivanje sa prugom (Beograd) - Resnik - Podgorica - Bar zahteva izgradnju nove pruge uzanog koloseka u novom koridoru. Kroz relevantna istraživanja, u saobraćajno - tehnološkom projektu definisana su varijantna rešenja trase, kapaciteti tog dela pruge, organizacija i tehnologija saobraćaja na pruzi i u stanicama i dati predlozi za organizovanje različitih itinerera.*

Ključne reči – turistička pruga, uzani kolosek, rekonstrukcija, izgradnja

1. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

U cilju razvoja turizma i obezbeđenja boljeg položaja Srbije u međunarodnoj turističkoj ponudi, Vlada Republike Srbije usvojila je novu strategiju razvoja turizma. Bitan preduslov za organizaciju turističke ponude je izgrađenost saobraćajne infrastrukture.

Na delu pruge uzanog koloseka od stanice Šargan Vitasi do stanice Kremna, planirana je rekonstrukcija i revitalizacija stare pruge uzanog koloseka, a njeno povezivanje sa prugom (Beograd) - Resnik - Podgorica - Bar zahteva izgradnju nove pruge uzanog koloseka u novom koridoru. Putnici će moći da sa pruge Beograd - Bar, u stanici Branešci, presedaju na turistički voz za Mokru Goru.

Kroz relevantna istraživanja, u saobraćajno - tehnološkom projektu definisana su varijantna rešenja trase, kapaciteti tog dela pruge, organizacija i tehnologija saobraćaja na pruzi i u stanicama i dati predlozi za organizovanje različitih itinerera.

2. GEO - SAOBRAĆAJNI POLOŽAJ

Područje Zlatiborskog okruga nalazi se u jugozapadnom delu teritorije Republike Srbije. Administrativni centar posmatrane zone je Užice.

Mokra Gora predstavlja granicu između kremanske i mokrogorske kotline. Između Mokre Gore i Kremana uzdiže se Šargan. Reljef je veoma rasčlanjen, pa je i visinska razlika između najniže tačke u Kotromanu i najviše na Zboristu 1.059 metara. Području turističke pruge je deo skoro netaknute prirode, koja obiluje mnogim prirodnim bogatstvima, lekovitim izvorima, darovima prirode, kao i zanimljivim etnografskim lokalitetima.

Zahvaljujući Šarganu, koji je vekovima služio za trasiranje važnih saobraćajnica između Srbije i Bosne, kroz Mokru Goru su od najranijih dana prolazili važni drumski putevi, što je ovom selu uvek davalo i veliki geografski značaj.

Magistralni put Beograd - Sarajevo prolazi kroz selo, što omogućava laku pristupačnost i dobru saobraćajnu povezanost Mokre Gore, koja je ujedno i početna stanica Šarganske osmice, sa Užicem i Bajinom Baštom. Saobraćajno - geografski položaj Mokre Gore najpovoljniji je u odnosu na afirmisane turističke centre, koji se nalaze u njenoj neposrednoj blizini: Zlatibor, Tara, Perućac.

Železnički saobraćajni tokovi sa ovog područja prirodno su usmereni na prugu Beograd - Bar.

3. KARAKTERISTIKE SAOBRAĆAJNIH KAPACITETA

Pruga Šargan Vitasi–Mokra Gora je revitalizovani deo jednokolosečne neelektrificirane pruge uzanog koloseka širine 0,76 m i predstavlja deo nekadašnje

[1] Slavica Ilić, dipl. ing. saobr, SICIP Beograd, Nemanjina 6, gajickia@sicip.co.yu
[2] Mirjana Žarković, dipl. ing. saobr, SICIP Beograd, Nemanjina 6, gajickia@sicip.co.yu
[3] Tatjana Mikić, dipl. ing. saobr, SICIP Beograd, Nemanjina 6, gajickia@sicip.co.yu

pruge Užice–Višegrad. U sadašnjim uslovima ova pruga se koristi kao muzejsko-turistička pruga.

U eksploataciji je deo pruge u dužini od 16 365 m, od km 254+480 do km 270+845. Prugu čine tri stanična prostorna odseka: Šargan Vitasi – Jatare, Jatare – Mokra Gora i Mokra Gora – stajalište Škola.

Najveća dozvoljena masa po osovini na pruzi je do 10 t/os, a najveća dozvoljena masa po dužnom metru je 3,2 t/m, pruga je prvog reda. Najveća dozvoljena brzina na pruzi je 30 km/h. Brzina u službenim mestima preko skretnica za vožnju u pravac je 30 km/h, a za vožnju u skretanje je 25 km/h.

Na pruzi Šargan Vitasi – Mokra Gora sva službena mesta otvorena su za putnike radi turističkih putovanja: stanica Šargan - Vitasi, stajalište Gornje Jatare, stajalište Vidikovac 1, ukrsnica Jatare, stajalište Ravanica - Golubići, stajalište Vidikovac 3, stanica Mokra Gora i stajalište Škola.

Svi putni prelazi na otvorenoj pruzi, opremljeni su vertikalnom drumskom signalizacijom, osim putnog prelaza preko magistralnog puta koji je opremljen svetlosnom i zvučnom drumskom signalizacijom i putoprelaznim branicima.

Na pružnom koloseku Šargan Vitasi–Jatare nalazi se jedan most i 9 tunela. Najduži je tunel "Aleksandar", 1667 metara. Na pružnom koloseku Jatare–Mokra Gora nalaze se tri mosta i 11 tunela.

Putnička kola koja su u upotrebi: B 3678 putnička kola II razreda, C 3622 putnička kola, E 4451 panorama kola, Cls 5398 ilidžanac, 0409 restoran kola, rumunska putnička kola II razreda. Lokomotive**:** 83 parna, 85 parna, L-45H dizel.

Najvažnija saobraćajnica za zlatiborski okrug sa aspekta povezivanja sa Republikom Srpskom je magistralni put *M5* koji povezuje Užice i Višegrad. Ovim putem se ostvaruje i drumska veza sa regionom Valjeva. Pomenuti putni pravac predstavlja, pored postojećeg magistralnog puta Beograd - Bijelo Polje - primorje, vezu sa severnom Crnom Gorom.

Alternativa magistranim putu od mesta Kremne ka Užicu je regionalni put R 112, koji se najvećim delom poklapa sa planiranom železničkom prugom.

4. DEFINISANJE PARAMETARA PRUGE I SLUŽBENIH MESTA

4.1. Položaj trase

Od stanice Šargan Vitasi do Kremne treba uraditi rekonstrukciju i revitalizaciju nekadašnje pruge uzanog koloseka, a dalje povezivanje sa prugom (Beograd) - Resnik - Bar i stanicom Branešci treba izvesti izgradnjom nove pruge, koristeći koridor uz regionalni put R112 na delu od Kremne do Braneškog Polja. Prilikom izgradnje pruge treba voditi računa o očuvanju autentičnosti stare pruge uzanog koloseka i u tom smislu ne treba zaobići postojeću stanicu Kremna.

Predlažemo da bar jedno varijantno rešenje nove trase prolazi kroz nekadašnju stanicu Kremna, gde još uvek postoji stara stanična zgrada. Ovo je potrebno uraditi kako bi sagledali obim i troškove potrebnih radova u smislu eksproprijacije zemljišta, delimičnog izmeštanja postojećeg puta R112 i uporedili sa ostalim varijantnim rešenjima. U drugim varijantnim rešenjima treba predvideti izmeštanje i rekonstrukciju postojeće stanične zgrade na novu lokaciju stanice Kremna. Odvijanje saobraćaja će se vršiti samo u toku vidljivog dela dana, prilikom vođenja trase treba omogućiti što veću prirodnu osvetljenost trase.

4.2. Osnovni tehnički i tehnološki elementi pruge

Turističku prugu Šargan Vitasi - Branešci treba projektovati kao prugu uzanog koloseka širine 760 mm, za parnu i dizel vuču u prvoj fazi eksploatacije, a u drugoj fazi i za električnu vuču*. Kako je jedan od osnovinh ciljeva prilikom reknstrukcije i izgradnje pruge uzanog koloseka očuvanje njene autentičnosti smatramo da je ne treba elektrificirati.

Projektne elemente pruge izvesti uz minimalni dozvoljeni radijus horizontalne krivine od 120 m i za brzine do 30 km/h u pravac i do 25 km/h u skretanje.

Zaobljenje preloma nivelete vršiti vertikalnim krivinama radijusa 2000 metara. Maksimalni dozvoljeni nagib na pruzi ne treba da pređe 20‰. Osovinsko opterećenje treba da iznosi 100 kN/os.

Gornji stroj predvideti od polovnih šina tipa "Xa" i tipa 45 (ili sličnih) na impregniranim drvenim pragovima, u zastoru od tucanika. Predvideti nove pragove dužine 1,60 m i postaviti ih na osovinskom rastojanju od 0,8 m. Predvideti zastornu prizmu širine 2,10 m na visini gornje ivice praga i debljine 0,30 m od kote nivelete do kote gornje ivice praga.

Sve eventualne ukrštaje novoprojektovane železničke pruge sa magistralnim putem M5 treba denivelisati. Eventualne ukrštaje železničke pruge sa drumskim saobraćajnicama nižeg ranga projektovati u skladu sa odredbama železničkog Pravilnika 322.

4.3. Položaj stanica na pruzi

Izgradnjom novog dela pruge, stanica Šargan Vitasi menja svoju funkciju u saobraćajnom smislu i umesto krajnje postaje međustanica. Početak pruge biće u stanici Branešci, koja će biti pored istoimenog službenog mesta na pruzi normalnog koloseka.

Između stanica Šargan Vitasi i Branešci treba predvideti dva službena mesta za regulisanje saobraćaja vozova. Prvo službeno mesto treba predvideti u reonu naselja Kremna. Na polovini rastojanja između službenih mesta Kremna i Branešci

* Podaci na osnovu Projektnog zadaka za izradu Generalnog projekta turističke pruge uzanog koloseka Šargan Vitasi - Branešci sa Studijom o proceni uticaja na životnu sredinu i Prethodnom studijom opravdanosti - radna verzija

treba projektovati službeno mesto - "Pitomska Kosa".

U zoni predložene lokacije službenog mesta "Pitomska Kosa" koridor za buduću trasu pruge prelazi preko kote sa najvećom nadmorskom visinom, što treba iskoristiti za izgradnju vidikovca. Prioriteti za određivanje ove mikrolokacije su prvenstveno turističko-komercijalni, zatim saobraćajno-tehnološki.

4.4. Potrebni kapaciteti službenih mesta

Nova službena mesta, osim saobraćajne funkcije, moraju imati i izrazito komercijalno-turistički karakter. Stanične zgrade u ovim mestima treba izgraditi prema arhitektonskim rešenjima postojećih stanica kako bi se sačuvala autentičnost stare pruge.

Stanične platoe službenih mesta, ukoliko to uslovi dozvoljavaju, treba predvideti u horizontali.

U službenim mestima predvideti ugradnju skretnica tipa "Xa"-120-6° ili od šina tipa 45 istih parametara. Skretnice će biti opremljene skretničkim bravama za vožnju u pravac i vožnju u skretanje. Rukovanje skretnicama biće na licu mesta.

Nova službena mesta osigurati jednoznačnim ulaznim signalima sa predsignalima mehaničkog tipa.

Za potrebe sporazumevanja u službenim mestima treba obezbediti poslovni OV vod i priključiti ga na postojeći, sistem radio veze, kao i vezu sa javnom fiksnom PTT mrežom. Na otvorenoj pruzi predvideti pružne telefone koji će biti uključeni u OV vod.

a) Branešci

Stanica Branešci biće čeonog tipa. Za prijem i otpremu vozova, gariranje garnitura i okretanje lokomotive potrebno je izgraditi 3 koloseka minimalne korisne dužine 150 metara.

Za ulaz i izlaz putnika predvideti dva niska perona dužine do 50 metara.

U staničnoj zgradi potrebno je predvideti prostorije za otpravnika vozova, staničnu blagajnu i odmor saobraćajnog osoblja, restoran i menjačnicu.

b) Pitomska Kosa i Kremna

Službena mesta Pitomska Kosa i Kremna obavljaće funkciju ukrsnica u kojima će biti obavezno zaustavljanje vozova iz turističkih razloga. Za prijem, otpremu i ukrštanje vozova potrebna su po dva koloseka minimalne korisne dužine 127 metara u svakom službenom mestu.

Za ulaz i izlaz putnika predvideti jedan peron dužine do 50 metara u svakom službenom mestu. U staničnim zgradama predvideti potreban prostor za saobraćajno osoblje.

5. ORGANIZACIJA I TEHNOLOGIJA SAOBRAĆAJA

5.1. Postojeći obim rada

Period saobraćaja voza "Nostalgija" je od aprila do novembra, sa jednim redovnim polaskom svakog dana. Kapacitet voza iznosi 150 odraslih putnika, odnosno 200 dece uzrasta od 4 do 14 godina.

Vuča voza se po pravilu obavlja dizel lokomotivom, a izuzetno ili na poseban zahtev parnom lokomotivom.

Na muzejsko - turističkoj pruzi Šargan Vitasi - Mokra Gora u toku 2005. godine obavljeno je 770 vožnji, prevezeno je ukupno 36.048 putnika i ostvaren je prihod od 20.839.750 dinara. U organizaciji ljubitelja železnice i agencija izvršeno je ukupno 35 zakupa vozova i obavljene su dve besplatne vožnje. Prosečan prihod po vozu iznosio je 27.046 dinara[†].

5.2. Perspektivni obim rada

Određivanje perspektivnog obima rada na turističko-muzejskoj pruzi predstavlja veoma složen posao, zbog toga što nemamo korisnike koji prugu koriste za zadovoljavanje svojih redovnih potreba (npr. odlazak u školu, posao), već je koriste za zadovoljavanje svojih kulturoloških i drugih potreba.

Perspektivni broj putnika zavisiće prvenstveno od marketinškog nastupa JP "Železnice Srbije" i drugih relevantnih organizacija kojim bi se privukli potencijani strani i domaći turisti da obiđu prugu i da koriste prateće turističko - ugostiteljske sadržaje.

Izgradnjom dela pruge uzanog koloseka od stanice Šargan Vitasi do stanice Branešci, ostvariće se direktna železnička veza pruge (Beograd) - Resnik - Bar sa Višegradom preko stanice Mokra Gora.

Tabela 1: Godišnji perspektivni obim rada na pruzi

Relacija saobraćaja		Godina eksploatacije				
		0	+5	+10	+15	+20
1.	Putnika (u hilj)	40	45	50	55	60
	Vozova	37	41	44	47	50
2.	Putnika (u hilj)	15	19	23	27	30
	Vozova	30	42	55	68	80

Radi upotpunjavanja turističe ponude predlažu se sledeće relacije saobraćaja: Mokra Gora - Šargan Vitasi - Mokra Gora i Branešci - Mokra Gora - Višegrad - Mokra Gora - Branešci.

Godišnji perspektivni broj putnika, kao i mogući broj vozova u zakupu određen je za predložene relacije: 1. Mokra Gora -Šargan Vitasi i 2. Branešci - Višegrad. Dobijeni rezultati su prikazani u tabeli 1.

5.3. Organizacija i tehnologija železničkog saobraćaja sa projekcijom maksimalnog obima rada

Sadašnja relacija saobraćaja vozova Mokra Gora - Šargan Vitasi - Mokra Gora i predviđeni broj polazaka se zadržava. Ovakvom organizacijom saobraćaja, uzimajući u obzir dozvoljene kapacitete voza "Nostalgija", omogućava se prevoz oko 25.000 putnika u toku meseca, ako bi se realizovali svi planirani polasci u toku dana, odnosno prevoz oko

[†] Izveštaj o radu (I-XII 2005.) Sektora za prevoz putnika, str. 46

10.500 putnika u toku meseca ako bi se realizovala dva polaska dnevno.

Kao dopuna postojeće turističke ponude predlaže se nova relacija na kojoj bi saobraćao voz "Nostalgija", i to od stanice Branešci preko stanica Šargan Vitasi i Mokra Gora do Višegrada i nazad do Branešaca. Ovom relacijom ostvaruje se veza sa prugom (Beograd) - Resnik - Bar i planiraju turistički polasci iz Beograda sa presedanjem u stanici Branešci. U toku dana moguće je ostvariti do dve ovakve veze, jedanput sa vozom "Romantika" i jedanput sa "Plavim vozom". Turističke ture mogu biti organizovane kao jednodnevne ili dvodnevne sa mogućim spavanjem u Mokroj Gori ili Višegradu. Višednevne ture mogu se realizovati po zahtevu korisnika i mogu da uključe obilaske kulturno-turističkih kraja.

Predviđeno je da bi se u sezoni, u toku dana, realizovala dva redovna polaska i dva polaska po potrebi. Ostavlja se mogućnost da pojedina kola ili ceo voz saobraća samo do stanice Mokra Gora, odnosno da saobraćaju od Mokre Gore do Višegrada. Ovakvom organizacijom saobraćaja, uzimajući u obzir dozvoljene kapacitete voza "Nostalgija", omogućava se prevoz još oko 21.000 putnika u toku meseca ako bi se realizovali svi planirani polasci u toku dana, odnosno prevoz još oko 10.500 putnika u toku meseca ako bi se realizovala dva polaska dnevno.

Za realizaciju predložene organizacije železničkog saobraćaja na relaciji Mokra Gora - Šargan Vitasi - Mogra Gora potrebna je jedna lokomotiva i četvoro kola, dok su na relaciji Branešci - Mokra Gora - Višegrad - Mokra Gora - Branešci potrebne dve lokomotive i osam kola. U stanici Branešci vršiće se presedanje putnika sa pruge normalnog na prugu uzanog koloseka.

Saobraćaj vozova na pruzi biće organizovan u staničnom razmaku. Stanice Branešci, Šargan Vitasi i Mokra Gora biće stalno posednute otpravnikom vozova sa ograničenim radnim vremenom i u njima će biti moguće ukrštavanje vozova. Službena mesta Pitomska Kosa, Kremna i Jatare neće biti redovno posednuta saobraćajnim osobljem i u njima se neće vršiti ukrštavanje vozova.

Propusna moć pruge Branešci - Mokra Gora - Višegrad, sa predloženim lokacijama službenih mesta, dovoljna je i za mnogo veći obim železničkog saobraćaja od predloženog.

6. ZAKLJUČAK

Izgradnjom nove pruge uskog koloseka od Šargan Vitasa do Branešaca ostvaruje se veza obnovljene pruge Mokra Gora - Šargan Vitasi sa magistralnom prugom Beograd - Bar. Time ova turističko - muzejska pruga dobija novu dimenziju koja je čini još ekskluzivnijom. Za naše prilike to je novina, ali za svetske nije. U mnogim zemljama postoje takve pruge, u koje je uloženo dosta ljubavi i novca, da bi sadašnje i buduće generacije doživele uzbuđenje sporovoznog, ali i romantičnog putovanja u duhu minulih vremena.

LITERATURA

[1] SICIP: "Generalni projekat sa prethodnom studijom opravdanosti i studijom o proceni uticaja na životnu sredinu turističke pruge uzanog koloseka od Šargan Vitasa do stanice Branešci na pruzi Beograd - Bar", Beograd, 2006.

[2] SICIP: "Generalni projekat rekonstrukcije i revitalizacije železničke pruge koloseka 0,76 m Šargan Vitasi - Mokra Gora "Šarganska osmica"", Beograd 2002.

[3] Jezdimir S. Nikolić: "Istorija železnica Srbije, Vojvodine, Crne Gore i Kosova", Zavod NIP JŽ, Beograd, 1980.

[4] Zoran Bundalo: "Pruge uzanog koloseka jugoslovenskih železnica", ŽELNID,Beograd, 1999.

ŠARGAN VITASI – BRANEŠCI NARROW-GAUGE TOURIST RAILWAY

Slavica ILIĆ
Mirjana ŽARKOVIĆ
Tatjana MIKIĆ

Abstract – The objective of the project is connecting the Šargan Vitasi - Mokra Gora narrow-gauge railway to the Belgrade - Bar standard-gauge railway via Braneško polje and Branešci station in order to increase whole tourist supply and connect tourist complex on Zlatibor mountain with tourist complex on Mokra Gora and «Tara» national park as well as with Višegrad and the Drina River valley. On one section of the narrow-gauge railway from Šargan Vitasi station to Kremna station reconstruction and revitalization of old narrow-gauge railway was planned, but its connection to the (Belgrade) - Resnik - Podgorica - Bar railway line requires construction of new narrow-gauge railway in the new corridor. On the basis of relevant researches, traffic-related and technology design was defined alignment variants, capacities of that railway section, traffic organization and technology on open track and in stations and proposals for preparation of different itineraries will be made.

Key words – tourist railway, narrow-gauge track, reconstruction, construction

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

MOGUĆNOST RAZVOJA SAVREMENOG GRADSKO-PRIGRADSKOG ŠINSKOG SAOBRAĆAJA U NIŠU

Zlatan ŽIVKOVIĆ [1]
Mentor: Dušan STAMENKOVIĆ [2]

Rezime – U većini evropskih zemalja gradsko-prigradski saobraćaj je postavljen kao značajan društveni interes čije se vrednosti ne mere samo brojem prevezenih putnika i cenom putovanja, već i povećanjem bezbednosti saobraćaja, unapređenjem životne sredine, većom mobilnošću stanovništva i dr. Posebna pažnja se posvećuje saradnji i koordinaciji železnice i drugih saobraćajnih sistema na nivou gradova i regiona.U radu se analizira stanje železničkog gradsko-prigradskog saobraćaja u našoj zemlji a posebno u Nišu. Na teritoriji naše zemlje dugi niz godina je prisutno neadekvatno rešavanje problema gradsko-prigradskog saobraćaja, tako da na mreži naših pruga postoje začeci savremenog gradsko-prigradskog saobraćaja i ostaci ranijeg lokalnog saobraćaja. U radu je prikazana organizacija gradskog saobraćaja u Beogradu, sa opisom udela tramvajskog, trolejbuskog, autobuskog i železničkog prevoza putnika. U radu su, takođe, navedeni primeri savremenog gradskog saobraćaja kod razvijenih zemalja (Italija, Francuska). Projekti i studije, koji su u ranijem periodu rađeni za grad Niš, ukazuju da postoje opravdani razlozi da se u Nišu uvede savremeni šinski saobraćaj, što prvenstveno podrazumeva poboljšanje stanja infrastrukture, obezbeđivanje taktnog reda vožnje, objedinjavanje saobraćaja kroz gradsko tkivo i pojačavanje komercijalno-markentinške delatnosti.

Ključne reči: gradsko-prigradski saobraćaj, šinski saobraćaj, železnica

OPPORTUNITY OF DEVELOPMENT OF MODERN URBAN AND SUBURBAN RAILWAY TRAFFIC IN NIŠ

Zlatan ŽIVKOVIĆ [1]
Mentor: Dušan STAMENKOVIĆ [2]

Abstract – In the most of European countries urban and suburban traffic is set as an important social interest, which has been measured by the number of passengers and the travel price, as well as by increasing of traffic safety, advancing of human environment, greater mobility of population etc. Special attention has been paid to cooperation and collaboration of the railway and other traffic systems of the towns and cities. The paper analyzes the state of railway urban and suburban traffic in Serbia, especially in Niš. In Serbia the problem of urban and suburban traffic has been solved in a inadequate way for years, so the beginning of modern urban and suburban traffic, as well as the rests of former local traffic, exist on the railroad system. The paper presents the organization of urban traffic in Belgrade, with the description of share of tram, trolleybus, bus and railway passanger transportation. The paper also presents the examples of modern urban traffic in the developed countries (Italy, France). Projects and studies, that have been worked for the urban of Niš in former period, point out that justufying reasons exist to introduce modern railroad traffic in Niš, with primarily understanding of improving of infrastructure state, providing of tact traffic schedule, uniting of traffic through urban area and intensifying of commercial and marketing activities.

Keywords – urban and suburban traffic, railroad traffic, railway

[1] Dipl. ing. Zlatan Živković, Zlatan ŽIVKOVIĆ, Sinđelićeva 34, 18205 Niška Banja, Srbija, zlatkonbanja@yahoo.com
[2] *Prof.Dr. Dušan Stamenković, Faculty of Mechanical Engineering Niš, e-mail: dusans@masfak.ni.ac.yu*

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

MODERNIZACIJA ŽELEZNIČKE PRUGE VELIKA PLANA – NIŠ DEONICA STALAĆ - ĐUNIS

Milan JOVIĆ[1]
Mentor: Čedomir ILIĆ[2]

Rezime – Duž dela Koridora X koji prolazi kroz Srbiju, neophodna je modernizacija, odnosno kompletno rekonstruisanje železničke mreže na ovom pravcu čiji je konačan cilj prolaz vozova velikih brzina kroz Srbiju. Cilj diplomskog rada je izrada idejnog rešenja za modernizaciju pruge Beograd-Niš, deonica Stalać-Đunis (Vitkovac) za brzinu kretanja vozova 160km/h. U situacionom planu su predstavljena dva varijantna rešenja (V1 i V2). Rešenje V1 zaobilazi stanicu Đunis i ulazi u novoprojektovanu stanicu Vitkovac, a rešenje V2 prolazi kroz stanicu Đunis. Oba rešenja karakteriše veliki broj tunela i mali uzdužni padovi. Rešenja su obrađena na nivou idejnog projekta sa tehno-ekonomskim poređenjem. U potpunosti su obrađena 3 rešenja stanice, elementi gornjeg stroja (SKL2 i AB prag BP 92 CIP) kao i predlog rešenja betonskog mosta raspona L=36m na 3 polja. Za dostizanje većih brzina na istoj pruzi predložen je i predstavljen je tilt voz kao vozno sredstvo koje bi na usvojenom rešenju V1 dostizao brzinu kretanja od 210km/h.

Ključne reči – modernizacija, pruge za velike brzine, železnička stanica, tilt-voz

MODERNIZATION OF THE RAILWAY BELGRADE - NIS SECTION STALAC-ĐUNIS

Milan JOVIĆ[1]
Mentor: Čedomir ILIĆ[2]

Abstract – Modernization of the part of Corridor X that passes through Serbia is necessary, i.e. complete reconstruction of the railway on this route is needed, with final aim in high speed trains trafficking across Serbia. The aim of the graduation thesis is completition of the conceptual design for modernization of the railway Belgrade-Nis, section Stalac-Đunis (Vitkovac) towards possibility of train speeding 160 km/h. There have been presented two solutions (V1 and V2) in situation plan. Solution V1 by-passes station Đunis and goes into newly designed station in Vitkovac, while solution V2 passages through station Đunis. Both solutions are characterized by numerous tunnels and small along-downfalls. Solutions are developed up to the level of the conceptual design including technical-economic comparison between two suggested solutions. Design included development and full description of the 3 solutions of the railway stations, elements of the railway superstructure (rail fastening SKL2 and concrete sleeper BP 92 CIP) and proposal of the design of concrete bridge 36 m long with 3 fields. In order to reach even higher speed on the same railway there has been suggested and presented tilt-train as transportation vehicle that would've reached speed of 210 km/h along adopted V1 solution.

Keywords – Modernization, High-Speed Rails, Railway Station, Tilt-Train.

[1] Milan Jović, B.Sc.CE, N-ING d.o.o., Nikolaja Gogolja 24, Belgrade, ning@sbb.co.yu
[2] *Čedomir Ilić, Prof. dr, Faculty of Civil Engineering, Aleksandra Medvedeva 14, Nis*

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ISTRAŽIVANJE MOGUĆNOSTI PRIMENE NOVIH TEHNOLOGIJA OBRADE VOZOVA NA GRANIČNIM PRELAZIMA SA POSEBNIM OSVRTOM NA MOGUĆNOST UVOĐENJA ZAJEDNIČKE VUČE SA SUSEDNIM ŽELEZNIČKIM UPRAVAMA

Bojan VOZAR [1]
Mentor: Dragomir MANDIĆ [2]

Rezime – U savremenim uslovima prevoza putnika i robe, kao i na putu uključenja naše zemlje u evropske integracije, značaj graničnih prelaza kao mesta dugotrajnog zadržavanja vozova postaje jedan od limitirajućih faktora za povećanje komercijalne brzine, a time i kvaliteta usluge i konkuretnosti železnice u međunarodnom saobraćaju. U ovom radu je izvršen pregled postojećih tehnologija obrade vozova na graničnim prelazima kao i primenjenih tehnologija na graničnim prelazima na teritoriji Železnica Srbije. U cilju smanjenja propisanih vremena zadržavanja vozova na graničnim prelazima predložene su nove tehnologije obrade vozova i mere kroz tri faze za njihovu realizaciju za svaki granični prelaz. Na osnovu analize sadašnjeg i prognoziranog obima saobraćaja na graničnim prelazima za period od 2006. do 2025. godine prikazani su efekti i uštede koji se postižu primenom novih tehnologija po fazama. Realizacijom novih mera postavlja se pitanje mogućnosti i opravdanosti uvođenja zajedničke vuče vozova dve susedne železničke uprave. Prikazane su tehničke i pravno regulativne norme koje su potrebne da se zadovolje da bi se realizovala ovakva organizacija vuče vozova u međunarodnom saobraćaju. Izvršena je analiza organizacije vuče međunarodnih putničkih i teretnih vozova na teritoriji Železnica Srbije za 2005. godinu i analiza vremena putovanja međunarodnih putničkih vozova primenom treće faze unapređenja graničnih operacija. Na osnovu ovih analiza dobijeni su i teorijski eksploatacioni obrti lokomotiva pri ovakvoj organizaciji vuče međunarodnih vozova. U predlogu organizacije zajedničke vuče međunarodnih vozova sa susednim železničkim upravama prikazane su vučne relacije koje bi pokrivale sekcije, odnosno železničke uprave, sa svojim vučnim vozilima i načini posedanja tih vučnih vozila od strane osoblja za vuču vozova.

Ključne reči – granični prelaz, granične operacije, tehnologija, zajednička vuča

POSSIBLE APPLICATION OF NEW CROSS-BORDER TRAIN OPERATION TECHNOLOGY'S WITH SPECIAL LOOK ON TO POSSIBILITY AT ESTABLISHING JOINT TRAIN PULLING WITH NEIGHBOR RAIL OPERATORS

Bojan VOZAR [1]
Mentor: Dragomir MANDIĆ [2]

Abstract – In modern conditions for transport of passengers and freights, integration of our country to EU, the existing of rail cross-borders, place of long trains stand, start to be one of limited factors for increasing commercial speed and in the same time increasing quality of service and competition of rail in international passenger and freights transport. In this paper, you can find survay of existing rail cross-border technologies and used on Serbian railway borders also. In a goal of reduction of time waiting on rail cross-borders the new technologies and measures for their inauguration are presented. Base on phase applied new technologies, today's and planned traffic for period 2006 – 2025 year, size effects and savings are given. In case of realization this measures initiation of joint international trains pulling by neighbor rail operators is been questioned. Technical and legal norms for this kind organization of pulling trains in international transport are presented. Analyses of international passenger and freight traffic at Serbian railways for year 2005 and time of journey international passenger trains in case of application third phase of improving cross-border operations is given. Base on this analysis, theoretical locomotive rosters, proposal for organization of joint international trains pulling by neighbor rail operators and basic plan for crew rosters are given.

Keywords – cross border, operations, technology, joint train pulling.

[1] Bojan Vozar, BsC, FTTP University of Belgrade, Vojvode Stepe 305, Belgrade, bojanvozar@gmail.com
[2] *Dragomir Mandić,proffesor,FTTE Univercity of Belgrade, Vojvode Stepe 305, Belgrade, irata@ptt.yu*

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ISTRAŽIVANJE ELEMENATA KVALITETA PREVOZNE USLUGE BEOVOZA PUTEM ANKETIRANJA PUTNIKA

Nataša SUŽNJEVIĆ[1]
Mentor: Dragomir MANDIĆ[2]

Rezime – Prigradski železnički saobraćaj, danas marketinški poznat kao ¨Beovoz¨, uveden je u saobraćaj sa redom vožnje za 1991/92. godinu. Praćenjem tokova putnika na ovim linijama, kao i "osluškivanjem" zahteva za prevozom uočeno je da je potrebno poboljšati uslugu. Da bi se ustanovio kvalitet prevozne usluge izvršeno je anketiranje putnika i to na najopterećenijem delu, od Pančeva do stanice Karađorđev park. Anketirano je 1 000 putnika. Anketa se sastoji od 24 pitanja grupisana u četiri celine: demografski podaci, karakteristike relacije i kvaliteta reda vožnje, socio-ekomomske karakteristike putnika i prednosti i mane beovoza. Urađena je baza podataka u Microsoft Access-u. "Beovoz" igra sve značajniju ulogu u celokupnom sistemu javnog gradskog prevoza Beograda i to posebno važi na relaciji Pančevo – Beograd, gde je sistem "Beovoza" dominantan vid i pored postojanja autobuske linije, privatnih mini – buseva koji voze na ovoj relaciji i drugih mogućnosti drumskog saobraćaja (taxi i privatni automobili). Posebno ovome doprinosi i činjenica da je od Pančeva do ulaza u Beograd paralelno sa prugom izgrađen i autoput. Istraživanje je pokazalo najveći nedostaci Beovoza su: kašnjenja i neodržavanje reda vožnje, čistoća i neopremljenost mobilijarom, neodgovarajući sistem informisanja putnika po pojedinim stanicama i stajalištima, kao i pomanjkanje ljubaznosti voznog i staničnog osoblja. U ovom diplomskom je primenjen i disagregatni logit model za ocenu verovatnoće izbora vida prevoza. Kalibracijom logit modela uočeno je da će putnik koristiti usluge beovoza u slučaju kada je vreme putovanja manje od 5 minuta i veće od 21 minuta.

Ključne reči – prigradski saobraćaj, Beovoz, kvalitet usluge, anketa, logit model

INVASTIGATION OF BEOVOZ TRAFFIC QUALITY SERVICE THROUGH QUESTIONNAIRE

Nataša SUŽNJEVIĆ [1]
Mentor: Dragomir MANDIĆ [2]

Abstract – Suburban railway traffic, today known as ¨Beovoz¨, started with timetable for 1991/92. Following the passenger flows on lines as well as listen in inhabitants demends it is notice that some service improvements is needed. In order that improved traffic services passengers at line from station Pančevo to Karađorđev Park were question. It was done 1000 questionnaire. Questionnaire have 24 question grouped in four parts: demography date, line characteristics and quality of timetable, passengers socio-economic characteristics and advantage/disadvantage of Beovoz. It is done date base by Microsoft Access. Concerning the reseasrch it is found out that by phasely starting of "Beovoz" he became very important, main, part of public traffic service in Belgrade. This facts is improved very well at line Pančevo – Beograd were "Beovoza" is dominant mode in spite of parallel existing bus, private mini bus lines and other road traffic services (taxi and private cars). Specialy, having in mind facts that parallel exist railway line and road from Pančevo to Beograd. Research shown that Beovoz main lacks are: to be late and timetable disregard, cleanliness, not appropriate information system at stations and lack of vehicles and stations staff kindness. For modal split, evaluation of choosing mode of transport, in this research was used disagregate logit model. Calibration of logit model it is notice that passenger used Beovoz in case that travel time is less than 5 minutes and longer from 21 minutes.

Keywords - suburban traffic, Beovoz, quality of service, questionnaire, logit model.

[1] Nataša Sužnjević, BsC, Serbian Railway, Trg Mučenika 1, Pančevo, nsuznjevic@beotel.yu
[2] *Dragomir Mandić, proffesor,* FTTE, Vojvode Stepe 305, irata@ptt.yu

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

PRIMENA FSW POSTUPKA NA ŽELEZNICI

Nebojša MILJKOVIĆ [1]
Mentor: Miroslav ĐURĐANOVIĆ[2]

Rezime – FSW kao vid zavarivanja trenjem (u čvrstoj fazi), ucinio je revolucionarni napredak u industriji železničkih vozila. Primenom ovog postupka prevaziđen je jedan od najkomplikovanijih problema - izrada lakih nosećih konstrukcija kod vozova za velike brzine, lakih šinskih vozila za gradski saobraćaj i savremenih teretnih kola. FSW, u slobodnom prevodu frikciono zavarivanje mešanjem, tipičan je primer indirektnog načina generisanja toplote. Naime, materijal se ne zagreva spoljašnjim izvorom toplote već se u toku frikcije toplota oslobađa transformacijom mehaničke energije u toplotnu. Spojevi koji se izrađuju FSW postupkom su izuzetno dobrog kvaliteta i sa neznatnim zaostalim naponom. Ovom metodom je moguce zavariti bilo koje metale i legure, čak i kompozite, pri čemu se izbor tehnoloških parametara prilagođava vrsti materijala. Najbitniji tehnološki parametri su: aksijalna sila, broj obrtaja i translatorna brzina.Ova metoda je našla primenu u avioindustriji, brodogradnji i na železnici. U industriji železničkih vozila se zavaruju stranice, krov, pod, postolje voznih jedinica vozova, a zatim tramvaja, cisterni, kontejnera itd. S obzirom da je FSW nov postupak, istraživanja u ovoj oblasti su vrlo aktuelna.

Ključne reči – frikciono zavarivanje, fsw, tehnologija, železnička vozila

RAILWAY APPLICATION OF FSW PROCEDURE

Nebojša MILJKOVIĆ [1]
Mentor: Miroslav Đurđanović[2]

Abstract – FSW procedure, as a kind of friction welding, has made the revolutionary progress in industry of railway vehicles. By apllication of this procedure, one of the most complicated problems has been overcome - manufacturing of light supporting construction on the high speed trains, light motor units for urban and suburban transport and modern freight wagons. FSW, that can also be freely translated as mixture friction welding, is an example of indirect way of heat generation. Namely, the material has not been heated by external heat source, but heat is released by transformation of mechanical energy into heat energy during the process of friction. The joins made by FSW procedure are high-quality and with negligible remanent stresses. This welding method can be applied to any kind of metal and alloy, even for composite compounds, whereas the selection of technological parameters has been suited to the material kind. The most important technological parameters are: axial force, number of revolutions and translational velocity. This welding method can be also applied in airplane industry, shipbuilding industry and railway industry. In industry of railway vehicles the sides, roof, floor, base of train units, as well as trams, tank vehicles and containers can be welded by this welding method. Since the FSW is a new procedure, the research in this field is very actual.

Keywords - friction welding, FSW, technology, railway vehicles

[1] Nebojša Miljković, dipl. maš. inž., Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, nmiljko@verat.net
[2]*Miroslav Đurđanović, proffesor, Faculty of Mechanial Engineering, A. Medvedeva 14, 18000, Nis, djudjran@junis.ac.yu*

PODZEMNI KONTAKTNI SISTEM LAKOG METROA

Bojan ANĐIĆ
Mentor: Ilija KRIVOŠIĆ

Rezime – Podzemni kontaktni sistem lakog metroa je savremeni sistem koji se razlikuje od ostalih sistema lakog metroa u srednjoj napojnoj šini koja je podeljena na sekcije. Dužina sekcije je 11m na čijim krajevima se nalaze izolacione kutije koje razdvajaju sekciju pod naponom od uzemljene sekcije. Vozilo ima dva seta papuča koji služe da omoguće vozilu kontakt pri prelasku preko izolacione kutije. Prelaz preko skretnica je omogućen korišćenjem izolacionih sekcija na kojima se nalaze izolacione kutije. Pod naponom je samo ona sekcija koja ostvaruje kontakt sa papučama. Pošto se papuče nalaze na sredini vozila na međusobnom rastojanju od 2m, a vozila su dužine 33m i 44m, ne postoji mogućnost da pešak prelazeći tj. gazeći srednju šinu ispred ili iza vozila, doživi strujni udar. To je glavni razlog deljenja šine na sekcije. Sistem ima više sigurnosnih sistema, koje jedan nezavisni sistem duplo proverava, prateći i voltažu na delu srednje šine bez napona. Mane ovog sistema su kratak spoj, ostajanje sekcije pod naponom posle prolaska vozila, gubitak struje na sekciji pod naponom zbog vlažnog vremena, slana voda koja stvara korozivnu sredinu, sneg i led i naravno cena. Ako ova nova tehnologija postane prihvatljivija i više rasprostranjenija, samim tim će i cena biti realno niža. Ceo sistem je neprimetan, čime se stiče osećaj da su ulice mnogo veće.

Ključne reči – srednja napojna šina, sekcije pod naponom, kontaktne papuče, skretnica

UNDERGROUND CONTACT SYSTEM OF LIGHT RAIL TRANSIT

Bojan ANĐIĆ
Mentor: Ilija KRIVOŠIĆ

Abstract – Underground contact system of light rail transit is a modern system being different from other system because of the middle charged track divided into sections. The section length is 11m and its ends contain isolation boxes that separate charged section from ground section. A vehicle has two sets of collector shoes that enable contact of the vehicle during the crossing across isolation box. The crossing across the switches has been enabled by using of isolation sections with isolation boxes. Only the section realizing contact with the collector shoes has been charged. As the collector shoes have been located in the middle of the vehicle with the distance of 2m one from another, and the vehicle lengths are 33m and 44m, it is not possible that a foot traveler experiences an electric shock during the crossing over the middle track behind or in front of the vehicle. It is the main reason for dividing tracks into sections. The system has several security systems that have been double checked by independent system, which at the same time checks the voltage of the middle part of uncharged track. The disadvantages of this system are short-circuit, voltage remain on the section after vehicle passing, current loss on the charged section because of moisture, salt water producing corrosive ambient, snow and ice and surely the price. If this new technology becomes more acceptable and disseminated, it can be expected that the price will decrease. The entire system is imperceptible, and it looks like that the streets are wider.

Keywords - Middle charged track, charged sections, collector shoes, switch

[1] Bojan Andjić, Faculty of Mechanical Engineering Belgrade, Kraljice Marije 80, 11000 Belgrade
[2] *Ilija Krivošić, Faculty of Mechanical Engineering Belgrade, Kraljice Marije 80, 11000 Belgrade*

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

STRUJANJE VAZDUHA PRI PROLASKU VOZA KROZ TUNEL

Vladan ORLANDIĆ [1]
Mentor: Cvetko CRNOJEVIĆ [2]

Rezime – Rad se odnosi na problem porasta pritiska pri prolasku voza kroz tunel. Prilikom ulaska voza u tunel dolazi do naglog porasta pritiska vazduha koji se nalazi u tunelu. Porast pritiska se širi brzinom zvuka u obliku poremećajnog talasa, koji se dolazeći do kraja tunela reflektuje i ponovo vraća u tunel ka vozu. U radu su date teorijske i eksperimentalne vrednosti porasta pritiska pri ulasku voza u tunel. Eksperimentalne vrednosti se zasnivaju na merenjima sprovedenim u tunelu Patchway u blizini Bristola u Engleskoj. Pošto aerodinamika voza ima uticaj na porast pritiska, rad daje uvid kako koeficijent trenja oplate voza utiče na porast vrednosti poremećanog talasa. Na kraju rada data je teorijska potvrda eksperimentalnih rezultata, što nam olakšava rešavanje problema naglog porasta pritiska pri ulasku voza u tunel.

Ključne reči – Porast pritiska, brzina zvuka, aerodinamika voza, koeficijent trenja

AIR CONVECTION BY TRAIN ENTRANCE THROUGH TUNNEL

Vladan ORLANDIĆ [1]
Mentor: Cvetko CRNOJEVIĆ [2]

Abstract – This thesis deals with the problem of pressure rise when train enters the tunnel. When train enters the tunnel, a sudden rise of air pressure occurs. The rise of pressure propagates through tunnel by speed of sound as a disturbance wave, which reflects when it reaches the end of tunnel and again propagates to the train in tunnel. The thesis presents the theoretical and experimental values of sudden pressure rise when train enters the tunnel. Experimental values are based on the measurement in the Patchway tunnel, near the Bristol in England. As train streamline has the influence on the pressure rise, this thesis presents the influence of the coefficient of friction of train case on the rise of pressure wave value. At the end of this thesis, the theoretical confirmation of experimental results has been presented, which simplifies the problem solution of sudden pressure rise when train enters the tunnel.

Keywords - Pressure rise, speed of sound, train streamline, coefficient of friction

[1] Orlandić Vladan, Čingrijina 20/9, 11000 Beograd, Srbija, vladanorlandic@gmail.com
[2] *Prof. Cvetko Crnojević, Faculty of Mechanical Engineering Belgrade, Kraljice Marije 80, 11000 Beograd*

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

COMPONENTS FOR WAYSIDE TRAIN OBSERVATION IN AUSTRIA

Andreas SCHÖBEL[1]
Johannes KARNER[2]

Abstract *– Due to the ongoing remote control in signalling technology train observation by employees is reduced at traditional locations e.g. place of a station manager. The Austrian Federal Railways (ÖBB) Infrastructure Operation Company has recognised this trend very early. Several years ago, they started the construction of a wayside detection system to control the temperature of passing trains because of the increasing discontinuation of station managers doing the observation of boxes and brakes. Outcome of this research and development activities is the hot box detection system TK 99 of the HOA-group at Infrastructure Service in the Infrastructure Operation Company of ÖBB which is used in the railway network of Austria over one hundred times at the moment. Moreover new developments on dynamic weighting and derailment detection are yet in a field-test on the Eastern Line between Vienna and the Hungarian border.*

Keywords – Automated train observation, hot boxes, dynamic weighting, derailment detection

1. INTRODUCTION

The ongoing withdrawal of station inspectors from the field means a drawback on the organizational and technical level for the system of railway operation. The original function of a station inspector was being the safety part of the operation, i.e. setting routes. For this task, there were aids since the very beginning of the railway: as the first design of a signal box the dependencies between signals and points were shown by means of mechanical obligations. The development led via push-button signal boxes to the electronic signal boxes which are common practice nowadays in most European countries.

Over the years more tasks for the station inspector were added, that led even up to ticket sales. A significant function has always been the monitoring of the passing trains. This important task was also fulfilled by other personnel working along the track, e.g. block posts and so on. These functions became replaced over the years by the evolving signal box technology. With the passage of a train primarily the presence of the train-conclusion-board is examined, as well as apparently recognizable irregularities, as for instance overheated axles.

Particularly experienced station inspectors can recognize by the sound of the rolling wheels out-of-roundnesses or flat spots. Moreover, loose tarpaulins, exceeding the vehicle circumscription profile, can be seen by a station inspector. But there are also train-characteristics, which are impossible to be examined on an optical and/or acoustic basis. Similar problems arise when wheel loads and/or wheel pressures have to be evaluated. Only substantial overload conditions can lead to visible deformations of the car construction. Unfortunately, loading conditions can already lead to derailing and/or tearing up the lead to derailing and/or tearing up the train before they become visible. Due to the restructuring of operating structure also checking of the passing trains at the commercial stations is decreased, and a call for action exists, since these functions must be taken over now by technical systems to guarantee at least same safety as usual before.

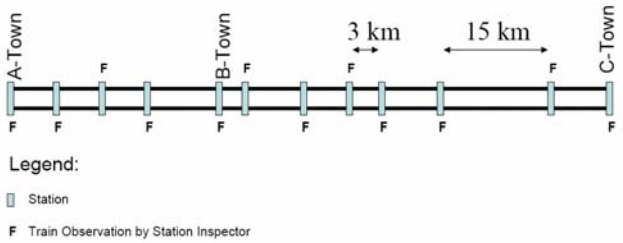


Fig.1. Trainobservation on an existing line

On an existing line the locations of station

[1] Andreas Schöbel, DI Dr. techn., Vienna University of Technology, A-1040 Wien, Karlsplatz 13, andreas.schoebel@tuwien.ac.at
[2] Johannes Karner, ÖBB Infrastruktur Betrieb AG, A-1100 Wien, Laxenburgerstraße 2, johannes.karner@oebb.at

inspectors are as a traditional rule distributed on both sides of a track (Figure 1). Due to the restructuring process in signaling technology the even distribution is sometimes disturbed. Also the distance between two observation points can vary from 3 to almost 15 or more kilometres. One of the first irregularity, if train observation is reduced, is an increase of derailments caused by hot boxes. So, therefore, it is necessary to develop a technical solution to control temperature of boxes of passing trains.

Possibilities for trainobservation are wayside, vehicleside and combined approaches. For an infrastrcture manager according to European legislation 2001/14 only possibility remaining is the wayside because the vehicleside is not in his sphere of influence.

2. WAYSIDE TRAINOBSERVATION

The Hot Box Detection System used in Austria by ÖBB Infrastruktur Betrieb AG consists of a track-side equipment (scanners), an evaluation and control unit, a data transmission equipment and a visual display unit. The track-side equipment includes a control and evaluation electronics accommodated within a cabinet and a rail fastened measurement equipment with infrared sensors to record axle box and wheel temperatures and axle counters.

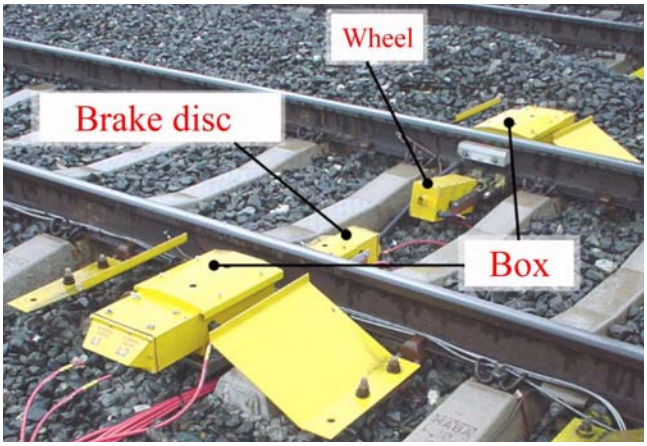


Fig.2. Combined hot box, wheel and brake disc plant

In most locations, where a hot box detection system is positioned, there is also a hot wheel detection system and a hot disk detection system. The main reason for this accumulation of sensors is the installation costs for a single system. The shared use of power supply and a connection to the railway data network results in synergies.

The technical solution is able to check the temperature even in a temperature array which cannot be seen by a station inspector. The visual check of boxes leads only to an alarm if the box is already glowing but in the beginning phase a box doesn't glow. So, a technical solution will recognise an initial hot box earlier than one station inspector ever can. Moreover, the technical plant controls both sides of a train even if most glowing boxes can be seen from both sides of a train. This also leads back to the basic argument in Chapter 1 why station inspectors where positioned on alternate sides on an existing line.

After the general decision to use a technical support for checking temperature of boxes, wheels and brakes, the question of locations for these systems and the maximum distance between two plants appear. For the choice of location the operational handling has to be taken into account because the alarm message has to be verified and afterwards the wagon has to be isolated from the train. The maximum distance can be calculated by a risk-analysis where the increase of the temperature has to be specified. In case of having no data from realtime operation it is possible to ask experts for their judgment how fast the temperature can increase.

Observations of occurred hot box alarms have shown that there are two differential cases of temperature increase: linear and exponential. So, an additional advantage of a continuous wayside train observation is the early recognition of linear temperature increases, which allow to plan the operation handling in a more efficient way [1].

A further component for automated trainobservation is a plant for dynamic weighting. Before inviting companies to present their products Austrian Railways designed a prototype plant called G 2000. For an infrastructure manager it is important to check the axle load and wheel load to prevent derailments. Moreover the axle load is important for the calculation of infrastructure fee.

Fig.3. Dynamic weighting plant

Because of the costs for dynamic weighting plants another idea to reduce derailment costs was the development of a wayside derailment detector which is so cheap that it can be located at every block signal. Derailments can be caused by many facts and therefore a combination of wayside and vehicleside influences have to coincide. The simple principle of the detector is the opening in case of deformation of the cabinet and shall guarantee a high relieability.

Fig.4. Wayside derailment detector

All of these wayside trainobservation plants can be used as stand-alone-solutions for railway operation, but there is a new development in Austria called Checkpoint. One of the aims of this project is the integration of high available and relieable wayside plants into solid interlocking system.

3. CHECKPOINT

Checkpoints can be defined as trackside locations containing an accumulation of technical systems, which are required to enable the substitution of the traditional train supervision. From today's point of view, seven sensors are needed for this task. They can be divided into two groups: Damage-reducing and/or event-avoiding systems. For both groups, all environmental requirements have to be met taking into consideration that these systems will be passed by trains with a speed of up to 250 km/h. Even under harsh environmental conditions, these systems have to supply reliable information regarding the train state. In addition to that, all data collected must be processed in the shortest time possible by using appropriate tools for analysis.

The implementation of this project, which is supported by various R&D-programmes of the Austrian Federal Ministry of Transport, Innovation and Technology (bmvit), was started in February 2003. The project team comprises employees of Alcatel Austria AG, the ÖBB Infrastruktur Betrieb AG, the Institute of Electrical Measurement and Circuit Design and the Institute of Railway Engineering, Traffic Management and Ropeways. Both institutes are located at the Vienna University of Technologoy. In autumn 2004, the Checkpoint prototype was put into operation between Vienna and the Austrian-Hungarian-border. All sensor components are subject to a 12 months test programme. The emphasis is put on the interaction of the various sensors and their reactions under a wide range of different climatic conditions [2].

All used sensor components have to meet the requirements set by the infrastructure operator. This is a prerequisite for a successful integration of Checkpoints into the control system and/or into solid state interlockings. Problems with railway operators have to be expected in case the number of failures is too high or alarms not being registered correctly lead to accidents. Events like these will result in a critical analysis of the investment. Therefore, as a first step, all alarms are to be displayed on the operational level. The development of the data concentrator is clearly orientated to the integration of Checkpoints into the control system and/or into solid state interlocking.

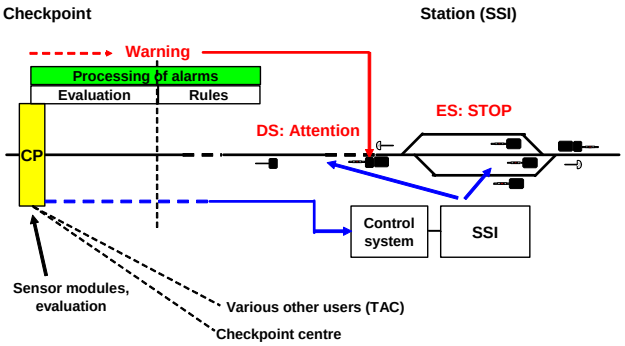


Fig.5. Functionality of a Checkpoint

4. CONCLUSIONS

According to new european legislation as a boundary condition for infrastructure manager the number of railway undertakings using time slots on his network have increased. From point of view of an infrastructure manager there is only the possibility to check passing trains at some wayside trainobservation plants to be sure that the vehicles will not destroy the superstructure. Additionally to the safety arguement data collected at a wayside plant can be used for optimising maintenance of vehicles if data is provided to railway undertakings. So the reduction of personal checking trains along lines is only acceptabel for safety reasons if plants for automated trainobservation are used.

REFERENCES

[1] Schöbel, A., Karner, J. Optimierungspotenziale bei der Stationierung von Heißläuferortungsanlagen. ETR - Eisenbahntechnische Rundschau, 54 (2005), 12; S. 805 - 808.

[2] Sünder, M., Schöbel, A., Pisek, M., Maly, T.: Sicherungssystemintegrierte Checkpoint-Anlagen für automatische Zugüberwachung. Vortrag: 36. Tagung Moderne Schienenfahrzeuge, Graz; 18.09.2005 - 21.09.2005; in: "Sonderheft Tagungsband", Glasers Annalen / Georg Siemens Verlag, 129/11/Berlin (2005), 1618-8330; S. 130 - 135.

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

BASICS FOR EFFICIENT RAILWAY INTERIORS

Bernhard RÜGER[1]

Abstract – In order to increase the efficency of passenger wagons, there is a trend towards maximising the amount of seats per wagon. Extensive research by the Institute for Railway Engineering of the Vienna University of Technology points out that maximising the number of seats does not lead to an increase in efficency, but instead reduces the actual utilisation rate of wagons.

Key words: passenger behaviour, luggage, utilisation rate, passenger cars, efficiency, interiors

1. INTRODUCTION

Efficiency of long-distance public transport usually means increasing the number of passengers at no extra expense in order to minimise the costs per traveller for the railway company. This concept of efficiency is also found in the manner of constructing coaches where providing a large number of seats per wagon increases the capacity. This approach minimises the effective costs per seat.

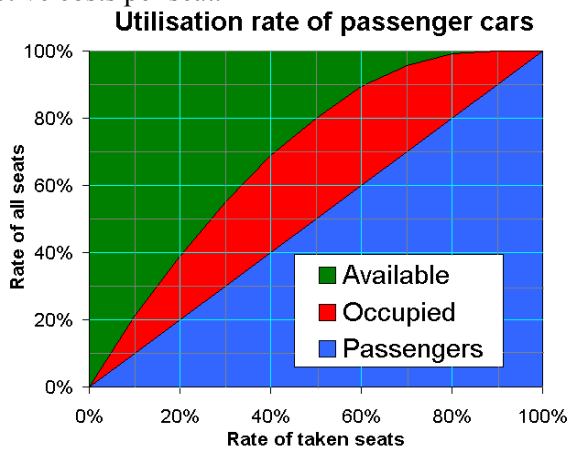


Fig. 1: Actual Utilisation Rate of Passenger Cars

This idea seems to be theoretically correct but cannot and does not take into account practical considerations. This situation is shown by an extensive investigation of Austrian long-distance trains by the Institute for Railway Engineering of the Vienna University of Technology*.

Many ways of using available space in rolling stock usually disregard the actual behaviour of passengers. If the passenger behaves differently from the assumptions of the manufacturer, the theoretical utilisation of the car will not be achieved.

In today's commonly used passenger cars, the actual utilisation rate is about 20% lower than intended due to ignoring passengers' behaviour (see Fig. 1). Even at a utilisation rate of 80% there are no more free seats to be found.

2. REASONS FOR LOWER UTILISATION RATES

Reasons for lower utilisation rates are passengers' demands of comfort and resultant behaviour.

If the passenger is not satisfied with the provided environment, he will try adjusting the situation by achieving a comfort zone for themselves. This is done mainly by occupying additional/adjoining seats.

For example, if individual people or groups don't want to be disturbed, nearby seats will be artificially 'reserved' by luggage, clothes or other personal items; or if passengers want to be even more comfortable, they will put their legs on the seat opposite. These are only two examples of how demands of comfort can reduce the number of available seats.

The parameter which influences the actual utilisation rate most significantly is luggage and travellers' behaviour caused by luggage.

3. REQUIREMENTS OF MODERN RAILWAY INTERIORS

In order to be able to arrange interiors efficiently, one has to pay attention not to optimizing individual ranges but to search for a total optimum. Therefore it is necessary to know exactly about the customer's needs as well as the actual behaviour of the passengers. From the investigations carried out by the Vienna University of Technology, the following basic rules can be derived which have to be kept in mind for

* These findings were based on a survey of over 13,000 passengers in Austrian and international long-distance trains and approximately 2,000 holiday makers that travelled by car as well as several hundred observations and measurements in passenger trains.

[1] Bernhard Rüger, Dr., TU-Vienna, Institute for Railway Engineering, Traffic Economics and Ropeways, Karlsplatz 13/232 A-1040 Wien, Austria, bernhard.rueger@tuwien.ac.at

designing efficient interiors.

3.1. Size of passenger groups

Individual persons or passenger groups do not usually want to be disturbed by other travellers. Therefore it seems to be worthwhile to take into account the sizes of groups. Only if sufficient space and appropriate seclusion is granted to each traveller or passenger group will one expect that further seats are not 'blocked' as a way of protecting a passenger's privacy.

3.2. Luggage racks

Although a sufficient number of luggage racks are provided in most passenger wagons, misplaced luggage often results in obstructing travellers or the railway staff. Another possibility is putting the luggage nearby or on the seats, which reduces the actual utilisation rate by about 50%.

There are different points of view regarding the storing of luggage because passengers have different behaviour and requirements than manufacturers expect. Railway carriage designers try to maximise the number of seats in order to increase capacity. This however leads to the fact that valuable luggage deposit areas are reduced and therefore in many passenger train carriages only overhead racks are available.

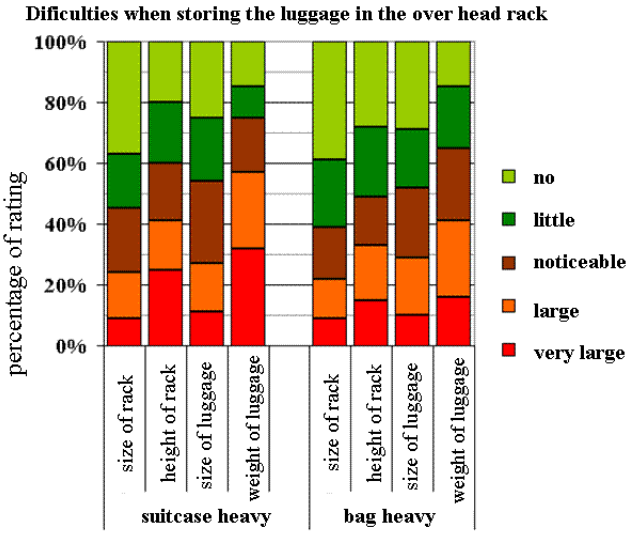


Fig 2: Difficulties when storing luggage

However, the majority of the travellers want to avoid lifting their luggage and prefer to store it at ground level. Even on days with high passenger volumes, a large number of luggage items are deposited on the floor, in the corridor, in front of or even on the seats. This leads to the fact that, as a rule, a maximum of only 80% of all seats are actually available for travellers. All other passengers have to either stand or sit on their suitcases. This does not only constitute a safety risk, it also contradicts all requirements for comfort (see fig. 3)!

For heavy luggage items, more than three quarters of the travellers indicate having had a medium to high level of difficulty when putting their luggage in overhead racks. Also the height of the rack gives rise to more than 50% of the problems. Even when lifting medium sized luggage, 40% of travellers have had problems. (compare to fig. 2).

These difficulties also lead to the fact that on main travel days, 40% of the heavy luggage items are left on the floor, on, in front of, or between the seats. Also, approximately 40% of medium-sized luggage items and even 60% of hand baggage are not deposited in the places planned for it.

Fig 3: Passengers avoid lifting their luggage – the overhead rack ist partly empty, luggage ist stored in the aisle and on seats, passengers have to stand or sit on an suitcase

3.3. Space requirement for luggage deposing

As a rough approximation, a luggage storage possibility of at least 25 x 75 x 40 cm (W x L x H) and up to 35 x 100 x 60 cm per traveller at ground level must be offered!

4. COMPARISON OF TWO CONTRARY RAILWAY INTERIORS

In Fig. 6a and 6b, two types of interiors are given as examples. These are compared with each other with regard to the luggage storage possibilities and to the behaviour of passengers:

A 2nd class open saloon coach of the ÖBB (Austrian Federal Railways) (Fig 4) has two seats on one side of the aisle and one seat on the other side and these seats are arranged in a position facing each other. This arrangement is compared to a 2nd class open saloon IC/EC-wagon of the DB-AG (German Railway Company), having the majority of the seats in rows (Fig. 5) all facing the same way.

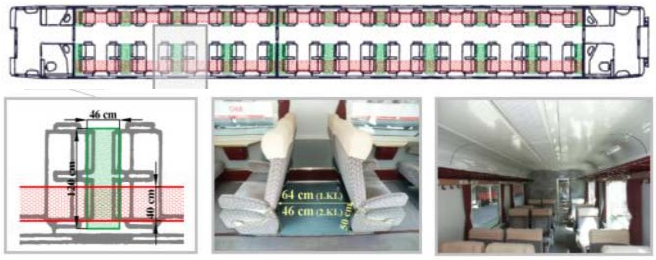


Fig. 4: 2nd class saloon coach of the ÖBB

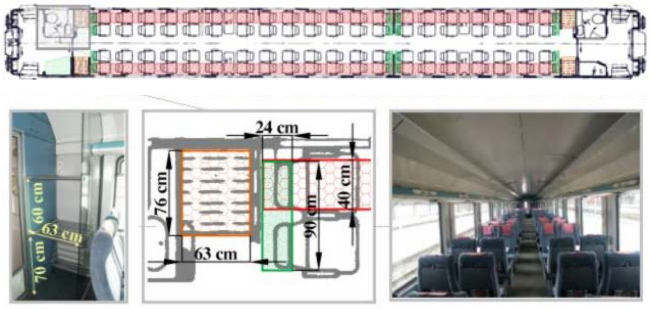


Fig. 5: IC/EC saloon coach of the DB-AG

In the ÖBB coach there is enough space for putting the luggage on the floor between the seats, whereas in the DB coach you can only find luggage racks overhead and at both ends of the carriage. On closer examination of the actually observed behaviour of the travellers in these two railroad car types, it becomes clear that where sufficiently storage possibilities on the floor are present, only a little more than one third of the luggage items are stored in the overhead rack (see Fig. 6, 6a and 7).

In wagons which practically only offer overhead racks, up to a third of the luggage items are still not stored there, but in places not planned for the luggage where it frequently disturbs other passengers.

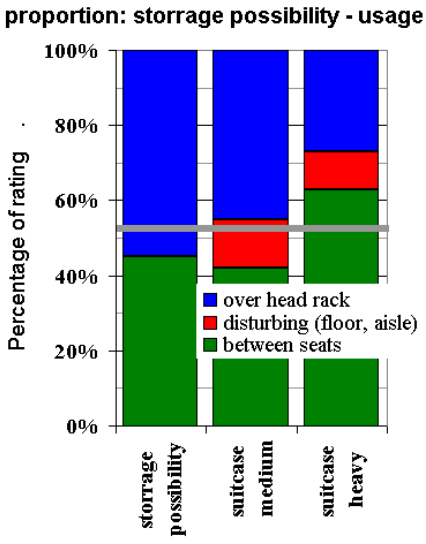


Fig.6a: ÖBB open saloon coach (type 4010); Storage possibilities - actual availment

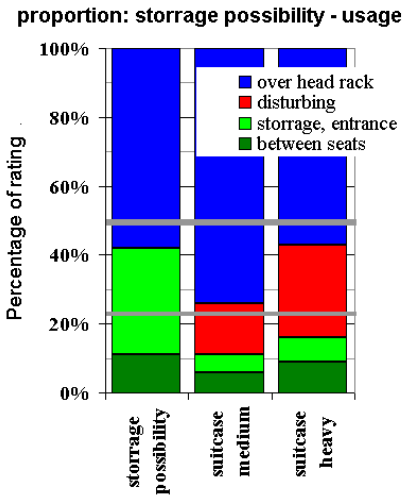


Fig.6b: DB-IC/EC open saloon coach; Storage possibilities - actual availment

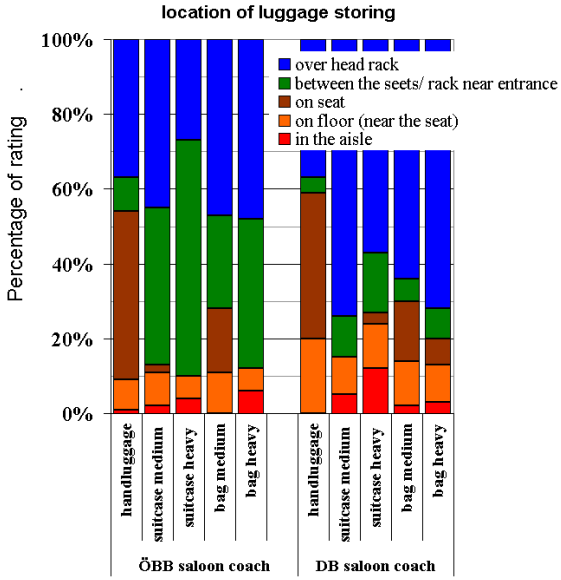


Fig. 7: Actual behaviour: luggage stored by travellers

5. PASSENGER BEHAVIOUR - CONCLUSIONS FOR EFFICIENT RAILWAY INTERIORS

The following behaviour of the passengers and also customers' requests are shown by observations and surveys/questionnaires:

5.1. High acceptance of luggage racks on the floor or at floor level

If travellers are able to store their luggage without having to lift it, they will for sure do this. If however travellers are in fact forced to lift their luggage, a majority of the luggage (above all for the heavy items) will be placed in a manner such that it often restricts other travellers and the railway staff (see fig. 3, 6a, 6b and 7). With fully occupied compartments, up to 20% of the luggage items are left in the side corridor. This is an average of one to two suitcases per compartment.

This does not only impair the passengers but also the guard or ticket inspector, and also of course the mobile on-board food & drink service! Therefore offering a sufficient amount of luggage storage possibilities at ground level is also important for compartment coaches.

5.2. Visual contact of their own luggage

Passengers obviously want to see their luggage at all times for security reasons. This is clear when looking at the DB wagon (see Fig. 6b). About a quarter of all luggage racks in this type of railroad car fulfil the comfort criteria of those at ground level, yet these are used only for approximately 5% of all luggage items. This is because the luggage racks are located near the entrance and they cannot be constantly observed by the passengers.

5.3. Desire for taking luggage along in the train

About 80-90% of the travellers would like to take their luggage along with them into their compartment or a distance close enough to keep an eye on it. Only with vacation trip journeys, which comprise only 12% of all train travel, can up to 40% of all travellers imagine alternative luggage transport systems such as registered luggage or check-in systems such as at airports.

6. SUMMARY - CONCLUSIONS

These findings point out that it is essential for the design of railway interiors to aspire to a total optimum. Each attempt to optimize only a certain domain leads to lower efficiency. **A maximisation of seats without contributing to the aforementioned considerations will always cause a reduction of utilisation!** However, by removing a few seats and instead offering sufficient luggage rack options that will be accepted by customers, a majority of the currently unusable seats would be available and thus the rate of utilisation increases!

Moreover, if the group sizes are taken into consideration and storage possibilities for clothing (coats, hats, etc.) and pieces of hand baggage are also offered, even more currently blocked seats will be available. Efficiency and attractiveness are therefore not compelling contrasts, but valuable additions. Design of attractive railway interiors for passengers maintains more available seats and simultaneously increases the actual utilisation rate!

Furthermore it must not be forgotten that two thirds of non-rail users assess the current situation of luggage transport as a substantial reason for not using the train. Even if only a small amount of the non-rail users can be won as new customers, it will inevitably increase the utilisation rate. In consideration of all these criteria, appropriate customer friendliness also affects increasing efficiency of the railway company, whereby attractiveness leads to an increase of the effectiveness and does not limit it!

REFERENCES

[1] All datas are taken out from an investigation done by the institut for Railway Engineering of the Vienna University of Technology.

[2] Rüger Bernhard, Reisegepäck im Eisenbahnverkehr, Dissertation 2004.

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

A METHOD FOR DETERMINATION OF THE WHEEL RAIL CONTACT

Dobrinka ATMADZHOVA[1]

Abstract *– The method is based on the interpenetration of two underformed bodies profiles. The first step deals with the problem of the shape ratio; it is proposed to compensate the two main curvatures. Then Hertz and Kalker's equations are used to establish the stresses at the level of a strip. The validation is made by comparison to the previous multi-Hertzian model of the MATHCAD 2000 Pro software. The first test shows identical results in Hertzian conditions. The second one shows only a small difference in semi-Hertzian conditions like BDZ-2/UIC60. The new method proved to give similar dynamic results than the multi-Hertzian one, and to be sufficiently fast to simulate a railway vehicle close to the real time, giving access to a more accurate stress description than before for wear and rolling contact fatigue applications.*

Keywords – wheel rail contact, Hertzian models, strip discretization and local stress expression*.*

1. INTRODUCTION

On dynamic behaviour of a railway team the essential influence is given by forces of interaction of a wheel and rail. These forces depend on the characteristics of coupling of wheels with rails, elastic sliding or creepage, and also deterioration of a wheel and rail. These characteristics are influenced by geometry of a wheel and structures of a rail, and also dynamic behaviour of the crew, as the forces creepage essentially depend on the area of contact and pressure of contact between wheels and rail.

According to the static theory Hertz [1] areas of contact have elliptical the form, and the ratio semi-axis's (*a/b*) can be calculated on the basis of knowledge of the main radiuses of curvature of bodies participating in trundle. To count up the valid sizes semi-axis of an ellipse and in, the force of normal pressure in a point of contact should be known.

The purpose of work creating the new method for determination of the wheel rail contact in semi-Hertzian conditions and to be sufficiently fast to simulate a railway vehicle close to the real time, giving access to a more accurate stress description, for wear and rolling contact fatigue applications.

The needing of stress calculations (fatigue and wear determination) are a reason for an evolution of the existing Hertzian and multi-Hertzian models to more descriptive formulations [2] like the one presented here. As in Pascal and Sauvage and Kik and Piotrowski, the virtual interpenetration of two bodies is the basis of this new wheel rail contact model. With rolling bodies it is possible to take into account non-Hertzian conditions in the lateral direction, where the lateral curvatures are not constant in the contact area. In the other direction, the longitudinal curvatures remain constant like in the Hertzian hypothesis. For these reasons the present method is called semi-Hertzian [2].

2. DETERMINATION OF A CONTACT ELLIPSE BY THE HERTZIAN REFERENCE METHOD

Before being pressed, the vertical relative distance between two bodies, 1 and 2 in Hertzian conditions can be written with a polynomial expression of the mean curvatures *A* and *B*:

$$z_1 + z_2 = d(x,y) = Ax^2 + By^2 \quad (1)$$

$$A = 0{,}5\left(R_{1yy}{}^{-1} + R_{2yy}{}^{-1}\right) \text{and } B = 0{,}5\left(R_{1xx}{}^{-1} + R_{2xx}{}^{-1}\right) \quad (2)$$

A and *B* being strictly positive. The surface is an ellipse; conventionally, a is the longitudinal semi axis in the Ox direction and b the one in the transversal Oy direction. *x* is the longitudinal direction, z is pointing upwards. *A/B* and b/a ratio varies in the same way: if $A > B$, then $b > a$. The equality ($B/A=1$) leads to a circular contact patch.

Calculation of the contact size

The traditional calculation is based on the determination of $g < 1$ function of *B/A* by using an intermediate parameter, the angle y defined as:

$$\cos\theta = |B - A| / (B + A) \quad (3)$$

The practical values of the semi-axis a and b, and

[1] Dobrinka Atmadzhova, Associate Professor, PhD, University of Transport Applied Sciences (VTU Todor Kableshkov), 158 Geo Milev Street, Sofia 1574, Bulgaria atmadzhova@abv.bg

δ the reduction of the distance between the bodies centres are given by:

$$a = m\sqrt[3]{1{,}5.N.(1-\nu^2).[E.(A+B)]^{-1}}\ ;\quad b = a(n/m);$$
$$\delta = a(r/m).(A+B)^{2/3} \qquad (4)$$

with N the force of complete normal pressure, E the Young's modulus and ν the Poisson's coefficient, considering the same material for the rail and the wheel m, n and r are un dimensional coefficients tabulated as a function of the ratio $g = n/m$ or the angle θ.

The traditional table limited to $0 < g < 1$ leads to the necessity of determining if the A/B value is more or less than 1, and to switch between $g = b/a$ or $g = a/b$, while in the same time g = n/m becomes g = m/n, which can be confusing. This ambiguity is avoided here (table 1) with a description of the tables in the interval: $0 < g < \infty$.

Table 1 Hertz coefficients from 0 to 180°

$\theta°$	$\lambda = A/B$	n/m	m	r
0	0	0	∞	0
5	0,0019	0,0212	11,238	0,2969
10	0,0077	0,0470	6,612	0.4280
30	0,0717	0,1806	2,731	0,7263
60	0,3333	0,4826	1,486	0,9376
90	1	1	1	1
120	3,0	2,0720	0,7171	0,9376
150	13,93	5,5380	0.4931	0.7263
170	130,6	21,26	0,311	0,4280
175	524,6	47,20	0,2381	0,2969
180	∞	∞	0	0

Then, in all the cases, $g = a/b = m/n$.

The same principle is adopted for Kalker's tables.

The classical Hertzian contact is determined on the basis of the curvature ratio in the centre of the contact, or "rigid" contact point: $\lambda = A/B$ and the term $1/R_{ryy}$ vanishes.

With the interpenetration method, the geometrical semi axis a_g and b_g are related to the normal translation h_o by: $h_o = a_g^2 A = b_g^2 B$ giving the ratio $b_g / a_g = \sqrt{\lambda}$ different from the Hertzian b/a except for $\lambda = A/B = 1$.

To obtain the correct ratio, it is necessary to compensate the local value of one of the two curvatures A and B giving Ac, Bc. Several compensation methods have been studied: A_c/B or A_c/B_c or $A/B_c = (a/b)^2 = (n/m)^2$

Compensating the A curvature only.

The simplest expressions are obtained by the compensation of the A curvature only, which corresponds to the rolling direction $0x$ with the radius R_{wyy} , by:

$$A_c/A = (a/b)^2/\lambda = (n/m)^2/\lambda \qquad (5)$$

giving a new value to $b_g/a_g = \sqrt{A_c / B} = b/a = n/m$.

This compensated curvature is used only for the calculation of the length a of the ellipse.

In the Hertzian case, the ellipse will be the same if the interpenetration value is:

$$h_o = a^2 A_c = b^2 B = (n^2 / r).[\delta/(1+\lambda)] \qquad (6)$$

Compensating A and B curvatures.

For this case, we assume $A_c + B_c = A + B$, the resulting expressions become:

$$A_c / A = [(1+\lambda)/\lambda]\{(n/m)^2 / [1+(n/m)^2]\} \text{ and}$$
$$B_c / B = \{(1+\lambda)/[1+(n/m)^2]\} \qquad (7)$$
$$h_o = a^2 A_c = b^2 B_c = (n^2 / r).[\delta/(1+(n/m)^2)] \qquad (8)$$

When $\lambda << 1$, expressions (7) and (8) become close to (5) and (6). But when $\lambda >> 1$, in the case of very large contact, a distortion of the shape is observed again.

In the following part of the paper, the choice has been made to compensate the A curvature sum only, however the results of the other compensation methods will be presented in comparison.

3. STRIP DISCRETIZATION AND LOCAL STRESSES EXPRESSION

Properties along the longitudinal strips of an ellipse

An ellipse is divided into independent longitudinal strips of width Δy. On each strip, the Hertzian conditions will be considered locally; by example, the curvatures (when the contact plane is inclined of an angle g, the local radius of the wheel curvature in 0zy plane becomes $R_{wyy}/\cos\gamma$) are constant in the contact area :

Each strip is described by its local parameters and given the indice i, namely: a_i the half length of the strip hi the geometrical interpenetration; R_{wyyi}, R_{wxxi}, R_{rxxi} the local curvatures of the wheel and rail; γ_{ri} γ_{wi} the profile slope on the rail, resp. on the wheel.

For the "rigid contact" point which corresponds to a point of the central strip of the Hertzian contact, the profile slopes are identical: $\gamma_r = \gamma_w$; for all the other strips in contact, they are close but different. This difference $\Delta\gamma$ will be considered in later expressions.

Local stresses on the strips

The local stresses are calculated from the local parameters only. The parameter hi gives the local normal pressure, assuming that the longitudinal repartition is elliptic, but the traction bound remains parabolic. In order to respect the shear stress gradient expression in Kalker's theory, in the expression of the compliance:

$$L_1 = 8a_i / (3c_{11} G k_i) \qquad (9)$$

the length a of the Hertzian ellipse is modified by the ratio $k_i = a_i/a$, with $0 \le k_i \le 1$, expressed as a function of local parameters, the local length of the strip a_i, including the difference $\Delta\gamma_i = \gamma_{wi} - \gamma_{ri} = 2\ yi\ B$

between the two slopes (γ_{ri} = - γ_i/R_{rxx} and γ_{wi} = + γ_i/R_{wxx}) and $h_o = b_2.B$ (expression when *A* only is corrected to A_c):

$$k_i^{\,2} = 1-(y_i/b)^2 = h_i/\left[h_i + B^{-1}(\Delta\gamma_i/2)^2\right] \qquad (10)$$

Thus, the shear stresses and traction bound expressions from Kalker [1] and becomes, in the case where *A* only is compensated:

$$\left.\begin{aligned}
\sigma_{xi}(x,y_i) &= 0{,}375Gc_{11}\nu_{xi}(1-x/a_i)k_i \\
\sigma_{yi}(x,y_i) &= \left[0{,}375Gc_{22}\nu_y + 2.\pi^{-1}(n/m)^{1/2}x\right. \\
&\qquad \left. xGc_{23}\varphi_i(a_i+x)\right](1-x/a_i)k_i \\
\mu\sigma_{zi}(x,y_i) &= (4/3\pi)\mu\left[(1+\lambda)/n^3\right]x \\
&\qquad x\left[E/(1-\nu^2)\right].(h_i/a_i).\left[1-(x/a_i)^2\right]k_i
\end{aligned}\right\} \qquad (11)$$

where C_{ij} parapet [1].

The Hertzian theory is used to express the ratio:

$$N/b = (2/3).\left[(1+\lambda)/n^3\right].\left[Eh_o/(1-\nu^2)\right] \quad \text{with}$$

$$\lambda = A/B,\ k_i^{\,2} = h_i/h_o \text{ and } h_i = a_i^{\,2}A_c \qquad (12)$$

In the case where A and B are compensated, the term $1+\lambda$ in equations (11) and (12) must be replaced by: $1+(n/m)^2$.

Term of spin in the longitudinal stress

We are informed for methods for measurement of forces at wheel-rail contact [3]. The only difference between the local expressions (8) and those from Kalker is a term of spin in the longitudinal stress, which disappear here and is replaced by the variation of the longitudinal creepage νxi from one strip to the other.

The term of spin in the longitudinal stress comes with Rwyy and can be approximated to: $y_i.\varphi = \delta r/R_{wyy}$ and this contribution can be written: $\nu_x - \delta r/R_{wyy} = \nu_{xi}$

Resulting patches

In the rigid situation, before interpenetration, the vertical distance δz_i between the wheel and the rail is determined for each strip at its centre. Its value is zero for the unique rigid contact point where $h_i = h_o$. After interpenetration, the vertical displacement is $1\delta tz$.

In some cases, when there is a jump between two close patches, the area between them can give locally a negative value to B_i. This area must be considered as a conformal contact.

The local normal value h_i in the potential contact area, is equal at the first order to:

$$h_i = (\delta tz - \delta z_i)\cos\gamma_i \qquad (13)$$

The strip is in contact if $h_i > 0$.

Some B_i values are modified to obtain a minimal numerical value in accordance with the limit of coefficients given by Hertz and Kalker. For the corresponding strips, the limit of the k_i value is *1*.

Smoothing of B

It has been observed that the basic method described in section 2 gives sharp variations where there are discontinuities of the curvatures along the curvilinear abscissae *s*. In order to take into account the shear phenomenon which is neglected by the basic strip method adopted by Kalker with MATHCAD, the method is completed by a smoothing of the function *B(s)* into B_f *(s)*. The first tested filter was purely numerical, with a fixed width; the present one is based on the Boussinescq approach: the width depends on the curvature value: $dB_f/ds = = (B - B_f)/[(2/3).\ell_o]$ the characteristic width is: $\ell_o = \sqrt[3]{1{,}5.N.\left[(1-\nu^2)/E\right].(A+B)^{-1}}$ which corresponds to $\sqrt{ab}$ for a virtual circular contact (*mn = 1*).

Synthesis: the NEW method

A classic example is the contact in centred position between a BDZ-2 (fig. 1) wheel profile and an UIC60 rail.

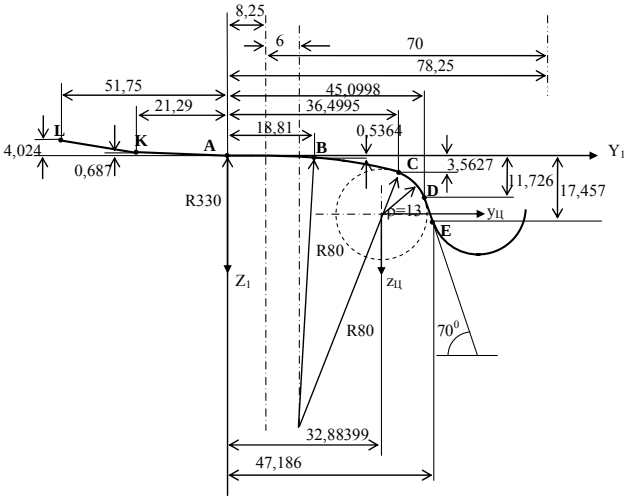


Figure 1. Wheel profile BDZ-2.

For a given load, here 80000 Newtons, the contact patch depends on the vertical stress expression.

The compensation of A only gives a result far from Kalker's CONTACT model, but, as can be seen, the last smoothing step largely improves the result.

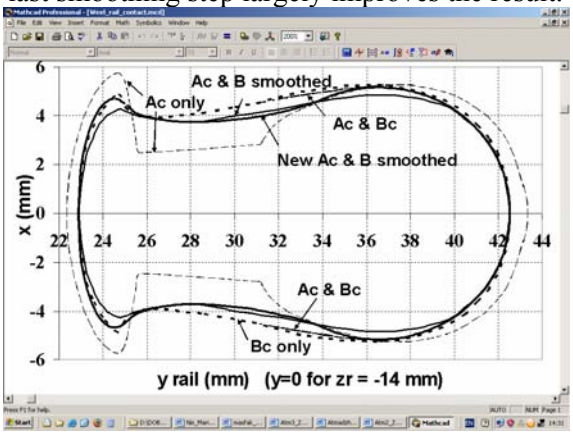


Figure 2. BDZ-2/UIC60 in the centred position, steps of the new method by MATHCAD 2000 Pro.

The basic interpenetration process has been improved in several steps:

- correction of the longitudinal *A* curvatures, sufficient for Hertzian cases;

- limitation of *B* to a minimal positive value, necessary for concave cases;
- smoothing of B, necessary for non Hertzian cases.

The result of the whole process, presented in figure 3, is a large improvement. A comparison has been done with CONTACT results and finite element results in this case, and in several conformal or nearly conformal situations.

4. IMPLEMENTATION OF THE SEMI-HERTZIAN ALGORITM IN A DYNAMIC WHEELSET MODEL

For the railway application, the wheel and rail tables of data are determined in a preprocessing step. For the first study, the choice has been made to discretize the rail with fixed strips. The corresponding wheel strips are calculated for each relative wheel-rail transversal position. These tables will be interpolated. At each time step, the geometrical values of each strip are calculated from the tables, function of the relative lateral position of the wheel. The normal and tangential forces exerted on each strip are obtained from the general expressions of the stresses (8) generalised to the semi-Hertzian contact patches. They are projected as a function of the contact angle, and summed to obtain the contact forces in the integration frame. They are applied to an existing wheelset model without modification of the rest of the software. The unknown parameter is the value of the vertical interpenetration, δtz. It is determined from the wheelset dynamic equilibrium. This value determines the strip participating in the contact at this moment if hi is positive (13).

Comparison of semi-Hertzian and multi-Hertzian model in the case of simultaneous Hertzian contact

The reference multi-Hertzian model used for the comparative validation of the semi- Hertzian model has been used for a long time in the MATHCAD 2000 Pro software, and has been validated several times in comparison to real cases proposed by the Bulgarian Railway networks, BDZ (2001-2006).

In order to minimize the reason for discrepancy between the semi-Hertzian and the multi-Hertzian method, a first comparison is done in a case which is essentially multi- Hertzian, without interaction between the two ellipses simultaneously in contact when flanging.

The vehicle model is a B-84 wagon with bogies type T73-AD, except for the wheel-rail contact. The wheel profile is profile BDZ-2, rolling on a UIC 60 rail. The speed – 56 m/s – gives a stable behaviour.

The models are not exactly equivalent, because the Hertzian contact are supposed to be flat surfaces, while the new method uses a different angle for each strip. However, the forces difference is very small in this Hertzian case.

Comparison in a semi-Hertzian case

With a multi-Hertzian method, this leads to a double estimation of the local strips parameters like the contact angle, Kalker's coefficients, or the friction coefficient (if considered different on each ellipse), which is the case for three different jumps.

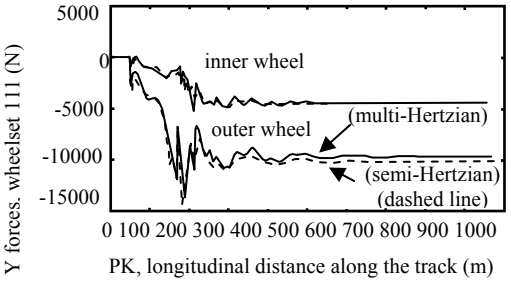


Figure 3. BDZ-2/UIC60 guiding forces in the track reference frame.

Figure 3 shows a general dynamic behaviour which is very similar, while the small differences are certainly due to the difference between the modelling of the contact surfaces. At the origin, in the centred position, the spin forces deduced from the two models are small but quite different.

The next step in this research is to compare more extensively the stresses obtained by the algorithm for tangent forces, to a more accurate model like CONTACT from Kalker.

5. CONCLUSIONS

The first result of this research is a new way toobtain the Hertzian patches with the interpenetration method by a compensation of the A curvatures and a smoothing operation on B. Stress expressions compatible with those from Kalker have been established.

The new method proved to give similar dynamic results than the multi-Hertzian one, and to be sufficiently fast to simulate a railway vehicle close to the real time, giving access to a more accurate stress description than before, for wear and rolling contact fatigue applications.

REFERENCES

[1] Atmadzhova, D., The theories Kalker for study of iteraction of a wheel and rail, XV SCIENTIFIC CONFERENCE "TRANSPORT 2005" Todor Kableshkov University of Transport, Sofia, 2005

[2] Ayasse, J.B. and Chollet, H., Determination of the wheel rail contact patch in semi-Hertzian conditions, VSD, Vol. 43, No. 3, March 2005

[3] Šoškić, Z. Petrović, D., Bogojević, N. and Rakanović, R., Suggestions for development of sensors for measurement of forces at wheel-rail contact. XV SCIENTIFIC CONFERENCE "TRANSPORT 2005" Todor Kableshkov University of Transport, Sofia, 2005

** The presentation of the paper is supported by the RRTC project (Regional Railway Transport Research and Training Centre Foundation) developed under the FP6 of the EC*

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

POSSIBILITIES OF RAILWAY RESEARCH COOPERATION IN THE BALKAN COUNTRIES

Ranko RAKANOVIĆ [1]
Dobrinka ATMADZHOVA [2]
Nencho NENOV [3]
Dragan PETROVIĆ [4]

Abstract *– The Regional Railway Transport Research and Training Centre (RRTC) is to be established as a result of the ongoing FP6 project. Its aim is to integrate the research and training activities in the field of transport and especially of railways. The founders of the Center are the University of Transport Applied Sciences (Higher School of Transport – VTU) in Sofia, the project coordinator, and the partner: Faculty of Mechanical Engineering (MFK) in Kraljevo, Serbia. The RRTC membership will be open and, despite the name, not limited by location. The participation of scientists and organizations from other European countries will facilitater the Centre integration into the common ERA (European Research Area).*

Keywords – railway research, cooperation, Balkan region, sustainable development.

1. INTRODUCTION

The main activities of the project "Regional railway transport research and training centre foundation (RRTC)" in the field of transport research are intended to establish a network of universities and scientific organizations from the Balkan countries joining their efforts in the process of harmonizing the railways in the region with the EU system. The Centre should focus research on the most urgent problems connected with the necessity to increase the quality of railway infrastructure and operation.

The RRTC will be an international organization that is to contribute to cooperation in rail research and staff training in the Balkans. As it is a complicated task requiring both experience and hard work, the choice to place the Centre at the University of Transport Applied Sciences (Todor Kableshkov VTU) in Sofia is a reasonable decision. Founded 83 years ago, the university has proved to be an institution respected for the thousands of engineers and specialists trained to work in the transport sector and especially railways. The teaching staff has been actively involved in research activities, the results of which have been presented at scientific forums both in the country and abroad. The international conference organized yearly in Sofia has become an attractive event for the researchers from many European countries, including the Balkan ones.

The foundation of the Centre will rely on the agreements of collaboration of the VTU (signed and under the procedure of signing) and informal connections with similar foreign institutions. Its activities will be facilitated also by the modern school equipment and availability of premises within the university campus to host international events.

The main precondition of the RRTC success in research is the partnership with the Faculty of Mechanical Engineering (MFK) in Kraljevo, Serbia. It is a prestigious educational institution training engineers for industry and transports that for 35 years and involves in its structure research units such as the Centre for railway vehicles that has achieved considerable results in theoretical studies and developing applications for railway industry.

[1] Ranko RAKANOVIC, Full Professor, PhD, Faculty of Mechanical Engineering Kraljevo, Dositejeva 19, Kraljevo, Serbia, e-mail: rakanovic.r@maskv.edu.yu
[2] Dobrinka ATMADZHOVA, Associate Professor, PhD, University of Transport Applied Sciences (VTU Todor Kableshkov), 158 Geo Milev Street, 1574 Sofia, Bulgaria atmadzhova@abv.bg
[3] Nencho NENOV, Associate Professor, PhD, University of Transport Applied Sciences (VTU Todor Kableshkov), 158 Geo Milev Street, 1574 Sofia, Bulgaria rector@vtu.bg
[4] Dragan PETROVIC, Professor, PhD, Faculty of Mechanical Engineering Kraljevo, Dositejeva 19, Kraljevo, Serbia, e-mail: petrovic.d@maskv.edu.yu

2. RRTC OBJECTIVES AND PROGRAM

To increase the level of research in the region, it is necessary to create a database of the human resources and joint work and expert groups under the RRTC project. They will be formed on the basis of common scientific interests and expertise, which will make possible to develop new projects faced to the urgent needs of transport and particularly railways. The Centre strategy will cover the main problems of surface transport as priority topics of further research, including mobility of scientists. It is important to outline that the research will involve variety of problems connected with the railway development: construction and maintenance of vehicles, technology and management, intermodal transport, telecommunications and safety systems, economics, ecology, etc.

The RRTC will be intended not only to connect the Balkan railway research institutions in a network, but also to establish permanent relations with the EU organizations such as UIC, CER, UNIFE, UITR, ERRAC, EURNEX, etc. The aim is to match railway research in the region with the European and world achievements (knowledge transfer).

Among the activities under the project, the following ones has already been under implementation:

- survey on the current state of the surface transport in the region to outline the most important problems to be solved using scientific methods in compliance with the priorities set by ERRAC and EURNEX;
- summarizing the objectives of the national transport policies in the Balkan countries to find out problems of common interest;
- comparing the existing condition of transport in the region to the EC requirements for the pan-European corridors in order to select topics for future research projects;
- encouraging cooperation of the scientists from the Balkan countries to develop new projects, including joint research with transport companies, industrial enterprises, SSEs;
- supporting the research activities of the RRTC members and especially of young researchers and PhD students;
- supporting scientific events and publishing (conference proceedings, books, advertising materials).

The survey on the current condition of the railways and transport on the Balkans will make possible to map the real needs of research related to the EC requirements of sustainable development in the region. It is provided to organize a special workshop to discuss those problems during the 16th International Scientific Conference *Transport 2006* in Sofia. The results of both the survey and workshop will be offered to public and private transport companies as well as to governmental and non-governmental organizations dealing with policy-making for harmonizing the national transport systems with the European one.

The RRTC strategy and program will be presented at the RRTC meeting in Sofia on 10 November 2006. It is then when the Regional Center will be announced open for membership of all research and educational institution in the field of transport both from the Balkan and other European countries. The program will reflect not only the results of the survey, analysis and mapping of the current problems of the Balkan railways, but will consider the recommendations of the ERRAC and the activities under EURNEX project.

The draft program, which is still being under discussions, has included the following priorities considered to be of vital importance for the Balkan railways:

- increasing the safety and security;
- decreasing the consumption per ton/kilometer or passenger/kilometer ;
- improving the ecological parameters (decreasing pollution caused by gas emissions, etc.);
- harmonization of standards and regulations with the European ones;
- problems connected with overcoming of the bottlenecks in the Balkans.

To stimulate the joint research activities, the project team will support, apart from the conferences *Transport 2005* and *Transport 2006*, other scientific events such as seminars, round-table discussions, etc. The research results transfer will be also provided by organizing competitions for papers of scientific and practical significance, innovation methods, PhD theses. The scientific achievements and other information about the possibilities of cooperation will be spread out through the project website, conference proceedings, CDs, etc.

The final aim of the RRTC activities will be to increase the impact of research and its applicability in compliance with the priorities of the transport development on the Balkans as inseparable part of the integrated European transport system.

4. RRTC RESOURCES AND MANAGEMENT

To achieve its objectives and implement the program in research, the Centre should provide the necessary resources: human, material and financial.

The human resources should be treated as the main assets of the Regional Centre. The preliminarily surveys on the references and presentations at different scientific forums in the field of transport has

shown that the Balkan countries have a great potential of researchers in the field of transport. However, most of them do not know each other. The lack of information on the ongoing theoretical and applied scientific studies in the region has limited the possibility of cooperation in favor of common interests. Moreover, in the 1990s the region experienced a new wave of disintegration that inevitably reflected on the relations between the institutions, especially in the Western Balkans. Considering that, the project implementation and the foundation of the RRTC will be a decisive step for uniting the efforts of scientists and university teachers for developing joint research projects. It is of great significance to involve more young people PHD students and engineers working in railway companies) in the particular studies, thus extending both knowledge transfers and staff mobility. The Centre will try to widen contacts with the leading railway research institutions in Europe, providing short visits, internship and trainee programs for its members.

Intended to be an organization of a network type, the Center will not create material resources for research of its own. It will provide the possibility for its members to use the modern school equipment available at the universities and research institutions in the Balkans. While the access to laboratories and devices could be arranged on the basis of contracts with the joint research teams, the problem of funding is expected to be much more complex to solve. Considering the difficulties with governmental subsidies, the main principle should be self-financing. The RRTC should only rely on income taken from successful implementation of national and international projects. It can also organize courses, workshops, publishing and advertising, the profit of which can be used to support further research activities.

The RRTC research activities will be coordinated by Commission of Research and the Managing Board but the operative monitoring on the new Calls, competitions, etc. and will be done by the expert and work groups, which will encourage the cooperation for developing new projects. However, the project teams will be the real working bodies carrying out the research on different scientific trends.

Being non-governmental organization, the RRTC will try to avoid bureaucracy and centralism. Its work will be based on the principles of free communication, common scientific interests and mutual support for individual promotion. Along with the personal benefits from the membership in the Centre, the researchers should contribute to the best of their knowledge to achieving the RRTC main aim: development of modern, sustainable and ecological railways in the Balkans.

5. FIRST RESULTS AND DISSEMINATION

While preparing the kick-off meeting, three of the core team members from Bulgaria visited the Aristotle University in Thessaloniki, Greece. They were met by representatives of the academic staff who showed interest to the project and the activities of the future Regional Centre. Thanks to the visit, it was for the first time to have papers of Greek scientists published in the Proceedings of the 15th International Scientific Conference *Transport 2005*.

The relations with the University POLITEHNICA, Bucharest, Romania, have been developing much more intensively. It sent a delegate for the kick-off meeting and agreed to begin a procedure of signing Agreement of Collaboration. Meanwhile, two members of the RRTC core team from VTU invited the Rumanian university to join a project proposed for the Call of the ASO (Austrian Science and Research Liaison Office Sofia/Bulgaria) entitled “Contribution of Science to the EU-integration of South Eastern Europe - Research on the Education - Society Nexus and on the Science - Society Nexus”. The team, including also partners from the Institute for Transport Studies, University of Natural Resources and Applied Life Sciences in Vienna, Austria and the Faculty of Mechanical Engineering in Kraljevo, University of Kragujevac, Serbia was successful and in June 2006 the CONSTANT project (CONcepts for life long learning to further increase SafeTy on rail based trANsporT systems) was started. Its aim is to do a joint survey on the needs, EU standards and the existing experience in life-long learning and on that basis to develop concepts relevant for the staff working in the rail-based transport in the three Balkan countries in order to increase its safety.

Three members of the RRTC core team were included in national projects: for optimizing the running unit of carriages and development of a carriage for non-accompanied intermodal transport. Their work with experts from BDZ EAD (the Bulgarian national railway operator) and enterprises of the railway industry is expected to result in constructional improvements and increase of the railway traffic safety. It is where they could contact the partners from the Railway Vehicle Center in Kraljevo, taking advantage of its experience in wagon design and testing.

During the first year the project supported a number of activities connected with research results dissemination. It provided funding for publishing the Proceedings of the 15th International Conference *Transport 2005* in Sofia, the book on the 130-year history of the BDZ green construction and two information leaflets. The core team members and some other scientists received a certain support in order to make presentations at the scientific forums in Drezden (Germany), Zilina (Slovak Republic),

Pardubice (Czech Republic) as well as to participate in the Rail Training and Simulation Seminar in London (UK) and the InnoTrans exhibition in Berlin (Germany). The project was also widely presented to the public by the mass media in Bulgaria and Serbia.

At present, having finished the online and documentary surveys, the core team has prepared invitation to the academic and research institutions to join the Centre during the second regional meeting during the 16th International Conference *Transport 2006*. Before that, they were asked to send information on their research activities filling in special registration forms necessary for creating the human resources database and potential expert/ work groups.

The RRTC is provided to be open for membership even for research institution beyond the Balkan region. The joint activities will be the basis for the Centre integration into the European Research Area (ERA).

6. CONCLUSIONS

The participation in the Regional Centre is an opportunity for the scientists and university teachers from the Balkan countries to cooperate in the field of railway research. That will contribute not only to the process of railway harmonization, but also to creating an atmosphere of mutual trust and loyal partnership as important preconditions for the sustainable development in the region under the European integration process.

REFERENCES

[1] Atmadzhova, D., A. Dzhaleva-Chonkova, M. Georgieva, B. Bentchev, N. Nenov: "RRTC FP6 project: opportunity of regional cooperation in rail research and education on the Balkans", Proceedings of the 14th International Symposium EURNEX – Zel 2006, University of Zilina, 2006.

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

RAILWAYS AND DEVELOPMENT OF TOURISM

Anna DZHALEVA-CHONKOVA [1]

Abstract *– Soon after the railways appeared as a transport mode in the 19th century, they were used to take people from one to another city for visiting remarkable places in Great Britain and for entertainment. Thus railways became connected with the development of tourist business. In Bulgaria it emerged much later, after the World War I, promoted mainly by the Bulgarian State Railways (BDZ). Its experience in tourist activities is an asset showing the capacity of the staff to implement innovations and, facing the challenges of economic situation, to use railways in a profit-making way.*

Keywords – railways, tourism, innovation policy, profit-making.

1. INTRODUCTION

Although railway construction was imposed mainly by the industrial needs of freight transport on the land, people immediately discovered the advantages of trains as fast and convenient means of mobility. At first passengers traveled only on business but after the completion of the railway network in Britain it became possible to organize package tours to different places. It was in the 1840s when the world witnessed the successful marriage between railways and tourism.

The development of the tourist business based on the railways in Bulgaria was delayed for several decades. The reasons were mainly economic: the underdeveloped railway network in the country, comparatively high fares, insufficient number of people able to afford an entertainment journey, etc.

In the 1920s the economic stabilization in the country made possible for the Bulgarian State Railways (BDZ) to take up tourism activities. They organized journeys abroad both for entertainment and on business, to increase the staff's knowledge on the international railway system. The visits to the biggest European stations, locomotive sheds, repair shops, etc. were a tourist event and at the same time a kind of training that gave a possibility for the participants to get acquainted with the achievements of foreign railway companies. The effect of what had been seen was multiplied later by the reports published in the specialized *Journal of the Bulgarian State Railways and Ports*.

The journal played an important part for encouraging the development of tourism in the country. The articles published in the interwar period are interesting even from the contemporary point of view. What they mainly emphasized on was the benefit of the business both for the BDZ itself and the Bulgarian economy as a whole.

2. BEGINNING OF RAILWAY TOURISM

The mass travel tourism as a human activity and business appeared in the 19th century as a result of the improvements in technology that allowed transporting large numbers of passengers in a short space of time to places of mass interest. On the other hand, it became possible because the number people who could enjoy the benefits of leisure time. Considering the level of economic development (including railways) and life standards at that time, it is easy to guess that tourist business was set up for the first time in Great Britain, the leading industrial country in the world until 1900.

The package tour organized for a group of 570 campaigners at a distance of eleven miles (from Leicester to a rally in Loughborough) was different from the railway excursions organized before, as it included entrance to the entertainment held in private grounds, rail tickets and food for the train journey. Because of that, it is accepted that 5 July 1841 is the birthday of modern mass tourism and Thomas Cook is its father. He immediately estimated the potential of a convenient 'off the peg' holiday product in which everything was in one cost and took up the arrangement of packages inclusive of accommodation for the Great Exhibition and pioneered holidays in both Britain (particularly in Scotland) and on the

[1] Anna Dzhaleva-Chonkova, PhD, Senior lecturer, University of Transport Applied Sciences (Todor Kableshkov VTU), 158 Geo Milev Street, Sofia 1574, Bulgaria, adzhaleva@abv.bg

continent (where Paris and the Alps were the most popular destinations).

The success of this business taken up by some other companies was possible because of the economic prosperity in late Victorian Britain. Initially it was supported by the growing middle classes, who had time off from work, and who could afford the luxury of travel and possibly even staying for periods of time in hotels and boarding houses. Later, after the Bank Holiday Act of 1871 introduced a statutory right for workers to take holidays, the working class holiday became a tradition. By the last quarter of the nineteenth century, it was largely focused upon the seaside resorts, which the spread of the railway network brought within easy distance of Britain's urban centres. The railway companies were even those that promoted some of the resorts.

For a century, domestic tourism was the norm, supported by the postwar increase of life standard: by 1925, 1.5 million manual workers in Britain had paid holidays, while in 1939 they were 11 million (30% of the population in families). As traveling abroad, it was reserved for the rich or the culturally curious. The rise of overseas package tours expanded much more lately, in the post-war period.

3. BDZ AS A TOURIST PROMOTER

Among the several tourist agencies existing in Bulgaria in the 1930s, the one with the Directorate General of the State Railways and Ports in Bulgaria was the most active. The Permanent Committee of Economic Tourism established in 1935 (at that time the word "economic" was used in the sense of an economic sector, a type of business) included representatives of all interested departments and enterprises. Besides its participation in this Committee, the railway administration continued the activities of its own to inform foreigners about the beauty of nature and historical sites in Bulgaria and improve the conditions for visitors during their journeys round the country. Consequently, the "economic tourism" entered the budget of BDZ as a particular part of its revenues. It is quite curious to mention that the "advertising image" of Bulgaria, the rose, was also introduced by the BDZ.

Having developed a realistic program for the development of tourism, the railway administration carried out a policy targeted to the development of this business, which was quite new for the country. The BDZ introduced fare reductions according to the purpose of traveling, e.g. the holiday-makers at the Black Sea coast were able to use reduction with traveling by train if they showed a document (signed by the interested municipalities and legal entities) for a minimal stay of the passengers in the resort or a certain hotel. The ticket-offices issued also the so-called "outing" tickets and offered tickets for coaches, combined traveling, hotel and restaurant services. For a while, the railway administration arranged an additional train running to and from the Central and Western Europe, besides the two existing ones, "East-West"or "convetional". It matched the schedule of trains and boats in the directions from Sofia to Bucharest via Rousse and Gjurgju and from Sofia to Budapest via Vidin, Kalafat, Crayova. Because of the early time (4.50-5.20) when the train coming from Istanbul stayed at the station of Sofia, the BDZ sleeping car to Paris accepted passengers beginning from the evening.

The tourist activities and especially the organization of combined journeys were facilitated by the structure of the Directorate General, which included the Department of Road Transport during the 1930s and the beginning of 1940s. It was the authority responsible also for the concessions of the first domestic and international airlines. Nevertheless, the railway transport still remained a leader in the tourist services as the most affordable way of traveling both on business and for entertainment and sightseeing visits.

4. RAILWAYS AND MODERN TOURIST

4.1. World experience in "Nostalgia" trains

The revival of railways as the most ecological and competitive enough mode of transport resulted not only in the increase of freight and passenger transport volume, but also of the tourist services. By participation in mixed enterprises and own departments the railway companies have penetrated in all fields of the tourist business. To prove this statement, it is enough to mention just a few firms, e.g. of the Germany railways (DB): Deutsches Reisebuero GmbH (Berlin), Reisebuero GmbH (Munich), AMEROPA Reisen GmbH, Reisebuero Rominger (Stuttgart)q the first tourist agency in Germany, Deutsche Touring GmbH (Frankfurt), Bahnbus-Holding GmbH (Frankfurt), German Rail UK Ltd (London), etc. The Austrian railways (OBB) have also a successful tourist business, run by Department of retro-traveling by rail and boat (**"**Erlebnis Bahn&Schiff") and the tour-operator "Rail Tours Austria".

The countries mentioned above are not exceptions in developing tourist activities as inseparable part of the whole economic policy of railway sector. There are even companies, the main business of which is to organize attraction tourist and retro-journeys, giving an opportunity for tourists to travel in authentically restored cars driven by steam engines. There are a lot of routes of that type offered in Europe and Asia, in the USA, Japan, etc.

Besides the ordinary package tours, nowadays railway companies offer a variety of tourist services.

They include group and family journeys, which combine traveling by train and ship, train and hiking, train and riding bicycles, train and transportation of cars, etc. What is new in comparison with the periods until recently is the cooperation with the railway museums in organizing traveling by "Nostalgia" trains. The participation in them is combined with the interest in museum expositions: people would like to experience the atmosphere of the old times, to feel the exotic of traveling at lower speeds, sitting on wooden benches or housing the luxury of royal trains, listening to the sound of a locomotive whistle and a station bell.

The number of railway history fans has been constantly increasing. They are not only passive "visitors", but also volunteers (often organized in clubs, association of friends, etc.) helping the museum staff to restore and maintain old vehicles used to organize "Nostalgia" rides at certain periods of time or especially according to the tourists' demands.

Based on the analysis of the existing world models, the railway tourism can be classified into two types: European and the American-Australian. The latter is run by private companies under the economic conditions of relatively high demands, while the former (in Austria, Germany, Switzerland, etc.) relies mainly on the initiatives of the railway administrations, volunteer work of enthusiasts and support of the government.

Considering the situation in Bulgaria, the BDZ experts think that the European model is more appropriate and recommend following the example of other railways, including the Serbian company, which has two commercial offers for attraction journeys: by the Blue train (Tito's train) and along the Sargan "Eight".

Fig. 1. Serbia, Sargan "Eight": a romantic journey through the mountains.

4.2. New offers in Bulgaria

The organization of "Nostalgia" trains is a new practice for the Bulgarian railway operator. The first jubilee journeys were organized on the occasion of the 125th anniversary of the Rousse-Varna railway line (1991) and the 120th anniversary of Baron Hirsch's railway (1993). The possibility for the BDZ to enter the tourist business again was promoted by the 2nd International Forum on Tourism (Sofia, 9-11 January 2003) and soon after, on 25 September 2002, BDZ organized the first commercial attraction journey with a restored steam engine. Two years later, in 2004, the operative museum rolling stock of BDZ EAD took part in 25 entertainment and special tours with steam locomotives No 01.23, No 15.215 and No 609 fully restored and functioning. There were 17 cars used in the trains, including 4 salon coaches and 9 freight wagons of various series. The routes covered the following lines: Dimitrovgrad – Momčilgrad – Podkova (102 km), Mezdra – Sofia (88 km), Sofia – Iliyanci – Jana – Musachevo – Kazichene – Sofia (53 km), Pleven – Jasen – Cherkvica (50 km), Levski – Lovech – Troian (83 km), Plovdiv – Stamboliyski – Peshtera (46 km), Bansko – Belitsa – Yakoruda (33 km), Aldomirovtsi – Beli breg (11 km) and in the area of the Sofia railway joint. The total distance passed was approximately 4500 km.

According to the orders, the most profitable tour for the past three years has been the route Sofia – Plovdiv – Karlovo – Kazanlak – Veliko Turnovo – Pleven – Sofia. The other two lines of high interest are Septemvri – Dobrinishte t Dimitrovgrad – Podkova.

In 2005 one more steam engine was restored, thus the number of the BDZ steam engines for serving attraction and tourist trains became four. On 14 October 2005 it was used for a train ridden by a group of 50 foreigners (mainly travel agents from different countries) in the section from Dimitrovgrad to Momchilgrad.

Due to the increasing interest, it is provided to continue the restoration of the museum rolling stock in order to make it run. At present, the most luxurious trains offered by the BDZ administration, are KORONA (the former royal train) and VITOSHA. They are unique because of their historical value and are comparable with ORIENT EXPRESS, even exceed it because the latter is not original but a copy.

4.3. "Bulgarian railways: past and future"

Considering the perspectives for railway tourism, it is evident that to make scrap of the railway equipment will bring less income (although not immediately, at this moment). As for the problem of insufficient funds to restore the rolling stock, it could be solved by coordinated policy of the two railway companies, developing a relevant business plan, advertising campaigns, attracting investments, etc.

The project "Bulgarian railways: past and future" is intended to revive the BDZ activities in the field of tourist business as its founder. Its aim is to investigate

the market of attraction and retro trains combining the transport services with the entertainment ones.

The project is to develop a marketing strategy for the management of the tourist activities and museums. The concept of the integrated modules for the railway tourism in Bulgaria includes the following ones:

- Rhodopes;
- Sofia
- Black Sea;
- Balkan; Danube;
- Bulgaria (Europe).

Fig. 2. The retro train along the Septemvri – Dobrinishte narrow-gauge railway line, Bulgaria.

The first stage is to do a preliminary study on module Rhodopes, the priority of which is the narrow-gauge railway line Septemvri – Dobrinishte. The route shows a great variety of Nature and historical sightseeing, which was the reason to be included in the list of the most interesting railroads in Europe, published in the Guide of the European Railway Time-Tables of the DB and Thomas Cook (together with two other routes: Sofia – Toulovo – Bourgas and Toulovo – Gorna Oriahovitsa).

It is expected that the initial demand for tourist services (retro trains) will be of foreigners. They might come especially for such a journey or as holidaymakers. So, the supply of tourist packages should consider both types of potential customers offering flexible timetables, "charter trains", etc.

The main advantage for the railway tourist business in Bulgaria is the high concentration of remarkable sites per a unit of area (within a short distance). That makes the costs lower and country more attractive for the visitors.

As for the profitability, most of the income from tourist business will be for enterprises out of the railways: hotels, restaurants, shops. The travel expenses are only part of the packages offered by the travel agency. Even though, the economic evaluation of tourist services is positive, which is a good reason to continue the project implementation?

5. CONCLUSION

It is expected that in the 21st century tourism will be the industry that will develop most intensively. That gives an opportunity for the railway companies to take advantage of the business.

Facing back to the traditions, the BDZ EAD and National Railway Infrastructure Company should prove their capability of promoting attractive offers for tourists: to ride the restored museum rolling stock and experience the pleasure of seeing the beautiful nature and remarkable historical sites of Bulgaria.

REFERENCES

[1] Angelov, K. Railway Tourism: Past, Present and Future, Railway Transport Magazine, No 7-8, 2005(in Bulgarian); http://www.jptactis.com/jpt7805/krasi.htm.
[2] Angelov, K. The Bulgarian Railways and Tourism, Railway Transport Magazine, No 9, 2005 (in Bulgarian); http://www.jptactis.com/jpt905/krasi.htm.
[3] Angelov, K. Railway Tourism and Septemvri-Dobrinishte line, Railway Transport Magazine, No 10, 2005; http://www.jptactis.com/jpt1005/angelov.htm (in Bulgarian).
[4] Dzhaleva, A. and co-authors. History of the Bulgarian Railways, Sofia, 1997 (in Bulgarian).
[5] Journal of State Railways and ports in Bulgaria, 1927-1944 (in Bulgarian).
[6] BDZ Retro trains exceed Orient Express ,Interviw of the Focus Agency with Nedyalka Raikova and Roumyana Pobornikova, (2006-07-22), http://focus-news.net/ http://www.malkiobyavi.com (in Bulgarian).
[7] BDZ EAD, www.bdz.bg.
[8] Serbian railways, www.yurail.co.yu .
[9] Websites of railway companies, tourist agencies, etc.

** The presentation of the paper is supported by the RRTC project (Regional Railway Transport Research and Training Centre Foundation) developed under the FP6 of the EC.*

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ECONOMIC KNOWLEDGE FOR TRANSPORT ENGINEERING STAFF

Maria SLAVOVA-NOCHEVA [1]

Abstract *– The paper presents the conditions imposing the necessity of profound knowledge in economics for engineers working in the transport sector. Nowadays they should be not only good professionals, but also managers able to run projects for modernizing infrastructure, rolling stock, safety systems, etc. The experience of the University of Transport Applied Sciences (VTU) in Sofia has proved the expediency of increasing the economic knowledge level in the BSc and MSc courses. The curricula and subject contents have been considered with the Bologna requirements of mobility (ECTS), which makes cooperation between universities in the region very perspective.*

Keywords – economic knowledge, railway staff training, mobility, cooperation.

1. INTRODUCTION

Each society solves economic problems. Every day people encounter different economic phenomena and processes. It is so because life is a set of actions, which intentionally or unintentionally make us a particle of the various, fascinating but full of contradictions economic world.

There is no doubt that economy concerns people's everyday life both as workers and consumers, users of public services, trainees and, in general, as citizens. Because of that the rules of "economic game" should be accessible for all but very often these rules, hidden by a complex technical presentation, seem away from people.

The paper makes difference between the economy as a structure and as a science. As an institutional structure it is a notion standing for the aggregate of economic activities; as a science it mainly studies how people and society match their needs and wishes.

What, how and whom to produce for (the three basic questions of each economy) are general human problems because the needs of people are practically unlimited but each society has at disposal only limited resources to produce goods and services.

No society has enough capacity to produce the complete set of products and to make available all services desired to be used by its members. The limitation of resources has always imposed the necessity to make a reasonable choice. Individuals and society have to make a continuous choice among the different alternatives with using the limited resources. So, economics as a science examines how society makes decision on what, how and whom to produce for.

2. ECONOMIC REASONING AND RATIONAL ECONOMIC BEHAVIOUR

In principle, each person is inclined to act irrationally and in order to make one's actions rational, one should acquire certain economic knowledge.

To achieve a rational way of thinking means to think as an economist. People trained in economics can reason in a definite way and critically analyze facts by comparing the costs and benefits, making decisions on the basis of these costs and benefits.

With the economic reasoning, there are cost and benefits corresponding to each decision. That means to treat each problem by this approach. Decisions are made on the basis of the economic rule: if the benefits overpass the costs: do it; if the costs overpass benefits: do not do it.

It has been proved that without knowing the economic regulations and principles, it is not possible to manage both economy as a whole and its particular sectors in a way that will contribute to the economic development of a certain country.

To make economic decisions irrelevant to the reality in the everyday practice inevitably results in low efficiency and losses of considerable amount. The good knowledge and reasoning of the economic regulations and notions is a precondition for economic activities that will contribute to a more intensive economic growth.

[1] Maria Slavova-Nocheva, Associate Professor, PhD, University of Transport Applied Sciences (VTU), 158 Geo Milev Street, Sofia 1574, Bulgaria, mslavovanocheva@abv.bg

The principles of the economic thinking and rational economic behavior are interconnected. They have been summarized in many books of economics and in Bulgaria especially by Prof. Stoyadin Savov and some other academic teachers.

What is uniting in the principles for the creation of economic thinking is the following:

- insufficiency of resources;
- expediency of decisions;
- prediction of the results of economic activities;
- marginal thinking;
- information as a specific resource;
- secondary effect in economy.

These and other principles allow people to set achievable objectives in their economic activities and represent a summarized theoretical model of the economy giving a possibility to determine the aims and priorities of companies, households and the state. Along with that they reveal efficient methods, forms and means for a faster technological and structural reorganization of economy.

The principles of the economic thinking are connected with the notions and regularities, which are common for each economic system. Based on these principles, it follows that there is no free lunch.

3. PROBLEMS & TASKS WITH ECONOMIC TRAINING OF TRANSPORT STAFF

Based on the above mentioned, it is necessary for the engineers and specialists working under a new market conditions (when Bulgaria will soon be part of the European economy) to know the principles of the modern economic thinking both in the wide profile of teaching and the specific trends. In this aspect it is important to describe the experience of the University of Transport Applied Sciences (VTU) in Sofia in increasing the level of economic knowledge of students studying in the BSc and MSc courses and the courses for the educational and qualification degree of "Specialist".

At present, in Bulgaria transport staff is trained at the technical and economic universities. There is a variety of courses for different educational and qualification: Specialist, BSc, MSc and PhD.

Of the institutions of higher engineering education, the University of Transport Applied Sciences (VTU) is one of the oldest school for railway personnel training. It trains and supplies the labor market with high qualified specialists in the following professional trends:

- Engineering sciences: mechanical engineering, electrical engineering, electronics and automation;
- Telecommunications and computer engineering;
- Transport, maritime sciences and aviation;
- Architecture, civil engineering and geodesy; General engineering;
- Social, economic and legal sciences.

The educational policy of the VTU has been built on the principles of acquiring higher engineering education in Bulgaria. It is in synchrony with the requirements of the European transport market. It is based on its long-year traditions and achievements of high scientific and technological level.

The transport staff training as a whole and the economic knowledge of engineers are considered with the needs of the transport sector and its strategic significance for Bulgaria. Besides that, it corresponds to the demands of the transport business as an important element of the implementation of the new policy in the country based not only on the technical and technological education, but also on specified economic knowledge. Because of all mentioned above, according to the curricula 2003 *Economics* was included as a mandatory subject in the BSc and MSc courses and the courses for the degree of Specialist. The students in some programs have to study other subjects as well: *Accountancy, Finances, Banks and Banking, Management, Project Management*, etc.

The VTU has been implementing interaction in education of economic and engineering staff that is extremely necessary for the practice and life. The curricula in the economic trend present a possibility to obtain the educational and qualification degree of Specialist in the program of *Accountancy and Auditing*; the degree of BSc in the program of *Business Administration*; the degree of MSc in the program of *Economics of Transport Companies.* That is a specificity of the university and is a precondition to implement continuity in the teaching different courses both in our school and other institutions of higher education. It is also a precondition of the mobility of students in compliance with requirements of the Bologna declaration.

Of the courses in the trend of Economics, the program in *Accountancy and Auditing* for the educational and qualification degree of "Specialist" has been of longest traditions. For more than 10 years it has been training students for the profession of accountant for the transport sector.

The MSc degree course in *Economics of Transport Companies* has been introduced recently but has soon become very popular. It is intended for students who have graduated BSc course in engeneering (not in Economics) and consequently, most of the students enrolled in the program are from the engineering staff working in the transport sector. The economic knowledge of engineers is increased by teaching modern subjects in economics including Finances and Financial Management, European Transport Law, Project Management, etc. The MSc course should be

graduated with of a diploma paper developed on the basis of the experience of a leading transport company.

The newest (starting this academic year) BSc course at our university is *Business Administration*. It gives a possibility for the students who have graduated courses in *Accountancy and Auditing* for the educational and qualification degree of Specialist in the program at the VTU and other institutions of higher education in Bulgaria. The curriculum offers modern subjects in economics and management as a superstructure of the knowledge obtained in the previous studies. Among the subjects taught are the following: Economics of the Public Sector, Regional Economics and Business Environment, Economic Integration, Management of Companies, Business Administration, Finances, Accountancy, etc.

For several years, the VTU has been training also students also in the BSc course of *Industrial management*, which is distinctly directed to economics and management. The education of engineering staff with such a profile is based on the integrations of the economic staff and the quality of education.

Special attention is paid to the European Credit Transfer System (ECTS) and the unification diploma supplement. The aim is to increase the compatibility of the university education at our school. The alumni can find jobs and are promoted on the transport market. For the last few years there has been an increasing interest to our university, so the students are admitted with higher and higher grades every next year.

We also intend to develop the vocational education, which is quite widely spread in the big European companies. At present, EUROSPED AD, a forwarding and logistics company, has shown its interest to the VTU as a institution that is reliable to assign tasks connected with training, qualification and prequalification of the staff.

At the same time, it is necessary to make practical steps for increasing the efficiency of the educational process and for more profound economic knowledge, for a wider profile and pluralism in training in compliance with the European transport policy and system.

To increase the economic knowledge of students and improve the qualification of managers and specialists working in transport it is necessary to activate the collaboration with other institutions of higher education in the region: the University of Nis, the Faculty of Mechanical Engineering in Kraljevo, etc. It is possible to develop joint courses in Business, Market Economics, Accountancy, Finances and Money Flows, Banking and Bank Operations, Human Resources Management, Information and Communication Technologies, etc.

4. CONCLUSION

There are a lot of challenges arising from the EC requirements in connection with the Bologna Declaration and especially the Lisbon Strategy where it was declared that in 2010 Europe should become the most dynamic and competitive economy based on knowledge and expertise.

To achieve this aim it is necessary to do a lot of work both on national and international levels. It is why the cooperation of universities in the Balkan region is one of the main preconditions for the development of competitive higher education under the conditions of the European integration.

REFERENCES

[1] Keins, J.: "General Theory of Employment, Interest and Money", Sofia, 2000 (in Bulgarian).
[2] Hartman, G: “Market Economy”, Sofia, 1992 (in Bulgarian).
[3] Samuelson, R.: “Economics”, USA, 1995.
[4] Savov, St.: “Microeconomics”, Sofia, 2000 (in Bulgarian).
[5] Richard G., K. Lipsey, A. Crystal: “Principles of Economics”, Oxford, 2002.
[6] Slavova-Nocheva, M. & M. Tomova: “Economics, Part I”, Sofia, 2002 (in Bulgarian).
[7] Slavova-Nocheva, M.: “Economics, Part II”, Sofia, 2006 (in Bulgarian).
[8] Vasilev, D.: “Experience of the Higher School of Transport, Sofia in Deevelopment of Curricula in Compliance with State Requirements of Higher Education”, Conference Proceedings, Second Regional Conference on Engineering Education, December 5-7, 2003, Sofia, 2004.
[9] Dzhaleva-Chonkova, A.: “Economic Conditions and Railway Staff Training”, Proceedings of the 14th International Symposium EURNEX – Zel 2006, University of Zilina, 2006.
[10] "Railway Transport Magazine”, Sofia, 2000-2006).

** The presentation of the paper is supported by the RRTC project (Regional Railway Transport Research and Training Centre Foundation) developed under the FP6 of the EC.*

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

POSSIBILITIES OF COOPERATION IN RAILWAY STAFF TRAINING IN THE BALKAN REGION

Borislav BENTCHEV [1]
Anna DZHALEVA-CHONHOVA [2]
Margarita GEORGIEVA [3]
Zlatan ŠOŠKIĆ [4]

Abstract *– To expand the cooperation in rail staff training is a main objective of the RRTC project (Regional Railway Transport Research and Training Centre Foundation) being implemented under the FP6 of the EC. The coordinator, University of Transport Applied Sciences (Higher School of Transport – VTU) in Sofia, and the partner, Faculty of Mechanical Engineering (MFK) in Kraljevo are intended to develop a number of joint activities to increase the level of university education and lifelong learning in the field of railway transport. In compliance with the Bologna declaration and Lisbon Strategy, the program of the RRTC should result in labour force mobility and will contribute to the sustainable development of the Balkan railways.*

Keywords – railway training, lifelong learning, cooperation, staff mobility.

1. INTRODUCTION

The Regional Railway Transport Research and Training Centre (RRTC) is intended to be an international organization aiming to integrate the Balkan universities both in the field of research and railway (transport) staff training. Its program, which is still under development, will be based on the requirements set in the Bologna declaration and Lisbon Strategy, especially for the students and labour force mobility. It is expected that the Centre is to contribute to improving the level of railway staff knowledge and expertise as a necessary precondition for the integration of the Balkan railways into the European transport system.

2. PRECONDITIONS FOR COOPERATION

The Regional Centre activities in the field of rail staff training will rely on the experience of the partner organizations.

Founded in 1922, the University of Transport Applied Sciences (VTU) in Sofia has proved its capacity to train qualified engineers and specialists for the transport sector in the country. Its achievements in implementing the reform of the higher education in Bulgaria resulted in the top positions taken in the national rating of the universities in the country for the last two years. Similarly, the MFK has been well known in Serbia and in former Yugoslavia for the quality of its alumni, including those working for the railway companies and industry.

The academic staff at both institutions is known for the competence both in the field of teaching and research. Most of the teachers have been implementing the newest methods in education such as ICT, multimedia, Internet, distant education and e-learning. The number of people involved as qualified experts at transport companies, public institutions, policy-making and EU-supported infrastructure projects have been constantly increasing. There are also good traditions in organizing post-graduate courses for qualification or prequalification of transport personnel. The use of modern school equipment including specialized laboratories, computer rooms, Internet, etc. is another precondition for a successful work in the field of teaching. Because

[1] Borislav Bentchev, Ass. Professor, PhD, University of Transport Applied Sciences (VTU), 158 Geo Milev Street, Sofia 1574, bbenchev@vtu.bg.
[2] Anna Dzhaleva, Senior lecturer, PhD, University of Transport Applied Sciences (VTU), 158 Geo Milev Street, Sofia 1574, adzhaleva@abv.bg.
[3] Margarita Georgieva, Senior lecturer, MSc, University of Transport Applied Sciences (VTU), 158 Geo Milev Street, Sofia 1574, margarita_georgieva@abv.bg.
[4] Zlatan Šoškić, Docent, PhD, Faculty of Mechanical Engineering Kraljevo, Dositejeva 19, Kraljevo, Serbia and Montenegro,soskic.z@maskv.edu.yu

of the long-year connections with the railway companies and industrial enterprises, the two institutions provide practical classes and internship of high quality.

The Centre activities in the field of training will be based on the active professional contacts of teachers as well as on the agreements of collaboration signed with similar institutions in Europe. As for the region, besides with the MFK, the VTU has been in close relations with the High Railway School in Belgrade. Every year they exchange groups of students for internship and short visits during semesters.

A significant precondition for the successful performance of the RRTC is the experience accumulated under the project "Regional Program for Transport Staff Qualification", which was partially supported by the Open Society Foundation (2001-2003). The project team organized about twenty courses for the personnel working in the system of the Bulgarian State Railways (BDZ), all of them covering topical issues related to new railway technologies, EU standards and economic reforms in the country. Yet the most remarkable event under this project was the first Regional meeting of educational institutions in the field of transport held in Sofia on 6-7 June 2002. It was where the participants from the VTU, Technical Faculty in Bitola, Macedonia (co-organizer of the meeting), Transport Faculty of the University of Belgrade, Serbia and Faculty of Maritime studies and Transport in Prtoroz with the University of Ljubljana, Slovenia for the first time declared their willingness to collaborate both in the field of education and research.

3. RRTC OBJECTIVES AND PROGRAM

The Regional Center will unite people who are highly motivated to join their efforts in developing modern educational system for university degrees and lifelong learning that will meet the requirements determined in the Bologna Declaration and Lisbon Strategy.

The effective solution of the infrastructure, technical and economic problems in the Balkan railways is possible only if the personnel is able to implement technological and managerial innovations. At the same time high professional qualification is not enough: people working in the transport sector should consciously take the responsibility of developing sustainable railways in the region as integrated part of the European network.

The RRTC is going to create databases of the Balkan educational institutions that provide university engineering courses in the field of the rail-based transport. The university teachers and PhD students will have a possibility for contact through a web-forum and will be supported for mobility and participation in workshops, seminars, etc. The Centre will organize competitions for manuals and teaching materials and will promote their translation, publishing and delivery; it will facilitate the exchange of books, lectures, presentations, etc.

The Centre activities should contribute to the ongoing reforms in the higher education. It will encourage the development of joint modules, syllabi and courses as well as the implementation of new methods such as interdisciplinary approach, ICT, e-learning, distant teaching, etc. The aim is to contribute to the process of the curricula harmonization at the universities in the Balkan countries according to the ECTS and Lisbon strategy. So, it is recommendable to expand the connections with universities not only in the region, but also in the EU member countries. The start will be given with the invitation for membership in the Centre.

The program for training activities, which is still under discussion, will include surveys on the current state of the railway staff knowledge and the needs of transport and industry for qualification and prequalification of their personnel. On that basis, the RRTC will develop a concept of lifelong learning that will take into account the traditions and specificity of each Balkan country. It will also provide information, consultancy and methodological help for the interested companies. Furthermore, it will organize some pilot courses on the topical issues of transport related sciences, technology and European acquits.

4. RESULTS AND PERSPECTIVES

Although the RRTC has not been opened yet, the cooperation in the staff training in the region under the project has already begun. During the period of the accreditation of both the VTU and the program of *Transport Technology and Management* the academic bodies had at disposal the curriculum of the similar program existing at the University POLITECNICA in Bucharest.

The exchange of books and teaching materials was not only expanded, but it involved the stage of manual preparation and publishing. The project coordinator, Assoc. Prof. Dobrinka Atmadzhova, PhD, was invited to review a textbook for the students at the MFK. She was also included in the commission for MSc diploma papers in railway engineering.

However, the most important result is that a team of three Balkan educational institutions, was successful in developing a joint project under the call of the Zentrum für Soziale Innovation, Austrian Science and Research Liaison Offices (ASO) in Ljubljana and Sofia within the *Research Cooperation and Networking between Austria and South Eastern Europe* program, which this year's focus was on "Contribution of science to the EU-integration of the South Eastern European Countries – Research on the Education-Society Nexus and on the Science- Society Nexus".

The project “CONcepts for life long learning to further increase SafeTy on rail based trANsporT systems – CONSTANT” is coordinated by the University of Transport Applied Sciences (VTU) ant in partnership with the Institute of Transport Studies of the University of Natural Resources and Applied Life Sciences in Vienna, University POLITECHNICA in Bucharest and Faculty of Mechanical Engineering (MFK) in Kraljevo.

The main aim of the CONSTANT project is to develop concepts of lifelong learning for the staff employed in the rail-based transport, considering the new requirements to this sector under the conditions of pan-European corridors passing through the Balkan Peninsula. The concepts will be mainly intended to increase the knowledge on the European standards and the EU directives for safety and security in transport as well as the personal responsibility as a priority task along with the implementation of infrastructure projects.

The models will be based on the “good practices” in Austria (the research could be expanded to other railway administrations in German-speaking countries) as well as the specific needs of Bulgaria, Romania and Serbia and their traditions of postgraduate qualification.

The concepts of life long learning, accompanied with the necessary scientific and methodological assistance, will be offered to the target rail-based transport companies. Thus the project partners will show the irreplaceable part of universities in increasing the staff’s competence and will contribute to the sustainable transport development in compliance with the EU requirements.

5. CONCLUSION

The expected results of the RRTC will have influence on a much wider area than the development of transport. Education is a field of social significance; university teachers are in contact with many people, especially the younger generations, and work for different professional and other non-governmental organizations. That is why the regional cooperation in the field of railway staff training will also contribute to the positive changes under the conditions of the European integration.

REFERENCES

[1] Atmadzhova, D., A. Dzhaleva-Chonkova, M. Georgieva, B. Bentchev, N. Nenov: "RRTC FP6 Project: opportunity of rail research and training on the Balkans", Proceedings of 14th Interventional Symposium EURNEX – Zel 2006, University of Zilina, Slovak Republic, 2006.

[2] Benchev, B. & A. Dzhaleva-Chonkova: “Interdisciplinary Approach in Transport Staff Training”, Proceedings of XI Scientific Expert Conference on Railways Railcon’04 Nis, 2004.

[3] Benchev, B., P. Piskulev & A. Dzhaleva-Chonkova: “Interdisciplinary Approach in Engineering Training”, International Conference Energy-Environment CIEM 2005, Bucharest, 2005.

[4] Dzhaleva-Chonkova, A.: “Economic Conditions and Railway Staff Training”, Proceedings of 14th International Symposium EURNEX – Zel 2006, Zilina, 2006.

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

TEST OF A NEW TRAIN ON THE SOFIA METROPOLITAN NETWORK

Enyo BORSHUKOV[1]
Ivailo ANGOV[2]
Bogomil KOVACHEV[3]

Abstract - The Metropolitan P/c in Sofia is assigned proceeding the follow type and operational tests of a new purchased train on the Metropolitan network:Braking tests;Dynamic running tests for determining the security, safety and quality of motion;Inspecting the Safety System Functioning in various modes;Test of starting on place;Determining particular electric power consumption;Determining traction motor heating.The tests showed that the train parameters and characteristics are met to the requirements and standard values.The test conditions and the results obtained of the last three kinds of test are discussed.

Keywords: Metropolitan, motor railcar, traction-energetic characteristics, tests

1. INTRODUCTION

There are two "gold" principles about a carefully designed electric tractional rolling stock, which are claiming: 1. Any element of the tractional electric driving shall not restrict to use the tractional electric motors' power; 2. At maximum-usage of motor power, the permissible windings temperature shall not being exceeded in any potential operative modes. It is known that first principle is observed for the examined vehicle [1].

The tests of moving off on place, determining specific electric powers consumption and traction motors' winding heating are the kinds of typical test, which give a summarized tractional-energetic characteristics of the vehicle, when they are accomplishment on real operational conditions. This characteristic serves for examination of accordance to requirements as well for selection of operating modes and for motor resource assessment.

2. PRESENTATION

2.1. General Test Conditions

The above-mentioned inspections are accomplished on a loaded train. Cast-iron brake blocks were used as load uniformly distributed in the passengers saloons. The frontal railcar No. 2001 was loaded on 100 %, the medial railcar No. 6001- 75 %, the frontal railcar No. 2002 – 83 % (total load weight – 65 t, the train weight – Q = 205 t).

The tests are performed on move on the Serdika-Obelya-Serdika line having track length 2 x 8786 m, medial stop on each station 25 s, medial move speed 42 km/h, and medial one-direction move time 14 min, minimal variations depending on the stop durations in the terminal points, which were sometime prolonged. Seven moving off and seven stops (cycles) were performed in each direction with full utilization of the electrodynamic stopping at an average 30 cycles per an hour.

The train control has performed by moving off and stops with a jerk, i.e., the movement path is performed by criterion of minimal travel duration.

2.2. Test of moving off from a place

The time for loaded train's acceleration is measured at maximum task to the driver' controller on level length up to fixed velocities [2] and the middle acceleration is calculated.

The calculated values of the middle accelerations are:

Up to V = 30 km/h - 0,75 m/s^2;
Up to V = 60 km/h - 0,75 m/s^2;
Up to V = 80 km/h - 0,617 m/s^2.

The conclusion is that the moving off dynamics meets to the requirements, and the middle accelerations don't exceed the maximal specified values [2].

[1] Dr.-Ing. Enju Borshukov - NIIT GmbH Sofia, Sofia, Bulgaria
[2] Dipl.-Ing. Valentin Todorov - Metropolitain Sofia, Sofia, Bulgaria
[3] Dipl.-Ing. Bogomil Kovatchev - NIIT GmbH Sofia, Sofia, Bulgaria, kovatch_b@hotmail.com

Table 1.

Parameters	Parameter unit	Results	Standardized values according to TC
Acceleration time of a loaded train on level length	Seconds		
Up to V = 30 km/h		11	≤ 12
Up to V = 60 km/h		22	≤ 27
Up to V = 80 km/h		36	≤ 40

2.3. Defining specific power consumption.

Recuperative braking hasn't applied in this test. A "CHAUVIN ARNOUX" F27 Power and Harmonics Clamp has been used in DC Wattmeter connected in the input power supply cable of railcar 2001. The voltage circuit is powered by input voltage through a dividing probe. The unit is programmed to work with the "RECORD" option, wherein power middle value is discretely calculated and recorded in preliminary selected and specified time intervals. The recorded values per any interval are transmitted to a laptop by fiber-optical cable. The traveled way per time interval wherein power consumption is calculated, is measured by a DIS 101 Doppler meter (the generated signal frequency is 60 GHz).

The specific power consumption is defined such:

$$e = \frac{E_{cp}}{QS}\frac{Wh}{tkm}$$

$$E_{cp} = \frac{\sum PiKc\Delta t}{60} Wh,$$

where:

ΣPi – is the sum of the middle powers recorded in the specified time intervals – W;

K_c – gear ratio of the voltage measuring probe;

Δt – the specified time interval to power averaging – min;

S – traveled way per the time interval wherein electric energy consumption is measured – km;

Q – railcar total weight – t;

The above-mentioned quantities have the follow values: S = 8,786 km; Q = 71,08 t; Δt = 5 min; K_c = 91,5; ΣPi = 4974 W.

About the specific consumption of electric power on the Obelya-Serdika length is obtained:

$$e = \frac{\sum PiK_c\Delta t}{60 \cdot Q \cdot S} = \frac{4947.91{,}5.5}{60.71{,}08.8{,}876} = 60{,}73\frac{Wh}{tkm}.$$

According to [2] the specific power consumption per any described conditions and level length is 52 Wh/tkm.

2.4. Determination of winding heating of the three-phase induction traction motor.

The heating of windings of two phases of the fourth traction motor of frontal railcar No. 2001 is measured by resistant method [3], according to the principal electric scheme of fig.1.

The requirement the train could move on slope 40 ‰, which presents in the new track lengths, with no restrictions is recorded in [2]. There is profile element having slope 34 ‰ between Obelya and Slivnitza stations. A decision had made the traction motors of railcar No. 2002 shall be turn off on any passing through that length, aiming loading the other motors to approximate the mode of moving in 40-‰ slope. Because of that, the heating measurement has performed on Slivnitza station behind surmounting the maximum slope.

Each operational mode simulation requests equivalency assessment.

The base electric driving parameters are:

a) Wheelset reducer's gear ratio: μ = 5,5;
b) Wheel diameter: D = 0,865 m;
c) Traction motor: three-phase induction type HS 35531-01 RB, star connection, self-fanning, frequency-controllable by PWM and vector control with following data:
   - Continued mode characteristics:
     - Power: P_∞ = 160 kW;
     - Current: I_∞ = 207 A;
     - Nominal voltage: U = 570 V;
     - Current frequency: f_∞ = 60 Hz;
     - Rotation frequency: n_∞= 1755 min^{-1};
     - Sliding: s_∞ = 2,5 %;
     - Poles number: 2p = 4;
     - Mean operative cosφ 0,83;
     - Mean operative efficiency (along reducer): η = 0,94;
     - Thermal class of insulation: 200;

The continued velocity:

$$V_\infty = \frac{n_\infty \cdot \pi \cdot D \cdot 60}{\mu \cdot 1000} = \frac{1755 \cdot \pi \cdot 0{,}865 \cdot 60}{5{,}5 \cdot 1000} = 52 km/h$$

The continued traction force is (with 12 traction motors) is:

$$F_\infty = \frac{3{,}6 \cdot P_\infty \cdot 12}{V_\infty} = \frac{3{,}6.160.12}{52} = 132{,}9 kN$$

The weight of a 100-% loaded train with: frontal railcar's tare of 47 t, intermediate railcar's tare – 46 t, maximum passengers' number – 1058 and passenger's average weight – 70 kg [2] should be:

$Q = 2.47 + 46 + 1058.70.10^{-3} = 214$ t

Since, we don't discuss particular railway line we accept that the train has being moved with 12 operating traction motors in one-way tunnel on a straight length in 100-% loading (Q = 214 t). The train has being entered in a positive slope 40 ‰ with continued velocity 52 km/h and in next 1000 m it has being accelerated up to 60 km/h.

The base movement resistance is obtained by the Sauthoff's equation about passenger train having up to 8 railcars for velocity V = 52 km/h – 19,27 N/t. It is accepted that for movement in one-way tunnel W_o is increase by 60 % or its calculated value is W_o = 30,83 N/t.

The additional movement resistance for acceleration is calculated by known relationship:

$$W_a = \frac{4,1}{S}\left(V_2^2 - V_1^2\right)g = \frac{4,1}{1000}\left(60^2 - 52^2\right)9,81 = 36N/t$$

The necessary traction force:

$$F = Q(W_o + W_a + i).10^{-3} = 214(30,83 + 36 + 40.9,81).10^{-3} = 98,27kN$$

The power in the wheel-rail contact point developed by a motor at achieving V = 60 km/h is:

$$P_M = \frac{F.V}{12.3,6} = \frac{98,27.60}{12.3,6} = 136,5kW$$

The motor's electromagnetic power is:

$$P_E = \frac{P_M}{\cos\varphi.\eta} = \frac{136,5}{0,83.0,94} = 175kW$$

The motor's current:

$$I = \frac{P_E.10^3}{\sqrt{3}.U} = \frac{175.10^3}{\sqrt{3}.570} = 177,5A$$

175 A motor's current per a train weighting 205 t into an one-way tunnel between Obelya and Slivnitza metro-stations, which has entered in a 40-‰ slope with velocity 52 km/h with 8 working motors, is read by the record,. Since slope has small duration, the train can't accelerate, which is seen from the velocity record.

We are calculated current value for the same conditions:

$$F = 205(30,83 + 34.9,81).10^{-3} = 74,7kN$$

$$P_M = \frac{74.7.52}{8.3,6} = 134,9kW$$

$$P_E = \frac{134,9}{0,83.0,94} = 170kW$$

$$I = \frac{173.10^3}{\sqrt{3}.570} = 175,4A$$

A conclusion can make that almost the same values of the measured and calculated current in slope 34‰ is proved that the calculated current value for slope 40‰ is enough correct.

It is seen that about the listed movement conditions in 40 ‰ slope full equivalence of simulation has being achieved according to the current magnitude for moving in 34‰ slope. The actual duration of the maximum slope of new lines is not known. However, it is clearly that prolongation on limited loadings duration is not realizable for the existing track parameters.

The heating time-constant is around 1 hour for such class of electric machines, but expected time for achieving established temperature value is 3 time of the time-constant. The test duration has been 3 hours and 25 minutes, as 92 move off-stop cycles has being performed.

Exceeding windings temperature over ambient temperature, accepted as cooling air temperature on the traction motor's inlet is described by the relevant relationship:

$$\tau = t_2 - t_0 = \frac{R_2 - R_1}{R_1}\left(234,5 + t_1\right) - t_0 + t_1,$$

where: τ – exceeding windings' middle temperature above ambient one t_0=17°C;

R_1 – cold windings' resistance;

t_1 – media temperature, wherein R_1 is defined;

R_2 – heated windings' resistance;

t_2 – heated windings' temperature.

R_1 = 0,045 Ω is defined by measurement at t_1 = 14 °C.

Measuring resistance of heated windings is performed through 0,5 minutes. Calculated values of τ about nine points are plotted in a semi-logarithmic co-ordinate system (Fig.2). The linear extrapolation shows that the winding are reached τ = 81,5 °C to the current break time.

The temperatures of the traction motors bodies are being measured after test finish. The recorded values are classified around 70 °C. This parameter doesn't normalize, but in this case a relatively high heating of the iron is observed, which approaches to the copper heating in a fixed heat exchange mode. That determines the low winding cooling speed after current break (Fig.2) because of thermal dissipation through the stator package preferably. For considerable losses in the iron that are directly proportional to the square of the magnet induction and current frequency (it could reach 120 Hz for 100 km/h and minimum wheel diameter), it could say that well correlation between the engine's main dimensions and usage of active materials with reserved good operational characteristics. It is confirmed by the results of the typical motor's testbed tests [4], when the winding has being reached fixed overheating temperature τ = 156 ºC in permanent and continuous operation in a durable (nominal) mode, which is 78% of the permitted value. Another question is that the motors work in pulse loading in the metropolitan conditions because of natural and greatly expressed irregularity of the traction process, so that the temperature is hardly reached 41% of the permitted value. The conclusion is crucial that good balance is achieved between middle dimensions; electromagnetic loadings; heating and operational characteristics in the

traction motor designing.

3. CONCLUSIONS

A generalized conclusion could be made that performed tests show implementation of technical requirements.

The measured low operative temperatures of the traction motor's windings show that there is considerable reserve in relation to insulation thermal loading in real operational conditions. By such results, a motion with extreme loading and high duration can't cause considerable alteration in the motors' temperature tension. High durability of the insulation materials can be forecasted, which should being reached the wagons service life. That transforms the traction motor in practicable repair-free machine.

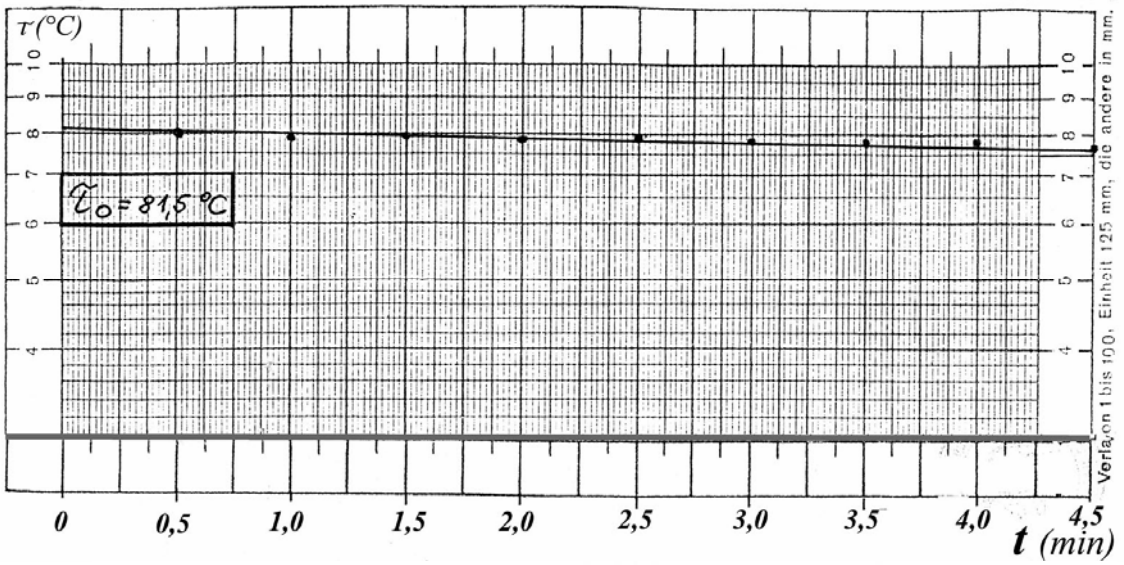
REFERENCE

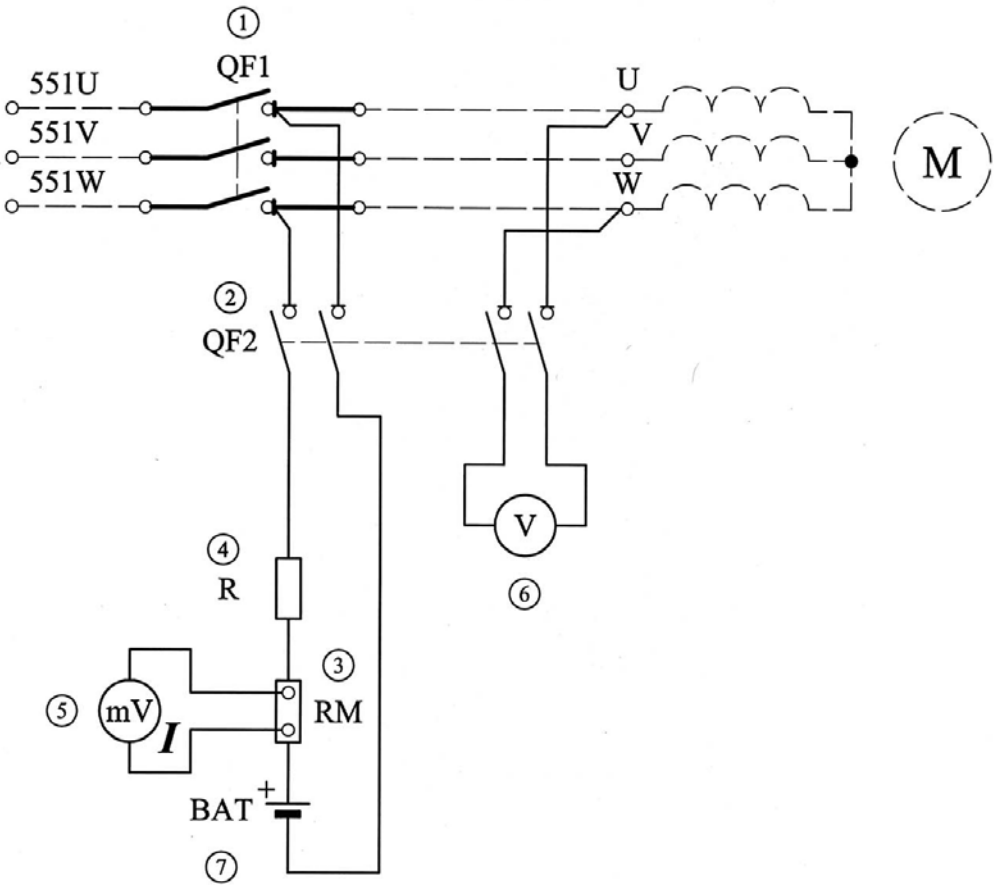
[1] Report of Acceptance Tests Results for Metropolitan Sofia, Hitachi ltd. Mito Transportation System, Reg. № SK-8336 (1/57).

[2] Технические условия на поставку метропоездов длиной 80±5 m из вагонов моделей 81-740.2 и 81-741.2.

[3] IEC 60349-2. Electric Traction. Rotating Electrical Machines for Rail and Road Vehicles, 2002.

[4] Result of Inspection (Type Test) – 160 kW Three-phase Traction Motor Model № HS35531-01 RB, Hitachi Ltd, 2001.





XII ŽELKON '06
RAILCON '06

A METHOD FOR DETERMINING THE CONTACT PARAMETERS OF A RAIL – WHEEL

Nikola NIKOLOV [1]
Tatyana AVDJIEVA [2]

Abstract *– As the railway is the most expansive element in the rail structure, to define the reasons of the origin of the fatigue fracture and wear, is one of the most important parts in the insurance of the long time of exploitation of the rail and the wheel. The aim of this paper is to define a method for evaluating of the contact parameters of the railway and rail wheel. It is made a comparison of two methods – the Hertz theory and the method of finite elements at preliminary determined data for yield point and Young's modulus of the heat treated rail steel.*

Keywords – Railway, Rolling contact fatigue, Finite element, Hertz theory, Life prediction.

1. INTRODUCTION

Over the last 25 years or so rail rolling contact fatigue (RRCF) defects have been on the increase, due to higher train speeds and increased axle loads. Fatigue, plastic deformation and wear are the basic reasons for the significantly reduced the service life of the railways. The proper understanding of the rolling contact fatigue mechanism requires going thoroughly in the interaction between wheel and railway. Overviews of rolling contact problems of railroad wheels were given by [1 - 5] and many others. In the papers [6 - 9] a 3-D finite element model for wheel/rail rolling contact analysis were developed, different failure mechanisms are investigated, track system models were analyzed. Railways may fail in different ways [11, 12] corresponding to different initiation places: subsurface, surface and may be, in the deep surface initiated fatigue failures. A fatigue crack initiatted from the surface propagates parallel to the rail surface and after 30 mm may turnes its direction and run inside the rail head; otherwise, the crack may go through the surface [11, 12, 13, 14]. Nevertheless that the railway systems are with a „hystory", still many unsolved problems exists. One of them is that the mechanical components are usually under non-proportional multiaxial stress state. There is no universally accepted multiaxial fatigue model and that's why it is difficult to understand this type of fatigue cracks initiations [1].

The other problem is that the assessment of stresses and strains within rails and wheels under rolling fatigue condition for the investigation of the originated damages like wear, fatigue and the change of material properties upon their exploitation is not very clear [4].

The other difficulty is how to accurately describe the stress state under contact condition, because the precise definition of the contact zone is of a fundamental importance. The Hertz contact theory [12] is easy to use, but some practical conditions cannot meet the required assumptions in the Hertz theory. For example, the theory assumes that the contact area is smaller that the wheel dimensions, and many investigations for the contact area in the wheels gets that the surface curvature is comparable with the contact area [1, 2, 3] and thus the Hertz theory is not applicable at any occasion. In the same theory, the materials mechanical characteristics do not render an account. Is it true for the railways?

In order to overlap the limits in the analytical solutions methods for contact analysis such as finite element method, are widely used. The finite element method (FEM) gained its popularity since it is relatively simple and universal in application. However, in any problem this method (FEM) is difficult since its discrete form does not allow investigating the tasks, where the elements are with great dimensions.

In this publication, are compared Hertz contact method and the method of finite element for evaluating of the contact parameters of the heat-hardened rail.

[1] Nikolov, PhD, Bulgarian Academy of Science, Institute of Mechanics, Bulgarian Academy of Sciences Acad. G. Bontchev Str., Block 4, 1113 Sofia, Bulgariap, n.nikolov@imbm.bas.bg
[2] Avdjieva, PhD, Higher Transport School "T. Kableshkov", 158, G. Milev str., Sofia, Bulgaria, avdjieva@vtu.bg

2. THE OBJECT OF THE INVESTIGATION

For the rolling contact problem in the pair wheel-rail, hardness is a very important material's characteristic. It directly affects on the contact parameters and thus the stress response in the rail. That is why, the object of this investigation is steel for rail UIC 60 after heat treatment – quenching from 840 ^{o}C in water and in oil and tempering at 180 and 450 ^{o}C. Linear elastic material is properly defined with its Young's modulus and mechanical properties (table 1). The elastic modulus of the wheel is equal to 2,1 x 10^{11} Pa, yield point – Re = 850 MPa, Rm = 950 MPa and Poisson ratio – 0,29.

Table 1. Elastic and mechanical properties of the steel

N	Heat treatment, ^{o}C	Hardness Shore, HS	Ex10^{-11}, N/mm2	Re, MPa	Rm, MPa
		Water quenching		Water quenching	
1	180	79,3	2,001	160	1010
2	450	51,5	2,072	425	1362
		Oil quenching		Water quenching	
3	180	49,1	2,063	187	890
4	450	46,2	2,085	310	1084

The wheel radius is R = 291,5 mm. The wheel and the rail tread surface geometry are as manufactured. The vertical load is assumed to be 80 kN. The rail length is assumed to be 100 mm. The friction coefficient is equal to 0,3. The contact point is assumed to occur at the rail head center and wheel tread center.

In general rolling conditions the lateral wheel position on the rail is not at the center line. Therefore, the conditions at the contact point, respectively the different radius of curvature, differ significantly have large influence on the contact parameters, e. g. on the maximum contact pressure, maximum normal and shear stresses too. This will be investigating in the future.

In this study, different yield strengths, corresponding to the hardness of steel, are used in the FEM. This is impossible for the Hertz theory – the mechanical properties of the material are not considerable. The influence of the mechanical properties in the Hertz theory is recognized only by Young's modulus.

3. THE OBJECTIVES OF MODELING AND SIMULATION

After comparing several possible approaches, a simulation method and a Hertz method for wheel-rail contact analysis are proposed in this paper.

3.1. Hertz theory

A disk (wheel) with radius R=291,5 mm, thickness 12 mm, rolling without slip on a horizontal plane (rail) is defined with the Hertz method (fig. 1).

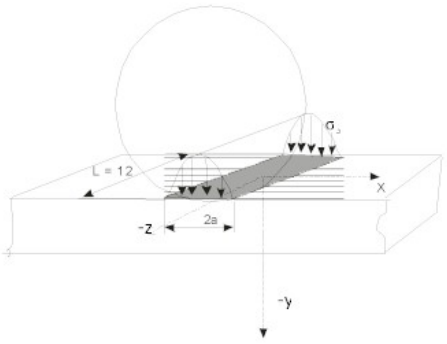


Fig. 1. Disk rolling on a horizontal plane

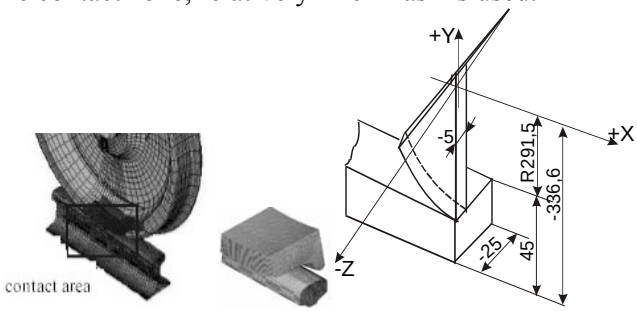
At the value of the Poisson coefficient ν = 0,31 and the different modulus of elasticity (table 1) [13], the value of the shear stresses is calculated as a function of a parameter **a** - **τ** = f(a). The maximum shear stress (τ_{max}) and the deep of a location of τ_{max} on axel **y** (y_τ) are calculated on formulas (1) [10].

$$\tau_{max} = 0{,}31.\ \sigma o,$$
$$y_\tau = 0{,}78.\ a \qquad (1)$$

3.2. Finite element modeling

The finite element model is built using the commercial software ANSYS 7.0. The used procedure is described as below:

Using the standard profiles of the rail and wheel are built the geometry model of a ¼ wheel and a piece of a rail. Fixed boundary conditions are applied to the two ends of the rail. Different meshing is applied to the based model (fig. 2 and 3) using 3D element. In the contact zone, relatively finer mash is used.



a/ *b/* *c/*

Fig. 2. Finite element modeling of wheel-rail contact: a/ Contact area, b/ Sub model of contact, c/ Coordinate system

All the external loadings and boundary conditions are applied at the contact point between wheel and rail.

Friction effect is included into the material properties (the hardness of the steel after different tempering). Friction coefficient is taken from a real

test. The finite element model is shown in fig. 2.

As the second step, the static analysis are performed for the sub-model. Very fine mesh is applied to the contact area and in the depth under the contact area (100 000 knots on any axel). Finally, the results from sub-model analysis are compared with those results of Hertz model.

4. EXPERIMENTAL RESULTS

4.1. Hertz method

The results received by the Hertz theory are given in table 2.

Table 2. Results from Hertz analysis

Tempe-rature, °C	σ_o, N/mm^2	$\tau_{max}(xy)$, N/mm^2	y_τ, mm	a, mm
Water quenching				
180	860	271,3585	4,981	13,4591
450	931	163,4077	4,1259	13,2212
Oil quenching				
180	929	263,156	4,3508	13,2501
450	950	153,777	3,7972	13,1791

4.2. Finite elements method (FEM)

The results of the values like obtained by Hertzian model, are given in table 3 from the sub model, and the values, which may received only by FEM are given in table 4.

Table 3. Results of the sub model

Tempe-rature, °C	τ_{xy}	σ_x, N/mm^2	σ_y, N/mm^2	σ_z, N/mm^2	y_τ, mm
Water quenching					
180	270	302	886	170	4,4
450	169,5	77,4	830	242	4,0
Oil quenching					
180	273,02	342	851	419	4,0
450	101	403	880	259	4,8

Table 4. Intensity of the stresses, received by FEM

Tempe-rature, °C	τ_{yz}	τ_{xz}	σ	ε	Ux	Uy	Uz
Water quenching							
180	8,44	20	313	0,0019	0,0008	0,0308	0,00296
450	1,03	10,4	369	0,0022	0,0022	0,0289	0
Oil quenching							
180	129,4	53,2	513	0,0034	0	0,0184	0,00248
450	21,8	2,4	121	0,0007	0,0007	0,0304	0

It is evidant that by FEM are received more data than by Hertzian method – the value of the normal and shear stresses on ***x, y*** and ***z*** axels (σ_x, σ_z, τ_{xz}, τ_{yz}), the plastic deformation ε, the intensity of the stresses U_x, U_y, U_z. Likewise, the program compute and draw directly the stress and strain distribution (fig. 3, 4 and fig. 5) show the normal and the shear stresses (τ_{xy} and τ_{yz}) from two different sections view).

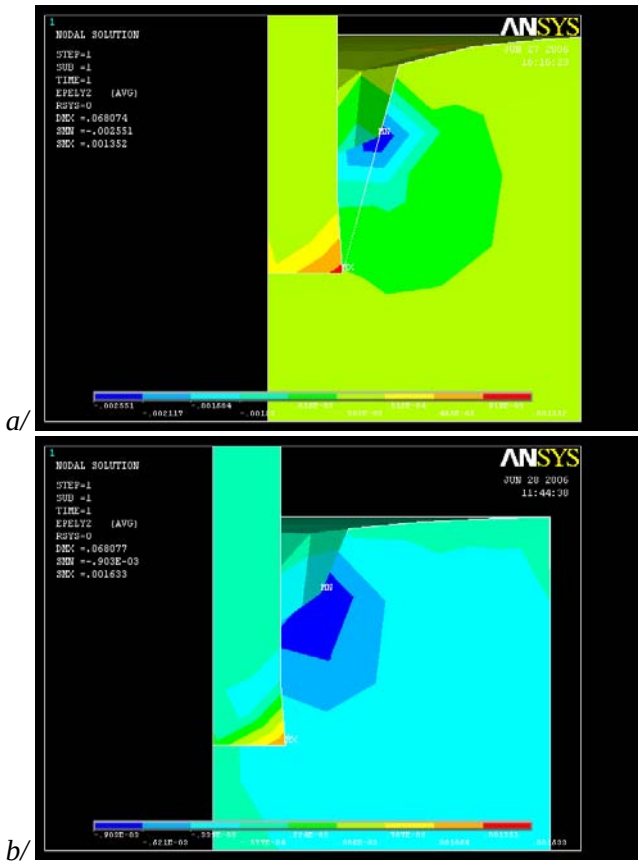


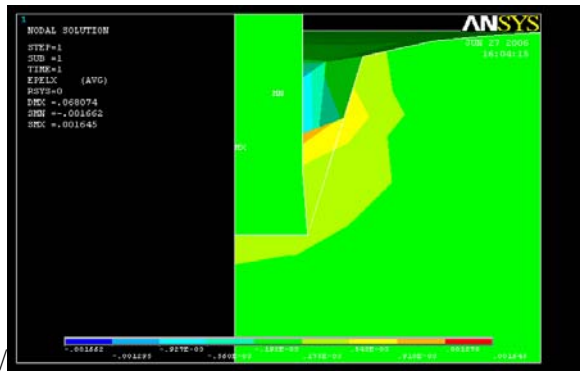
Fig. 3. Intensity of stresses after oil quenching - a/ at 180 °C,) b/ at 450 °C

It is clear that the maximum shear stresses occur at some depth below the surface. The obtained value from the two methods is different – between 3 and 5 mm upon the different hardening of the steel, but the values of the maximum shear stress are similarly, but not equal the same value. The finite element method shows that the high stress occur only within a small region of the contact location – the stress in other parts of the model are nearly 0.

5. CONCLUSION

The analysis of the behavior of wheel and rail as well as the investigation of the reasons of wear and fatigue failure is of a high technical and economical interest. The investigation of the contact zone and the contact parameters of wheel – rail rolling fatigue contact is still a very important field of research.The non Hertzian contact conditions can be calculated by FEM and than high contact stress amplitude is obtained at the contact point near the flange point.

a/



b/

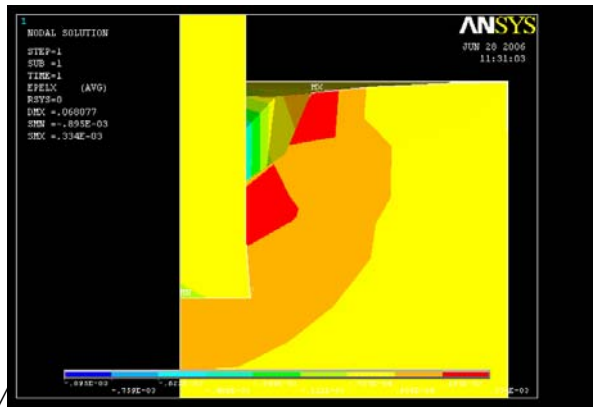
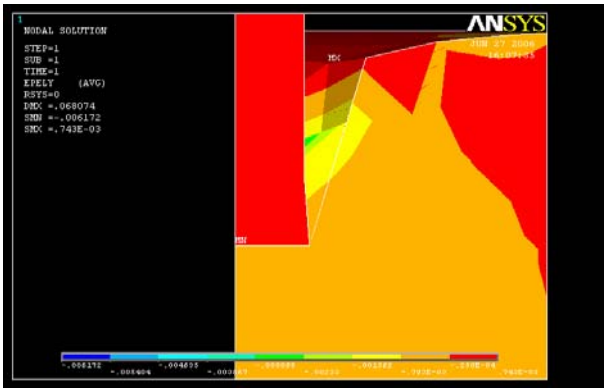


Fig. 4. Strain distribution along axial X - a/ at 180 ^{o}C,) b/ at 450 ^{o}C (water quenching)

a/



b/

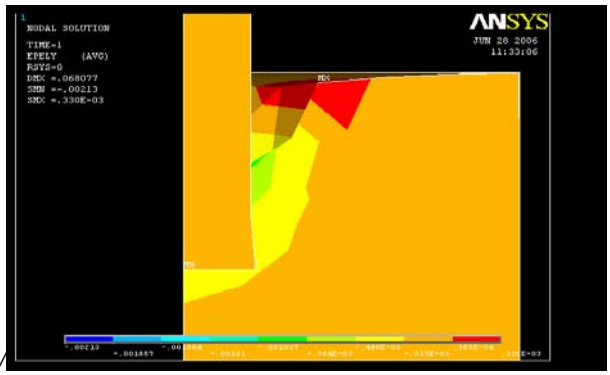


Fig. 5. Strain distribution along axial Y - a/ at 180 ^{o}C,) b/ at 450 ^{o}C (oil quenching)

The value received by Hertz theory are compared with those received by FEM. The effect of several parameters like vertical loads, geometric dimensions, steel hardness and strength and material ductility on the rail wheel condition is studied more precise by the FEM.

Unlike most of the previous analisys the deep and the value of the maximum shear stresses not only depends on the load state, but also explicitly depends on the material properties, especially of the yield stress, which fact is not possible to notice by Hertz method.

The FEM is more sensitive to precise definition of the geometrical rail and wheel dimentions, vertical loads, which is not so important for the Hertz theory.

Future extensive experimental data is needed to validate the finite element model.

REFERENCES

[1] Авджиева Т., Умора на повърхностно уякчена стомана, Докторска дисертация, 2005

[2] Авджиева Т., Й. Иванова: Влияние на твърдостта на релсова стомана върху модула на Юнг, J. of material science, N 1, 2006

[3] Иванова М. Г. „Повишаване бързината и комфорта на железопътния транспорт", сп. „Наука и техника", бр. 10/2004 г.

[4] Bhadeshia H. K., Steels for rails, Encyclopedia of material science and technology, 2002, Elsevier science

[5] Bogacz R., Bajer Ch., On modeling of contact problems in railway engineering, ASME congress, 2005

[6] Георгиев, Мл., Пукнатиноустойчивост на железопътните релси, София, Издателско ателие, 1999

[7] Damme S., Zastrau B., Finite element modeling of wheel and rail in rolling contact, Mashine dynamics problems, 2004, Vol. XX, N X

[8] Захаров, С и колектив, Обобщение передового опыта тяжеловесного движения: вопросы взаимодействия колеса и рельса, 2002, Москва, ІНХА

[9] Jaiswal J., Blair S., Kay T., A system approach to evaluating rail life, M1 Manchester, United Kingdom

[10] Makoto Tanabe, DIASTARS, Atsugi, Kanagawa, 243, Japan, 2006

[11] Schwab A., Meijaard J., Two special finite elements for modeling rolling contact in a multibody environment, Pr. Of ACMD'02, 2002, Iwaki, Fukushima, Japan

[12] The fight against rolling contact fatigue, International Railway Journal, Cannon, DF, 1999

[13] Yongming Liu, Brant Stratman, Sankaran Mahadevan: Fatigue crack initiation life prediction of railroad wheels, First Edition, First Printing, May 2001, Virginia Beach, Virginia, USA

[14] Zefeng Wen, Xuesong Jin, Elastic-plastic finite element analysis of no steady state partial slip Wheel-rail rolling contact, J. Tribol. 128, 442, 2006.

XII ŽELKON '06
RAILCON '06

ABOUT THE OPPORTUNITIES TO DEFINITE THE ELASTIC PROPERTIES OF A RAIL STEEL WITHOUT USING THE SPECIMENS

Tatyana AVDJIEVA [1]

Abstract – *Within the activities aimed at supporting the lifetime extension programs of operating railways, those relating to study of the effects of hardness on wear-resisting and contact fatigue of the rail steel, are becoming increasingly important, such as embitterment phenomena in wheels and in rails and assisted stress cracking process in core of the rail internals.*

Keywords - Railway Steel, Ultrasonic Methods, Hardness, Shear Modulus, Yield Stress

1. INTRODUCTION

Modern railway tracks are subject to intense use. The fast trains and the large axle loads are the reason to origin of surface fatigue and wear defects and the internal fatigue fractures in the railhead. The existed criteria for determining the rail steel application require compromises with a lack resistance, local plasticity, brittle failure and wear of the rail steels [1]. All of this depends on mechanical and contact parameters of the material. The back flash of the fracture presence, even of the short longitudinal fractures in the railhead, leads to operating costs. To provide for a long life of rail track is necessary to make non-destructive investigations of the rail and to determine the elastic and plastic properties of the steel without to destructive the detail. That's why, it is very important to have methods for fast investigation and determination of the elastic and plastic parameters of details and constructions not only in the transport detail, and in the energetic and engineering industry too [2 - 8]. The basic advantage of these methods is the opportunity for quantity determining of the mechanical properties of the working ironware without destruction of their entirety. The possibility for non-destructive test and determining of the strength, plasticity, elasticity and structure of the material may give quantitative and qualitative ideas for the material condition, which will be sufficient to predict the reliability, fatigue life and the resource of the transport, energetic and machine constructions and details.

This paper is an attempt to find a hopeful opportunity for determining the elastic parameters of the rail steel after different heat treatments without using specimens. In existed experimental works [9] these characteristics are determined with non-destructive ultrasonic methods and is searched the relation between the hardness and the ultrasonic parameters. Now, the aim of this investigation is to cross-check the received already data with the parameters from the real tension tests with the long standard specimens from the same rail steel after the same heat treatments. As the second part of the work is to made attempt to derivate of the correlations between the hardness and the Young's and the Shear modulus of the material.

2. EXPERIMENTAL TECHNIQUES

Two groups of specimens were cut from rail steels (rail P65) – 1/ standard long specimen for tension test and 2/ flat specimens (20 x 80 x 200), which were ground to obtain appropriate roughness and surface parallelism. Specimens of steel were annealed at 840^{o}C, water and oil quenched and then tempered at various temperatures in order to obtain microstructures (martensite, tempered martensite, troostite, troostite-sorbite) with different hardness. The hardness tests are carried out with the Rockwell standard test. The results at the scale are shown in table 1. The metallographic tests are carried out with OPTON microscope at 300 times enlargement. The tension tests are carried out at the 50-ton tension press-machine with computation drawing of the diagram "stress – specific elongation".

3. EXPERIMENTAL DATA

3.1. Microstructures

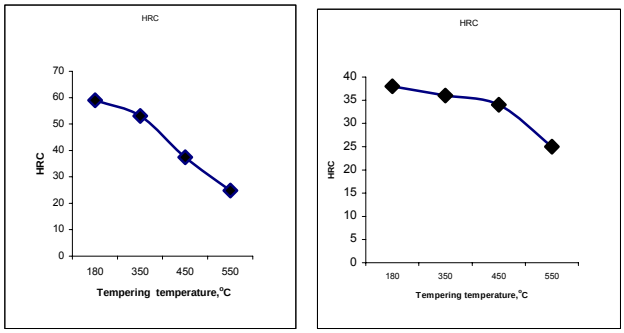
The microstructures (table 1) of the water-

[1] Tatyana Avdjieva, PhD, Higher Transport School, 158 Geo Milev str., Bulgaria, Sofia, avdjieva@vtu.bg

quenched and tempered at 200 °C specimens are martensite and tempered martensite. The crystallites are small and low needles. By tempering at 350, 450 and 550 °C sorbite-troostite structures with different size of crystallites are obtained. The ferrite content increases with the increasing of temperature. The grain size increased slowly with temperature up to 550 °C in the samples, treated at the higher temperatures.

The microstructure with the highest hardness is martensite. By tempering, hardness of martensite drops dependent on temperature. Hardness of martensite tempered at 200 °C reduces slightly (59 HRC), and tempering at 600 °C reduced the hardness significantly (25 HRC). Hardness of specimens after oil cooling is 40 HRC and by tempering at 550 °C the hardness value of troostite-sorbite structure is 25 HRC. This is attributed to the decreasing of the amount of the unhardening phases (ferrite and pearlite phases) that are formed with the increasing temperatures.

The microstructure with the highest hardness is martensite. By tempering, hardness of the steel drops depending on temperature (fig. 1a – water quenching, fig. 1b – oil quenching).



a/ b/

Fig.1. The influence of the tempering on the hardness of rail steel after water quenching (fig. 1a) and after oil quenching (fig. 1b)

3.2. Modulus of elasticity

Fig.1 gives the influence of the tempering on the hardness of rail steel after water quenching (fig. 1a) and after oil quenching (fig. 1b).

The received values of the Young's and Shear modulus are given in the table 2. Tempering at 550 °C leads to change the values of E, G with 5 % for the specimens, which are cooling in water. For the specimens quenching in oil the values of E, G increase with 2 %.

3.3. Tension test

The diagrams "stress – specific elongation" are shown in fig. 2 and table 5 according to the results in table 3.

Table 1. Microstructure of the steel after different heat treatments

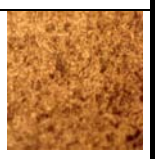
Specimen	Heat treat-ment, °C		Hardness, HRC	Micro-structure	
1	Tempering after water quenching	180	59,2	Tempered small needle martensite	
2		350	53	Troostite	
3		450	37,4	Troostite-sorbite	
4		550	24,8	Troostite-sorbite	
5	Tempering after oil quenching	180	38	Troostite-sorbite	
6		350	36	Troostite-sorbite	
7		450	34	Troostite-sorbite	
8		550	25	Troostite-sorbite	

Table 2. Values of the Young's modulus

Specimen	E x 10^{11}, Pa	G x 10^{10}, Pa
1.	1,9984	7,7043
2.	2,0544	7,9336
3.	2,072	8,0251
4.	2,0944	8,1332
5.	2,0675	8,0169
6.	2,0852	8,0707
7.	2,0853	8,0625
8.	2,1042	8,1471

The Young's modulus is defined as tangent from angle α and from the triangle in elastic area of the real diagrams (table 5). It is evident that the values obtained from the tension tests and these, obtained with non-destructive ultrasonic method are similarly equal (table 4). The ratio Eu/Et is equal nearly to 1 in every condition of the steel. This statement allows us to consider that the values, received with non-destructive method without using specimens, are correct and precise, which make it useful in transport, machine and energetic techniques.

Table 3. Mechanical properties of the rail steel

N	Heat treatment	Re, MPa	Rm, MPa	α, degree	A, %	E.10^{11}, Pa
	Oil quenching					
1	180	$Re_{0,2}$ = 410	890	64° 24'	0,75	2,0852
2	350	$Re_{0,2}$ = 335	1005	64° 15'	0,75	2,0853
3	450	$Re_{0,2}$ = 310	1084	64° 30'	1,25	2,097
4	550	1005	1171	64° 36'	5,75	2,106
	Water quenching					
5	180	$Re_{0,2}$ = 445	1010	63° 30'	0,35	2,001
6	350	$Re_{0,2}$ = 430	1078	64° 10'	0,35	2,063
7	450	$Re_{0,2}$ = 425	1362	64° 24'	0,75	2,0852
8	550	1110	1208	64° 30'	1,25	2,094

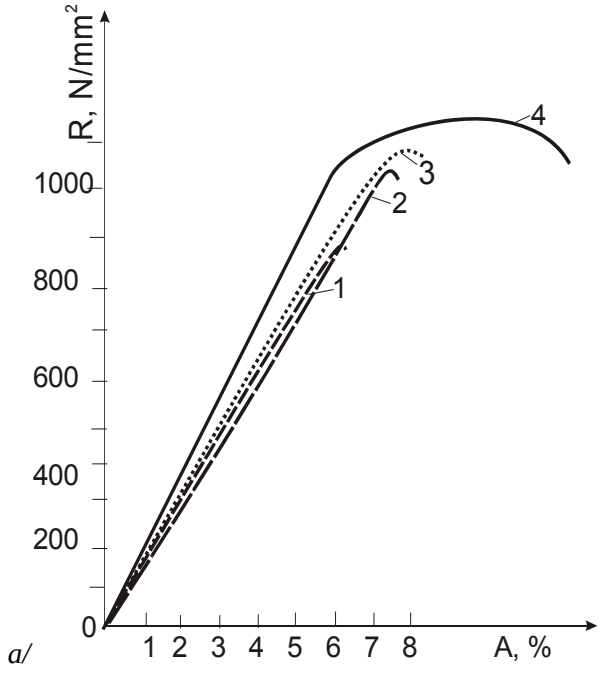


Fig.2 a. Diagrams "stress – specific elongation" water quenching

4. A CORRELATION BETWEEN YOUNG'S AND SHEAR MODULUS AND HARDNESS HRC

There are many kinds of loadings, which can adversely affect the life of rails, but they have to provoke the appearance only of the elastic deformation. That is why, it is necessary to know the elastic parameter - Young's and Shear modulus, for the engineer evaluations. It will be very useful to determine the modulus without using the destructive methods (like tension method), as it force to engineers to do this at the time of exploitations of the rails, reactors and many other details.

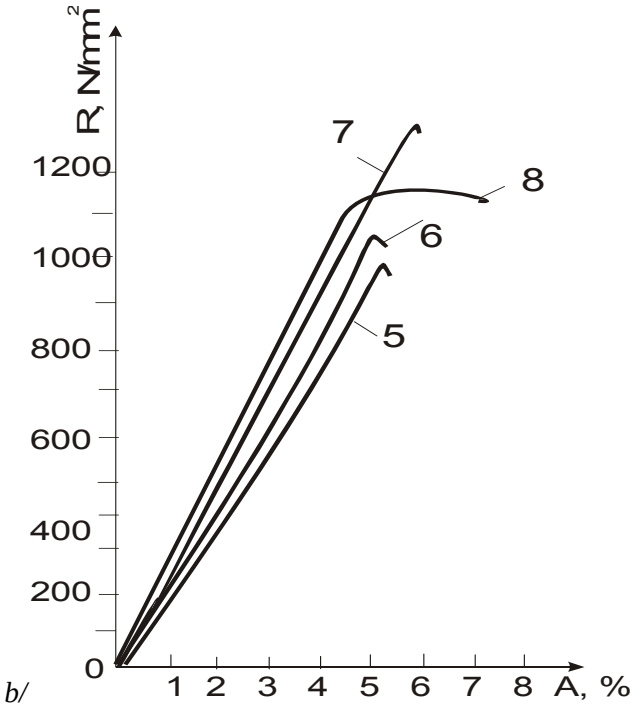


Fig.2 b. Diagrams "stress – specific elongation" oil quenching

For all specimens Young's and Shear modulus can be correlated linearly with hardness HRC. The correlation coefficient is marked as R.

For water quenched specimens:

E = 2,122 - 0, 0261.HRC.R

R = 0, 92

G = 8, 2476 - 0, 1152.HRC.R; R = 0, 93

For oil quenched specimens

E = 2, 1074 - 0, 0082.HRC.R; R = 0, 85

G = 8, 15 - 0, 0291.HRC.R; R = 0, 78

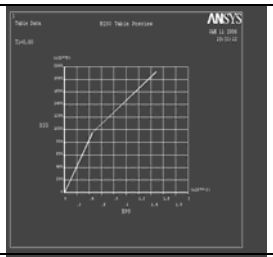
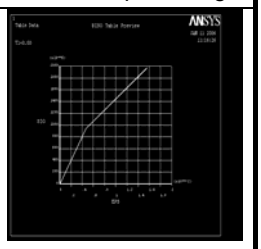
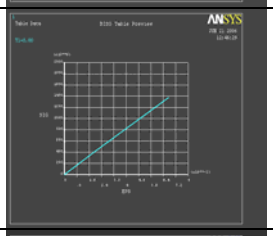
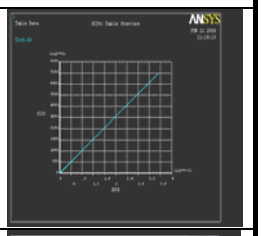
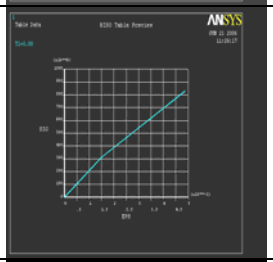
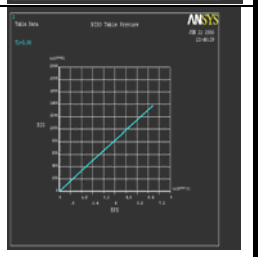
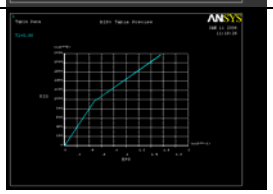
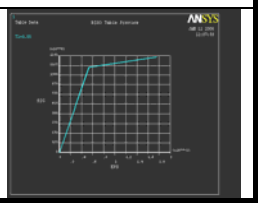
5. CONCLUSIONS

In the present study the correlation between the properties of the elasticity and the hardness is studied in rail heat-treated steel.

The comparison between values of the elastic modulus, received by tension test and non-destructive ultrasonic method has been made.

The variations in Young's modulus with tempering temperatures are found to be 5 % and 2 % by the both methods – destructive tension test and non-destructive ultrasonic test, respectively for group of samples, quenching in water and in oil.

The Young's modulus, obtained with ultrasonic

N	Oil quenching		Water quenching
1		5	
2		6	
3		7	
4		8	

method, is found to be useful tools for investigation in rail steels and may be applied in the engineer practice.

A new correlation between E, G and hardness values (HRC) has been established for heat treated rail steels, which allows finding the values of Young's and Shear modulus after measuring the hardness of the steel only by the Rockwell test.

Table 4. Young's modulus

Heat treatment, °C	Hardness, HRC	E x 10^{11} Pa		E_u/E_t
		E_u, ultrasonic method	E_t, tension test	
	Water			
840	61,4	2,01	-	-
180	59,2	2	2,0852	0,959141
350	53	2,054	2,0853	0,98499
450	37,4	2,072	2,097	0,988078
550	24,8	2,094	2,106	0,994302
	Oil			
840	41	2,073	-	-
180	38,3	2,063	2	1,0315
350	36,1	2,0852	2,063	1,010761
450	34,3	2,0853	2,0852	1,000048
550	25,1	2,1042	2,094	1,004871

Table 5. Diagrams "stress – specific elongation"

Acknowledgement

The present study is partially funded by the Bulgarian National Science Fund, projects TN-1303 and joint project "Investigation of the rail steels" with Higher Transport School "T. Kableshkov".

REFERENCES

[1] Авджиева, Т., Й. Иванова, Определяне на еластичните модули на релсови стомани без разрушаване, Национална конференция „Акустика – 2004", декември 2005.

[2] Авджиева, Т., Й. Иванова, Изследване на връзката между структурните параметри на термообработена стомана и ултразвуковите и свойства, Material science, N 1, 2006.

[3] Bhadeshia H. K., Steels for rails, Encyclopedia of Materials science and Technology, 2002, Elsevier science.

[4] Борисов, В. и колектив, Контроль металла в энергетике, „Техника", Киев, 1980.

[5] Kopec, B., V. Hanak, Ultrasonic attenuation in quenched railway wheels, NDT International Vol. 22, 1, February 1989.

[6] Kopec, B., Ultrasonic testing of the railway axle structure, 10th World congress on NDT, 267-271, 1989.

[7] Murty, K., F. Haggag at al, Nondestructive evaluation of deformation and fracture properties of materials using stress-strain microprobe, Nondestructive characterizations of materials in aging systems, Materials research society, 1998.

[8] Serrano, F., F. Perosanz, M. Navaz, Experimental techniques to assess irradiation effects on structural materials, AMES Workshop on reactor pressure vessel life prediction, Madrid, November 1999

[9] Serrano, F., F. and others, Structural materials in power plants, AMES, Madrid, November 1999.

Indeks autora / Index of Authors

A

	Vladimir ALEKSANDROV, dipl.maš.inž Prote Mateje 40a 11000 Beograd, Srbija valeksandrov@sbb.co.yu	345
	Bojan ANĐIĆ, dipl. maš. inž. Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet Kraljice Marije 16 11120 Београд, Srbija bojandjic@yahoo.com	384
NO PICTURE	ANGOV, Ivailo	53
	Milan ANTONIJEVIĆ, dipl. saobr. inž. Republika Srbija Direkcija za železnice Beograd, Nemanjina 6, Facko50@eunet.yu	337
	Dragoljub ARSENIJEVIĆ, dipl.inž. elektronike, d.o.o. Bravo Niš Gen. Milojka Lešnjanina 26-2 18000 Niš, Srbija d.arsenijevic@medianis.net	163
	Dobrinka ATMADZHOVA, Associate professor, PhD, University of Transport Applied Sciences (VTU Todor Kableshkov) 158 Geo Milev Street, 1574 Sofia, Bulgaria atmadzhova@abv.bg	33 37
	Tatyana AVDJIEVA, PhD Transport technology faculty, Todor Kableshkov Higher School of Transport 158, Geo Milev str. Sofia, Bulgaria, avdjieva@vtu.bg	57 61

B

NO PICTURE	Miroslav BABIĆ, prof. dr Univerzitet u Kragujevcu, Mašinski fakultet Sestre Janjić 6 34000 Kragujevac babic@kg.ac.yu	309 313
	Milan BANIĆ, dipl. maš. inž. Univerzitet u Nišu Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija banicmilan@hotmail.com	95
	Darko BARIŠIĆ, dipl. inž. el. Altpro Drvnje 63 10000 Zagreb Hrvatska darko.barisic@altpro.hr	167
	Borislav BENTCHEV, PhD University of Transport Applied Sciences (Todor Kableshkov VTU) 158 Geo Milev Street 1574 Sofia, Bulgaria bbenchev@vtu.bg	49
NO PICTURE	Nebojša BOJOVIĆ, prof. dr Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet Vojvode Stepe 305 11000 Beograd, Srbija nb.bojovic@sf.bg.ac.yu	133
NO PICTURE	Enyo BORSHUKOV	53
	Branislav BOŠKOVIĆ Saobraćajni fakultet Vojvode Stepe 305 11000 Beograd, Srbija branislav.b@sezampro.yu b.boskovic@sf.bg.ac.yu	1 279

	Mirjana BUGARINOVIĆ, Ass. mr Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet Vojvode Stepe 305 11000 Beograd, Srbija miras@sf.bg.ac.yu	157
	Zoran BUNDALO, mr Železnice Srbije Nemanjina 6 1100 Beograd, Srbija Zoran.Bundalo@yurail.co.yu	125

C

	Đurđica CAKIĆ, Ass. mr Univerzitet u Novom Sadu, FTN Trg Dositeja Obradovića 6 21000 Novi Sad, Srbija djurdja@uns.ns.ac.yu	137
	Cvetko CRNOJEVIĆ, prof. dr Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet 27 Marta 80 11000 Beograd, Srbija	385
	Boban CVETANOVIĆ, dipl. inž. Maš. Viša tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, 18000 Niš, bolec@bankerinter.net	253

Č

	Mr Rajko ČUKIĆ, dipl. ing. Mašinski fakultet Kragujevac S. Janjić 6, 34000 Kragujevac	325

Ć

	Žarko ĆIRIĆ, dipl.ing. Tigar-Tehnička guma Pirot Nikole Pašića 213 18300 Pirot, Srbija zciric@tigar.com	357

D

	dr Blagoje DAVIDOVIĆ, dipl. maš. inž. Institut "Kirilo Savić", Vojvode Stepe 51 11000 Beograd, Srbija	107
	Marijana DAVIDOVIĆ, dipl inž. saob Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305 11000 Beograd m.davidovic@sf.bg.ac.yu	149
	Vujo DRNDAREVIĆ, prof. dr Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305 11000 Beograd, Srbija v.drndarevic@sf.bg.ac.yu	221 225
	Anna DZHALEVA - CHONKOVA, PhD University of Transport Applied Sciences (Todor Kableshkov VTU) 158 Geo Milev Street 1574 Sofia,Bulgaria adzhaleva@abv.bg	41 49

Đ

	Marko ĐUKIĆ, dipl. inž. JP „ŽELEZNICE SRBIJE“ Nemanjina 6 11000 Beograd, Srbija markorail@yahoo.co.uk	241
	Dragan ĐURĐANOVIĆ, Ph.D. University of Michigan, Dept. of Mechanical Engineering 2350 Hayward Street Ann Arbor, MI 48109-2125 USA ddjurdja@umich.edu	13
	Miroslav ĐURĐANOVIĆ, prof. dr Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija djurdjan@junis.ac.yu	383

	Ratko ĐURIČIĆ, doc., Željeznice Republike Srpske Kneza Miloša 105, 74101 Doboj, BiH, kibernetika@doboj.net.	275

E

	dr Olivera ERIĆ Institut "Kirilo Savić" Vojvode Stepe 51 11000 Beograd sladojevic@ptt.yu	195

G

	Vladeta GAJIĆ, prof.dr. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Katedra za integralni transport i logistiku Trg Dositeja Obradovića 6 21000 Novi Sad, Srbija itil@uns.ns.ac.yu	153
NO PICTURE	Aleksandar GAJIĆKI, dipl. ing. saob. Saobraćajni institut CIP Nemanjina 6 11000 Beograd, Srbija gajickia@sicip.co.yu	129
	Branislav S. GAVRILOVIĆ, prof. dr „Železnice Srbije“ Nemanjina 6, 11000 Beograd, Srbija brane23@ptt.yu	67
	Margarita GEORGIEVA, M.Sc. University of Transport Applied Sciences (Todor Kableshkov VTU) 158 Geo Milev Street 1574 Sofia, Bulgaria margarita_georgieva@abv.bg	49
	Slobodan GOJKOVIĆ, maš. inž. Sekcija ZOVS Niš Sarajevska 22, 18000 Niš, Srbija	349

	Toplica GOLUBOVIĆ, mr GOŠA-FŠV d.o.o Industrijska 70 11420 Smed. Palanka, Srbija tgolubovic @gosa-fsv.co.yu	71
NO PICTURE	Radojica GRUJIČIĆ, dipl. inž. metalurgije JP „Železnice Srbije“ Nemanjina 6 11000 Begrad velaz@sezampro.yu	365

H

	Filip HAĐINUREV, dipl. maš. inž. MZT HEPOS AD Pero Nakov bb 1000 Skopje, Makedonija mzthepos@on.net.mk	87
	Miodrag HUBER dipl. inž. Direkcija za železnice Nemanjina 6 11000 Beograd, Srbija hmisa@raildir.sr.gov.yu	9

I

NO PICTURE	Čedomir ILIĆ, prof. dr Univerzitet u Nišu, Građevinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija	380
	Slavica ILIĆ, dipl. ing. saob. Saobraćajni institut CIP Nemanjina 6 11000 Beograd, Srbija gajickia@sicip.co.yu	129
	Nebojša IVKOVIĆ, dipl. maš. inž. NeoMedica d.o.o Žarka Zrenjanina 50 18000 Niš nzivkovic@ptt.yu	103

J

	Predrag JANKOVIĆ, Ass. mr Univerzitet u Nišu Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija jape@masfak.ni.ac.yu	261
NO PICTURE	prof. dr Sava JELIĆ, dipl. ing. Nevesinjska 2 11000 Beograd sjelic@ptt.yu	283
	Nenad JEVTIĆ, dipl. el. inž. Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305 11000 Beograd, Srbija n.jevtic@sf.bg.ac.yu	221 225
	Branislav JEVTOVIĆ, doktor elektronike i telekomunikacija, profesor Viša poslovna škola „Kosovo Polje“ ul. Kralja Petra I, broj 70 18420 Blace, Srbija banej@vpskp.edu.yu	163
	Dragutin JOVANOVIĆ, prof. dr pukovnik VS, Ministarstvo odbrane, Uprava za školstvo Ul. Pavla Jurišića Šturma br. 1. 11000 Beograd, Srbija joviki@net.yu	341
NO PICTURE	prof. dr Milorad JOVANOVIĆ, dil. Ing Mašinski fakultet Kragujevac S. Janjić 6 34000 Kragujevac	321 325
	Predrag JOVANOVIĆ, Ass, dipl.inž. saob. Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet Vojvode Stepe 305 11000 Beograd, Srbija pjovan@verat.net	157
	Slobodan JOVANOVIĆ, Asist. mr Mašinski fakultet Niš, AleksandraMedvedeva 14, 18000 Niš Srbija slojo@masfak.ni.ac.yu	213
	Vojislav JOVANOVIĆ, ass. mr Univerzitet u Prištini, Prirodno-matematički fakultet, Kosovska Mitrovica voja@ni.sbb.co.yu	361
	Svetislav JOVIČIĆ, prof. dr Univerzitet u Kragujevcu, Mašinski fakultet Sestre Janjić 6 34000 Kragujevac, Srbija jsveta @kg.ac.yu	249
	Milan JOVIĆ, dipl. građ. inž. N-ING d.o.o., Nikolaja Gogolja 24 11000 Beograd, Srbija ning@sbb.co.yu	380

K

	Johannes KARNER Infra Service ÖBB Infrastruktur Betrieb AG Laxenburgerstraße 2 1100 Wien, Austria johannes.karner@oebb.at	25
	Sandra KASALICA, dipl. ing. saob. Saobraćajni institut CIP Nemanjina 6 11000 Beograd, Srbija draganas@sicip-trg.com	191
NO PICTURE	Kenneth A. Marko, Ph.D. Chief Scientist – Diagnostics Engineering Res. And Innovation 3021 Miller Road Ann Arbor, MI 48103 USA ken.marko@umich.edu	13
	Đorđe KOPIĆ, prof. dr Univerzitet u Novom Sadu Fakultet tehničkih nauka Trg Dositeja Obradovića 6 21000 Novi Sad, Srbija ilijat@uns.ns.ac.yu	269

	Bojan KOSTIĆ, dipl. maš. inž. MZT HEPOS AD Pero Nakov bb 1000 Skopje, Makedonija mzthepos@on.net.mk	87
	Dragutin KOSTIĆ, prof. dr Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305 11000 Beograd, Srbija d.kostic@sf.bg.ac.yu	221 225
NO PICTURE	Bogomil KOVACHEV	53
	Milutin KRIVOKAPIĆ, mr Institut "Kirilo Savić" A.D. Vojvode Stepe 51 11000 Beograd, Srbija iks11000@yahoo.com	205
NO PICTURE	Ilija KRIVOŠIĆ, prof. dr Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet Kraljice Marije 16 11000 Beograd, Srbija	384
	Ljubinka KRIVOŠIĆ, dipl.inž. organizacije rada JP „Železnice Srbije“ Nemanjina 6 11000 Beograd, Srbija	291

L

	Dejan LASICA, dipl. saob. inž. Ministarstvo za kapitalne investicije Vlade Republike Srbije Nemanjina 22-26, 11000 Beograd, Srbija dejan.lasica@mki.sr.gov.yu	5
	Vladimir LAZAREVIĆ, dipl.el. inž. IntPro d.o.o. Beograd Vojvode Stepe 120 11000 Beograd, Srbija vladimir@intpro.co.yu	233

NO PICTURE	prof. dr Vukić LAZIĆ, dipl. ing Mašinski fakultet Kragujevac S. Janjić 6 34000 Kragujevac vlazic@kg.ac.yu vlazic@microsky.net	321 325
	Jianbo LIU, University of Michigan, Dept. of Mechanical Engineering 2350 Hayward Street Ann Arbor, MI 48109-2125 USA jianbol@umich.edu	13
	Vojkan LUČANIN, prof. dr Univerzitet u Beogradu Mašinski fakultet Kraljice Marije 16 11000 Beograd, Srbija vlucanin@mas.bg.ac.yu	201 229

M

	Dragomir MANDIĆ, prof. dr Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet Vojvode Stepe 305 11000 Beograd, Srbija irata@ptt.yu	157 381 382
	Siniša MARIĆ, dipl.inž. JP "Železnice Srbije", Sektor za strategiju i razvoj 11000 Beograd, Srbija sofiana@ptt.yu	171
	Zoran MARINKOVIĆ, prof. dr Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija zoranm@masfak.ni.ac.yu	103
	Gordana MARKOVIĆ, dr Tigar –Tehnička guma Pirot Nikole Pašića 213 18300 Pirot, Srbija gmarkov@tigar.com	357
	Petar MARKOVIĆ, dipl. el. inž. Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305 11000 Beograd, Srbija p.markovic@sf.bg.ac.yu	221 225

	Svetislav Lj. MARKOVIĆ, dr, prof. Viša tehnička škola Čačak Svetog Save 65 32000 Čačak, Srbija svetom@ptt.yu	249
	Marinko MASLARIĆ, dipl. saob. inž. Univerzitet u Novom Sadu, FTN Trg Dositeja Obradovića 6 21000 Novi Sad, Srbija marinko@uns.ns.ac.yu	137
	Biljana MATIĆ dipl. ek. Direkcija za železnice Nemanjina 6 11000 Beograd, Srbija bmatic@raildir.sr.gov.yu	9
	Danko MIJAJLOVIĆ, Ass. Univerzitet u Nišu Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija dankom@masfak.ni.ac.yu	83
	Miroslav MIJAJLOVIĆ, dipl. inž. maš. Univerzitet u Nišu Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija miroslav_mijajlovic@masfak.ni.ac.yu	79 329
	Dušan MIJUCA, dipl. maš. inž. Institut "Kirilo Savić" A.D. Vojvode Stepe 51 11000 Beograd, Srbija dmijuca@eunet.yu	91
	Tatjana MIKIĆ, dipl. ing. saob. Saobraćajni institut CIP Nemanjina 6 11000 Beograd, Srbija gajickia@sicip.co.yu	129 373
	Dr Dragan MILČIĆ, vanredni profesor Univerzitet u Nišu Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija milcic@masfak.ni.ac.yu	79 329

NO PICTURE	Miloš MILENKOVIĆ, dipl. inž. saob. Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet Vojvode Stepe 305 11000 Beograd, Srbija m.milenkovic@neobee.net	133
	Dragan MILKOVIĆ, Ass. mr Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet Kraljice Marije 16 11000 Beograd, Srbija dmilkovic@mas.bg.ac.yu	75
	Peđa MILOSAVLJEVIĆ, Docent dr Univerzitet u Nišu Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija pedja@masfak.ni.ac.yu	257
	Anica MILOŠEVIĆ, Mr Viša tehnička škola, A. Medvedeva 20, 18000 Niš, Srbija, anica_milosevic@yahoo.com	149 253
	Miloš MILOŠEVIĆ, Ass. dr Univerzitet u Nišu Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija mmilos@masfak.ni.ac.yu	83 213
	Miloš MILOVANČEVIĆ, magistar Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija milovancevic@masfak.ni.ac.yu	115 119
	Aleksandar MILTENOVIĆ, magistar Univerzitet u Nišu Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija amiltenovic@yahoo.com	115 119
	Vojislav MILTENOVIĆ, prof. dr Univerzitet u Nišu Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija vojamiltenovic@yahoo.com	95

	Nebojša Miljković, dipl. maš. inž. Univerzitet u Nišu Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija nmiljko@verat.net	383
	Čedomir MITIĆ, maš. inž. Studenička 18 18000 Niš, Srbija necke@medianis.net	349
NO PICTURE	Dragan MITIĆ, dipl.maš.inž., Mašinski fakultet u Nišu, Centar za zavarivanje i zavarene konstrukcije, A. Medvedva 14, 18000 Niš, matijako@eunet.yu	329
	Leposava MLADENOVIĆ, dipl. hem TIGAR Tehnička guma Nikole Pašića 213, 18300 Pirot, lmlad@tigar.com	213
	Srđan MLADENOVIĆ, dipl. maš. inž. Univerzitet u Nišu Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija maki@masfak.ni.ac.yu	257 261
	Katarina MOMČILOVIĆ, dipl. maš. inž., Institut "Kirilo Savić" A.D. Vojvode Stepe 51 11000 Beograd, Srbija iks1100@yahoo.com	91
NO PICTURE	Milan MUTAVDŽIĆ Preduzeće za puteve Kragujevac Tanaska Rajića 16 34000 Kragujevac	321 325

N

	Aleksandar NAUMOVIĆ, dipl.inž JP "Železnice Srbije", Sektor za strategiju i razvoj 11000 Beograd, Srbija snaum@yubc.net	171
NO PICTURE	prof. dr Bogdan NEDIĆ Mašinski fakultet Kragujevac S. Janjić 6 34000 Kragujevac	321
	Nencho NENOV, Associate professor, PhD, Rector, University of Transport Applied Sciences (VTU Todor Kableshkov), 158 Geo Milev Street, 1574 Sofia, Bulgaria rector@vtu.bg	37
	prof. Jun Ni University of Michigan, Dept. of Mechanical Engineering 2350 Hayward Street Ann Arbor, MI 48109-2125 USA junni@umich.edu	13
	Svetlana NIKOLIČIĆ, Ass. mr Univerzitet u Novom Sadu, FTN Trg Dositeja Obradovića 6 21000 Novi Sad, Srbija cecan@uns.ns.ac.yu	137
	Nikola NIKOLOV, PhD Institute of Mechanics, Bulgarian Academy of Sciences Acad. G. Bontchev Street, Block 4 1113 Sofia, Bulgaria n.nikolov@imbm.bas.bg	57
NO PICTURE	Mr Rato NINKOVIĆ RAR Batajnica rato@eunet.yu	313
	Rešad NUHODŽIĆ, dipl. inž. saobr. Željeznica Crne Gore A.D. Trg golootočkih žrtava 13 18000 Podgorica, Crna Gora r.n@cg.yu , zcg-tim@cg.yu	279

O

	Danilo OKLOBDŽIJA, magistar elektronike, Mašinsko Tehnička škola „15. Maj“ Radnička 2 -13 18000 Niš, Srbija setni@ptt.yu	163
	Vladan ORLANDIĆ, dipl. maš. inž. Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet Čingrijina 20/9 11000 Beograd, Srbija vladanorlandic@gmail.com	385

P

	Danilo PAUNOVIĆ, dipl.maš.inž 11000 Beograd, Srbija	265
	Mr Milorad PAVIĆ, dipl. maš. ing. Sekcija za TKP Požega JP Železnice Srbije Visibabska 6-9 31210 Požega, Srbija pajom@ptt.yu	229
	Nenad T. PAVLOVIĆ, Doc. dr Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija pnenad@masfak.ni.ac.yu	83
	dr Snežana PEJČIĆ TARLE, red. prof, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, 11000 Beograd, s.tarle@sf.bg.ac.yu	149
	Dragoslav PEJČIĆ, dipl.el. inž. JP „Železnice Srbije“ Sektor za investicije prevoza Sarajevska 22 18000 Niš, Srbija pejcicd@ptt.yu	233

	Pavle PEKOVIĆ dipl.maš.inž. JP Železnice Srbije, Nemanjina 6, 11000 Beograd, pavle.pekovic@yurail.co.yu	209
	Dragan PETROVIĆ, prof, PhD, Faculty of Mechanical Engineering , Dositejeva 19, Kraljevo, Serbia, petrovic.d@maskv.edu.yu	37
	Slaviša PLANIĆ, dipl. maš. inž. MIN Svrljig Dušana. Trifunca 31 183600 Svrljig, Srbija slavisaplanic@minsvrljig.com	261
	Milan PLAVŠIĆ, dipl. maš. inž. Institut "Kirilo Savić", Vojvode Stepe 51 11000 Beograd, Srbija johzel@eunet.yu	107
NO PICTURE	Željko PLETIKOSIĆ	299
	Jelica POP-LAZIĆ, dipl.inž.saobr. Železnice Srbije, Sektor za plan i restrukturiranje Nemanjina br.6 11000 Beograd, Srbija jelicapl@eunet.yu jelica.pop-lazic@yurail.co.yu	1
	Aco POPOV, dipl. maš. inž. MZT HEPOS AD Pero Nakov bb 1000 Skopje, Makedonija mzthepos@on.net.mk	87
	Radmila POPOVIĆ, dipl.inž.tehn Direkcija za železnice Nemanjina 6 11000 Beograd, Srbija radmila.popovic@raildir.sr.gov.yu	333

	Zdenka POPOVIĆ, Doc. dr Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet Bulevar kralja Aleksandra 73 11000 Beograd, Srbija zdenka@grf.bg.ac.yu	175 179
NO PICTURE	mr Mirjana PUHARIĆ dipl.inž Institut GOŠA Milana Rakića 35 miramo@neobee.net	111
NO PICTURE	Ivan PULETIĆ, dipl. maš. inž MIN Svrljig, Dušana Trivunca 31, 18360 Svrljig, minsvrljig@bankerinter.net	213
	Leposava PUZAVAC, dipl. građ. inž. Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet Bulevar kralja Aleksandra 73 11000 Beograd, Srbija leposava@grf.bg.ac.yu	179 183
	Milica PUZIĆ, dipl. inž. Institut "Kirilo Savić" Vojvode Stepe 51 11000 Beograd sladojevic@ptt.yu	195
	Larisa PUZOVIĆ, dipl.inž. JP Železnice Srbije; Sektor za strategiju i razvoj Nemanjina 6 11000 Beograd, Srbija larisa.puzovic@yurail.co.yu	153

R

	Aleksandar RAC, prof. dr Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Kraljice Marije 16 11200 Beograd, Srbija arac@mas.bg.ac.yu	309 313

	Dragana RADOSAVLJEVIĆ, dipl.el.inž., Univerzitet u Prištini, Fakultet tehničkih nauka u Kosovskoj Mitrovici, Knjaza Miloša 7, 38220 Kosovska Mitrovica, Srbija rdragana@ptt.yu	369
	Aleksandar RADOSAVLJEVIĆ, dr Naučni saradnik Zavod za mašinstvo Saobraćajni institut CIP Nemanjina 6 11000 Beograd, Srbija radosavljevica@sicip.co.yu	305
NO PICTURE	Blaga RADOVANOVIĆ, prof.dr Univerzitet u Nišu, Prirodno-matematički fakultet Višegradska 33 18000 Niš, Srbija blaga_radovanovic@yahoo.co.uk	357
	Dragan B. RAJKOVIĆ, dipl. maš. inž. Železnice Srbije,Sektor za vuču Ložionička 7 21000 Novi Sad, Srbija drrajkovic@ptt.yu	245
	Ranko RAKANOVIĆ, Full professor, PhD, Faculty of Mechanical Engineering, Dositejeva 19, Kraljevo, Serbia, rakanovic.r@maskv.edu.yu	37
NO PICTURE	Slavoljub RAKIĆ AD Paraćinka – Paraćin Branka Krsmanovića 99 35250 Paraćin	321 325
	Bojan RANČIĆ, prof. dr Univerzitet u Nišu Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija bojanr@masfak.ni.ac.yu	257 261
	Saša RANĐELOVIĆ, Ass. mr Univerzitet u Nišu Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija sassa@ masfak.ni.ac.yu	257

	Jovan RISTIĆ, prof. dr Univerzitet u Prištini, Fakultet tehničkih nauka u Kosovskoj Mitrovici, Knjaza Miloša 7, 38220 Kosovska Mitrovica, Srbija jristic@ni.ac.yu	369
	Andrija RISTOVIĆ, dipl. inž. saob. JP Železnice Srbije Nemanjina 6 11000 Beograd, Srbija ristaki@verat.net	145
	Slobodan ROSIĆ, dipl. inž. saob. Agencija "RS" Đure Đakovića 84 11000 Beograd, Srbija srosic@sbb.co.yu	145
	Bernhard RÜGER, Dr. Institute for Railway Engineering Vienna University of Technology Karlsplatz 13/232 1040 Wien, Austria bernhard.rueger@tuwien.ac.at	29
	Srđan RUSOV, prof. dr Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet Vojvode Stepe 305 11000 Beograd, Srbija s.rusov@sf.bg.ac.yu	241

S

	Suzana SAMARŽIJA-JOVANOVIĆ, Doc. dr Univerzitet u Prištini Prirodno-matematički fakultet Kosovska Mitrovica voja@ni.sbb.co.yu	361
	Rajko SANDIĆ, mr maš. Saobraćajni institut - CIP Nemanjina 6/IV 11000 Beograd, Srbija sandicr@sicip.co.yu	217

	Zoran SAVELJIĆ,dipl.maš.ing. Zmaj Jovina 191 81000 Podgorica Crna Gora zarko-p@cg.yu	237
	Andreas SCHÖBEL, DI Dr. techn. Institute for Railway Engineering Vienna University of Technology Karlsplatz 13 1040 Wien, Austria andreas.schoebel@tuwien.ac.at	25
	Goran SIMIĆ, Ass. prof. dr Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet Kraljice Marije 16 11000 Beograd, Srbija gsimic@beotel.yu	75
	Tatjana SIMIĆ, dipl.građ.inž. Saobraćajni Institut CIP Nemanjina 6/IV 11000 Beograd, Srbija simict@sicip.co.yu	187
	prof.dr Branislav SLADOJEVIĆ Institut "Kirilo Savić" Vojvode Stepe 51 11000 Beograd sladojevic@ptt.yu	195
	Maria SLAVOVA-NOCHEVA, PhD, University of Transport Applied Sciences (Todor Kableshkov VTU) 158 Geo Milev Street 1574 Sofia, Bulgaria mslavovanocheva@abv.bg	45
	Ante SRŠEN, dipl.ing. kemije Novi Plobest Lučka BB 20340 Ploče, Hrvatska noviplobest@noviplobest.hr	317
	Mirko STAMATOVSKI, dipl.inž.saob. Direkcija za železnice Nemanjina 6, 11000, Beograd mstamatovski@raildir.sr.gov.yu	295

	Dušan STAMENKOVIĆ, prof. dr Univerzitet u Nišu Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija dusans@masfak.ni.ac.yu	209 213 379
	Bratislav STANKOVIĆ Mr Direkcija za železnice Nemanjina 6 11000 Beograd, Srbija brastan@raildir.sr.gov.yu	9
	Dragana STEFANOVIĆ, dipl. ing. saob. Saobraćajni institut CIP Nemanjina 6 11000 Beograd, Srbija draganas@sicip-trg.com	191
	Dragana STEVOVIĆ, Mr, JP„Železnice Srbije“ Nemanjina 6 11000 Beograd, Srbija dragana.stevovic@yurail.co.yu	287
	Nataša SUŽNJEVIĆ, dipl. saob. inž. Železnice Srbije, Trg Mučenika 1 13000 Pančevo, Srbija nsuznevic@beotel.yu	382

Š

	Violeta ŠARESKA, dipl. maš. inž. MZT HEPOS AD Pero Nakov bb 1000 Skopje, Makedonija mzthepos@on.net.mk	87
	Zlatan ŠOŠKIĆ, PhD, Docent, Faculty of Mechanical Engineering Kraljevo, Dositejeva 19, Kraljevo, Serbia, soskic.z@maskv.edu.yu	49

T

	Ilija TANACKOV, Doc. dr Univerzitet u Novom Sadu Fakultet tehničkih nauka Trg Dositeja Obradovića 6 21000 Novi Sad, Srbija ilijat@uns.ns.ac.yu	269
	Slobodan TANASIJEVIĆ, prof. dr Univerzitet u Kragujevcu, Mašinski fakultet Sestre Janjić 6 34000 Kragujevac, Srbija irmes2004@kg.ac.yu	249
	Jovan TANASKOVIĆ, mr GOŠA Fabrika šinskih vozila Industrijska 70 11420 Smederevska Palanka, Srbija jovant@eunet.yu	201
	Dragan TEMELJKOVSKI, prof. dr Univerzitet u Nišu Mašinski fakultet Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš, Srbija temelj@masfak.ni.ac.yu	369
	Jovan TEPIĆ, ass. dr Univerzitet u Novom Sadu Fakultet tehničkih nauka Trg Dositeja Obradovića 6 21000 Novi Sad, Srbija ilijat@uns.ns.ac.yu	269
	Svetlana TERZIĆ, dipl. ecc., Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Saobraćajno-tehnički fakultet, Vojvode Mišića, 52, 74000, Doboj, BiH, terzicsvetlana@yahoo.com	275
	Nikola TOJAGIĆ dipl.maš.inž. JP Železnice Srbije, Nemanjina 6, 11000 Beograd, nikola.tojagic@yurail.co.yu	209
	Mirjana TOMIČIĆ- TORLAKOVIĆ, prof. dr Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet Bulevar kralja Aleksandra 73 11000 Beograd, Srbija mtomicic@grf.bg.ac.yu	183

	Mirjana TRIFUNOVIĆ, dipl.ing. Ministarstvo za kapitalne investicije, Sektor za železnice i intermodalni transport Nemanjina 22-26, 11000 Beograd, Srbija mira_vodni@msaotel.sr.gov.yu	141

V

	Igor VASILEV, dipl. maš. inž Mašinski fakultet u Nišu Aleksandra Medvedeva 14 18000 Niš igorv@masfak.ni.ac.yu	353
	Slavko VESKOVIĆ, prof. dr Univerzitet u Beogradu, Saobr.fakultet Vojvode Stepe 305 11000 Beograd, Srbija veskos@sf.bg.ac.yu	125
	Zvonimir VIDUKA, dipl. inž. el. teh Altpro Drvnje 63 10000 Zagreb Hrvatska zvonimir.viduka@altpro.hr	167
NO PICTURE	David VOJINOVIĆ, dipl. ing. MSNet Beograd Maršala Birjuzova 2-4 11000 beograd plombex@eunet.yu	283
	Bojan VOZAR, dipl. saob. inž. Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet Vojvode Stepe 305 11000 Beograd, Srbija bojanvozar@gmail.com	381
	Jelisaveta VUKADINOVIĆ, profesor ruskog jezika JP „Železnice Srbije“ Nemanjina 6 11000 Beograd, Srbija	291

	Radisav VUKADINOVIĆ, prof. dr „Viša Železnička Škola“, Zdravka Čelara 14, 11000 Beograd, Srbija rajavuk@beotel.yu	67
	Vojislav VUKADINOVIĆ, dipl. maš. inž. Bulevar Kralja Aleksandra 151 11000 Beograd, Srbija vojislav.vukadinovic@gmail.com	265 345
	Marija VUKŠIĆ POPOVIĆ, mr Institut "Kirilo Savić" A.D. Vojvode Stepe 51 11000 Beograd, Srbija vumarija@eunet.yu	91

Ž

	Mirjana ŽARKOVIĆ, dipl. ing. saob. Saobraćajni institut CIP Nemanjina 6 11000 Beograd, Srbija gajickia@sicip.co.yu	373
NO PICTURE	Dr Predrag ŽIVKOVIĆ Fakultet tehničkih nauka Kralja Petra br.7 Kosovska Mitrovica ameri@ptt	99
	Zlatan ŽIVKOVIĆ, dipl. maš. inž. Sinđelićeva 34 18205 Niška Banja, Srbija zlatkonbanja@yahoo.com	379