Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu
Faculty of Mechanical Engineering University of Niš

ZBORNIK RADOVA

NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI

XIV ŽELKON '10
RAILCON '10

SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS

PROCEEDINGS

Niš, Srbija, 07. - 08. Oktobar 2010.

Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu
Faculty of Mechanical Engineering University of Niš

ZBORNIK RADOVA

NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI

XIV ŽELKON '10 RAILCON '10

SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS

PROCEEDINGS

Niš, Srbija, 07. - 08. Oktobar 2010.

Pokrovitelji / Patrons

Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije
MIN Holding
JP ŽELEZNICE SRBIJE
Direkcija za Železnice Republike Srbije

Sufinansijeri / Cofinaciers

STADLER
ALSTOM
SIEMENS
ITW
ALTPRO
TIGAR TEHNIČKA GUMA
KONČAR ELEKTRIČNA VOZILA
GALEB FSU
MIN LOKOMOTIVA
BAČKA INVEST
CIP SAOBRAĆAJNI INSTITUT
INSTITUT KIRILO SAVIĆ

Programski odbor / Program Commitee

Prof. dr Dušan Stamenković, predsednik / president, Mašinski fakultet Niš
Prof. dr Vlastimir Nikolić, Mašinski fakultet Niš
Prof. dr Dragomir Mandić, Saobraćajni fakultet Beograd
Prof. dr Vojislav Miltenović, Mašinski fakultet Niš
Prof. dr Miroslav Đurđanović, Mašinski fakultet Niš
Prof. dr Snežana Pejčić Tarle, Saobraćajni fakultet Beograd
Prof. dr Vojkan Lučanin, Mašinski fakultet Beograd
Milovan Marković, JP Železnice Srbije
Slobodan Rosić, Direkcija za železnice
Mr Pera Milovanović, MIN Holding Niš
Prof. dr Miroljub Jevtić, Institut Kirilo Savić Beograd
Prof. dr Radisav Vukadinović, Visoka železnička škola strukovnih studija Beograd
Prof. dr Zdenka Popović, Građevinski fakultet Beograd
Prof. dr Dragutin Kostić, Saobraćajni fakultet Beograd
Doc. dr Branislav Bošković, Saobraćajni fakultet Beograd
Prof. dr Vlastimir Đokić, Mašinski fakultet Niš
Prof. dr Aleksandar Vulić, Mašinski fakultet Niš
Prof. dr Dragan Milčić, Mašinski fakultet Niš

Organizacioni odbor / Organizing Commitee

dr Miloš Milošević, predsednik / president
dr Nenad T. Pavlović
Srđan Mladenović, dipl. inž. maš.
Miroslav Mijajlović, dipl. inž. maš.
Milan Banić, dipl. inž. maš.
Mr Srđan Stojičić, dipl. inž. maš.
Dušanka Nikolić, tehnički sekretar / technical secretary
Vesna Grozdanović, tehnički sekretar / technical secretary

Izdavač / Publisher

Mašinski fakultet Niš / Faculty of Mechanical Engineering Niš
Prof. dr Vlastimir Nikolić, dekan / dean

Urednik / Editor

Prof. dr Dušan Stamenković

Recezenti / Reviewers

Prof. dr Dušan Stamenković
dr Branislav Bošković, docent
dr Miloš Milošević, docent

Tehnička priprema / Technical preparation

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

Grafičko rešenje korica / Cover design

dr Miloš Milošević, docent

Tiraž / Number of copies

250

Štampa / Printing

UNIGRAF, Niš

ISBN 978-86-6055-007-3

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

629.4(082)
656.2(082)
625.1(082)
338.47(497.11)(082)

НАУЧНО-стручна конференција о железници (14 ; 2010 ; Ниш)
[Zbornik radova] = [Proceedings] / XIV naučno-stručna konferencija o železnici - ŽELKON '10 = XIV Scientific-Expert Conference of Railways - RAILCON '10, Niš, Srbija, 07.-08. Oktobar 2010. ; [organizator] Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu = [organized by] Faculty of Mechanical Engineering University of Niš ; [urednik, editor Dušan Stamenković]. - Niš : Mašinski fakultet = Faculty of Mechanical Engineering, 2010 (Niš : Unigraf). - 359 str. : ilustr. ; 24 cm

Kor. nasl. - Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tekst ćir. i lat. - Tiraž 250. - Napomene uz tekst. - Bibliografija uz svaki rad. - Summaries. - Registar.

ISBN 978-86-6055-007-3
1. Машински факултет (Ниш)
a) Железничка возила - Зборници b) Железнички саобраћај - Зборници c) Железничке пруге - Зборници d) Србија -

Ministarstvo nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije sufinansiralo je izdavanje zbornika radova XIV NAUČNO-STRUČNE KONFERENCIJE O ŽELEZNICI **ŽELKON '10**.

Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia has participated in printing costs of the proceedings of XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFRENCE ON RAILWAYS **RAILCON '10**.

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

- COMMON SAFETY METHOD (CSM) ON RISK ASSESSMENT FOR SIGNIFICANT CHANGES TO THE RAILWAY SYSTEM IN THE EUROPEAN UNION — I
  Dragan JOVIČIĆ - European Railway Agency (ERA)
- ASSOCIATION KORRIDOR X PLUS – STATUS AND FUTURE OF THE CORRIDOR X — VII
  Tomas WIMROITHER – Association "Korridor X PLUS"
- REGULATIVA ŽELEZNIČKOG TRANSPORTA: PRESEK STANJA I SMERNICE ZA BUDUĆE UREĐENJE — XI
  Dejan LASICA, Ministarstvo za infrastrukturu Republike Srbije, Beograd
  Slobodan ROSIĆ, Siniša TRKULJA, Branislav BOŠKOVIĆ, Direkcija za železnice Republike Srbije, Beograd
- TRANSFORMACIJA ŽELEZNICA SRBIJE I BUDUĆNOST ŽELEZNIČKOG SAOBRAĆAJA — XVII
  Dragomir MANDIĆ, Saobraćajni fakultet, Beograd

Radovi na engleskon / Papers in English

E.1. COST-BENEFIT ANALYSIS FOR SLOW SPEED ZONES ON RAILWAY CORRIDORS — 1
Andreas SCHÖBEL, Vienna University of Technology, Institute of Transportation, Vienna, Austria
Darja ŠEMROV, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Ljubljana, Slovenia
Aleš PAVŠEK, DDC svetovanje inženiring d.o.o., Ljubljana, Slovenia

E.2. MODELLING OF RAILWAY INFRASTRUCTURE SERVICE QUALIFICATION PROCESS — 5
Ágnes DÉNESFALVY, Organisation Development Division, Infrastructure Business Unit, MÁV Hungarian State Railways Co, Budapest, Hungary

E.3. DEVELOPING OF RAILWAY INFRASTRUCTURE SERVICES AND CUSTOMER SATISFACTION — 9
Gyula FARKAS, Erika VINCZELLÉR, Sales Department, MÁV Co., Budapest, Hungary

E.4. EXPERIMENTAL AND NUMERICAL STUDY OF ELASTIC SPRING CLIPS FOR RAIL FASTENING — 13
Stjepan LAKUŠIĆ, Faculty of Civil Engineering, Zagreb, Croatia
Dalibor BARTOŠ, DAING d.o.o., Daruvar, Croatia
Višnja TKALČEVIĆ LAKUŠIĆ, Faculty of Civil Engineering, Zagreb, Croatia

E.5. AC RECUPERATIVE BRAKING: GENERAL ASPECTS, EXPERIENCE WITH FLIRT EMU AT MAV — 17
Franz LACZO, Stadler Bussnang AG, Bussnang, Swiss

E.6. PASSENGER BEHAVIOUR IN BOARDING SITUATIONS AND RELATION BETWEEN PLATFORM HEIGHT AND ROLLING STOCK FLOOR HEIGHT — 21
Aleksandar RADOSAVLJEVIĆ, Saobraćajni institut CIP, Beograd
Bernhard RÜGER, Vienna University of Technology, Vienna, Austria
Simo MIRKOVIĆ, Saobraćajni institut CIP, Beograd

E.7. RAILWAY VEHICLE ACCESSIBILITY — 25
Bernhard RÜGER, Vienna University of Technology, Vienna, Austria
Goran SIMIĆ, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade
Andrew NASH, Vienna Transport Strategies, Vienna, Austria

E.8. MEASUREMENT AND DATA ACQUISITION SYSTEM FOR ANALYSING DYNAMIC CHARACTERISTICS OF RAILWAY VEHICLES — 29
Miloš MILOŠEVIĆ, Dušan STAMENKOVIĆ, Faculty of Mechanical Engineering, Niš
Nebojša PEJČIĆ, Dragoslav RADOIČIĆ, EUROgenyx, Niš
Srđan MLADENOVIĆ, Faculty of Mechanical Engineering, Niš

E.9. GREAT POWERS' ECONOMIC INTERESTS IN RAILWAY CONSTRUCTION IN THE BALKANS — 33
Anna DZHALEVA-CHONKOVA, University of Transport (VTU), Sofia, Bulgaria

E.10. INTEROPERABILITY AND SAFETY OF RAIL TRANSPORT IN BALKAN COUNTRIES — 37
Vasko NIKOLOV, NRIC Sofia, Plovdiv, Bulgaria

E.11. INCREASING TRAFFIC CAPACITY OF THIRD RAILWAY LINE SOFIA – KARLOVO 41
Rosina MLADENOVA, Maya IVANOVA, University of Transport (VTU), Sofia, Bulgaria

E.12. MEASUREMENT OF LOADING IN RAILWAY VEHICLE WHEELS IN MOTION 45
Emil DIMITROV, Technical University, Sofia, Bulgaria
Nencho NENOV, University of Transport (VTU), Sofia, Bulgaria

E.13. SOME DATA FOR CALCULATION OF FATIGUE IN PROBABILISTIC ASPECT OF RAILWAY VEHICLES 49
Dobrinka ATMADZHOVA, University of Transport (VTU), Sofia, Bulgaria

E.14. A MATHEMATICAL MODEL OF BOGIE WITH INDEPENDENTLY ROTATING WHEELS FOR A CITY LIGHT RAIL 53
Emil MIHAYLOV, Dobrinka ATMADZHOVA, University of Transport (VTU), Sofia, Bulgaria

E.15. CONTRIBUTION TO ANALYTICAL DETERMINATION OF THE BRAKING ROAD OF RAIL VEHICLES BY USING MATLAB/SIMULINK 57
Hristijan MICKOSKI, Ivan MICKOSKI, Mile MENKOVSKI, Faculty of Mechanical Engineering, Skopje, Macedonia

E.16. AN OVERVIEW ON FSW AND ITS APPLICATION IN RAILWAY VEHICLE INDUSTRY 61
Miroslav MIJAJLOVIĆ, Dragan MILČIĆ, Miroslav ĐURĐANOVIĆ, Faculty of Mechanical Engineering, Niš
Dragan MITIĆ, Zavod za zavarivanje, Beograd

Vozila / Rolling Stock

1.1. 45 GODINA EKSPLOATACIJE LOKOMOTIVA TIPA LE 5100 67
Marko ĐUKIĆ, JP „Železnice Srbije“, Beograd

1.2. REDUKCIJA BUKE U ŽELEZNIČKOM TERETNOM SAOBRAĆAJU PRIMENOM KOMPOZITNIH KOČIONIH BLOKOVA 71
Srđan RUSOV, Aleksandar ZLATKOVIĆ, Saobraćajni fakultet, Beograd

1.3. EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA KARAKTERISTIKA CEVNIH APSORBERA KINETIČKE ENERGIJE SUDARA PUTNIČKIH VAGONA – CRASH TEST 75
Vojkan LUČANIN, Mašinski fakultet, Beograd
Jovan TANASKOVIĆ, Institut GOŠA d.o.o., Beograd

1.4. RAZVOJ I VERIFIKACIJA GUMENO-METALNIH ELEMENTA PRIMARNOG OGIBLJENJA ELEKTRIČNIH LOKOMOTIVA 79
Dušan STAMENKOVIĆ, Miloš MILOŠEVIĆ, Mašinski fakultet, Niš
Ivan PETROV, TIGAR Tehnička guma, Pirot
Milan BANIĆ, Mašinski fakultet, Niš

1.5. PRIMENA ALGORITAMA PROTIVKLIZNE ZAŠTITE NA SIMULACIONOM MODELU ELEKTRIČNE LOKOMOTIVE 83
Petar MARKOVIĆ, Dragutin KOSTIĆ, Nenad JEVTIĆ, Saobraćajni fakultet, Beograd

1.6. KONTROLNIK IZOLOVANOSTI ELEKTRIČNIH LOKOMOTIVA 87
Sava JELIĆ, Niš

1.7. MODELIRANJE NOSEĆIH STRUKTURA TEHNIKOM PODSTRUKTURA 91
Miomir JOVANOVIĆ, Predrag MILIĆ, Mašinski fakultet, Niš

1.8. NOVI KRITERIJUMI ZA OCENU ISPRAVNOSTI KOČNICE 95
Zorica STARČEVIĆ, Vladimir VAINHAL, Đorđe KRŽIĆ, Ivana ATANASOVSKA, Institut „Kirilo Savić“, Beograd

Saobraćaj / Traffic

2.1. MODEL ZA ODREĐIVANJE LOKACIJE „PARK AND RIDE“ OBJEKATA U SISTEMU „BEOVOZA“ 101
Ivan MANČIĆ, Slavko VESKOVIĆ, Sanjin MILINKOVIĆ, Saobraćajni fakultet, Beograd

2.2. SIMULACIJA SAOBRAĆAJA U CILJU UTVRĐIVANJA „USKIH GRLA“ NA DELU ŽELEZNIČKOG ČVORA BEOGRAD 105
Zorica MILANOVIĆ, Tatjana MIKIĆ, Saobraćajni institut CIP, Beograd
Giorgio MEDEOSSI, Universita di Trieste, Trieste, Italia

2.3. ODREĐIVANJE POTREBNOG BROJA I OBRTA GARNITURA DINAMIČKIM PROGRAMIRANJEM U SAOBRAĆAJU PRIGRADSKIH VOZOVA 109
Miljan PETROVIĆ, Slavko VESKOVIĆ, Sanjin MILINKOVIĆ, Saobraćajni fakultet, Beograd

2.4. ANALIZA PROPUSNE MOĆI PRUGE STUBLINE-VORBIS KORIŠĆENJEM SOFTVERSKOG PAKETA OPENTRACK 113
Aleksandar GAJICKI, Tatjana MIKIĆ, Saobraćajni institut CIP, Beograd

2.5. RAZVOJ I PERSPEKTIVE KOMBINOVANOG TRANSPORTA IZMEĐU SRBIJE I JADRANSKIH LUKA 117
Zoran BUNDALO, Visoka železnička škola strukovnih studija, Beograd
Andrija RISTOVIĆ, JP „Železnice Srbije”, Beograd
Nadica OGRIZOVIĆ, AGIT, Rijeka, Hrvatska
Momčilo TUNIĆ, SRBIJAKOMBI, Nemanjina 6, Beograd

2.6. ISTRAŽIVANJE PROMETNE POTRAŽNJE U FUNKCJI ODREĐIVANJA TEHNOLOŠKIH KRITERIJA ZA DIMENZIONIRANJE RO-LA TERMINALA 121
Tomislav MLINARIĆ, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, Hrvatska
Nedjeljko ŠPILEK, Kiril KARAGYOZOV, VTU Todor Kableshkov, Sofia

2.7. PRILOG OBJAŠNJENJU POJMA KVALITET TRANSPORTNE USLUGE 125
Ljubislav VASIN, Dragan PAMUČAR, Vesko LUKOVAC, Vojna akademija, Beograd

2.8. BENČMARKING PERFORMANSI ŽELEZNICA - KLJUČNI INDIKATORI 129
Nikola PETROVIĆ, Mašinski fakultet, Niš
Snežana PEJČIĆ TARLE, Saobraćajni fakultet, Beograd
Nena TOMOVIĆ, JP „Železnice Srbije”, Beograd

2.9. POREĐENJE TURNUSA LOKOMOTIVA PREMA STABLINOSTI, PRIMENOM MAX-PLUS ALGEBRE 133
Predrag JOVANOVIĆ, Pavle KECMAN, Saobraćajni fakultet, Beograd

2.10. ETCS U EKSPLOATACIJI NA ŽELEZNICI 137
Radomir BRKIĆ, Radisav VUKADINOVIĆ, Visoka železnička škola strukovnih studija, Beograd

Infrastruktura / Infrastructure

3.1. PARAMETRI ZA PROJEKTOVANJE KOLOSEKA ZA SAOBRAĆANJE VOZOVA SA NAGINJANJEM SANDUKA KOLA 143
Ljiljana MILIĆ MARKOVIĆ, Saobraćajni Institut CIP, Beograd

3.2. GEOMETRIJSKO OBLIKOVANJE PRELAZNE KRIVINE PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA 147
Leposava PUZAVAC, Zdenka POPOVIĆ, Luka LAZAREVIĆ, Građevinski fakultet, Beograd

3.3. PROSTORNO OBLIKOVANJE RAMPE ZA NADVIŠENJE PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA 151
Zdenka POPOVIĆ, Leposava PUZAVAC, Luka LAZAREVIĆ, Građevinski fakultet, Beograd

3.4. PRILAGOĐENOST INFRASTRUKTURE I VOZNIH SREDSTAVA OSOBAMA SA POSEBNIM POTREBAMA 155
Dragan ĐORĐEVIĆ, Predrag ATANASKOVIĆ, Emina ĐURĐEVIĆ, Saobraćajni institut CIP, Beograd
Sandra KASALICA, Visoka železnička škola strukovnih studija, Beograd

3.5. WEB-GIS APLIKACIJE NA ŽELEZNICAMA SRBIJE 159
Špiro GOPČEVIĆ, JP „Železnice Srbije”, Beograd
Zoran BUNDALO, Visoka železnička škola strukovnih studija, Beograd
Dragan ĐORĐEVIĆ, Saobraćajni institut CIP, Beograd

3.6. KONTROLER PUTNOG PRELAZA GALEB FSU LC09 163
Darko ČELEBIĆ, Danko ĐURIĆ, SDD Information Technology Group DOO, Beograd
Ljubomir BEČEJAC, Galeb FSU, Beograd

3.7. EKSPERIMENTALNE METODE U ODREĐIVANJU TEHNOLOŠKIH PARAMETARA PRI IZRADI BETONSKIH PRAGOVA B 70 167
Slobodan JOVANOVIĆ, Mašinski fakultet, Niš
Slaviša PLANIĆ, MIN DIV AD, Svrljig
Dragan JOVANOVIĆ, Mašinski fakultet, Niš
Ivan PULETIĆ, MIN DIV AD, Svrljig

3.8. INFORMACIONI SISTEM ZA OBAVEŠTAVANJE NA ŽELEZNIČKIM STANICAMA 171
Branislav JEVTOVIĆ, Danilo OKLOBDŽIJA, Vladica UBAVIĆ, Stefan KOSTIĆ, Visoka poslovna škola, Blace

Održavanje vozila i infrastrukture / Vehicle and Infrastructure Maintenance

4.1. MERNA OPREMA ZA DINAMIČKA I KVAZISTATIČKA ISPITIVANJA ŽELEZNIČKIH VOZILA 177
Dragan PETROVIĆ, Aranđel BABIĆ, Milan BIŽIĆ, Mirko ĐELOŠEVIĆ, Mašinski fakultet, Kraljevo

4.2. ISPITNI STO ZA MERENJE KRUTOSTI GUMENO-METALNIH ELEMENATA PRIMARNOG OGIBLJENJA U TRI PRAVCA 181
Milan BANIĆ, Goran RADENKOVIĆ, Mašinski fakultet, Niš
Srđan RADENKOVIĆ, AD "MIN Lokomotiva", Niš
Miroslav MIJAJLOVIĆ, Petar ĐEKIĆ, Mašinski fakultet, Niš

4.3. TERMIČKO OPTEREĆENJE TOČKOVA ŽELEZNIČKIH VOZILA I OPASNOST OD PUCANJA TOČKOVA 185
Milorad PAVIĆ, JP "Železnice Srbije", Beograd
Vojkan LUČANIN, Mašinski fakultet, Beograd

4.4. MERNA STANICA BATAJNICA ZA DINAMIČKU KONTROLU ŽELEZNIČKIH VOZILA 189
Života ĐORĐEVIĆ, JP „Železnice Srbije“, Beograd
Johannes KARNER, ÖBB Infrastruktur AG, Vienna, Austria
Andreas SCHÖBEL, Institute of Transportation, Vienna University of Technology, Vienna, Austria
Simo MIRKOVIĆ, Saobraćajni institut CIP, Beograd

4.5. PRILOG ANALIZI LOMA OSOVINA NA LOKOMOTIVAMA SERIJE 441, 461 I 444 193
Dragan RAJKOVIĆ, JP „ŽELEZNICE SRBIJE“, Novi Sad

4.6. MOGUĆNOSTI PRIMENE IC TERMOGRAFIJE U DIJAGNOSTICI I ISPITIVANJU ŽELEZNIČKIH SISTEMA 197
Ivan RANĐELOVIĆ, Nenad PAVLOVIĆ, Mašinski fakultet, Niš

4.7. PRIMENA HOLOGRAFSKE INTERFEROMETRIJE ZA ANALIZU VIBRACIJA KOD ŽELEZNIČKIH SISTEMA 201
Emina PETROVIĆ, Nenad PAVLOVIĆ, Mašinski fakultet, Niš

4.8. POKAZATELJI ODRŽAVANJA PUTNIČKIH VAGONA HŽ PUTNIČKOG PRIJEVOZA U TROGODIŠNJEM RAZDOBLJU 205
Milan BRKIĆ, Mario ŠIMIĆ, HŽ Putnički prijevoz d.o.o., Zagreb, Hrvatska

4.9. MODIFICIRANE ELEKTRIČNE LOKOMOTIVE SERIJE 461 ŽELJEZNICA CRNE GORE – 25 GODINA EKSPLOATACIJE 209
Zoran SAVELJIĆ, Podgorica, Crna Gora

4.10. DIJAGNOSTIKA TRANSFORMATORA U ŽELEZNICI TERMOELEKTRANE “NIKOLA TESLA” 213
Nenad KARTALOVIĆ, Visoka železnička škola strukovnih studija, Beograd
Đorđe JOVANOVIĆ, Srđan MILOSAVLJEVIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla”, Beograd

Strategija i politika / Strategy and Policy

5.1. ENERGETSKA EFIKASNOST U ŽELEZNIČKOM TRANSPORTU 219
Larisa PUZOVIĆ, JP „Železnice Srbije“, Sektor za strategiju i razvoj, Beograd
Vladeta GAJIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

5.2. ANALIZA RAZLIČITIH NAČINA NABAVKE ŽELEZNIČKIH VOZNIH SREDSTAVA 223
Dragana NEŠKOVIĆ, Marko ŠARČEVIĆ, Dejan JOKSIMOVIĆ, JP "Železnice Srbije”, Beograd

5.3. SIMULACIJA UTICAJA NAKNADA ZA KORIŠĆENJE ŽELJEZNIČKE INFRASTRUKTURE NA POSLOVANJE ŽELJEZNICA REPUBLIKE SRPSKE 227
Aleksandar BLAGOJEVIĆ, Slađana OKOLIĆ, Regulatorni odbor BiH, Doboj, BIH
Zoran SARIĆ, Željeznice Republike Srpske, Doboj, BIH

5.4. DIREKTIVA 2007/59/EC I SMERNICE ZA PSIHOLOŠKU PROCENU MAŠINOVOĐA 231
Dragana STEVOVIĆ, JP „Železnice Srbije“, Beograd

5.5. MOGUĆE POSLEDICE ŽELEZNIČKOG SAOBRAĆAJA PO ŽIVOTNU SREDINU 235
Šimon ĐARMATI, Dragutin JOVANOVIĆ, Vesna ALIVOJVODIĆ, Beogradska politehnika, Beograd

5.6. ZNAČAJ INTEROPERABILNOSTI ŽELEZNIČKIH SISTEMA SRBIJE U PROJEKTIMA TRANS-BONUSA 239
Predrag PETROVIĆ, Slobodan VUKMIROVIĆ, Miroljub JEVTIĆ, Institut „Kirilo Savić“, Beograd

5.7. OCENA MODELA LIBERALIZACIJE TRŽIŠTA U DALJINSKOM ŽELEZNIČKOM PUTNIČKOM SAOBRAĆAJU PRIMENOM SWOT ANALIZE 243
Jasmina STANIŠIĆ, Mirjana BUGARINOVIĆ, Saobraćajni fakultet, Beograd

5.8. MODELI I ISKUSTVA UGOVARANJA OJP U ZEMLJAMA EU 247
Branislav BOŠKOVIĆ, Direkcija za železnice Republike Srbije, Beograd
Jelica POP-LAZIĆ, JP „Železnice Srbije“, Beograd

5.9. MODELI VLASNIŠTVA VOZNIH SREDSTAVA U FUNKCIJI OBAVEZE JAVNOG PREVOZA - PRIMER BEOGRADA 251
Jelica POP-LAZIĆ, JP „Železnice Srbije“, Beograd

5.10. PRIPREMA PROJEKTNE DOKUMENTACIJA U SKLADU SA EVROPSKIM NORMAMA - PRIMER PREDHODNIH ISTRAŽIVANJA ZA MODERNIZACIJU PRUGE TRUPALE (NIŠ)-PREŠEVO-GRANICA 255
Dragomir MANDIĆ, Saobraćajni fakultet, Beograd

5.11. PRIMENA DEA METODE ZA MERENJE EFIKASNOSTI ŽELEZNIČKIH PREDUZEĆA SA POSEBNIM OSVRTOM NA JP ”ŽELEZNICE SRBIJE” 259
Nebojša BOJOVIĆ, Slađana TIHOMIROVIĆ, Miloš MILENKOVIĆ, Saobraćajni fakultet, Beograd

5.12. SISTEMATIZACIJA VOZOVA INTERMODALNOG TRANSPORTA 263
Uglješa MILOVIĆ, Saobraćajni fakultet, Beograd

5.13. UVOĐENJE NOVIH POKAZATELJA PRODUKTIVNOSTI TERETNIH KOLA - PRIMJER ŽRS 267
Rade CVIJANOVIĆ, Saobraćajni fakultet, Beograd

5.14. IZBOR PRINCIPA NAKNADA ZA KORIŠĆENJE ŽELEZNIČKE INFRASTRUKTURE - VIŠEKRITERIJUMSKI PRISTUP 271
Mirjana BUGARINOVIĆ, Branislav BOŠKOVIĆ, Saobraćajni fakultet, Beograd

5.15. JEDAN POGLED NA STVARANJE NOVOG KONCEPTA PREVOZA PUTNIKA ŽELJEZNICOM NA RELACIJI BAR-BEOGRAD 275
Rešad NUHODŽIĆ, Željeznički prevoz Crne Gore, A.D., Podgorica, Crna Gora

5.16. AKTUELNA PROBLEMATIKA UKRŠTAJA ŽELEZNIČKE I DRUMSKE INFRASTRUKTURE 279
Aleksandar NAUMOVIĆ, Siniša MARIĆ, JP „Železnice Srbije”, Sektor za strategiju i razvoj, Beograd

Ostali aspekti železnice / Other Railway Aspects

6.1. AERODINAMIČKI EFEKAT VOZA NA OSOBE NA PERONU 285
Dragan MILKOVIĆ, Goran SIMIĆ, Mašinski fakultet, Beograd

6.2. PRISTUP PROCENI RIZIKA PRIMENOM FMEA METODE SA RAZLIČITIM RELATIVNIM VAŽNOSTIMA FAKTORA RIZIKA 289
Milovan ILIĆ, Fakultet informacionih tehnologija, Beograd
Srđan STOJIČIĆ, AD "MIN Lokomotiva", Niš

6.3. UPRAVLJANJE BUKOM U ŽELEZNIČKOM SAOBRAĆAJU GRADSKIH I PRIGRADSKIH ZONA 293
Aleksandar ZLATKOVIĆ, Mirjana AREŽINA, Srđan RUSOV, Saobraćajni fakultet, Beograd

6.4. RAZVOJ LJUDSKIH RESURSA-KLJUČ USPEHA SAVREMENE ORGANIZACIJE 297
Nataša MARKIĆEVIĆ, JP "Železnice Srbije”, Beograd

6.5. ISTRAŽIVANJE PONAŠANJA VOZAČA NA PUTNOM PRELAZU 301
Sandra KASALICA, Radisav VUKADINOVIĆ, Nikola DRAGOVIĆ, Visoka železnička škola strukovnih studija, Beograd

6.6. VANREDNI DOGAĐAJI NA PUTNIM PRELAZIMA 305
Čedomir MITIĆ, Slobodan GOJKOVIĆ, Niš

6.7. OCENA ZAVARLJIVOSTI ČELIKA POVIŠENE JAČINE I MOGUĆNOST NJIHOVE PRIMENE U ŽELEZNIČKOJ INDUSTRIJI 309
Dragan MILOSAVLJEVIĆ, Mašinski fakultet, Kragujevac
Petar MARINKOVIĆ, Zastava automobili, Kragujevac
Vukić LAZIĆ, Srbislav ALEKSANDROVIĆ, Nada RATKOVIĆ, Mašinski fakultet, Kragujevac

6.8. TEMPERATURNA OTPORNOST NR/CSM SMEŠA OJAČANIH ČAĐIMA U INDUSTRIJI ŠINSKIH VOZILA 313
Gordana MARKOVIĆ, Tigar, Pirot
Vojislav JOVANOVIĆ, Suzana SAMARŽIJA-JOVANOVIĆ, PMF, Kosovska Mitrovica
Milena MARINOVIĆ-CINCOVIĆ, Institut za nuklearne nauke Vinča, Beograd
Jaroslava BUDINSKI SIMENDIĆ, Tehnološki fakultet, Novi Sad

6.9. TEORIJSKO-EKSPERIMENTALNA PROCENA RADNOG VEKA NAVARENIH SLOJEVA IZVEDENIH AUSTENITNIM MANGANSKIM ELEKTRODAMA 317
Vukić LAZIĆ, Mašinski fakultet, Kragujevac
Milan MUTAVDŽIĆ, Preduzeće za puteve "Kragujevac" a.d., Kragujevac
Ružica NIKOLIĆ, Srbislav ALEKSANDROVIĆ, Dragan MILOSAVLJEVIĆ, Mašinski fakultet, Kragujevac

6.10. UPRAVLJANJE RIZIKOM PREVOZA OPASNIH MATERIJA ŽELEZNICOM 321
Dragoslav UGARAK, Dragutin JOVANOVIĆ, Beogradska politehnika, Beograd

6.11. REGULATOR PUNJENJA BATERIJA I NAPONA POTROŠAČA 325
Zoran ŽIVADINOVIĆ, MSnet, Niš
Savo JELIĆ, Niš
Zoran ICIĆ, Elektronski fakultet, Niš

6.12. RADIONICA ZA REGENERIZACIJU DELOVA METALIZACIJOM 329
Danilo PAUNOVIĆ, Beograd

6.13. KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE NA ELEKTRIFICIRANIM PRUGAMA „ŽELEZNICE SRBIJE“ 333
Branislav GAVRILOVIĆ, Visoka železnička škola strukovnih studija, Beograd
Aleksandar NOVITOVIĆ, “Ekosolar” d.o.o., Beograd
Vojislav VUKADINOVIĆ, JP „Železnice Srbije“, Beograd

6.14. SAVREMENI KONCEPTI KONTEJNERSKIH TERMINALA 337
Zoran MARINKOVIĆ, Dragan MARINKOVIĆ, Danijel MARKOVIĆ, Ivana KLIPA, Mašinski fakultet, Niš

6.15. MERENJE POHABANOSTI ŽELEZNIČKIH ŠINA – VAŽNA AKTIVNOST U PREVENTIVNOM ODRŽAVANJU PRUGA 341
Svetislav MARKOVIĆ, Visoka škola tehničkih strukovnih studija, Čačak
Slobodan TANASIJEVIĆ, Svetislav JOVIČIĆ, Mašinski fakultet, Kragujevac

6.16. UTICAJ SADRŽAJA EPDM KAUČUKA U EPDM/NBR SMEŠAMA OJAČANIH SILICIJUM DIOKSIDOM U INDUSTRIJI ŠINSKIH VOZILA 345
Suzana SAMARŽIJA-JOVANOVIĆ, Vojislav JOVANOVIĆ, PMF, Kosovska Mitrovica
Gordana MARKOVIĆ, Tigar, Pirot
Sandra KONSTANTINOVIĆ ,Tehnološki fakultet, Leskovac

Mladi i budućnost železnice / Youth and Future of Railway

7.1. INTERMODAL TERMINAL 351
Tsvetan GRIGOROV, VTU Todor Kableshkov, Sofia

7.2. MIRNOĆA HODA ŽELEZNIČKIH VOZILA I GEOMETRIJSKA NEISPRAVNOST PRUGE 353
Marjan STOŠIĆ, Mašinski fakultet, Niš

7.3. PRODUKTIVNOSTI TERETNIH KOLA NA ŽRS 355
Rade CVIJANOVIĆ, Saobraćajni fakultet, Beograd

7.4. ANALIZA NAKNADA ZA TERETNE I PUTNIČKE VOZOVE ZA PRISTUP I KORIŠĆENJE ŽELEZNIČKE INFRASTRUKTURE 357
Nikola STOJADINOVIĆ, Saobraćajni fakultet, Beograd

7.5. TAKSONOMIJA VOZOVA U INTERMODALNOM TRANSPORTU 359
Uglješa MILOVIĆ, Saobraćajni fakultet, Beograd

Indeks autora / Index of Authors

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON'10

COMMON SAFETY METHOD (CSM) ON RISK ASSESSMENT FOR SIGNIFICANT CHANGES TO THE RAILWAY SYSTEM IN THE EUROPEAN UNION

Dragan JOVIČIĆ[1]

Abstract *– In order to promote the harmonisation of the railway safety performance and railway regulation across Europe, the EU Legislators have approved in April 2004 the railway safety directive 2004/49/EC. That directive allocates amongst others the task of defining a Common Safety Method (CSM) on risk evaluation and assessment to the European Railway Agency. The objective of this paper is to introduce to the notion of risk and to summarise and highlight the main characteristics of the associated "Commission Regulation on a Common Safety Method on risk evaluation and assessment" (EC) N° 352/2009 published in the Official Journal of the European Union on 29th of April 2009.*

Keywords – Common safety method (CSM), systematic risk analysis, risk evaluation and assessment, mutual recognition.

1. INTRODUCTION

Even though the risk assessment and risk management techniques have deeper foundations[2], they are essentially, as they are practiced today, a post 1960s phenomenon. Insurance companies, driven by money and financial interests, first introduced the notion of risk in their decision making process. In parallel, and more or less independently, the risk assessment and risk management techniques emerged also as a necessary and proactive management tool in a number of other areas including: finance, banking, investment, telecommunications, information technology, artificial intelligence, mathematics, public policy analysis, energy, infrastructure, medicine and in particular in safety management in petrochemical industry, nuclear power[3], aviation and railways.

In most of those domains, traditionally the safety performance improvements resulted from expensive lessons learnt from accidents. Indeed, to avoid the occurrence of the same accidents, reactively competent State Regulatory Authorities imposed compliance with new laws, new codes of practice, new rules and/or new standards. With the development of the risk assessment and risk management techniques, that reactive safety management was progressively replaced by a proactive and more systematic approach to safety management. Instead of reacting to events that have happened in the past, the objective of a risk based approach is to perform a proactive and systematic

[1] Dragan JOVIČIĆ, European Railway Agency - Safety Unit – Safety Assessment Sector, 120 Rue Marc LEFRANCQ - BP 20392 - FR 59307 Valenciennes Cedex – France, e-mail: Dragan.JOVICIC@era.europa.eu.

[2] *Although the humanity was always aware about the existence of risks, the first mathematical risk studies began in the Renaissance, when people started to release themselves from constraints of the past and to challenge openly the holy beliefs. This was the epoch of the world discovery and of great explorations. People realised that their freedom of choice only depended from the actions they dared to take and that the risk was an option but not a fatality. The discovery in the XVII century of the probability theory, the mathematical cornerstone of the risk concept, enabled to start making decisions and predicting the future based on and with the help of numbers. People became able to make decisions, to defend their interests and to make business, without nevertheless a real understanding of the risk concepts or decision making principles. That step was made possible later by further mathematical developments that transformed the probability theory into a powerful tool permitting to organise, interpret and use past information combined with new one. All those tools started then to be used in XVIII century by shipping insurances which emerged as a promising and sophisticated business in London.*

[3] *The nuclear power industry has often provided a lead on safety, developing new systems, sharing information and implementing safety management for over 50 years.*

analysis of all reasonably foreseeable problems (technically called hazards) in order to identify the causes and to put in place risk control measures, before those hazards/problems occur, either to avoid their occurrence or to limit the severity of their consequence(s).

The objective of this paper is to describe the common safety method (CSM) on risk assessment [4] to be used for managing significant changes to the railway system in the European Union.

2. ROLE OF THE EUROPEAN RAILWAY AGENCY

Until beginning of 2000, Member States of the European Community have developed their own railway safety rules and railway standards, mainly on national lines, often based on national technical standards and operational concepts. This has progressively led to differences in principles, approaches and safety cultures making it difficult to break through barriers and to establish international rail transport operations. Simultaneously, the economic integration and rapid growth in trade has progressively transformed the European Union's railway transport needs. The construction of a safe and integrated railway network, without national frontiers, became one of the EU's major priorities. This requires a strong European regulation in the fields of both technical and safety requirements, the two being inextricably linked.

The European Railway Agency was set up with the aim of helping to create this integrated railway area by establishing a European approach to railway safety [5] and interoperability [6]. Its main task is to develop economically viable common technical specifications (TSI's), including the unique ERTMS signalling solution, and harmonised approaches to safety, working closely with railway sector stakeholders, national safety authorities and other concerned parties, as well as with the European institutions. All of the Agency's work is aimed at facilitating the growth and development of freight and passenger traffic by harmonising safety processes, technical procedures and reducing delays caused by incompatible national systems.

The European Railway Agency has developed the recommendation to the European Commission for a common safety method (CSM) on risk assessment [3], which is summarised in the sections here after.

3. DEFINITIONS

Many different definitions can be found for risk assessment and risk management in specialised literature, as well as in standards. The definitions below were retained in the "Commission Regulation on a Common Safety Method on risk evaluation and assessment" (EC) N° 352/2009 published in the Official Journal of the European Union on 29th of April 2009. In order to understand this paper, the following definitions from the CSM regulation on risk assessment must be recalled:

(a) "hazard" means a condition that could lead to an accident (same definition as in CENELEC EN 50126 2 guide);

(b) "risk" means the rate of occurrence of accidents and incidents resulting in harm (caused by a hazard) and the degree of severity of that harm (same definition as in CENELEC EN 50126 2 guide);

(c) "risk analysis" means systematic use of all available information to identify hazards and to estimate the risk (same definition as in ISO/IEC 73 guide);

(d) "risk assessment" means the overall process comprising a risk analysis and a risk evaluation (same definition as in ISO/IEC 73 guide);

(e) "risk evaluation" means a procedure based on the risk analysis to determine whether the acceptable risk has been achieved (same definition as in ISO/IEC 73 guide);

(f) "risk management" means the systematic application of management policies, procedures and practices to the tasks of analysing, evaluating and controlling risks (same definition as in ISO/IEC 73 guide);

(g) "safety" means freedom from unacceptable risk of harm (same definition as in CENELEC EN 50126 1 standard).

[4] *Commission Regulation (EC) No 352/2009 of 24 April 2009 on the adoption of a common safety method on risk evaluation and assessment as referred to in Article 6(3)(a) of Directive 2004/49/EC of the European Parliament and of the Counci.*

[5] *See provisions in "Railway Safety Directive 2004/49/EC" amended by the directive 2008/110/EC*

[6] *See provisions in "Railway Interoperability Directive 2008/57/EC"*

4. HARMONISED APPROACH FOR RISK ASSESSMENT - CSM REGULATION ON RISK ASSESSMENT IN EU RAILWAYS

4.1. Introduction

This section summarises the main requirements of the associated "Commission Regulation on a Common Safety Method on risk evaluation and assessment" (EC) N° 352/2009 published in the Official Journal of the European Union on 29th of April 2009.

4.2. Purpose

The purpose of the CSM on risk assessment is to contribute to the overall objective of the European Union of creating a safe and integrated railway network, without national frontiers. It facilitates the access to the market for rail transport services and enables the mutual recognition of results from risk assessment, by harmonising:

(a) the risk management processes used to assess the safety levels and the compliance with safety requirements;

(b) the exchange of safety relevant information between different actors within the rail sector in order to manage the safety across the different interfaces which may exist within this sector;

(c) the evidence resulting from the application of a risk management process.

4.3. Legal requirement for a harmonised approach

Article 6(3)(a) in safety directive 2004/49/EC explicitly requires the development of a harmonised approach for risk assessment. The application of the CSM on risk assessment is also implicitly required through:

(a) Article 9 and Annex III in safety directive 2004/49/EC which define the requirement for procedures and methods to be put in place by the railway undertakings (RUs) and infrastructure managers (IMs) in their safety management system (SMS) for managing the safety of the railway system during its operation. One of the SMS processes [see Annex III(2)(d)] explicitly requires the RU's/IM's SMS to contain procedures and methods for managing changes. The application of the CSM on risk assessment will enable the RUs and IMs to control the risks that arise from changes to the railway system;

and

(b) Article 15 in interoperability directive 2008/57/EC which identifies amongst others the need for a safe integration of structural sub-systems before authorising their placing into service. The application of the CSM on risk assessment will also enable to control the risks that arise from the integration of a sub-system into the railway system.

4.4. Strategy for developing the CSM

The safety directive 2004/49/EC acknowledges that the safety levels in the Community rail system are generally high, in particular compared to road transport. In order to ensure that these safety levels are maintained, and improved, when and where necessary and reasonably practicable, it was important:

(a) to base the development of the CSM on existing methods in the Member States that enable them to continue to achieve high safety levels;

(b) to define and agree on a harmonised process for risk assessment based on those existing methods and on European standards.

4.5. Who shall apply it?

The CSM on risk assessment shall be applied by the person in charge of implementing the change under assessment. This person, referred to as the "proposer", can be one of the following actors:

(a) the railway undertakings and infrastructure managers, in the framework of the risk control measures they have to implement in accordance with Article 4 of the safety directive 2004/49/EC;

(b) the contracting entities and the manufacturers, when they invite a notified body to apply the "EC" verification procedure in accordance with Article 18(1) of the interoperability directive 2008/57/EC;

(c) the applicant of an authorisation for placing in service of vehicles.

Where necessary, the proposer shall ensure, through contractual arrangements, that suppliers and service providers, including their subcontractors, participate in the risk management process described in the CSM.

4.6. When to apply it?

The CSM on risk assessment shall apply to any change of the railway system in a Member State, as referred to in point (2)(d)[7] of Annex III to safety directive 2004/49/EC, which is considered to be significant. This is the first question that the proposer must answer: see first diamond on Fig. 2 . If there are no notified national rules defining whether a change is significant or not in a Member State, the proposer shall decide, by expert judgement, on the significance of the change based on criteria that are provided in Article 4 of the CSM on risk assessment (see Fig. 1): *"failure consequence, novelty used in implementing the change, complexity, monitoring and reversibility of the change"*. If the change is not significant, the CSM does not need to be applied but the decision needs to be documented to allow the national safety authority to check it during inspections. For non significant changes, the expert judgement shall always evaluate whether the sum of all non significant changes since the last application of the CSM becomes a significant change when added up.

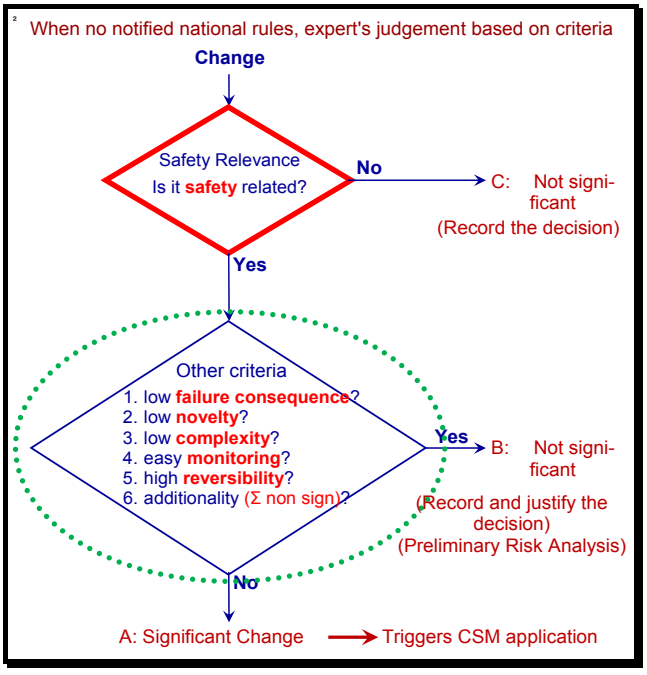


Fig. 1 . Use of criteria in Article 4 for assessing the significance of a change

4.7. Harmonised CSM process

In order to enable the mutual recognition of the results and to ensure that the existing safety levels are maintained in the Community rail system, the CSM harmonises the process for risk assessment. It specifies only **what** requirements must be fulfilled **without specifying how** to fulfil them. As illustrated in Fig. 2, this harmonised process is a typical iterative risk management process. It is structured around the following three main steps:

(a) based on the definition of the system under assessment, the systematic identification of:
  (1) all reasonably foreseeable hazards for the whole system under assessment (e.g. using wide-ranging expertise from a competent team), its functions where appropriate and its interfaces;
  (2) the associated safety measures, and;
  (3) the resulting safety requirements;

(b) the risk analysis and the risk evaluation, based on three existing risk acceptance principles;

(c) the demonstration of the system compliance with the identified safety requirements.

In addition to these classical steps, the following ones were specified in the CSM process, mainly to enable the mutual recognition of results from such risk assessments:

(a) the hazard management documentation using "hazard records" both for controlling the exchange of safety requirements between the different actors involved in the significant change (interfaces), as well as for managing the status of the hazards under the proposer's responsibility;

(b) an independent assessment by an assessment body of the correct application of the overall CSM process.

As the railways are organised into separate railway undertakings and infrastructure managers, supported by different sub-contractors (e.g. entities in charge of maintenance, keepers, manufacturers, service providers, etc.), it was also important to identify clearly the requirements, roles and responsibilities of the different actors involved at the interfaces.

4.8. Existing Risk Acceptance Principles

Again in order to ensure that the existing safety levels are maintained in the Community rail system, the CSM on risk assessment is based on existing methods for controlling the identified hazards and the associated risks. It allows one of the following three risk acceptance principles to be used interchangeably (i.e. without any order of priority being specified) during the risk analysis and risk evaluation step:.

[7] *Annex III(2)(d): the RU/IM SMS shall contain "procedures and methods for carrying out risk evaluation and implementing risk control measures whenever a change of the operating conditions or new material imposes new risks on the infrastructure or on operations". The change can thus be of technical, operational or organizational nature.*

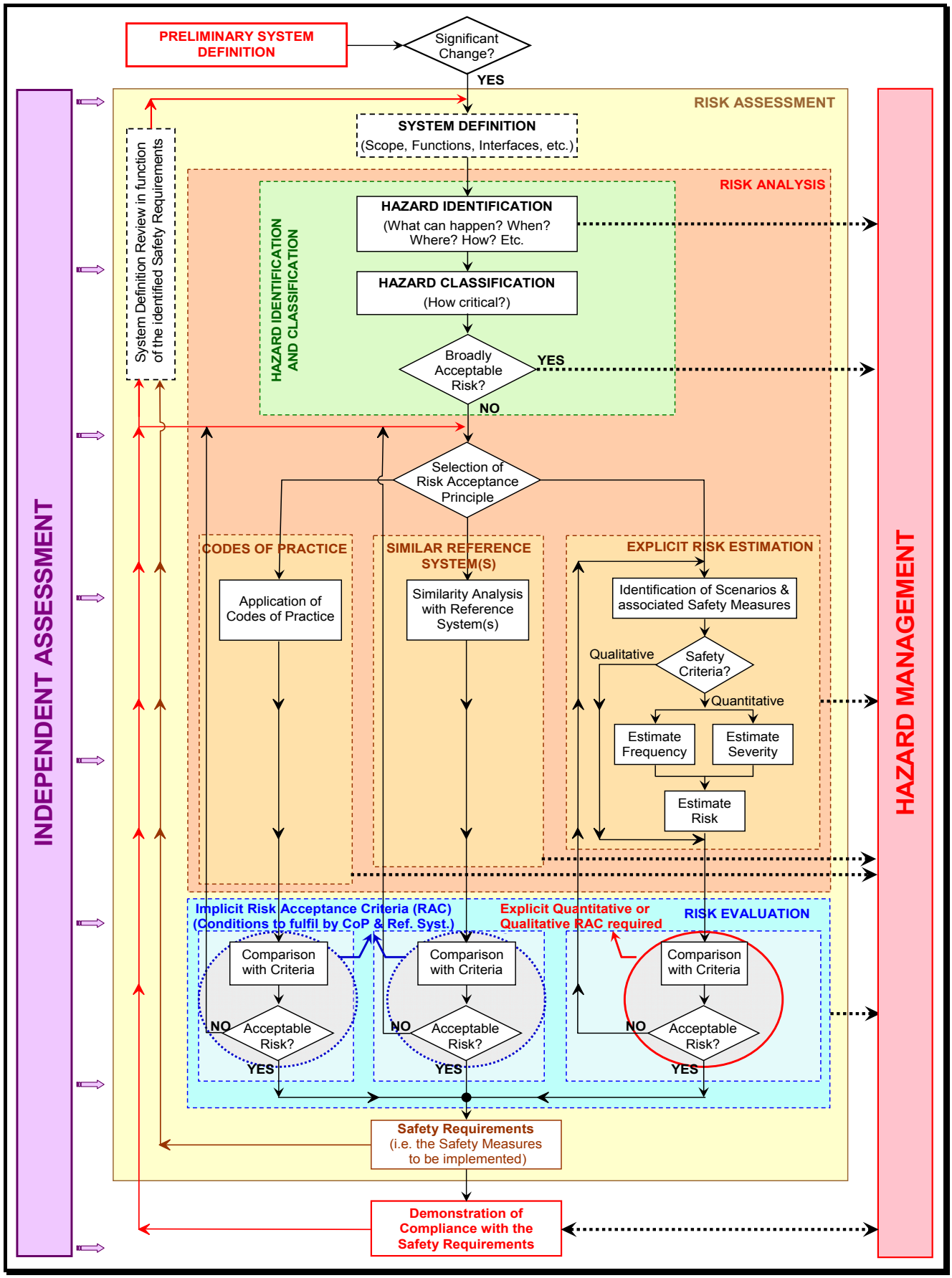


Fig. 2 . Risk management process and independent assessment.

(a) codes of practice (TSI, Notified National Rules, European Standards);

(b) comparison with similar reference systems;

(c) explicit risk estimation and harmonised risk acceptance criteria.

The link between the hazard and the risk acceptance principle applied for controlling it shall be registered in the hazard record to help with the accountability of the decision making process. This is a key issue for the mutual recognition of the results of the application of CSM on risk assessment.

It should be noted that the level of detail of the hazard identification will depend on the risk acceptance principle and risk acceptance criteria used by the proposer for controlling the identified hazards

4.9. Entry into force of the Commission CSM Regulation on risk assessment

The associated "Commission Regulation on a Common Safety Method on risk evaluation and assessment" (EC) N° 352/2009 was published in the Official Journal of the European Union on 29th of April 2009. Due to the relative novelty of some aspects of the formal CSM process for risk assessment, this CSM Regulation will have a gradual implementation. To help this, its application took effect on 19 July 2010:

(a) to all significant technical changes affecting vehicles as defined in Article 2(c) of Directive 2008/57/EC;

(b) to all significant changes concerning structural sub-systems, where required by Article 15(1) of Directive 2008/57/EC or by a TSI.

The CSM Regulation remains voluntary with respect to operational or organisational changes until 1 July 2012, in order to give sufficient time to the actors concerned, where needed, to learn and apply the new common approach as well as to gain experience from it.

5. CONCLUSIONS

Differences between the railway safety cultures, safety rules, safety standards, operational principles and incompatible national systems have hindered for long the trans-border railway operations between the European Member States. To overcome those difficulties and create a single, safe and integrated European railway network, the European legislators have decided among others to harmonise the risk assessment and risk management process across Europe. The associated common safety method on risk assessment is a proactive, systematic and transparent risk based method. It allows the application of one among three existing risk acceptance principles (*codes of practice, comparison to similar reference systems and explicit risk estimation*) for controlling the identified hazards and associated risks. It enables the mutual recognition of results from risk assessments and permits to request additional assessments and demonstrations, only when differences exist in operation or between Member States. They shall thus facilitate the access to the market for rail transport services by reducing the costs of additional necessary safety assessments and safety demonstrations.

REFERENCES

[1] European Commission, "Directive 2004/49/EC of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on safety on the Community's railways", European Commission, 2004, amended by the "Directive 2008/110/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008" - http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:220:0016:0039:EN:PDF

[2] European Commission, "Directive 2008/57/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 on the interoperability of the rail system within the Community", European Commission, 2008 - http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:191:0001:0045:EN:PDF

[3] European Commission, "Commission Regulation (EC) No 352/2009 of 24 April 2009 on the adoption of a common safety method on risk evaluation and assessment as referred to in Article 6(3)(a) of Directive 2004/49/EC of the European Parliament and of the Council", European Commission, 2009 - http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:L:2009:108:SOM:EN:HTML

[4] European Railway Agency, "Guide for the application of the Commission Regulation on CSM on risk assessment", European Railway Agency, 2009 - [1] http://www.era.europa.eu/Document-Register/Pages/guide-for-application-common-safety-method-risk-assessment.aspx

[5] European Railway Agency, ,"Collection of examples of risk assessments and some possible tools supporting the CSM". European Railway Agency, 2009 - http://www.era.europa.eu/Document-Register/Pages/collection-examples-risk-assessments-tools-common-safety-method-regulation.aspx

[6] A. Villemeur: "Sûreté de Fonctionnement des systèmes industriels", Edition Eyrolles Paris, 1987,

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON'10

"KORRIDOR X PLUS" ON THE CHALLENGE OF PAN-EUROPEAN CORRIDOR X

Thomas WIMROITHER[1]

Abstract *– This article focuses on the railway axis of Pan-European Corridor X, its advantages, deficiencies and challenges from the perspective of the Association "Korridor X PLUS".*

Keywords – Corridor, Railway, Europe, Asi, Borders

1. ORIGIN

The Association "Korridor X PLUS" was formed in January 2009 as follow-up organisation of the former partnership of railway (and infrastructure) companies "ARGE Korridor X" (2001-2008). The foundation of the ARGE was based on the decisions taken at the 2nd Pan-European Conference of Crete in March 1994 and the 3rd Pan-European Conference at Helsinki in June 1997.

2. GEOGRAPHICAL AREA OF ACTIVITY

3. VISION AND MISSION

3.1. Vision

Our vision is to enhance the attractiveness and quality of the transport routes that connect people and markets from Central Europe to South Eastern Europe and the Asian continent.

3.2. Mission

We connect and strengthen our regions by selective market and research projects to ensure that people and goods in Europe, which is growing together, can be transported safely, economically and quickly to their destinations.

4. MEMBERS

Current members of the Association are:

GKB	Graz-Köflacher Railways
HZ	Croatian Railways
NRIC	Bulgarian National Railway Infrastructure Manager
ÖBB	Austrian Federal Railways – ÖBB-Infrastruktur AG
SZ	Slovenian Railways
ZS	Serbian Railways

The Association closely works together with

PETC X	Steering Committee of Pan-European Corridor X
CER	Community of European Railway and Infrastructure Companies, Brussels

5. OVERALL OBJECTIVE

Overall Objective of 'Korridor X PLUS" is to attract more passengers and freight to Corridor X.

Main priorities are:

5.1. Cutting Running Times

Satisfying running times for freight trains between Central and South Eastern Europe as well as Asia are very essential for trans-national economic relations. 36 hours between Salzburg and Thessaloniki as well as 48 hours between Salzburg and Istanbul-Halkali seem to be achieveable in the near future.

[1] Thomas WIMROITHER, Secretary General of the Association "Korridor X PLUS", A-1020 Wien, Nordbahnstraße 50, t.wimroither@kx-plus.com.

5.2. Corridor X Product Catalogue and Network Access Description

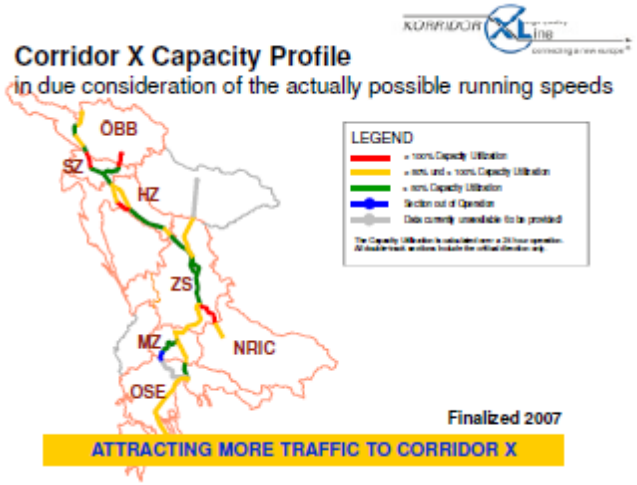
A product catalogue of a corridor as well as a description of (the network access to) the corridor are valuable marketing tools for showing the facilities, services and pluses of such a transport axis. Such corridor-specific information is published on the Association's webpage www.kx-plus.com.

5.3. Assessment and Use of Market Potentials

In order to attract additional traffic to Corridor X it is indispensable to know the market potentials, which are regularly evaluated by the members.

5.4. Assessment of Available Infrastructure Capacity

Bottlenecks are the weakest points along every corridor influencing traffic flows on whole corridor sections. In the field of railways bottlenecks are shown using a capacity profile.



5.5. Co-ordination of Infrastructure Investments

The members of "Korridor X PLUS" act in favour of a common position on infrastructure investments and they jointly define projects such as

- EUROPTIRAILS (international train monitoring and reporting system) providing real-time train information
- technical improvement or even elimination of level railway crossings
- construction of loop lines in order to separate freight traffic from passenger traffic in bigger sations or nodes
- modernization of signal boxes and traffic control units
- improvement of telecommunication facilities elimination of speed restrictions
- hot-box-detectors, automated train checkpoints etc. etc.

Such topics for smaller and medium-sizeinvestment projects can be funded by the European Investment Bank and other institutions.

5.6. Establishing One Stop Shops (OSS)

One Stop Shops in each country ensure a coordinated approach to customers along the corridor.

5.7. Cutting Stops in Border Stations

Border stops are part of the overall transport time between train origin and destination. Therefore shortest possible stops in border stations are vital for the attractiveness and competitiveness of Corridor X.

6. BORDERS HAMPER TRAFFIC FLOWS

Route	Via	No. of border crossings			
		EU-EU	EU-NonEU and v.v.	NonEU-NonEU	Total
Austria – Turkey	HU RO BG	3	1	0	4
	HU SRB BG	1	3	0	4
	SLO HR SRB BG	1	3	1	5
Austria – Greece	HU RO BG	4	0	0	4
	HU SRB BG	2	2	0	4
	SLO HR SRB BG	2	2	1	5
	SLO HR SRB FY-ROM	1	2	2	5

Optimal border procedures are a key requirement for the competitiveness of Corridor X.

7. VOLUMES ALONG CORRIDOR X

Month	No. of freight trains		
	>A>SLO> HR>SRB>	>A>SLO>	>A-HU> (Cor. IV)
July 2009	23	554	790
July 2010	21	700	899
+/- in %	-9%	+26%	+14%

8. LATEST NEWS

At the opening of the latest General Assembly of "Korridor X PLUS" held on June 18th, 2010 in Belgrade Mr. Milovan Markovic, Director General of Serbian Railways said: "If we want to achieve results on Corridor X, we'll need to coordinate ourselves well and to work together closely. Serbian Railways will do their best to implement the common goals for quality improvement on this important pan-European rail axis."

The participants were railway representatives from Austria, Slovenia, Croatia, Serbia, Bulgaria and, furthermore, Mr. Matteo Mussini, representative of the Community of European Railway and Infrastructure Companies (CER) in Brussels.

After an extensive expert analysis of the current situation on this important European transport axis the declaration for development of the pan-European railway Corridor X was adopted. With this document, the members of the Association want to emphasise the importance of Corridor X as a link for people and markets of Central- and South East Europe through to the Asian continent.

The declaration shows the fields of activity and the top priorities of the current and future action programmes with the objective of increasing the competitiveness of this railway line of European importance.

The biggest challenge for the railways is to gradually increase the Corridor's attractiveness.

The success, of which "Korridor X PLUS" is convinced as trans-national initiator, will raise the economic potential of the neighbouring regions substantially.

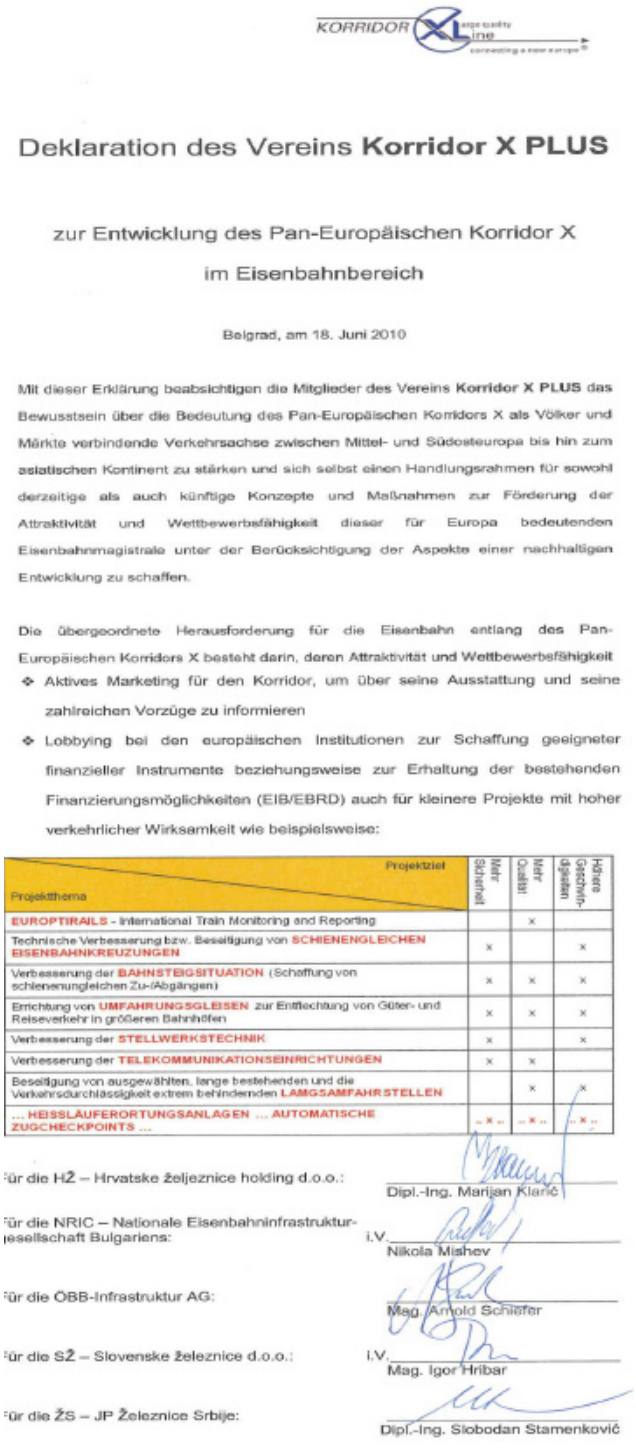
The core issues of the declaration are:

- Achievement of acceptable travel and transport times by cutting running times and border stops,
- Coordination of infrastructure projects,
- Establishment of further technical infrastructure developments by innovations, whereby the distance to the European standard can gradually be reduced.

The adopted document pictures activities such as taking advantage of market potentials in order to attract more trains to Corridor X and active marketing in order to inform about the corridor's facilities and its numerous benefits.

Particular emphasis was given to the necessity of lobbying activities with relevant European institutions aiming to support (also financially – for example by the European Investment Bank EIB or the European Bank for Reconstruction and Development EBRD) and to accelerate smaller projects with large optimization potential.

The Association "Korridor X PLUS" will take up the mentioned tasks with full commitment and make the maximum possible contribution to achieve the targets.



Deklaration des Vereins **Korridor X PLUS**

zur Entwicklung des Pan-Europäischen Korridor X

im Eisenbahnbereich

Belgrad, am 18. Juni 2010

Mit dieser Erklärung beabsichtigen die Mitglieder des Vereins **Korridor X PLUS** das Bewusstsein über die Bedeutung des Pan-Europäischen Korridors X als Völker und Märkte verbindende Verkehrsachse zwischen Mittel- und Südosteuropa bis hin zum asiatischen Kontinent zu stärken und sich selbst einen Handlungsrahmen für sowohl derzeitige als auch künftige Konzepte und Maßnahmen zur Förderung der Attraktivität und Wettbewerbsfähigkeit dieser für Europa bedeutenden Eisenbahnmagistrale unter der Berücksichtigung der Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung zu schaffen.

Die übergeordnete Herausforderung für die Eisenbahn entlang des Pan-Europäischen Korridors X besteht darin, deren Attraktivität und Wettbewerbsfähigkeit

- Aktives Marketing für den Korridor, um über seine Ausstattung und seine zahlreichen Vorzüge zu informieren
- Lobbying bei den europäischen Institutionen zur Schaffung geeigneter finanzieller Instrumente beziehungsweise zur Erhaltung der bestehenden Finanzierungsmöglichkeiten (EIB/EBRD) auch für kleinere Projekte mit hoher verkehrlicher Wirksamkeit wie beispielsweise:

Projektziel / Projektthema	Mehr Sicherheit	Mehr Qualität	Höhere Geschwindigkeiten
EUROPTIRAILS - International Train Monitoring and Reporting		x	
Technische Verbesserung bzw. Beseitigung von SCHIENENGLEICHEN EISENBAHNKREUZUNGEN	x		x
Verbesserung der BAHNSTEIGSITUATION (Schaffung von schienengleichen Zu-/Abgängen)	x	x	x
Errichtung von UMFAHRUNGSGLEISEN zur Entflechtung von Güter- und Reiseverkehr in größeren Bahnhöfen	x	x	x
Verbesserung der STELLWERKSTECHNIK	x		x
Verbesserung der TELEKOMMUNIKATIONSEINRICHTUNGEN	x	x	
Beseitigung von ausgewählten, lange bestehenden und die Verkehrsdurchlässigkeit extrem behindernden LAMGSAMFAHRSTELLEN		x	x
... HEISSLÄUFERORTUNGSANLAGEN ... AUTOMATISCHE ZUGCHECKPOINTS ...	.. x ..	.. x ..	.. x ..

Für die HŽ – Hrvatske željeznice holding d.o.o.: Dipl.-Ing. Marijan Klarić

Für die NRIC – Nationale Eisenbahninfrastruktur-gesellschaft Bulgariens: i.V. Nikola Mishev

Für die ÖBB-Infrastruktur AG: Mag. Arnold Schiefer

Für die SŽ – Slovenske železnice d.o.o.: i.V. Mag. Igor Hribar

Für die ŽS – JP Železnice Srbije: Dipl.-Ing. Slobodan Stamenković

Literature

[1] www.kx-plus.com

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON '10

IREGULATIVA ŽELEZNIČKOG TRANSPORTA: PRESEK STANJA I SMERNICE ZA BUDUĆE UREĐENJE

Dejan LASICA[1]
Slobodan ROSIĆ, Siniša TRKULJA, Branislav BOŠKOVIĆ[2]

Rezime *– Trenutno stanje zakona i podzakonskih propisa Srbije u oblasti železničkog transporta karakteriše zastarelost i neusklađenost sa evropskim zakonodavstvom, neujednačenost u obradi pojedinih oblasti, preregulisanost u jednim a neregulisanost u drugim područjima, deskriptivnost, terminološka neuređenost itd. U radu je izvršena geneza zakonodavstva i analiza ključnih zakona u ovoj oblasti: Zakona o železnici i Zakona o bezbednosti u železničkom saobraćaju kao i podzakonskih propisa koji iz njih proističu. Predložene su smernice za izradu novih istoimenih zakona uključujući i prilagođavanje sa evropskom regulativom u ovoj oblasti.*

Ključne reči – regulativa, železnički transport, analiza, smernice

1. UVOD

Regulativa u bilo kojoj oblasti uređuje odnose i poziciju učesnika u tom sektoru, procedure i tehničke elemente sistema. Ona u svojim brojnim oblicima, od skupštinskih zakona preko ministarskih naredbi do opštinskih podzakonskih normativnih akata, predstavlja jedan od najznačajnijih instrumenata državne uprave. Poslednjih decenija zemlje članice EU izgradile su vrlo kompleksne sisteme regulative čije je delovanje od ključnog značaja za održavanje i poboljšanje kvaliteta života građana i razvoj privrednih aktivnosti. Razvoj regulativnih sistema je nužnost ukoliko se želi uspešan odgovor državne uprave na različite interese i vrednosti modernog društva. Internacionalizacija donošenja pravila tera vlade da preispitaju valjanost svoje tradicije regulative. Kvalitet odluka jedne vlade postaje predmet brige drugih zemalja, povezanih delovanjima koja se protežu preko granica ili sporazumima o usaglašavanju, poštovanju ili koordinaciji regulativa. Čak i u sredinama sa stabilnom upravom sastavljanje valjanih zakona i drugih propisa predstavlja izuzetno težak zadatak. Neke zemlje članice EU već duži period nastoje da poboljšaju svoju zakonodavnu i regulativnu upravnu praksu. I ni jedna od njih nije u potpunosti zadovoljna rezultatima. S obzirom na situaciju u kojoj su se mnoge zemlje bivše Jugoslavije, a posebno Srbije, našle u poslednjoj deceniji 20. veka taj zadatak je bio još teži, a pri tom praćen jakom potrebom za uspostavljanje valjane zakonodavne i regulativne prakse. Ovo je posebno teško kod sistema koji su u reformi i tranziciji kao što je železnica. I ne samo u Srbji već u celoj EU. Zato je značaj ove teme za Srbiju izuzetan a problem težak.

2. GENEZA RAZVOJA ŽELEZNIČKE REGULATIVE U SRBIJI SA ANALIZOM

Za rešavanje problema od izuzetnog značaja je dobro poznavanje njegove geneze razvoja. Postoje četiri glavna područja zakonske regulative u oblasti železnice:

1) građenje železničke infrastrukture
2) institucije i organizacija železničkog sektora
3) tehnički propisi i bezbednost železničkog saobraćaja
4) odnosi prevoznika i komintenata (komercijalni propisi)

Zakonsko regulisanje ovih oblasti je moguće kroz opšte zakone (koji se ne odnose samo na železnicu) ili kroz posebne zakone koji isključivo regulišu oblast železničkog saobraćaja. Prvi specifično „železnički“ zakon donesen u Srbiji je „Železničko-policijski zakon“ od 30. juna 1884. godine. Ovaj zakon je regulisao tehničke propise i bezbednost železničkog saobraćaja na našim budućim železnicama. Ovu materiju sa pravom je država smatrala za najvažniju koja se mora urediti posebnim zakonom. Ostale oblasti su tada, s obzirom da je gradnja i eksploatacija prvih srpskih železnica poverena privatnoj francuskoj kompaniji, regulisane opštim zakonima ili nižim pravnim aktima. Međutim kada je nakon nekoliko godina došlo do nacionalizacije železnice i formiranja državne železničke uprave bilo je neophodno regulisati i organizaciju železničkog sektora i odgovarajuće

[1] Dejan Lasica, Ministarstvo za infrastrukuru, Nemanjina 22-26, Beograd, dejan.lasica@mi.gov.rs
[2] Slobodan Rosić, Siniša Trkulja, dr Branislav Bošković, Direkcija za železnice, Nemanjina 6, Beograd

institucije. Zato je 1892. godine donet „Zakon o uređenju Direkcije Srpskih državnih železnica“ koji je detaljno uredio ova pitanja. Tim zakonom je oformljen i takozvani Tarifni odbor koji je zakonom definisan kao posebno telo za pitanja železničkih tarifa ili savremenom terminologijom rečeno kao nezavisno regulatorno telo. Iako je danas raširena (pogrešno) mišljenje da je postojanje regulatornog tela na železnici isključivo vezano za pojavu privatnih operatora takvo telo traba da reguliše i odnose države i državnog preduzeća. Mada je prošlo samo nekoliko godina od nastanka železnice u Srbiji našim prethodnicima je bilo jasno da je za ekonomiju zemlje kako odsustvo kontrole tako i direktna kontrola vlade nad tarifama državnih železnica dugoročno loše rešenje.

Slično stanje je ostalo i u novoformiranoj Kraljevini SHS/Jugoslaviji sa razlikom što konkretnu organizaciju državnih železnica više nije uređivao zakon već je utvrđivana uredbom (bilo ih je više a interesantno je da nijedna nije potpuno sprovedena u praksi). U ovom periodu je i posle više neuspešnih pokušaja napuštena ideja da se program izgradnje železničkih pruga utvrđuje zakonom. Utvrđivanje takvog zakona je trajalo jako dugo uz ogromne probleme a rezultat je bio akt koji u praksi nije bilo moguće sprovesti.

Nakon uvođenja socijalističkog sistema posle II svetskog rata prvo je ukinut Tarifni odbor kao institucija nepotrebna u planskoj privredi. Zatim su i ostali zakoni prilagođavani novom društvenom poretku i uvođenju samoupravljanja. Ovi procesi su izazvali velika lutanja i česte promene u organizaciji železnice i regulativi. Mnoge promene nisu sprovedene do kraja a već su pravljene nove što je dovelo do nesređenosti i neusklađenost u propisima. Karakteristično za ovaj period je, u skladu sa procesom razvoja samoupravljanja i „odumiranja države“, sve veće „samoregulisanje“ železnice i gubljenje jasne granice između nadležnosti države i preduzeća.

Početkom devedesetih godina sa propadanjem socijalističkog državnog uređenja i raspadom jugoslovenske federacije nametnula se potreba veće promene zakonske regulative u oblasti železnice. Zato su u tom periodu donesena dva nova najvažnija akta u oblasti železničkog saobraćaja: Zakon o železnici Republike Srbije (1991) i savezni Zakon o bezbednosti železničkog saobraćaja (1999). Iako je tih godina već bilo sasvim jasno da su na železnicama neophodne velike reforme, a procesi promena su uveliko i počeli u evropskim zemljama, ovi zakoni na žalost nisu išli u tom pravcu već su predstavljali korak u nazad. Oni u stvari i nisu pisani sa namerom da se sistemski postave nove osnove u železničkom sektoru već su uglavnom bili izraz aktuelnih političkih zahteva. Zakon o železnici je prevashodno donesen da bi se tadašnji ŽTP Beograd pretvorio u javno preduzeće pod jakom državnom kontrolom i koje bi poput ostalih velikih sistema u zemlji postalo instrument državne politike. Zato su po njemu Srpske železnice tj. JŽTP Beograd organizovane kao veoma centralizovano preduzeće, sa potpuno piramidalnom strukturom i bez ikakvih nadležnosti nižih jedinica na terenu. Pored toga organizacija je postavljena po tehnološkim linijama sa vrlo slabim mogućnostima tržišnog poslovanja i kontrole troškova. Dramatičan pad nivoa usluge i drastičan rast troškova poslovanja železnice koji je usledio devedesetih godina je dobrim delom i rezultat ovakvog zakonskog rešenja. Drugi razlog donošenja ovog zakona je bio da se dobije zakonska podloga za rad republičkih inspekcijskih organa. Zakon koji je regulisao ova pitanja je bio nadležnost (tada još postojećih) saveznih organa pa se usled nesposobnosti da se to pitanje sistemski reši pribeglo palijativnom rešenju i ubacivanju pojedinih tehničkih normi u ovaj zakon iako to uopšte nije oblast koju ovaj zakon treba da tretira. To je samo još više doprinelo nesređenosti i konfuziji železničkog sektora u Srbiji.

I drugi zakon, koji se odnosi na bezbednost železničkog saobraćaja, je više pisan sa namerom da se sačuva značaj saveznih organa u vreme kada se centar moći sve više premešatao na republički nivo. Rezultat toga je jedan veoma opširan i ambiciozan zakon koji uopšte nije bio u skladu sa realnom situacijom u železničkom sektoru i sa stvarnim kapacitetima države. Mnoge tehničke parametre je definisao po veoma visokim standardima bez ikavog realnog sagledavanja materijalnih ulaganja koje to traži i mogućnosti da se ona obezbede. Neke odredbe, poput one da za industrijske pruge važe isti standardi i propisi kao i za javne, bez ikavog pravog razloga drastično povećavaju troškove železničkog sistema. Zato nije ni čudo da je ovaj zakon bio teško primenljiv u praksi a većina podzakonskih akata koje je on predvideo nije nikad donesena. Uz to ovaj zakon je već tada odstupao od savremenog pristupa toj oblasti. U njemu se više insistira na formalnim procedurama nego na stvarnom upravljanju bezbednošću železničkog saobraćaja.

Godine 2005. je Republika Srbija donela nov Zakon o železnici. On je usvoji potpuno nove principe organizacije železničkog sektora prema relevantnim evropskim direktivama. Na žalost ovaj zakon se u praksi ne primenjuje u potpunosti. Prema iskustvu u drugim zemljama sva pitanja nisu odmah precizno definisana već je ostavljeno da se nakon nekoliko godina prema stečenom iskustvu on dopunjava i menja. Međutim, posle više od pet godina primene nije došlo do dopuna ovog zakona tako da mnoge odredbe ne mogu da se (kvalitetno) primenjuju u praksi. Ni JP Železnice Srbije nisu transformisane u skladu sa ovim zakonom što obesmišljava mnoge njegove delove. U stvari železnica i danas u praksi funkcioniše mnogo više prema prethodnom lošem zakonu. Ne treba posebno naglašavati koliko to negativno utiče na stanje železnice u Srbiji i koliko je važno brzo promeniti ovu situaciju. U međuvremenu je došlo vreme da se u naše

zakonodavstvo ugrade i nove direktive EU relevantne za železnički saobraćaj. Potrebno je što pre doneti dopune i izmene aktuelnog zakona o železnici koje će nas uskladiti sa EU. One moraju i da precizno definišu zadatke i nadležnosti regulatornog tela kako bi ono, posle skoro 70 godina, moglo ponovo da funkcioniše u praksi.

Još je urgentnija potreba donešenje potpuno novog Zakona o bezbednosti železničkog saobraćaja. U ovoj oblasti se ne sme dozvoliti nepridržavanje zakonskih normi a to je nemoguće postići sa postojećim zakonom. Ali treba napomenuti da glavni razlog za menjanje zakona o bezbednosti železničkog saobraćaja nije ugrožena bezbednost na železnici. Zvanična statistika o broju vanrednih događaja ne ukazuje na to. Iako ove podatke treba tumačiti kritički, zbog velikog pada obima saobraćaja i smanjenja prosečne brzine na našim prugama u odnosu na prethodne periode, sigurno je da je bezbednost železničkog saobraćaja u Republici Srbiji na zadovoljavajućem nivou. Glavni razlog za promenu ovog zakona je neophodnost njegovog usaglašavanja sa aktuelnom organizacijom železničkog sektora, promena neefikasnih, komplikovanih i zastarelih propisa i procedura kao i neophodno usklađivanje sa savremenom evropskom praksom.

Što se tiče ostalih oblasti (izgradnja infrastrukture i odnosi prevoznika i komintenata) njih će uglavnom pokrivati opšti zakoni koji tretiraju ove oblasti.

3. ZAKON O ŽELEZNICI KAO SISTEMSKI ZAKON ŽELEZNIČKOG SEKTORA

3.1. Postojeće stanje u Srbiji

Zakon o železnici (2005) i Odluka o osnivanju javnog preduzeća za upravljanje javnom železničkom infrastrukturom i obavljanje javnog prevoza u železničkom saobraćaju (2005) čine jednu celinu i deo su novog koncepta železničkog sektora u Srbiji. koja je definisana 2005. godine kada su i objavljeni. Osnovni razlozi za donošenje ovih akata su bili neophodnost usklađivanja nacionalnog zakonodavstva sa onim u EU kao pretpostavka daljeg funkcionisanja železnice u Srbiji u odnosu na okruženje i uslovljenost dobijanja zajmova evropskih banaka sa novim rešenjima EU u ovoj oblasti.

U trenutku pisanja ovog zakona na snazi su bile direktive 91/440/EEZ, 95/18/EEZ i 95/19/EEZ kao i tzv. Prvi paket direktiva (2001/12/EC, 2001/13/EC i 2001/14/EC) koje je trebalo implementirati u Zakon o železnici Srbije. Zakon je obuhvatio samo direktive 91/440/EEZ, 95/18/EEZ i 95/19/EEZ i njihova rešenja. Nakon toga je usledio drugi paket **(**2004/49/EC**,** 2004/50/EC, 2004/51/EC i Uredba EC 881/2004) i treći paket direktiva **(**2007/58/EC i 2007/59/EC i Uredba 1371/2007) sa novim rešenjima koje je potrebno uvesti u srpsko zakonodavstvo.

Najvažnija nova rešenja iz Zakona o železnici (2005) su data u području infrastrukture i odnose se na sledeće: (1) otvara se tržište na železničkoj infrastrukturi i Upravljač železničke infrastrukture mora da obezbedi pristup i korišćenje infrastrukture svim zainteresovanim prevoznicima uz plaćanje naknade, (2) definisan je pojam i izvršena podela na javnu i industrijsku železnicu u msislu dostupnosti korisnicima, (3) uvedena je nova kategorizacija infrastrukture, (4) definisani su subjekti koji mogu imati svojstvo upravljača javne železničke infrastrukture i propisani uslovi koje upravljač mora da ispunjava a koji se odnose na licencu i sertifikat o bezbednosti, (5) definisana je procedura pristupa na železničkoj infrastrukturi, (6) utvrđeni su uslovi za zaključivanje ugovora o korišćenju javne železničke infrastrukture, elementi tog ugovora i momenat zaključivanja ugovora (7) definisano je finansiranje infrastrukture, (8) utvrđeni su postupak i način dodele trase na javnoj železničkoj infrastrukturi, kriterijumi za dodelu trase, (9) utvrđieni su kriterijumu za određivanje visine naknade za korišćenje železničke infrastrukture i data ovlašćenja upravljaču, odnosno Vladi da utvrdi metodologiju za obračun naknada, itd.

Najvažnije nove odrebe Zakona koje se odnose na prevoznika su one o uslovi za dobijanje licenci i sertifikata za bezbednost, uvođenje pojma obaveze obaveze javnog prevoza i procedura nadoknade za nerentabilne prevoze.

Zakonom je osnovana Direkcija za železnice (počela da radi 2005. godine) kao Vladino telo koje treba da obavlja licenciranja, sertificiranja, pisanja podzakonskih akata, regulatornu funkciju, bezbednosnu funkciju i dr.

3.2. Koncept železničkog sektora u EU

Koncept uređenja železničkog sektora EU je promovisan sa direktivom EEZ 1991/440 i već dobro poznat. Ovde spomenimo samo osnovna načela i rešenja u izgradni jedinstvenog evroposkog železničkog prostora: (1) znatno veća samostalnost preduzeća u odlučivanju koje će se sinhronizovati sa njihovim osposobljavanjem za tržišno poslovanje, (2) funkciju upravljanja infrastrukturom organizovati kao preduzeće koje će na sebe preuzeti odgovornost za troškove tekućeg poslovanja, a država za razvoj i investiciono održavanje, (3) funkciju (preduzeće) transporta organizovati na tržišnim principima poslovanja uz obavezu države za osposobljavanje preduzeća za samostalno poslovanje, (4) definisati, uvesti i regulisati pojam obaveze javnog prevoza (PSO) za železničko preduzeće koje se bavi prevozom putnika, (5) ukoliko država smatra da je zadržavanje neke linije od javnog interesa, ona na osnovu prethodnog može obavezati železničko preduzeće da održava datu liniju pod određenim i dogovorenim uslovima a obaveze, i jedne i druge strane, definisati

ugovorom u koji će ući i nadoknada za železničko preduzeće zbog nerentabilnosti održavanja iste linije, (6) Samostalno formiranje cena osim za određene vrste prevoza (određene kategorije lica u putničkom saobraćaju, prigradskom saobraćaju, kombinovani transport) za koje će se ugovorom definisati nadoknada i uslovi prevoza, (7) finansijska konsolidacija postojećeg državnog preduzeća uključujući i rešavanje problema dugova.

3.3. Smernice za izradu novog Zakona o železnici

Šta je bilans rešenja Zakona o železnici iz 2005. godine odnosno šta je realizovano do danas. Uvođenje konkurencije na srpskim železnicama nije zaživelo, iako su doneti svi akti koji su potrebni za takav potez. Slična je, doduše, situacija i u ostalim zemljama bivše Jugoslavije. Glavni razlozi leže u nespremnosti nacionalnih železnica da se suoče sa konkurencijom. Međutim, često se plasira neopravdano teza da će strani operatori uništiti domaćeg, a time se zapravo želi sakriti namera da se ništa ne menja, odnosno da se prolongira transformacija nacionalnog preduzeća u privredni subjekt koji je sposoban da na tržištu bude konkurentan.

Iako je JP Železnice Srbije jedini upravljač infrastrukture, još uvek nisu podneti zahtevi za dobijanje licence i sertifikata za upravljanje železničkom infrastrukturom koje izdaje Direkcija za železnice. Isto se odnosi na JP Železnice Srbije kao operatora.

Tokom 2010. biće potpisan Ugovor o Transportnoj zajednici zemalja zapadnog Balkana sa jedne i Evropske komisije sa druge strane. Jedna od najvažnijih odredbi tiče se dinamike otvaranja tržišta, a predviđeno je da se sprovede u tri faze i to:

- otvaranje tržišta na lokalnom nivou,
- otvaranje tržišta na regionalnom nivou (za zemlje potpisnike Ugovora)
- pun pristup za sve operatore na nivou EU.

Način finansiranja je ostao nepromenjen do danas, što znači da se subvencije i dalje dobijaju kao jedan iznos u Budžetu Srbije i da se njihova namena uglavnom definiše kao osnov za zarade zaposlenih. U predlogu za 2011.godinu biće predloženo da se subvencije za infrastrukturu i putnički saobraćaj odvoje, a planiraju i realizuju na osnovu donetih podzakonskih akata koji definišu način ostvarivanja prava na subvencije.

Direkcija za železnice funkcioniše od 2006. godine i učestvovala je u donošenju svih akata koje je na osnovu Zakona o železnici donela Vlada ili resorno ministarstvo. S obzirom da su u procesu donošenja podzakonskih akata uočeni mnogi proceduralni problemi (nemanje pravnih osnova za donošenje određenih akata) i da su se pojavili drugi i treći paket direktiva EU i brojne uredbe, potrebno je doneti novi Zakon o železnici. U njemu je potrebno uvesti nova rešenja drgog i trećeg paketa ali istovremeno i izbaciti stvari koje ne pripadaju ovom zakonu. Pri tome, pojedine odredbe neće biti moguće sproveswti u kratkom roku pa je potrebno definisati i period njihovog stupanja na snagu.

Novi zakon o železnici treba da bude osnov za definisanje tržišnih odnosa u pravcu neminovne liberalizacije tržišta i obaveze da se ispune odrednice Direktiva EU. Takav zakon svakako će biti dobra osnova za nastavak reformi gde najteži deo tek predstoji. Prelazak iz javnog preduzeća u zatvoreno akcionarsko društvo trebalo bi da se realizuje do kraja 2010.godine a puna implementacija da počne do kraja 2011. godine.

4. REGULATIVA U OBLASTI BEZBEDNOSTI ŽELEZNIČKOG SAOBRAĆAJA

4.1. Postojeće stanje u Srbiji

Oblast bezbednosti železničkog saobraćaja uređuje prvenstveno Zakon o bezbednosti železničkog saobraćaja („Službeni list SRJ“, br.36/99) i delimično Zakon o železnici („Službeni glasnik RS”, broj 18/05). Zakon o bezbednosti železničkog saobraćaja propisuje uslove koje moraju ispunjavati vozilo, železnički radnik, železnička infrastruktura kao i pravila saobraćaja, dok Zakon o železnici propisuje uslove za sertifikat o bezbednosti koje moraju posedovati Upravljač infrastrukture i Prevoznik. Takođe, Zakonom o železnici se utvrđuju i nadležnosti Direkcije za železnice, pored ostalih i iz bezbednosti železničkog saobraćaja. Osim dva zakona ova oblast je regulisana i sa 135 podzakonskih akata, odnosno 47 pravilnika i 88 uputstava. Kako je došlo do očigledne „preregulisanosti”!?

Zakoni koji su uređivali oblast bezbednosti železničkog saobraćaja su u svojoj istoriji menjani nekoliko puta: 1965, 1977, 1987, 1991 i 1999 godine. Svaki put kada bi donošenjem jednog zakona prestajao da važi prethodni, podzakonska akta donesena na osnovu prethodnog zakona su i dalje sva ostajala na snazi iako su zakoni o bezbednosti menjali svoje koncepte kao i kontekst u kojima su primenjivani. Tako se došlo velikog broja podzakonskih akata koji nemaju svoje uporište u stvarnosti. Pored toga u registru važećih propisa postoje 14 pravilnika koji su doneseni bez zakonskog osnova.

Sa druge strane na osnovu važećeg Zakona o bezbednosti železničkog saobraćaja (1999) u cilju njegovog sprovođenja je bilo potrebno doneti 34 nova podzakonska propisa sa rokom do 2000. godine. Doneto je, međutim, samo 9 akata.

4.2. Koncept bezbednosti železničkog saobraćaja u EU

Sa razvojem i širenjem EU i zajedničkog transportnog tržišta razvijali su se i propisi koje je EU izdavala u ovoj oblasti sa namerom da se jedinstveno uredi u celoj Evropi. Taj trend je naglo pojačan sa osnivanjem ERA u 2006. godini (European Agency for Railways - ERA) koja isključivo pokriva bezbedonosni sektor železničkog saobraćaja. Zbog značajnih razlika u polaznim situacijama evropskih zemalja ova oblast je uređena prvenstveno "direktivama" koje, kao propisi EU, određuju ciljeve i rokove dok je državama prepušteno da stvore svoje modele. Do sada su donesene sledeće direktive koje uređuju oblast bezbednosti železničkog saobraćaja:

- 96/48/EC, direktiva o interoperabilnosti trans-evropskog železničkog sistema za velike brzine,
- 2001/16 EC, direktiva o interoperabilnosti trans-evropskog konvencionalnog železničkog sistema,
- 2004/49EC, direktiva o bezbednosti na železnici,
- 2007/59EC, direktiva o izdavanju sertifikata mašinovođama,
- 2008/57EC, direktiva o interoperabilnosti železničkog sistema.

Do donošenja Direktive 2004/49 bezbednost železnica je bila regulisana nacionalnim propisima a preko TSI-a (tehničkih specifikacija interoperabilnosti) regulisana je bezbednost strukturnih i funkcionalnih podsistema (infrastruktura, vozila, energija, održavanje itd) u skladu sa direktivama 96/48 i 2001/16. Direktivom 2004/49 se, po prvi put u Evropi, celovito, koncepcijski i sistemski uređuje oblast bezbednosti železnice. (Potrebno je napomenuti da prema odredbama člana 40 Direktive 57 iz jula 2010. godine prestaju da važe direktive 96/48 i 2001/16.) U tom cilju se uvode i novi pojmovi:

- CSI- zajednički bezbednosni indikatori,
- CSM - zajedničke bezbednosne metode,
- CST - zajednički bezbednosni ciljevi.

Nepostojanje jedinstvenih parametara, terminologije i metoda ocene stanja bezbednosti među državama EU zahtevalo je uvođenje pomenutih pojmova kako bi se upoređivale iste veličine po istoj metodologiji i na kraju kako bi se na jedinstven način upravljalo sistemom bezbednosti. Direktiva 2004/49, takođe, uvodi pojam "sistema za upravljanje bezbednošću" koji obavezuje Upravljače infrastrukture i Operatore da utvrde i dokumentuju raspodelu odgovornosti unutar svojih organizacija a u skladu sa utvrđenim ciljevima bezbednosti.

U okviru procesa praćenja stanja bezbednosti, Direktiva uređuje i postupak izveštavanja koji je definisan rokovima, formatom i definisanim sadržajem izveštaja. Postupak izveštavanja je dvostepen i odnosi se na relaciju Upravljača i Operatora prema Vlastima za bezbednost u prvom stepenu i odnos nacionalnih vlasti za bezbednost prema ERA u drugom stepenu.

Direktiva uvodi jedinstvenu definiciju i podelu vanrednih događaja na nesreće, ozbiljne nesreće i incidente kao i jedinsvenu metodologiju utvrđivanja štete nastale kao posledica vanrednog događaja. Pored ovoga zahtev Direktive je i osnivanje nezavisnog tela za istrage koja ujedno bliže utvrđuje njegove nadležnosti i pravni status tog novog tela. Bitno je istaći da telo za istrage ima obavezu prikupljanja informacija, analize i davanja preporuka u vezi određenih vanrednih događaja a ne i utvrđivanja odgovornosti koje i dalje rade za to nadležni državni organi (policija i sudski organi).

Direktiva 2004/49 (član 17 tačka 2) otvara i pitanje pozicije vlasti za bezbednost kod vršenja određenih inspekcijskih poslova vezanih za bezbednost. Vrlo važan novi momenat je i sertifikacija mašinovođa koja je bliže uređena Direktivom 2007/59 koja utvrđuje uslove sertifikacije kao i nadležnosti vlasti za bezbednost u ovom procesu.

U najkraćem ocena postojećeg stanja regulative u oblasti bezbednosti železničkog saobraćaja i njena usklađenost sa EU bi bila sledeća :

- Postojeće stanje sa propisima u oblasti bezbednosti železničkog saobraćaja se može definisati kako „preregulisano";
- Nasuprot tome pojedine oblasti, naročito poredeći sa EU propisima, uopšte nisu regulisane;
- Sistem regulisanja se promenio od „samoregulisanog" (ZJŽ donosila propise) ka „javno regulisanom" (nadležno ministarstvo i Direkcija za železnice kao organi državne uprave donosi propise) što zahteva potpuno drugačije uređenje podzakonskih akata pa i zakona;

Sa napuštanjem tradicionalnog koncepta uređenja železnice i prelaskom na tržišni modele promenjen je pristup i pogled na bezbednost železnice. U skladu sa prethodnim, koncept i sistem bezbednosti železničkog sektora EU, uključivši i propise i institucije, je pretrpeo „tektonske"promene.

4.3. Smernice za izradu novog Zakona o bezbednosti železničkog saobraćaja

Osnovno pitanje koje se postavlja kod izrade novog zakona u ovoj oblasti je koliko je potrebno i moguće u ovom momentu implementirati rešenja koja su data u direktivama i drugim propisima EU. S obzirom da je članstvo u EU proklamovani strateški cilj Republike Srbije, obaveze primene direktiva EU su nesporne samo je pitanje kada ih implementirati. Isto tako, interes je Srbije da ima kompatibilan sistem bezbednosti sa okruženjem koji je otišao korak-dva dalje u evropskim integracijama. U suprotnom bi došlo do "izolacije tržišta" i pada konkurentnosti naših operatora. Autori su stava da je potrebno implementirati sve iz direktiva u Zakon ali da neka

rešenja moraju imati odloženu primenu. Ovakav koncept otvara pitanje procene „zrelosti“ trenutnog železničkog sistema i njegovog okruženja u Srbiji u smislu usklađivanja sa zahtevima direktiva, sa jedne strane, kao i definisanje načina primene direktiva kroz nacionalno zakonodavstvo, sa druge strane.

Novi Zakon treba jasno da postavi osnov i za **„**giljotinu**“** suvišnih propisa u ovoj oblasti. Rad na novom Zakonu o bezbednosti železničkom saobraćaju zahteva i paralelne izmene i dopune Zakona o železnici gledajući samo aspekt bezbednosti. Istovremeno bi se ostvario efekat jasne granice između oblasti koju uređuju i jedan i drugi zakon, što nije slučaj u ovom momentu. Drugim rečima važeći Zakon o železnici treba da se „očisti“ od elemenata bezbednosti koji su sadržani u njemu. Isto tako, potrebno je da novi Zakon bude poseban i da ima „načelan i opšti“ karakter a sva specifična pitanja iz složene materije bezbednosti regulisati podzakonskim aktima. Rad na određenim podzakonskim aktima početi u toku izrade Nacrta Zakona kako bi izbegli situaciju da Zakon nije moguće primeniti zbog nedostatka podzakonskih akata.

Donošenje novog Zakona koje će drugačije urediti oblast bezbednosti železničkog saobraćaja će uticati na sve aktere železničkog sektora i njihov rad: (1) Upravljača železničke infrastrukture, (2) Železničke operatore, (3) Železničku industriju (proizvođače opreme), (4) Remontere, (5) Organe državne uprave, (6) Lokalnu samoupravu, (7) Vlasnike (korisnike) industrijskih koloseka, (8) Školske železničke centre, (9) Zdravstvene železničke centre, (10) Akreditovana i imenovana tela za ocenu usaglašenosti, (11) Korisnici železničkih usluga (građani, privreda, špediteri itd)

U toku rada na Nacrtu Zakona potrebno je primeniti metodologiju AEP-a (Analiza efekata propisa). Drugim rečima neophodno je izvršiti procenu kako će pojedina zakonska rešenja imati uticaj na zainteresovane strane koje su nabrojane. Ovo podrazumeva i izradu analize troškova i koristi čime će se meriti i kvalitet određenih zakonskih rešenja.

5. ZAKLJUČAK

Za kvalitet regulative (zakonskih i podzakonskih propisa) se može reći da neposredno utiču na opštu efikasnost i privredni i demokratski razvoj. Propisi u železničkom sektoru, kao i u svim drugim, koji su preterano opterećujući, složeni ili nerealistični mogu samo da još više pogoršaju, a ne poboljšaju, postojeće stanje usporavanjem ekonomskog razvoja i povećanjem administrativnih troškova. Loše osmišljena regulativa i njene odredbe mogu da izazovu neočekivano negativne posledice po konkurentnost i investicije u železničkom sektoru.

Već duže vreme regulativa u oblasti železnice u Srbiji nije inovirana iako se nalazimo u fazi neprekidnih promena u ovoj oblasti u Evropi koje su definisane na jedinstvenoj osnovi. Osim toga, postojeća rešenja i praksa zahtevaju brojne izmene. Stoga je neophodno što pre pristupiti kompletnu preuređenju srpskog zakonodavstva. To zahteva osmišljeni koncept i zahteve u izradi zakonskih i podzakonskih akata pre nego što se pristupi samom radu na ovom projektu. Sve, opet, mora biti usaglašeno sa interesima svih učesnika ovog sektora privređivanja i državnim interesima u procesu evropskih integracija naše zemlje. Takođe, neophodno je definisati organizaciju izrade koja će dovesti do usklađenih i kvalitetnih rešenja i samih propisa kao i učestvovanja svih zainteresovanih strana u ovom procesu.

LITERATURA

[1] Odluka o osnivanju JP “Železnice Srbije”, Službeni glasnik RS br. 78/04 i 19/05
[2] Zakon o železnici, Službeni glasnik RS, broj 18/05
[3] Zakon o bezbednosti železničkog saobraćaja, Službeni list SRJ, br.36/99)
[4] OECD, Izveštaj o regulativnoj reformi (1997)
[5] Kvalitet zakona i propisa (2001) - Agencija za unapređenje državne uprave, Beograd

LEGISLATION OF RAILWAY TRANSPORT: CUT SHEET AND GUIDELINES FOR FUTURE ARRANGEMENT

Dejan LASICA
Slobodan ROSIĆ
Siniša TRKULJA
Branislav BOŠKOVIĆ

Abstract *– The current state of laws and sublows acts in Serbia in the field of railway transport is characterized by outdated and non-compliance with European legislation, uniformity in the treatment of certain areas, excessive regulation of the single and regulation in other areas, descriptiveness, terminological disorder, etc. Paper give the genesis of the legislation and analysis of key legislation in this area: Railway Law and the Law on safety in railway traffic and sublaws that derive from it. Proposed guidelines for the preparation of new legislation including the same name and customize with European regulations in this area.*

Key word - regulation, rail transport, analysis, guidelines.

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

RESTRUKTURIRANJE ŽELEZNIČKOG SEKTORA SRBIJE, DOSTIGNUĆA I IZAZOVI

Dragomir MANDIĆ[1]

Rezime *– Proces restrukturiranja železnica Evrope je proces koji traje već dvadesetak godina. I pored mnogih nerazumevanja, opiranja, relativizovanja i opstrukcija ovom procesu, slobodno se može tvrditi da se on nastavlja nesmanjenim intenzitetom. Železnički sektor Srbije je danas u veoma teškom stanju. Permanentno opada učešće železnice na transportnom tržištu. Svi tehnički podsistemi JP Železnica Srbije su u veoma lošem stanju. Iskustva država i železnica EU su pokazala da je samo restrukturiranjem moguće postaviti železnički sektor na zdrave temelje. Usvajanjem strateških dokumenata mnogi normativni poslovi su urađeni i proces restrukturiranja je moguće ubrzati. Samo od političke volje Vlade i partija na vlasti zavisi brzina kojom će se neminovan proces nastaviti.*

Ključne reči – železnički sektor, restrukturiranje, Direkcija za železnice, operator

1. UVOD

Već skoro 20 godina se priča o potrebi restrukturiranja i reforme železničkog sektora Srbije. U svim tim pričama, raspravama i diskusijama ne sagledava se osnovni razlog i svrha restrukturiranja. Svi diskutanti, polemičari i «dobronamerni» kritičari upozoravaju da je to uslov i zadatak na putu približavanja Srbije Evropskoj Uniji. I možda je to i razlog da smo svi nezadovoljni nivoom restrukturiranja. Naime, kao što priključenje Srbije Evropskoj Uniji nije zadatak zbog zadatka, nego da Srbija postane deo zajedničkog ekonomskog, tehnološkog, privrednog, kulturnog i svih drugih segmenata, Evrope, tako je i cilj restrukturiranja železničkog sektora Srbije, sa jedne strane da postane sastavni deo železničkog sistema Evrope. Sa druge strane cilj je da se time postignu rezultati zbog kojih je restrukturiranje proklamovano i urađeno u zemljama EU a to znači da se stvori tržišno orjentisan vid prevoza, sposoban da izdrži tržišnu utakmicu sa drugim vidovima saobraćaja na ravnopravnoj osnovi (neopterećen troškovima infrastrukture). Sa treće strane je cilj da se jasno razgraniči šta i koliko plaća država a koji deo železničkog sistema mora sam da se izdržava u surovoj tržišnoj privredi. Imajući sve ovo u vidu interesantno je sagledati šta je to do sada urađeno u proteklih dvadesetak godina. Bez velike analize, slobodno se može reći da je malo urađeno. Samo površna analiza pokazuje da je Srbiju uz Albaniju jedina država Evrope koja još uvek nije razdvojila (posebni računi) infrastrukturu i prevoz.

2. STANJE ŽELEZNIČKOG SEKTORA SRBIJE

2.1. Osnovni normativni preduslovi restrukturiranja železničkog sektora Srbije

Zakonom o železnici iz 2005. godine je jasno definisan proces restrukturiranja železničkog sektora, Doneta odluka o osnivanju JP Železnice Srbije, formirana Direkcija za železnice, usvojena Strategija i politika razvoja sektora saobraćaja u Srbiji i Strategija razvoja železničkog, drumskog, vodnog, vazdušnog i intermodalnog transporta u Republici Srbiji od 2008. do 2015. godine, usvojene Metodologije za obavezu javnog prevoza i Metodologije za izračunavanje naknade za pristup infrastrukturi. U JP Železnicama Srbije su počeli proces restrukturiranja formiranjem Direkcija za infrastrukturu i za prevoz. Stalno je u toku redukovanje broja zaposlenih. U toku je sprovođenje nove organizacije Preduzeća, koje predstavlja "prelazno rešenje" ka potpunom restrukturiranju.

2.2. Osnovni akteri železničkog sektora Srbije

Osnovni akteri železničkog sektora Srbije danas su:

- Ministarstvo za infrastrukturu (a ne za Saobraćaj). Sektor za železnički i intermodalni transport ima jednog pomoćnika Ministra, 1

[1] Prof. dr Dragomir MANDIĆ, dipl. inž. Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Vojvode Stepe 305, drama@sf.bg.ac.rs

načelnika, 1 rukovodioca, 3 savetnika, 3 inspektora i 1 saradnika

- Direkcija za železnice sa 30 zaposlenih
- JP Železnice Srbije sa oko 20.000 zaposlenih
- TENT, Kombinovani prevoz, privatni operatori.

Sektor za železnički i intermodalni transport Ministarstva za infrastrukturu od operativnih poslova ne stiže da ispunjava osnovnu obavezu a to je stvaranje opšteg ambijenta poslovanja železničkog sektora, koji podrazumeva strateško planiranje, pripremu i inoviranje zakona i podzakonskih akata, praćenje projekata, međunarodnu saradnju i pripremu sporazuma, unapređenja operacija na graničnim prelazima. Recimo, za primenu Zakona o bezbednosti železničkog saobraćaja iz 1999. godine do danas nije doneto 13 podzakonskih akata. Takođe nije formirano nezavisno telo za bezbednost i isleđenje vanrednih događaja.

Direkcija za železnice, (Regulatorno telo) nakon smanjenja broja zaposlenih u državnoj upravi na 30 zaposlenih, organizovana da odgovori poslovima koji očekuju Direkciju. Oko 200 podzakonskih akata (Pravilnika, Uputstava i dr akata nasleđenih od JŽ) nije inovirano a najveći broj treba da donese Direkcija. Nije definisana ekonomska funkcija regulatornog tela. Zbog ne postojanja tržišta Direkcija ne uređuje odnose između aktera.

JP Železnice Srbije sporo napreduju u procesu restrukturiranja. Imaju monopolistički položaj ali bez mogućnosti da zadovolje potrebe tržišta. Stanje infrastrukture na mnogim mestima je na granici otkaza. Stanje voznih sredstava očajno. Broj zaposlenih prevelik npr. na jedno osnovno sredstvo koje se koristi 24 sata danas ima i do 12 zaposlenih a u normalnim uslovima privređivanja ne može biti preko 5. Prihodi od osnovne delatnosti oko 50 %.

Privatni operatori su onemogućeni da se bave javnim prevozom i nemaju pristup infrastrukturi JP Železnica.

3. POSLEDICE TRENUTNOG STANJA

Iz svih navedenih kao i mnogih drugih razloga, krucijalna posledica trenutnog stanja je permanentno smanjenje učešća železnice na transportnom tržištu u odnosu na druge vidove saobraćaja. Recimo, putnički saobraćaj je danas na istorijskom minimumu. I to što se obavlja saobraćaja, ima izuzetno nizak kvalitet usluge. U putničkom saobraćaju to je mali broj putničkih vozova, od kojih mnogi, posebno u lokalnom saobraćaju, često ne saobraćaju. I oni koji saobraćaju imaju redovno velika kašnjenja kao i česte zastoje zbog otkaza vučnih vozila. Higijena i ostali elementi kvaliteta usluge na izuzetno niskom nivou.

U teretnom saobraćaju permanentno nedostatak teretnih kola. Dugo vreme putovanja pošiljaka, odnosno mala komercijalna brzina.

Sve u svemu imamo izuzetno neefikasan a skup železnički sektor. Jedan od osnovnih razloga je monopolistički položaj jedinog operatora zaštićenog državnim subvencijama. Takođe se nameće zaključak da su svi akteri nepripremljeni za buduće mesto i ulogu.

Sa druge strane i ceo saobraćajni sistem Srbije, slobodno se može tvrditi da je neracionalan jer se npr. insistira na gradnji autoputeva pored neiskorišćenih pruga. Takođe je akutno prisutan nedostatak finansijskih sredstava za sve aktivnosti a kad se obezbede sredstva njihovo neracionalno trošenje. Sve to vodi daljem urušavanju železničkog sektora, i permanentnom pritisku na budžet za više sredstava.

Iako ovakvo stanje nije nastalo preko noći a pogotovu ne od trenutka dolaska aktuelnih političkih partija na vlast, najveću ako ne i isključivu odgovornost snose političari i Vlada. Ovo zato što nisu dobili poverenje građana da se zadržava postojeće stanje, nego da se popravlja. Oni su ti koji su imenovali Ministra, Državne sekretare i pomoćnike Ministra, direktora Direkcije i pomoćnike, Direktora, zamenike direktora i članove Upravnog i Nadzornog odbora JP ŽS. Oni nisu pripremili i definisali stratešku i konzistentnu politiku prema železničkom sektoru.

4. OSNOVNI PRAVCI PROMENA STANJA

Osnovni pravci promena ovog stanja su pre svega stvarna reforma i restrukturiranje železničkog sektora koje podrazumeva precizno definisano mesto i ulogu, nadležnosti i poslove svakog od aktera. To znači da:

- Ministarstvo
  - Bude organizovano po ugledu na uspešna Ministarstva u Evropi
  - Kadrovski ojačana jedinica za železnički saobraćaj i transport
  - Bude oslobođeno mnogih operativnih poslova
  - Napravi strategiju razvoja preduzeća za železničku infrastrukturu Srbije

- Direkcija za železnice
  - Izvršiti izmene i dopune Zakona o železnici (deo koji se odnosi na Direkciju)
  - Operacionalizovati rad Direkcija

- JP Železnice Srbije
  - Prelazak na suštinsko restrukturiranje
  - Za predhodno je potrebno što pre napraviti i definisati strategiju razvoja pojedinih preduzeća (danas Sektora). Osnovni postulati moraju biti opstanak i uspešno poslovanje uz zadržavanje liderske uloge na slobodnom tržištu

Sve ovo mora biti urađeno da bi se spremno dočekalo neminovno otvaranje tržišta i slobodna

konkurencija. Na žalost svedoci smo vrlo usporenog procesa restrukturiranja, koji će sigurno dovesti do toga da železnički sektor Srbije nespremno dočeka trenutak otvaranja tržišta, koji će biti uspostavljen pritiscima iz EU, od strane međunarodnih finansijskih institucija itd.

Paralelno sa ovim mora se obezbediti konsolidacija pojedinih preduzeća ovog sektora i obezbediti investicije kako se u potpunosti ne bi urušio sistem.

5. PRIORITETI

Pre svih drugih, osnovni prioritet mora biti ubrzanje procesa restrukturiranja.

U JP Železnicama Srbije mora biti ispoštovana Zakonska obaveza da Upravni odbor utvrdi kriterijume investicionih ulaganja i rang listu projekata. Kako je teretni saobraćaj oduvek bio dominantan, (danas od njega dolazi oko 85 % transportnog prihoda) on mora biti osnovni kriterijum ulaganja u infrastrukturu. Moraju se afirmisati manji, tehnološki zaokruženi, profitabilni projekti a ne megalomanski. Veoma je važno definisati i primeniti nove tehnologije u teretnom saobraćaju a napustila klasična tehnologija sa nekoliko prerada teretnih vozova u tehničkim stanicama na prosečnom putu robe.

U putničkom saobraćaju će veoma značajno biti uvođenje Obaveze javnog prevoza i rešavanja (finansiranja) organizacije putničkog saobraćaja između Republičkih i Regionalnih vlasti.

LITERATURA

[1] Booz Allen Hamilton, „Rekonstrukcija ŽTP Beograd, Institucionalna studija", London, 2004.
[2] Booz Allen Hamilton i Ministarstvo za infrastrukturu Republike Srbje, „Kreiranje režima naknade za pristup i korišćenje infrastrukture i katalog podataka o mreži za železnički sektor u Srbiji", ("Design of Infrastructure Access regime and Network Statement for the Rail sector in Serbia"), Beograd, 2007.
[3] EC Direktive o restrukturiranju železničkog sektora
[4] Vera Raičević, Jelica Pop-Lazić, „Razvoj regulatorne funkcije za železnički sektor u Srbiji", XIII Želkon, Niš, 2008.
[5] Zakon o železnici, Sl. glasnik RS 18/2005

REFORM OF SERBIAN RAIL SECTOR, ACHIEVEMENTS AND CHALLENGES

Dragomir MANDIĆ

Abstract - European railway reforming process is a process that lasts for twenty years. Despite the many misunderstandings, resistance, and obstruction of this process, one can freely say that it continues with same intensity. Now, Railway Sector in Serbia is in very bad condition. The share of railway at transport market is declining permanently. All technical subsystems of JP Serbian Railways are in very bad condition. The experiences of states and the EU railways have shown that only a reform can set the sound foundations of the railway sector. The adoption of strategic documents, many of the normative activities have been done and the restructuring process can be speeded up. The speed at which the inevitable process will continue depends only of the political will.

Key words – rail sector, restructuring, Railway authority, railway undertakers

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON'10

COST-BENEFIT ANALYSIS FOR SLOW SPEED ZONES ON RAILWAY CORRIDORS

Andreas SCHOBEL [1]
Darja ŠEMROV [2]
Aleš PAVŠEK [3]

Abstract *– This paper will present how delays caused by slow speed zones can be easily calculated without application of a software tool for railway operation. Taking into account the costs for renewal of superstructure and the benefits of shorter running times it is possible to support the management of infrastructure companies in their maintenance strategy.*

Keywords - slow speed zones, running times, maintenance

1. INTRODUCTION

Slow speed zones in railway traffic can be caused by different influences and are therefore defined as sections where the design speed cannot be reached anymore. In the following paper the specific cause for such a slow speed zone is not analysed but the impact on operational performance is analysed in a general way to describe the consequences in daily operation from a physical point of view. Nevertheless the existence of a slow speed zone is primarly due to lack of money in prevention and maintenance. Of course, there might be also slow speed zones caused by natural hazards, e.g. stone fall, avalanches or flooding. As physical indicators for the operational impact the loss of time and energy are discussed in this paper. Table 1 gives an overview on the presumptions for the train parameters done for the rough estimations.

Assumptions:

	Acc [m/s^2]	Decc [m/s^2]	Mass [t]	speed before/after [km/h]
freight train	0,2	0,1	1000	80
Passen. train	1	0,6	250	100
IC train	0,8	0,5	500	140

2. RESULTS: DELAYS, ENERGY

Delays and energy consumed for acceleration from limited to design speed for freight, passenger and IC train calculated for different length of slow speed zone are shown in tables below and are calculated according to the equation for constant breaking deceleration [1].

Table 1a. Delays in minutes for freight trains

Speed reduction [km/h]	Slow speed zone length [m]					
	100	**500**	**1000**	**1500**	**2000**	**3000**
80-50	0,44	0,62	0,84	1,07	1,29	1,52
80-30	1,21	1,71	2,34	2,96	3,59	4,84
80-10	2,65	4,75	7,38	10,00	12,63	17,88

Table 1b. Energy consumption for freight trains

Limited speed	E for acc. [MJ]
80-50	150,46
80-30	212,19
80-10	243,06

Table 2a. Delays for passenger trains

Speed reduction [km/h]	Slow speed zone length [m]					
	100	**500**	**1000**	**1500**	**2000**	**3000**
100-50	**0,21**	**0,45**	**0,75**	**1,05**	**1,35**	**1,65**
100-30	**0,44**	**1,00**	**1,70**	**2,40**	**3,10**	**4,50**
100-10	**1,04**	**3,20**	**5,90**	**8,60**	**11,30**	**16,70**

Table 2b. Energy consumption for passenger trains

Limited speed	E for acc. [MJ]
100-50	72,34
100-30	87,77
100-10	95,49

[1] Andreas SCHÖBEL, Vienna University of Technology, Institute of Transportation, Research Centre for Railway Engineering, Karlsplatz 13 / 230-2, Vienna, AT, andreas.schoebel@tuwien.ac.at
[2] Darja ŠEMROV, UL Faculty of Civil and Geodetic Eng., Jamova 2, 1000 Ljubljana, SI, dsemrov@gmail.com
[3] Aleš PAVŠEK, DDC svetovanje inženiring d.o.o., Kotnikova ul. 40, 1000 Ljubljana. SI, ales.pavsek@ddc.si

Table 3a. Delays for IC trains

Speed reduction [km/h]	Slow speed zone length [m]					
	100	**500**	**1000**	**1500**	**2000**	**3000**
140-50	0,51	0,82	1,21	1,59	1,98	2,36
140-30	0,81	1,44	2,22	3,01	3,79	5,36
140-10	1,03	3,19	5,89	8,59	11,29	16,69

Table 3b. Energy consumption for IC trains

Limited speed	E for acc. [MJ]
100-50	329,86
100-30	360,73
100-10	376,16

2.1. Costs

Calculation is done for 100 freight trains – costs due to limited sped (delay + energy consumption), speed before and after slow speed zone = 80 km/h, variables are limited speed (10 to 50 km/h) and length of slow speed zone (0 to 3000 m).

The same calculation is done for 100 paseenger and IC trains, with different before/after speeds, namely 100 km/h for passenger and 140 km/h for IC trains. Variables for limited speed and length of slow speed zone meets values for freight trains.

Calculations are done separately for different types of trains with the aim to present how different types of trains respond to a slow speed zone. European railway lines are normaly used for mixed traffic operation and therefore one example for mixed traffic is added.

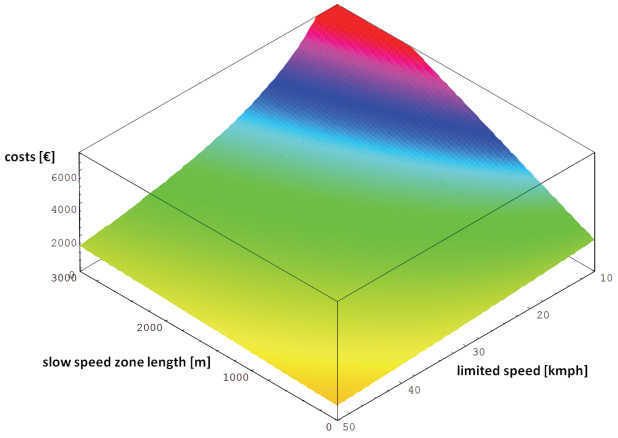


Fig.1. Costs for freight trains due to slow speed zone

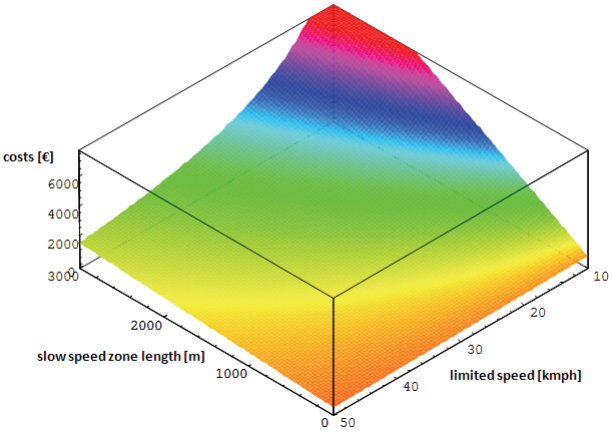


Fig.2. Costs for paseenger trains due to slow speed zone

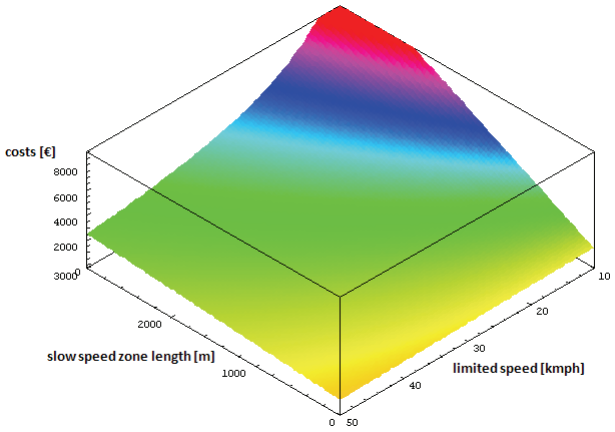


Fig.3. Costs for IC trains due to slow speed zone

Costs increase sharply with lowering the limited speed and the length of slow speed zone.

Curves on graphs below shows isocost lines which in economics represent a combination of inputs which all cost the same amount.

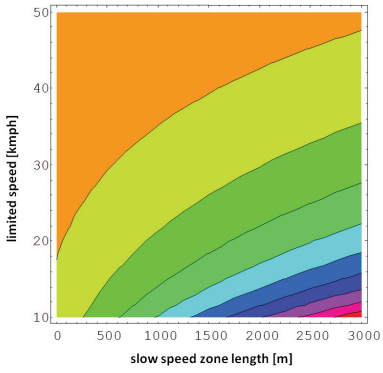


Fig.2. Isocost for freight train

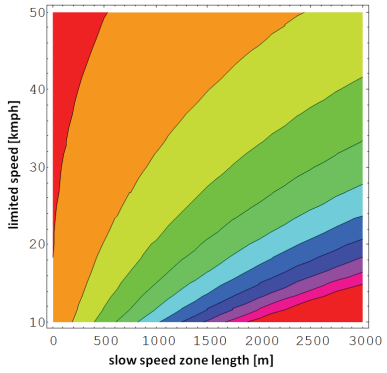


Fig.3. Isocost for passenger train

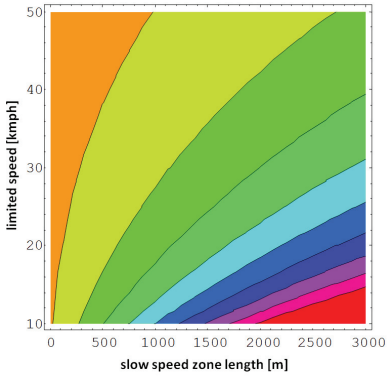


Fig.4. Isocost for IC train

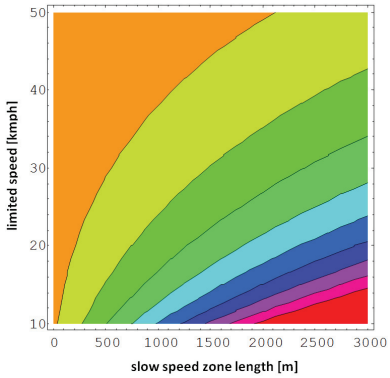


Fig.5. Costs contours for mixed operation (40% freight, 50% passenger and 10% IC trains)

Figure 2 shows that freight trains costs (delay + energy consumption) for speed reduction from 80 km/h to 20 km/h with slow speed zone length of 500 m are similar to costs for speed reduction from 80 km/h to 50 km/h with slow speed zone length of 3 km.

Figure 3 shows that passenger trains costs (delay + energy consumption) for speed reduction from 100 km/h to 20 km/h with slow speed zone length of 500 m are equal (even higher) to costs for speed reduction from 100 km/h to 50 km/h with slow speed zone length of 3 km.

The curve for freight trains inclines slower but start with a higher value (see also Figure 6).

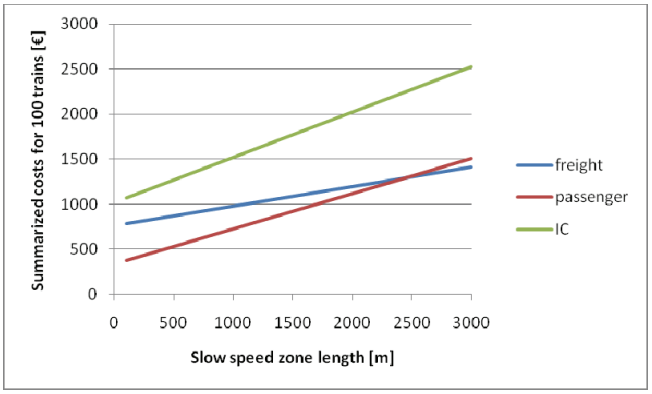


Fig.6. Costs

Table 4. Summarized costs for 100 freight trains

Speed reduction [km/h]	Slow speed zone length [m]					
	100	500	1000	1500	2000	3000
80-50	782	868	976	1.084	1.192	1.408
80-30	1.273	1.513	1.813	2.113	2.413	3.013
80-10	2.025	3.033	4.293	5.553	6.813	9.333

Table 5. Summarized costs for 100 passenger trains

Speed reduction [km/h]	Slow speed zone length [m]					
	100	500	1000	1500	2000	3000
100-50	380	536	731	926	1.121	1.511
100-30	558	922	1.377	1.832	2.287	3.197
100-10	962	2.366	4.121	5.876	7.631	11.141

Table 6. Summarized costs for 100 IC trains

Speed reduction [km/h]	Slow speed zone length [m]					
	100	500	1000	1500	2000	3000
140-50	1.074	1.275	1.526	1.776	2.027	2.529
140-30	1.326	1.735	2.245	2.756	3.267	4.288
140-10	1.500	2.904	4.659	6.414	8.169	12.286

Table 7. Summarized costs for mixed operation

Limited speed [km/h]	Slow speed zone length [m]					
	100	500	1000	1500	2000	3000
50	610	743	908	1.074	1.240	1.572
30	921	1.240	1.639	2.037	2.436	3.233
10	1.441	2.687	4.244	5.801	7.358	10.532

3. ECONOMIC EVALUATION

For the economic evaluation of the measure described above, a cost-benefit analysis [2] was applied. Economic costs were calculated for scenario »with investment« and scenario »without investment«. The economic period of investment is 31 years, the exploitation period of investment is 30 years, renewal is performed in the first year (2011) and price level is 2010. The discount rate of 5% according to the Guide to cost benefit analysis of investment project (EC, DG

Regio, 2008) was applied. For both variants the following costs were considered:

- Train deceleration costs,
- Delay costs due to speed reduction,
- Maintenance and renewal costs.

Variant "without investment" means that each train has to reduce speed at the slow speed zone. At the slow speed zone each train must run slower due to irregularities in rail geometry, but minimal regular maintenance, visual inspection and fastening/greasing of rail fastening for example, should be performed. Because of that reason maintenance costs with an annual growth of 1.5% are considered. Calculation was performed for three different speed reductions, namely the reduction to 50, 30 and 10 km/h.

In case "with investment" a renewal is performed. The average renewal cost can be estimated with 800.000 € per kilometer. In case "with investment" there are no costs for deceleration and speed reduction. Therefore there are no delay costs, and no growth of maintenance costs.

There were two lengths considered, namely 3,000 m and 500 m. The investment costs sum up to 2.4 million € for the 3,000 m section and 400,000 € for the 500 m section for renewal. The net present values of renewal for the different speed reductions are shown in the table below. The net present value is calculated for mixed traffic operation, including passenger, freight and IC trains. Expected AADT is 100 trains.

Table 8. Net present value for freight trains

Limited speed [km/h]	NPV (l=500m) [€]	NPV (l=3000m) [€]
50	4.330.391	5.674.284
30	7.779.042	14.252.942
10	15.901.626	48.025.558

Table 9. Net present value for passenger trains

Limited speed [km/h]	NPV (l=500m) [€]	NPV (l=3000m) [€]
50	2.555.724	6.224.151
30	4.620.034	15.235.345
10	12.333.204	57.682.935

Table 10. Net present value for IC trains

Limited speed [km/h]	NPV (l=500m) [€]	NPV (l=3000m) [€]
50	6.505.130	11.662.175
30	8.961.812	21.065.741
10	16.964.972	63.803.321

Table 11. Net present value for mixed operation (40% freight, 50% passenger and 10% IC trains)

Limited speed [km/h]	NPV (l=500m) [€]	NPV (l=3000m) [€]
50	3.660.531	6.548.007
30	6.317.815	15.425.423
10	14.223.750	54.432.023

Table suggest that in economic period of 31 years cumulative costs due to energy losses and delays in passenger and freight traffic are higher than the cost of a complete superstructure renovation for both 'short' and 'long' sections. The analyses neglects to mention that lower speeds would lower track capacity.

4. CONCLUSIONS

The impact of slow speed zones indicated by a loss of time and energy can be connected with an amount of money that is lost. Taking into account the long term perspective it seems to be always better to start the investment earlier than later. Moreover, the prevention of a slow speed zone receives a high priority. This basic idea realized in this paper with different assumptions can be verified in more detail by application of a tool for calculation of running times and energy consumption [3]. Nevertheless, the results will not change dramatically, but the special running behavior of different trains can be considered more accurately. Even in times of fewer budgets for renewal and maintenance, the main European freight corridors should be kept free from slow speed zones to guarantee a high quality of railway transport.

REFERENCES

[1] Ziegler, F. Mechanics of Solids and Fluids. Springer-Verlag. ISBN 0-387-94339-4

[2] Nas, Tevfik F. Cost benefit analysis: Theory and application. Sage Publications, Inc. ISBN 0-8039-7132-X

[3] www.opentrack.ch; last visit August 5th, 2010.

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON'10

MODELLING OF RAILWAY INFRASTRUCTURE SERVICE QUALIFICATION PROCESS

Ágnes DÉNESFALVY [1]

Abstract *– The paper demonstrates a possible solution for determining a railway infrastructure service and connecting charging system which adapts to market needs (creating conformity between supply and demand). The developed "networkmatrix" structure model is able to unified store and treat all feature data of railway station and line in exact mathematic way, by unambiguously identifying the matrix components. The paper covers the methodology of determining commercial value of railway infrastructure services and service qualification system model – developed with the help of genetic algorithm – which harmonises the EU directives, and can be used in Hungary and in international networks as well.*

Keywords – Railway Infrastructure Services, Qualification Model, Genetic Algorithm

1. INTRODUCTION

Council Directive 91/440/EEC on the development of the Community's railways and Directive 2001/14/EC on the allocation of railway infrastructure capacity and the levying of charges for the use of railway infrastructure and safety certification created the new regulation of the European transport market through opening the market for international railway goods and services.

The railway enterprise restructuring dividing infrastructure operation and transportation functions raises the issue of the service system provided by the infrastructure manager and the connecting charging system. All members of the EEC[1] try to reform the operation of their incumbent railway systems through creating transparent market relations, settling the role of states in ordering public utility services, taking measures in order to develop competitiveness and making service contracts between demand and supply.

The topic of the paper is relevant especially as there are not any harmonised, standardised and accepted infrastructure service systems existing while developing and using such a system is indispensable according to legal regulations and the economical interest of the market members.

The subject of the paper is topical as in the current situation of the domestic railway enterprise restructuring, when the basic task of Hungarian State Railways Co (MÁV) is operation and maintenance of the railway network and providing infrastructure services, it would be possible to develop and improve the service system on the basis of professional principles so thus making it able to adapt to changing market environment.

2. SCIENTIFIC RESULTS

2.1. Networkmatrix

I developed the networkmatrix structure model which is able to unifiedly store and treat all station and line feature data in exact mathematic way, by unambiguously identifying the matrix components.

Buildups of station and line feature name vectors are the followings:

$$\underline{Ta} = \begin{bmatrix} (ta)_1 \\ (ta)_2 \\ \vdots \\ (ta)_n \end{bmatrix}, \qquad \underline{Tv} = \begin{bmatrix} (tv)_1 \\ (tv)_2 \\ \vdots \\ (tv)_o \end{bmatrix}$$

where $(ta)_i$ means the i-st feature name of stations,
n means the number of features in station feature name vector,
$(tv)_l$ means the l-st feature name of lines,
o means the number of features in line feature name vector.

In view of the content of station, respectively line

[1] European Economic Community

[1] Ágnes Dénesfalvy, head of Organisation Development Division, Infrastructure Business Unit, MÁV Hungarian State Railways Co, Könyves Kálmán blvd 54-60., 1087 Budapest, Hungary, denesfalvya@mav.hu

feature name vector it is possible to determine station- respectively linevectors (A, respectively V), which contain the concrete station respectively line feature values for certain station respectively line according to Ta respectively Tv feature name vectors in the following form:

$$\underline{A}^{a} = \begin{bmatrix} (ta)^{a}{}_{1} \\ (ta)^{a}{}_{2} \\ \vdots \\ (ta)^{a}{}_{n} \end{bmatrix} \quad \underline{V}^{a,b} = \underline{V}^{w} = \begin{bmatrix} (tv)^{a,b}{}_{1} \\ (tv)^{a,b}{}_{2} \\ \vdots \\ (tv)^{a,b}{}_{o} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (tv)^{w}{}_{1} \\ (tv)^{w}{}_{2} \\ \vdots \\ (tv)^{w}{}_{o} \end{bmatrix}.$$

where $(ta)^{a}{}_{i}$ means the concrete quantitative, qualitative value of i-st feature name of stations on the station a,

$(tv)^{w}{}_{l}$ means the concrete quantitative, qualitative value of the l-st feature name of lines on the line w,

Va,b = Vw means the w linevector which illustrates the link between station a and station b and which contains o elements.

From station- and linevectors it is possible to build up a 3dimension networkmatrix (H) (which elements are not constants but column vectors), which contains all features of stations and lines fixed in station- and linevectors and the network topology for the whole network as well.

The elements of H networkmatrix are:

$$\underline{\underline{H}}^{a,b} = \begin{cases} \underline{A}^{a}, & in \quad the \quad case \quad of \quad a = b \\ \underline{V}^{a,b}, & in \quad the \quad case \quad of \quad a \neq b \end{cases}$$

where meanings are the same as above.

Accordingly, stationvectors are in the main diagonal and linevectors are in other part of the networkmatrix, in the case of a network with f pieces of stations would look like:

$$\underline{\underline{H}} = \begin{bmatrix} \underline{H}^{1,1} & \underline{H}^{1,2} & \cdots & \underline{H}^{1,f} \\ \underline{H}^{2,1} & \underline{H}^{2,2} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \underline{H}^{f-1,f} \\ \underline{H}^{f,1} & \cdots & \underline{H}^{f,f-1} & \underline{H}^{f,f} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{A}^{1} & \underline{V}^{1,2} & \cdots & \underline{V}^{1,f} \\ \underline{V}^{2,1} & \underline{A}^{2} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \underline{V}^{f-1,f} \\ \underline{V}^{f,1} & \cdots & \underline{V}^{f,f-1} & \underline{A}^{f} \end{bmatrix}$$

Meanings are the same as earlier.

2.2. Conversion rule system

I developed the conversion rule system based on vector operations which is able to homogenise, quantificate heterogeneous station/line features, and with which help it is possible to make quantitative, standardised convertiated vectors from different heterogeneous station- and linevector data.

In order to treat heterogeneous station/line features uniformly on mathematic language, it is necessary to quantify textual station/line features, respectively to develop solutions for treating numeric features uniformly in order to compare different features. This is made by convertative vectors (Ka, respectively Kv).

Convertiated vectors for a station and w line are the followings:

$$\underline{C}^{a} = \begin{bmatrix} c^{a}{}_{1} \\ c^{a}{}_{2} \\ \vdots \\ c^{a}{}_{n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (ka)_{1}\left[(ta)^{a}{}_{1}\right] \\ (ka)_{2}\left[(ta)^{a}{}_{2}\right] \\ \vdots \\ (ka)_{n}\left[(ta)^{a}{}_{n}\right] \end{bmatrix} \quad \underline{\mathrm{C}}^{\mathrm{w}} = \begin{bmatrix} \mathrm{c}^{\mathrm{w}}{}_{1} \\ \mathrm{c}^{\mathrm{w}}{}_{2} \\ \vdots \\ \mathrm{c}^{\mathrm{w}}{}_{\mathrm{o}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (\mathrm{kv})_{1}\left[(\mathrm{tv})^{\mathrm{w}}{}_{1}\right] \\ (\mathrm{kv})_{2}\left[(\mathrm{tv})^{\mathrm{w}}{}_{2}\right] \\ \vdots \\ (\mathrm{kv})_{\mathrm{o}}\left[(\mathrm{tv})^{\mathrm{w}}{}_{\mathrm{o}}\right] \end{bmatrix},$$

where $c^{a}{}_{i}$ namely $(ka)_{i}\left[(ta)^{a}{}_{i}\right]$ means convertiated value got by adopting (ka)i convertative rule to station a station feature i,

$c^{w}{}_{j}$ namely $(kv)_{j}\left[(tv)^{w}{}_{j}\right]$ means convertiated value got by adopting (kv)j convertative rule to line w line feature j.

As the result of conversion, vectors of elements between 0 and 1 are generated. From heterogeneous station- respectively linevectors I prepared such homogenised vectors which have – in the case of discrete mapping almost the same, in the case of continual mapping the same – meaning, and have quantified quality as well.

2.3. Commercial value

With the help of networkmatrix structure model I developed the methodology of determining commercial value of services. With the help of this, it is possible to analyse and verificate the quality of services numerically, dynamically and informatically.

For determining quality from several infrastructure services point of view not all features are necessary so thus it is important to identify relevant features from the services point of view. After determining relevant features (according to professional knowledge), station respectively line service weightvectors sort out relevant features by a mathematical model and quantificate features according to their role in commercial value.

Station respectively line service weightvectors are the followings:

$$(\underline{Sa})^{m_j} = \begin{bmatrix} (sa)^{m_j}{}_{1} \\ (sa)^{m_j}{}_{2} \\ \vdots \\ (sa)^{m_j}{}_{n} \end{bmatrix}, \qquad (\underline{Sv})^{u_q} = \begin{bmatrix} (sv)^{u_q}{}_{1} \\ (sv)^{u_q}{}_{2} \\ \vdots \\ (sv)^{u_q}{}_{o} \end{bmatrix}$$

where $(sa)^{m_j}{}_{i}$ means the weight from mj service point of view which belongs to the i-st feature name of stations [(ta)i],

$(sa)^{m_j}{}_{i}$ means the weight from mj service point of view which belongs to the i-st feature name of stations [(ta)i],

$(sv)^{u_q}{}_{l}$ means the weight from uq service point of view which belongs to the l-st feature name of lines [(tv)l].

Elements of service weightvectors are between 0-

1, they contain value differing from 0 only where convertation and convertiated vectors contains values for relevant features. Elements of service weightvectors means how important the station/line features are from service quality level point of view. The sum of elements of service weightvector gives 1.

Commercial value of station a from mj service point of view, respectively commercial values of line w from uq service point of view are the followings:

$$e^{am_j} = c^{a}{}_1 \cdot (sa)^{m_j}{}_1 + c^{a}{}_2 \cdot (sa)^{m_j}{}_2 + \cdots + c^{a}{}_n \cdot (sa)^{m_j}{}_n$$

$$e^{wu_q} = c^{w}{}_1 \cdot (sv)^{u_q}{}_1 + c^{w}{}_2 \cdot (sv)^{u_q}{}_2 + \cdots + c^{w}{}_o \cdot (sv)^{u_q}{}_o$$

Commercial value of a service can be between 0 and 1.

From commercial value of services it is possible to develop station respectively line commercial value vector (which contains the same number of elements as station- respectively line vector). From station respectively line commercial value vectors the three dimension commercial value matrix (E), can be built up, which contains the commercial values of all stations and lines from all services point of view:

$$\underline{\underline{E}} = \begin{cases} \underline{E}^{a}, & ha \quad a = b \\ \underline{E}^{a,b}, & ha \quad a \neq b \end{cases}$$

According to the above, in the diagonal of network commercial value matrix station commercial value vectors can be found, on other places line commercial value vectors as followings:

$$\underline{\underline{E}} = \begin{bmatrix} \underline{E}^{1,1} & \underline{E}^{1,2} & \cdots & \underline{E}^{1,f} \\ \underline{E}^{2,1} & \underline{E}^{2,2} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \underline{E}^{f-1,f} \\ \underline{E}^{f,1} & \cdots & \underline{E}^{f,f-1} & \underline{E}^{f,f} \end{bmatrix}.$$

Meanings are the same as earlier.

2.4. Common commercial value of infrastructure services

I developed the methodology of determining common commercial value of infrastructure services, which with the appropriate rate of commercial value of supply and demand ensures that charge according to quality (commercial value) can be determined.

I developed such a service qualification model, which suits railway undertakings' quality aspects and demands, reflects costs and expenditures of infrastructure manager, namely harmonises and treats the commercial value for both railway undertakings (demand) and infrastructure managers (supply) as the following:

$$e^{am_j vp} = x \cdot e^{am_j p} + (1-x) \cdot e^{am_j v}$$

where $e^{am_j vp}$ means common commercial value (which takes into account the aspects of infrastructure managers and railway undertakings as well) from mj service point of view,

$e^{am_j p}$ means commercial value of infrastructure managers from mj service point of view,

$e^{am_j v}$ means commercial value of railway undertakings from mj service point of view,

x means in what rate the infrastructure manager's commercial value is taken into account (the following coherency is always valid that $0 \le x \le 1$).

In the course of qualification and charging of services I determine the value of x (namely the rate (the importance) of commercial value for railway undertakings and infrastructure managers) with the help of genetic algorithm.

2.5. Service qualification system with genetic algorithm

With the help of genetic algorithm I developed service qualification system model which harmonises the EU directives, and can be used in Hungary and (with fitting appropriate functions) in international networks as well. The model determines optimal common commercial value and charging system considering costs and expenditures of infrastructure managers and quality of service at the same time.

Figure 1 shows the process of qualification (determining common commercial value) and charging with the help of genetic algorithm.

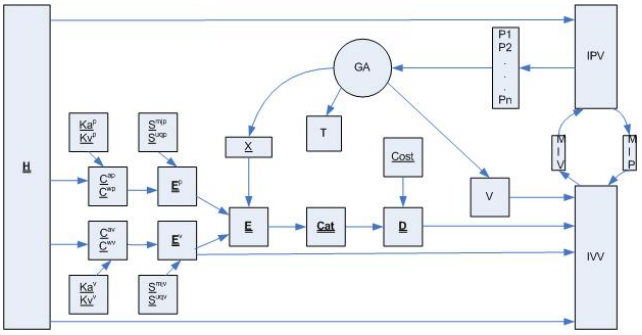


Figure 1: Model of determining common commercial value and charging with genetic algorithm

Meanings are the same as earlier or are to be explained in the following description. After determining quality of service, station a from mj service point of view, respectively line w from service uq point of view can be categorised, from which' elements category vectors and lastly categorymatrix (Cat) can be developed.

Considering e.g. average cost of service categories of all station and line services, station respectively line costvectors can be made (Cost). The charge of service with given quality (category) can be determined with the help of average cost and categorymatrix according to different charging principles. From charges the chargematrix (D) can be built up.

The infrastructure manager (IPV) answers (MIP)

claims (MIV) of railway undertakings (IVV) (which are determined due to different transportation tasks generated by genetic algorithm) depending on their achievability. The claim can either be fulfilled (after iteration between IPV and IVV if there are changing requirements) or refused. The results of transportation are compared with the parameters determined in goodness criterias and measured in data puffers. Among goodness criterias other criterias that are in line with the requirements of the market members can be determined (like optimal capacity utilisation from infrastructure manager's point of view, payback of a certain level of cost of infrastructure manager from the state's point of view, minimalisation of full costs of a claim from railway undertaking's point of view). All results are saved in spooler (T). Genetic algorithm prepares x parameter of service qualification system according to goodness criterias, till the ideal qualification (proper rate of respect of $e^{am_j p}$ and $e^{am_j v}$, respectively $e^{wu_q p}$ and $e^{wu_q v}$) and charging is determined and parameters described as goodness criterias are best fulfilled.

3. CONCLUSIONS, UTILISATION OF NEW SCIENTIFIC RESULTS

With the help of the developed networkmatrix structure model it is possible to determine commercial value (based on station/line quality level) of all station and line on the network of any infrastructure manager, what can form the basis of any cost and income calculation. Based on commercial value it is possible to determine categories of stations/lines and the charge for their usage. The principles above can be used in practice as well if all stations and lines are categorised by the method described by the infrastructure manager.

The optimal charging system can be developed with the domestic usage of service qualification system, taking into consideration the infrastructure costs and expenditures connected to services and the quality of the service. The method is possible to be used in practice in countries with similar endowments and specialities, furthermore after implementation in countries with different endowments and specialities, too.

Through collecting and arranging all features necessary for determining station/line categories the model gives the possibility to prepare a uniform database, in which any changes of any characteristics of any services can be seen across or modified. This kind of database that contains all standard attributes of stations and/or lines has not existed. Such a database can be the starting point of introduction, differentiation, categorisation and determination the charge of further services.

During the practical adaptation of the model it is possible to measure the frequency of usage of stations/lines with different categories, to measure which station/lines with which services are the most wanted ones. This helps to identify stations/lines which are necessary to be developed or derogated – depending on the construction of the network – from given service point of view.

With the help of the model there is enough information about overloaded stations/lines (bottlenecks), as well as "weak points" of the infrastructure thus supporting the substantiation of correct infrastructure strategy and policy decisions. The model makes possible to quantify how service level, quality and charge of service provided by domestic infrastructure managers' approach to the demand for services. This can be the basis of a competitive offer.

REFERENCES

[1] (Farkas – Dénesfalvy 2005): Dr. Farkas Gyula, Dénesfalvy Ágnes: A vasúti pályahasználati díjrendszerek összehasonlító elemzése, Közlekedéstudományi Szemle, 2005. okt, pp. 374-386

[2] (Dénesfalvy 2004): Ágnes Dénesfalvy: IT background and methodology for freight stations classification system of the Hungarian State Railway, Networks for Mobility 2nd International Symposium, September 29-October1, 2004, Stuttgart.

[3] (Dénesfalvy 2005): Ágnes Dénesfalvy: Analysis of railway charging systems with special regard to the service charges at the stations, IVETTA international conference (Innovativa Vocational Education and Training in the Transport Area), 24-25 February, 2005. Riga, Latvia, pp. 334-345

[4] (Dénesfalvy – Farkas 2008): Ágnes Dénesfalvy, dr. Gyula Farkas (2008): Implementation of Infrastructure Service and Charging System in Hungary, Proceedings on Scientific-Expert Conference on Railways, 9-10 October 2008, Nis, p. 29-32.

[5] (ECMT tanulmány 2005): Railway reform and charges for the use of infrastructure, Report European Conference of Ministers of Transport , 2005. április 4.

[6] (Steer Davis 2006): Steer Davis Gleave: Servrail Study – Assessment of present and likely future conditions of providing railrelated services, Final Report, Dec. 2006

[7] (Goldberg 1989): David E. Goldberg: Genetic algorithms in search, optimization and machine learning. Addison-Wesley, 1989

[8] (Bokor - Farkas 2002): Bokor, Z., Farkas, Gy.: Rail charging system and controlling based rail strategic planning in Hungary. European Transport Conference, Homerton College, Cambridge, September 2002, Proceedings CD, 16 p.

[9] (Tánczos – Bokor 2004): Bokor, Z., Tánczos, K.: Tools of Market-oriented Restructuring with Special Regard to Improving Management Information Systems. In: Transport Issues and Problems in Southeastern Europe (ed.: Caralampo Focas), Ashgate, Aldershot, 2004, ISBN 0 7546 19702, p. 176-187.

[10] (Rónai 2001): Rónai, P.: Marginal Cost Based Pricing Policy in the European Transport Sector, MicroCAD Nemzetközi Tudományos Konferencia, Miskolci Egyetem, „European Union and Regional Economics" szekció, 2001. március 1.-2.

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON'10

DEVELOPMENT OF RAILWAY INFRASTRUCTURE SERVICES AND CUSTOMER SATISFACTION

Gyula FARKAS [1]
Erika VINCZELLÉR [2]

Abstract *– The paper presents the implementation and further development possibilities of the Hungarian railway infrastructure service system focusing on its support with informatics applications. The presentation also introduces the methodology and main related results of customer satisfaction research of MÁV IBU.*

Keywords - railway infrastructure services, customer satisfaction

1. THE ACTORS AND THE PERFORMANCE OF THE LIBERALIZED TRANSPORT MARKET

1.1. The main characteristics of the Hungarian railway market

Hungary joined to the European Union on 1st May 2004 and it brought significant changes to the Hungarian railway market. As the result of the rail freight market liberalisation different rail freight operators appeared on the open-access railway network beside the previous two former market actors, MÁV Co. and GySEV Co.

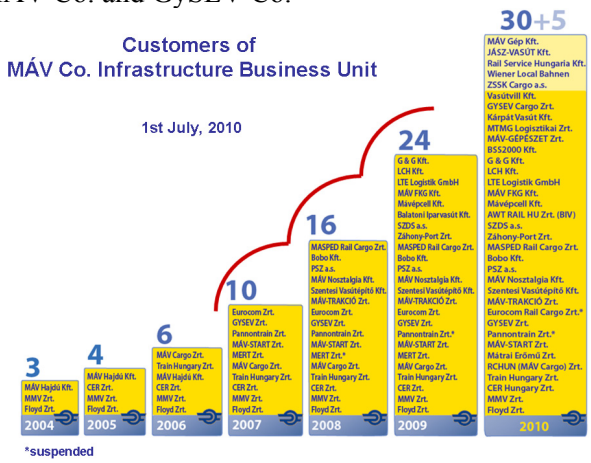


Fig.1. The development of the number of the railway undertakings having network access contract

The passenger market liberalization began in 2010, now three railway undertakings (RUs) have valid operation licence for passenger transport. Two of them provide public transport service and one operator is specialized in transport of nostalgic trains. The first foreign contract partner was a Slovakian train operator whom MÁV Co. concluded the network access contract in 2008 with. Since then further Slovakian and Austrian railway undertakings decided to enter to the Hungarian railway market, some of them have already concluded network access contract. The trend is similar to other European countries: the number of customers inreases, however, the market share is prevailed by the national railway company.

The rail operation is quite complex, so that the network access conditions are much stricter than in the road transport. The number of the railway undertakings on the Hungarian railway network is not expected to reach the German one (300), but the dynamic growth will stop after a while. Based on the granted operation licences is expected that 8-10 further railway undertakings comply with the legal requirement, and become eligible to access in 2010. Probably, more and more foreign companies will be interested, who already have operational licence in other EEA member states. This is more likely after the liberalisation of the railway passenger market.

1.2. Trends of the performance

The success of the market liberalization is characterized mostly by the competition between the operators, the steps and speed of the passenger transport market's allocation and the whole market transport volume counted from the share of the individual market players.

The characteristics of the MÁV Co's railway

[1]Gyula FARKAS PhD., Head of Sales Department, MÁV Co., 1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 54-60., farkasgyula@mav.hu
[2]Erika VINCZELLÉR, Marketing expert, Sales Department, MÁV Co., 1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 54-60., vinczellere@mav.hu

infrastructure and the number, as well as the performance of the run train on the railway network are shown in the Table 1.

Table 1. The characteristics of the MÁV Co's railway infrastructure and performance

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Built length of railway network (km)	7 650	7 650	7 650	7 596	7 511	7 511
Built length of double track railway lines (km)	1 146	1 146	1 146	1 173	1 173	1 173
Rate of double track railway lines (%)	14,98	14,98	14,98	15,44	15,62	15,62
Rate of electrified railway lines (%)	33,55	33,55	33,55	33,79	34,17	34,17
Run freight train (pieces)	212 827	216 405	237 497	221 976	195 644	137 510
Run passenger train (pieces)	1 112 448	1 020 344	1 044 186	1 078 066	1 076 229	1 085 043
Kilometres by freight trains	16 498 213	16 954 000	18 963 648	18 836 132	18 276 716	14 278 253
Kilometres by passenger trains	80 237 372	75 396 595	77 238 250	84 527 403	83 447 780	84 128 416
Punctuality of passenger trains (%)	94,78	94,14	92,89	93,39	92,6	90,8
Staff	19 918	17 878	18 565	17 575	17 272	17 102

The rail freight transport performance on the Hungarian open access railway network between 2004 and 2009 decreased by approximately 15%. This is mainly caused by the impact of the general economic downturn begun in 2008.

The Hungarian freight transport performance on the basis of data collected by Hungrail is showed by Figure 2.

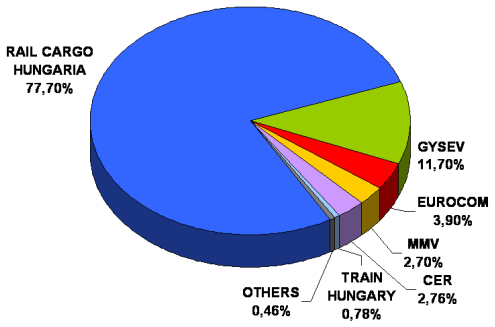


Fig.2. The share of the Hungarian rail freight transport performance (2009)

Source: Hungrail Annual Report 2009, Hungarian Rail Association.

As it can be seen easily from the figure Rail Cargo Hungaria Co. still retaines the greatest market share. In 2009 a determining circumstance for that company was the fact that its resources and capabilities were combined with parent company Rail Cargo Austria resulting in significant cooperative.

The standard of rail infrastructure in Hungary and the efficiency of the services are significantly lower than some neighbouring countries of the European Union. In spite of that fact the track access charges are extremely high compared to other – especially western part of European – countries and this is in great part responsible for the fact that freight is often taken by road instead of by rail.

Usage-based road pricing partially introduced in the European Union in 2009 has not significantly altered road-rail competition in the freight market. The aggressive policy of road competition combined with the demonstrable advantage of the delivery of goods from door to door continues to result the reduction of European rail freight transportation.

1.3. The development and the main features of the railway market liberalization

The liberalization of the national railway market has created and still provided the following regulatory environment as its framework:

Regulatory Body is responsible for granting operation licences and the independent market control and monitoring activity. Transport Authority is responsible for issuing safety certificates, controls the observance of the regulations and instructions concerned the transport safety. Both spheres of activities belong to National Transport Authority as organisation.

Network Statement contains the infrastructure services and their charges, the access conditions of the railway network, the features of the infrastructure, the procedure and terms of the capacity allocation.

The infrastructure manager and the railway undertaking conclude the network access contract founded on the valid Network Statement. The Annex 1 of the Network Statement contains instructions concerned the contain of the network access contract.

The market operability of the railway sector can be ensured if the state concludes contract for the providing of the rail passenger public service and the operation of the railway network system, and through the state budget it guarantees the long term operation of railway undertakings engaging public service obligation. In addition further downsizing, decreasing of the infrastructure services and costs are also possible, which will establish new companies that can provide the additional services contained by the 2005. CLXXXIII. Act on the railway transport (Vtv.) Annex III. more effective to the railway undertakings with network access entitlement.

The changing opportunities mentioned above provide for the IM's wide spectrum to expand their business activity. This can mean other economic size and role, as well as it has clear impact to the rail competitiveness.

2. INFRASTRUCTURE SERVICES AND THE ACCESS PROCEDURE

2.1. The provided infrastructure services

The clients of the Infrastructure Business Unit (IBU) are the railway undertakings with operation licence, safety certificate and network access contract who can resort to the infrastructure services provided by IBU.

The basic, supplementary and additional services provided by MÁV Co. Infrastructure Business Unit can be found on the website of the Rail Capacity Allocation Office Ltd. (VPE) while the ancillary and other services can be seen on the homepage of MÁV Co.(www.mav.hu).

2.2. The request procedure of the infrastructure services

Request procedure in the informatical system of VPE

The use of the infrastructure services defined by the Vtv. 3. Annex I-III. (basic, supplementary, additional services) have to be ordered by the railway undertakings via internet, in the train path allocation system called KAPELLA (www.kapella.hu).

Request procedure in the informatic system IÜR of MÁV Co.

The infrastructure services not included in the Vtv. Annex I-III. should be ordered in the Integrated Customer Service System (IÜR) of PASS2 system.

Handling of the ordered and allocated infrastructure services

The current service request system consists of two elements. The basic, supplementary and the additional services will be judged and allocated by VPE to the railway undertakings while ancillary and other services are managed by the MÁV Co. Infrastructure Business Unit.

Independent from the type and the place of the ordered services the requests appear in the MÁV Co. Infrastructure Business Unit's informatic system, PASS2, so that railway undertakings can see all of their own requests in the IÜR system.

Further advantage of PASS2 that the staff of MÁV Co. Infrastructure Business Unit who takes part in the service providing can see the ordered services of railway undertakings at the same place. The PASS2 Logging System transmits the ordered and fulfilled service data directly to the accounting module of the system so the railway undertakings will pay only for the actually used services.

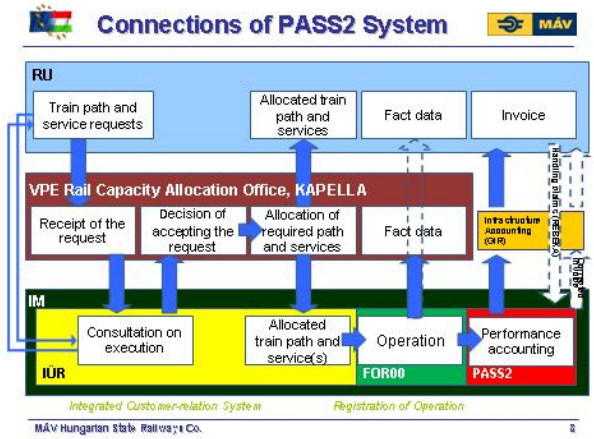


Fig.4. PASS2 system

The integrated operation of the KAPELLA and the PASS2 systems allow for the railway undertakings the more flexible adaptation to the freight needs, because the rail capacity allocation office can accept the request and allocate the train path even one hour before the train departure and at the same time the MÁV Co. Infrastructure Business Unit can start and run the trains thanks to the development of the IT system.

3. CUSTOMER SATISFACTION STUDY AMONG MÁV IBU'S RU CLIENTS

The MÁV Co. Infrastructure Business Unit has started to monitor the level of its customers, the railway undertakings having network access contract, in 2005. The research methodology was altered considerably in 2007 to reveal more exact answers and to identify the background reasons, opinions, attitudes and experience deeper in detail.

3.1. The main objectives

- To learn customers' opinion about performance of IBU on key service areas
- To reveal the reasons and experience causing the unfavourable evaluations
- To detect the direction and importance of opinion shifts
- To learn the customers' suggestions in connection with service development
- To determine the focuses we should concentrate on to increase the satisfaction level of our customers

3.2. Research methodology

Qualitative, F2F in-depth interviews based on structured scenario.

The target group is the circle of RUs having network access contract with MÁV Co. in a designated time point, which is determined so, that it can involve the most clients, who have valid opinion[1] about the examined year (in 2009 23 firms).

Examined subjects - 5 blocks

Contracting; Billing; Service providing; Colleagues in headquarter and in regional centres; Current topics

Applied scale system

- 5-point verbatim scales. Form of card set avoided the connection with the Hungarian school qualification system.
- Values from *very favourable* to *very unfavourable.*
- Middle value is acceptable to avoid the neutral answers, to gain the acceptable level, to enforce choices.

In case of unfavourable opinions respondents are

[1] Therefore the sample size is not definitely the same as the end-of-year number of customers.

asked to explain freely their detailed reasons in the framework of an open-ended question not influenced by pre-coded answers.

The interviews concerned year 2009 were conducted January – March, 2010, in order that the partners could evaluate the whole year in such a period, which is not so busy from business aspect.

3.3. Most important factors affecting the analysis

The sample size basically enables qualitative approach, thus statistical calculations can be applied with indicating value only, mainly as demonstration tools. Therefore the analysis focuses on the opinion patterns and tendencies.

Weighting procedure cannot be applied because of the small sample size, in addition the present share structure of our partners is so disproportionate, that the prevalent customers' opinion would almost entirely overwhelm the others'.

The sample size gives possibility to the very simple "segmentation" only (e.g. old partners - new partners). In 2009 the new partners had less experience and more favourable evaluation attitude.

It managed to ask the whole target group three years in row (see Figure 1).

3.4. Main results 2009

Alike the previous year the performance of our colleagues (both in the headquarter and in the regional centres), as well as of the billing were the best and they are developing.

Contracting was the area which developed the most during 2009, and it managed to shift out of the negative range into the acceptable territory.

The general evaluation connected to our service providing activity was formed by joint effect of different directional factors. Though the cumulative performance average was below the acceptable level and the general trend was rather stagnant to reach real picture we should have seen behind average: in case of some elements (running of trains, shunting) we could improve characteristically above the acceptable level, however the quality of our infrastructural offer retained the general result in the negative range.

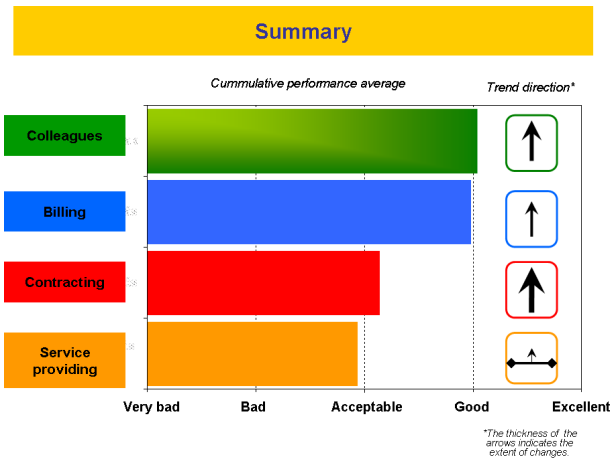


Fig.5. Summary of the customer satisfaction results 2009

On the whole, slightly increasing tendencies could be perceived in the satisfaction level of MÁV Co. IBU's customers, however, this development was more moderate among the older, more experienced clients.

REFERENCES

[1] Ágnes Dénesfalvi, Gyula Farkas, Péter Rónai: Business Process of MÁV Co's Infrastructure Specialised on the Services and Charging System, Acta Technica Jaurinensis Vol. 2. No. 3., 2009
[2] Hungrail Annual Report, 2009
[3] Infras-IWW: External Cost of Transport 2004
[4] MÁV Co. Infrastructure Business Unit Brochure
[5] MÁV Co. Infrastructure Business Unit Sales Department: Benchmarking on European Railway Market 2008
[6] Péter Rónai: Marginal Cost Calculations and Price Discrimination in the Railway Freight Sector, Periodica Polytechnica, Ser. Transportation Engineering; vol. 30. No. 1-2. 2002. p. 79-88.
[7] Rail Capacity Allocation Office: Network Statement, www.vpe.hu
[8] Széchenyi István University: Viability of railway services on the liberalized market and the risks of competitiveness, Report, 2009.

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON'10

EXPERIMENTAL AND NUMERICAL STUDY OF ELASTIC SPRING CLIPS FOR RAIL FASTENING

Stjepan LAKUŠIĆ [1]
Dalibor BARTOŠ [2]
Višnja TKALČEVIĆ LAKUŠIĆ [3]

Abstract – Modern rail transport with heavy loads and high vehicle speeds requires the adequate fastening of the rail to the base. On most tracks where driving speeds exceed 100 km/h, railway companies use elastic rail fastenings, especially if the tracks are installed on a concrete base. Modern fastening systems are quite complex structures and application of numerical models in the study of fastenings is inevitable. This paper deals with the study of elastic spring clips by three manufacturers: Pandrol, Vossloh and Nabla. One spring clip from each manufacturer, most commonly used on today's railways, was tested. Numerical analysis was conducted in the program ABAQUS on a 3D model of the spring clip, with the same loading conditions as found in exploitation. In order to have reliable models for clarifying the theoretical and practical dilemmas the testing on repeating loading and tensile strength of materials were also done.

Keywords – Track, rail fastening, elastic spring clips, finite element method

1. INTRODUCTION

The elastic spring clip is used for fastening the rail to the base (slipper, reinforced concrete base), and is therefore one of the most important elements of the track. Elastic spring clips must firmly and permanently hold down the rail, ensuring both resilience of the track in the upward direction and good lateral stability [2, 3]. The elastic downward pressure is essential for the smooth control of the rail's upward movement and high creep resistance [4]. Stemming from this, the most important requirement for the spring clip is to be in constant contact with the rail, under all possible operation conditions. Elastic clips that meet all these requirements are manufactured from spring steel and are shaped in a complex spatial form. During the design (modeling) of the clips, one must keep in mind that this is an element constantly exposed to oscillations, bringing material fatigue to the forefront the problem.

This paper presents a experimental and numerical study of fastenings rails to a base, using three different types of elastic spring clips: SKL-1, e-2000 and RNTC Nabla. Numerical analyses were conducted to investigate whether any of the examined spring clips contain critical areas that can lead to concentrated stress, cracks or the possible loss of elasticity.

In order to carry out the study, complex models were created and the analysis conducted using the ABAQUS software. For the SKL-1 spring clip, a comprehensive experimental study was carried out, comprised of: testing the mechanical properties of the materials, testing the static characteristics and testing the dynamic endurance (repeating loading) of the spring clip. The calculation results were compared with the experimental results. After verifying the model created for the SKL-1 spring clip, models were created for the remaining two fastening spring clips, e-2000 and RNTC Nabla.

2. EXPERIMENTAL ANALYSIS

During supervision works for construction and repair of railway and tramway tracks, breaks in clips type SKL-1 were noticed on several occasions, Fig. 1. Breaks in clips which occurred during exploitation lead first to experimental research and later to the numerical analysis aimed to establish places of maximal strain and to attempt to establish causes of breakage. Experimental investigation of cyclic loading

[1] Prof.dr.sc. Stjepan LAKUŠIĆ, dipl.ing.građ., University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering, Department of Transportation Engineering, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, laki@grad.hr.
[2] Dalibor BARTOŠ, dipl.ing.građ., DAING d.o.o., Ivana Zajca 5, 43000 Daruvar, dbartos@grad.hr.
[3] Doc.dr.sc. Višnja TKALČEVIĆ LAKUŠIĆ, dipl.ing.građ., University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering, Department of Engineering Mechanics, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, visnjat@grad.hr.

of SKL-1 clip was done with low frequency pulse generator, Fig. 2.

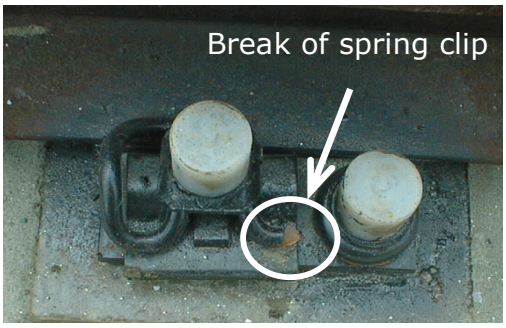


Fig.1. Break of spring clip type SKL-1

Fig.2. Spring clips cyclic loading test

Testing was provided with frequency of 5 Hz and with amplitude of 1.4 mm. The clips were examined up to totally 2×10^6 cycle's pulsation or until one of the clips broke. First crack appeared after 353000 cycles (Fig. 3). Cracks were noted at beginning of elastics side of clip (point C at Fig.3). Crack area is presented on fracture detail, [1].

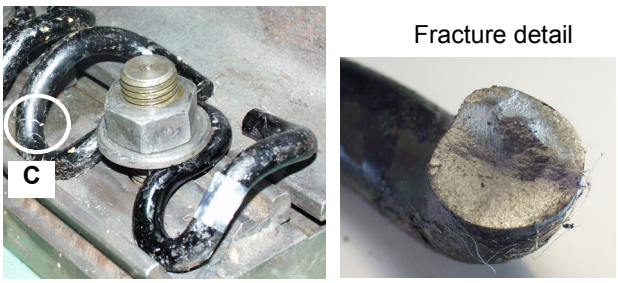


Fig.3. Crack of the clip during the testing

In order to obtain the mechanical properties of the steel material used in making the spring clip, tension strength test was carried out on specimens made from finished spring clips, Fig. 4. The obtained values of tensile strength of the material ranged from 1350 to 1500 N/mm^2, while the relative expansion upon breakage measured 20%. The yield point ranged from 1100 to 1200 N/mm^2. Testing the elastic properties of individual elastic spring clips was conducted using static testing. The magnitude of deflection of the spring clips under load was observed. Testing was conducted through 10 cycles of loading and unloading shown in Fig. 5.

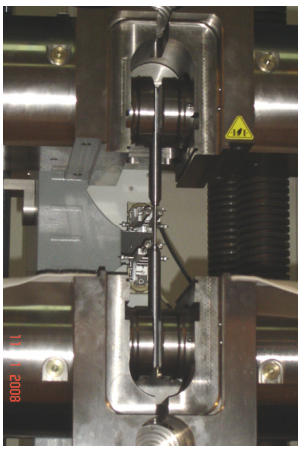


Fig.4. Tensile strength testing of clip materials

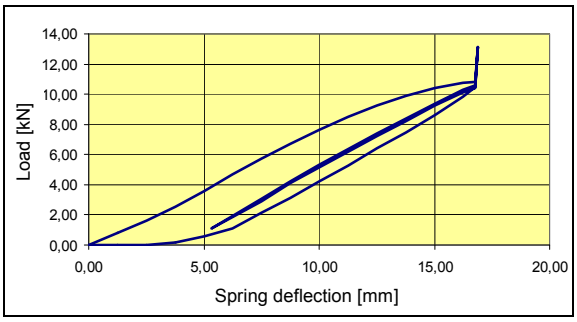


Fig.5. Load-spring deflection diagram of SKL-1 clip

Load on the spring clip was applied to the second touch point. For deformation of clip of 14.5 mm, a maximum force of 10.8 kN was obtained, while permanent strain at the end of the 10 cycles totalled 3.56 mm. The mean value of elastic constants (spring clip rigidity) obtained in the testing was 0.74 kN/mm.

3. NUMERICAL ANALYSIS

Numerical analysis was conducted using the ABAQUS software program. Elastic spring clips and their accompanying fastening components that serve as support and auxiliary load-bearing elements were modelled as 3D elements in AutoCAD and the ABAQUS/CAE module. Figures 6 to 8 show an overview of the models of each spring clip. The model of the SKL-1 spring clip includes the model of clip, the 60 E1 rails, the base plate that serves as a base and the foundation plate on the upper side that prevents the spring clip vertical deflections. The model of the e-2000 spring clip, includes the model of clip, the 60 E1 rails, the shoulder that serves as a base and that prevents the spring clip vertical and horizontal deflections. The model of the RNTC NABLA spring clip consists of the trapezoidal spring steel blade and the elastic insulator, the 60 E1 rails, and the foundation plates that prevent vertical movement of the spring clip. In all three models, the rails serve as the base of the spring clip and also bear the load.

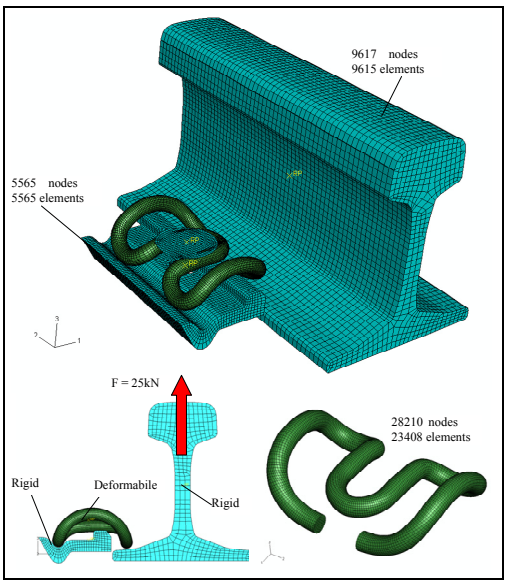


Fig.6. Numerical model of SKL-1 spring clip

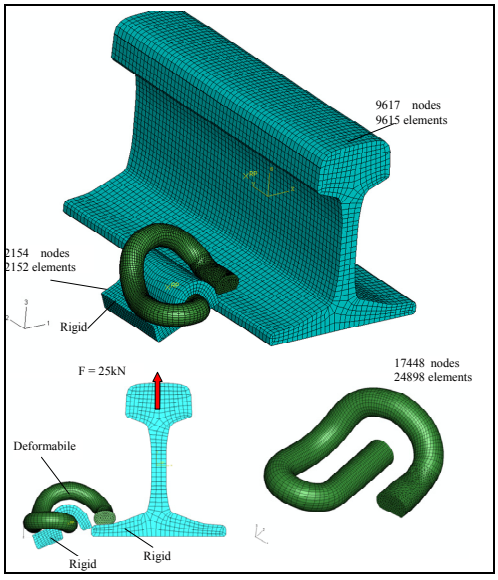


Fig.7. Numerical model of e-2000 spring clip

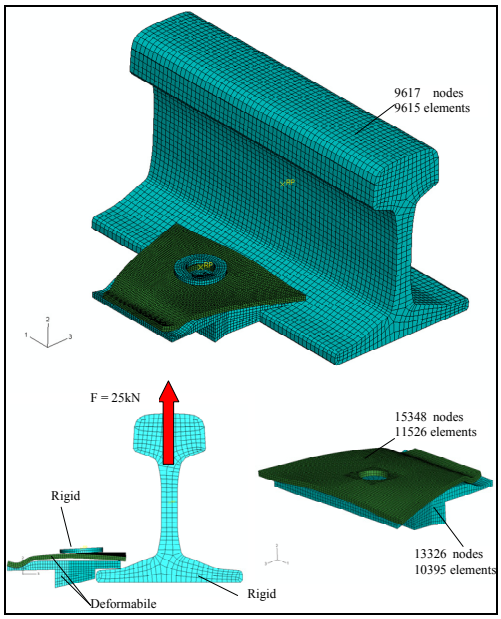


Fig.8. Numerical model of RNTC NABLA spring clip

The elastic spring clips SKL-1 and e-2000 were analysed using the spatial solid and beam model while RNTC nabla clip analysed only using spatial solid model. Constants of material elasticity for the linear elastic material were E=210.000 N/mm^2, ν=0.3 for steel parts and E=15.200 N/mm^2, ν=0.38 for the Nabla insulator, [5]. Material properties were described using the bilinear material behaviour. The numerical calculation was carried out to a maximum vertical force of 25 kN which is believed to be realistic for rail tracks according to [3] and also according to product specifications of testing clips [6, 7, 8].

4. RESULTS AND DISCUSSION

The equivalent stress σ_e (*von Mises stress*) that arises in testing spring clips under a maximum load of 25 kN for the linear elastic material model are shown on Fig. 9 (SKL-1 clip), Fig. 10 (e-2000 clip) and Fig. 11 (Nabla clip). The stress analysis for clip insulator of nabla clip was also done (Fig. 12, bottom view).

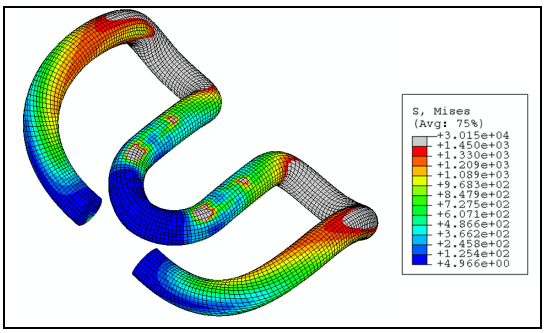


Fig.9. Equivalent stress in the SKL-1 clip

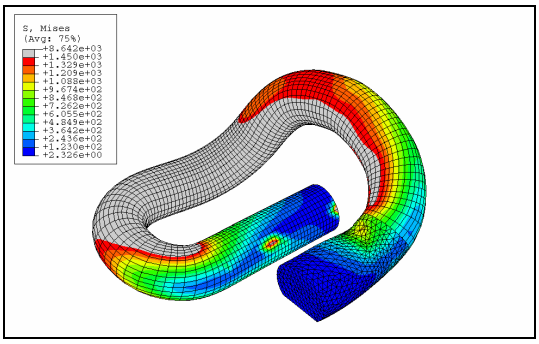


Fig.10. Equivalent stress in the e-2000 clip

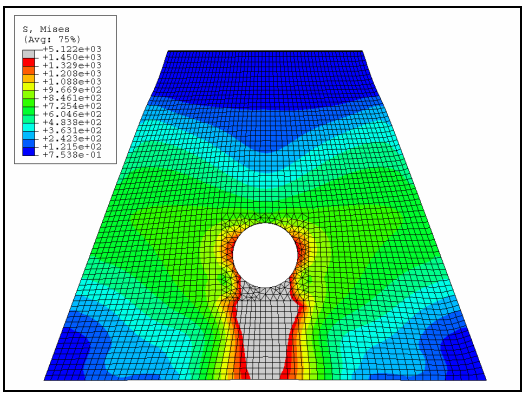


Fig.11. Equivalent stress in steel blade (top view)

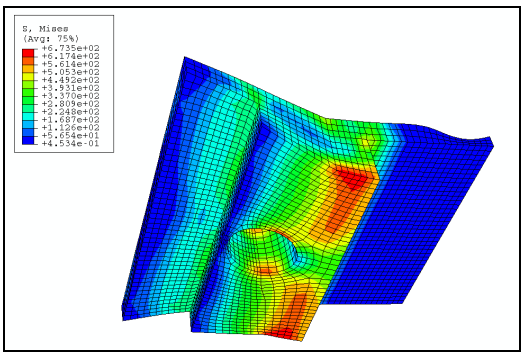


Fig.12. Stress in insulator of nabla clip (bottom view)

The forces that appear as reactions, i.e. the stress on the foot of the rail caused by mounting and tightening of the clips as well as by deformation of the clip during the individual loading phases, is shown on load/spring deflection diagram (Fig.13). The 'equivalent stress-load' diagram is shown in Fig. 14.

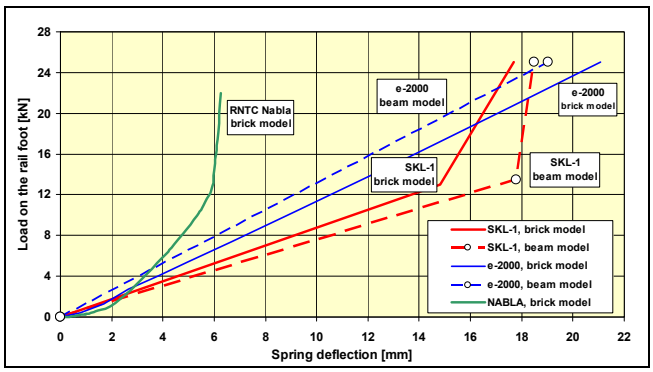


Fig.13. Load-deflection diagram of testing clips

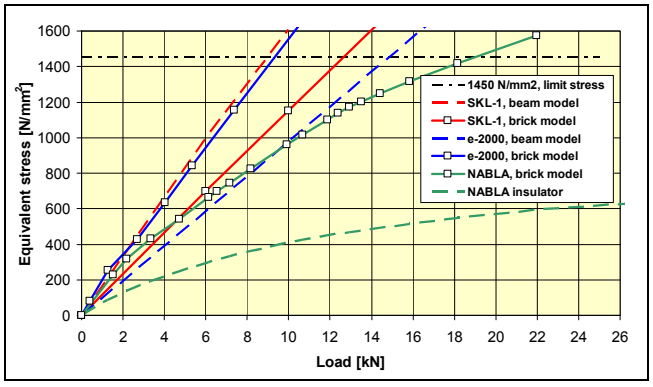


Fig.14. Equivalent stress-load diagram of testing clips

The relation load on rail foot / spring deflection is very important. Namely, the elastic spring clip holds the rail foot from the upper side and resists the tendency to lift the rail (i.e. it always adheres to the rail). In this way, the connection between the rail foot and the base is not lost, the rail does not hit the base and the connection is not lessened. Elastic clips that meet all these requirements are manufactured from spring steel, shaped in a complex spatial form with tensile strength more than 1250 N/mm^2 and stiffness approximately 2500 N/mm. In observing and analysing the calculation results for the SKL-1, e-2000, and RNTC nabla spring clips and comparing the maximum stress from the calculations with the linear elastic materials, the conclusion is that we can expect somewhat lower stress in the SKL-1 clip than the e-2000 clip in the model with brick finite elements. In the model with beam elements, the opposite appears. This diagram also shows that stress in both elements of the RNTC Nabla spring clip will be less than in the SKL-1 and e-2000 spring clips.

5. CONCLUSIONS

The elastic clip type SKL-1 requires tightening by bolts and nuts, and there is possibility that the pressure on the rail foot would decrease during the exploitation, thus requiring regular control and re-tightening. The clip type e-2000 requires no re-tightening, and the force is controllably applied by setting the movement span during mounting, and if the material fatigue can be dismissed, one can say that no reduction of pressure on the foot of the rail occurs during the exploitation. With the help of modern computer programs, the behaviour of individual clip types can be observed, both during the assembly and exploitation stages. Based on these simulations, the optimal solution can be selected for the elastic fastening of the rails to the foundations. By comparison of equivalent stresses in the case of 10 kN load (average values of stresses obtained by using beam and brick models were analysing), it was established they are approximately 15 % higher for the SKL-1 clip than for the e-2000 clip and approximately 25 % higher than for the RNTC Nabla clip. However, a very important factor when observing the clip is certainly the material fatigue, since the clip is exposed to cyclically changeable stress patterns. For such cyclic loading the material gets more brittle and micro-cracks appear. Exactly at these spots there is a concentration of stresses, the cross-section weakens and finally the break occurs.

REFERENCES

[1] Ćorić, D.: "Fatigue strength testing of clip type SKL-1". Technical report 3347/03, Laboratory for Testing Mechanical Properties, Zagreb, 2003.
[2] Darr, E.; Fiebig, W.: "Feste Fahrbahn", VDEI-Schriftenreihe, Eurail press, Hamburg, 2006.
[3] Esveld, C.: "Modern Railway Track", Second edition. MRT-Productions, Zaltbommel, 2001.
[4] Fastenrath, F.: "Die Eisenbahnshiene", Verlag von Wilhelm Ernst&Sohn, Berlin, 1977.
[5] Lakusic, S., Bartos, D.: "Numerical analysis of elastic rail fastening", Proceedings of the RAILWAY ENGINEERING 2007 Conference, London, UK, 2007.
[6] Nabla: "RNTC type elastic fastening", Technical instruction, Societe D'etudes ferroviares, 1988.
[7] Pandrol: "e-series clip", Product specifications 05/04, Pandrol USA, Bridgeport, 2004.
[8] Vossloh: "Vossloh-Tension Clamp SKL-1". Product specifications, Vossloh GmbH, Werdohl, 1990.

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON'10

AC RECUPERATIVE BRAKING: GENERAL ASPECTS, EXPERIENCE WITH FLIRT EMU AT MAV

Franz LACZO[1]

Abstract *- Since the early days of AC traction, it was the aim of the operators to use recuperative braking. The advantages are obvious : less consumption of brake pads and brake disks of the mechanical friction brake, less investment and less weight in the vehicle by avoiding a braking resistor, less energy consumption. The "FLIRT" EMU of STADLER provides different features for an effective recuperation, which can be selected/adopted according to the specific requirements of the operator. Since the introduction of the "FLIRT EMUs" at MAV, a significant number of traction vehicles with a powerful recuperative brake is successfully operating in a 25 kV 50 Hz - system, without brake resistors. The selected solutions and the gained experience are described.*

Keywords - Recuperation, Traction Converter, 50 Hz Supply system, electrical brake

1. INTRODUCTION

1.1. Recuperation with single-phase commutator traction motors

Already in the early days of AC traction (with 16 2/3 Hz frequency), the idea of feeding back the braking energy into the supply network was realised, The first solutions underwent several optimization stages, with the aim of reducing the weight of the additional equipment and improving the power factor. It started with the so-called "Behn-Eschenburg-Circuit" (named after its inventor), used on the famous SBB "Crocodile" loco for the service on the Gotthard mountains.

1.2. Recuperation with phase-angle controlled rectifiers

The great breakthrough of 50 Hz traction happened with the arrival of silicone diodes, and later thyristors. The first solutions with the half-controlled bridges allowed only resistor braking. The use of fully-controlled bridges and effective protective measures allowed also to recuperate energy with this kind of traction converter. In Switzerland, the use of mixed excitation for the traction motor enabled the protection as follows : in case that the converter lost control (pantograph bounce, etc.) and produced a short circuit, the traction motor could be instantly de-excited with the excitation converter, building up an excitation in the inverse direction of the series winding. Examples for such solutions are the SBB "NPZ" regional motorcoach and the HGe 4/4 II rack railway locos on different rack railways in the Swiss Alps.

1.3. Recuperation with four-quadrant line-converters

The appearance of semiconductors with good turnoff-properties (first GTOs, later IGBTs) led to a unification of the line-side-converters of AC traction vehicles. These vehicles - from motorcoaches to locomotives - usually are now equipped with a four-quadrant-controller. This allows to control the energy-flow in both directions, without extra installation for recuperation brake. The big advantage of this kind of converter is the possibility of controlling the power factor, which is selected - under normal conditions - close to unity. The voltage drops on the catenary due to additional reactive current are eliminated. The MAV "FLIRT" motorcoach from STADLER also applies this technology, with a traction converter using IGBT semiconductors.

2. INFLUENCE OF THE SUPPLY NETWORK ON RECUPERATION

2.1. Recuperation in 16.7 Hz networks

The special frequency required by the commutator of the early traction motors forced the railway operators to build up a separate supply network from the power plant until the substation. Although at first sight the extra costs seem to be a great disadvantage

[1] Franz LACZO, Technical Project Manager, Stadler Bussnang AG; Ernst-Stadler-Str. 4, CH-9565 Bussnang, franz.laczo@stadlerrail.com.

of this system, some positive aspects of this solution shall also be highlighted :

1. Most of the supply network (132 kV) and the catenary sections (15 kV) are connected in normal operation. This keeps the catenary voltage stable under different load conditions (a catenary section is fed by both sides), and enables a good receptivity of recuperated energy.
2. The supplyer is part of the railway and is obliged to fulfil the requirements of the traction. Therefore it is not disputed, that traction vehicles feed back energy into the network, and can apply variable power factors (e.g. a capacitive power factor under certain conditions).

Therefore in 16.7 Hz systems, all modern vehicles provide recuperation braking, and do not have a brake resistor, as there is no need for it. As an example, the German Federal Railways (DB) specified a brake resistor for the E120 prototype locos. In the series, this resistor was eliminated, as the service experience with the prototypes revealed that it was never used.

2.2. Recuperation in 50 Hz networks

As a general remark it can be said, that the greatest advantage of a 50 Hz power supply system (no need for a special infrastructure for the railway; electricity can be taken from the nationwide power grid) is also its biggest disadvantage:

1. The need to distribute the single-phase load as evenly as possible onto the three phases of the supplying three-phase network forces to the structure of sections supplied by one side.
2. The single-side supply results in a less stable catenary voltage under variable load conditions, and a lower receptivity for regenerated energy.
3. If the supplier is unaware of the advantages of recuperative braking, he may interdict to feed back energy into his network. There is a need for a great political force to change such an attitude.

An example for such a situation was the loco 7E of the (former) South African Railways. They haul heavy coal trains from the region of the coal mines around Ermelo (1720 m above sea level) to the seaport of Richard's Bay. The train weight is about 20'000 t, and the material flow would provide basically a "natural" power plant. However, the national energy supplier did not allow to feed back energy into its network. Therefore, all locos are equipped with high-power brake resistors to dissipate the brake energy. Nowadays it can be observed, however, that this policy is put into question in view of increasing energy costs.

The situation shall generally improve in the future, when an increasing number of substations will be equipped with static three-phase-to-single-phase converters. Their application eliminates the problems of phase imbalance, which eases also the conditions for energy feedback.

3. RECUPERATION CONCEPTS OF THE STADLER "FLIRT" EMU

3.1. Auxiliaries supply braking

The auxiliary supply as well as the battery charger of the "FLIRT" are branched off the intermediate DC link of the traction converter. This allows the supply of these systems even when the main circuit breaker is open (e.g. when passing neutral sections). In this situation, the motors are slightly excited in braking mode, thus keeping the DC link energized.

3.2. Controllable power factor

In the "normal" range of the catenary voltage (e.g. in a 25 kV system, from 22.5 kV to 27.5 kV), the power factor is controlled to unity ($\lambda \sim 1$).

At voltages below this value, the power factor can be controlled to be capacitive, thus compensating the inductive voltage drop of the catenary. This is widely used e.g. in Norway, which has several long lines with single-side feeding.

At high voltages, the opposite is feasible: with an inductive power factor, the voltage at the pantograph can be reduced, and the vehicle remains in the allowed range for safe operation.

This feature can be individually adopted to the specific needs of the customer, e.g. a power factor of one over the whole operational voltage range is also selectable.

3.3. Semi-Automatic passing through neutral sections

When approaching a neutral section, the locomotive driver can start this procedure by pressing the "Neutral section" pushbutton. The leading vehicle will ramp down the power and open the main circuit breaker. Vehicles in multiple control will additionally lower the pantograph. If the train is in braking mode, the electric brake is automatically compensated by the pneumatic brake.

When the master vehicle had sensed the neutral section (voltage has dropped, and reaches again the nominal value), it will clause its circuit breaker, and the command is given to the remote-controlled vehicles to raise their pantograph when they passed the neutral section. The command to raise the pantograph and close the main circuit breaker is delayed according to the position of the vehicle in the consist.

3.4. Power reduction in function of catenary frequency deviation

A blackout of the power supply at the SBB (Swiss Federal Railways, 16.7 Hz) led to the implementation of the following function:

1. In traction mode, there is a linear power reduction, when the line frequency drops below 16.5 Hz, until 16.1 Hz, where the traction is stopped.
2. In recuperation braking, this is applied for the line frequency rising above 16.9 Hz. At 17.3 Hz, the braking power is zero.

The blackout occurred under conditions specific for a separate railway supply system (operating with 16.7 Hz). This function therefore has not yet been applied in vehicles operating with 50 Hz, but can be realised if the need arises.

4. EXPERIENCE WITH THE "FLIRT" EMU RECUPERATION BRAKE ON THE 50 HZ MAV NETWORK

4.1. Historical aspects of the MAV electrification

In contrast to railways that started 50 Hz electrification when reliable rectifiers were available, Hungary electrified the first line with industrial frequency in 1932. With the help of inventions and patented solutions of the brilliant railway engineer, Kalman Kando, the Hungarian Railway industry produced locomotives with rotating machines converting single phase to three-phase, which supplied then the asynchronous traction motors.

Without being too romantic or sentimental, it can be said that in these days, the engineers of both railway and power supply were keen to provide reasonable, modern overall-solutions and not thinking just along division-lines. Therefore it was no question that the locomotives in service were allowed to use the recuperation brake as much as possible.

These politics had been maintained until today, which allows now private operators to send their standard locomotives (mainly of the Bombardier "TRAXX" or the Siemens "Taurus" type) with freight trains in the free-access across Hungary without major extra requirements or limitations.

4.2. Vehicles in operation at MAV at the introduction of the "FLIRT" EMUs

In the years 1950, the locomotives with rotating converters were continuously replaced by locomotives with rectifiers. The first type was the famous V43, a development of the 50 c/s-Group with tap-changer and diode rectifier, built under licence in Hungary. The next generation was the V63 six-axle loco with phase-angle control. When operation with the "FLIRT" EMUs started in Hungary (2007), the following traction vehicles were most common on the network (not all vehicles listed!):

Table 1. Main traction vehicles in Hungary

Type	Number in service	Electric Brake type	Rated power (kW)
V43	379	none	0
V63	51	Rheostatic brake	1500
V1047 "Taurus"	15	Recuperative brake	7000
5342 "Talent"	10	Recuperative brake	1520
5341 "FLIRT"	60 (by 2010)	Recuperative brake	2600

It can be seen, that in the time of rectifier technology (diode, or phase-angle control), the recuperation or even the electric brake played a minor role. The supply network had to cope with the increased power in general, and also with the increase reactive power demand from the V63 with phase-angle control. This led to the situation that the output voltage of the substations usually was set to the maximum.

4.3. Experience with the "FLIRT" EMUs in operation at MAV

The introduction of the "FLIRT" EMUs increased continuously the recuperation rate in the whole network. As a consequence, the line voltage at the vehicle exceeded more and more often the limits that led to a power reduction, specially when the vehicles operated in multiple traction on the trunk-line Hegyeshalom-Budapest with a maximal speed of 160 km/h.

As a consequence, the substations reduced their output voltage on the lines where "FLIRT"s were operating. This simple measure eliminated almost all cases of overvoltage shutdown.

Because the MAV supply network protection system was not prepared to handle capacitive currents, it was agreed that the line-converter of the "FLIRT" shall be controlled with a power-factor of "1" over the whole catenary voltage range. Until today, this solution proved to be correct; there was no line where the need for capacitive power factor would arise.

The economic situation of the MAV led to the situation that on most lines, faults in the track cannot be repaired. Therefore, on such places, speed reductions apply, and these speed restrictions "flourish" over the whole network. The high installed

electric traction and braking power of the "FLIRT" allows in most cases to be on schedule in spite of the amount of speed reductions, at the price of a "digital" driving method ("Full traction - Full braking"). Where several other vehicles do not sustain such an operation without excessive wear of brake pads or even brake disks, it can be seen that the brake disks of the "FLIRT" will easily achieve the planned lifetime. The wear of the brake pads is within the range expected and does not cause extreme maintenance costs.

The correct use of the neutral section pushbutton was not understood by all loco drivers. Therefore sometimes it happened that a consist entered the neutral section with closed main circuit breakers. This caused on one hand an overcurrent in the catenary (short circuit of two phases), but also an overcurrent in the line converter, which needed a resetting in the maintenance base. Eventually, the driver instruction was enhanced, and a modified converter control allows now a reset by the driver.

In Hungary, most of the neutral sections are placed directly before the entry signal of a station. This can cause a train to stop, before the last vehicle has left the neutral section. With the use of the neutral section pushbutton, the leading vehicle, which is already under the catenary voltage again, can pull out the rest of the train, which will be energised step-by-step, as soon as they left the neutral section, too.

5. CONCLUSIONS

Powerful recuperation is possible also in railway supply networks operating with 50 Hz frequency. This is clearly proven by the example in Hungary. The main advantages are the reduction in brake pad and brake disk wear, as well as the decrease in traction energy consumption. Obstacles to recuperation are in most of the cases not of technical, but rather of political/psychological nature.

REFERENCES

[1] Prof. Dr.-Ing. Andreas Steimel: "Elektrische Triebfahrzeuge und ihre Energieversorgung", Oldenbourg Industrieverlag München, 2004

[2] Horváth Viktor, "A 2 x 25 kV-os táplálási rendszer", Vasútgépészet, MÁV, 2007.3, Budapest, 2007

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON'10

PASSENGER BEHAVIOUR IN BOARDING SITUATIONS AND RELATION BETWEEN PLATFORM HEIGHT AND ROLLING STOCK FLOOR HEIGHT

Aleksandar RADOSAVLJEVIĆ[1]
Bernhard RÜGER[2]
Simo MIRKOVIĆ[3]

Abstract *– This paper deals with passenger change over time and passenger behaviour in different boarding situations. Some difficulties for passengers when boarding are going to be explained upon surveys made recently in Serbia and other countries. Overview of platform heights on some European networks is going to be discussed in accordance with UIC regulation. An overview of floor heights on passenger coaches, DMUs and EMUs for suburban and regional railway transport will be shown. This paper will focus on the differences of passenger behaviour, difficulties and the time need in different boarding situations.*

Keywords - passenger behaviour, dwell time, platform height, railway, DMU, EMU

1. INTRODUCTION

A large number of passengers have got problems when boarding a train. Especially people with reduced mobility – these can be walking disabled, elderly, but also passengers with luggage or baby carriages – have got troubles when boarding classical high floor vehicles. Beside the problems passengers can meet also the operators can have difficulties with bad boarding situations because of the longer dwell time.

This paper will focus on the differences of passenger behaviour, difficulties and needed time in different boarding situations. Here, especially the influence of possible high differences between the platform and the vehicle floor will be analysed.

All the information in this paper is part of many years of investigation at the Vienna University of Technology and of analyses done by CIP Institute of Transportation. Further, special passenger surveys from Serbian railway passengers are taken into account.

2. BOARDING SITUATIONS

Regarding to the question what difficulties passengers have when boarding a train in different boarding situations - different vehicles combined with different platforms - can be categorised as following.

2.1. Difficulties for passengers when boarding

Fig.1 to Fig.4 are showing the combinations and connections between parameters such as access type, luggage and passenger-age [1]:

- **Cat 1:** Level Boarding, one stair step max.: travellers of all ages, with or without luggage, rarely have difficulties.
- **Cat 2:** Access with two stairs, wide doors, and stairs with flat angles: travellers with luggage independently from age have rarely difficulties when accessing the vehicle. Nevertheless more than 10% of travellers with luggage do have severe and very severe difficulties, of which 7% do need assistance.
- **Cat 3:** Access with RIC wagons and related trains (3 stairs from platform): Between 10-15% percent of travellers have difficulties or a lot of difficulties when accessing the train without luggage and 25-30% when having luggage. Whereas only between 1 and 2% need assistance for themselves, more than 10% need assistance for their luggage.
- **Cat 4:** Old-type vehicles, steep stairs (3-4 stairs from platform): 20-30% of travellers do have difficulties and severe difficulties without stairs and 50% of travellers with luggage, this group including up to 20% that have a lot of difficulties. Approximately 20% of travellers having luggage do need foreign assistance. Approximately 8% amongst the group of 40 to 59 year

[1] Aleksandar Radosavljević, Ph.D., Institute of Transportation CIP, Belgrade, Serbia, radosavljevica@sicip.co.rs
[2] Bernhard Rüger, Ph.D., Vienna University of Technology, bernhard.rueger@tuwien.ac.at
[3] Simo Mirković, B.Sc., Institute of Transportation CIP, Belgrade, Serbia, smirkovic@sicip.co.rs

old, and approximately 20% amongst the group of over 60 year-old, require personal assistance when accessing the vehicle.

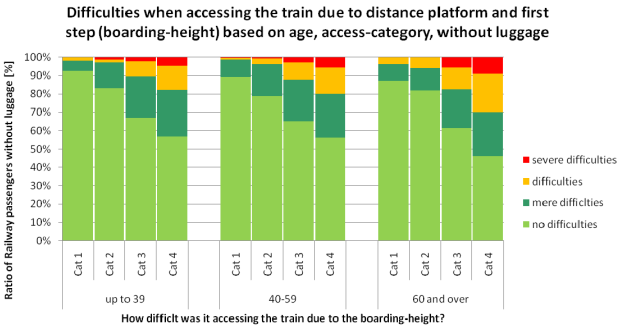


Fig.1. Difficulties of passengers WITHOUT luggage when accessing the train

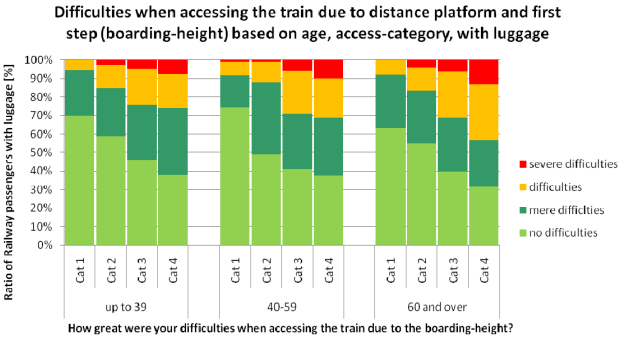


Fig.2. Difficulties of passengers WITH luggage when accessing the train

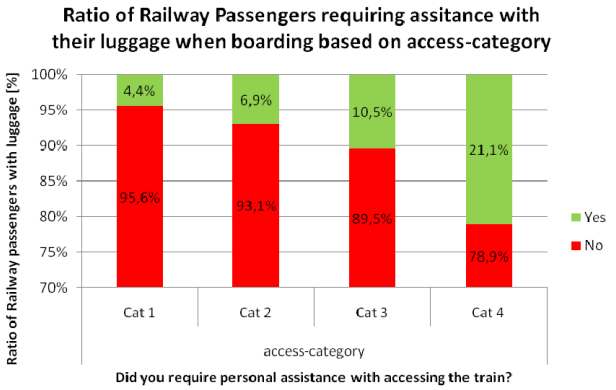


Fig.3. Needed help when boarding with luggage based on different access-categories

Fig.4. Needed personal assistance when boarding based on different access-categories and on the age

The survey clearly shows that the great part of the travellers have no problem when using an access with no step or even one step. With two steps are to be passed in combination with luggage the difficulties are growing rapidly.

Especially elderly and small children have got big problems when they have to pass a vertical gap of about more than 250mm. Fig.5 shows a step high of about 400mm and the difficulty small or older passengers have.

Fig.5. Difficulties for elderly and small children with a large vertical gap

Fig. 6 shows many different platform heights that exist in Europe. The EU-standard is 550mm and 760mm. Many new vehicles – especially for local traffic – have got a vehicle floor high of about 550mm. So this situation allows level boarding. Also double decker trains offer level boarding over these platforms. They can also be used for long distance InterCity-traffic. Platform height of 760mm is typical for high speed trains. So, there usually remain only two steps. Some high speed trains have got a lower vehicle floor, like TGV or Spanish Talgo-trains. Here passengers do only have to pass one step or to get into from level boarding.

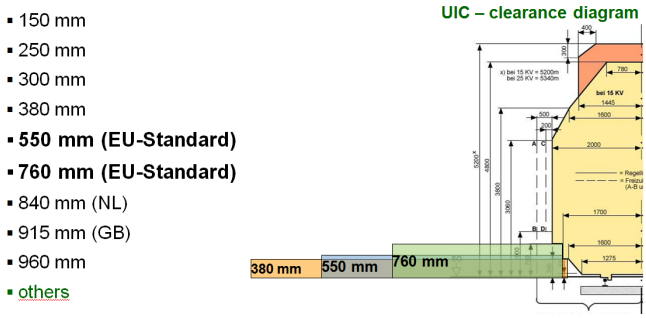


Fig.6. Variety of typical platform high in Europe – combined with the UIC clearance diagram

2.2. Whish of technical help when boarding

For better understanding of passenger problems it has also been asked if passengers would prefer to get technical help for easier boarding – like ramps or mobile lifts.

In situations of level boarding and boarding situations with only one stair, almost nobody would make use of a technical aid. Regardless the luggage situation, 14% of women would use a technical accessibility aid, and 17% of women would make use

of it when using a classic train (see Fig.7).

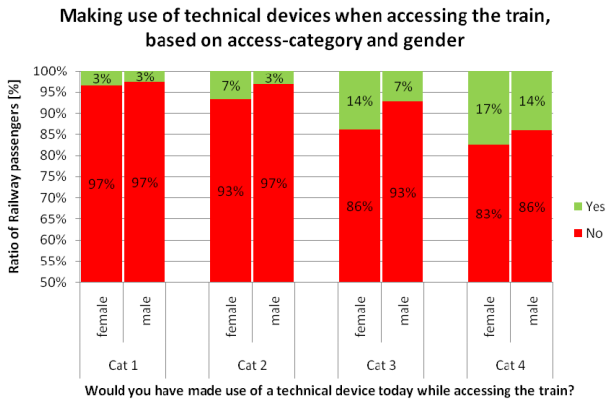


Fig.7. Whish of making use of a technical device based on the access-categories and gender

2.3. Boarding time need depending on the access

For train operation the boarding time is a very important criterion of quality. The boarding and alighting time has got a strong influence on the dwell time and so on the timetable and the punctuality.

The whole vehicle has got a strong impact on the time need. The important areas are the passenger room, the interiors, the entrance area and the immediate entrance – the link between the platform and the vehicle. Here the door width in combination with the number of steps on one hand and the total height on the other have the main influence. Beside the infrastructure of course also the passenger, his age, any mobility reduction or luggage etc. do have a strong influence.

But in the whole system the platform height influences the time need because lower platform means a larger vertical gap. In general we can say that level boarding is the optimum that can be reached with 550mm high platforms and today`s vehicles easily. One remaining step is also good for most passengers. Two steps are the limit that can be accepted, but only if we have doors wider than 800mm, so at least 900mm. More than two steps are a very bad solution.

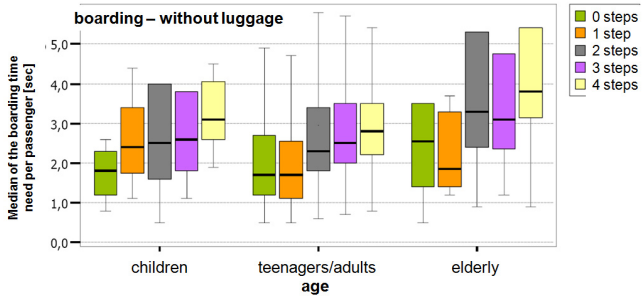


Fig.8. Time need of boarding passengers WITHOUT luggage depending on the number of step

Fig. 8 shows the influence of the number of steps on the boarding time needed by passengers of different age. Here only passengers without luggage are compared. It is also shown clearly that level boarding or boarding over one step are the most time efficient situations. Passengers that have to pass three or four steps need about double the time of passengers who can choose level boarding.

If passengers have to carry luggage (see Fig.9) the influence is even stronger. Passengers with much luggage need up to four times longer when they have to pass 4 steps compared to level boarding [2].

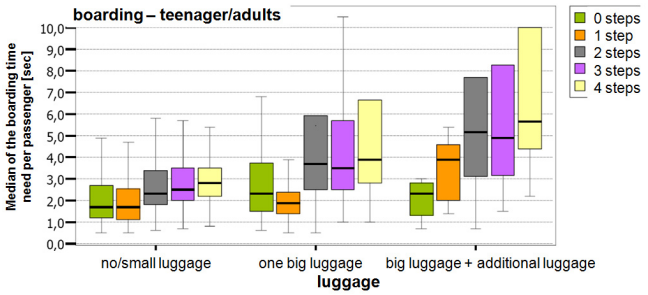


Fig.9. Time need of teenagers and adults when boarding depending on the luggage

3. SERBIAN RAILWAYS ROLLING STOCK AND PLATFORMS

Electrified lines together with lines planned for electrification in near future have 276 service points from which 111 have no platforms at all. Four stations are with high platforms (960mm), 13 have platforms of intermediate heights (350mm<H<550mm) and the remaining are with low (300mm<H<350mm) platforms or have no platforms at all.

When taken into consideration the DMU service on non-electrified lines 130 service points have no platforms at all. Further, 166 service points have platforms of top of rail height, 111 have low platforms (300mm<H<350mm) and only 3 have intermediate heights (350mm<H<550mm).

Serbian Railways mostly purchased single floor passenger coaches with 1255mm floor height above the top of rail what is in concordance with UIC regulations for wheel diameters of 920mm. Each entrance door has three steps which allow boarding over four stepping points (Table 1).

Table 1. Rolling stock characteristics of SR

Series	Height of floor above the top of rail [mm]	Height of the first step above the top of rail [mm]	Maximum car body width [mm]
412/416	1385	591	2810
712/714	1169	595	2850
812/818	1440	600	3000
710	1230		2878
Car Z A4B6	1255	565	2825

EMU 412/416 is still the only train for urban and suburban transport on network of Serbian Railways. Floor height is 1385mm above the top of rail. Vestibule area has three steps and the lowest is on 591mm resulting in difficulties when boarding in

stations with no platforms or with low platforms.

Train width is just 2810mm which creates boarding and alighting problems even on high platforms because of large gap between the platform edge and the vehicle.

Table 2. Characteristics of some new DMUs

Producer	STADLER	SIEMENS	Bombardier	Metrovagonmaš
Series	GTW 2/6	642	643	RA-731.25
Width [mm]	3000	2830	2925	2934
Low floor height [mm]	585	575	590	-
High floor height [mm]	1000	1250	1130	1270
Powered wheel diameter [mm]	860	770	760	860
Running wheel diameter [mm]	750	710	630	750

DMU RA-731.25 (Table 2) has vestibules with two upper steps which are fixed and two lower movable steps. The upper movable step positioning is in connection with door opening. Its height is 560mm above the top of rail. Only in stations with low platforms and with no platforms at all every single fourth lower movable step is activated separately by electro-pneumatic devices designed for it. The height of the lowest step is 380mm above the top of rail.

Table 3. Characteristics of some new EMUs

Producer	STADLER	SIEMENS	Alstom
Series	FLIRT	Desiro ML	CORADIA
Width [mm]	2880	2820	2920
Low floor height [mm]	570	800	600/760
High floor height [mm]	1120	1000	1080
Powered wheel diameter [mm]	860	850	850
Running wheel diameter [mm]	750	770	780

In technical requirements for procurement of new EMUs Serbian Railways indicated that EMUs must have, on each side of each car, at least one double door for entering and exit of passengers. Entrance and exit must be easily and safely accessible from all indicated platform heights. Height of the floor at the entrance area must be from 550 to 600mm.

The choice of platform heights on network of Serbian Railways and purchasing new rolling stock (Table 3) should take into consideration existing vehicles and platforms together with intention of minimizing gap between platforms and first door step. Further, it is necessary to minimize the number of steps between platforms and vestibule [3]. In accordance to UIC 741 [4] following situations are suggested:

- Urban and suburban trains should have no level difference between platforms and vestibules or maximum one step for accessing the train. The maximum of two steps is allowed when trains are in service out of suburban areas.
- Regional trains should be accessed from platforms with equal height as the vestibules or over one step. Not more than two steps can be considered acceptable for passengers.
- Intercity, inter-regional and high speed trains should not have more than three steps for accessing trains from station platforms

Based upon analysis of rolling stock and platforms on network The Serbian Railways Commission for Platforms decided that new EMUs/DMUs should allow easy boarding and alighting of trains for passengers over first step:

- At height of cca. 550mm (equal to medium platform height) for EMUs in regional service and
- At height of 350mm for DMUs in regional and local service (at low platform height).

4. CONCLUSIONS

The best boarding situation that can be offered to the passengers is level boarding. All passengers benefit from this situation – passengers with reduced mobility as walking disabled, elderly but also passengers with luggage or baby prams.

Level boarding is not only the most comfortable access for passengers but also the best and most time efficient situation for the operators. Passengers approximately need double the time when boarding a high floor vehicle compared to level boarding. Passengers with heavy luggage can need up four times longer when boarding a vehicle with four steps. The worst situation is to have platforms lower than 250mm so that the first step is more than 300mm. Here the influence is even worse.

Quite similar to level boarding is boarding over step if not higher than 250mm. This situation can be handled by the most passengers without any difficulties. Also the time need is very similar to level boarding, only elderly with luggage and passengers with more than one luggage item need more time.

Having two steps at maximum height difference of about 500mm is the worst combination that should be allowed. Passengers passing over more than two steps generally have many difficulties. When having two steps in passenger exchange it is very favourable to have a door width of at least 900mm.

REFERENCES

[1] Rüger B, Tauschitz P, Petutschnig B., Boarding Assistance System Evaluation Criteria Report, deliverable 2.1, June 2010. EU-FP7-Project Public Transportation – Accessibility for all

[2] Doris Tuna: "Fahrgastwechsel im Personenfernverkehr", Diplomarbeit TU-Wien, Institut für Eisenbahnwesen, 2008

[3] JP "Železnice Srbije": "Izveštaj komisije za definisanje visine i širine putničkih perona na prugama JP ŽS", Beograd, 2009.

[4] UIC 741: "Passenger stations - Height of platforms - Regulations governing the positioning of platform edges in relation to the track", 2007.

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON'10

RAILWAY VEHICLE ACCESSIBILITY

Bernhard RÜGER [1]
Goran SIMIĆ[2]
Andrew NASH

Abstract *– Regarding to EU regulations today's public transportation systems must be accessible for everyone without any restrictions. The involved group does not include only disabled people, but also elderly, passengers with baby carriages, big sized luggage etc. i.e. all people with some kind of reduced mobility. Assure accessibility for all is an inevitable future obligation for the railway operators. The interface between platform and rail vehicle is one of the largest problems particularly for wheelchair users. For most of the railway vehicles special boarding devices are required. To advance the actual situation a project consortium (PubTrans4All) founded by the EU within the FP7 will develop a new boarding assistance system that can be used not only by wheelchair users, but by a larger number of mobility reduced people.*

Keywords - accessibility, vehicle entrance, boarding assistance device, people with reduced mobility

1. INTRODUCTION

The process of boarding rail vehicles consists of several connected steps: passengers must get to the rail station; they must get to the platform; finally, they must get from the platform to the rail vehicle. Once on the rail vehicle they must have an appropriate space to ride and access to various facilities. The process of alighting follows the same steps in reverse. The PubTrans4all project - founded by the EU within the 7th frame programme - focuses on the problems of the people with reduced mobility by getting from the platform to the rail vehicle. Main goal of the project is a better boarding assistant system (BAS).

1.1. Main problem - existing high floor vehicles

The main accessibility problem for rail transport operators is that many old trains, suburban or tramway lines have significant vertical differences (e.g. steps) and horizontal gaps between rolling stock and platform. This problem is accentuated by the fact that rail rolling stock and infrastructure has a very long life. This means that operators will be using their current rolling stock for many more years and therefore, temporary solutions must be found until the fleet can be replaced with modern fully accessible rolling stock.

1.2. Difficulties - huge variety of platforms and vehicles

In all cases it is difficult to develop a fixed standard accessibility solution because of the huge variety in rolling stock and platform heights. Even on a single rail line several different types of rolling stock are often used and platforms may have different heights and profiles. Moreover, the physical dimensions of rolling stock (e.g. height) can also vary depending on its occupancy and wear. Designers must also consider a safety margin between the train and platform to account for train rocking etc. Finally, accessibility devices must work under all types of environmental conditions (e.g. rain, snow, etc.).

2. EVALUATION CRITERIA

The following chapter shows an overview about all relevant parameters, the „must haves" and „nice to haves" that must be considered when designing a new boarding assistant system. The evaluation criteria catalogue is a summary of all relevant parameters, criteria and frames. All criteria are defined in three levels (see Table 1). Features rated as not important, are not shown herein.

[1] Dr. Bernhard RÜGER, Vienna University of Technology, bernhard.rueger@tuwien.ac.at
[2] Dr. Goran SIMIĆ, University of Belgrade, gsimic@beotel.net
[3] Andrew NASH, Managing Director, Vienna Transport Strategies, andy@andynash.com

Table 1: importance of criteria including score

Score	Meaning
1	Very important („must have“)
2	important („nice to have“ – high benefit for customers and operators
3	less important („nice to have“ – benefit for user and operator does exist, but is merely important)

Table 2: evaluation criteria - overview

Main criteria	remark	importance
User		
User with devices	wheelchair, walking frame, baby prams	1-2
Physical impaired	Walking disabled, with crutch or sticks, elderly, diminutive people	2
User with special needs	Visual and hearing impaired	2-3
General passengers	Passengers with luggage, children, pregnant	2-3
Operation without staff	Operation by passengers themselves, automation	2
Operator		
Reliability of BAS	Prevention of Malfunction	1
Operational quality	Short dwell time, defect must not have influence on the train operation	1-2
Operational effort	Number of staff	1-2
Failure management	Problems easy to solve	1
Manufacturing/ Implementation		
Universalism	The system needs to be universal, retro-fitting allowed	1-2
Costs	Keeping costs as low as possible	1
Manufacturing effort	The manufacturing effort needs to be low – especially when retro-fitting	1-2
Safety		
Safety risks	No safety risks to be tolerated	1
Safety features	Optical and sonic signals	1-2
Maintenance		
Maintenance effort	Number of personnel required, special tool required	1
Costs		2
Sustainability	recyclability and energy consumption	3
Aesthetics		
Optical design	Aesthetics is important for customer acceptance	2-3
All regulations must be fulfilled (currently according to TSI-PRM) as a minimum standard. Some specifications in project PT4All had been set-up more severely.		

Table 3 shows the most important technical and operational frame conditions which must be considered when designing a BAS.

Table 3: Technical and operational frame conditions

Frame condition	limit
Total duration → *preparation, use, stowing*	< 2 min
Platform width	> 130 cm
Vertical gap *platform - vehicle*	< 110 cm
Access door width	≥ 80 cm
Access door *resting height from the floor*	> 174cm
Capacity (wheelchair)	350kg
Relative angle platform-vehicle*	< 13,2% or 7,5°

* Transverse gradient of platform and super elevation of track

3. IMPROVING ACCESSIBILITY

Improving accessibility means either creating level-boarding by adjusting platform height to the vehicle floor height or providing boarding assistance systems (BAS) that enable mobility impaired passengers to reach rolling stock floor levels from platforms at a different level. There are two main types of boarding assistance systems: platform-based and vehicle-based.

Platform-based systems are usually simple manually operated devices. At least one device is needed at each station that is suitable for wheelchair users, and one person per station should be available as BAS operator. Before each train arrives the BAS must be moved at the place where the vehicle adapted for the wheelchair users is expected to stop.

Advantage of all vehicle-based devices is that they are at disposal always in time, at right place and in all stations, because they are placed in the vehicles adapted for wheelchair users. It makes possible the ride of the people with reduced mobility even without an announcement of the ride in advance. This is very important for both: users and "accessibility for all" policy of the railway operators.

The supporting personnel can be usual conducting personnel, which is for operators more convenient than in case of platform-based BAS.

For each BAS there are two main technologies: ramps or lifts (elevators); and, there are manually or electro-mechanically operated ramps/lifts.

The following chapters will give a short overview

about existing systems that are used for typically high floor vehicles. All existing systems for low floor vehicles - like gap bridging systems - are not part of this paper.

3.1. Ramps

Ramps are generally the simplest and least expensive BAS devices. However, they can only be used if the vertical difference vehicle floor-platform is not significant (i.e. high), since otherwise the ramp slope would be too great to use safely, or the ram should be very long. Most ramps cannot be operated without the assistance of rail operator staff.

There are five different types of ramp based BAS solutions: platform-based manual ramps, vehicle-based manual ramps, vehicle-based electro-mechanical ramps, vehicle-based horizontal gap closure ramps and platform-based horizontal gap closure devices.

3.1.1 Platform-based Manual Ramps

This consists of a movable ramp located on station platforms. They require staff assistance to operate.

Manual ramps must have an ergonomic design both for the wheelchair users' comfort, but also to ensure good operating conditions for the train staff (weight, manoeuvrability, etc.). If the boarding assistance devices are easy to handle, staff will be more willing to use them.

Several rail transport operators use manually deployed ramps also for high floor vehicles.

Fig.1. Ramp used in Belgium and the Netherlands - ramp goes around the corner

Fig.2. Two rail ramp used in Norway – difficulties

The figures 1, 2 and 3 show some examples of platform based ramps that are also used for larger vertical gaps.

Fig.3. Ramp used in Germany

3.1.2 Vehicle-based Manual Ramps

Vehicle-based manual ramps are ramps that are located on the vehicles. They also require the assistance of rail operating company staff to deploy and use. The advantage of vehicle-based ramps is that they provide accessibility to all stations from the trains that have them installed since they are on the train. The ramps may be permanently attached to the vehicle or simply stored on the vehicle.

The figures 4 and 5 show some examples of vehicle based ramps that are also used for larger vertical gaps.

Fig.4. Ramp used in Austria

Fig.5. Ramp used in Latvia

3.2. Lifts

Lifts are mechanical lifting devices either attached to the vehicle or mobile lifts placed on the platform. Lifts are used in cases where slopes are too great for ramps.

A key advantage of lifts is that they are very flexible. Platform-based lifts can adapt to almost all types of rolling stock and stations since they can be moved around on the platform and can bridge variable horizontal gaps and vertical changes. Similarly, vehicle-based lifts can adapt to many different platform heights.

3.2.1 Platform-based Lifts

These lifts are operated by the railway operator staff and are often pushed around the platform to the train door and then hand-cranked. Similar to manually deployed ramps, these lifts must be ergonomically designed, not only for the wheelchair user, but also for the staff who must move and operate the lift. The following figures show some examples of platform based lifts.

Fig.6. Platform based lift used in Germany

Fig.7. Platform based lift used in France

3.3. Vehicle-based Mechanical Lifts

These consist of elevator platforms that extend from trains. They are normally operated by the railway operator staff.

Fig.8. Vehicle based lift in Sweden

Fig.9. Vehicle based lift in Switzerland

Like platform based lifts this BAS lets override difference in platform to vehicle floor heights of 1100mm or even more. Usually this type of BAS requires a sufficient width of the platform in order to provide enough space for safe wheelchair roll on/roll off, but a little bit less than platform-based lifts. Lifts with parallel to train boarding and alighting exist also.

Fig.10. Vehicle based lift in Sweden

Fig.11. Vehicle based lift in Sweden - Regina train

With vehicle based mechanical lifts an additional advantage is the possibility to evacuate wheelchair users in extraordinary conditions even on the track without platform.

Vehicle-based mechanical lifts need a source of energy. Two devices, one per each side of the vehicle are neccessary. Wheelchair platform of the lift must be a little bit narrower then the door width. Lifts occupy some place along entrance doors, which is most problematic in classical UIC wagons.

Figures 8, 9 and 10 show examples of the vehicle based lifts. Figure 11 shows an interesting example of a rotating lift inside of the vehicle.

4. CONCLUSIONS

With intention to develop an improved boarding assistance system and facilitate accessibility of railway vehicles, consortium of the EU FP7 project PubTrans4All started by building evaluation criteria for both, existing and new BAS.

A comprehensive research work across the Europe and the world in collecting the data about existing BAS and their evaluation was the next step.

The results of these steps shown in this paper illustrate complexity of different vehicle and platform conditions, which make difficult to find a universal and standardised solution of BAS.

The project will focus on the most difficult case of accessibility of the classical UIC wagons expecting that the solution for these vehicles will be most universal and usable on other rail vehicles too.

REFERENCES

[1] All shown data, figures and information has been collected by the consortium PubTrans4All per in situ visits and email-questionnaires.

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON'10

MEASUREMENT AND DATA ACQUISITION SYSTEM FOR ANALYSING DYNAMIC CHARACTERISTICS OF RAILWAY VEHICLES

Miloš MILOŠEVIĆ[1]
Dušan STAMENKOVIĆ[2]
Nebojša PEJČIĆ [3]
Dragoslav RADOIČIĆ[4]
Srđan MLADENOVIĆ[5]

Abstract *– A measuring and data acquisition system for the analysis of dynamic characteristics of railway vehicles has been developed at the Faculty of Mechanical Engineering in Niš. It is intended to explore the dynamic conditions of electric locomotives, that is their ride quality in real conditions of exploitation and to investigate the parameters of the railway infrastructure. This system consists of six triaxial acceleration sensors that are connected to a computer by a communication network where there is a corresponding software application for collecting and analyzing measurement data, a synchronization module and an independent system for global positioning. In the course of the project "Research and improvement of the primary suspension of electric locomotives for the difficult conditions of exploitation" the system has been proved as highly effective for measuring vibrations in three axes at six autonomous points, traveled distance and moving speed of the tested electric locomotives. Also, the measuring system can effectively be used in other vehicles and other systems for similar dynamical tests.*

Keywords – railway vehicles, ride quality, acceleration, rubber-metal elements

1. INTRODUCTION

In railway vehicles, especially electric locomotives very affordable construction solutions of the primary and secondary suspensions are rubber-metal elements. The main reason for this is that the rubber, reinforced with tin steel segments, provides the favorable characteristics of static stiffness. In parallel with this, the rubber provides a satisfactory level of the amortization of impact loads as well as noise reduction. Providing high quality of rubber-metal components for the electric locomotives suspensions is a very complex undertaking that requires an extremely broad theoretical and experimental research.

In previous researches which were carried out in a cooperation of the Faculty of Mechanical Engineering in Niš and the firm TIGAR Technical Rubber from Pirot, the problems related to static properties of rubber-metal elements were discussed. However, in conditions of a deteriorated infrastructure with disturbed geometric characteristics and characteristics of railway vehicles that have not complied with the exploitation conditions there is a need for a further research of dynamic characteristics of rubber-metal elements in the difficult conditions of exploitation. Therefore, for the research of dynamic conditions, that is the ride quality test by measuring accelerations in accordance with the code UIC 518, at the Faculty of Mechanical Engineering in Niš in a cooperation with the firm EUROgenyx from Niš, under the frame of the project TR 14007 funded by the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia, a measuring and data acquisition system for experimental verification of dynamic characteristics of electric locomotives on national raillines was designed and produced.

[1] Miloš MILOŠEVIĆ, PhD, Faculty of Mechanical Engineering Niš, Serbia, mmilos@masfak.ni.ac.rs
[2] Dušan STAMENKOVIĆ, PhD, Faculty of Mechanical Engineering Niš, Serbia,dusans@masfak.ni.ac.rs
[3] Nebojša PEJČIĆ, EUROgenyx, Niš, Serbia, office@eurogenyx.com
[4] Dragoslav RADOIČIĆ, EUROgenyx, Niš, Serbia, office@eurogenyx.com
[5] Srđan MLADENOVIĆ, BSc, Faculty of Mechanical Engineering Niš, Serbia, maki@masfak.ni.ac.rs

This system consists of a measuring part that includes six triaxial acceleration sensors which are through a communication module connected to a computer on which there is a corresponding software application for collecting and analyzing measurement data, a synchronization module and an independent global positioning system (Global Positioning System - GPS). In this way a measuring and data acquisition system is formed that enables the identification of dynamic characteristics of electric locomotives and other railway vehicles through the research of their techno-exploitation characteristics, along with researching techno-exploitation characteristics of the railway infrastructure.

2. ORGANIZING SCHEME OF THE MEASURING AND DATA ACQUISITION SYSTEM

Fig. 1 shows the organizing scheme of the measuring part of the developed measuring and data acquisition system. The measuring part consists of six sensor modules labeled as EUROTrainA with triaxial accelerometers for detecting vibrations and an interface module TEL1000 that is connected to the TEL1000 module of the examined electrical locomotive, which, beside the data about the traveled distance and speed, provides also the tact and performs the synchronization of the measurement of all measuring modules. The aforementioned modules are connected to a LAN switch by the network protocol and further to the computer also by the network communication of 100Mb/s.

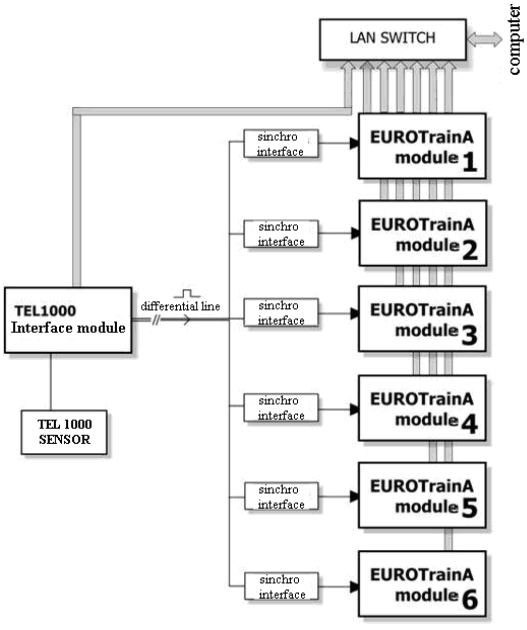


Fig. 1. The organizing scheme of the measuring part

The base of the sensor module EUROTrainA is a microcontroller labeled PIC18F67J60. Its function is to collect data from the acceleration sensor and to send them to the connected computer through the LAN connection. In addition to the microprocessor, another essential part of the sensor module is a synchro interface with a differential line through which a distributed differential synchro signal is sent. It is important to perform the synchronization of all modules. Without this interface there would be the latency, that is a delay in the communication between modules, which may lead to the incompatibility of measuring results and the inability of their comparison. Through this interface the microprocessor is connected to the module TEL1000 of the locomotive that provides to all sensors the tact for simultaneous measurement. This enables cancelling of the delay in the communication and getting a uniform measurement of all sensors. The applied distributed differential synchro signal is excellent for the use in all environments, even in systems polluted with electro-magnetic emissions, which is not the case with the traditional distributed synchro signal.

The most important part of the measuring module is a triaxial linear acceleration sensor labeled LIS3LV02DQ. Although the synchronization of data from analog sensors is easier, in this case the digital sensor has been selected. The analog retrieval of data in situations where the environment has a lot of electromagnetic interferences, as it is the case with locomotives, would be impossible and collected information would be almost useless. The another advantage of the digital signal processing is collecting signals from all three axes simultaneously, unlike the analog technology where the influence of vibrations is measured firstly in the first, than in the second and finally in the third axis, which causes a delay of a few milliseconds per axis. Further, the digital output format is ready to be stored or sent to the computer, while the processing of analog signals needs subsequently usage of processor resources.

It is important that this triaxial acceleration sensor is of very small dimensions and weight. It is made in the technology of MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems). It uses a capacitive principle for measurement of the displacement of a inertial mass that is not sensitive to the effects of electromagnetic interferences. The silicon sensitive element has a mass that not exceeds one gram. It does not affect the dynamics of the measuring system and very accurately monitor changing of the acceleration generating a signal that is transmitted via the I2C serial interface. The measurement ranges of the sensor are ± 2g and ± 6g, while the frequency of changes that can be registered is in the range of 640 Hz for all three axes. There is a built-in feature of its own testing for checking the system. The sensor is sealed with the plastic and mounted in an aluminum chassis. It is designed to be used in temperatures from -40°C to +85°C.

The module TEL 1000 located on the locomotive, except for the measurement synchronization, is used also for measuring the speed of the locomotive and traveled distance. The central unit of the module TEL 1000 obtains the information on the speed from the optical sensor located on the fourth axle of the locomotive. This sensor produces a signal of the frequency that is proportional to the rotation speed of the axis. The impulse is transmitted through an amplifier to the central processing unit. The signal is detected and used for the purpose of registering the speed. The data on the traveled distance in kilometers is obtained from the impulse output from the central unit of the module TEL 1000. One impulse of the duration of 300ms is equal to one kilometer of the traveled distance.

The independent GPS module for global positioning is based on the SirfStar III chipset, enabling the determination of the geocode information, that is the current location and speed of the measuring object. It is connected to the computer by the USB port. The data obtained by GPS are very accurate and with very small deviations compared to the data obtained from the module TEL 1000. It is of great importance, because in that case the measurement can be performed on the locomotives that do not have the module TEL 1000.

To collect the measuring data in real-time, temporary storage and synchronization of the data, processing in real-time, permanent storage in the database and filtering, viewing and generating reports of the recorded results a special computer application CALMNESSdrive has been developed by the firm EUROgenyx and installed on the measuring computer.

3. RESEARCH OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF RAILWAY VEHICLES

As an example of how to do the research of dynamic service conditions, that is the ride quality test by measuring accelerations, this paper presents an experimental test procedure for checking dynamic characteristics of electric locomotives on national raillines. In addition to determining accelerations of the suspensions of the two levels - primary and secondary, it was also necessary to determine the location, that is the part of the railline where it was going on an extreme change of the acceleration. One of the testing was done on the locomotive 444-017 on the route Nis-Leskovac at March, 10th 2010.

The layout of the acceleration sensors on the locomotive for measuring accelerations in different directions during the research of dynamic characteristics of electric locomotives is defined by the code UIC 518 and is shown in Figure 2.

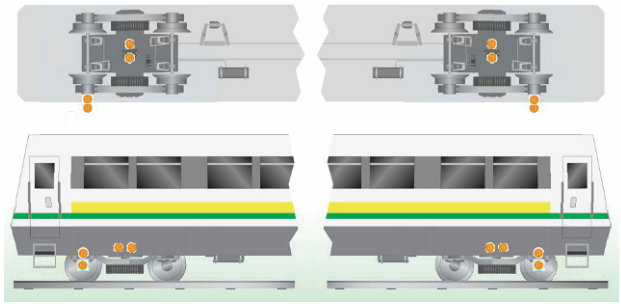


Fig. 2. The layout of acceleration sensors according to the code UIC 518

The installation of the measuring equipment was done just before the departure of the train at the Maneuver station Niš in Popovac (Fig. 3).

Fig. 3. The measuring equipment installation

Six treaxial sensor modules EUROTainA were installed on the locomotive at three levels. Modules labeled with S1 and S3 were placed on the axle housing assembly of the first and fourth axis on the left, modules S2 and S4 on the bogie frame above the first and fourth axis on the left and modules S5 and S6 on locomotive's body in the engine room above the central bolt of the first and second bogies (Fig. 4). The interface of the module TEL1000 was connected to the module TEL1000 of the locomotive positioned on the third axis on the left. The GPS receiver was placed on the roof of the cabin. The measuring computer was located in the cabin of the locomotive. The sampling frequency was 160 Hz.

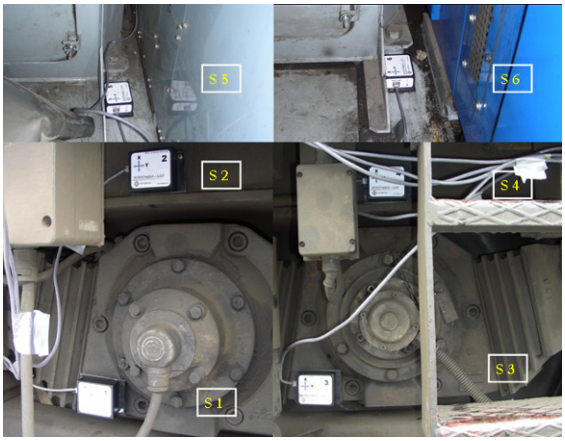


Fig. 4. The sensor modules EUROTrainA at the locomotive's measuring places

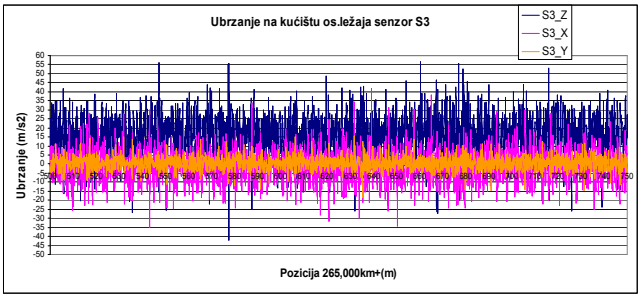


Fig. 5. The acceleration values from the module S3

Measured acceleration values in the longitudinal (X), lateral (Y) and vertical (Z) directions from the module S3 at a traveled distance of 250m are presented in Fig. 5. The values of the acceleration in the vertical direction should be corrected by the value of the gravity acceleration 9.81m/s^2.

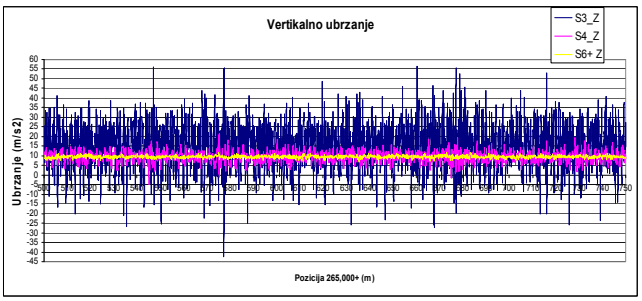


Fig. 6. The acceleration values in the vertical direction from the modules S3, S4 i S6

Fig. 6 shows the acceleration values in the vertical direction of the modules S3, S4 and S6 at a traveled distance of 250m. It can be observed that there is damping between consecutive levels so that the damping between the axle housing assembly and bogie frame is higher (in the part of the primary suspension, that is the rubber metal elements).

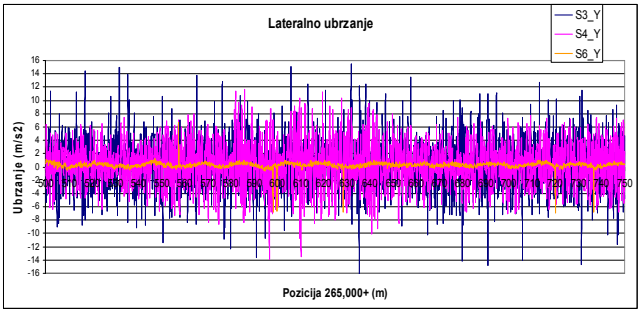


Fig 7. The acceleration values in the lateral direction from the modules S3, S4 i S6

Figure 7 shows the acceleration values in the lateral direction of the module S3, S4 and S6 at a traveled distance of 250m. Unlike the previous case, for the lateral vibrations the damping between the bogie frame and locomotive's body is higher, that is in the part of the secondary suspension and its hydraulic shock absorbers.

4. CONCLUSION

The developed measurement and data acquisition system for the analysis of dynamic characteristics of railway vehicles can be used for evaluating dynamic behavior of the analyzed vehicle, its ride quality, running stability, correctness of suspensions and also to estimate the condition of the railway infrastructure on the bases of vibration measurements in three directions at six autonomous points, traveled distance, and speed. Moreover, it is possible to bring these measured data into connection with exactly determined positions on raillines. The measuring results obtained during the research conducted in the frame of the project "Research and improvement of the primary suspension of electric locomotives for the difficult conditions of exploitation" by using the developed measuring and data acquisition system were used for determining suspension parameters that correspond to specific conditions of exploitation and infrastructure, producing rubber-metal elements whose properties can meet the complex technical and technological requirements in favorable (less dynamic) and severe (intensely dynamic) conditions of exploitation.

ACKONOWLEDGEMENT

This paper was done in the frame of the project TR 14007 "Research and improvement of the primary suspension of electric locomotives for the difficult conditions of exploitation" financed by the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia

REFERENCES

[1] Stamenković, D., Milošević, A., Milošević, M.: „Research of Connection of Rolling Stock Primary Rubber Suspension and Ride Quality", Proceidings of 53rd Internationales Wissenschaftliches Kolloquium, Ilmenau, Germany, 2008.

[2] Milošević, M., Mladenović, S., Pejčić, D.: "Istraživanje dinamičkih uslova rada železničkih vozila na prugama Železnica Srbije", Zbornik radova XII Naučno-stručne konferencije o Železnici ŽELKON '08, Niš, 2008.

[3] Mee, B., Whitten, B., Neijikovsky, B.: „Railway testing using a portable ride quality and vibration measurement system with GPS", Proceedings SPIE – The International Society for Optical Engineering, Vol. 2458, 1995.

[4] Kim, G. Y., Won, K. B. H., Kim, W. S., Kim, k. C., Kim, W. T.: "Correlation of Ride Comfort Evaluation Methods for Railway Vehicles", Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid TransitVolume 217, Number 2, 2003.

[5] UIC Code 518, International Union of Railways, 2nd edition, 2003.

[6] UIC Code 513, International Union of Railways, 1st edition, 1994.

[7] ERRI, ASTM, ISO and SRPS regulations

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON'10

GREAT POWERS' ECONOMIC INTERESTS IN RAILWAY CONSTRUCTION IN THE BALKANS

Anna DZHALEVA-CHONKOVA [1]

Abstract *– The paper presents a survey on the Great Powers' policy related to the development and implementation of railway construction plans in the Ottoman Empire. It is revealed that the economic interests were as much important as political. To design, build and operate railways, the most modern communications at that time, was not only a profitable investment, but also a prerequisite to expand markets and totally extend influence eastwards. The fact that the Balkan railways were designed and constructed as a single system makes us optimistic for their possibly great contribution to integration processes in the region and South-East Europe as a whole.*

Keywords - Railway Construction, Great Powers, Economic Interests, Balkans.

1. INTRODUCTION

It was in the nineteenth century when the international diplomacy and international commerce became linked in the thinking of Europe's Great Powers. Their new policy to Ottoman Empire was driven not only by willingness to prevent Russia (or any other) to politically dominate the vast Orient holdings, but also by the competition to take advantage of them as a source of raw materials and profitable markets.

At the same time the Ottoman Empire was undergoing, although slowly, social and economic changes. Faced to the challenge of modernization, the government opened the country for foreign investments. By the 1830s, Western European capitalists had opened factories and other enterprises but after 185 they began to make loans to the Turkish government itself. The Ottoman state borrowed money for the first time in 1854, to offset the high costs of the Crimean War. Twenty years later, owing 200 million pounds sterling to foreign investors and interest payments alone amounting to 12 million pounds a year, approximately half of the state revenues, the Ottomans went into formal bankruptcy. To preserve the empire and Balkan stability and ensure payment to Western Europeans holding Turkish state bonds, the Great Powers took partial control of the Turkish revenues in 1875 through an international agency, the Administration of the Ottoman Public Debt.

The economic weakness of the Ottoman Empire was the reason why the decisions about modernization were made by foreigners who were interesting in profits, not development. That refers to all economic and technical innovations including railway construction on the whole territory and especially in the Balkans. Although in the long run, it resulted in better communication and transportation systems, connecting the region to the rest of Europe, at the moment it seemed not to be an advantage for the local people and the fruits tended to leave the territory. Economic factors thus played a role as great or greater than political factors in changing Balkan society from 1800-1878.

2. RAILWAY POLICY OF THE OTTOMAN EMPIRE

The vast inland territories of the Ottoman Empire imposed the evident necessity of fast and reliable transport system: rail transport. However, it intended to build a railway network that connected Europe, Turkey, and Arabia mainly for strategic purposes but it was incapable of constructing railways on its own and gave concessions to private foreign companies with support of western capital.

The plans for railway construction were developed after the Crimean War but the routes included in them changed several times due to the rivalry among the Great Powers. Thanks to intrigues and bribing the English diplomatic representatives helped the Company of Barkley Brothers to take the first infrastructure concessions in the Balkan Peninsula. They were assigned to dig a channel from Köstence (Constanţa, Romania today) and Boğazköy

[1] Anna Dzhaleva-Chonkova, PhD, Senior lecturer, University of Transport (VTU), 158 Geo Milev Street, Sofia 1574, Bulgaria adzhaleva@abv.bg

(Cernavodă, Romania today) but finally built a railway line justifying the change with technical difficulties and bigger costs. This track finished in 1860 was of little use due to the small capacities of the two connected ports but the company strengthens its position for the next project: the parallel connection with terminal stations in Rousse and Varna. Thus, replacing the Istanbul – Vienna line from the top position in the Ottoman plans, Great Britain managed to keep off the commercial penetration of Austria for a certain time.

Although considered as part of the great transcontinental route from London to Bombay, the Rousse-Varna line remained of regional significance leaving the Ottoman government disappointed because the route avoided the military center of Shoumen. The hopes of Ottomans gradually transferred to the ambitious project of Baron Maurice Hirsch, capitalist and entrepreneur on an international scale. In 1869 he undertook to construct a network consisting of 2,500 kilometers of railway lines in the Turkish-occupied Balkans. It was rumored that he had offered a generous bribe to take the concession. The original concession included the main line from Istanbul to the Austrian border (at Doberlin) via Edirne (Adrianople), Sofia, Niš, Sarajevo and Banja Luka, known as the "south road" and designed to go around Serbia in favor of Bosnia (In fact Serbia had been autonomous since 1829 by the Adrianople treaty and the connection via Bosnia was also sponsored by the Austrians who were trying to place the region into their sphere of influence). There were four branches:

•Edirne (Andrianople) to Alexandropolis (Dedeagatch, on the Aegean Sea)

•Philippolis to Burgas (on the Black Sea)

•Niš to Serbian frontier

•Priština to Thessaloniki (Salonica)

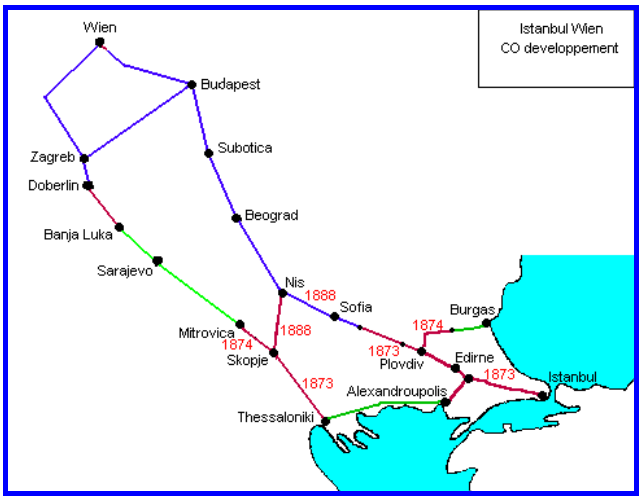


Fig.1. Schematic map of Eastern Europe: the south route vs the north route (Drawing).

The construction began simultaneously in Istanbul, Alexandropolis, Thessaloniki and Doberlin but the government change in 1871 resulted in renegotiating with Baron Hirsch. The link to Vienna was no longer a priority and the connection of Istambul-Belovo line with the line from Thessaloniki in Scopje through Sofia was abandoned. Only the ongoing works that had to be finished. Thus in 1874 the Ottoman Empire had three distinct lines in its European territory (except for the two lines built by the Company of the Barclay Brothers):

•Istanbul-Edirne-Plovdiv-Belovo (1873) with branches to Jambol (1875) and Alexandropolis;

•Thessaloniki-Scopje-Mitrovica (1871);

•Doberlin-Banja Luka.

The financial collapse of the Empire followed by a number of uprisings in the Balkans and war with Russia (1877-1878) made further railway building impossible.

3. INDEPENDENT BALKAN STATES AND RAILWAY PROBLEMS

The international policy of the Great Powers after the Russo-Turkish did not change much but the Balkan region was represented by new actors: the fully independent countries Serbia and Greece, the principality of Bulgaria and Bosnia & Herzegovina as an Austrian protectorate. Along with its political clauses, the Treaty of Berlin (1878) included a number of economic regulations, including some for further railway construction.

The Congress decided that Austria, Turkey, Bulgaria and Serbia had to complete Istanbul-Vienna railway line creating a special committee called "Conférence à Quatre". Due to disagreements, the first meeting of the “four” began in Vienna with few years’ delay, in December 1882 and the final agreement was signed on 9 May 1883. It set 1886 as a goal for opening the through rail connection between Istanbul and Vienna. The route differed from the original one of Baron Hirsh: via Tsaribrod, Dimitrovgrad, Pirot, Nis, Belgrade and each government was responsible for the “connecting section” on its territory.

The construction of the Belgrade- Nic-Vranje line was performed by a group of French and German banks led by "Comptoir d'Escompte de Paris" that formed a company for the new Serbian railways: "Compagnie de Construction et d'Exploitation des Chemins de fer de l'Etat Serbe.

Disgusted by the Baron Hirsch’s way of railway management, Bulgaria established state property both for rail building and operation. The Law of Rail Roads (31 January 1885) was immeadiately followed by the Law of Building Vakarel-Tsaribrod Railway Section. The works were completed in 1886 but the political events known in diplomatic history as “Bulgarian crisis”, hindered the line opening for operation.

Meanwhile the Greek company of Vitalis built the Vakarel-Belovo section but it was set in operation a

few years later, when the Bulgarian Prime Minister Stefan Stambolov gave order to occupy the line providing direct traffic between Vienna and Istanbul on 7 July 1888. The first through train ran a month later, on August 12.

The year 1888 was remarkable not only for setting the trans-European East-West connection in operation that is most often symbolized by the famous "Orient Express" started running from Paris on 1 June 1 1889 (although the name is used to distinguish other routes as well). It was when for the first time two railway administrations establishment a single border station as a novelty in existing practice. Also, on 25 May the Thessaloniki line was connected to rest of the network by completion of the Skopje-Nis section.

Despite the changes, Baron Hirsch managed to secure most of the works on the Ottoman territory for his enterprises. He continued to be under the protection of Great Powers' interests guarded by both the international legislation of private property. When Bulgaria tried to build the so-called "parallel line" to avoid high CO tariffs, Lender Bank of Vienna where Hirsch was a share-holder stopped paying the options of the loan given to the country in 1889. Furthermore, being unable to pay the debts, the government was forced to violate its legislation for public property of railways giving Baron Hirsch's company the right to operate the Nova Zagora-Chirpan section. Later, when the Bulgarians occupied Belovo-Turkish border line in 1908, the Western European countries established commercial blockade to punish the state.

Having made great profits by his building company and the operating company Société Générale pour l'Exploitation des Chemins de Fer Orientaux (CO), Baron Hirsch retired after more than 20 years in the railway business in the Balkans. In 1890 he sold the shares of CO to a group of German banks led by the Deutsche Bank.

Similar to all countries of the so-called European economic periphery, at the end of the 19th and the beginning of the 20th centuries the independent Balkan states experienced eagerness and enthusiasm to build national railways despite being delayed in industrial development. Moreover, the availability of modern communication systems was considered not only a prerequisite for prosperity but also a way to catch up and integrate Western Europe. It was a reason why Balkan governments looked for support of the Great Powers, borrowed from their banks and faced their policy to increase both their economic and political influences. It is enough to mention that the first foreign loan of Bulgaria was taken from Great Britain to pay for the Rousse-Varna railway line (the Ottoman debt was transferred to the country by the decisions of Berlin Congress). Also, the construction of all Bulgarian railways until the World War I was funded mainly from external investments (under the form of loans).

On the other side, the Balkans differed from the other peripheral regions by the closely related nature of their railway systems. For decades, the only linking railways were those completed or started during the Ottoman period of the Balkan region: Vienna-Istanbul; Thessaloniki-Mitrovitsa, Istanbul-Thessaloniki, Skopje-Nis.

It was much later when new cross-border railway routes appeared. The appearance of the Danube Bridge in 1954 made joint traffic possible for Bulgaria and Romania and nowadays for Greece and Turkey as well. In 1965 Bulgaria and Greece connected their railways and in 1971 Bulgaria and Turkey changed the route of Vienna-Istanbul line to avoid double crossing of the border by building a bridge over the Maritsa River.

The most evident gap existing now in the Balkan railway system is the lack of direct connection between Sofia and Skopje although this idea is as old as the initial project of Baron Hirsch (1869). However, it is still only a political decision proved by the ministries of transport from Bulgaria and Macedonia who signed an agreement to connect Kumanovo (MK) and Kjustendil (BG) in September 2007.

4. RAIL CONNECTIONS IN THE REGION

The fact that the railways in the Balkans were initially designed and partly built as a system makes easier the process of their integration and harmonization with the European railway network. The new political realities have created an environment that makes the interaction processes easier. The main problems lie in insufficient funding and inadequate management of infrastructure projects.

Fig. 2. Transport corridors 8, 10 and 4.

It is only the rehabilitation of the Sofia-Thessaloniki railway line (including) electrification from Dupnitsa to the Greek border that finished a few years ago. The constructions works on corridor 10 are being performed both by Serbia and Bulgaria, while Turkey and Bulgaria are working along the Plovdiv-Svilengrad section and on the territory across the border.

Besides the freight traffic operated with bilateral or multilateral agreements, the Balkan railway administrations have developed and offer international transport services to both native population and other passengers:

- *Balkan Express* (Belgrade-Sofia-Istanbul)
- *Nušic* (Sofia- Belgrade);
- *Bosphorus* Express (Istanbul-Rousse-Bucharest);
- *Romania* (Thessaloniki-Sofia-Bucharest);
- *Dostluk/Filia Express* (Istanbul to Thessaloniki);
- *Bulgaria Express* (Sofia-Bucharest-Kiev-Moscow);
- Sofia – Thessaloniki - Sofia;
- Belgrade-Skopje;
- Nis-Skopje;
- Skopje-Thessaloniki;
- Svilengrad-Alexandroupolis (only with repairs between Svilengrad and Dimitrovgrad);
- seasonal trains from Bulgarian cities passing Through Bucharest);
- special tourist trains (Nostalgia, steam, etc.).

5. CONCLUSIONS

The European integration processes have been changing the relations in the Balkans fostering the countries to more active and fruitful cooperation. It includes further integration of national railway systems based on harmonization with the European standards, legislation, RTD priorities and regional development. The possibility to implement joint projects and perform joint freight and passenger rail services will positively influence on the political, economic and social environment both in the region and South-Eastern Europe as a whole.

REFERENCES

[1] Български държавни железници (BDZ), http://www.bdz.bg/en. Accessed 15 July 2010.
[2] Косева, Н. Стопанска история, Нов български университет, С. 2008.
[3] История на железниците в България. С., 1997.
[4] Саздов, Д. и колектив. История на националното и световно стопанство, София, 2002.
[5] Berend Ivan T., Gyorgy Ranki.The European Periphery and Industrialization 1780-1914, Cambridge Univrsity Press, 1982.
[6] Cameron, R. & L. Neal. A Concise Economic History of the World, Oxford, 2003.
[7] CO - Chemins de fer Orientaux, Trains of Turkey, http://www.trainsofturkey.com/w/pmwiki.php/History/CO#toc1. Accessed 15 July 2010.
[8] 10] Dzhaleva-Chonkova, A., D. Yosifova, Balkan Railways: History and Challenges of Integration, Proceedings of the International Railway Symposium IRSTURKEY, Istanbul, Turkey, 13-16 December, 2006.
[9] Kennedy, Paul M. The Rise and Fall of the Great Powers: Economic Change and Military Conflict from 1500 to 2000, New York, 1989.
[10] Kim, Seong Jun. Transport Systems of Modern Ottoman Empire, December 2009, http://www.zum.de/whkmla/sp/1011/sungjun/sungjun1.html#II/. Accessed 15 July 2010.
[11] Railways of Modern Macedonia, Hellenic Macedonia. http://www.macedonian-heritage.gr/HellenicMacedonia/en/D3.html. Accessed 15 July 2010.
[12] Serbian Railways, http://www.serbianrailways.com/. Accessed 15 July 2010.

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON'10

INTEROPERABILITY AND SAFETY OF RAIL TRANSPORT IN BALKAN COUNTRIES

Vasko NIKOLOV [1]

Abstract – Article discusses the interoperability of the railway networks of the Balkan countries as a part of the trans-European railway network. The necessity of creating interoperability between different countries in the region is justified. The essence of interoperability is clarified and the tasks that it solves are listed. A definition of a technical specification for interoperability and its content for example is given. The two main subsystems of the trans-European railway network with their bodies are discussed.

Keywords – Interoperability, Safety, Trans-European Railway Network, Balkan Railways.

1. INTRODUCTION

To create the possibility for EU citizens and economic operators to make maximum use of his right to free movement resulting from the creation of an area without internal frontiers it is appropriate to improve the interlinking and interoperability of national railway networks and access to through the application of all necessary measures in the field of technical standardization.

By early 2000 the Member States of the European Community develop their own rules on the safety of railways and related standards, often based on technical and operational concepts that are applicable nationally. This quickly led to differences in principles, methods and accepted views on safety, which made it difficult border crossings and organizing the activities of international rail transport. At the same time, economic integration and rapid growth of trade has changed needs of the European Union related to rail transport. Building a safe and integrated rail system without national borders have become key EU priorities. This necessitated the need for strong European legislation on technical requirements and safety requirements, both inextricably linked. Movement of trains on the Trans European Network (TEN) requires excellent compatibility between the characteristics of these infrastructure and rolling stock, and efficient interconnection of information and communication systems of different operators and operating infrastructure.

In this context, the Balkan countries as an integral component of the common European family must make every effort to harmonize its legislation with the European rail sector requirements and to improve the quality of services and operational consistency, without losing their identity.

2. NEED FOR INTEROPERABILITY

Member States are responsible for ensuring compliance with safety and health rules and consumer protection applicable to railway networks in the design, construction, commissioning, operation and actual operation of those railways [2]. There are major differences between national regulations and internal rules and technical specifications which the railways apply, as far as they incorporate techniques that are specific to national industries and prescribe the dimensions and devices and special characteristics. This does not allow trains to run without hindrance throughout the Community network. Over time, this situation has created very close links between the national railway industries and the national railways, to the detriment of the genuine opening of the markets. To enhance their competitiveness at the global level, these industries require an open, competitive European market [1]. Several studies conducted within the European Union show that the harmonization of procedures and rules, and interconnection of information and communication systems of individual railway administrations are more effective than measures concerning the framework for setting gauge infrastructure. Everything listed above have to define basic essential requirements for the entire Community, which will be valid for TEN.

[1] Vasko NIKOLOV, PhD, MEng; NRIC Sofia, Bulgaria; address: Bulgaria, Plovdiv, 114, gen. Danail Nikolaev str., e-mail: va_r_nikolov@abv.bg

3. NATURE AND TASKS OF THE INTEROPERABILITY

Interoperability is the ability of TEN to allow the safe and uninterrupted movement of trains which accomplish the required levels of performance for these lines. This ability is based on all regulatory, technical and operational conditions which must be met for the satisfaction of essential requirements brought the system [1, 2, 3].

Given the scope and complexity of TEN appears necessary to break this system down into subsystems. For each of these subsystems must specify the essential requirements and to define technical specifications for the entire Community, and in particular in respect of constituents and their interfaces in order to meet these essential requirements.

Essential requirements are all conditions that must be met by TEN, subsystems and components of interoperability, including interaction between them.

The essential requirements which may influence the technical characteristics of the interoperability constituents and subsystems are:

1. Security;
2. Reliability and availability;
3. Protect human health;
4. Environmental protection;
5. Technical compatibility.

Each subsystem is covered by a Technical Specification for Interoperability (TSI). Where is necessary, particularly when considering individual lines, rolling stock or to resolve certain issues of interoperability, a subsystem can be viewed by several TSIs.

Technical Specifications for Interoperability (TSI) are the specifications to be met by each subsystem or part of subsystem to meet the essential requirements and ensure interoperability of TEN. To achieve the interoperability of each TSI shall be decided following tasks:

- To specify the scope of which is (part of network or rolling stock, subsystems or parts of subsystems);
- To determine the essential requirements for the subsystem and its interfaces with other subsystems;
- To establish the functional and technical specifications to be met by the subsystem and its interfaces with other subsystems. If necessary, these specifications may vary depending on the use of the subsystem, such as the categories of lines, centres, rolling stock etc.;
- To determine the interoperability constituents and interfaces which must be covered by European specifications, including European standards necessary to achieve interoperability within TEN;
- To determine in each case the procedures for assessment and suitability for use of the subsystem;
- To specify a strategy for implementing the TSI, it is necessary to specify the stages to be completed in order to make a gradual transition from the status quo until the final condition in which the implementation of the TSI will become the norm;
- To specify the professional qualifications of the staff and the safety and health at work required for operation and maintenance of the subsystem and for implementing the TSI.

Each TSI shall be drawn on the basis of an existing subsystem, setting a system – an objective to be achieved gradually within a reasonable period of time. Similarly, gradual adoption of individual TSIs and compliance therewith will result in achieving interoperability throughout TEN. They must be prepared to maintain compatibility between the railway systems of individual Member States. Implementing Rules of the elements of the TSI is applied to each case. Meanwhile, TSI should not be an obstacle to the decisions of individual Member States on the use of infrastructure and rolling stock not covered by TSI.

Each TSI shall include:

1. Introduction to technical and geographical scope;
2. Determination of the subsystem;
3. Essential requirements and interfaces with other subsystems;
4. Characteristics of the subsystem:
   - 4.1. Functional and technical specifications of the subsystem;
   - 4.2. Functional and technical specifications of the interfaces with other TSIs;
   - 4.3. References to technical specifications, codes of the International Union of Railways (UIC), national standards and other documents, introducing harmonized European standards;
   - 4.4. Rules for operation, maintenance, professional qualifications, health and safety at work;
   - 4.5. Specific requirements for environmental particularities of the subsystem;
   - 4.6. Registration of infrastructure and rolling stock;
5. The components of the subsystem in relation to interoperability;
6. Conformity Assessment and/or suitability of the constituents and verification of the subsystem;
7. Performance:
   - 7.1. Strategy - differentiation of new rolling stock, renewal and upgrading of existing one;
   - 7.2. Bilateral and multilateral agreements;
   - 7.3. Schedule tasks for the development of TSI;
   - 7.4. Commissioning;
   - 7.5. Specific cases.

TSI can not apply:

- In found projects of new railway lines or modernization of existing ones, and any components when the projects are in advanced stage of development or are in progress at the time of publication of the TSIs;
- In a project concerning the renewal or upgrading of an existing subsystem where the loading gauge, track gauge, space between the tracks or electrification voltage in these TSIs is not compatible with those of the existing subsystem;
- In the proposed renewal, extension or upgrading an existing line where the application of these TSIs could harm the economic effect of them or lead to permanent intolerance;
- In the proposed renewal, extension or upgrading an existing line where the application of these TSIs will affect the compatibility of the national rail system;
- In case of accident or natural disaster, when the conditions for the rapid restoration of the railway network does not allow partial or full implementation of the TSI due to economic or technical reasons;
- For wagons from or going to countries whose gauge is different from that of the main national and trans-European rail network.

4. SUBSYSTEMS

To achieve interoperability of national railway system and to include it as part of TEN they divide it into subsystems, and define specific essential requirements [4]. To this end, Member States shall take all necessary measures to ensure the entry into operation of these subsystems only if they are designed, constructed and installed in such a way as to meet the essential requirements concerning them when integrated into TEN.

In particular, check:

- The compatibility of these subsystems with the system in which they are integrated;
- Safe integration of these subsystems in accordance with Directive 2004/49/EC.

Subsystems to the TEN are:

1. Trans-European Conventional Rail System (TECRS);
2. Trans-European High Speed Rail System (TEHSRS).

TECRS in turn can be divided into the following categories:

- Lines intended for passenger services;
- Lines intended for mixed traffic (passengers and freight);
- Lines specially designed or upgraded for freight services;
- Travel Centres;
- Freight hubs, including intermodal terminals between different modes;
- Lines connecting the above components.

This infrastructure includes traffic management, tracking and navigation systems: technical installations for data processing and telecommunications for passenger service on long distance and freight services on the network to ensure safe and harmonious operation of the network and effective management of traffic.

Rolling stock includes all the stock is expected to travel on all or part of TEN. Belonging to it:

- Motor thermal or electric trains;
- Coaches;
- Freight wagons, including rolling stock designed to carry tracks;
- Mobile Equipment (downloadable from the track vehicles) for construction and maintenance of infrastructure.

Each of these categories is divided into:

- Rolling stock for international use;
- Rolling stock for national use.

The quality of rail services in Europe depends on excellent compatibility between the characteristics of these infrastructure and rolling stock. Performance levels, safety, quality of service and value depend upon that compatibility.

TECRS is divided into subsystems included in the areas of the following nature:

- Structural character:
  - ✓ Infrastructure – rails, switches, engineering structures (bridges, tunnels, etc.), associated station infrastructure (platforms, zones of access, including for people with reduced mobility, etc.), Safety equipment / machinery;
  - ✓ Energy – electrical power system, power network, current collectors;
  - ✓ Control and signalling – all necessary equipment to ensure safety, command and control the movement of trains travelling on the network;
  - ✓ Implementation of traffic and management – the procedures and relevant equipment to ensure coordinated interaction of different structural subsystems at normal and impaired functioning;
  - ✓ Rolling stock – structure, systems management and control of all train equipment, traction units and conversion of energy, braking equipment, couplings and running gear and suspension, links man/machine (driver, train staff, passengers, including those with reduced mobility) passive and active safety devices for passengers and train staff.
- Functional scope:
  - ✓ Maintenance – procedures, relevant equipment, logistics centres for maintenance work and reserves, allowing the mandatory removal and preventive maintenance to ensure the

interoperability of the rail system and ensure the performance required;

- ✓ Telematic applications for passenger and freight services:
- ✓ Passenger services – systems providing passengers with information before and during the journey, reservation systems and payment systems, luggage management and management of connections between trains and other modes of transport;

TEHSRS includes:

- Specially constructed or upgraded high speed lines for 200 and over 200 km/h. This infrastructure includes traffic management, tracking and navigation systems: technical installations for data processing and telecommunications for passenger services on these lines to ensure safe and harmonious operation of the network and efficient traffic management;
- Rolling stock – includes trains, designed to run on high-speed rail lines and allow speeds over 200 km/h under appropriate conditions compatible with the level of functioning of these lines.

The quality of rail services in Europe depends on the compatibility of the characteristics of these infrastructure and rolling stock. Performance levels, safety, quality of service and cost depend upon that compatibility.

Each Member State shall, when placed into service and at regular intervals thereafter whether the operation and maintenance of the subsystems corresponding essential requirements concerning them. In case of renewal or upgrade rail infrastructure manager or railway enterprise shall send the Member a file describing the project. Member State shall examine the dossier and taking into account specified in the applicable TSI implementation strategy, decide whether the amount of work require a new permit for commissioning. This authorization for release to service is required whenever the level of safety may be affected by the works.

Member State shall ensure the annual publication and updating of the registers of infrastructure and rolling stock. These registers indicate the main characteristics and parameters of each subsystem or part of subsystem and their conformity with the characteristics specified in the TSI. To this end, each TSI shall indicate precisely which information must be included in the registers of infrastructure and rolling stock. Copies of those records are sent to interested countries and representative body of the mixed and made public.

On the basis of information provided by Member States, technical documentation of professionals and the texts of relevant international agreements, mixed representative body drafts reference system of technical rules which provide common level of interoperability of TECRS. The Committee considered this draft and decide whether it can constitute a reference system to the adoption of the TSI. Following the adoption of the aforementioned reference system, the Member shall inform the Committee of its intention to adopt any national provision or development of any project on their territory which diverges from the reference system. Any decision concerning the assessment of accordance or suitability for use of the interoperability constituents, the checking of subsystems constituting TECRS must detail the reasons on which it is based. It is presented as soon as possible interested parties together with the remedies available under current legislation in the country, and time for such remedies. States shall adopt laws, regulations and administrative provisions necessary to bring its legislation in line with the Directives, with the exception of specific provisions for each TSI which will apply in accordance with specific arrangements for each TSI. They shall forthwith inform the Commission.

When Member States adopt these measures, they shall contain a reference to the relevant directives or it applies to their official publication. The methods of making such reference shall be determined by countries themselves.

5. CONCLUSIONS

Interoperability in TEN on its own scale covers the whole community. No single country is able to independently take the action needed to achieve that interoperability. In accordance with the principle of subsidiarity, the objectives of the proposed action cannot be sufficiently achieved by individual countries and therefore the scale or effects of the proposed action; they can be better achieved by the Community.

REFERENCES

[1] Directive 2001/16/EC of the European Parliament and of the Council of 19 March 2001 on the interoperability of the trans-European conventional rail system

[2] Directive 2008/57/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 on the interoperability of the rail system within the Community

[3] Directive 96/48/EC of 23 July 1996 on the interoperability of the trans-European high-speed rail system

[4] Minchev B., N. Stoicheva Procedure for commissioning of subsystems or their parts in the rail infrastructure. XVIII International Scientific Conference "Transport 2008". Sofia

[5] Ordinance № 57 of June 9, 2004 on essential requirements for railway infrastructure and rolling stock to provide the necessary parameters of interaction, efficiency and compatibility with the trans-European rail network. Sofia

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON'10

INCREASING TRAFFIC CAPACITY OF THIRD RAILWAY LINE SOFIA – KARLOVO

Rosina MLADENOVA [1]
Maya IVANOVA [2]

Abstract *– The report analyses the existing situation along the third railway line and discusses the possibilities of increasing the traffic capacity by track rehabilitation. Four scenarios and the expected results of investment project implementation are proposed.*

Keywords – Railway, Traffic, Traffic Capacity

1. INTRODUCTION

The third railway line Sofia – Karlovo - Zimnitsa is a first-class single-track electrified line with automatic signaling and centralized dispatching. It is the busiest railway line in Bulgaria, built to connect the largest port in Bulgaria Burgas and the axis for the main customers of raw materials and products in this direction, namely – Kremikovtzi AD, Asarel Medet AD, La Union Meniere's PLC and other large industrial enterprises. Due to the lack of funds for repairs and maintenance of rail infrastructure, the running speeds have decreased to an average speed of about 35 km/h according to the train traffic schedule being in force since 2008 with average designed speed of about 80 km/h.

Low speeds load the train traffic schedule and reduce the traffic capacity of the line. It results in refusals of customers and losses for all actors respectively: railway operators (BDZ EAD, BZC AD and BULMARKET AD), the infrastructure manager NRIC; industries using rail transport services; shipping and handling companies; municipalities where the activities are carried out, the end user for whom the railway transport costs are part of the output costs.

The area where the track passes is one of the richest regions in Bulgaria. It is famous for growing roses used to produce rose oil, raspberries, fruit trees, etc., including remarkable tourist sites in mountainous and hilly areas.

The section under examination is from Iliyantsi (a station of Sofia) to the station of Karlovo 149.6 km long. The track passes on 45 large railways structures (bridges), 368 smaller railways structures (culverts), 16 overpasses on lower level 16 and has 13 tunnels with a total length of 13,237 meters. The main objective of the project is the complete preparation for carrying out construction and repair works on the Sofia - Karlovo railway line to recover the designed parameters and achieve higher traffic capacity. An important step towards achieving this objective is the examination and analysis of the current route.

2. ANALYSIS OF THE GENERAL STATE OF SOFIA – KARLOVO SECTION

The assessment of the overall technical condition of the track of the third rail line from the station of Sofia to the station of Karlovo is based on the results of measurements made under loaded condition using a road-measuring unit, on-site inspections, measurements with special equipment, apparatuses for switches and ultrasound control.

A classification of the sections between stations has been made by type and appearance of rail faults; an evaluation of the status of each superstructure element has been obtained. Three quality levels have been determined: 1 (good); 2 (satisfactory); 3 (poor).

The estimation of the traffic capacity available is made based on the time of travelling as follows:

*For the train traffic schedule having being in force since 2008, the times of travelling have been taken from the timetable book;

* For the train speed option in compliance with the designed speed, the traction estimation has been made according to the assignment. As a result, the times of travelling for the train stations and the sections

[1] Rosina MLADENOVA, MSc-Eng., University of Transport "Todor Kableshkov", 158 Geo Milev Street 1574 Sofia Bulgaria, ross_f@abv.bg
[2] Maya IVANOVA, Assoc. Prof., University of Transport "Todor Kableshkov", 158 Geo Milev Street 1574 Sofia Bulgaria, mai_5e@abv.bg

between the stations have been determined.

Table 1:

No	Sections between stations	Complex evaluation
1	Klisura - Hristo Danovo	2.38
2	Zlatitsa - Pirdop	2.27
3	Iganovo - Sopot	2.25
4	Pirdop - Anton	2.18
5	Stryama - Klisura	2.18
6	Koprivshtitsa - Stryama	2.02
7	Dolno Kamartsi - Mirkovo	1.95
8	Sopot - Karlovo	1.83
9	Makotsevo - Dolno Kamartsi	1.76
10	Mirkovo - Zlatitsa	1.64
11	Kremikovtsi - Yana	1.47
12	Svetovrachane - Kremikovtsi	1.46
13	Sofia - Svetovrachane	1.41
14	Yana - Stolnik	1.36
15	Hristo Danovo - Iganovo	1.31
16	Sarantsi - Makotsevo	1.03
17	Stolnik - Sarantsi	1.03
18	Anton - Koprivshtitsa	1.02

The key parameters that affect traffic capacity are: admissible speeds; stations open for traffic, number of arrival-departure tracks at the station.

In Table 2 columns 2 – 4 show the data and results according to the train traffic schedule (TTS) having been in force since 2008.

2.1. Comments:

The time of travelling is defined as traction estimations are made under the following conditions:

- Traction vehicle: 46-00;
- Gross Weight: Sofia - Karlovo with 1800 t; Karlovo - Sofia with 2200 t;
- Aiding traction: The rolling stock in the Stolnik - Karlovo section is equipped with bogies and brake systems, which allow the designed traffic speeds.

2.2. Boundary conditions:

If the stations of Bunovo, Chelopechene and Rosina are not restored for traffic, the traffic capacity of the Iliyantsi - Karlovo section is restrained by the limiting sections between the stations Kamartsi - Mirkovo and Klisura - Hristo Danovo. In case that the stations mentioned above are not opened for traffic, the traffic capacity available is 35 pairs. When the stations are opened to service, the limiting section is between the stations Stolnik and Sarantzi. The traffic capacity available for this option is 41 pairs. The difference in the traffic capacity available in both options is 17%. This difference of 6 pairs of trains would allow freight transportation of about 2,000,000 t net additionally along the line for a period of a year (if the entire additional amount is used for freight transportation).

Table 2:

Sections between stations	TTS since 2008		Nmax
	Speed by schedule	Time of travelling	
	km/h	min	
1	2	3	4
Sofia - Svetovrachane	60	8	47,4
Svetovrachane - Kremikovtsi	60	11	41,2
Kremikovtsi - Yana	40	10	43,5
Yana - Stolnik	70	8	47,4
Stolnik - Sarantsi	65	12	38,2
Sarantsi - Makotsevo	65	6	53,5
Makotsevo - Dolno Kamartsi	60	8	47,4
Dolno Kamartsi - Bunovo	Bunovo is a stop		
Bunovo - Mirkovo			
Dolno Kamartsi - Mirkovo	60	16	32,5
Mirkovo - Chelopech	Chelopech is a stop		
Chelopech - Zlatitsa			
Mirkovo - Zlatitsa	65	12	38,2
Zlatitsa - Pirdop	60	4	58,8
Pirdop - Anton	80	7	48,8
Anton - Koprivshtitsa	65	9	43,5
Koprivshtitsa - Stryama	40	11	40,1
Stryama - Klisura	65	10	43,5
Klisura - Rosino	Rosino is a stop		
Rosino - Hristo Danovo			
Klisura - Hristo Danovo	60	15	33,9
Hristo Danovo - Iganovo	60	8	48,8
Iganovo - Sopot	60	7	50,3
Sopot - Karlovo	60	6	51,9

3. OPTIONS FOR IMPLEMENTATION OF THE INVESTMENT PROJECT ON REHABILITATION OF SOFIA - KARLOVO RAILWAY SECTION

On the basis of the study, it is possible to identify the construction activities and to establish a priority program for designing by sections. The program examines four main scenarios for the project development. They are: zero, basic, optimum and maximum options.

The zero option is called "without a project". The assumption made in this scenario is that, based on the allocations of capital transfers for the Sofia - Karlovo section, no more than € 250,000 will be annually invested for track maintenance.

The base, optimum and maximum options include the following parts:

3.1. Earthworks, drainage and superstructure

- Substructure - Excavation and transportation of terrestrial soils, Excavation and transportation of soil for earth ditches; Construction of earth embankments on soils including delivery, scuffle and compaction, shaping and compacting of the main land site; Construction of embankment on the protective layer; Supply and laying geo-textile with parameters according to technical specifications, Construction of embankment reinforcement layer; Supply and laying geo-nets in making reinforcement layer; Construction of embankment layer of reinforcement; Supply and laying geo-textile of parameters according to technical specifications for enhanced layer construction; Delivery and installation of ECT 200/50 type concrete ditches; Laying sand under concrete ditches; Application of 1:2 grout to joints between situ ditch elements; Laying concrete to build ditches.

- Superstructure - Dismantling of track S49 of first category; Supply and laying new track UIC60, new concrete sleepers (1600 pcs/km), stretching joints and sub-assembly in straight sections and curves with R> 650m, first category, track without joints; excavation of the existing ballast prism and its transport to landfill; Laying new ballast; Repairing the track axis and levels: first, second and third levelling, compacting and planning; Construction of filling of draining material between and along tracks for shunting operations; Installing signs for slope; Installing hexametric signs; Installing signs for kilometres;

- Small equipment - Cleaning sediments, Cutting bushes and trees, Cleaning the surface of concrete for sanitation; Laying balancing putty of 5cm; Laying waterproofing: three layers of reinforced voalit; Laying reinforced concrete pavement protection, extension of culverts where necessary, B25 Concrete, Reinforcement; Formwork, Concrete B25 for masonry of a guard-ballast wall if necessary, taking-off the concrete from the wall guard-ballast wall - 5cm; Reinforcement AI and AIII;

- Level crossings - Dismantling crossing wooden flooring, cutting asphalt covering by a circular; Destruction of existing road asphalt pavement; Loading, unloading and transportation of waste to a landfill; Supply and laying concrete pipes needed; Delivery and installation of rubber crossing surface; making denser the layer of gravel, laying and making denser the bituminised bearing layer; Application of a layer of loose asphalt concrete; Application of a thick layer of asphalt concrete.

3.2. Railway bridges

- Repairs of waterproofing; Clarifying the origin of cracks if any, and assessment of the future behaviour of the structure; Steps to stop distortions if there are any; Recovery of the concrete cover of reinforcement; Providing pedestrian walkways with guard rails.

3.3. Railway tunnel

The tunnel meets the requirements of the structure gauge 1-CM. The ability to provide the structure gauge 1- CM2 must be examined in details in each tunnel.

3.4. Vulnerabilities

That part includes: Geophysical study on vulnerabilities, geological engineering inspections on vulnerabilities, vulnerabilities are examined in sequence: deformation of railway embankments; deformation of non-rocky excavations, deformation of rocky excavations; leakages in tunnels, deformation of additionally registered vulnerabilities.

3.5. Buildings

All existing station buildings are in operation and the premises serve their purpose with the equipment installed to ensure train traffic and work of the staff. The buildings are in good condition, partial repairs are necessary only for the stations of Zlatitsa, Pirdop, Koprivshtitsa, Klisura. The buildings that need major repairs are: Stolnik, Sopot, Rosino, Anton.

3.6. Electrification

- Change of switches and MGG approach to substations; Partial replacement of the HB. The tunnels can be implemented with the grounding block for a better repair works; Partial replacement of the contact wire;

- Chain network for the necessary double guy; It is necessary to install drivers stops the console and replace the screws and bolts all links and all multi-way brackets must be painted; Change medium anchors in some areas; Much of the railway pillars are cracked; The existing machinery for repairs and maintenance of overhead network is morally and physically outdated/ since the site was set in operation.

3.7. Telecommunications

It is necessary to develop projects on electromagnetic compatibility (EMC) of telecommunication equipment on the track in railway stations, stations and other operational points; the replacement of only one node of the telecommunication system is an effective step and complex solutions have to be implemented.

3.8. Signalling:

- It is necessary to perform the following activities:

Temporary /emergency/ recovery of signalling operation between stations based on axle counters, which will increase traffic safety and remove the subjective human factor; Upgrading the level crossings with crossing devices, which will contribute to increasing safety with passing through level crossings and reducing electricity consumption to accelerate trains after the speed reduction to 15 km/h; Gradual upgrading of the section with signalling equipment of new generation, ETCS - level.

The basic, optimum and maximum options include the all areas and activities mentioned above but differ in the number of sections that are included for rehabilitation.

With the basic option the amount of investment determined is compliance with the planned funds of the state budget for 2007 and the plans until 2010. It does not include rehabilitation of the sections from the station of Sofia to the station of Sarantzi, the section between the stations of Anton and Koprivshtitsa, the station of Karlovo. The total investment at current prices is € 44,004,000.

The optimum option reflects the real needs for rehabilitation of the railway section. It does not include the sections from the station of Sofia to the station of Jana, from the station of Stolnik to the station of Sarantzi, the section between the stations of Anton and Koprivshtitsa and the station of Karlovo. The funds really required for investment in the optimum scenario amount to € 60,733,500.

The maximum option is the closest one to the requirements of current legislation in Bulgaria and Europe but it seriously goes beyond the financial constraints. It includes the largest possible number of sections, except for Stolnik station, the section between the stations of Anton and Koprivshtitsa, the station of Karlovo. Unlike the basic and optimum scenarios, it provides correction of some major curves horizontally and vertically to increase the speed admissible. The estimate of the amount necessary to invest with this scenario is € 108,200,000.

The main criteria to select priorities in the construction program are:

- Volume and stage-by-stage of works of different types determined by the technical state of railway infrastructure;
- Possibilities for performance;
- Improving train traffic safety;
- Possibilities for accomplishing works with minimum conflicts with traffic operation;
- Achieving rapid effect of investments, financial restrictions and distribution of funds by years.

Based on the criteria mentioned above, the efficiency indicators and quantitative account made by summarized indicators; the optimum scenario has been selected. It includes the sections from Stolnik to Karlovo. Due to financial constraints, the section Sofia – Stolnik has not been included.

4. FINANCIAL CONSTRAINTS AND EVALUATION BY MACRO INDICATORS

The basic sources of information with evaluation by macro indicators are COWI DATA model developed in 1999. The methodology used in this model adopted for evaluation of all the projects in the European Union for indicative values is deduced to separation of lines and works by parameters and assuming costs per 1 km of railway track.

The actual conditions of the site and repairs performed in a close period have been examined. The costs for labour in Bulgaria and their share in the total costs of construction works have been adjusted to the European market. The prices of materials purchased on the Bulgarian market have been adjusted to those calculated in comparison to other European countries. The calculations by sections considering the factors listed above have been made as the COWI DATA costs have been adjusted for National Railway Infrastructure Company (NRIC).

Table 3:

Price COWI DATE	Adjusted Price
Track / m – 509 €	245,75 €
Bridge / m – 3916 €	2 501,96 €
Tunnel / m – 6 846 €	3 765,15 €

5. GROUPING BY LOTS

Lot 1 involves the track rehabilitation. This lot includes work on the track, smaller facilities, drainage and replacement of hydroinsulation of railway bridges.With Lot 2 the repair of tunnels is performed. With Lot 3 reconstruction, repairs and construction of railway bridges are performed. Lot 4 deals with signalling and telecommunications. Lot 5 deals with electrification. It includes overhead lines, power supply, lighting, electrical substations, the CAP and heating, switches.

6. CONCLUSION

The project on rehabilitation of the railway section Sofia - Karlovo as part of the third railway line in Bulgaria will change the condition of the track, improve its traffic capacity up to 41 pairs of trains and create an effective financial system with clear economic, technical and time parameters.

REFERENCES

[1] Regulation № 4, Ministry of Transport, Ministry of Interior, State Journal No 32, 27/03/1997.
[2] Law on Railway Transport 28/11/2000, State Journal No 108, 29/12/2006.

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON'10

MEASUREMENT OF LOADING ON RAILWAY VEHICLE WHEELS IN MOTION

Emil DIMITROV [1]
Nencho NENOV [2]

Abstract *– The paper examines the possibility to measure individual loading on the wheels of railway vehicles in motion at a shunting speed. For that purpose, a sensor registering the loading force by measuring the tangential forces in the rail has been used. The accuracy of measuring has been analyzed by carrying out a great number of physical (real-time) and numerical experiments. The requirements to the electronic equipment for data acquisition and information processing have been specified. The results obtained have been a precondition to implement the developed devices in railway transport. The railway administrations use them to monitor on overloading, to control on redistribution of loading on wheels and wheel-axles and to evaluate the railway vehicle spring suspension.*

Keywords - Railway Vehicle, Wheel Load Measuring, Sensors.

1. INTRODUCTION

The differences in the static load of the locomotive and wagon wheels cause substantial changes in the process taking place at the wheel-rail contact points:

- increased intensity of wear-out of the wheel surface of rolling;
- decreased limitation on the cohesion of the locomotive driving force;
- asymmetric displacement of the wheel axle and creation of conditions for a continuous contact of the wheel rim with the rails;
- decrease of the wheel axle directing capability and increase of the rim wear-out with movement in a curvature track section;
- decrease of the reliability of the running unit elements and the transmitting mechanisms;
- determining the actual weight of goods transported as often there is differences with the declared loads.

2. SENSOR FOR MEASURING WHEEL LOAD

Globally, the most famous companies producing components for construction of force sensors are the American Vishay and the German Hottinger. Both companies are established on the international market with the undoubted quality of their components. The nomenclature of the products of the American Company Vishay is more specialized in comparison with Hottinger. Besides the technical characteristics of the products of great importance to users (customers) are also criteria related to the cost of acquisition and delivery. In terms of the European customers (n this case we represent them as being Bulgarian University of Transport, Sofia) in general (when other conditions are equal) the conditions attached to the supply of components from Vishay, USA are disadvantageous. This is understandable due to the geographical remoteness of the American manufacturer, which requires a longer period for implementation of the delivery and higher transport costs. It is understandable that there is an existence of objective reasons for increased the costs of U.S. components to the European market, but this is not a major criteria when selecting the most appropriate components in terms of technical parameters. In this line of thought, the long-term practice of the Bulgarian experts and authors of this report allows us to suggest that quite often the U.S. components are preferred to the European ones.

The force sensor has been developed using a standard rail. The principle of measuring using this sensor is based on measuring the deformations of a bar at two points.

The position of the sensor on the rail can be in Fig. 1 and the signal coming from the measuring unit seen is shown in Fig. 2.

[1] Emil DIMITROV, Prof., PhD, Technical University, Blvd Cl. Ohridski 8, Sofia, Bulgaria, edim@tu-sofia.bg
[2] Nencho NENOV, Prof., DSC, University of Transport, 158 Geo Milev, Sofia, Bulgaria, nnenov_58@abv.bg

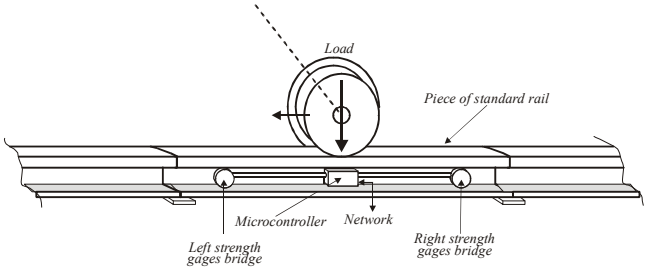


Fig.1. Sensor for measuring wheel load

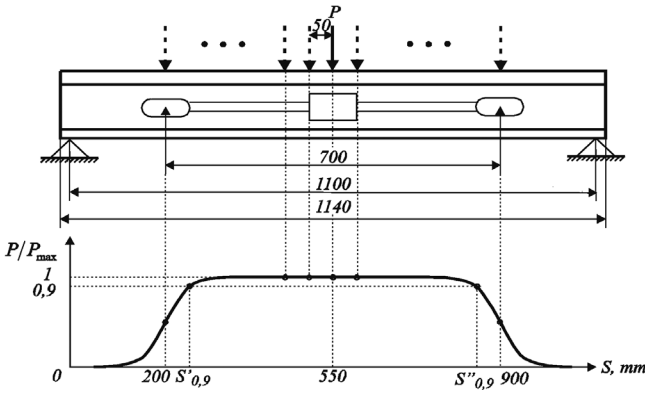


Fig.2 A scaled signal received by the measurement unit

Fig. 3 presents the schematic structure of the device, which consists of two specialized force sensors incorporated in the rail track and a computer system [1].

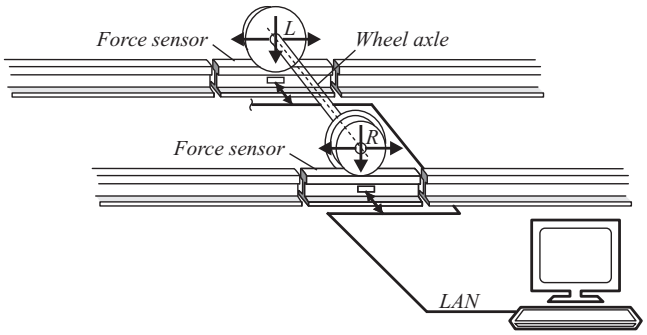


Fig.3. A device for measuring wheel load of running railway vehicles

3. EXPERIMENTS

Experiments have been accomplished using an electrical multiple unit (EMU) of series 32. The EMU consists of four vehicles that have 16 wheel axles. With the different experiments, the train has moved with a speed of between 2 and 7 km/h. Eight measurements were accomplished on the 24th January 2008 and another eight – on 23rd March 2008.

The received data for each wheel load includes samples taken in time of 10 ms for the leading and the following gauge apart. The data for the full wheel load is obtained summarizing samples coinciding in time and incoming from both strain gauges. Table 1 contains the data taken from the 7-th experiment accomplished on 27th March 2008 for the 6-th axle, wheel R. The results are shown graphically in Fig. 4.

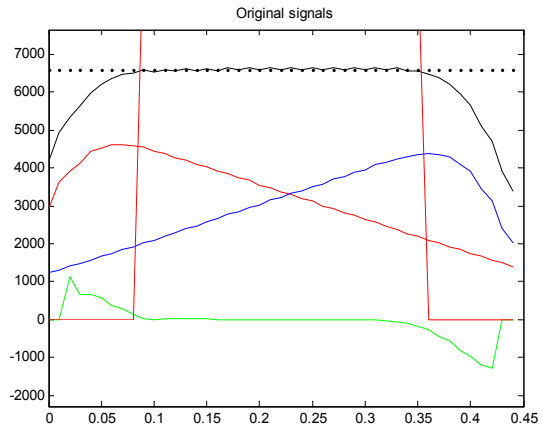


Fig.4. Processed signal – experiment

3.1. Results processing

The results processing includes:

- Averaging the loads of each wheel separately in both directions;
- Defining the loads relative to the average values;
- Defining the mean square deviation of the wheel relative loads with motion in both directions.

The data was processed using a FIR filter (Fig. 5) and the results are given in Fig. 6.

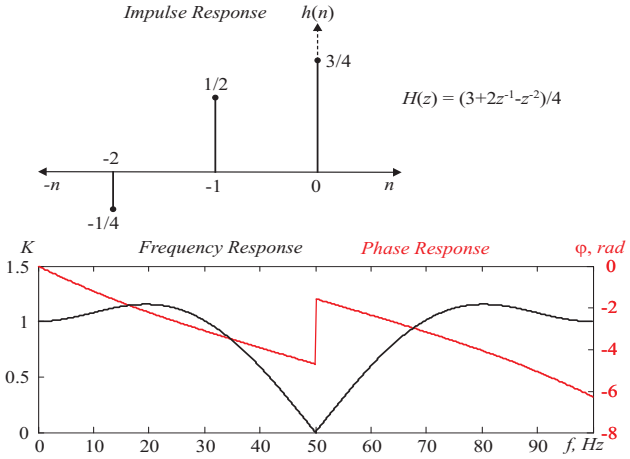


Fig.5. Features of the casual FIR filter for power line interference rejection

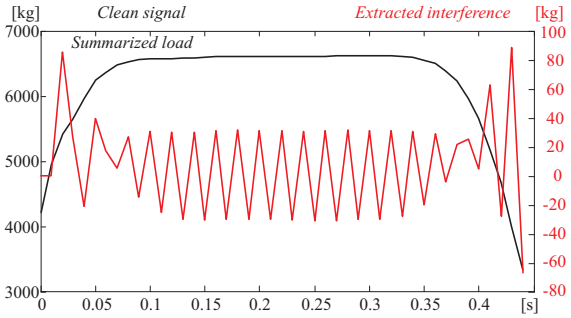


Fig.6. Results after applying a casual filter

3.2. Improvement of the algorithm for estimating the wheel – load

In [3] a specific algorithm for localizing the plateau zone of the force sensor was created, where the calculated value of the wheel load does not depend on the applied point. The algorithm is one directional, i.e. it processes the signals in the same sequence as they arrive. Firstly the algorithm finds a previously defined threshold of the load in the summarized signal from strain gauges. Then it searches for a sample in the signal from the leading gauge, which is situated after the signal peak and has 90 % of its value. The plateau zone is determined as the interval between the localized sample and the sample with the same value but situated on the signal from the followed gauge. The direction of the movement is determined comparing signal levels from both gauges at the threshold.

A modification of the algorithm for the plateau zone localizing and the full load calculating consists of the following stages:

1. A minimal threshold of 500 kg is defined to avoid the load noise;
2. Searching for a maximal value of the velocity of the summarized signals coming from both strain gauges;
3. The starting point of the plateau zone is considered to be the place where the signal velocity falls to the 10 % related to its maximal value;
4. Analogously, the ending point of the plateau zone is determined when the velocity outruns the value of 10% calculated in stage 3;
5. The algorithm ends when the summarized signal falls under the threshold of 300 kg.

The graphical user interface of the developed software is shown in Fig.7. The result displayed is of 6 axles locomotive measurements.

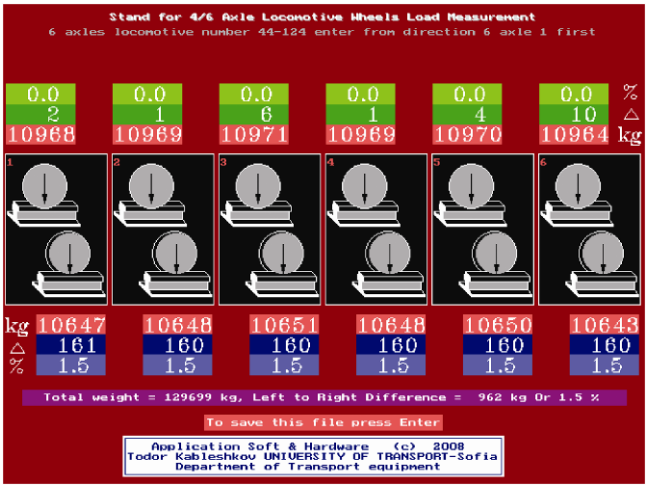


Fig.7. Graphical user interface

The outer appearance of the measuring device in Varna, Bulgaria can be seen in the picture:

Fig.8. The device for static measuring and regulation of DMU and EMU (Desiro-Siemens trainsets)

It was certified by "Deutsche Bahn AG", Germany.

DKD-Kalibrierlabor
DKD-K-12701
für Länge, Druck und elektrische Messgrößen. Akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025

Deutsche Bahn AG
Qualitätssicherung Prüfmittel
Kalibrier- und Prüfstelle
Emilienstraße 45, 09131 Chemnitz, Tel.:(0371) 493 2486 Fax:(0371) 493 2326

Die Bahn DB

PRÜFBERICHT

Nr. 038237-43510002-0008-05

Prüfgegenstand	:	Radaufstandskraftmesseinrichtung
Identnummer	:	0008
Auftraggeber	:	Siemens AG Transportation Systems Trains Mozartstr. 31b 91052 Erlangen
Auftragsnummer	:	O40509-05/305
Tag der Prüfung	:	28.09.2005
Ort der Prüfung	:	BDZ EAD PTP- Varna Bulgarien
Prüfergebnis	:	Zum Zeitpunkt der Prüfung entsprach der Prüfgegenstand den Bedingungen, welche die Grundlage der Prüfung bildeten. Einschränkungen auf Seite 2 unter Punkt 11.

Der Prüfbericht umfasst 8 Seiten

Gültigkeitsdauer: Dieser Prüfbericht wird ungültig, wenn technische Veränderungen am Prüfgegenstand vorgenommen werden, Fehler des Prüfgegenstandes einschließlich der Anzeigeeinrichtung erkannt oder vermutet werden, im übrigen nach Ablauf des Bestätigungsintervalls.

Ort, Datum	Leiter	Bearbeiter
Opladen, 08.11.2005		F. Rutzen

Der Prüfbericht darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Die auszugsweise Veröffentlichung bedarf der vorherigen schriftlichen Genehmigung der KPs Chemnitz.

Fig.9. Certificate issued by the "Deutsche Bahn AG" in 2005

4. CONCLUSIONS

The railway vehicle passes on the sensors and the computer system registers the data of the force measured at each wheel. On the base of the whole study, it has been established that the improvements

of wheel load measuring technology should include:

1. Analysis of the power-track interference on the signals and adopting an appropriate notch filter for its rejection;

2. Investigation on the errors in loads due to the non-perfect track section measured in the railway vehicle motion. A proper methodology for error reduction has been proposed;

3. Improvement of the algorithm for the wheel load estimating.

REFERENCES

[1] Nenov N., E. Dimitrov, G. Mihov and T. Rouzhekov, „Sensor for Measuring Load on Wheels of Running Railway Vehicle“ 28th ISSE, Wiener Neustadt, Austria, May, 2005, pp.24-28.

[2] Nenov N., T. Ruzhekov, E. Dimitrov and G. Mihov. “Sensor of Strength for Measuring Wheel Load of Railway Carriages”, 25th ISSE, Prague, Czech Republic, May, 2002, pp. 105-108.

[3] Nenov N., E. Dimitrov, G. Mihov and T. Ruzhekov, „Electronic System of Measuring Locomotive Wheel Load and Defining Operation Necessary to Minimize Existing Differences“, 29th ISSE, St. Marienthal, Germany, May, 2006, pp. 219-224.

[4] Nenov N., G. Mihov, E. Dimitrov, T. Ruzhekov, and P. Piskulev. “Optimization of Specialized Inteligent Force Sensor Parameters for Railway Transport”, 30th ISSE, Cluj-Napoca, Romania, May 2007, pp. 157-161.

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON'10

SOME DATA FOR CALCULATION OF FATIGUE IN PROBABILISTIC ASPECT OF RAILWAY VEHICLES

Dobrinka ATMADZHOVA [1]

Abstract *– The development of methods for calculating probability of fatigue in recent decades is based largely on developments in the theory of reliability of mechanical systems. The essence of these methods is limited to a correlation between the strength characteristics of the material (i.e. bearing capacity or resistibility against destruction), and characteristics of operational loads. As functions of random variables, the strength characteristics of the material and characteristics of operational loads also have an occasional nature, defined by their laws for the distribution and numerical characteristics. The article discussed the point of probability calculation methods, such methods are analyzed H. S. Streletskiy and A. R. Rzhanitzyn. Once considered the basics for calculating the fatigue strength in probabilistic terms, listed measures to improve reliability of railway vehicles.*

Keywords – Railway Vehicle, Fatigue, Probability, Strength, Suspension.

1. INTRODUCTION

To calculate the fatigue strength using two approaches: deterministic and probabilistic.

In the deterministic approach, the load characteristics of the materials and resistibility against fatigue fracture is regarded as completely certain (fixed, unique) values with occasional disregard of their deviations.

In a probabilistic approach, due to the increased reliability requirements is becoming more widely used in recent decades, the characteristics of both groups of factors (resistibility and loads) are treated as random variables and functions either as a law-changing type of nestatistichen.

The deterministic approach is simpler and gives good results in constant stress (down) the nature of change in which the cycle parameters (amplitude of strain σ_a, mean stress σ_m etc.) virtually no change over time.

Probabilistic approach is appropriate for the application where change stress is not a law but are normally by probability laws. The most typical manifestation of stress as random variables are railway vehicles - locomotives, wagons, trams - as well as rolling stock for the metropolitan railway.

The necessity and desirability of conducting calculations of fatigue in probability aspect depend on nature of probability sapostavlyaemite two groups of factors: the group factors "resistibility" R and "load" T.

First, there are big distractions on the properties of materials, their mechanical properties, deterministic resistibility R. Such as, a primary characteristic of fatigue - Curve of fatigue in Wöhler - distractions account for 20-30% and 2-3 stress range in number of cycles to fracture (Fig. 1 and 2).

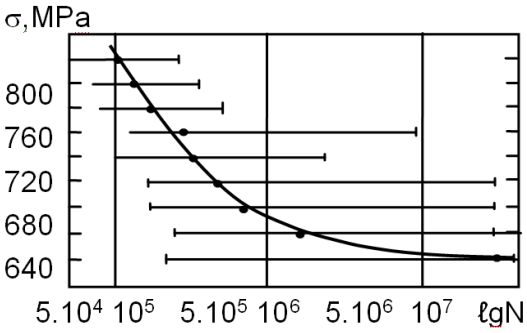


Fig. 1. Wöhler curve and the limits of scatter at different load levels for specimen chrome-molybdenum-steel console in bending with rotation [2].

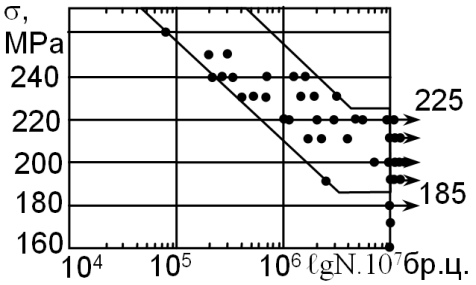


Fig. 2. Wöhler curve for experimental data for smooth specimens with a diameter of 20mm steel GOST 22 K [3].

1 Dobrinka ATMADZHOVA, Professor, PhD, University of Transport (VTU Todor Kableshkov), 158 Geo Milev Street, Sofia 1574, Bulgaria, atmadzhova@abv.bg

Secondly, there are substantial distractions and characteristics of loads, the factors forming the group **T**, which, especially in land vehicles, due to the complexity and diversity of operating conditions in many cases not amenable to purely theoretical calculations time and/or require the application of specific tests.

The complexity of the problem is determined not only by the complexity and distractions of the very large loads, but also by plastic deformation of the material at high pressures - including the stress concentration - as well as methods shematization the random process of loading.

2. THE BASIS OF PROBABILISTIC CALCULATION METHOD

The development of methods for calculating probability of fatigue strength in recent decades is based largely on developments in the theory of reliability of mechanical systems. Methods are restricted to comparisons between the strength characteristics of the material (ie bearing capacity or resistibility against destruction), marked with **R** and summary characteristics of the loads indicated by **T**. As functions of random variables, $R(\sigma_{-1}, \sigma_{-1D}, \sigma_S, \sigma_B ...)$ and $T(\sigma_{eqv}, \sigma_m, \sigma_a, \sigma_{max} \ldots)$ also have a random character set by their laws for the distribution and numerical characteristics (Fig.3). By taking them on the basis of calculations by the traditional deterministic approach, the coefficient of λ, defined as the ratio between the average values of R and T, ie $\lambda = \overline{R} / \overline{T} \geq [\lambda]$, not give reliable information about the strength condition of the piece. Due to mutual penetration (overlap) between the curves $f_1(r)$ and $f_2(\tau)$ (Fig. 3) is quite possible to obtain very different values of λ, including $\lambda < 1$. These results, although we have already with the laws of distribution and other characteristics of R and T can not be explained by deterministic approach.

For the calculation of structures taking into account the random nature of load bearing capacity R and T, of **N. S. Streletskiy** was first developed probabilistic method, which introduces the concept of "**guarantee of indestructibility**", assessed the likelihood P for non-occurrence of the border state (destruction) ie where $P(R > T)$. In the known densities of distribution $f_1(r)$ and $f_2(\tau)$ of random variables R and T according to Fig. 3, N. S. Streletskiy offers security indestructibility P be determined by areas ω_1 and ω_2 of interpenetration (overlap) of their graphs showing relatively rarely occurring cases of "**congestion**" using the formula:

$$P = 1 - \omega_1\omega_2 \text{ or } P = 1 - \int_0^{R_0} f_1(r)dr - \int_0^{T_0} f_2(\tau)d\tau \qquad (1)$$

The product $\omega_1\omega_2$ in the above formula determines the probability of rupture where full certainty (with complete accuracy probability) will be the condition $R < T$, ie where both $R < R_0$ and $T > T_0$, as are excluded from consideration random events $R < T$, which may occur in areas of $R > R_0$ and $T < T_0$. Consequently, the probability of flawless operation $P(R > T)$ or so-called "guarantee of the indestructibility", calculated by formulas (1), obtained significantly greater than actual.

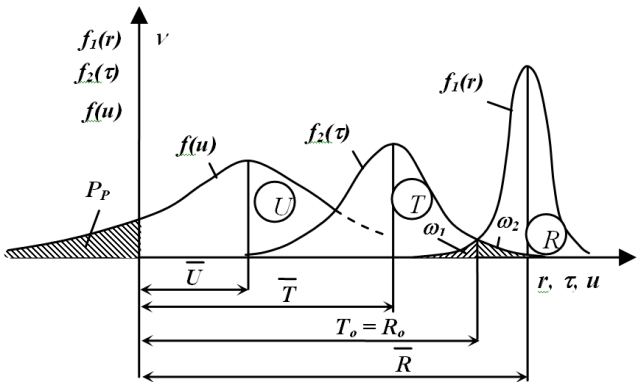


Fig. 3 Density distribution f1(r), f2(τ) and f(u) of random variables: bearing capacity R, load T and "function indestructibility" U=R-T.

A perfect method of calculation in probabilistic terms was developed by **A. R. Rzhanitzyn** which introduces the concept of "**function indestructibility**" U, representing a random variable expressed by:

$$U = R - T \qquad (2)$$

Supposedly (and this practically corresponds to reality) that R and T are independent of each other random variables, for which the corresponding distribution densities $f_1(r)$ and $f_2(\tau)$ are known. The density of distribution $f(u)$ the magnitude (function indestructibility) U is obtained from $f_1(r)$ and $f_2(\tau)$ as a **composition** of them, which is possible only when adopted assumption of independence from each other and recorded with symbolic use the sign "$*$":

$$f(u) = f_1(r) * f_2(\tau) \qquad (3)$$

When using prepared solutions of Probability Theory (PT) composition (3) is carried out by the formula:

$$f(u) = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(\tau + u) f_2(\tau) d\tau \text{ or}$$

$$f(u) = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(r) f_2(r - u) dr \qquad (4)$$

where the integrand representing the joint density of two independent of each other continuous random

variables is derived based on the multiplication theorem of the laws of distribution. Appearing in the final form of the expression densities $f_1(\tau+u)$ and $f_2(r-u)$ replace those of the original form $\mathbf{f_1(r)}$ and $\mathbf{f_2(\tau)}$ based on the popular PT rule of mechanical transmission of dependence (2) relating to random variables on their respective arguments (ie **U=R-T** $\therefore$ **u = r - τ**)

Probability of failure (destruction) of the P_p structure can be determined by the shaded area on the left of the Plot under the curve of density of distribution $f(u)$, using the formula:

$$P_p = P(U<0) = P[(R-T)<0] = \int_{-\infty}^{0} f(u)du, \qquad (5)$$

probability of a flawless job P, as opposed to the P_p event - the formula:

$$P = 1 - P_p = 1 - \int_{-\infty}^{0} f(u)du = \int_{0}^{\infty} f(u)du, \qquad (6)$$

where the density of distribution $f(u)$, underneath the integral in formulas (5) and (6) is defined by formula (4).

In the above expressions greatest difficulties encountered in determining the density of distribution $f(u)$. Solving the integrals (4) and (5) in analytical form is possible only some relatively rare cases. The easiest solution is when the source densities $f_1(r)$ and $f_2(\tau)$ have a normal distribution. In deviation from the normal law requires special methods for solving special computer programs.

3. PROBABILISTIC STRENGTH FATIGUE IN ASPECT OF SPRING SUSPENSION OF RAIL VEHICLES

To determine the fatigue strength of coil springs of the spring suspension of rail vehicles will use the criterion of the indestructibility of Rzhanitzin, determined by the probability of flawless work:

$$P_k(\tau_{lim} > \tau_k) = R_k \qquad (7)$$

where: τ_{lim} - limit the strength of fatigue at a fixed mode of loading; τ_k - tangentially maximum tension springs; R_k -probability of flawless operation of spring at a certain load (k) (fig. 4), expressing the probability of a value R_k so that the condition ($\tau_{lim} > \tau_k$).

The criterion for the indestructibility of Rzhanitzyn is determined by the expression:

$$P_k(\tau_{lim} > \tau_k) = 0{,}5 + \Phi\left[\frac{1-\bar{n}}{\sqrt{\bar{n}.\nu_{\tau_{lim}}^2 + \nu_{\tau_k}^2}}\right] \qquad (8)$$

where: Φ - standard function of Laplace; $\bar{n}$ - average coefficient; $\nu_{\tau lim}$ and ν_{τ_k} - coefficient of variation defined by the expressions:

$$\bar{n} = \bar{\tau}_{lim} / \bar{\tau}_k \; ; \nu_{\tau_{lim}} = S\tau_{lim} / \bar{\tau}_{lim} \text{ and } \nu_{\tau_k} = S\tau_k / \bar{\tau}_k \quad (9)$$

where: $\bar{\tau}_{lim}(\bar{\tau}_k)$ and $S\tau_{lim}(S\tau_k)$ are respectively the statistical average values (arithmetic) and mean square deviation τ_{lim} or τ_k.

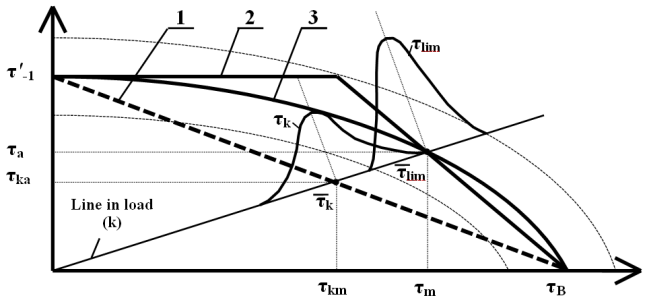


Figure 4. Lines of fracture.1 - line breaking strength in torsion, 2- a modified line fracture line called Goodman; 3-curve Gerber.

Statistical distribution of the boundary of fatigue strength of springs in a certain mode of loading τ_{lim} has the following parameters:

$$\begin{cases} \bar{\tau}_{lim} = \dfrac{k.\sqrt{1+k^2}}{2} \cdot \dfrac{\bar{\tau}_B^2}{\bar{\tau}'_{-1}} \cdot \left[(1+\alpha)^{\frac{1}{2}} - 1\right] \\ \nu_{lim} = \dfrac{1+\nu_{\tau_B}}{\left(1+\nu'_{\tau-1}\right)\left[(1+\alpha)^{\frac{1}{2}} - 1\right]} \cdot \left\{\left[1+\alpha\left(\dfrac{1+\nu'_{\tau-1}}{1+\nu_{\tau_B}}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} - 1\right\} \end{cases}$$

where: $\alpha = \left(2.\bar{\tau}'_{-1} / k.\bar{\tau}_B\right)^2 \qquad (10)$

The average tangential tension coil springs, loaded with vertical load, is calculated as follows:

$$\tau_{km} = \tau_{lim} = k_p.16.P.D/(\pi.d^3), \qquad (11)$$

where:

$$k_p = \cos\alpha.\left(0{,}5 + \left(0{,}308 + 0{,}318.\cos^2\alpha\right).c^{-1} + \left(0{,}356 + 0{,}082.\cos^2\alpha\right).\cos^2\alpha.c^{-2}\right)$$

where: P - load spring; D - average diameter of the μspring; d - diameter of the rods; k_p - rate determined by Poisson coefficient $\mu = 0{,}3$; α - angle turns, c – parameter of the spring.

Formula (11) accepts the following form:

$$\tau_{km} = 4{,}059.P.D^{0{,}859} / d^{2{,}859} \quad \text{for} \quad c \geq 4 \qquad (12)$$

Springs handle loads with periodic force P, having an average value P_m and amplitude P_a, create

respectively tangential stress τ_{km} and amplitude τ_{ka}. The total tangential stress in this case is:

$$\tau_k = \sqrt{\tau_{km}^2 + \tau_{ka}^2} = \tau_{km}.\sqrt{1+k^2} \quad (13)$$

From equations (12) and (13) is given expression:

$$\tau_k = 4{,}059.\sqrt{1+k^2} = P.D^{0{,}859} / d^{2{,}859} \quad (14)$$

The parameters P_m, d and D are also random variables with normal distributions:

$$P_m \sim N(\bar{P}_m, Sp_m); D \sim N(\bar{D}, S_D); d \sim N(\bar{d}, S_d) \quad (15)$$

The parameter k is considered deterministic (fixed).

Based on the above τ_k allegedly also has a normal distribution.

$$\tau_k \sim N(\tau_k, S\tau_K) \quad (16)$$

and from equations(14 ÷16) is obtained:

$$\bar{\tau}_k = 4{,}059.\sqrt{1+k^2}.\bar{P}_m.\bar{D}^{0{,}859} / \bar{d}^{2{,}859}$$
$$v_{\tau_k} = \left[v_{Pm}^2 + (0{,}859.v_D)^2 + (2{,}859.v_d)^2\right]^{\frac{1}{2}} \quad (17)$$

From catalogs or standards for spring steel material is selected and establishes a standard wire σ_B and $S\sigma_B$ and using equations (8÷17) be determined $\bar{\tau}_{lim}, v_{\tau_{lim}}, v_{\tau_K}$ and $\bar{n}$.

4. DIRECTIONS FOR ENHANCING THE RELIABILITY OF VEHICLES MEANS OF TRANSPORT

When examining the basics for calculating the fatigue strength in probabilistic terms, to improve reliability of vehicles emerge following directions [4]:

1. Substantial reserve for increasing the reliability, to emphasize reliability and safety of movement of the vehicles is to reduce the dispersion (variance) of the aggregate characteristics of the bearing capacity and load.

2. In summary of the characteristics of the bearing capacity R is identified with the utmost importance to limit fatigue detail σ_{-1D}, on which can be influenced by factors both in the field of metallurgy (fatigue limit of σ_{-1}, the coefficient of homogeneity, etc.), and the design, manufacture and repair of vehicles through the summary factor of influence, moreover, the goal is to reduce not only its values, but of the distractions, by simply paying particular attention to the design and production technology factors associated with stress concentration, surface treatment etc..

3. On the summary of the characteristics of the load T can be addressed during the operation of vehicles mainly in two directions: first, to reduce distractions or narrowing the spectrum of the load - through greater specialization of vehicles in terms of loads, speeds, technical and road conditions, etc., second, for general ease of loading regimes - by raising the technological discipline and training of operational staff.

5. CONCLUSION

- The article discussed methods for calculating the fatigue strength of railway vehicles.
- Basic probability are discussed computational methods, such methods are analyzed H. S. Streletskiy and A. R. Rzhanitzyn.
- Indicated directions for improving the reliability of railway vehicles.
- Developed methodology for determining fatigue strength in the probabilistic aspect of the coil springs of the spring suspension of rail vehicles.

REFERENCES

[1] Atmadzhova, D., Reliability of coil springs at the stage of their construction. - RELIABILITY '88, Varna,1988
[2] Bastener F., Bastien M., Poma G. Statistical analysis result new test Fatigue/Tiredness and endurance metal: M.: Inostr. Liter, 1963
[3] Lukinskiy V., Coticov G., Zaicev I. Longevity of the details carriage car. ”Mechanical engineering” L., 1984
[4] Pentchev, C. and D. Atmadzhova Strength and durability of road and rail machinery, S. 2007

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON'10

A MATHEMATICAL MODEL OF BOGIE WITH INDEPENDENTLY ROTATING WHEELS FOR A CITY LIGHT RAIL

Emil MIHAYLOV [1]
Dobrinka ATMADZHOVA [2]

Abstract *– The subject of considerations in the present paper are problems related to lateral dynamics of new designs of a city light rail. These are low-floor trams possessing wheelsets with independently rotating wheels (IRW). This paper describes building mathematical model of bogie with independently rotating wheels and solving it with help of MATLAB. Simulations are focused on differences in stability behaviour, response to the step input and response to the unsymetry of load between conventional wheelsets and independently rotating wheels.*

Keywords – Railway Vehicle, Mathematical Model of Bogie, Independently Rotating Wheels.

1. INTRODUCTION

Light Rail Transit (LRT, also called trams) systems provide convenient local public transport service on busy urban corridors. The distinguishing feature of the light rail concept is its provision to operate safely and effectively through at-grade conflict points. In the construction of a bogie are classic wheelset and wheelset whith independently rotating wheels. Classic wheelset rolling stock consists of two tightly linked rigid wheel axle. This individual wheels are forced to rotate with the same angular velocity [2]. For the free-wheel axle is typical that each wheel can rotate independently. This virtually eliminates the long delays and one of the fundamental properties of classical wheelset - undulatory movement. This feature is in terms of wear and very good stability appeared promising for use in high-speed vehicles, but they are not of significant enlargement. Despite the undoubted advantages of a free wheelset wheels came as council disadvantages. Among the most important advice is a tendency to constant contact between the flange and the rail head, and even a straight track. Another area where the independently rotating wheels are still wider application, are low-floor trams [3,4].

The subject of considerations in the present paper are problems related to lateral dynamics of new designs of a city light rail.

2. MATHEMATICAL MODEL OF A WHEELSET WITH INDEPENDENTLY ROTATING WHEELS

Assuming that the axle is attached to the frame with a power element is vertically loaded with constant force **W**. The frame is moving at constant velocity along the axis around a single wheel axle could themselves perform relative movement. The link between the wheels is realized by torsion springs and dampers. Wheelset has a total of 5 degrees of freedom.

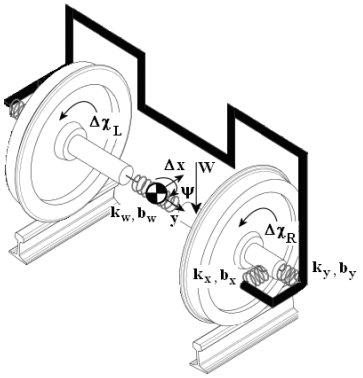


Fig. 1 Model wheelset.

Where $\omega = -v / r_0$ - is the theoretical angular velocity of wheelset around the transverse **y**-axis representing the movement of the wheelset forward speed **v;** Δx - wheelset position deviation in the longitudinal direction from the position for extending a straight line motion velocity **v;** **y** - transverse displacement of the wheelset; ψ - wheelset steering angle around the vertical axis **z**; $\Delta\chi_L$ - deviation left wheel axle rotation around the **y**-axis from the position corresponding to the rotation speed ω (fig.1); $\Delta\chi_R$ - deviation of the right wheel axle rotation around

[1] Emil MIHAYLOV, Engineer, M.Sc, University of Transport (VTU Todor Kableshkov), 158 Geo Milev Street, Sofia 1574, Bulgaria, emm_1968@abv.bg
[2] Dobrinka ATMADZHOVA, Professor, PhD, University of Transport (VTU Todor Kableshkov), 158 Geo Milev Street, Sofia 1574, Bulgaria, atmadzhova@abv.bg

the y-axis from the position corresponding to the rotation speed **ω**.

3. FORCES ON WHEELSET

Equations axle assembles while defining methods of disposal are considering following force effects acting on the wheelset:

- contact forces in the sole of the wheel/rail
  - tangential force in the wheel-rail contact - slip forces
  - a normal force of wheel-rail contact
- force elements in power between left and right around the axle and the frame and wheelset
- inertia effects

3.1. Sliding forces

To calculate the slip forces in the wheel-rail contact Kalker's use the linear theory.

Hypothesis of linear Kalker J.J. [1] is based on the hypothesis of Carter, as the dependencies between creep and creep forces are given by linear expressions:

$$F_x = -f_{33}.\xi_x; \quad F_y = -f_{11}.\xi_y - f_{12}.\xi_{sp}; \quad M_z = f_{12}.\xi_y - f_{22}.\xi_{sp} \tag{1}$$

where: f_{11}, f_{12}, f_{22} and f_{33} creep coefficients determined by the dependencies:

$$f_{11} = (ab).G.c_{22}; f_{12} = (ab)^{\frac{3}{2}}.G.c_{23}; f_{22} = (ab)^2.G.c_{33}; f_{33} = (ab).G.c_{11} \tag{2}$$

where: ξ_x, ξ_y, ξ_{sp} - are respectively the longitudinal, transverse and rotating creep; **a** and **b** - axles of the ellipse of contact, defined by a formula of Hertz.

Characteristic of all existing assumptions and methods for determining the tangential force T_{kj} at the contact surface is that dependencies are expressed in two areas - the creep and dry friction and hence the need to work with disabled functions. Exhibitions blemish is removed, if the function $\vec{T} = \vec{T}(\vec{u})$ can be approximated as a continuous function in both areas mentioned.

Dependence is approximated [1] as follows:

$$|T_{kj}| = -f.N.th(2{,}727.\tau) \quad \text{where} \quad \tau = \sqrt{\xi^2 + \eta^2} \tag{3}$$

where: **f** – coefficient of dry friction; **N** - normal force at the point of contact.

Rolling radius r_R r_L wheel, steering angle of wheelset around the longitudinal axis **φ** and angle of normal **v** in a tactile point δ_L δ_R are dependent on transverse displacement of wheelsets **y** and the angle of the wheelset about a vertical axis **ψ**. These dependencies by linearizes (4).

$$r_{L(R)} = r_0 \mp \lambda y; \quad \delta_{L(R)} = \delta_0 \mp \varepsilon \frac{y}{s}; \quad \varphi = -\frac{\sigma}{s} y; \tag{4}$$

3.2. Normal force

We assume that the axle weight of m_{dv} is loaded with a vertical force **W** which locations are extended in the transverse direction of peace **e**. Between wheel and rail will operate normal force $Q_{nL(R)}$ (fig.2). This force will spread into a vertical component $Q_{L(R)}$ (wheel load) and horizontal components $Q_{yL(R)}$. Using relation (4) and assuming small angles **δ** can be expressed in the resultant transverse force acting on the wheelset due to normal forces in wheel/rail contact as:

$$Q_y = -\frac{e}{s} W\delta_0 - \frac{\varepsilon + \delta_0}{s}(m_{dv}g + W)y \tag{5}$$

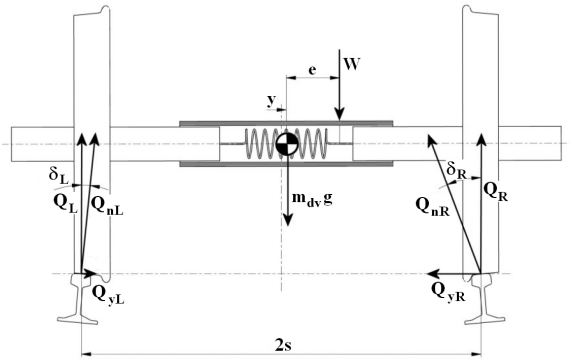


Fig. 2 Normal force in the wheel-rail contact.

3.3. Forces in power elements

Assuming linear characteristics of the force element can be written:

$$F_x = -2k_x\Delta x - 2b_x\Delta\dot{x}; \qquad F_y = -2k_y y - 2b_y\dot{y};$$

$$M_z = -2k_x w_1^2\psi - 2b_x w_1^2\dot{\psi};$$

$$M_{yL(R)} = \pm k_{IN}(\Delta\chi_R - \Delta\chi_L) \pm b_{IN}(\Delta\dot{\chi}_R - \Delta\dot{\chi}_L) \tag{6}$$

4. EQUATIONS OF WHEELSETS

Expression of the balance of force effects acting on the axle differential equations:

$$M\ddot{Y} + B\dot{Y} + KY = Q, \quad Y = [\Delta x, y, \psi, \Delta\chi_L, \Delta\chi_R]^T \tag{7}$$

transfer to the form:

$$\dot{X} = AX + B,$$

$$X = [\Delta x, y, \psi, \Delta\chi_L, \Delta\chi_R, \Delta\dot{x}, \dot{y}, \dot{\psi}, \Delta\dot{\chi}_L, \Delta\dot{\chi}_R]^T \tag{8}$$

5. MODEL BOGIE

Above the derived mathematical model of the wheelset successfully applied in the preparation of model bogie. Front axle (1) and rear axle (2) are using the power element in the longitudinal and transverse direction guided by the bogie.

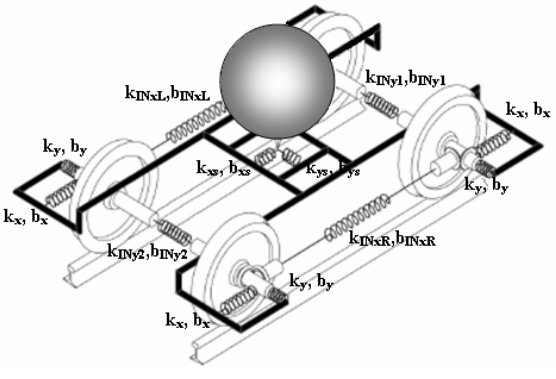


Fig. 3 Model 2n bogies with IWR wheels.

Other features allow you to power the machine

speed link between the front and rear wheel axle. The welded frame to bogie is done forceful elements in the longitudinal and transverse direction. Cases are represented by a body weight proportional to the mass closet attributable to one bogie, moving at a constant speed along the track axis. Against the axis of the track can only perform movements in the transverse direction.

Total bogies model is thus 14 degrees of freedom: Car body: 1° of freedom; Bogie: 3° of freedom; 1st Wheelset: 5° of freedom and 2nd Wheelset: 5° of freedom.

Expression of the power balance we obtain a set of formally identical to (8). Vector of unknown displacements and velocity in this case has dimension [**28x1**].

6. SOLUTION MATHEMATICAL MODEL

To calculate the frequencies and shape, influence of different parameters on the stability and critical speed and deflection time, velocity, acceleration, slip and slip forces have used mathematical tools of MATLAB. System of differential equations $\dot{\mathbf{X}} = \mathbf{AX} + \mathbf{B}$ can be solved analytically. For the remedy is used from 45 function based on the numerical solution using Runge-Kutta. This allows very easy subsequent transition from a linear model to nonlinear differential equations described by a set $\dot{\mathbf{X}} = \mathbf{F(X)}$ without interfering with the core program. In the area of the flange not linearity relations involving the actual rolling radius based wheel and rake in the normal touch point between wheel and rail. For easier input parameters, analyzing, processing and archiving the results in the MATLAB environment created by a graphical interface through which you can control the whole system.

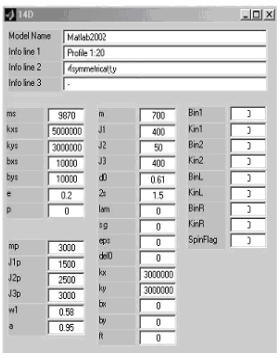


Fig.4 Example of interactive input parameter model.

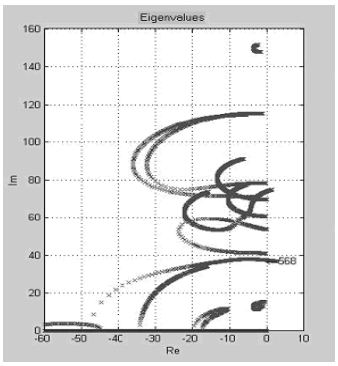


Fig.5 Module "Eigenvalues" permitting the calculation of frequencies depending on the speed.

The graph shows the real and imaginary component and value model. System is stable if all values are real folder **<0.** The speed at which inherits the system from stable to unstable area we call the critical velocity.

Gray is shown the stable, unstable white. Their interface determines the critical velocity for a given value of the parameter that we follow. It allows observing the deflection, velocity, and acceleration, slip and slip forces in time.

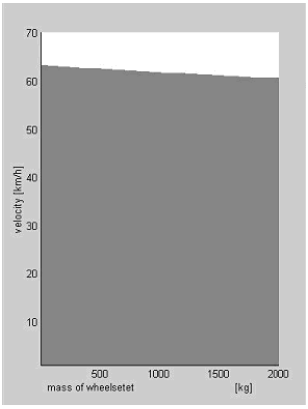


Fig.6 Stability module allows an insight into the influence of each model parameter on the critical speed.

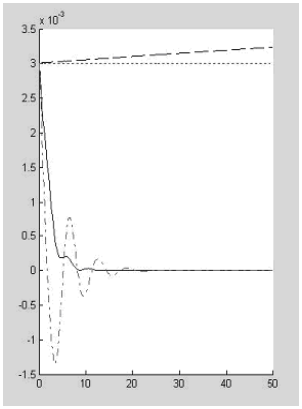


Fig.7 Time Module is solved by the system response to the initial conditions.

7. BY SIMULATION

To compare the properties bogie with conventional wheelsets and loose wheels were chosen from three angles:

- Stability - the course of the frequency of the system depending on vehicle speed;
- Response time to initial transverse deflection;
- The response to the unbalanced distribution of mass closet.

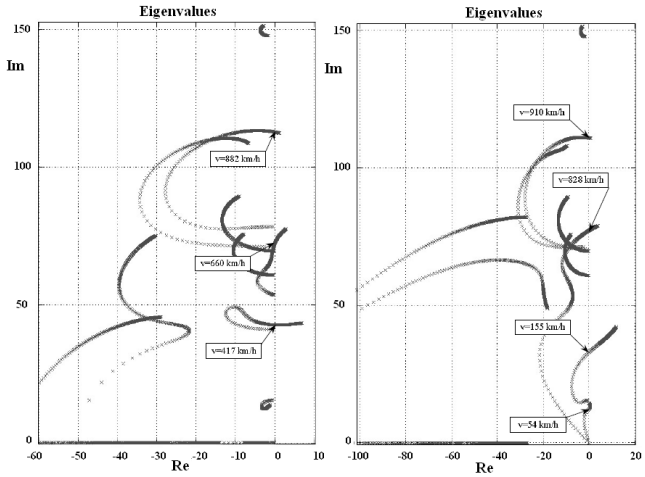


Fig. 8 Conduct of eigenvalues bogie system with the independently rotating wheels (left) and bogie with a conventional axle (right).

8. RESULTS AND EVALUATION

8.1. Stability in straight line

Stability in a straight line was assessed by the course of a mathematical model of eigenvalues depending on the speed in the range **0** to **1000 km/h**. Calculated during (Fig.8) confirmed a very good

dynamic stability of the bogie with free wheels. Without any control in the first instance the model of the suspension in bogie with wheels free stall speed **417 km/h** compared with the critical speed of **54 km/h** for the conventional model of the bogie with the same parameters.

8.2. The response to the initial transverse displacement of wheelset

Behavior of independently rotating wheels axle is the current speed limit on speed is too dependent. For bogie with conventional wheelsets observe classical undulatory motion, which is the increasing speed becomes unstable.

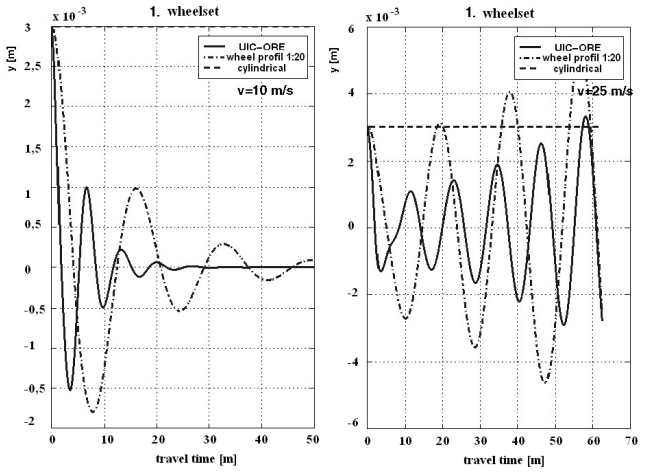


Fig. 9

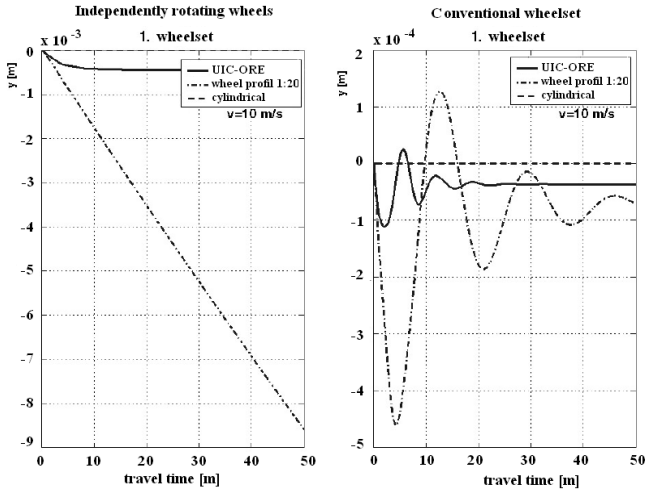


Fig. 10

Figures 9 and 10 summarize the characteristics of the bogie with independently rotating wheels and axles, in terms of conventional response to transverse displacement of the wheelset with respect to the speed and shape of the impeller wheel profile. It appears that the sole power centring axle with free rolling wheels to the centre channel is the gravitational stiffness of the wheelset. Without external forces in the wheelset with independently rotating wheels and wheel profile moves with the initial transverse deflection. Behaviour of free-wheel axle is the current speed limit on speed is too dependent. For bogie with conventional wheelsets observe classical undulatory motion, which is the increasing speed becomes unstable.

8.3. The response to the unbalanced distribution of mass of the body

Effects of unbalanced distribution of mass car-body were assessed for loading bogie roughly equivalent to the normal occupancy vehicles. Locations transverse gravity car-body was shifted by the value of **e = 0.2 m**. It confirms again the unsuitability of conical wheel profile for a wheelset with independently rotating wheels. If such an asymmetrically loaded wheelset moves are still in a less loaded wheel. Wheels with cylindrical profile to normal in the touch point in the vertical direction and therefore zero transverse component. Hence are not sensitive to variations in wheel strength. In the case of asymmetrically loaded wheelset with non-conic profile wheel is fixed transverse displacement of the wheelset with loose wheels orders of magnitude larger than for conventional.

9. CONCLUSION

Creating a mathematical model of the chassis with wheels loose confirmed:

- Improved dynamic stability of the bogie with independently rotating wheels at high speeds over conventional.
- Inadequacy of straight-line runner wheel profile for a wheelset with independently rotating wheels in terms of centring of the axle in the middle of the channel track.
- Order of magnitude more sensitive to unbalanced loads wheelset with independently rotating wheels with conventional and even in case non-conic wheel profile.

A substantial part of the track a curve. For a fuller consideration of the characteristics of two-axle bogie with independently rotating wheels for their use of public transport vehicles is a necessary addition to the assessment in a straight line, to analyze the passage of curve. This is the thrust of the author and other work.

REFERENCES

[1] Atmadzhova D., Models of Examination on the Rolling Stock Wheeled Part with Running along a Curvature, Academic Journal MTC - Mechanics, Transport, Communications http://www.mtc-aj.com No. 2, 2007.

[2] Bureika G., Lingaitis L., Mikaliunas S. Investigation of dynamic models of independently rotating wheels of wagons, Transport-2004, Vol.XIX No, 28-31

[3] Eickhoff B. M. and R. F. Harvey – "Theoretical and experimental evaluation of independently rotating wheels for railway vehicles" Proc. of the 11th IAVSD symposium, 1989

[4] Kisilowski J., K. Knothe – "Advanced railway vehicle dynamics" Wyd. Naukowo-Techniczne W. 1991

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON'10

CONTRIBUTION TO ANALYTICAL DETERMINATION OF THE BRAKING ROAD OF RAIL VEHICLES BY USING MATLAB/SIMULINK

Hristijan MICKOSKI[1]
Ivan MICKOSKI[2]
Mile MENKOVSKI[3]

Abstract - In this paper is given procedure for solving differential equation of movement of the rail vehicle during braking by using MATLAB/Simulink. It is known that on the braking road of rail vehicle affect several factors that can not be defined and determined precisely. Braking road play an important role in the organization of rail traffic and exploitation of rail vehicles. Procedure presented in this paper allows determining several factors that affect on the length of breaking road. In this paper as example is taken electric train 412/416 from Russian production for which the calculation of braking road is made.

Keywords: braking road, rail vehicle, MATLAB/Simulink

1. INTRODUCTION

Braking road represent part of the road that passes rail vehicle, moving with initial velocity V_0 from the moment of the beginning of braking until stopping. Adhesion between wheel and rail and friction between brake bag and wheel have a major impact on braking process. Adhesion determine boundary to which may increase braking and to prevent slipping of the wheel through the rail. Adhesion can be determined on numerous ways, but in this paper minimal value of the coefficient of adhesion will be calculated with following equation:

$$\varphi = \frac{13,6}{85+V},\ V \rightarrow \left[\frac{km}{h}\right] \tag{1}$$

Basically, the coefficient of adhesion decreases with increasing of the velocity and working pressure.

The coefficient of friction μ with this type of train is determined experimentally and calculated by the equations:

$$\mu = 0,44 \cdot \frac{0,1 \cdot F_0 + 20}{0,4 \cdot F_0 + 20} \cdot \frac{V+150}{2 \cdot V + 150} \cdot i_M \text{, or} \tag{2}$$

$$\mu = 0,32 \cdot \frac{V+150}{2 \cdot V + 150} \cdot i_M \tag{3}$$

Braking force can be calculated according following equation:

$$F_\mu = F_0 \cdot \mu \cdot i_M,\ F_\mu \rightarrow [kN], \text{ where:} \tag{4}$$

$i_M = 0,85$ - coefficient which takes into consideration self-exited vibrations of the brake bag and

$$F_0 = \frac{d_c^2 \cdot \pi}{4} \cdot p_c \approx 21,1[kN], \text{ where:} \tag{5}$$

F_0 - pressure force under brake bag and is given in diagram for BCR – braking device.

The change of the pressure in the braking cylinder is calculated with following equation:

$$p_c = p_0\left(1 - e^{-\alpha t}\right), \text{ where:} \tag{6}$$

$p_0 = 3,6[bar]$ - nominal pressure,

$\alpha = \frac{3}{T}$ - constant and

$T = 3[s]$ - time period for cylinder charging.

1 Ass. Prof. PhD Hristijan MICKOSKI, Faculty of Mechanical Engineering, Karpos II bb Skopje Macedonia, hristijanm@mf.edu.mk.
2 Prof. PhD Ivan MICKOSKI, Faculty of Mechanical Engineering, Karpos II bb Skopje Macedonia, ivanm@mf.edu.mk.
3 BSc Mile MENKOVSKI, Faculty of Mechanical Engineering, Karpos II bb Skopje Macedonia, milemk@t-home.mk.

2. THEORETICAL DETERMINATION OF THE BRAKING ROAD

Braking road, theoretically can be expressed by differential equation of motion of train in the position of braking:

$$\frac{dV}{dt} = \xi \cdot f_r \tag{7}$$

Differential equation of motion of the train in the position of braking is obtained by equalling the growth of kinetic energy and the work of the elementary forces:

$$dE_k = dA \tag{8}$$

Specific braking result force can be calculated with following equation:

$$f_r = -\xi\left(f_{ot} + f_\mu\right), \text{ where:} \tag{9}$$

$f_{ot} = f_0 + f_d$,

f_0 - elementary specific resistances during train movement,

f_d - additional specific resistances during train movement and

f_μ - specific braking force.

With substitution of equation 9 into equation 7 we can determine differential equation of motion of the train in the position of braking:

$$\ddot{x} = -\xi\left(f_{ot} + f_\mu\right), \text{ where:} \tag{10}$$

x - braking road of the train,

$V = \dot{x} = \frac{dx}{dt}$ - velocity of the train and

$\frac{dV}{dt} = \ddot{x} = \frac{d\dot{x}}{dt}$ - acceleration of the train

Resistances of the train type 412/416 can be determined with following equations:

$f_0 = 11 + 0{,}2 \cdot V + 0{,}0023 \cdot V^2$ - given by manufacturer, (11)

$$f_d = \frac{650}{R_k - 55} \pm i \tag{12}$$

$f_d = 0$, because the experiments are carried out on straight railway, e.g., $R_k = \infty$ and:

$$f_\mu = \frac{F_\mu}{G} = \frac{F_0 \cdot \mu}{G} = 10 \cdot K \cdot \mu, \text{ where:} \tag{13}$$

K - ratio between braking forces and train weight [%].

With substitution of resistances equations into equation 7, follows:

$$\ddot{x} + C_1 \cdot \left(1 - e^{-\alpha t}\right) \cdot \frac{\dot{x} + 150}{2 \cdot \dot{x} + 150} + C_2 \cdot \dot{x} + C_3 = 0 \tag{14}$$

Equation 14 represent mathematical model of train 412/416 movement where constants C_1, C_2 and C_3 has following values:

$$C_1 = 3{,}6 \cdot K_i \cdot \xi \cdot \frac{9{,}81}{1000 \cdot (1+\gamma)}, \text{ where:} \tag{15}$$

$$K = 100 \cdot \frac{\sum F_\mu}{G} \cdot \frac{d_c^2 \cdot \pi}{4} \cdot p_c = K_i\left(1 - e^{-\alpha t}\right),$$

$$K_i = \frac{100 \cdot \sum_0^{16} F_\mu}{G} \cdot \frac{d_c^2 \cdot \pi}{4} \cdot p_0 \ [\%],$$

$\xi = \frac{9{,}81}{1000(1+\gamma)} \left[\frac{m}{s^2}\right]$ - acceleration of the train while force with opposite direction of the movement of the train direction is acting with $1\left[\frac{N}{m}\right]$,

γ - depends on the type of rail vehicle and

G - weight of rail vehicle.

$C_2 = 11 + 0{,}2 \cdot V + 0{,}0023 \cdot V^2 \left[\frac{N}{T}\right]$ - given by manufacturer.

$$C_3 = \frac{9{,}81}{1000 \cdot (1+\gamma)} \cdot \left(2 \pm i + \frac{650}{R_k - 55}\right).$$

Equation 14 is nonlinear equation and will be solved with program language MATLAB/Simulink. Mathematical model of rail vehicle movement defined by equation 14, refers to the electric train 412/416 from Russian production. The following tables shows the basic data of the train:

Table 1. Basic data of the train

Motor carriage weight [tones]	C1	Braking Road [m]	Stopping time [s]
57.3 empty	1.315	601	24.4
66.5 with passengers	1.25	616	25.45

Table 2. Basic data of the train

Carriage weight [tones]	C1	Braking Road [m]	Stopping time [s]
46.9 empty	1.5	587	23
57.5 with passengers	1.35	606	24.7

3. SIMULATION AND RESULTS

Figure 1 represents Matlab/Simulink model. Simulation of the model is used for solving differential equation of motion of the train 412/416 in the position of braking. Matlab/Simulink model include adhesion between wheel and rail and influence under process of braking, e.g., braking road. Figures 2 and 3 represents results from where we can calculate braking time and braking road.

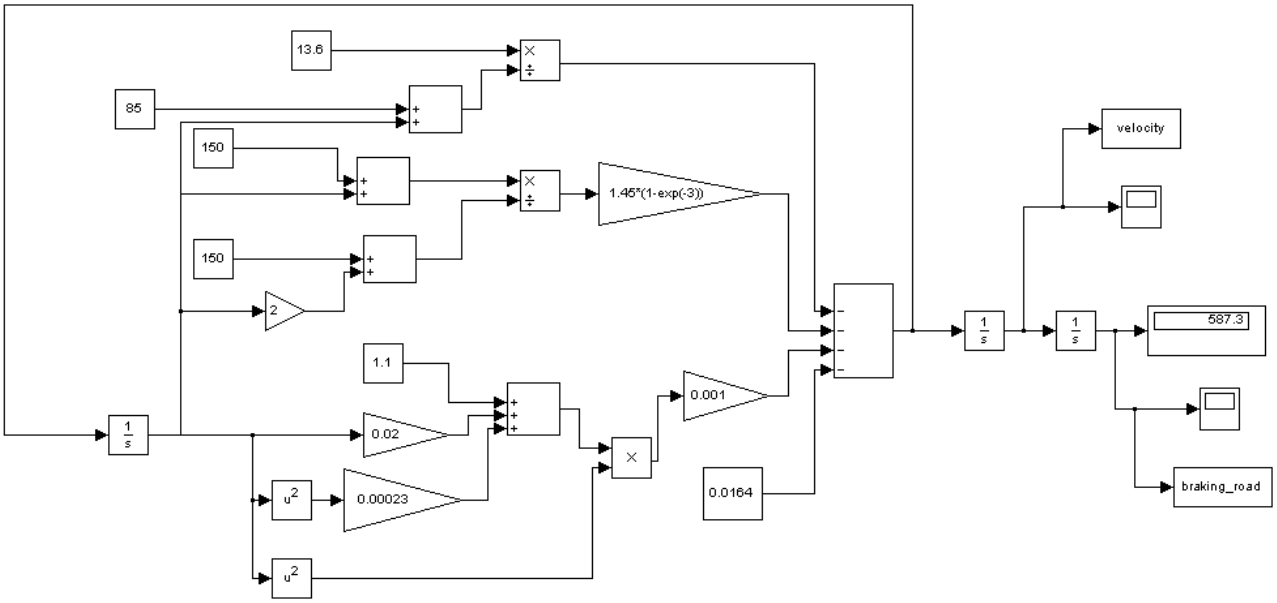


Figure 1. MATLAB/Simulink model

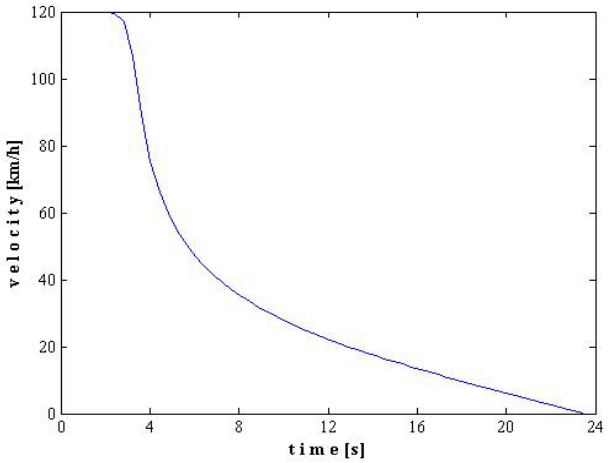


Figure 2. Change of speed in time domain

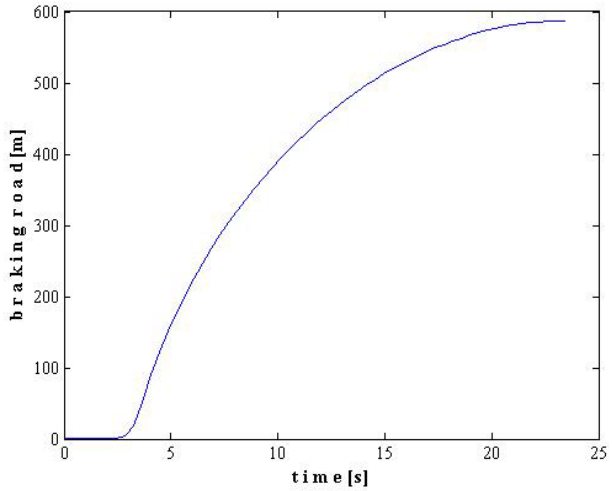


Figure 3. Change of braking road in time domain

4. CONCLUSION

The results obtained with MATLAB/Simulink program language are with great accuracy and are the same with results obtained experimentally. Simulation of mathematical model of rail vehicle and solving of differential equation with MATLAB/Simulink program language allows to take into account all the resistances involved in the process of movement of rail vehicle during braking with own terms, not approximate (static) as was the case so far.

LITERATURE

[1] Gardner J. F.: "Simulation of machines using MATLAB and SIMULINK", Boise State University, USA, 2001.
[2] Lucanin V.: "Teorija vuce", Mechanical Faculty - Belgarde, Belgrade, 1996.
[3] Mickoski I.: "Teoretski i eksperimentalni istrazuvanja na samopobudnite oscilacii kaj sopirnite mehanizmi za sinski vozila od tipot blok-cilindri (BCR)", PhD thesis, Skopje, 1985.
[4] Vainhal V.: "Kocnice i kocenje vozova", Zavod za novinsko - izdavacku i propagandnu delatnost JZ, Belgarde, 1995.

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON'10

AN OVERVIEW ON FSW AND ITS APPLICATION IN RAILWAY VEHICLE INDUSTRY

Miroslav M. MIJAJLOVIĆ [1]
Dragan S. MILČIĆ [2]
Miroslav B. ĐURĐANOVIĆ [3]
Dragan J. MITIĆ [4]

Abstract *– Friction Stir Welding (FSW) as a promising new welding technology has been adopted by various industries and it has been implemented into their manufacturing procedures. Railway companies throughout the world use FSW in development processes of different kinds: for speed trains, rail stock, tanks, containers etc. Serbia's scientific society is familiar with abilities and advantages of the FSW and there is enthusiasm for its application. Several Serbian scientific institutions work on development of FSW and its use in industry. Serbian Railways are in the phase of reconstruction and deal with numerous difficulties. FSW is still considered as "exotic" welding procedure" and has never been massively implemented into the Serbian railway industry.*

Keywords – Friction Stir Welding, Railway

1. INTRODUCTION

Friction stir welding (FSW) is a solid – state welding process (metal of the welding pieces and/or filler metal are not melted during the welding process), and is used mostly for applications on sheet or plate shaped parts, usually on large parts which cannot be easily heat treated post weld to recover temper characteristics. FSW is used where the nominal metal characteristics should remain unchanged or minimally changed during the welding process.

FSW was invented and experimentally proven by Wayne Thomas and its team at The Welding Institute UK in December 1991 and this institute holds numerous patents on the process [1].

This process is primarily used on:

- 2000, 5000, 6000, 7000 series aluminum,
- Aluminum based metal matrix composites,
- Copper and its alloys,
- Titanium and its alloys,
- Zinc, stainless steel and nickel alloys,
- Lead, Plastic,
- Some combinations on previously mentioned materials (for example, welding of bronze and aluminum).

2. PRINCIPLE, ADVANTAGES AND DISADVATAGES OF THE FSW

During FSW process (Figure 1), a cylindrical – shouldered tool, with a profiled threaded/unthreaded probe (Figure 1, 5) and flat or coned shoulder (Figure 1, 4) is rotated at a constant speed and fed at a constant traverse rate into the start point of the joint line (Figure 1, 7) between two plates (Figure 1, 1 and 2). Welding plates are butted together and clamped rigidly onto a backing plate (Figure 1, 3) in a manner that prevents the abutting joint faces from being forced apart. The height of the probe is slightly less than the weld depth required (height of the welding plates) and the shoulder tip (Figure 1, 6) is in intimate contact with top surfaces of the welding plates.

Friction stir welding uses two types of physical – mechanical processes, that happen with materials, to create weld: friction processes and deformation processes (as the most dominant – stirring). Friction processes result with generation of heat [3]. Frictional heat is generated between the welding tool's active

[1] Miroslav M. MIJAJLOVIĆ, M.Sc, University of Niš, Faculty of Mechanical Engineering, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, miroslav_mijajlovic@masfak.ni.ac.rs
[2] prof. Dragan S. MILČIĆ, Ph. D, University of Niš, Faculty of Mechanical Engineering, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, milcic@masfak.ni.ac.rs
[3] prof. Miroslav B. ĐURĐANOVIĆ, Ph. D, University of Niš, Faculty of Mechanical Engineering, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, djurdjan@junis.ni.ac.rs
[4] Dragan J. MITIĆ, M.Sc IWE - IWI, Welding Institute Belgrade, Serbia, matijako@eunet.rs

surfaces - probe side, probe tip, shoulder tip and the material of the work pieces. This heat generated during sliding and sticking of welding tool and welding material [5, 6], along with the adiabatic heat within the material, cause the stirred materials to soften without reaching the melting point allowing the traversing of the tool along the weld line in a plasticised tubular shaft of metal.

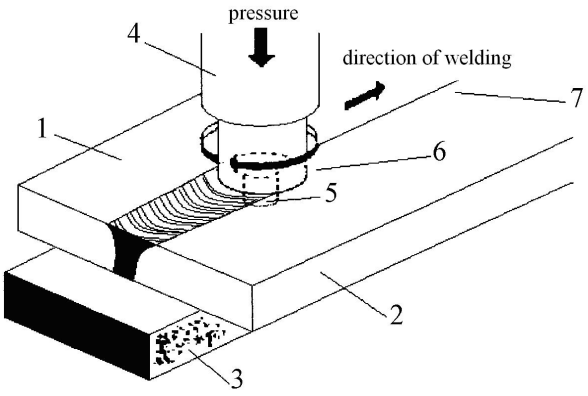


Figure 1 Principle of the FSW: 1 and 2-welding plates; 3-backing plate; 4-shoulder; 5-probe; 6-shoulder tip; 7-weld joint line

FSW is cited as a solid state welding process – process of indirect usage of friction heat generation, where temperature of the welding plates' material can reach at most 80% of the melting point temperature [3, 4]. Terms sticking and sliding are commonly used in FSW terminology, but if FSW is considered as tribological problem, it is more appropriate to describe heat generation within FSW as a product of adhesion and deformation [4, 6]. As the probe is moved in the direction of welding, the leading face of the probe, assisted by a special probe profile (thread), forces plasticised material to the back of the probe while applying a substantial plunging force to consolidate the weld metal. The welding of the material is facilitated by severe plastic deformation in the solid state, involving dynamic recrystallization of the welding (base) material.

Welding process is achieved during five different phases (Figure 2): plunging of the welding tool, first dwelling, welding, second dwelling, pulling out of the welding tool.

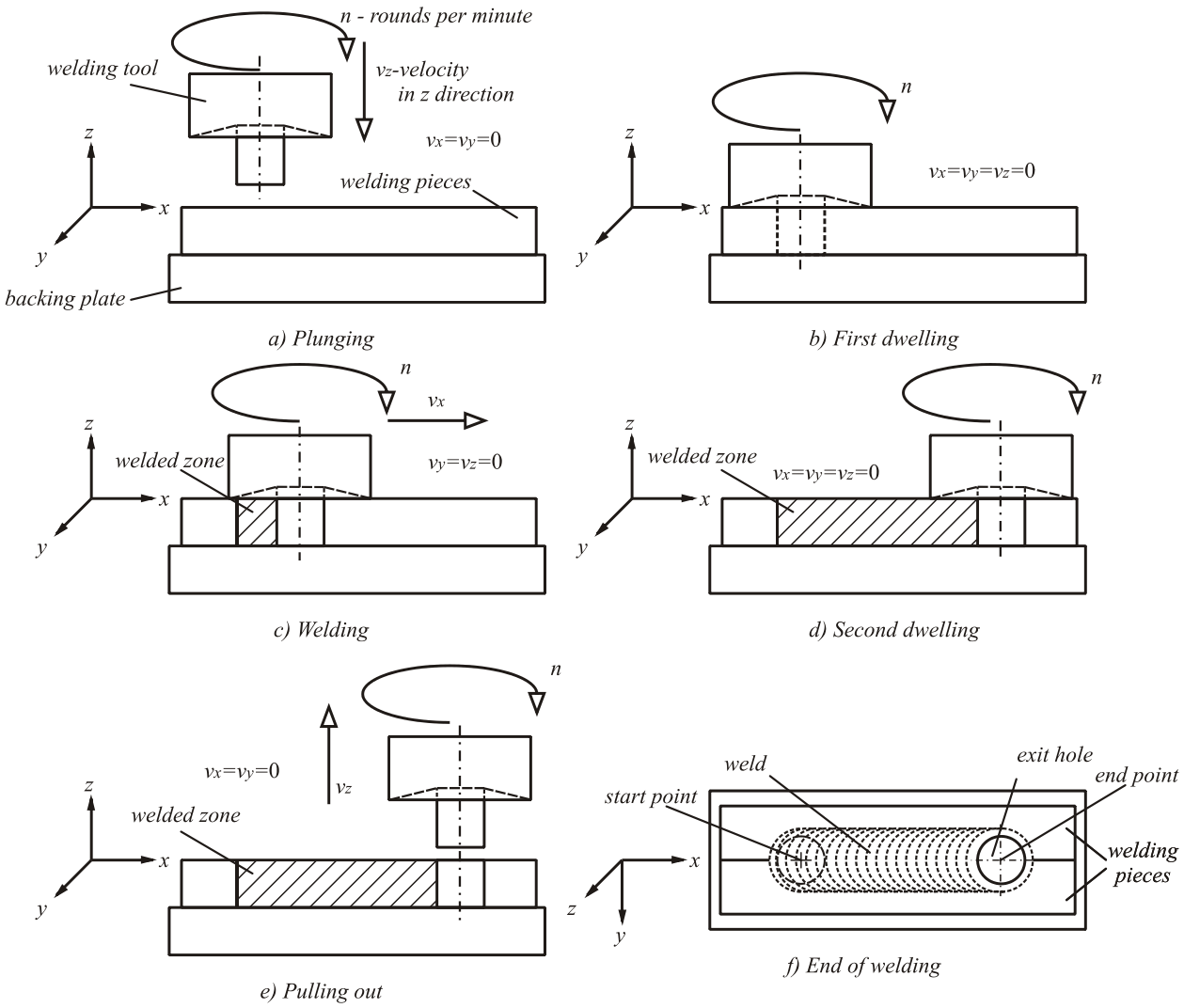


Figure 2 Phases of the FSW process

Advantages of the FSW are numerous:

- Good mechanical properties of the weld – almost the same as for the welding plates
- Low distortion, even in long welds, no spatter and porosity, low shrinkage.
- Excellent mechanical properties.
- Can operate in all positions.
- Non consumable tool and no consumables.
- Can weld Al and Cu of larger than 50mm thickness, in one pass,
- Improved safety of the welding process due to the absence of toxic fumes or the spatter of molten material and low impact on environment.

As any other welding process, FSW has limitations on its application and disadvantages comparing to other welding processes:

- Work pieces must be rigidly clamped,
- Backing plate is required (except for self reacting and directly opposed tools),
- Key holes at the end of each weld,
- Cannot make joints that require metal deposition,
- Less flexible than manual and arc processes,
- Often slower traverse speed than some fusion welding.

3. APPLICATION OF THE FSW IN RAILWAY INDUSTRY

Friction stir welding has showed excellent characteristics in welding and almost the same moment it was invented industry has adopted it as specific but efficient type of welding. FSW is highly applicable for welding of "mild and soft" materials such aluminum is, so it is obvious why first applications of FSW were in shipbuilding, aerospace industry, automobile industry and fabrication.

Common railway industries are oriented to development of steel structures. Significant railway systems – from infrastructure, over vehicles and all other equipment are relatively massive and rigid structures. However, new demands in railway industries point into development of "light, safe and reliable" railway systems. As a process capable to weld light weight materials, FSW has found its application in development of modern railway vehicles. The commercial production of high speed trains made from aluminum extrusions which may be joined by friction stir welding has been published. Applications include [7]: high speed trains, rolling stock of railways, underground carriages, trams, railway tankers and goods wagons, container bodies.

The most popular examples of FSW application onto the railway rolling stock are:

- Roof panels for DSB suburb trains at Hydro Marine Aluminium (Figure 3),
- Side panels for Bombardier's Electrostar and Victoria Line trains at Sapa
- Side panels for Alstom's trains by Sapa
- Commuter, Express and Channel Tunnel Rail Link trains by Hitachi (Figure 4, Figure 5),
- FSSW roof panels by Kawasaki
- Shinkansen floor panels by Sumitomo Light Metal (Figure 6)
- Heat sinks at Sykatek, EBG and Austerlitz Electronics.

Figure 3 Alstom LHB trains for DSB Danish State Railways. FSWed roof panels for these trains are made at Hydro Marine Aluminium [2]

Figure 4 Commuter train - Hitachi with full-length FS welds of double-skin side and roof panels [2]

Figure 5 Express train built by Hitachi containing full-length friction stir welds of double-skin side and roof panels (welded from both sides) [2]

Figure 6 Trainsets with FSW floor panels of Sumitomo Light Metal operate on the Shinkansen in Japan [2]

4. FSW IN SERBIA AND SERBIAN RALWAYS

Friction stir welding is entering the third decade of its existence and becomes more and more applicable in industry. Companies throughout the world recognize its advantages and exploit them hurrying to catch market and technological dominance over concurrent companies. That is the main reason why numerous institutes are working on improvement of the FSW process.

Just like in most of the developing countries, Serbia's scientific labor is recognizing the advantages of the FSW and giving attention to application of this welding process. Until 1990s Serbia had advanced level of industrial development, numerous scientific institutions that were capable to be compared to the leading institutions on the world. Welding in Serbia was developing with the same rate as in any other country of that age.

That happened with the friction welding as well. Heavy industry was interested for application of friction welding, especially in special tools development [3], and many scientific institutions (Universities of Belgrade, Kragujevac, Novi Sad, Niš etc.) worked on numerous projects that had the same goal – improvement of the friction welding. Industrial participants were great companies of those days – Prva Petoletka, GOŠA, 14. Oktobar etc.

During and after the 1990s interest for friction welding has slowly deceased side by side with deceasing Serbian industrial complex. Scientific institutions were in crisis just the same as the industry and friction welding was not interesting anymore. Serbia has lost its primate even in areas where it was dominate – friction welding of weaponry and ammunition. Considering FSW several scientists from University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering and Faculty of Technology and Metallurgy work on materials used for tool and on weldability of materials. They work on development of mathematical model that will fully describe stress – strain situation of FSW as well. University of Kragujevac, Faculty of Mechanical Engineering with several enthusiastic scientists works on the triblogical aspects of friction welding. One scientist from industrial complex GOŠA FOM, Smederevska Palanka is working on development of geometry of the welding tool and application of various threads on the probe. Few scientists from University of Niš, Faculty of Mechanical Engineering work on development of mathematical model that will describe heat generation processes within FSW [6]. The most of these researches are conducted without patronage of the state, industrial complex or any industry.

Serbian Railways are in the reconstruction phase and this gigantic company is rushing to technologically catch up with the advanced countries and their railways. Due to the lack of funds and every day problems, Serbian industrial complex is focused on pure survival so innovative and advanced welding technologies such FSW is are not applicative under these circumstances. Serbia has no engineering or railway product where FSW has been used widely and massively.

5. CONLUSIONS

FSW has appeared as new, promising welding technology in early 1990s. Until nowadays it has found numerous applications and large number of world's companies have adopted it as conventional welding procedure. Railway manufacturing companies around the globe use it to manufacture speed trains, rolling stock, containers etc. And the most of these companies carry the name of a "brand". It seems that FSW has become a procedure for brand making or privilege of the rich companies. But it only seems, since FSW is practical and easy to use method. Unfortunately, Serbian industrial complex that is working for railways is focused on other issues and massive application of FSW in Serbia's industrial complex will have to wait a little bit more.

REFERENCES

[1] Thomas, WM; Nicholas, ED; Needham, JC; Murch, MG; Temple-Smith, P;Dawes, CJ.Friction-stir butt welding, GB Patent No. 9125978.8, International patent application No. PCT/GB92/02203, (1991),

[2] Stephan W. Kallee, John Davenport, E. Dave Nicholas: Railway Manufacturers Implement Friction Stir Welding. American Welding Society, published on 29. Jan. 2008, http://www.aws.org/wj/oct02/feature.html,

[3] Đurđanović, M., "Prilog razmatranju primene toplote generisane trenjem", Tehnika - Mašinstvo, vol. 52, no. 6, pp. 1-7, 2003, http://scindeks.nb.rs/article.aspx?artid=0461-25310306001D,

[4] Bowden, F.P. and Tabor, D. *Friction* – An Introduction to Tribology, Anchor Press / Doubleday, Reprinted 1982, Krieger Publishing Co., Malabar 1973,

[5] H Schmidt, J Hattel and J Wert: An analytical model for the heat generation in Friction Stir Welding, Modeling Simul. Mater. Sci. Eng. 12 No 1 (January 2004) p. 143-157, PII: S0965-0393(04)69225-4, http://iopscience.iop.org/0965-0393/12/1/013/,

[6] Đurđanović M, Mijajlović M, Milčić D, Stamenković D: Heat Generation During Friction Stir Welding Process, Tribology in Industry, no. 1-2, 2009, Serbia, Kragujevac, Faculty of Mechanical Engineering Kragujevac, May, 2009, Journal, vol. 31, pp. 8-14, no. 1-2, ISSN 0354-8996, http://scindeks.nb.rs/article.aspx?artid=0351-16420902008D

[7] Miljković, N., Đurđanović, M.B., Stamenković, D., "Application of FSW procedure in railway industry", Železnice - naučno-stručni časopis Jugoslovenskih železnica, vol. 61, no. 1-2, pp. 28-35., 2005, http://scindeks.nb.rs/article.aspx?artid=0350-51380502028M

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

45 GODINA EKSPLOATACIJE LOKOMOTIVA TIPA LE 5100

Marko ĐUKIĆ [1]

Rezime *– Godine 2010. navršava se 45 godina od početka eksploatacije električnih lokomotiva tipa LE 5100. To je osnovni tip električnih lokomotiva koje su korišćene po uvođenju elektrifikacije pruga Rumunskih železnica monofaznim sistemom 25 kV 50 Hz, 1960-ih godina. Tokom 1970-ih godina lokomotive su nabavljene od strane tadašnjih Jugoslovenskih železnica za potrebe vuče vozova na brdskim prugama, prevashodno za rad na pruzi Beograd-Bar. U radu je prikazan kratak istorijat nabavke, uvođenja u saobraćaj i eksploatacije lokomotiva tipa LE 5100.*

Ključne reči – električna lokomotiva, eksploatacija, istorijat, modernizacija

1. UVOD

Lokomotive LE 5100 (Locomotiva Electrică, 5100 kW) predstavljaju vodeći tip električnih lokomotiva Rumunskih železnica (CFR). Konstruktor lokomotiva je švedski proizvođač ASEA (Allmänna Svenska Elecktriska Aktienbolag), a razvijene su na bazi koncepcije lokomotiva serije Rb1 Švedskih železnica (SJ). Namenjene su za vuču putničkih i teretnih vozova na prugama elektrifikovanim monofaznim sistemom 25 kV 50 Hz. Prva lokomotiva proizvedena je 1965. godine i do 1991. godine, kada je proizvedena poslednja, izrađeno je ukupno 1082 lokomotive (tabela 1.), tako da se svrstavaju među najbrojnije tipove električnih lokomotiva u Evropi. Osim toga u vreme kada su počele da se proizvode spadale su u red lokomotiva najveće instalisane snage u Evropi.

Tabela 1. Pregled isporučenih lokomotiva LE 5100

Železnička uprava	Proizvođač	Godina proizvodnje	Broj lokomotiva
CFR	ASEA	1965-1967	10
	EPC	1967-1991	922
JŽ	EPC	1971-1973	45
		1978-1980	58
CNR	EPC	1971	2
BDŽ	EPC	1986-1987	45
		Ukupno:	**1082**

2. LOKOMOTIVE SERIJA CFR 40, 41 I 42

Godine 1959. CFR donose odluku o elektrifikaciji magistralne pruge Bukurešt-Predeal-Brašov [1], koja predstavlja glavnu vezu između južnog i centralnog dela Rumunije. Po završetku elektrifikacije dela od Predeala do Brašova (26 km) u proleće 1963. godine, CFR organizuje nadmetanje i upućuje poziv vodećim evropskim proizvođačima lokomotiva za dostavljanje ponuda, u cilju izbora odgovarajućeg tipa električnih lokomotiva. Poziv je prihvatilo 4 proizvođača:

- *Alsthom* (Francuska), koji je dostavio lokomotive SNCF BB 12131 i BB 12141;
- *ASEA* (Švedska), koja je dostavila dva prototipa serije Rb1 (SJ 1001 i 1002) originalno dizajnirana za SJ, ali modifikovana za sistem 25 kV 50 Hz;
- *LEW* (DR Nemačka), koji je dostavio jedan od dva do tada proizvedena prototipa serije DR E251;
- *Škoda* (Čehoslovačka), koja je dostavila prototip ČSD E479.0002.

Od ponuđenih tipova, u serijskoj proizvodnji i redovnoj eksploataciji tada su bile jedino lokomotive francuskog proizvođača (ukupno 148 lokomotiva).

Za saobraćaj vozova sa električnom vučom deonica Brašov-Predeal zvanično je otvorena 9. juna 1963. godine, a prvi voz u Predeal dovukla je lokomotiva BB 12141. Nakon izvršenog ispitivanja dostavljenih lokomotiva u radu na pomenutoj deonici, koju karakteriše maksimalni uspon od 27 ‰ i veliki broj krivina malog poluprečnika, CFR odlučuju da prihvate ponudu švedskog proizvođača ASEA (uglavnom zbog savremenog tehničkog rešenja lokomotiva serije Rb1 i komercijalnih pogodnosti) sa kojim aprila 1964. godine potpisuju ugovor o proizvodnji 10 lokomotiva i električne opreme za još 28 lokomotiva koje bi naknadno bile proizvedene u Rumuniji. Ugovor je predviđao izradu lokomotiva sa diodnim ispravljačem i vučnim motorima za valovitu struju, rasporedom osovina Co'Co' i reostatskom električnom kočnicom, čime su se razlikovale od lokomotiva serije Rb1 koje su imale raspored osovina

[1] mr Marko ĐUKIĆ dipl.inž., JP „Železnice Srbije", Nemanjina 6, Beograd, e-mail: djukic.marko@hotmail.com

Bo'Bo' i u osnovi konstruisane za monofazni sistem električne vuče 15 kV 16 ⅔ Hz.

Prva od deset originalno proizvedenih lokomotiva, koje su bile isporučene od strane ASEA, završena je krajem 1965. godine i nosila je oznaku 060.EA.001. Sledećih osam završeno je 1966. godine, s tim da su 060.EA.002-008 imale reduktore za brzinu od 120 km/h (kao i prva 060.EA.001), dok je 060.EA1.009 imala reduktore za brzinu od 160 km/h. Stoga je i njena oznaka drugačija. Poslednja (deseta) lokomotiva isporučena je aprila 1967. godine i nosila je oznaku 060.EB.001. Radilo se o prototipu tiristorske lokomotive sa rekuperativnom električnom kočnicom.

Švedska kompanija proizvela je kompletnu električnu opremu za još 11 lokomotiva, a za ostalih 17 lokomotiva deo električne opreme proizveden je u Rumuniji. Za nosioca posla oko podešavanja i sklapanja mehaničke i električne opreme na ovih 28 lokomotiva određena je firma „Electroputere" iz Krajove (EPC), koja je od 1960. godine po licenci švajcarskih firmi Sulzer, BBC i SLM proizvodila dizel lokomotive tipa LDE 2100 HP. Godine 1967. EPC preuzima proizvodnju električnih lokomotiva po licenci švedskog proizvođača, a prva lokomotiva prozvedena u Rumuniji nosila je oznaku 060.EA.010. Osim prvih 10 lokomotiva, koje su proizvedene u Švedskoj, sve ostale proizvedene su u Rumuniji.

Sredinom 1970-ih godina CFR prelazi na novi sistem obeležavanja vučnih vozila tako da serija CFR 060.EA postaje CFR 40, a CFR 060.EA1 postaje CFR 41. Međutim pojedine lokomotive i danas nose stare oznake.

Slika 1. Lokomotiva CFR 40.0782-9 (Foto: M. Đukić)

Inače sva tri prototipa 060.EA.001, 060.EA1.009 i 060.EB.001, proizvedena u Švedskoj, imala su interesantnu sudbinu.

Lokomotiva 060.EA.001 je uništena jutra 21. avgusta 1990. godine u udesu koji se dogodio između stanica Augustin i Apata na pruzi Sigišoara-Brašov, tako što je ekspresni voz br. 24 sa lokomotivom 060.EA.001 na čelu, naleteo na manevarsku lokomotivu 040.DHC.601 (pripadala stanici Augustin). Uzrok nesreće bio je ljudski faktor, a ubrzo nakon toga lokomotiva 060.EA.001 je kasirana u depou u Brašovu.

Zbog nepouzdanosti u radu i složenosti održavanja ugrađene opreme treći prototip 060.EB.001 povučen je iz eksploatacije 1970-ih godina. Lokomotiva je bila smeštena na kolosecima fabrike EPC sve do 1988. godine kada se krenulo u njeno osposobljavanje ugradnjom nove opreme razvijene u pomenutoj fabrici. Po izvršenom osposobljavanju prenumerisana je u 45.0001-3 i vraćena u saobraćaj, gde je radila na linijama koje opslužuje jedinica vuče Bukurešt. Međutim pokušaj se vrlo brzo pokazao kao neuspešan tako da je lokomotiva povučena iz saobraćaja i vraćena u EPC. Nakon udesa u kome je uništena 060.EA.001, odlučeno je da se 060.EB.001 preradi u standardnu 060.EA, posle čega dobija oznaku 060.EA.001 koju će kratko nositi.

Drugi prototip 060.EA1.009 izgoreo je u požaru 1991. godine. Po izvršenoj opravci, u znak sećanja na prvi prototip, 060.EA1.009 dobija oznaku 41.0001-2, dok je 060.EB.001 preobeležena u 41.0931-0. Lokomotiva koja je tada bila u procesu proizvodnje u EPC, inače 932. po redu za CFR, dobila je oznaku 060.EA.009. i predstavlja poslednju lokomotivu tipa LE 5100 koja je proizvedena.

Sredinom 1970-ih godina, u cilju testiranja vozila i kočne opreme za velike brzine, lokomotiva 060.EA.122 je opremljena reduktorima za brzinu od 200 km/h. Na osnovu toga dobija novu oznaku 060.EA2.122 (serija CFR 060.EA2 kasnije postaje CFR 42), a lokomotiva je postavila rekord na CFR dostigavši brzinu od 204 km/h. Godine 1977. obrtna postolja sa reduktorima prebačena su na lokomotivu 42.0302-2 koja je na pruzi Bukurešt-Brašov, između stanica Florešti Prahova i Buda, popravila dotadašnji rekord dostigavši brzinu od 223 km/h. Nakon toga dobila je nadimak „General" i jedina je lokomotiva serije 42 na CFR. Lokomotiva 060.EA2.122 je preobeležena i danas nosi oznaku 41.0122-6.

Rumunskim železnicama isporučeno je ukupno 932 lokomotive, koje su proizvedene u periodu od 1965. do 1991. godine. Nosile su oznake 060. EA/EA1/EA2 (40/41/42).(0)001-(0)931 i 060.EA.009. Numeracija lokomotiva bila je u zajedničkom neprekidnom nizu počev od lokomotiva proizvedenih u Švedskoj i u nastavku sa lokomotivama proizvedenim u Rumuniji. Pošto inventarski brojevi serija 40, 41 i 42 nisu razdvojeni, teško je odrediti precizan broj proizvedenih lokomotiva serije 41. Tokom 2000-ih godina na prugama Rumunije radilo je oko 180 lokomotiva tipa LE 5100 sa reduktorima za brzinu od 160 km/h i gotovo sve se danas nalaze u sastavu nacionalnog železničkog operatera za prevoz putnika „CFR Călători".

3. LOKOMOTIVE SERIJE JŽ 461

Lokomotive isporučene za nekadašnje

Jugoslovenske železnice (JŽ), bile su predmet transakcije karakteristične za ekonomije tadašnjih socijalističkih država. Kako su lokomotive tipa LE 5100 bazirane na istom konceptu kao i lokomotive serije (tipa) JŽ 441, razvijenog od strane švedskog proizvođača ASEA, shodno bilateralnom sporazumu između tadašnje Jugoslavije i Rumunije, dolazi do recipročne isporuke lokomotiva [2]. Počev od 1972. godine EPC je isporučio JŽ ukupno 103 lokomotive tipa LE 5100 od kojih je formirana serija JŽ 461, a firma „Rade Končar“ iz Zagreba ukupno 130 lokomotiva tipa JŽ 441 od kojih su formirane serije CFR 040.EC i EC1 (kasnije CFR 43 i 44), s tim da je deo mehaničke opreme kod lokomotiva serija 040.EC i EC1 sklapan u rumunskoj fabrici UCM iz Rešice.

Prema konstruktivnim razlikama, lokomotive su razvrstane u dve podserije:

- 461.0 (inventarski brojevi 461.001-045) proizvedene u periodu od 1971. do 1973. godine;
- 461.1 (inventarski brojevi 461.101-158) proizvedene u periodu od 1978. do 1980. godine.

Slika 2. Lokomotiva ŽS 461.138 (Foto: M. Đukić)

Osnovne konstruktivne razlike između podserija odnose se na to da su lokomotive 461.0 isporučene sa dva, a 461.1 sa jednim glavnim kompresorom. Postoje i razlike u tipovima ugrađenih aparata i uređaja, električnim šemama i šemama pneumatskih sistema. Sve isporučene lokomotive imale su reduktore za brzinu od 120 km/h, a njihov raspored po Železničko-transportnim preduzećima (ŽTP) bio je sledeći:

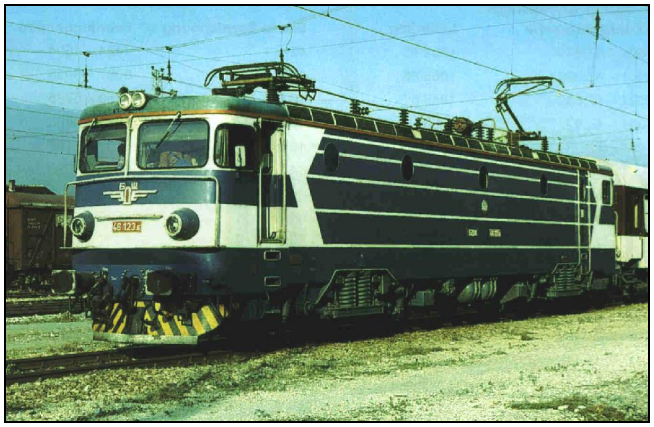
- ŽTP „Beograd“: 461.001-045, 101-115 i 122-158;
- ŽTP „Skoplje“: 461.116-121.

Nakon reorganizacije tadašnjeg ŽTP „Beograd“ 1977. godine, lokomotive 461.026, 027, 029-033 i 035-045 po deobnom bilansu pripale su ŽTO „Titograd“. ŽTP „Beograd“ je lokomotive nabavio prevashodno za rad na pruzi Beograd-Bar [4], međutim u toku eksploatacije korišćene su i na ostalim elektrifikovanim prugama ovog preduzeća.

4. LOKOMOTIVE SERIJE BDŽ 46

Godine 1984. na Nacionalnom sajmu dostignuća u privredi (EREN) u Bukureštu, EPC je predstavio lokomotivu tipa LE 5100 poboljšane konstrukcije. U cilju modernizacije voznog parka, Bugarske železnice (BDŽ) odlučile su da je testiraju i nakon obavljenih testova opredeljuju se za nabavku ukupno 45 lokomotiva, koje su proizvedene 1986. i 1987. godine. U odnosu na do tada proizvedene lokomotive, imale su reduktore za brzinu od 130 km/h i uređaj protivklizne zaštite, a snaga reostatske električne kočnice povećana je sa 2600 kW na 3410 kW. Lokomotive su dobile inventarske brojeve 46.001-045, a po izvršenoj isporuci dodeljene su jedinici vuče Burgas. Najčešće su korišćene za vuču teretnih vozova na relaciji Burgas-Karlovo-Sofija, Burgas-Plovdiv i Burgas-Gornja Orjahovica, te za vuču brzih i ekspresnih vozova između Burgasa i Sofije.

Sredinom 1990-ih godina lokomotive 46.023-025 su dobile reduktore za brzinu od 160 km/h i tada su preobeležene u 46.123-125.



Slika 3. Lokomotiva BDŽ 46.123-6 (Foto: T. Sholz)

Inače početak eksploatacije lokomotiva serije BDŽ 46 bio je u senci velike tragedije koja se desila 14. aprila 1986. godine, prilikom testiranja kočne opreme na opitnoj deonici u mestu Faurej u Rumuniji, kada je prva završena lokomotiva 46.001 (EPC 867/1986) pri brzini od 130 km/h naletela na dizel lokomotivu koja se kretala brzinom od 60 km/h. U čeonom sudaru poginulo je 7 i povređeno 14 osoba, dok je lokomotiva 46.001 potpuno uništena. S obzirom na to da su tada lokomotive 46.002-015 (prva grupa od 15 lokomotiva za isporuku BDŽ) bile pred završetkom proizvodnje, sanduk i oprema iz 46.016 (prva lokomotiva iz druge grupe od 15 lokomotiva za isporuku BDŽ) uzeti su za novu 46.001 (EPC 892/1986). Nova 46.016 proizvedena je pod fabričkim brojem EPC 906 II/1986, pošto je originalni fabrički broj EPC 906/1986 dodeljen lokomotivi 46.030 (poslednja lokomotiva iz druge grupe od 15 lokomotiva za isporuku BDŽ).

5. LOKOMOTIVE SERIJE CNR 6G1

Železnicama Republike Kine (CNR) isporučene su ukupno dve lokomotive tipa LE 5100 koje su proizvedene 1971. godine.

6. MODERNIZACIJA LOKOMOTIVA

Tokom eksploatacije osnovna konstrukcija pretrpela je veliki broj modifikacija radi povećanja novoa pouzdanosti te zamene zastarelih i delova lošijeg kvaliteta, savremenijim. Krajem 1990-ih i tokom 2000-ih godina vlasnici lokomotiva opredeljuju se za njihovu modernizaciji sa ciljem poboljšanja vrednosti eksploatacionih pokazatelja i dovođenja na viši tehničko-tehnološki nivo. Zajedničko za sve sprovedene programe modernizacija je uvođenje mikroprocesorskog upravljanja i ugradnja nove, savremene opreme na električnom, mehaničkom i pneumatskom delu lokomotiva.

Prva modernizacija lokomotiva CFR izvršena je u EPC u periodu od 1998. do 2000. godine, ugradnjom opreme nemačkog proizvođača „Siemens“ [3]. Modernizovane su ukupno 24 lokomotive od kojih je formirana serija 45 i sve su dodeljene „CFR Călători“, pošto imaju reduktore za brzinu od 160 km/h. Modernizacija lokomotiva u Rumuniji nastavljena je tokom 2000-ih godina, a imala je za cilj da se izvrši tiristorizacija lokomotiva. Realizovale su je firme „Softronic“ i „Promat“ iz Krajove, kako za nacionalne „CFR Călători“ i „CFR Marfa“, tako i za potrebe drugih železničkih operatera koji su u međuvremenu nabavili izvestan broj polovnih lokomotiva tipa LE 5100. Do 2009. godine tiristorizovano je ukupno 40 lokomotiva, od kojih je formirana serija 47.

Godine 1998. u firmi „Končar“ iz Zagreba započeo je program modernizacije lokomotiva BDŽ, koji je takođe imao za cilj da se izvrši tiristorizacija lokomotiva. Tokom 2000-ih godina program je nastavljen u firmi „Končar BDŽ“ iz Sofije, tako da je u periodu od 1998. do 2009. godine tiristorizovano ukupno 14 lokomotiva, od kojih je formirana podserija 46.2.

U periodu od 2005. do 2007. godine izvršena je modernizacija 8 lokomotiva Železnica Srbije (ŽS), od kojih je formirana podserija ŽS 461.2. Poboljšanja se ogledaju u primeni mikroprocesora u upravljanju lokomotivom, dok je sistem regulacije napona vučnih motora preko birača napona ostao nepromenjen. Modernizacija lokomotiva izvršena je u Končaru iz Zagreba i Mašinskoj industriji iz Niša. U pomenutoj hrvatskoj firmi 2008. i 2009. godine izvršena je tiristorizacija dve lokomotive Makedonskih železnica (MŽ) od kojih je formirana serija MŽ 462.

Interesantno je da je 1999. godine opetater Karsdorfer Eisenbahngesellschaft (KEG) iz Nemačke kupio od CFR lokomotivu 060.EA.079 na kojoj je potom izvršena modifikacija kako bi se prilagodila za rad na prugama elektrifikovanim monofaznim sistemom 15 kV 16 ⅔ Hz. Lokomotiva je preobeležena u KEG 7001 i predstavljena javnosti na sajmu u Berlinu 2000. godine.

7. ZAKLJUČAK

Lokomotive tipa LE 5100 razvijene su od strane švedskog proizvođača ASEA, za potrebe CFR, sa ciljem da troškovi eksploatacije budu minimalni, a pouzdanost u radu što je moguće veća. Zbog velikih ograničenja u pogledu uvoza za vreme socijalističke Rumunije, rumunska preduzeća postepeno su preuzimala proizvodnju svih podsistema na lokomotivama. Međutim u većini slučajeva kvalitet ugrađene opreme bio je ispod odgovarajućih standarda tako da su problemi u eksploataciji bili česti. Stiče se utisak da su vrednosti eksploatacionih pokazatelja lokomotiva postale zadovoljavajuće tek nakon sprovedenih programa modifikacije i modernizacije.

Neosporno je da su lokomotive ostavile dubok trag u istoriji železnica Rumunije, Jugoslavije i Bugarske. Podatak da je oko ¾ proizvedenih lokomotiva danas u eksploataciji dovoljno govori.

LITERATURA

[1] Bianco A.: „30 years of railway electrification“, Railway Journal, No. 9, Bucharest, 2000.
[2] Bianco A.: „An electric locomotive for CFR and not only...“, Railway Journal, No. 10-12, Bucharest, 2000.
[3] Ionescu G.: „Modernized Electrical Locomotive LE 5100“, Railway Journal, No. 6, Bucharest, 2002.
[4] Stanojlović M.: „Električne lokomotive za prugu Beograd-Bar“, Železnice, Vol. 26 (4), Beograd, 1970.

45 YEARS OF THE EXPLOITATION OF LOCOMOTIVES TYPE LE 5100

Marko ĐUKIĆ

Abstract – In 2010 it will be 45 years from the beginning of the exploitation of electric locomotives type LE 5100. It is a basic type of electric locomotives that were used after the introduction of the electrification on lines of Romanian national railways by a single phase system of 25 kV 50 Hz in the 1960's. In the 1970's the locomotives were supplied by the Yugoslav railways for the needs of train traction on mountain lines primarily for working on Belgrade-Bar line. The paper shows a brief history of supply, the introduction into traffic and exploitation of locomotives type LE 5100.

Key words – Electric Locomotive, Exploitation, History, Modernization

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

REDUKCIJA BUKE U ŽELEZNIČKOM TERETNOM SAOBRAĆAJU PRIMENOM KOMPOZITNIH KOČIONIH BLOKOVA

Srđan RUSOV [1]
Aleksandar ZLATKOVIĆ [2]

Rezime *– Na postojećoj železničkoj mreži teretni saobraćaj predstavlja glavni izvor buke. Korišćenje kočionih papuča od livenog gvožđa dovodi do povećanja neravnosti točka i šine, što dalje dovodi do povećanja emisije buke u zoni kontakta točak-šina. U radu se razmatra mogućnost korišćenja kočionih blokova od kompozitnih materijala (takozvani K i LL blokovi) kod postojećih teretnih vozila, troškovna efikasnost u odnosu na ostale mere redukcije buke, kao i trendovi EU za redukciju buke kod teretnog saobraćaja.*

Ključne reči – buka, železnička vozila, kompozitni kočioni blokovi, teretni saobraćaj

1. UVOD

Buka je uznemiravajući, neugodni zvuk koji šteti psihofizičkim funkcijama ljudskog organizma, a uključuje transport, drumski, železnički i avio saobraćaj, kao i buku koju proizvodi industrija.

Železnica predstavlja jedan od najboljih vidova prevoza po pitanju zaštite životne sredine. Osnovni problem kod železničkog saobraćaja predstavlja emisija buke, pogotovo kod saobraćaja teretnih vagona.

1.1. Težnje EU za redukcijom buke

Najznačajnija regulativa koja se odnosi na emisiju buke kod železničkih vozila je svakako Tehnička specifikacija za interoperabilnost (TSI). TSI je stupila na snagu 1. decembra 2002. god za vozove velikih brzina, a 1. juna 2006. god i za konvencijalnu železnicu. Ova regulativa propisuje gornje granice emisije buke kod novih i rekonstruisanih vozila. Takodje, razlikuje više tipova vozila (lokomotive, teretni vagoni, putnički vagoni, kombinovana kola), kao i različite tipove buke (buka kod prolaska vozila pored prijemnika (pass-by noise), buka emitovana prilikom stajanja vozila u stanici, prilikom polaska i unutrašnja buka). Da bi vozilo moglo da saobraća na mreži EU, mora da zadovolji standarde koje propisuje TSI regulativa.

Poslednjih godina UIC i Evropska komisija ulažu velike napore za determinisanje različitih mogućnosti smanjenja buke. Rezultati su predstavljeni kroz različite pilot projekte: IMAGINE- Projekat evropske komisije koji uključuje modeliranje zarad usavršavanja analize emisije buke kod železnice, drumskog i avio saobraćaja, kao i industrijskih zona (2003-2006); SILENCE- Predstavlja FP5 projekat evropske komisije. Cilj projekta je usavršavanje i integracija metodologije i tehnologije za kontrolu emisije buke u urbanim područjima (2005-2008); NICOBB (Noise Impact Comosite Brake Blocks)- Projekat UIC-a za procenu emisije buke i analiziranje vozila sa kočionim papučama od livenog gvožđa, K-blokova i LL-blokova (projekat je startovao 2007. godine); LEILA- Otkriće disk-kočnica na obrtnim postoljima teretnih vagona pokazuje znatnu redukciju buke, ali je cena instaliranja velika za praktičnu upotrebu (otkriće od 2002. godine); DUTCH INOVATION PROGRAMME (Holandski inovativni program)- Inovativni program za buku (Innovatieprogramma Geluid) otrkiva mere za smanjenje buke izazvane saobraćajem na izvoru, razlog uvođenja projekta je stvaranje kvalitetnije holandske železnice sa manjom emisijom buke (2003-2007); TIŠI VOZOVI NA REALNIM PRUGAMA- Nemački projekat LzarG (leiser Zug auf realem Gleis) startovao je Decembra 2007 sa ciljem redukcije buke na izvorima za 5-7 dB (A) uz pomoć modifikovanja vozila.

[1] Prof. dr Srđan RUSOV, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, s.rusov@sf.bg.ac.rs
[2] Aleksandar ZLATKOVIĆ, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, zlatkovic1984@gmail.com

1.2. Izvori buke kod železničkih vozila i mere redukcije

Buka izazvana kotrljanjem točkova po šinama predstavlja dominantan izvor kod vozova konvencijalnih brzina. Ova vrsta buke može biti pripisana vibracijama točka i šine koje su prouzrokovane neravnošću površine ova dva elementa. Pomenute neravnosti imaju talasne dužine između 5 i 500 mm i amplitude 1-50 μm.

Glavni uzročnik stvaranja ovih neravnosti je kočioni sistem, i to tradicionalne kočnice tj. kočioni sistemi sa papučama od livenog gvožđa.

Postoje različite mere redukcije buke koje su podeljene u 3 grupe: mere redukcije buke na izvoru (modifikovanje kočionih blokova, prigušivači na točkovima, prigušivači na šinama i sl.), mere redukcije buke na prostoru između izvora i prijemnika (zvučne barijere) i mere redukcije buke (zvučno izolovani prozori i fasade). Svaka od ovih mera ima svoje specificnosti i samo njihovo kombinovanje dovodi do optimalnih rezultata.

2. KOMPOZITNI BLOKOVI KOČIONIH SISTEMA

U Evropskoj Uniji trenutno saobraća oko 750 000 vagona, od kojih je 97% opremljeno kočionim papučama od livenog gvožđa. U prethodno pomenutim projektima došlo se do zaključka da je za konvencijalnu železnicu najbitnije smanjenje neravnosti gazeće površine točka, a samim tim i emisije buke.

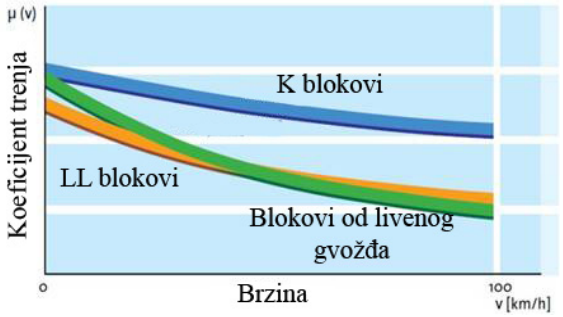
Sa gledišta proizvođača vozila, najkvalitetnije rešenje bilo bi uvođenje disk kočnica. Kočioni sistem zasnovan na disk kočnicama nema kontakta sa gazećom površinom točka. Takođe, disk kočnice povećavaju kočione performanse vozila. Prvo vozilo koje je imalo kočioni sistem zasnovan na disk kočnicanma bila su Mk III kola koja su saobraćala sredinom 1970. god u Velikoj Britaniji, a redukcija buke u odnosu na Mk II kola bila je oko 10 dB. Problem uvođenja disk kočnica kod vozila koja se nalaze u eksploataciji je neracionalna cena modifikovanja postojećih vozila, pa se kočioni sistemi zasnovani na disk kočnicama primenjuju samo na putničkim vozilima iz razloga povećane bezbednosti.

2.1. Osnovne karakteristike

Pri uvođenju novih kočionih sistema potrebno je voditi računa o četri osnovna uslova koja novi sistem mora da ispuni: zaustavni put ne sme da bude veći od sistema koji je u upotrebi; pri operacijama sa drugim vozilima ne sme doći do nepredviđenih događaja; termalne promene na točkovima (papuče od livenog gvožđa se prilikom povećanja temperature usled kočenja smanjuju kočione performanse za 25-30 %, takođe, kompozitni blokovi nemaju iste karakteristike prilikom povećanja temperature, ali ne smeju imati veći procenat gubljenja performansi); životni vek mora biti barem sličan kao kod kočionih papuča od livenog gvožđa.

Trenutno su u upotrebi dva tipa kompozitnih blokova: K-blokovi i LL-blokovi.

K-blokovi imaju znatno bolje kočione karakteristike u odnosu na kočione sisteme sa papučama od livenog gvožđa, jer koeficijent trenja kod K blokova iznosi 2,5 i postojan je pri različitim brzinama, što se može videti na slici 1.



Slika 1. Koeficijent trenja za različite kočione blokove u zavisnosti od brzine

Prilikom testova u različitim vremenskim uslovima (testiranje u Švedskoj pri temperaturama do -30ºC i sl.), K blokovi su pokazali pozitivne rezultate. K blokovi se bez ikakvih problema kombinovati mogu sa klasičnim kočionim blokovima u kompoziciji. Jedina mana ovih blokova su različite dimenzije kočionih papuča, pa je neophodna modifikacija kočionog sistema. Homologaciju su 2003. godine dobila dva tipa K blokova: COFREN C810(2003) i JURID 816M(2008).

Slika 2. Testiranje kompozitnih kočionih blokova u Švedskoj

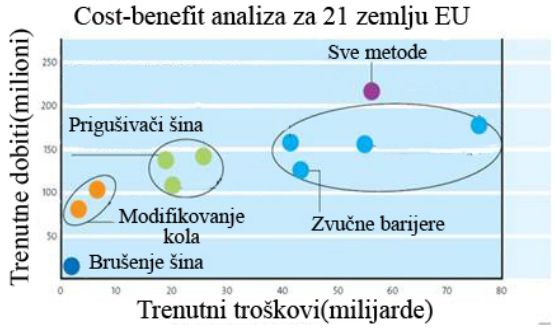
LL blokovi imaju dosta slične karakteristike kao i klasični kočioni blokovi. Koeficijent trenja je zavisan od brzine kretanja vozila, pa se kočione performanse smanjuju usled povećanja brzine (slika 1). Kočione papuče su istih dimenzija kao i papuče od livenog gvožđa, pa se LL blokovi mogu ugrađivati u postojeće vagone bez ikakvih, ili sa minimalnim adaptacijama kočionog sistema. LL blokovi su dobili privremeni sertifikat od 2005. godine, dok su konačnu homologaciju dobili 2009. godine. Tri tipa su dobila preliminarna odobrenja posle testova; ipak, nekoliko tipova LL blokova su imali probleme koji se nisu

mogli rešiti (veliko habanje bloka i točka, loše kočione karakteristike usled nestabilnog koeficijenta trenja).

Zajednička karakteristika K i LL blokova je smanjeno habanje gazeće površine točka, što dovodi do smanjenja emisije buke za 8-10 dB.

2.2. Troškovna efikasnost

Najobimnija studija troškovne efikasnosti različitih mera redukcije buke naziva se STAIRRS projekat koji je finansiran od strane UIC-a i EU.



Slika 3. Rezultati STAIRRS projekta

STAIRRS projekat donosi sledeći zaključak po pitanju kompozitnih kočionih blokova: Modifikovanje teretnih vagona je najpovoljniji način redukcije buke i može se koristiti u kombinaciji sa ostalim metodama. Rezultati koji su dobijeni ispitivanjem troškovne efikasnosti u EU su isti kao i u ostalim regionima sveta (Sjedninjene američke države, Kanada i sl.).

STAIRRS pokazuje da primena kompozitnih kočionih blokova može sačuvati značajna finansijska sredstva. U Švajcarskoj je, na primer, kombinacija modifikovanja kola i zvučnih barijera koštala samo 30% od cene redukcije buke samo zvučnim barijerama, tj. cena je sa 2,2 milijarde smanjena na 0,7 milijarde evra. Takođe, u Holandiji bi se do 2012. godine moglo uštedeti i do 750 miliona evra.

Nova vozila sa kompozitnim kočionim blokovima imaju istu cenu kao i vozila sa kočionim papučama od livenog gvožđa. Kod postojećih vozila cena modifikovanja se razlikuje u zavisnosti od vrste kompozitnih blokova, pa se cene modifikovanja kreću od 4 000-10 000 evra po vozilu za ugradnju K blokova, i 500-2 000 evra po vozilu za ugradnju LL blokova.

Prve studije su ukazale da cena održavanja nije zavisna od vrste kočionih blokova. Glavni elementi koji određuju cenu održavanja su habanje točkova i kočionih blokova. Ovi elementi su trenutno u fazi merenja i izračunavanja udela u ceni održavanja obrtnih postolja. Postoji potencijal za optimizaciju u ciklusu održavanja, tako da se očekuje smanjenje cene održavanja.

Procenjeno je da se nekoliko milijardi evra mogu sačuvati u Evropi ako se od novca namenjenog za instalaciju zvučnih barijera budu modifikovala sva teretna vozila, a to je između 400 000-500 000. Najbolja troškovna efikasnost se može dobiti ako se u nova vozila ugrađuju K blokovi, a u postojeća LL blokovi (zbog minimalnih modifikacija).

3. ZAKLJUČAK

U Evropskoj Uniji trenutno saobraća 750 000 vagona od kojih je 97 % opremljeno kočionim papučama od livenog gvožđa. Papuče od livenog gvožđa predstavljaju glavni uzrok stvaranja neravnosti na gazećoj površini točka, a samim tim i glavni uzročnik emisije buke izazvane kotrljanjem.

Kao optimalno rešenje za redukciju buke izazvane kotrljanjem kod teretnog saobraćaja nameću se kočioni blokovi od kompozitnih materijala. Trenutno su u upotrebi dva tipa kočionih blokova: K i LL blokovi. Instalacija kompozitnih kočionih blokova smanjuje emisiju buke za 8-10 dB. Ušteda modifikacijom kočionih sistema voznog parka EU je procenjena na nekoliko milijardi evra, i to ako se na novim vozilima ugrađuju K blokovi, a u postojećim LL blokovi.

LITERATURA

[1] Graovac S., Zlatković A., Rusov S., Pavlović N., Milinković S., Marković M., "Noise sources at railway vehicles and reduction measures", Ecologica, vol 16, br 54, pp 261-266, (2009);

[2] Zlatković A., Analiza upravljanja bukom kod železničkih vozila, diplomski rad, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2010;

[3] Zlatković A., Pavlović N., Marković M., Rusov S., "Analysis of rolling stock vibration influence on the noise emision at railway vehicles", 12th DQM International Conference, Belgrade, Serbia (2009), pp 234-240;

[4] Iwnicki S., Handbook of railway vehicle dynamics, Taylor & Francis Group, London & New York, 2006;

[5] J. Graber, St. Dorsch, DB AG, DB Systemtechnik, Composite Brake Blocks (CBB) – an Overview, Railway noise in urban areas: possible source noise reduction measures, Pisa 9-10 November 2006;

[6] Silence team, Practitioner Handbook for Local Noise Action Plans, Silence Project, 2008;

[7] Thompson D., Railway noise and vibration, mechanisms, modelling and means of control, Elsevier, 2009;

[8] UIC, CER, Noise Reduction in European Railway Infrastructure, Status report 2007;

[9] UIC, CER, Noise Reduction in Rail Freight, a 2007 report on the state of the art;

[10] Wirnsberger M., Dittrich M.G., Lub J., Pollone G., Kalivoda M., Buchem P.v., Hanreich W., Fodiman P., Methodologies and Actions for Rail Noise and Vibration Control, Metarail project, December 1999.

NOISE REDUCTION IN RAILWAY FREIGHT BY USING COMPOSITE BRAKE BLOCKS

Srđan RUSOV
Aleksandar ZLATKOVIĆ

Abstract - On existing railway networks, freight traffic is the main source of noise. The use of cast-iron brakes causes rough wheels, which further leads to increased noise emission at the wheel-rail contact. The paper discusses the possibility of using the composite brake blocks (the so-called K and LL blocks) for the existing freight cars and cost effectiveness compared to other noise reduction measures, and trends in the EU for noise reduction in freight traffic.

Key words: Nosie, Railway Vehicles, Composite Brake Blocks, Railway Freight

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA KARAKTERISTIKA CEVNIH APSORBERA KINETIČKE ENERGIJE SUDARA PUTNIČKIH VAGONA – CRASH TEST

Vojkan LUČANIN [1]
Jovan TANASKOVIĆ [2]

Rezime *– Predmet rada su eksperimentalna istraživanja cevnih apsorbera kinetičke energije sudara putničkih vagona. Apsorber radi na principu sužavanja (provlačenja) cevi kroz konusnu čauru. Energija se apsorbuje putem elasto-plastičnih deformacija cevi i trenjem između cevi i konusne čaure. Navedeni elementi predstavljaju deo pasivnih mera zaštite pri sudaru šinskih vozila. U radu su detaljno opisana dinamička ispitivanja (Crash Test) koja su realizovana putem sudara dva putnička vagona na otvorenom koloseku. Tokom ispitivanja mereni su hod deformisanja, deformacioni otpor, ubrzanje i brzina. Na osnovu dobijenih rezultata formirani su dijagrami sile u funkciji od hoda deformisanja i dat je tabelarni prikaz karakterističnih parametara uključujući i količinu apsorbovane energije.*

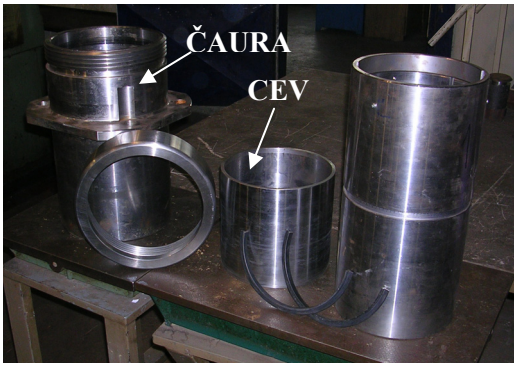
Ključne reči – Eksperimentalna istraživanja, apsorberi energije sudara, putnički vagoni, pasivna sigurnost

1. UVOD

Predmet rada je ekeprimentalno istraživanje karakteristika elemenata za apsorpciju kinetičke energije sudara putničkih vagona koji rade na principu sužavanja (provlačenja) cevi kroz specijalnu konusnu čauru. Uloga apsorbera je da sopstvenom kontrolisanom deformacijom utroši određenu količinu energije sudara [1] kako bi se deo strukture iza elemenata u što većoj meri sačuvao od trajnih deformacija i time zaštitili putnici i vagon. Energija se apsorbuje putem: *elasto-plastičnih deformacija* cevi i *trenjem između cevi i konusne* čaure. Ukupna apsorbovana energija zavisi od kvaliteta materijala (materijal treba da ima što veću plastičnost), kvaliteta izrade i konstrukcionog rešenja sklopa cevi i čaure. Optimizacija elemenata apsorpcionog para [2], urađena u cilju povećanja apsorpcione moći, realizovana je metodom konačnih elemenata (MKE) korišćenjem odgovarajućih softverskih paketa a u skladu sa: *mestom ugradnje* (dimenzijama odbojnika i čeonog dela noseće strukture), *potrebnom količini apsorbovane energije* [1] i *dosadašnjim iskustvima* [3]. Eksperimentalna istraživanja sprovedena su u dve faze: *kvazi-statička ispitivanja* na hidrauličnoj presi i *dinamička ispitivanja* putem sudara dva putnička vagona. Cilj ovog rada je da se eksperimentalnim metodama, ispita pogodnost i opravdanost predložene konstrukcije apsorbera kinetičke energije sudara putničkih vagona i da se odredi stvarna apsorpciona moć elemenata ovog tipa.

2. EKPSERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA

Sklop apsorbera sastoji se od konusne čaure, cevi i modifikovanog odbojnika. Uzimajući u obzir sva ograničenja i rezultate prethodnih istraživanja [2] usvojena je standardna cev (JUS C.B5.221) bez šava dimenzija Ø219,1x6,7, dužine 205 mm u kvalitetu P235T1. Konusna čaura dimenzija 290x310x410/13° napravljena je od čelika za poboljšanje u kvalitetu C45E.

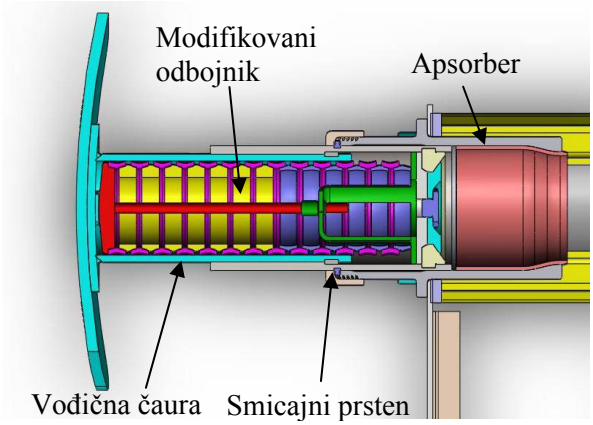


Slika 1. Elementi apsorbera

Na slici 2 prikazan je 3D model apsorbera

[1] Prof. dr Vojkan LUČANIN, Mašinski fakultet, Beograd, Kraljice Marije 16, vlucanin@mas.bg.ac.rs.
[2] mr Jovan TANASKOVIĆ, Institut GOŠA d.o.o., Beograd, Milana Rakića 35, jovant@eunet.rs.

inkorporiranog u standardni odbojnik za putničke vagone hoda 110 mm [4].



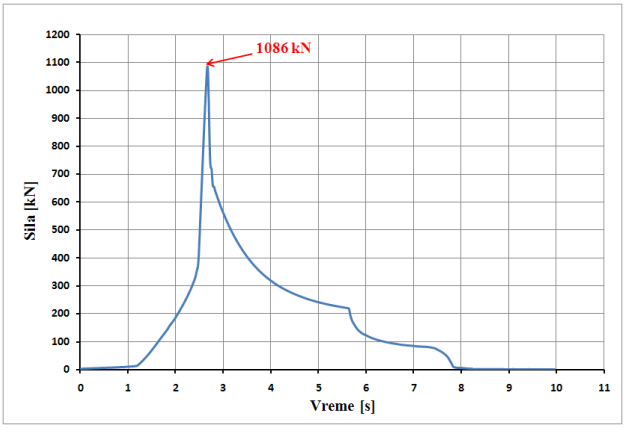
Slika 2. 3D model apsorbera

Veza između apsorbera i odbojnika ostvarena je korišćenjem smicajnog prstena koji ima veoma važnu ulogu u funkcionisanju sklopa. Pri pojavi prekomernih opterećenja (F>800 kN), nakon iscrpljivanja energija odbojnika dolazi do loma smicajnog prstena nakon čega se u proces apsorpcije uključuje apsorber.

2.1. Kvazi-statička ispitivanja

Kvazi-statička ispitivanja su izvedena na hidrauličnoj presi na kojoj se može ostvariti maksimlna sila pritiska od 2500 kN. Ispitivanja ovog tipa realizovana su radi: provere čvrstoće elemenata modifikovanog odbojnika, provere nosivosti smicajnog prstena i formiranja apsorpcionog para.

Modifikovani odbojnik je tokom ispitivanja opterećen maksimalnom silom od 1086 kN. Na slici 3 prikazan je dijagram sile u funkciji od vremena dobijen tokom provere modifikovanog odbojnika.

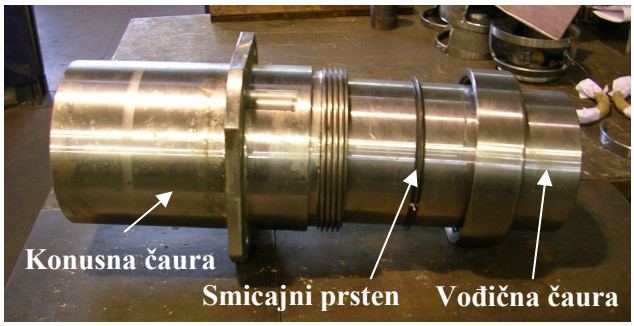


Slika 3. Provera modifikovanog odbojnika

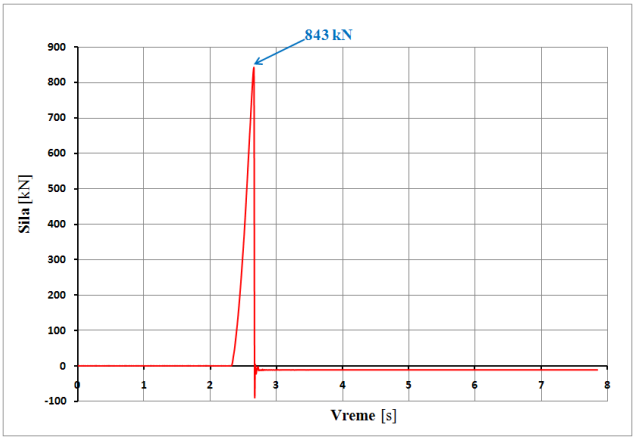
Nakon rasterećenja, vizuelnom kontrolom nisu uočena oštećenja elemenata modifikovanog odbojnika, slika 4.

Provera nosivosti smicajnog prstena urađena je na sklopu vođične i konusne čaure, slika 5. Projektovana vrednost sile pri kojoj dolazi do loma *smicajnog prstena* iznosi 800 kN. Tokom ispitivanja do loma je došlo pri sili od 843 kN što je u dozvoljenim granicama odstupanja, slika 6.

Slika 4. Prototip modifikovanog odbojnika



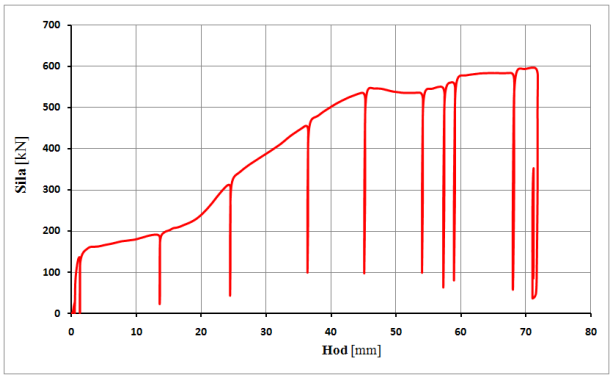
Slika 5. Provera nosivosti smicajnog pstena



Slika 6. Provera nosivosti smicajnog pstena

Formiranje apsorpcionog para je proces provlačenja (sužavanja) cevi kroz konusnu čauru na hodu od ≈ 70 mm pri čemu se dobija sklopa spreman za ugradnju na vagon. Karakterističan dijagram sile u funkciji od hoda dobijen tokom formiranja apsorpcionog para prikazan je na slici 7.

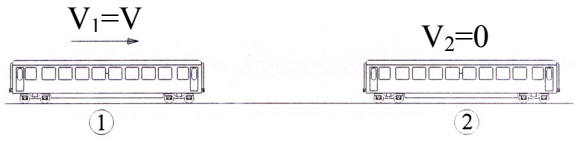
Na priloženom dijagramu *F*(*h*) može se uočiti postepen porast sile na čitavom hodu do dostizanja maksimalne vrednosti sile od 596,88 kN. Pojava histerezisa je posledica ručnog upravljanja presom i može se eliminisati automatizacijom upravljačke jedinice prese.



Slika 7. Dijagram F(h) – formiranje apsorpcionog para

2.2. Dinamička ispitivanja

Dinamička ispitivanja realizovana su putem sudara dva putnička vagona na otvorenom koloseku u GOŠA Fabrici šinskih vozila. Na slici 6 šematski je prikazan položaj vagona na koloseku. Sudar je izveden tako što je vagon broj 1 pri određenoj brzini udarao vagon broj 2 koji stoji.



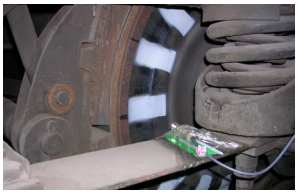
Slika 6. Scenario sudara

Tokom ispitivanja merene su sledeće veličine: *sila, pomeranje, brzina i ubrzanje.* Za merenje pobrojanih veličina korišćeni su: davači sile na bazi mernih traka, potenciometarski davači pomeranja, davači ubrzanja i impulsni davači, slika 7.

a) Davač sile

b) Davač pomeranja

c) Davači ubrzanja



d) Impulsni davač

Slika 7. Merna oprema

Kako je modifikovani odbojnik u sklopu sa apsorberom montiran (korišćenjem pomoćnog alata) na vagon broj 2, na njemu nije bilo moguće postaviti i davače sile pa su oni ugrađeni na vagon broj 1 iza odbojnika. Merenje hoda odbojnika i apsorbera (max 110 + 135 mm) vršeno je potenciometarskim davačima pomeranja hoda 275 mm koji su predviđeni za brzine do 10 m/s. Kasnije uparivanje sile i hoda vršeno je na bazi trenutka dodira odbojničkih ploča.

Prvi sudar izveden je pri brzini od 11,4 km/h, slika 8. Pri ovoj brzini, energija odbojnika bila je u potpunosti iskorišćena, sila je prešla projektovanu vrednost od 800 kN usled čega je došlo do loma smicajnog prstena i uključenja apsorbera u proces apsorpcije kinetičke energije sudara.

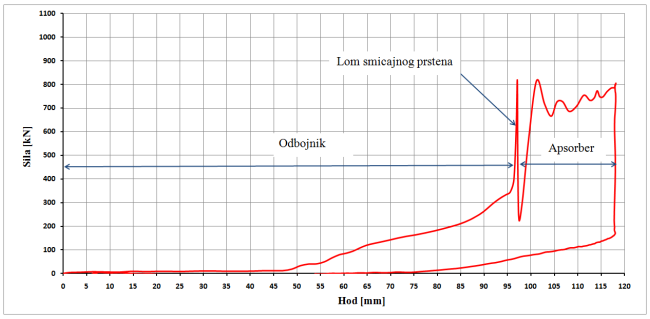
Drugi sudar izveden je pri brzini od 19,7 km/h.

Slika 8. Sudar vagona

Po završenim ispitivanjima demontirana je sva oprema sa vagona. Izvršena je vizuelna kontrola, kako elemenata apsorbera tako i podsklopova pomoćnog alata i čeonog dela oba vagona. Na vagonu 2, na kome je bio ugrađen pomoćni alat sa apsorberima nisu uočena nikakva oštećenja. Grudna greda vagona 1 na mestima ugradnje davača sile pretrpela je neznatna oštećenja, što je posledica postojeće neadekvatne konstrukcije tela davača sile.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Nakon obrade snimljenih podataka formirani su dijagrami sile u funkciji od hoda (u daljem tekstu F(h)). Na slici 9 prikazan je dijagram sile u funkciji od hoda dobijen tokom drugog sudara.

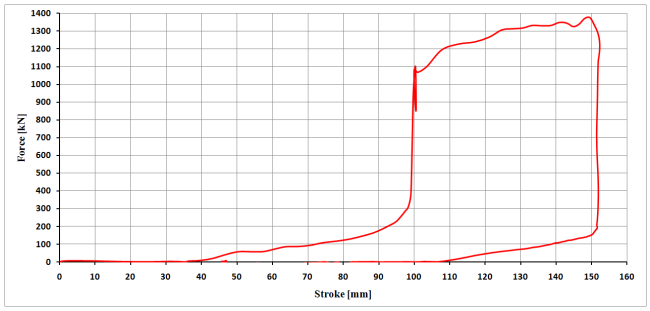


Slika 9. Dijagram F(h) – prvi sudar

Na prikazanom dijagramu mogu se jasno razdvojiti tri faze. U *prvoj fazi* radi samo odbojnik do hoda od ≈ 97 mm. U *drugoj* fazi dolazi do blokiranja opruge odbojnika i loma smicajnog prstena, što pokazuje i nagli pad sile nakon dostizanja vrednosti od ≈ 816 kN. Nakon poništavanja zazora između vođične čaure i cevi apsorbera od ≈ 5 mm u proces apsorpcije

uključuje se apsorpcioni par što pretstavlja *treću fazu*. Maksimalna vrednost sile na kraju procesa apsorpcije energije je ≈ 800 kN.

Dijagram sile u funkciji od hoda dobijen tokom drugog sudara prikazan je na slici 10.



Slika 10. Dijagram F(h) – drugi sudar - par S1-P8

Kako je do loma smicajnog prstena došlo pri prvom sudaru na priloženom dijagramu postoje samo *prva i treća faza*. U prvoj fazi radi odobojnik dok treća faza pripada apsorberu. Maksimalna vrednost sile izmerena tokom drugog sudara (*treća faza*) iznosi ≈ 1375 kN.

3.1. Pregled karakterističnih parametara

U tabeli 1 prikazani su karakteristični parametri dobijeni tokom ispitivanja za dva apsorpciona para. Rad na navedenim hodovima izračunat je na bazi srednje vrednosti sile prikazane u tabeli.

Tabela 1. Karakteristični parametri

Sudar	Apsor. par	V [km/h]	F_{sr} [kN]	h [mm]	W [kJ]
I	S1-P8	11,4	895,65	24,8	22,21
	S2-P9	11,4	746,87	20,9	15,61
II	S1-P8	19,7	1269,42	31,8	40,37
	S2-P9	19,7	1241,97	51,8	64,33

Radi upoređivanja dobijenih rezultata sa zahtevanim [1] izračunata je količina apsorbovane energije na hodu od 135mm (drugi sudar) uz pretpostavku da bi tok sile bio približno konstantan na čitavom hodu:

$$W_I = F_{sr} \cdot h_I = 1242 \cdot 0{,}135 = 167{,}67 kJ \qquad (1)$$

Izračunata vrednost apsorbovane energije odnosi se na jedan apsorpcioni par pa bi ukupna vrednost apsorbovane energije po čelu vagona iznosila ≈ 340kJ.

4. ZAKLJUČAK

Zahtevana količina apsorbovane energije po čelu vagona [1] kreće se od 202,5 ÷ 236,25 kJ. Eksperimentalnim putem dobijena je vrednost od 340 kJ što je za oko 40% veća količina apsorbovane energije od zahtevane. Tokom ispitivanja su dobijene i veće vrednosti deformacionih otpora pa je srazmerno tome i veća količina apsorbovane energije na istom hodu. Treba napomenuti da pri ovim silama nije došlo oštećenja na konstrukciji čeonog dela vagona. Mogućnost apsorbovanja veće količine energije u odnosu na zahtevanu bez negativnog uticaja na čvrstoću vozila ukazuju na podobnost upotrebe apsorpcionih elemenata ovog tipa.

LITERATURA

[1] ERRI B106, RP 26, Digital simulation (two-dimensional) of the collision of two sets of coaches, comparing two structural arrangements, 01/01/1995.
[2] Tanasković, J., Istraživanje karakteristika apsorbera energije sudara putničkih vagona, Magistarska teza, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd 2006.
[3] Simić G., Lučanin V., Tanasković J., Radović N., Experimental research of characteristics of shock absorbers of impact energy of passenger coaches, Journal of Experimental Techniques, Volume 33, Issue 4, page 29-35, 2009.
[4] UIC 528, Buffer gear for coaches, 8th edition, September 2007.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE CHARACTERISTICS OF COLLISION TUBE ABSORBER OF PASSENGER COACHES – CRASH TEST

Vojkan LUČANIN
Jovan TANASKOVIĆ

Abstract – The subject of this paper is the experimental research of the characteristics of collision energy absorber of passenger coaches. Absorber working on the principle of shrinking the tube into a special cone bush. Thus energy absorption occurs by: elastic-plastic deformation of the tube and friction between the ring and bush. Paper describes a dynamics investigation realized by collision of two passenger coaches.

Key words – Experimental research, energy absorber, passenger coaches, passive safety

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

RAZVOJ I VERIFIKACIJA GUMENO-METALNIH ELEMENTA PRIMARNOG OGIBLJENJA ELEKTRIČNIH LOKOMOTIVA

Dušan STAMENKOVIĆ[1]
Miloš MILOŠEVIĆ[2]
Ivan PETROV[3]
Milan BANIĆ[4]

Rezime *– Povećano trošenje venaca točkova električnih lokomotiva na Železnicama Srbije je između ostalog posledica neusaglašenosti karakteristika vozila sa eksploatacionim uslovima. Neusaglašenost dinamičkih karakteristika vozila se prvenstveno ogleda u sklopu ogibljenja. U radu su opisani relevantni parametri koji utiču na velike vrednosti trajne deformacije i promenljive karakteristike elastičnosti gumeno-metalnih elemenata primarnog ogibljenja u toku eksploatacije. Na osnovu indentifikovanih parametra definisane su odgovarajuće gumene smeše za izradu gumeno-metalnih elemenata primarnog ogibljenja i prikazani su rezultati njihovog tipskog ispitivanja.*

Ključne reči – primarno ogibljenje, gumeno-metalni elementi, tipsko ispitivanje, električna lokomotiva

1. UVOD

Ogibljenje gumeno-metalnim elementima predstavlja jedno od povoljnih konstrukcijskih rešenja za ogibljenje železničkih vozila. Osnovni razlog za to je što guma, ojačana čeličnim limenim segmentima, obezbeđuje povoljne karakteristike statičke krutosti tj. elastičnosti, a uporedo sa tim, guma obezbeđuje zadovoljavajući stepen amortizacije udarnih opterećenja i smanjenje buke. Glavni nedostatak gumenih opruga je nepostojanost karakteristika na povišenim temperaturama i pod dejstvom ozona. Ovo može izazvati promenu karakteristike statičkog ugiba odnosno pojavu trajne deformacije koja se negativno odražava na osobine ogibljenja.

Poslednjih godina izražen je problem povećanog trošenja venaca točkova električnih lokomotiva na Železnicama Srbije, što značajno utiče na povećanje troškova održavanja i smanjenje efikasnosti prevoza. I pored izvršenja rekonstrukcije 38 električnih lokomotiva u periodu 2003-2007, ugradnje novih obrtnih postolja i novih gumeno-metalnih elemenata ogibljenja inostrane proizvodnje, ovaj problem nije rešen. Ovakav problem je sa jedne strane prouzrokovan dotrajalom infrastrukturom tj. poremećenim geometrijskim karakteristikama železničke pruge, i sa druge strane karakteristikama vozila koje nisu usaglašene sa eksploatacionim uslovima. Tokom eksploatacije vozila uočen je problem velikih vrednosti trajne deformacije i promenljivih elastičnih karakteristika gumeno-metalnih elemenata ogibljenja.

Cilj istraživanja prikazanog u radu, koji su sproveli Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu i fabrika TIGAR Tehnička guma iz Pirota, je da se utvrde relevantni parametri koji utiču na velike vrednosti trajne deformacije i promenljive karakteristike elastičnosti gumeno-metalnih elemenata primarnog ogibljenja tokom eksploatacije u otežanim uslovima i da se u odnosu na postavljene parametre definišu odgovarajuće gumene smeše za izradu gumeno-metalnih elemenata primarnog ogibljenja. U okviru istraživanja utvrđeni su postupci ispitivanja fizičko-mehaničkih osobina gumenih epruveta i izvršena su tipska ispitivanja gumeno-metalnih elemenata primarnog ogibljenja.

[1] Prof. dr Dušan Stamenković, Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, dusans@masfak.ni.ac.rs
[2] Doc. dr Miloš Milošević, Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, mmilos@masfak.ni.ac.rs
[3] mr Ivan Petrov, TIGAR Tehnička guma, Nikole Pašića 213, 18300 Pirot, ivan.petrov@tigar.com
[4] Ass. Milan Banić, Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, banic@masfak.ni.ac.rs

2. IDENTIFIKACIJA PARAMETARA KOJI UTIČU NA KARAKTERISTIKE GUMA-METALNIH OPRUGA

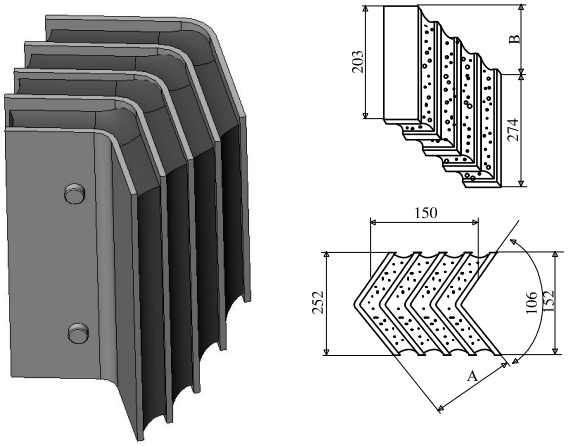
Gumeno-metalni elementi primarnog ogibljenja električnih lokomotiva serije 441 i 461 imaju odgovorne funkcije: ostvarivanje elastične veze između rama obrtnog postolja i osovinskih sklopova, prigušenje tj. amortizovanje oscilacija pri kretanju vozila i smanjenje buke. Zbog toga, njihove geometrijske i elastične karakteristike, kako statičke tako i dinamičke treba da budu u određenim granicama u skladu sa konstrukcijskim zahtevima.

S obzirom na dinamička naprezanja ogibljenja železničkih vozila tokom eksploatacije, pri projektovanju, treba voditi računa da opružni elementi moraju da obezbede tri stepena slobode kretanja, tj. vertikalni, poprečni i uzdužni i treba da obezbede prigušenje oscilatornog kretanja. Prilikom prolaska vozila kroz krivinu, istovremeno sa potrebnim vertikalnim kretanjem, gumeno-metalni elementi omogućuju aksijalno pomeranje osovinskog sklopa u odnosu na ram obrtnog postolja. Gumeno-metalne opruge takođe imaju prednost, u odnosu na čelične, zbog eksponencijalne zavisnosti između opterećenja i deformacije. Pored toga, guma je odličan akustički izolator.

Istraživani su sledeći tipovi gumeno-metalnih elemenata

- Kosi gumeni element primarnog ogibljenja (L9) - 441, 444
- Kosi gumeni element primarnog ogibljenja srednje osovine (J 5.1) - 461
- Kosi gumeni element primarnog ogibljenja krajnje osovine (J 5.2) - 461

Na slici 1 data je trodimenziona skica i gabaritne mere gumeno-metalnog elementa primarnog ogibljenja (oznaka L9) za lokomotive serije 441 (444).



Slika 1. Izgled i struktura gumeno-metalnih elemenata primarnog ogibljenja (oznaka L9)

Eksploatacione karakteristike gumeno-metalnih opruga dominantno zavise od geometrijskih karakteristika, sastava gume i tehnološkog procesa vulkanizacije. Zbog toga, posebno značajna faza u izradi kvalitetnih gumenih proizvoda je ispitivanje epruveta gumenih smeša, kako bi se utvrdio sastav smeše koja će obezbediti potrebne mehaničke karakteristike u eksploataciji. Kada se utvrdi korelacija između mernih podataka u ispitivanju gumenih epruveta i eksploatacionih karakteristika završnog proizvoda, onda može da se obezbedi potreban kvalitet. Na osnovu sprovedenog istraživanja utvrđene su određene korelacije i na osnovu toga moguće je da se izrade gumeno-metalni elementi sa specifičnim karakteristikama po specijalnom zahtevu.

Bez obzira na složenost problema i ne male teškoće pri definisanju zahteva u pogledu mehaničkih karakteristika smeša, ipak su postavljeni određeni kriterijumi. Naime, da bi gumeno-metalni elementi ogibljenja održali početne geometrijske karakteristike guma od koje su izrađeni treba da ima što manju trajnu deformaciju pri statičkom naprezanju i što manje promene mehaničkih karakteristika usled starenja.

Da bi mogli da podnesu slučajna preopterećenja u toku rada, ovi opružni elementi treba da imaju što veću čvrstoću i što veće prekidno izduženje. S obzirom da starenje gume nastaje prvenstveno usled zagrevanja pri dinamičkom naprezanju gumeno-metalnih elemenata ogibljenja, značajna karakteristika gume je histerezis (u statičkim i dinamičkim uslovima opterećenja) odnosno stepen prigušenja oscilacija. Ukoliko je manji stepen prigušenja (manji histerezis, manja apsorbovana energija i manja učestanost) utoliko je manja količina energije koja se unutar gume pretvori u toplotu a samim tim se starenje gume odvija sporije. Međutim, gumeno-metalni elementi ogibljenja imaju istovremeno i ulogu amortizera tako da, pri određivanju optimalnih dinamičkih karakteristika, treba napraviti kompromis između stepena prigušenja sa jedne strane i dozvoljene radne temperature gume sa druge strane.

Rezultati ispitivanja statičkih i dinamičkih svojstava eksperimentalnih smeša gume ukazuju da standardna elastomerna smeša (umreženi sistem), na bazi poliizoprenskog i polibutadienskog kaučuka sa poluaktivnim crnim punilom ima povoljne karakteristike, izuzev trajne deformacije pri određenoj visini i pod određenim opeterećenjem. Sa druge strane, najbolje vrednosti trajne deformacije pokazuje elastomerna smeša na bazi poliizoprenskog kaučuka tvrdoće 53 Sh-A. Ove varijante elastomernih smeša su ugrađene u gumenometalne elemente primarnog ogibljenja električnih lokomotiva 441 i 461.

3. IZBOR GUMENE SMEŠE I REZULTATI ISPITIVANJA

Da bi se izabrala odgovarajuća gumena smeša za izreadu elemenata ogibljenja izvršena su brojna

laboratorijska ispitivanja gumenih epruveta. Pored ustaljenih ispitivanja koja se sprovode u redovnom procesu proizvodnje gumenih proizvoda u fabrici TIGAR u Pirotu, uvedena su i dodatna ispitivanja gumenih epruveta na Mašinskom fakultetu u Nišu. U laboratoriji Mašinskog fakulteta u Nišu izvršeno je:

- Određivanje statičkog histerezisa prema internom standardu SIMF.92.006;
- Ispitivanje dinamička karakteristika gume pri sabijanju i smicanju (Yerzley-jev histerezis, Yerzley-jev stepen elastičnosti, učestanost, efektivni dinamički modul elastičnosti, apsorbovana udarna energija) prema ASTM D 945.

Ispitivano je 12 različitih gumenih smeša, od kojih su četiri, sa oznakama TG-A-515, TG-A-615, TG-A-715 i TG-A-815, izabrane za izradu elemenata primanog i sekundarnog ogibljenja. Zbirni rezultati svih ispitivanja su prikazani u tabeli 1.

Tabela 1. Rezultati ispitivanja gumenih smeša

Karakteristika	**Jedinica**	**Standard**	TG-A-515	TG-A-615	TG-A-715	TG-A-815
Tvrdoća	Sh-A	SRPS G.S2.125	57	65	72	82
			57	66	71	84
Modul 200	MPa	SRPS G.S2.127	5.4	9.7	12.5	/
			6.0	10.1	13.1	/
Modul 300	MPa		10.4	17.3	20.4	/
			11.2	17.7	/	/
Jačina kidanja	MPa		24.0	21.7	21.9	17.3
			20.4	20.7	18.7	18.8
Istezanje (pri kidanju)	%		442	349	317	176
			405	334	268	174
Trajna deform. na određenu visinu	%	SRPS G.S2.130	9.6	9.6	9.6	9.6
			16.1	16.1	16.0	16.0
Trajna deform. određ. opterećenjem	%	SRPS G.S2.134	4.04	4.17	3.9	2.7
Statički histerezis	%	SIMF.92.006.	11.2	20.3	25.4	38.6
Yerzley-jev histerezis	%	ASTM D 945	9.1	16.9	23.1	36.3
Yerzley-jev stepen elastičnosti	**%**	ASTM D 945	88.0	74.9	69.1	58.3
Yerzley-jev stepen elastičnosti SAE 116	%	ASTM D 945	90.9	83.1	76.9	63.7
Učestanost	Hz	ASTM D 945	3.0	3.33	3.57	4.69
Efektivni dinamički modul elastičnosti	N/mm^2	ASTM D 945	6.0	7.4	8.5	14.7
Apsorbovana udarna energija	J/m^3	ASTM D 945	6545	7168	6721	4057

Analiza gumeno-metalnih elemenata ogibljenja pokazala da je potrebno usaglasiti karakteristike elastičnosti (krutosti) i amortizujuće karakteristike koja se ogleda kroz veličinu histerezisa. Na osnovu toga izvršena je korekcija u tehnologiji izrade, odnosno korigovana je gumena smeša i postupak vulkanizacije i dobijene su drugačije mehaničke karakteristike gumeno-metalne opruge.

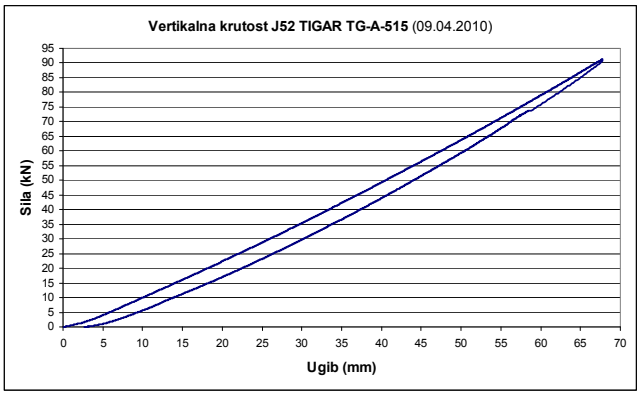
U tabeli 2 prikazani su rezultati merenja vertikalna, lateralna i longitudinalna krutost) poboljšanih gumeno-metalnih elemenata, koji su dobijeni posle određenih izmena u smeši i tehnološkom postupku gumiranja. Poboljšane karakteristike, a posebno krutost u lateralnom pravcu su povoljnije za kretanje po pruzi koja ima krivine sa manjim radijusima.

Tabela 2. Izmerene karakteristike poboljšanih gumeno-metalnih elemenata

Tip elementa	**Vertikalna krutost**			**Lateralna krutost**	**Longitudinalna krutost**
	Krutost (kN/mm)	**Akumulirana energija (kJ)**	**Histerezis (%)**	**Krutost (kN/mm)**	**Krutost (kN/mm)**
L 9	2.215	1.67 kJ	11.0	12.9	21.1
J 5.1	2.85	1.407 kJ	14 %	8.43	29.05
J 5.2	1.5	2.735	8.1	3.97	16.82

Na slici 2 prikazan je dijagram sila-ugib snimljenog kod ispitivanja vertikalne statičke krutosti.

Za potrebe eksperimentalnih ispitivanja izrađen je ispitni sto za ispitivanje krutosti para elemenata u tri pravca. Na osnovu izmerenih veličina statičke krutosti u tri pravca, kao i akumulirane energije i statičkog



Slika 2. Snimljeni dijagram vertikalne statičke krutosti

histerezisa izvršene su određene izmene u tehnološkom procesu izrade, i uz pomoć naknadnih ispitivanja izmenjenih proizvoda ostvareno je bitno poboljšljanje proizvoda.

Tipsko ispitivanje poboljšanih elemenata gumeno-metalnih elemenata primarnog ogibljenja pokazalo je da ispitivani uzorci imaju zadovoljavajuće karakteristike statičke krutosti u tri pravca.

Analizirajući brojne podatke kao što su tehničko-eksploatacione karakteristike električnih lokomotiva serije 441, 444 i 461, kao i njihove modifikicije, a takođe uvažavajući i zahteve koje postavlja inostrani proizvođač TRELLEBORG, utvrđene su granične vrednosti krutosti gumeno-metalnih elemenata u tri pravca koje su date u tabeli 3.

Tabela 3. Statička krutost gumeno-metalnih elemenata primarnog ogibljenja u tri pravca

Gumeno-metalni element za lokomotive	Lok. 441 (444)	Lok. 461	Lok. 461
	L - 9	**J 5.1**	**J 5.2**
Vertikalna statička krutost [kN/mm]	**1,9 ÷ 2,4**	**2,4 ÷ 3,1**	**1,3 ÷ 1,7**
Lateralna statička krutost [kN/mm]	**5,7 ÷ 7,3**	**7,0 ÷ 9,0**	**2,6 ÷ 3,4**
Longitudinalna statička krutost [kN/mm]	**22 ÷ 30**	**28,0 ÷ 37,0**	**14,5 ÷ 18,5**

4. ZAKLJUČAK

Da bi gumeno-metalni elementi ogibljenja održali početne geometrijske karakteristike, guma od koje su izrađeni treba da ima što manje trajne deformacije pri statičkom naprezanju i što manje promene mehaničkih karakteristika usled starenja. S obzirom da starenje gume nastaje prvenstveno usled zagrevanja pri dinamičkom opterećenju gumeno-metalnih elemenata ogibljenja, značajna karakteristika gume je histerezis (u statičkim i dinamičkim uslovima opterećenja) odnosno stepen prigušenja oscilacija. Ukoliko je manji stepen prigušenja (manji histerezis, manja apsorbovana energija i manja učestanost) utoliko je manja količina energije koja se unutar gume pretvori u toplotu a samim tim se starenje gume odvija sporije.

Ispitivanje je pokazalo da ispitni uzorci gumeno-metalnih elemenata imaju krutost u sva tri pravca u okviru graničnih vrednosti koje su postavljene u skladu sa tehničko-eksploatacionim karakteristikama električnih lokomotiva serije 441, 444 i 461, kao i u skladu sa zahtevima koje postavlja inostrani proizvođač TRELLEBORG.

LITERATURA

[1] P.B.Lindley: "Engineerimg Design with Natural rubber", Technical Bulletin No 8, 1964.
[2] M.Plavšić: "Elastomerni materijali", Beograd, 2000.
[3] D. Stamenković, S. Radenković, M. Milić, S. Mladenović: "Gumeno-metalni elementi kod elektrolokomotiva", "ŽELEZNICE" br.2-1995. str.151-159.
[4] M. Milošević, S. Mladenović, D. Pejčić: "Istraživanje dinamičkih uslova rada železničkih vozila na prugama Železnica Srbije", XIII Naučno-stručna konferencija o železnici "ŽELKON '08", str. 217-221, Niš, 2008.

DEVELOPMENT AND VALIDATION OF ELECROLOCOMOTIVES PRIMARY SUSPENSION RUBBER-METAL ELEMENTS

Dušan STAMENKOVIĆ
Miloš MILOŠEVIĆ
Ivan PETROV
Milan BANIĆ

Abstract – Increased wear of a wheal crown on Serbian Railways is, among other, consequence of incompatibility of vehicles characteristics with service conditions. Incompatibility of vehicles dynamic characteristics is primarily reflected in suspension assembly. Paper describes relevant parameters which affect the great values of permanent deformation and variable elastic properties of primary suspension rubber-metal elements in service. Based on parameter identification, the proper compounds for manufacturing of primary suspension rubber-metal elements were defined. The results of the type test of noted elements are given in this paper also.

Key words – Primary Suspension, Rubber-Metal Elements, Type Test, Electro Locomotive

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

PRIMENA ALGORITAMA PROTIVKLIZNE ZAŠTITE NA SIMULACIONOM MODELU ELEKTRIČNE LOKOMOTIVE

Petar MARKOVIĆ [1]
Dragutin KOSTIĆ [2]
Nenad JEVTIĆ[3]

Rezime *– U radu su opisana dva algoritma protivklizne zaštite električnih vozila. Jedan algoritam je dijagnostičkog tipa, a drugi optimizacionog, baziran na fuzzy logici. Algoritmi su testirani na prethodno razvijenom Simulink elektromehaničkom modelu električne lokomotive. Uspešno je realizovan i regulator struje modelovane lokomotive, takođe primenom fuzzy logike. Algoritmi protivklizne zaštite koriste estimirane vrednosti adhezionih sila na kontaktu pogonskih točkova i šine, dobijene iz opservera stanja modelovanog sistema.*

Ključne reči – potivklizna zaštita, električna lokomotiva, model, Simulink

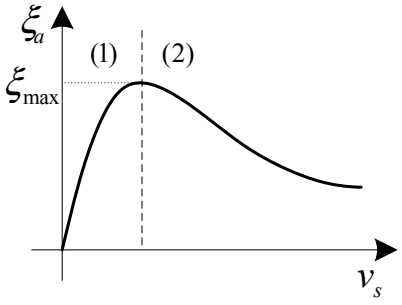
1. UVOD

Pojava proklizavanja između pogonskih točkova i šina predstavlja jedan od glavnih problema u upravljanju vučnom silom železničkih vozila. Kvalitetna i optimalna protivklizna zaštita je teško izvodljiva zbog toga što je adheziona karakteristika kontakta između točka i šine promenljiva u vremenu, nelinearna i zavisna od mnogih faktora, od kojih su najbitniji brzina vozila i uslovi na kontaku točak-šina.

Da bi se projektovao efikasan sistem protivklizne zaštite, potrebno je prethodno napraviti odgovarajući model vozila za računarsku simulaciju. Nedavno je realizovan i opisan [2] elektromehanički model električne lokomotive, koji se pokazao kao adekvatan i pouzdan za razvoj algoritama protivklizne zaštite. Uz model je realizovana i jednostavna protivklizna zaštita, po uzoru na onu koja je trenutno implementirana na ispitivanim lokomotivama. Rezultati simulacija [2] su se u velikoj meri poklopili sa mernim rezultatima [1] dobijenim u realnim uslovima. Ovim je utvrđeno da je model kvalitetan, a da algoritam protivklizne zaštite, koji je trenutno implementiran na lokomotivama može biti optimizovan. U ovom radu su prikazani rezultati primene naprednijih algoritama protivklizne zaštite, baziranih na fuzzy logici.

2. METODOLOGIJA

Adheziona karakteristika se opisuje nelinearnom zavisnošću koeficijenta adhezije ξ_a od brzine klizanja v_s između točka i šine, vremenski je promenljiva, a u svakom trenutku ima karakterističan oblik (tzv. adheziona kriva) prikazan na Sl. 1.



Slika 1. Karakterističan oblik adhezione krive

Vidi se da se maksimalna vrednost koeficijenta adhezije ima pri nekoj, određenoj vrednosti brzine klizanja. Ova tačka razdvaja stabilnu oblast adhezije (1) i nestabilnu oblast proklizavanja (2). Pod maksimalnim iskorišćenjem adhezije, tj. optimalnim upravljanjem vučnom silom vozila, podrazumeva se održavanje radne tačke na vrhu adhezione krive. Koeficijent adhezije i brzina klizanja se ne mogu direktno meriti, već samo proceniti uz manji ili veći stepen pouzdanosti. Oblik adhezione krive i položaj ekstremuma su nepoznati i stohastički promenljivi u vremenu. Do sada su razvijeni različiti matematički modeli koji analitički opisuju adhezionu krivu, uz mogućnost simulacije različitih realnih uslova na pruzi. Jedan takav [4] je i iskorišćen u simulacionom

[1] Petar MARKOVIĆ, dipl. inž. el., Saobraćajni fakultet u Beogradu, p.markovic@sf.bg.ac.rs
[2] Dragutin KOSTIĆ, Dr, Saobraćajni fakultet u Beogradu, d.kostic@sf.bg.ac.rs
[3] Nenad JEVTIĆ, Mr, Saobraćajni fakultet u Beogradu, n.jevtic@sf.bg.ac.rs.

modelu koji je predmet ovog rada.

Postoje dva tipa algoritama protivklizne zaštite: dijagnostički i optimizacioni. Dijagnostički algoritmi imaju za cilj brzu i adekvatnu reakciju, u vidu obaranja pogonskog momenta vučnog motora, nakon uočene pojave proklizavanja, tj. prelaska radne tačke u nestabilnu zonu (2) na Slici 1. S druge strane, optimizacioni algoritmi imaju za cilj stalno održavanje radne tačke što bliže optimalnoj tački na vrhu adhezione krive, u stabilnoj zoni (1).

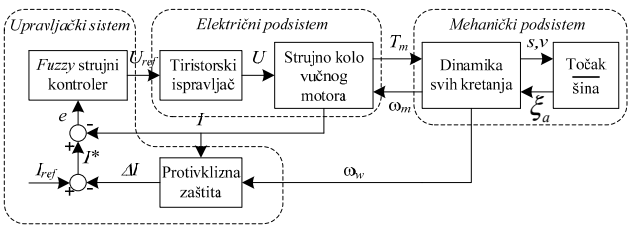
U radu će biti opisana tehnika i prikazani rezultati simulacija dva različita algoritma protivklizne zaštite.

Prvi algoritam je dijagnostičkog tipa. Koristi se činjenica da u tenutku proklizavanja određenih pogonskih osovina dolazi do razlike u vrednosti ugaoih brzina osovine koja proklizava i ostalih. Kada razlika dostigne određeni prag, reaguje se umanjenjem struje motora po unapred definsanom šablonu.

U drugom se upravlja strujom vučnih motora tako da se radna tačka održava oko optimuma adhezione krive, a na osnovu vrednosti priraštaja koeficijenta adhezije i priraštaja brzine klizanja. Koristi se činjenica da su u stabilnoj zoni priraštaji istog znaka, a u nestabilnoj suprotnog. Algoritam je realizovan primenom *fuzzy* logike. U ovom algortimu neopodno je izvršiti estimaciju adhezione sile, a na osnovu toga i koeficijenta adhezije, što se čini pomoću odgovarajućeg opservera stanja.

3. OPIS SIMULACIONOG MODELA

Model lokomotive se može podeliti na električni i mehanički podsistem. Električni podsistem sadrži nelinearni model vučnog motora za jednosmernu struju sa rednom pobudom i jednofazni poluupravljivi tiristorski ispravljač sa pripadajućim upravljačkim kolima. Mehanički podsistem opisuje prenos pogonskog momenta od vratila rotora vučnog motora do kontakta između točka i šine, dinamiku kretanja voza u longitudinalnom pravcu i, konačno, adhezionu karakteristiku na kontaktu između točka i šine prema rezultatu iz [4]. Upravljački deo sistema ima funkciju protivklizne zaštite i regulaciju struje vučnog motora. Uprošćeni blok-dijagram celokupnog modelovanog sistema je predstavljen na Sl. 2, a sam model detaljno opisan u [2].



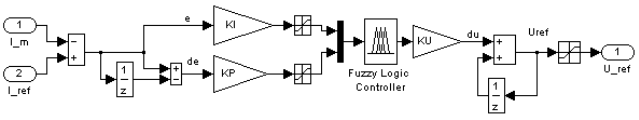
Slika 2. Blok-dijagram simulacionog modela

Da bi se moglo optimalno upravljati vučnom silom lokomotive, neophodno je realizovati regulator struje vučnog motora. Vučni motori modelovanih lokomotiva su sa rednom pobudom, veoma su nelinearnih karakteristika ($I = f(U)$, $T_m = f(I)$) i promenljivih i delimično nepoznatih parametara, pa se i ovde, kao logičan izbor, nameće primena nekog nelinearnog regulatora, konkretno, *fuzzy* strujnog kontrolera.

Tiristorski ispravljač je uspešno modelovan, kao i kontrolni blok za upravljanje njegovim radom, što je potvrđeno uspešnim simulacijama sistema sa zatvorenom spregom po struji motora i strujnim kontrolerom. Međutim, zbog želje za većom brzinom i boljim kvalitetom izvršavanja simulacija, kao i zbog činjenice da akcenat rada nije na upravljanju ispravljačem, odlučeno je da se u daljim simulacijama, u razvoju algoritama protivklizne zaštite ovaj blok isključi iz modela, tj. smatra jediničnim pojačavačem.

3.1. Fuzzy strujni regulator

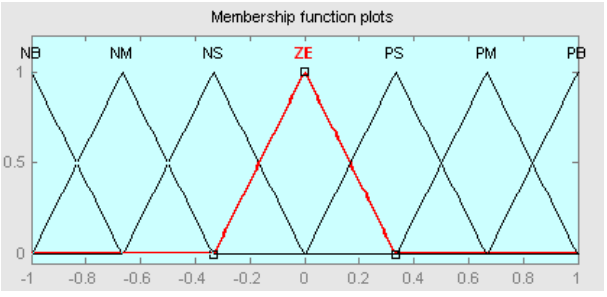
Za upravljanje strujom motora, u modelu je realizovan jednostavan *fuzzy* strujni regulator, PI tipa. Pošto se i u algoritmu protivklizne zaštite koristi *fuzzy*logika, ovde će biti dat kratak opis. Ulazi kontrolera su strujna greška *e* i priraštaj greške *de*, dok je izlaz priraštaj referentnog napona *du* (Slika 3). Sve ove veličine su skalirane na opseg [-1,1], faktorima čije su vrednosti eksperimantalno podešene.



Slika 3. Pojednostavljeni Simulink dijagram fuzzy strujnog regulatora

Kontroler je *Mamdani* tipa, tj. izlazna veličina (priraštaj referentnog napona) se određuje na osnovu skupa IF-THEN pravila.

Fazifikacija ulaznih i defazifikacija izlaznih veličina je izvršena definisanjem 7 opsega korišćenjem jednakih trougaonih funkcija pripadnosti (*Membership Functions*), kao što je prikazano na Slici 4.

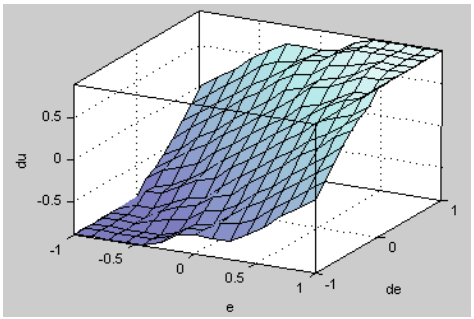


Slika 4. Trougaone funkcije pripadnosti svih ulaznih i izlaznih veličina

Uočeno je da su *fuzzy* kontroleri osetljivi i na najmanje promene njihovih parametara. To se naročito odnosi na broj, položaj i oblik funkcija

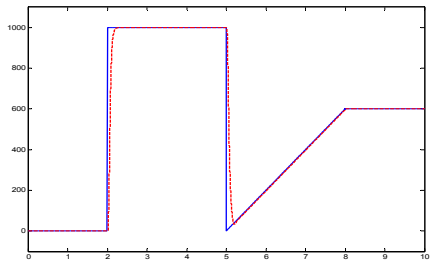
pripadnosti ulaznih i izlaznih veličina. Međutim, u ovom radu je u svim *fuzzy* kontrolerima korišćen skup funkcija pripadnosti prikazan na Sl. 4, što otvara pravac za dalje poboljšanje kontrolnih struktura u modelu definisanjem novih funkcija pripadnosti.

Na Sl. 5 je prikazana površ koja opisuje zavisnost izlaza od normalizovanih ulaznih veličina, kod projektovanog strujnog *fuzzy* kontrolera.



Slika. 5. Površ koja opisuje zavisnost izlaza od ulaza strujnog fuzzy kontrolera

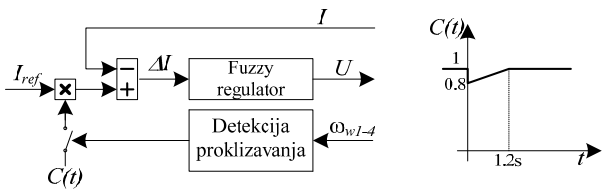
Pored toga što je jednostavne strukture, ovaj kontroler veoma dobro reguliše struju motora, iako nije posvećena pažnja daljem poboljšavanju njegovih karakteristika, npr. menjanjem funkcija pripadnosti ili skupa pravila. Vremenski dijagram odziva struje motora na neku karakterističnu referencu prikazan je na Sl. 6.



Sl. 6. Odziv struje motora (isprekidana linija) na zadatu referencu (puna linija)

3.2. Protivklizna zaštita

Prvi algoritam protivklizne zašttite, dijagnostičkog tipa, reaguje u trenutku kada razlika ugaonih brzina osovine koja proklizava i minimalne ugaone brzine ostalih osovina dostigne vrednost $0.2\,\mathrm{rad/s}$. U tom trenutku, referenca struje se obara na 80% vrednosti, a ond linearno vraća na 100%, kao što je prikazano na Slici 7.



Sl. 7. Realizacija dijagnostičkog algoritma protivklizne zaštite

Drugi algoritam protivklizne zaštite deluje na osnovu odnosa priraštaja brzine klizanja i koeficijenta adhezije. Koristi se činjenica da u stabilnoj zoni adhezione krive (Sl. 1) oba priraštaja imaju isti znak, a u nestabilnoj suprotan. [3]

Brzina klizanja je jednaka razlici brzine oboda točka na mestu dodira sa šinom i brzine kretanja voza. Signal ugaone brzine se uzima iz opservera stanja umesto direktno sa enkodera zbog postojanja značajnog kvantizacionog šuma merenja, pa je:

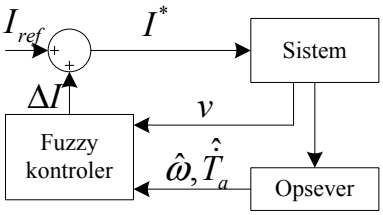
$$v_s = \hat{\omega}R - v \Rightarrow \dot{v}_s = \dot{\hat{\omega}}R - \dot{v} \tag{1}$$

Priraštaj koeficijenta adhezije se dobija na osnovu procenjene vrednosti diferencijala adhezionog momenta iz opservera stanja:

$$\hat{\dot{\xi}}_a = \frac{\hat{\dot{F}}_a}{N} = \frac{\hat{\dot{T}}_a}{RN}. \tag{2}$$

Izlaz iz *fuzzy* kontrolera je kompenzacioni priraštaj reference struje motora, koji se dodaje spolja zadatoj vrednosti strujne reference.

Na Sl. 8 je prikazan uprošćeni dijagram ove kontrolne strukture.

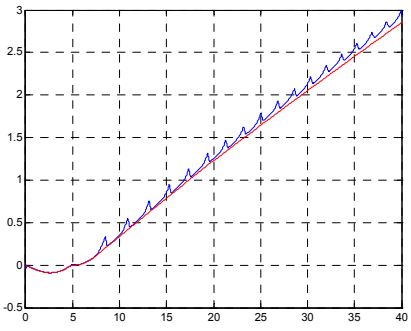


Slika 8. Blok dijagram optimizacionog fuzzy algoritma protivklizne zaštite

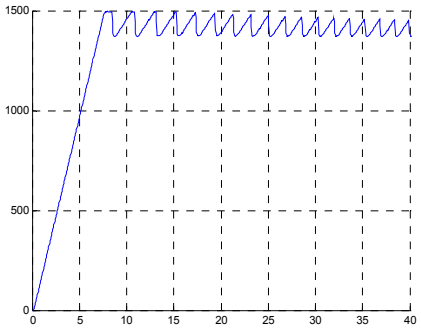
4. REZULTATI SIMULACIJA

Kao ilustracija rezultata rada, izvršene su dve simulacije sa istim parametrima, samo sa različitim primenjenim algoritmima protivklizne zaštite. Prikazani su vremenski dijagrami najbitnijih veličina: brzina voza, ugaona brzina jedne pogonske osovine i struja odgovarajućeg motora.

Simulacija dejstva dijagnostičkog algoritma protivklizne zaštite:

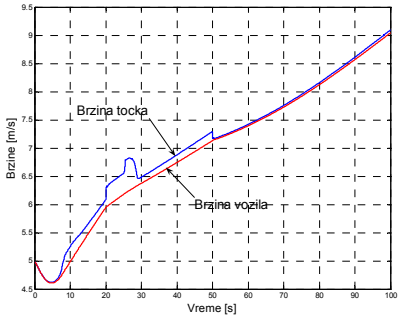


Slika 9a. Vremenski dijagram brzine voza i jednog pogonskog točka

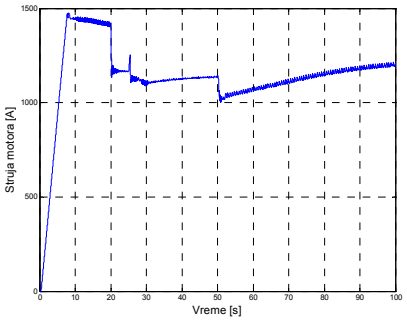


Slika 9b. Vremenski dijagram struje vučnog motora

Simulacija dejstva optimizacionog *fuzzy* algoritma protivklizne zaštite:



Sl. 10a. Vremenski dijagram brzine voza i jednog pogonskog točka



Sl. 10b. *Vremenski dijagram struje vučnog motora*

5. ZAKLJUČAK

Zbog mnogih nelinearnosti i vremenske neodređenosti na koje se mora računati u upravljanju vučnom silom električnih vozila, korišćenje *fuzzy* logike u projektovanju kontrolnih algoritama je dobar izbor, što je i potvrđeno rezultatima izvedenih simulacija.

Prvi prikazani algoritam bolje reguliše nagle negativne pojave vraćajući radnu tačku u stabilnu zonu adhezione krive i jednostavniji je za primenu. Međutim, oscilacije struje su prevelike, što se može popraviti uvođenjem nekih optimizacionih tehnika, na primer *fuzzy* logike.

Drugi algoritam koji je prikazan izvršava finiju regulaciju vučne sile, uz minimalne oscilacije struje vučnog motora, što je očigledna prednost. Ali, ograničen je problemom poznavanja tačne vrednosti brzine vozila, tako da postoji prostor u pravcu razvijanja i primene nekih metoda za tačno merenje ili estimaciju brzine kretanja voza.

Rad je realizovan u sklopu projekta TR-15020 pod nazivom "Istraživanje i razvoj novih metoda za optimalno korišćenje adhezionih mogućnosti vučnog vozila", koji je finansiran od republičkog Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj.

LITERATURA

[1] P. Marković i D. Kostić: "Analiza dejstva protivklizne zaštite na lokomotivama Železnica Srbije", *Elektronski zbornik radova 52. konferencije Etran*, Palić, 2008.

[2] P. Marković i D. Kostić: "Modelovanje pojave proklizavanja na lokomotivama Železnica Srbije", *Elektronski zbornik radova 53. konferencije Etran*, Vrnjačka Banja, 2009.

[3] P. Marković i D. Kostić: "Fuzzy Logic Slip Controller of an Electric Locomotive", *Proceedingss of 15th International Symposium on Power Electronics Ee 2009*, Novi Sad, 2009.

[4] O. Polach: „Creep forces in simulations of traction vehicles running on adhesion limit", *Wear 258,* 2005, pp. 992–1000

IMPLEMENTATION OF SLIP CONTROLL ALGORITHMS ON THE SIMULATION MODEL OF AN ELECTRICAL LOCOMOTIVE

Petar MARKOVIĆ
Dragutin KOSTIĆ
Nenad JEVTIĆ

Abstract – The paper presents two algorithms of slip control of electric vehicles based on fuzzy logic. The first algorithm is of diagnostic type, and the second is an optimization algorithm. The algorithms were tested on the previously developed Simulink electromechanical model of the electric locomotive. The current regulator of the locomotive is successfully developed, by application of the fuzzy logic. Both algorithms of slip control are using the estimated values of the adhesion forces on the contact of wheel/rail, derivated from the state observer of the modeled system.

Key words – slip control, electric locomotive, model, Simulink

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

KONTROLNIK IZOLOVANOSTI ELEKTRIČNIH LOKOMOTIVA

Sava JELIĆ[1]

Rezime *– Oslanjajući se na pokazane nedostatke postojećih rešenja razvijen je uređaj za kontrolu izolovanosti električnih mreža i postrojenja, u okviru koga je posebna izvedba posvećena zaštiti električnih lokomotiva. Rad kontrolnika se zasniva na utiskivanju struje niske učestanosti u štićeni strujni krug, izdvajanju tog signala od signala ostalih učestanosti, merenju amplituda i faza napona i struja koje se zatvaraju preko impedansi izolovanosti, sračunavanju otpora izolovanosti, prikazu njegove vrednosti, upravljanju elementima svetlosne i zvučne signalizacije i, u kritičnim slučajevima koji bi mogli dovesti do požara, isključenju napajanja štićenog kola. Informatičnost o promenama otpora izolovanosti tokom vremena koju kontrolnik, zasnovan na mikroračunarskoj tehnici, poseduje, omogućuje racionalne i efikasne preventivne mere na čišćenju i održavanju štićenih uređaja i prateće instalacije. Kontrolnik izolovanosti električnih lokomotiva KI 200EV, zaštićen patentom kod Zavoda za intelektualnu svojinu, obavlja trajnu i selektivnu kontrolu i zaštitu. Trajna kontrola odnosi se na praćenje otpora izolovanosti i pre nego što lokomotiva krene, a selektivna na posebnu zaštitu strujnih krugova svakog vučnog motora i kola pomoćnog pogona.*

Ključne reči – izolovanost, zaštita, požar, lokomotiva

1. UVOD

U odnosu na uzemljene (TT) i nulovane (NT) električne mreže, izolovane (IT) mreže, kakva je lokomotivska, su u prednosti zbog veće raspoloživosti i znatno manje opasnosti od požara. Navedene prednosti dolaze do izražaja samo ako se izolovanost mreže stalno meri i u skladu sa rezultatima merenja preduzimaju mere na signalizaciji lošeg stanja i eventualnom isključenju tj. prekidu napajanja štićene celine ili delova čiji je otpor izolovanosti krajnje nizak. Reč eventualno govori o slobodi korisnika kontrolnika izolovanosti da meru isključenja primeni. Ta sloboda je data zbog toga što mreža posle prvog zemljospoja može i dalje da radi (na tome je, pored ostalog, i zasnovana njena visoka raspoloživost) ali, kao i svaka sloboda, povlači odgovornost, jer sledeći zemljospoj na drugom mestu može da dovede do tragičnih posledica. U složenim mrežama se praktikuje da se isključe samo ugroženi delovi, a da ceo sistem nastavi da radi sa smanjenim performansama.

Za sredstva merenja postoje stroga ograničenja, jer ona, sama po sebi, ne smeju biti uzrok zagrevanja, varnica i drugih uzroka slabljenja izolacije i pojave požara. Pravila za kontrola izolovanosti sadržana su u propisu Međunarodne elektrotehničke komisije IEC 61557-8, koji je odnedavna i srpski standard. U nastavku, u svetlu tih propisa, najpre se analizira stanje postojeće zaštite diodnih električnih lokomotiva a zatim izlaže rešenje za zaštitu tih i drugih elektrovučnih vozila.

2. POSTOJEĆE ZAŠTITE OD ZEMLJOSPOJA

Na diodnim električnim lokomotivama bivših Jugosovenskih železnica zaštita od zemljospoja izvedena je pomoću takozvanih relea zemljospoja, koji se zajedno sa jednim rednim otpornikom vezuju između mase lokomotive i dela štićene mreže. Zaštita je izvedena na 4 načina: **a)** postavljanjem relea između međusobno spojenih krajeva svih vučnih sekundara i mase lokomotive, **b)** sa jednim ili dva relea zemljospoja u seriji sa jednim ili više otpornika spojenim između krajeva sekundara transformatora i mase lokomotive, **c)** tako što su minus krajevi grupa od po dva motora međusobno spojeni i preko zasebnih relea zemljospoja i zajedničkog predotpora vezani na masu lokomotive i **d)** serijska veza relea zemljospoja i predotpornika, posebno za svaki vučni motor, vezana između minus kraja ispravljača i mase lokomotive.

U okviru užeg grupisanja važna je podela na veze relea zemljospoja za naizmeničnu ili jednosmernu stranu vučnog strujnog kruga i, posebno, na potpunu, delimičnu ili nikakvu selektivnost. Oslanjanjem na jednosmerni umesto na naizmenični deo vučnog

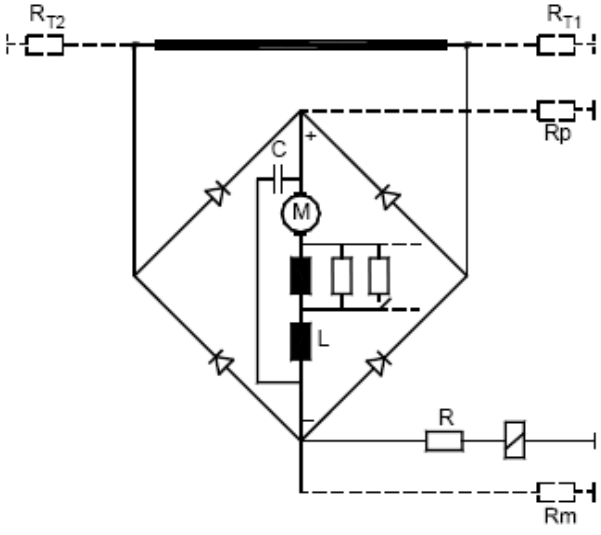
[1] Prof. dr Sava JELIĆ, dipl. ing., 11111 Beograd, Nevesinjska 2. e-mail: sjelic@ptt.rs; Tel. 065 2000950

strujnog kruga veća pažnja se posvećuje kontroli izolovanosti vučnih motora koji su, inače, daleko više podložni zemljospoju od sekundara transformatora. Značaj selektivnosti je nesporan: pri oslabljenom otporu izolovanosti iz rada se isključuju samo jedna ili dve, zajedno štićene, mašine a ostale mogu da nastave rad. Po oba navedena osnova najbolje do sada primenjivano rešenje je **d)**. Analiza delotvornosti zemljospojne zaštite koja sledi, ima za osnovu najpre ovo, do sada najbolje primenjivano rešenje.

2.1. Način rada i ekvivalentna šema pobude relea zemljospoja

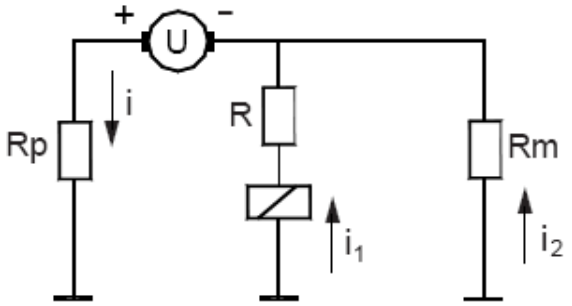
Kod ove zaštite strujni krug svakog vučnog motora ima svoj rele zemljospoja, čime ona zaslužuje naziv selektivna. Svako rele i pripadajući redni predotpornik vezano je između minus kraja diodnog mosta i mase lokomotive. Redni predotpornik (R) se ostvaruje u vidu otpornika snage čija je omska vrednost par desetina oma. Rele se podešava tako da deluje kad kroz njega protekne struja od nekoliko ampera. U slučaju koji analiziramo predotpor ima vrednost 50 Ω, a struja kroz rele pri kojoj on reaguje je 6 A.

Šema napajanja jednog vučnog motora sa pripadajućom zaštitom od zemljospoja prikazana je na slici 1.



Slika 1. Šema napajanja jednog vučnog motora sa pripadajućom zaštitom od zemljospoja

Isprekidanim linijama su na ovoj slici označeni otpori izolovanosti plus i minus kraja jednosmernog vučnog strujnog kruga Rp i Rm, kao i otpori izolovanosti naizmeničnog dela R_{T1} i R_{T2}. Struja kroz rele može da teče samo pod dejstvom ispravljenog napona vučnog strujnog kruga (U) preko ovih otpora izolovanosti prema masi lokomotive. Struja kroz rele preko Rp i Rm teče pod puno ispravljenim, a kroz R_{T1} i R_{T2} pod poluispravljenim naponom. R_{T1} i R_{T2} su u odgovarajućim periodama u svojevrsnoj redno-paralelnoj sprezi sa Rm , pa ako ih uz njega svrstamo, dobijamo jednostavnu ekvivalentnu šemu pobuđivanja relea zemljospoja (slika 2).



Slika 2. Ekvivalentna šema pobuđivanja relea zemljospoja po selektivnoj zemljospojnoj zaštiti

Glavni zadatak analize delovanja zaštite je da pokaže kad će rele, zavisno od visine napona U i vrednosti otpora izolovanosti Rp i Rm, da se aktivira i kakve su pre toga prilike u kolu.

2.2. Osnovna kritična stanja

Pre detaljne, matematičke analize uslova za delovanje relea mogu se pregledom ekvivalentne šeme uočiti bitne karakteristike rada i kritična stanja za njegovo delovanje odnosno nedelovanje. To su lako vidljiva stanja. Prvo, vidi se da rele neće delovati dok na vučnom motoru nema napona. Struja za aktiviranje relea je direktno srazmerna naponu motora, pa se oslabljena izolovanost može otkriti tek pošto dovoljno poraste napon na motoru tj. sve dok, u vuči, lokomotiva ne dostigne izvesnu brzinu.

Među bitne karakteristike spada velika struja potrebna za aktiviranje relea. Struja od blizu 6A, koja teče kroz rele pre nego što se ono aktivira prolazi preko nekih otpora izolovanosti vučnog strujnog kruga prema masi. Iznos od 6 A je prevelik i predstavlja opasnost od požara, jer se kao opasna granica za inicijalizaciju požara smatra struja između dva metalna dela od samo 500 mA. Novi, važeći propis za kontrolu izolovanosti, dozvoljava da kontrolnik za merenje izolovanosti koristi utisnutu struju od najviše 1 mA.

(Požar, čiji je čest uzrok visok porast temperature ili električni luk koji se javljaju kao posledica oslabljene izolacije može imati dramatične posledice i za ljude i za okolinu. Opasnost od požara je to veća što su veće struje zemljospoja, a zavisi i od lokalnih uslova koji mogu pogodovati širenju vatre i eksploziji. Elektricitet je, inače, čest uzrok požara. Ispitivanja su pokazala da struja od samo pola ampera može dovesti do žarenja dvaju metalnih delova koji dolaze u slučajan dodir. Taj prag rizika od 0,5 A uvršten je u francuski nacionalni standard NF C 15-100, deo 482.2.10.)

Najopasnije, pravo kritično, stanje nastaje kad minus kraj vučnog strujnog kruga prvi padne na masu lokomotive tj. kad je Rm=0. U tom slučaju rele je, po slici 2, premošten pa neće nikad delovati, bez obzira

koliko nizak bio otpor izolovanosti Rp. Ovo stanje se ničim ne signalizira, a pri njemu otpornik Rp trpi ceo napon vučnog strujnog kruga i apsorbuje snagu upravno srazmernu kvadratu tog napona i obrnuto srazmernu svojoj vrednosti. To su goleme snage od kojih može sve da se upali. Pri maksimalnom naponu jednosmernog vučnog strujnog kruga od 770 V i otporu Rp od 10 oma razvijena snaga je 59 kW, a pri otporu Rp od 1 oma skoro 600 kW! I u manje kritičnim stanjima na Rp se razvija znatna snaga koja predstavlja opasnost od požara.

Navedene vrednosti su samo deo opšte slike stanja dobijene iz jednačina za struje i snage koje se, pre delovanja relea zemljospoja, razvijaju na otporima izolovanosti Rp i Rm predstavljenim na slici 2.

2.3. Rezime karakteristika postojeće selektivne zaštite

Pored nepostojanja opomene o oslabljenoj izolovanosti, koja bi ukazivala na potrebu preventivnog održavanja, za postojeću selektivnu zaštitu su karakteristični:

-veoma široka oblast otpora izolovanosti pri kojima rele zemljospoja ne deluje (deluje samo pri malim vrednostima otpora izolovanosti (reda nekoliko desetina oma) plus kraja vučnog strujnog kruga prema masi,

-mogućnost razvoja velikih snaga na otporima izolovanosti pre delovanja relea i prateća opasnost od požara,

-potpuna eliminacija zaštitnog dejstva relea zemljospoja ako prvi na masu padne minus kraj jednosmernog vučnog strujnog kruga. Pri tom su moguće opasno velike struje zemljospoja i teške prateće posledice.

2.4. Dodatne karakteristike neselektivnih zaštita

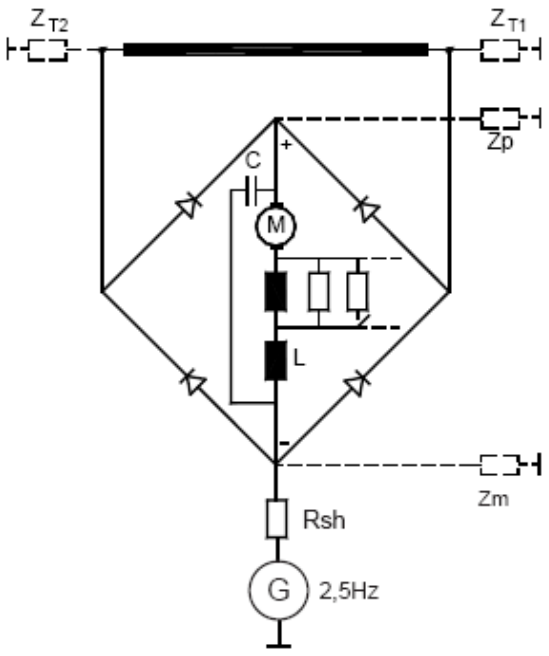
Neselektivne zaštite ne zaslužuju posebnu pažnju, jer pored problema kojima su opterećene selektivne zaštite, neselektivne imaju i druge krupne dodatne nedostatke. Prvi među njima je što postoji više slučajeva pri kojima se rele premošćuje tj. kad se zaštita onesposobljuje pa češće može doći do velikih struja zemljospoja i pratećih opasnosti od požara. Drugi, takođe veoma značajan, dodatni nedostatak su veće disipirane snage, koje mogu biti ravne zbiru snaga više vučnih motora koji rade u režimima kad rele zemljospoja ne deluje. I sama neselektivnost je, razume se, ozbiljan nedostatak za eksploataciju lokomotiva.

2.5. Zaključci o stanju zemljospojne zaštite

Postojeća zemljospojna zaštita diodnih elektrolokomotiva ne predstavlja ni u jednom svom vidu dovoljnu kontrolu izolovanosti vučnih strujnih kola. Struje zemljospoja i disipirane snage pri kojima relea zemljospoja ne reaguju su neprihvatljivo velike i predstavljaju direktnu opasnost od požara. Kod svih primenjenih zaštita postoje prilike u kojima je rele zemljospoja potpuno neutralisan, pa od vrlo velikih struja zemljospoja, koje pri tom mogu nastati i prouzrokovati teške posledice, nema nikakve zaštite. U diodnim lokomotivama ne postoji zemljospojna zaštita kola pomoćnog niti kola baterijskog napona.

3. OSNOVE KONTROLNIKA KI 200EV

Kod kontrolnika izolovanosti za elektrovučna vozila KI 200EV, koji se oslanja na mikroračunarske industrijske kontrolnike KI 200 i široko primenjeni kontrolnik dizelelektričnih lokomotiva EP 169A, između minus kraja ispravljača i mase lokomotive priključuje se, kako je to pokazano na slici 3, generator niske učestanosti koji u kolo utiskuje struju čija je jačina obrnuto srazmerna impedansi izolovanosti. Podaci o amplitudi i fazi napona ovog generatora i struje, koja se meri kao pad napona na sa njim redno vezanim otpornikom Rsh, uvode se u mikroračunar gde se obavlja filtriracija, eliminiše uticaj kapacitivne komponente i sračunava rezistansa izolovanosti. Na osnovu vrednosti izmerenog otpora izolovanosti mikroračunar daje komande za signalizaciju niskog nivoa a na još nižem pragu delovanja za isključenje štićenog motora. Informatičke funkcije kontrolnika obuhvataju prikaz otpora izolovanosti svakog vučnog motora i kola pomoćnog pogona, pamćenje događaja i vremena u kom su se odigrali, te mogućnost preuzimanja podataka u prenosni računar i dr. Tako smo dobili sveobuhvatan, selektivni, informatički podržan kontrolnik nove tehnološke generacije.



Slika 3. Šema utiskivanja ispitne učestanosti u kolo vučnog motora

4. ZAKLJUČAK

Prikaz postojećih sredstava zaštite od zemljospoja praćen rezultatima računara, koji ukazuje na njihovu neefikasnost i opasnosti od požara koji se može desiti pre njihovog reagovanja, dao je podsticaj razvoju kontrolnika izolovanosti KI 200EV namenjenog električnim vučnim vozilima.

Novi kontrolnik je sveobuhvatna zaštitna naprava zasnovana na primeni mikroračunara i pratećih integrisanih elektronskih komponenata. Funkcionalne karakteristike i pragovi delovanja određuju se programski.

Informatičke funkcije kontrolnika obuhvataju prikaz otpora izolovanosti svakog vučnog motora i kola pomoćnog pogona, pamćenje događaja i vremena u kom su se odigrali, te mogućnost preuzimanja podataka u prenosni računar i dr. Tako smo dobili sveobuhvatan, selektivni, informatički podržan kontrolnik nove tehnološke generacije.

LITERATURA

[1] Bernard Lacroix, Roland Galvas: Earthing systems in LV (Cahier Technique Merlin Gerin n^{o} 172).
[2] S. Jelić: Prvo domaće rele zemljospoja za dizel-električne lokomotive, "Železnice", 6/74.
[3] S. Jelić: Novo rešenje za zaštitu lokomotiva od zemljospoja,"JUREMA", Split, 1985.
[4] S. Jelić: Novine u zaštiti od zemljospoja, eksplozija i požara, Savetovanje iz oblasti standardizacije i atestiranja el. opreme za eksplozivne atmosfere, "Jugopetrol-Beograd", 1995.

ELECTRICAL LOCOMOTIVES INSULATION MONITOR

Sava JELIĆ

Abstract – The analyses of existing monitors applied on diode electrical locomotives is followed by description of new microcontroller based selective insulation monitor. Way of operation: The monitors induce a low frequency voltage, low current on traction motor windings & supply circuits, filters, measures their phase and amplitudes against locomotive's mass, calculates circuit resistance to ground – should the resistance fall below predetermined levels, the monitor activates alarm (first, warning level) and contacts prohibiting the circuit to be energized (second, critical case in which fire could happen). Information on insulation resistances, continuously shown on the monitor's display, could make a basis for rational and effective maintenance measures. The monitoring of insulation is selective (by each traction motor and auxiliary circuits) and permanent, so the locomotive insulation monitor is on- and off-line monitoring device. The construction is by patent-law protected.

Key words – insulation, protection, fire, locomotive

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

MODELIRANJE NOSEĆIH STRUKTURA TEHNIKOM PODSTRUKTURA

Miomir JOVANOVIĆ[1]
Predrag MILIĆ[2]

Rezime – Rad pokazuje kako prevazići ograničenja u generisanju diskretnih modela automatskim predprocesorima (u FEA) kod velikih nosećih struktura kakva su postolja železničkih vozila. Takodje u radu se može videti kako se tehnikama mapiranja mogu razviti mreže konačnih elemenata koje svojom detaljnošću zadovoljavaju industrijske zahteve. To se u prvom redu odnosi na odredjivanje složenih naponskih stanja u ugaonim i sučeonim šavovima zavarenih nosača železničkih vozila. Rezultati i tehnike su grafički interpretirane na slikama i predstavljaju praktična iskustva i procedure verifikacije odgovornih struktura na železnici.

Ključne reči – postolje lokomotive, podstrukture, FEA, megamodeli

1. UVOD

U praktičnoj primeni metode konačnih elemenata (FEM), srećemo se sa zahtevom da se rešavaju zadaci koji topološki verno opisuju objekte koje projektujemo. Kod železničkih vozila potrebno je tačno opisati sve elemente postolja jer je ta geometrija osnova naponskog i deformacionog nagomilavanja. Naručilac analiza najčešće ne prihvata aproksimacije geometrije. Sa druge strane, u statičkoj i dinamičkoj analizi, velike sklopove železničkih vozila ne možemo parcijalo (nezavisno) posmatrati. Tako nastaje klasičan problem FEM analize – vrlo veliki diskretni model. Taj model koji često dostiže više miliona jednačina, poznat je kao megamodel. Megamodeli obavezno nose sa sobom probleme dobrog (numerički čistog) definisanja geometrije i veza među konačnim elementima. Problem najčešće nastaje u modulu za prostornu podelu kontinuuma na pravilne volumene – konačne elemente. Probleme uslovljavaju zahtevi generisanja mreža velikog obima i složenosti. Kako rešavati takve zadatke kakav je postolje lokomotive?

2. KONCEPT PODSTRUKTURA

Generisanje velikih geometrijskih modela može se izvršiti uprošćavanjem naloga automatske generacije na više manjih submodela i njihovim pojedinačnim sabiranjem. Naime, celokupan kompaktan kontinuum 3D geometrijskog modela treba podeliti na više geometrijskih podcelina i na svakoj podcelini generisati diskretni model. Podela geometrije celine zavisiće od samog programa za izradu mreže. Podelom geometrije celine na 3-4 dela značajno se smanjuje složenost zahteva koji se daje automatskom generatoru. Na taj način se parcijalno generišu diskretne strukture mreža na 3D geometrijskim delovima celine – poznate kao podstrukture. Da bi te podstrukture mogle da se spoje u jedinstven model, potrebno je definisati uslove razvoja istih mreža na njihovim medjusobnim kontaktnim površinama. Dakle, potrebno je generisati identične mreže konačnih elemenata na spojnim površinama podstruktura. To se postiže podešavanjem kontrolnih parametara mreže (size, bias, angle, element between).

Analiza podstruktura [1] koristi tehnke redukcije matrica za redukciju matrice sistema na manji broj stepena slobode kretanja. Podstruktura (super element) može se koristiti u bilo kojoj vrsti analize (sa nekim ograničenjima i kod spregnutih problema). On jednostavno predstavlja skup elemenata redukovan tako da se ponaša kao jedan element. Taj element (super element) može se koristiti za željenu analizu ili za formiranje novog super elementa. Nakon analize koristi se detaljna rekonstrukcija rešenja super elementa (npr. pomenja i naponi) u takozvanom expansion-om prolazu. Rešavanje zadatka polazi od osnovne statičke jednačine koja glasi:

$$[K]\{u\} = \{F\} \qquad (1)$$

U jednačini (1), [K] je matrica krutosti, {u} su globalna pomeranja a {F} vektor opterećenja. Jednačina se može podeliti u dve grupe, *master*-glavni (zadržani) stepeni slobode (označeni indeksom „m“) i *slave*-pomoćni stepeni slobode kretanja (označeni indeksom „s“):

[1] dr Miomir JOVANOVIĆ, r. profesor, Mašinski fakultet Niš, ul.A.Medvedeva 14, miomir@masfak.ni.ac.rs
[2] Predrag MILIĆ, asistent, Mašinski fakultet Niš, ul.A.Medvedeva 14, e-mail: pmilic@masfak.ni.ac.rs

$$\begin{bmatrix} [K_{mm}] & [K_{ms}] \\ [K_{sm}] & [K_{ss}] \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \{u_m\} \\ \{u_s\} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \{F_m\} \\ \{F_s\} \end{Bmatrix} \quad (2)$$

Sredjivanjem:

$$\begin{aligned} [K_{mm}]\{u_m\} + [K_{ms}]\{u_s\} &= \{F_m\} \\ [K_{sm}]\{u_m\} + [K_{ss}]\{u_s\} &= \{F_s\} \end{aligned} \quad (3)$$

Glavni stepeni slobode kretanja moraju sadržati stepene slobode kretanja svih čvorova na površinama koje su u kontaktu sa ostalim delovima strukture.

$$\{u_s\} = [K_{ss}]^{-1}\{F_s\} - [K_{ss}]^{-1}[K_{sm}]\{u_m\} \quad (4)$$

izdvajanjem

$$\begin{aligned} [[K_{mm}] - [K_{ms}][K_{ss}]^{-1}[K_{sm}]]\{u_m\} = \\ = \{F_m\} - [K_{ms}][K_{ss}]^{-1}\{F_s\} \end{aligned} \quad (5)$$

$$[\hat{K}]\{u\} = \{\hat{F}\} \quad (6)$$

gde su članovi jednačine podstruktura:

$$\begin{aligned} [\hat{K}] &= [[K_{mm}] - [K_{ms}][K_{ss}]^{-1}[K_{sm}]] \\ \{u\} &= \{u_m\} \\ \{\hat{F}\} &= \{F_m\} - [K_{ms}][K_{ss}]^{-1}\{F_s\} \end{aligned} \quad (7)$$

Preostaje da se eliminiše višestrukost čvorova i sastavi složena celina strukture iz podstruktura. To se postiže:

1. Izborom jedinstvenog koordinatnog sistema,
2. Eksportovanjem CAD delova u format iges,
3. Importovanjem iges solida u generator mreža,
4. Mapiranje kontaktnih površina solida,
5. Parcijalno generisanje mreža i kontrola,
6. Eliminacija višestrukih čvorova.

Dalje rešavanje obimnog zadatka isključivo zavisi od solvera algebarskog sistema jednačina.

3. OPIS TEHNIČKOG PROJEKTA

Fabrika Lokomotiva a.d. MIN-Niš u saradnji sa Katedrom za Transportnu tehniku i logistiku Mašinskog fakulteta Niš, realizovala je Projekat [2] poboljšanja kvaliteta železničkog vozila DHD 200 DK klasifikovanog kao dizel hidraulična dresina snage 209 kW, nosivosti Q=8 t, bruto mase 28 t, opremljenog dizalicom 6.1/2.1 t/m i opremom za hidraulično kipovanje tereta. Projekat tretira složenu konstrukciju postolja vozila sa aspekta čvrstoće radi poboljšanja naponsko-deformacionog stanja postolja. Projekat je dao razvojna poboljšanja konstrukcije postolja korekcijom početnog rešenja, promenom položaja i geometrije članova, dodavanjem i oduzimanjem masa. Projekat predstavlja skup statičkih CAD/FEA strukturnih analiza, kojima se istražuje naprezanje kontinuuma postolja pri delovanju 12 nazivnih i 5 alternativnih kombinacija opterećenja [3]. Grupom sukcesivnih promena polaznog tehničkog rešenja (koje je dao Projektni biro Lokomotive a.d.) uvedena su poboljšanja dovođenjem napona i pomeranja u dozvoljene granice. Dobijenim rešenjem zadovoljeni su Tehnički uslovi br. 12 i JŽ V2.005. Strukturna analiza izvršena je metodom konačnih elemenata, na bazi linearne teorije deformacija primenom programa SSAP 4.0. Izrada diskretnog modela je vršena pre/post procesorom FEMAP [6]. Geometrijsko modeliranje izvedeno je programom SolidWorks 2005. Dozvoljeni naponi su određeni na bazi SRPS JUS U.E7.145-150 i EC3 standarda.

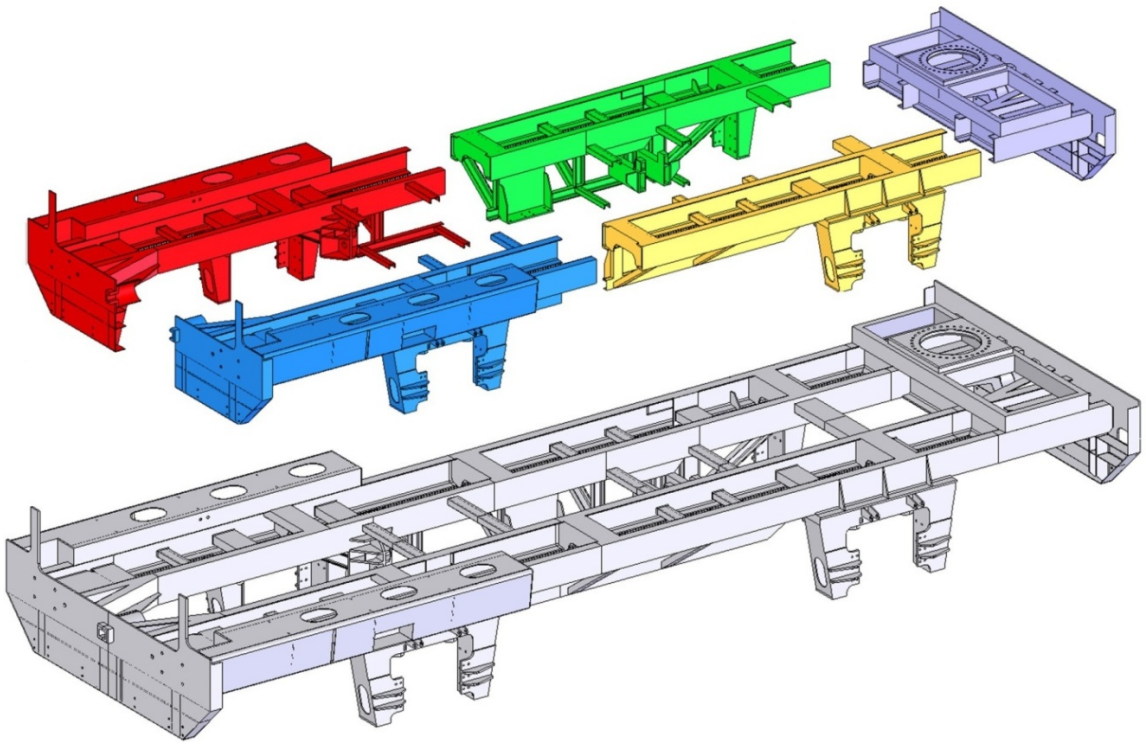
4. RAZVOJ CAD-FEA MODELA

Postolje vozila DHD 200 DK izrađeno je od vruće valjanih čelika Fe 430 i Fe 510 (EN 10025). Noseća konstrukcija postolja je forme krutog prostornog rama geometrije paralelopipeda, slika 1. Sastoji se od dve paralelne uzdužne centralne rešetke sa gornjim pojasem od UNP 240, bočnim uzdužnim nosačima UNP 240, prednje i zadnje frontalne ploče, poprečnih veza otvorenim profilima UNP 100/200, rama i ploča za ugradnju dizalice. Rešetkasta konstrukcija je netipična, niska, bez čvornih limova, sa ojačanjima na mestu spojeva. Dimenzije postolja bez odbojnika su LxBxH= 8760 x 2800 x 1415 mm. Svi delovi postolja spojeni su zavarivanjem.

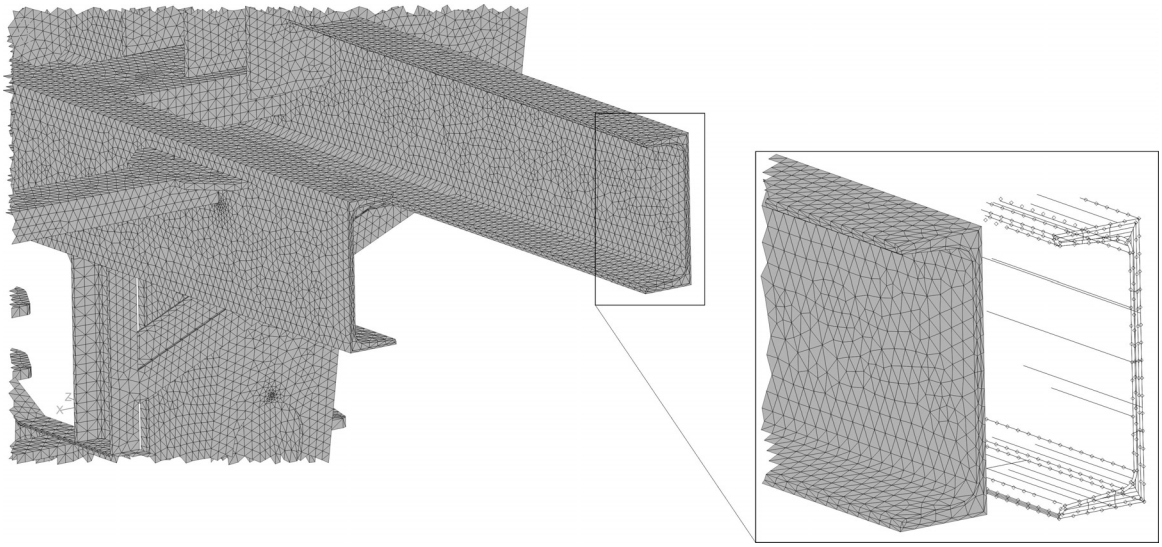
Direktno generisanje diskretnog modela nije bilo moguće zbog veličine i složenosti modela [4]. Zato je geometrijski model podeljen u pet podcelina pojedinačno bliskih dimenzija, slika 1. U tom rasporedu kako stoje u konstrukciji, podceline su eksportovane kao geometrijski iges modeli za razmenu. Ti iges geometrijski modeli su učitani u jedan model dokument FEM modelera. Izvršeno je mapiranje i predračun veličine elementa. Tada je na svakom od pet solida generisana mreža konačnih elemenata. Korišćen je tetraedar sa 12 stepeni slobode po elementu. Razvijena je slobodna mreža. Glavni uslov razvoja mreže je visoka vernos diskretnog i geometrijskog modela. To znači da su modelirani ne samo glavni delovi kontinuuma već i otvori, radijusi, šavovi, prelazna geometrija toplovaljanih profila, rebra, nastavci profila, površinsko oslanjanje. Za analizu složenog prostornog naponskog stanja uzet je uporedni Von Mises-ov napon i maksimalni tangentni napon. Izbor uporenog napona izvršen je prema elastičnom ponašanju, kod koga se najveći deo rada troši na deformaciju geometrije, hipoteza *Henky-Huber-Mises*.

Izbor konačnih elemenata izvršen u domenu solida. Osnova za to je primena srednje debelih i debelih limova za nosače i elemente spajanja koji se karakterišu prostornim naponskim stanjem. Ograničenje modela je uslovljeno veličinom (masom) postolja, koja uslovljava obim numeričkog modela. Zato je ovaj model planiran sa DVA MILIONA stepeni slobode kretanja što se efikasno može rešiti radnom stanicom na bazi višeprocesorskog jezgra. Veličina (*size*) konačnog elemenata mreže određena je na bazi drugog graničnog kriterijuma – maksimalnog odnosa geometrije solida (D/d<5) sa veličinom prosečnog elementa 5x4x4 mm, uslovljenog debljinom zidova profila. Generisan broj elemenata u

pravcu dužine postolja (L=8760 mm) određen je iz količnika dužine i prosečne veličine jednog elementa i iznosi oko 2000. Iz ovih okvira odredjena je gruba topologija mreže konačnih elemenata. Razvijena mreža obuhvata sve geometrijske detalje konstrukcije i verno opisuje kontinuum do nivoa šavova, otvora, zaobljenja, rebara, sučeonih i ugaonih spojeva - tačne geometrije strukture. Naredna slika 1. pokazuju geometrijski model celine i pet geometrijskih podmodela, izvedenih iz glavnog modela postolja. Podmodeli su pojedinačno eksportovani u FEM modeler gde je pojedinačno obavljeno generisanje mreže konačnih elemenata. Fazu mapiranja kontaktnih površina pokazuje slika 2.



Slika 1. Razvijeni geometrijski model postolja DHD 200 DK – celina sa izdvojenim podstrukturama

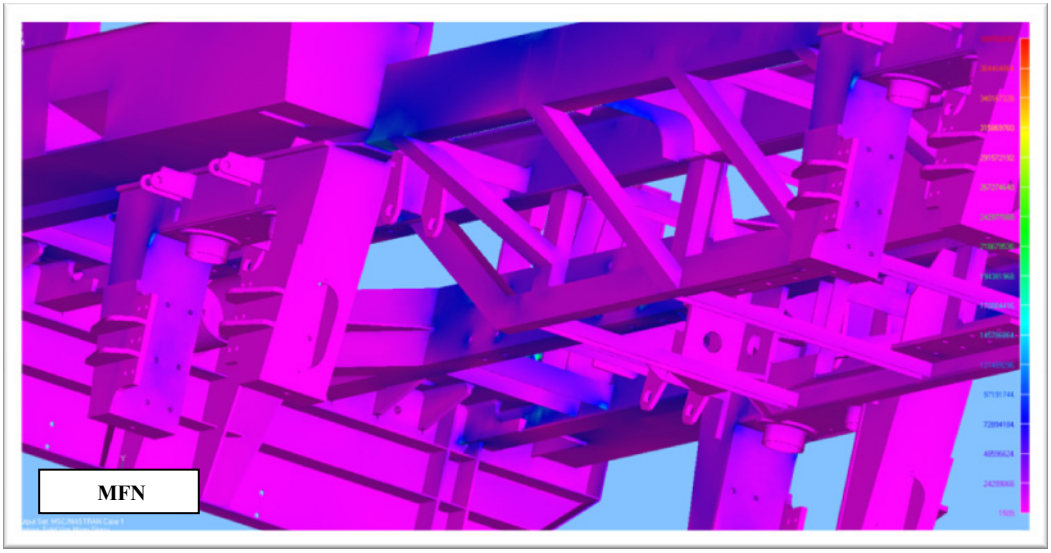


Slika 2. Detalj mapiranja podstrukture na mestu kontakta sa drugom podstrukturom [4]

5. REŠENJA ANALIZA

Rešavanje ovako velikih algebarskih sistema (broj elemenata je 1.858.859, broj jednačina 1859064.) vrši se matematičkim metodama dekompozicije [6]. Dekompozicija se može izvesti dvema metodama: Direktnom (sa tačnim rešenjem) i indirektnom (sa aproksimativnim rešenjem). Popularnost primene imaju Gauss-ova i Gauss-Jordan-ova direktna metoda eliminacije kao i metoda LU dekompozicije (gde se vrši svođenje na donju ili gornju trougaonu matricu). Indirektne (aproksimativne) metode se u softveru koriste za velike algebarske sisteme, sa preko 100.000, jednačina, što je slučaj ovog megamodela.

Naredna slika 3 pokazuju formu rešenja u grafičkom obliku sa continuous shadow image formom prikaza složenih napona centralne podstrukture.



Slika 3. Strukturna analiza naletanja na drugo vozilo. Simboličko opterećenje: 1.3Fv + F_H (5g). Pogled na donji centralni deo postolja: Maksimalni Solid Von Mises uporedni napon 388.762.432, N/m^2.

6. ZAKLJUČAK

Pokazani primer postolja železničkog vozila rešen je dekompozicijom kompletne strukture u pet sastavnih podstruktura, parcijalnim tretmanom svake. Tako je prevaziđena nemogućnost generisanja diskretnog modela direktno iz celine. Vrednost predstavljene CAD/FEA tehnologije je u numeričkom podešavanju modela sa aspekta fleksione i torzione krutosti, statičkih i dinamičkih svojstava konstrukcije.

Napomena: Rad je urađen u okviru projekta 14068 „Razvoj modela i tehnologije logistike transporta komunalnog otpada“ u okviru programa Tehnološkog razvoja – Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

LITERATURA

[1] ANSYS V11. - Theory Reference, Southpointe 275 Technology Drive Canonsburg, PA 15317, 2007.
[2] Jovanović M., Kozić P., Milić P.: STRUKTURNA ANALIZA POSTOLJA ŽELEZNIČKOG VOZILA DHD 200 DK - Lokomotiva a.d. MIN Niš, Razvojni projekat 612-22-168-2/08, Mašinski fakultet Niš, 2009.
[3] Jovanović M., Milić P.: DESIGN ANALYSIS HEADING TO BETTER DESIGN, ADEKO, FTN Novi Sad, Jurnal - Machine design, 2009,
[4] MSC NASTRAN 2004, Interactive Systems, Inc, Part No 440.401 Supergen, Pittsburgh, 2004.
[5] Saouma V.: MATRIX STRUCTURAL ANALYSIS WITH AN INTRODUCTION TO FEM, CVEN 4525/5525, University of Colorado, Boulder, 1999.
[6] Vladić J, Jovanović M, Automatizovano projektovanje, udžbenik, TU Novi Sad, 2001,

MODELING SUPPORTING STRUCTURE USING TECHNOLOGY SUBSTRUCTURE

Miomir JOVANOVIĆ
Predrag MILIĆ

Abstract – The paper shows how to overcome the limitations of automatic model generation discrete preprocessors (in FEA) in large load-bearing structures such as stands of railway vehicles. Also in this paper can be seen how the mapping techniques can develop a network of finite elements detail satisfy its industrial needs. This is primarily related to the determination of complex voltage state of the corner seams and butt welded girders of railway vehicles. Results and graphical techniques are interpreted in the images and the practices and procedures for verification of responsible structure of the railway.

Key words – Stand locomotives, substructure, FEA, megamodels

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

NOVI KRITERIJUMI ZA OCENU ISPRAVNOSTI KOČNICE

Zorica STARČEVIĆ[1]
Vladimir VAINHAL[2]
Đorđe KRŽIĆ[3]
Ivana ATANASOVSKA[4]

Rezime *– U radu su prikazani minimalni tehnički zahtevi za projektovanje i rad ispitnog uređaja kočnice teretnih vagona. Ovi zahtevi su precizno definisani objavom UIC 543-1, za ugovorno sporazumno održavanje kočnica teretnih vagona koje su postale neispravne na teritoriji železnice koja nije vlasnik ili uvrstioc vagona. Kako je korektno utvrđivanje neispravnosti kočnice teretnog vagona moguće samo ispitivanjem kočnice ispitnim uređajem koji je građen po istom principu u svim zemljama članicama međunarodne unije železnica, to je ova UIC objava omogućila ostvarenje ovog preduslova.*

Ključne reči – teretni vagon, kočnica, ispitivanje

1. UVOD

U predhodnom periodu propisima RIV (Pravilnik o uzajamnom korišćenju teretnih kola u međunarodnom saobraćaju), bilo je regulisano i pitanje postupka sa neispravnim teretnim kolima na teritoriji druge železnice.

Železnica koja je obavljala opravku i osposobljavanje kola za uključenje u saobraćaj, na osnovu izveštaja železničke radionice o vrsti i obimu opravaka, ispostavljala je račun o visini troškova železnici vlasniku kola.

U tadašnjoj praksi, bila je dovoljna izjava sa kratkim opisom uzroka isključenja kola, dakle bez pouzdanih podataka koji su pravi uzroci za isključenje i stvarni obimi radova obavljeni.

Kao najčešći razlozi isključenja navedena je neispravnost kočnice kola, na pr. kao uzrok nastalih ravnih mesta na točkovima i obrada točkova.

Dokazi o vrsti neispravnosti nisu bili prilagani. Ovo je imalo za posledicu česte zloupotrebe.

Novom objavom UIC 543-1, [1], stvoren je ispitni standard za ugovorno sporazumno održavanje kočnica teretnih vagona koje su postale neupotrebljive (neispravne) na teritoriji železnice koja nije vlasnik ili uvrstioc vagona.

U tom smislu definisana je "Procedura minimalnih ispitivanja kočnice". Ova ispitivanja sprovode se isključivo u cilju provera bitnih pretpostavki za sigurnu eksploataciju pojedinih vagona u sastavu voza. Rezultati ovih ispitivanja služe otkrivanju i dokumentovanju štete na kočnici kao dokaz prema vlasniku/uvrstiocu, odnosno njegovoj radionici za održavanje.

Pojedine ispitne tačke ovih minimalnih ispitivanja definišu potrebne (nazivne) vrednosti i dozvoljena odstupanja merenih veličina (koja se oslanjaju na podatke objava UIC 540, 541-04 i 547, ali nisu u svim slučajevima identični).

2. MINIMALNI TEHNIČKI ZAHTEVI ZA ISPITNI UREĐAJ

Osnovna pretpostavka korektnog utvrđivanja neupotrebljivosti (neispravnosti) kočnice teretnog vagona je ispitivanje kočnice ispitnim uređajem koji je građen po istom principu u svim zemljama članicama međunarodne unije železnica. Stoga su u objavi UIC 543-1 u tački 2, [1], definisani minimalni tehnički zahtevi za ispitni uređaj.

Ovi zahtevi se odnose na funkciju i cilj korišćenja ispitnog uređaja kočnice, automatizaciju toka ispitivanja (merenje i ocena vrednosti), postupak kod grešaka u kočnom sistemu, memorisanje rezultata, programiranje uređaja, autotestiranje i kalibraciju.

[1] Zorica STARČEVIĆ, dipl.inž., Institut "Kirilo Savić", Beograd Vojvode Stepe 51, zorica.starcevic@iks.rs
[2] Vladimir VAINHAL, dipl.inž., Institut "Kirilo Savić", Beograd Vojvode Stepe 51, vainhal@gmail.com
[3] Đorđe KRŽIĆ, dipl.inž., Institut "Kirilo Savić", Beograd Vojvode Stepe 51, krzici@gmail.com
[4] dr Ivana ATANASOVSKA, dipl.inž, Institut "Kirilo Savić", Beograd Vojvode Stepe 51, iviatanasov@yahoo.com

2.1. Funkcije i ciljevi korišćenja ispitnog uređaja kočnice

Ispitni uređaj kočnice pojedinačnog teretnog vagona dizajnira se za sprovođenje "minimalnih ispitivanja kočnice" prema tački 1 UIC543-1. U skladu sa tim definisani su sledeće funkcije i ciljevi:

1. Funkcije:
- Snabdevanje i upravljanje vazdušnom kočnicom vagona preko glavnog voda i mernog ventila.
- Upravljanje kočnim uređajima (tok ispitivanja).

2. Glavni ciljevi:
- Merenje, prikazivanje i memorisanje parametara (pritisci, vremena i brojevi vagona).
- Provera ispravnog rada kočnice i njenih komponenti poređenjem sa zadatim parametrima (tok promena pritisaka u vremenskom intervalu).
- Automatizovano upravljanje ispitnim uređajem nezavisno od rukovaoca.
- Ocena i dokumentovanje rezultata ispitivanja.

3. Sporedni ciljevi:
- Mogućnost izvođenja naknadnih ispitivanja
- Sprovođenje ponovljenih ciklusa
- Efektivno traženje greške
- Poboljšanje raspoloživosti vozila
- Sređivanje baze podataka

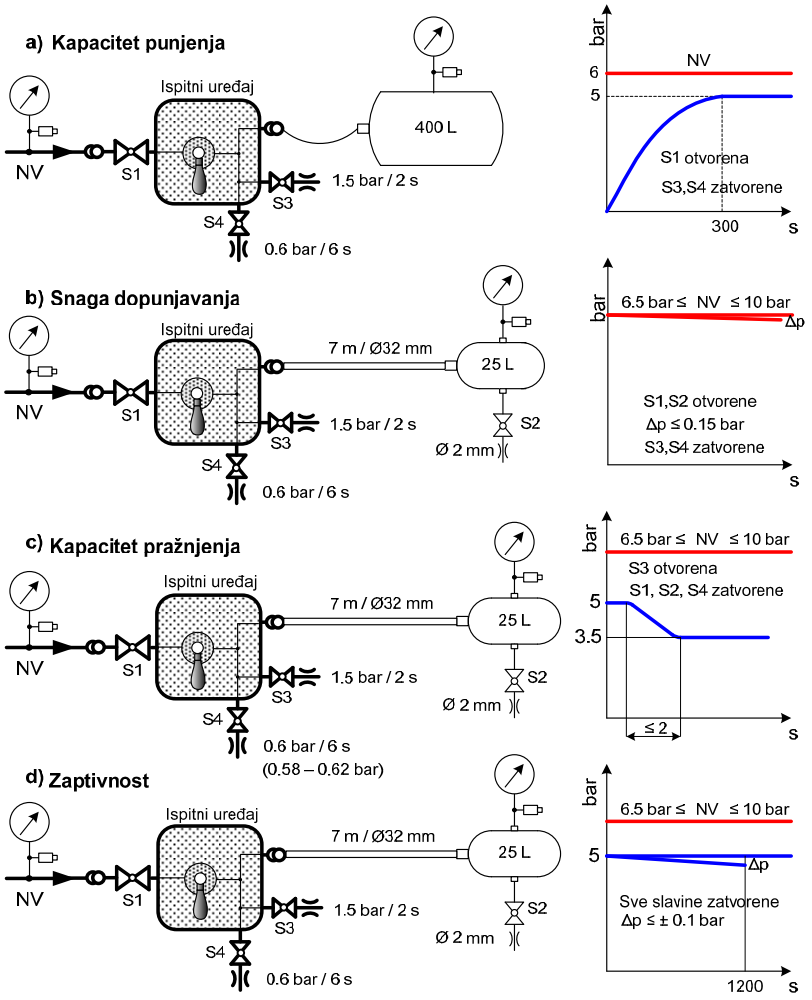
2.2. Zahtevi UIC543-1 za gradnju ispitnog uređaja kočnice teretnih vagona

Ispitni uređaj kočnice teretnih vagona mora ispuniti sledeće:

1. Može se primeniti na širokom spektru tipova teretnih vagona.

2. Merni lanac (senzor pritiska i merno akvizicioni sistem) ugrađen u ispitni uređaj mora obezbediti: merenje u opsegu 0 – 6 bar, tačnost merenja mora biti najmanje ±0,5% i digitalno prikazivanje rezultata merenja sa dva decimalna mesta. Takođe mora obezbediti istovremeno merenje sledećih veličina:

C - Pritisak u kočnom cilindru,
C_V – Komandni pritisak,
A – Pritisak u radnoj komori,
T – Pritisak mernog ventila,
R – pritisak u rezervoaru,
HL – Pritisak u glavnom vodu.



Slika 1. Šematski i dijagramski prikaz kriterijuma za projektovanje ispitnog uređaja kočnice teretnih RIV vagona

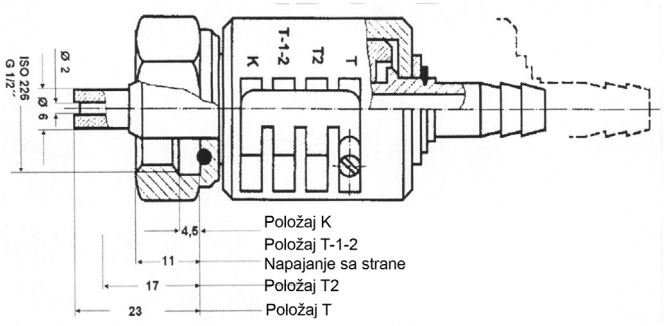
3. Interna proveravanja: automatsko testiranje svojih funkcija i kalibraciju.
4. Mogućnost unosa podataka u Protokol o ispitivanju: broj vagona, naziv ili oznaku radionice koja sprovodi ispitivanje, broj ili identitet ispitivača, datum ispitivanja i tip kočnice.

Kao primer za formu protokola o ispitivanju, koji mora obuhvatiti zahteve tačke 1 UIC 543-1, u prilogu B ove objave data je ček-lista.

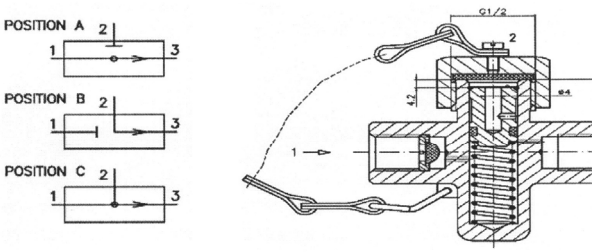
Kriterijumi UIC 543-1 za projektovanje ispitnog uređaja kočnice teretnih RIV vagona šematski i dijagramski su prikazani na slici 1, [2].

2.3. Prethodni uslovi za sprovođenje ispitivanja kočnice ispitnim uređajem

Pre početka ispitivanja kočnice neophodno je obezbediti:
1. Priključke za uspostavljanje pneumatske veze između ispitnog uređaja i kočnice vagona:
- Univerzalni priključak (slika 2) za ispitivanje kočnice teretnih vagona sa automatskim mehaničkim ili pneumatskom menjačem sile kočenja ili automatskim kočenjem tereta.
- Kontrolni priključak (slika 3) na vagonu sa automatskim ili pneumatskim menjačem sile kočenja ili sa automatskim kočenjem tereta.
2. Napajanje električnom energijom
3. Napajanje komprimovanim vazduhom od 6,5 do 10 bar (bez oscilacije pritiska iz mreže za snabdevanje).



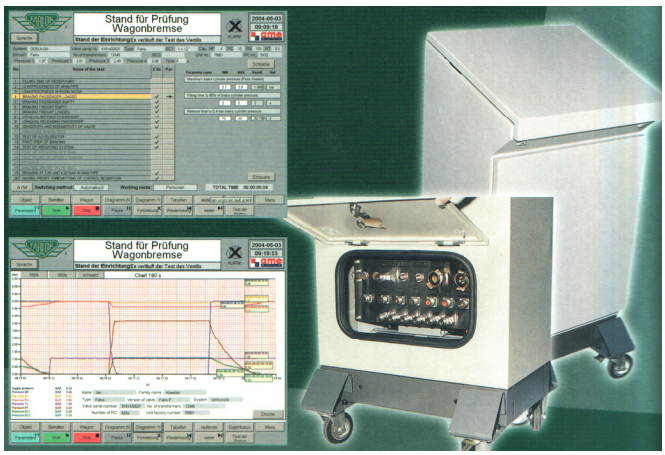
Slika 2. Slika univerzalnog priključka



Slika 3. Slika kontrolnog priključka

Osnovni uslov za primenu objave UIC 543-1 jeste posedovanje ispitnog uređaja i definisanje Protokola o ispitivanja prema zahtevima ove objave.

Na slici 4 prikazano je jedno izvođenje ispitnog uređaja za ispitivanje kočnice pojedinačnog teretnog vagona prema zahtevima UIC 543-1.



Slika 4. Slika mobilnog probnog stola za ispitivanje kočnice teretnog vagona

3. ZAKLJUČAK

Primena objave UIC 543-1 je neophodan uslov za učešće u međunarodnom teretnom saobraćaju ravnopravno sa ostalim železnicama UIC.

Železnica ima obavezu da organizovano postavi i usaglasi jedinstvene kriterijume u pogledu osposobljenosti i rada svih radionica na svojoj teritoriji koje se bave održavanjem kočnih sistema na vozilima. Postojanost ovih kriterijuma mora biti periodično proveravana.

Osposobljenost radionica podrazumeva:
- posedovanje ispitnih uređaja i opreme shodno navedenim tehničkim zahtevima Objave UIC 453-1,
- obučenim i stručno proverenim kadrom ,
- postojanjem protokola o ispitivanju koji su u potpunosti usaglašeni sa Check listom UIC 543-1
- i optimalnim uslovima za rad sa mobilnim ispitnim uređajima u radionici i van radionice.

Važno je napomenuti da se naši ispitni kapaciteti u oblasti ispitivanja kočnica teretnih vagona moraju uključiti u primenu ove UIC objave.

LITERATURA

[1] UIC Kodex 543-1, Međunarodna unija železnica, 2009.
[2] Vladimir Vainhal, Đorđe Kržić: "PRIRUČNIK tehničke podloge za rad kontrolno prijemnih organa u oblasti proizvodnje i održavanja kočne opreme", FŠV "ŽELVOZ", Smederevo, 2010.

NEW CRITERIUM FOR ASSESSMENT OF BRAKE PROPERTLY

Zorica STARČEVIĆ
Vladimir VAINHAL
Đorđe KRŽIĆ
Ivana ATANASOVSKA

Abstract – This paper presents the minimal technical requirements for the design and operation of wagon brake testing unit. The leaflet UIC 543-1 gives the exact definition of these requirements for contract agreement maintenance of improper wagon brakes on the territory of railway that is not wagon owner. A correctly determination of improper wagon brake is only possible by brake testing with testing unit with same design in all international railway member countries. The presented leaflet makes possible realization of this condition.

Key words – freight wagon, brake, testing

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

MODEL ZA ODREĐIVANJE LOKACIJE „PARK AND RIDE“ OBJEKATA U SISTEMU „BEOVOZA“

Ivan MANČIĆ [1]
Slavko VESKOVIĆ [2]
Sanjin MILINKOVIĆ [3]

Rezime *– Park and ride objekti različitih formi postoje već više od 30 godina. Ovi sistemi se primenjuju u gradovima koji su se susreli sa velikim problemima parkiranja, zagađenosti životne sredine, zagušenja saobraćajnica i teške pristupačnosti u užim centralnim delovima urbanih zona. Predmet istraživanja ovog rada je upravo park and ride koncept kao deo intermodalnog putničkog saobraćaja koji povezuje železnički saobraćaj sa ostalim vidovima. Primena ovog koncepta u našoj zemlji bila bi u velikim gradovima i regionima u kojima postoje potencijalni korisnici koncepta park and ride. Akcenat je stavljen na analizu mogućnosti i uslova uvođenja u okviru sistema Beovoz kao i višekriterijumske analize izbora prioritetnih lokacija za implementaciju ovog koncepta na svakom od tri kraka sistema Beovoz.*

Ključne reči – park and ride, višekriterijumska analiza, intermodalni transport putnika, železnički prigradski saobraćaj

1. UVOD

Transportni sistem povezuje sve privredne delatnosti i u stalnoj je interakciji sa različitim političkim oblastima. Izuzetno je važno da se prepozna ključna uloga i uticaj koji prevoz ima i može imati na trenutne strategijske izazove, kao što je potreba da se stimuliše ekonomski rast i smanji negativni uticaj na životnu sredinu. Kao deo principa slobode kretanja, mobilnost ljudi i robe je osnova evropskog unutrašnjeg tržišta. Najveći udeo u putovanjima imaju gradovi koji su ključna karika putničkog saobraćaja. Gradske uprave imaju ključnu ulogu u ostvarivanju ciljeva politike na lokalnom i nacionalnom nivou ne samo u okviru transporta, već i ekonomskog razvoja, životne sredine, klimatskih promena, zdravlja i kvaliteta života. Putnička intermodalnost, kao politika i princip planiranja i projektovanja koja omogućava putnicima da koriste različite vidove saobraćaja u kombinovanom transportnom lancu sa neprekidnim putovanjem, predstavlja dobar način ostvarivanja ovih ciljeva, a park and ride (u daljem tekstu P&R) koncepti kao njen nerazdvojni deo veoma efikasno sredstvo.

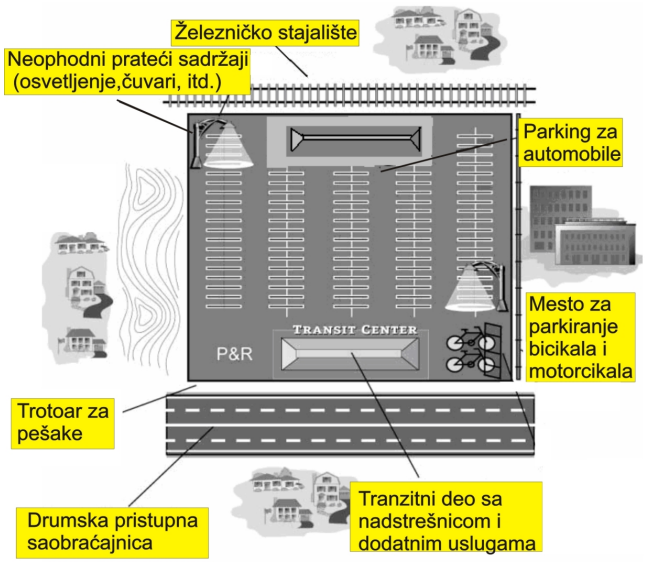
Predmet istraživanja ovog rada je upravo P&R koncept kao vitalni deo intermodalnog putničkog saobraćaja, naročito u okviru železničkog putničkog saobraćaja jer je danas u cilju očuvanja zdrave životne sredine potreba za “čistim” načinom prevoza sve veća i uvek se stavlja u prvi plan. Akcenat je stavljen na analizu mogućnosti i uslova uvođenja u okviru sistema Beovoz kao i višekriterijumske analize izbora prioritetnih lokacija za implementaciju ovog koncepta na svakom od tri kraka železničkog gradsko-prigradskog sistema Beovoz.

2. P&R OBJEKTI

P&R (park-parkiranje; ride-voziti se; u slobodnom prevodu parkiraj i vozi se) objekte možemo definisati kao tačke intermodalnog transfera. Obezbeđuju privremenu lokaciju za putnike koji menjaju vid prevoza, odnosno koji ostavljaju svoja vozila na parkiralištu i prelaze na javni prevoz. Parkirališta P&R sistema mogu kao integralni deo složenog transportnog sistema da ohrabre putnike da promene način prevoza sa individualnih vozila na prevoz vozilima masovnog prevoza putnika i tako povećaju efikasnost celokupnog saobraćajnog sistema. Parkirališta

[1] Ivan MANČIĆ dipl. inž., Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, mancicivan@gmail.com.
[2] Dr Slavko VESKOVIĆ dipl. inž., Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, veskos@sf.bg.ac.rs.
[3] Mr Sanjin MILINKOVIĆ dipl. inž., Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, s.milinkovic@sf.bg.ac.rs.

mogu da prihvate smeštaj bicikala, motorcikala i automobila, a mogu se predvideti i stajališta u okviru P&R parkinga za kombi i autobuske linije (Slika 1.). Sa promišljenim i dobrim planiranjem, P&R objekti mogu služiti širokom spektru intermodalnih transfera, a sa povećanjem aktivnosti na P&R objektima pružiti bolju integraciju sa okruženjem.



Slika 1. Šema Park and Ride koncepta [4]

Kao intermodalna tačka transfera između različitih vidova prevoza, P&R objekti su tradicionalno bili posmatrani samo kao deo većeg tranzitnog oblika. Ipak, ukoliko na P&R gledamo kao na sistem možemo videti da se on izdvaja po jedinstvenim karakteristikama koje obuhvataju koncepciju uslužne oblasti, karakteristike putnika, pristupačnost samom objektu. I kao takav, P&R sistem obezbeđuje priliku za privatne investicije i privatno-javnih partnerstva.

2.1. Klasifikacija P&R objekata

Klasifikacija P&R objekata po funkcionalnim karakteristikama može biti od velikog značaja kada se određuje namena nekog zemljišta ili pogodnost javnog investiranja u planirane objekte. Šest tipova objekata je definisano na osnovnu funkcionalnih karakteristika. To su neformalne P&R površine, sporazumni P&R objekti, Park and Pool površine, prigradske P&R površine, tranzitni centri i satelitski parking objekti.

Pored funkcionalne klasifikacije, P&R objekti se mogu definisati na osnovu udaljenosti od odredišne lokacije gradskih oblasti u kojima su one smeštene. Pa tako možemo definisati prigradske, gradske, periferijske i daljinske P&R objekte. Svaki od njih pruža jedinstvene vrste usluga, u zavisnosti od njihove lokacije.

3. DEFINISANJE BEOVOZ SISTEMA

Beovoz je sistem javnog masovnog prevoza putnika železničkim saobraćajem, sistem gradske i prigradske železnice za masovni prevoz putnika na elektrificiranim železničkim prugama, sa mrežom linija koje konvergiraju pravcima glavnih tokova putnika u širem gradskom jezgru i u njegovim prigradskim zonama. Planirani red vožnje 2008./09. god. za sistem Beovoz-a je organizovan u pet linija. To su: 1. Stara Pazova - Batajnica - Beograd Centar - Pančevo V.; 2. Ripanj - Resnik - Rakovica - Stara Pazova; 3. Stara Pazova - Batajnica - Beograd Centar - Rakovica Resnik - V. Plana ; 4.Pančevo V. -Rakovica - Valjevo; 5. Zemun - Beograd Centar - Rakovica - Mala Krsna

Suštinski to su tri kraka u čijoj osnovi leži stanica Beograd Centar. Prostorno Beovoz povezuje tri kraja Beograda: sremski, šumadijski i banatski koje kao "krajnje" tačke simbolizuju naselja Batajnica i Resnik odnosno grad Pančevo. Glavna namena današnjeg železničkog sistema u Beogradu je povezivanje prigradskih naselja sa centrom grada.

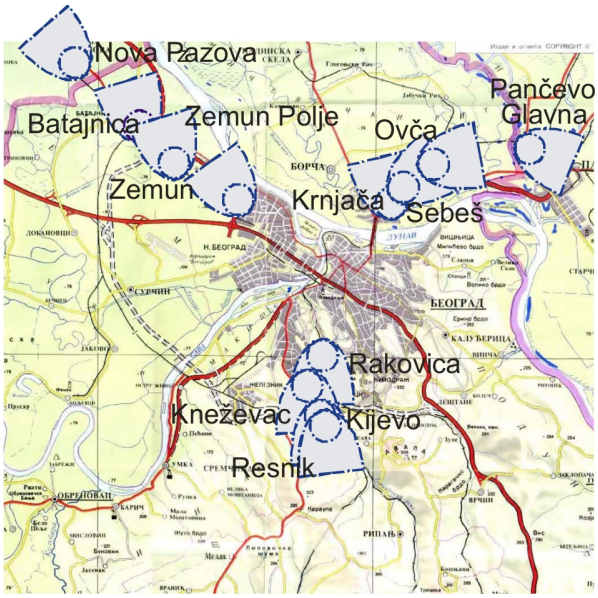
3.1. Stanice i stajališta sa uslovima za uvođenje P&R sistema

Na slici 2. predstavljena je karta Beograda sa ucrtanim zonama privlačnosti stajališta Beovoza na svakom od tri kraka pomenutog sistema u slučaju primene sistema P&R. Kod sistema P&R zone privlačnosti imaju izgled parabolične krive koja je okrenuta od periferije ka centru grada obuhvatajući važne drumske saobraćajnice i stambena naselja u okolini stanica i stajališta Beovoza.

Uz postojeće tokove putnika, primenom sistema P&R dobili bi i tokove putnika koji ne stanuju u blizini stanica i stajališta Beovoza a imaju zahtev za putovanjem na dužim relacijama od periferije ka centru. Ovi putnici bi kombinovali nekoliko vidova saobraćaja za ostvarenje putovanja gde bi se kraći deo putovanja ostvario najčešće individualnim prevozom (peške, biciklom, automobilom, itd.), dok bi se duži deo putovanja ostvario vozom. Ti tokovi su na relaciji periferija – centar ili periferija – centar – periferija.

Zone privlačnosti stajališta Beovoza mogu se posmatrati sa više aspekata. Putnici koji su zainteresovani za prevoz Beovozom mogu integrisati svoje putovanje od starta do cilja kombinujući nekoliko vidova saobraćaja: vozom, drumskim javnim gradskim prevozom (autobus, trolejbus, tramvaj), sopstvenim prevozom automobilom, biciklom ili peške. Najbolje rešenje za kombinaciju prevoza automobil-voz i bicikl-voz je koncept P&R koji predlaže uvođenje posebnih parking kapaciteta za pojedina stajališta. Lokacije

parkirališta moraju biti takve da privuku putnike da koriste sistem P&R. To znači da lokacija parkirališta mora da bude uz stajalište Beovoza i u blizini stambenog naselja i većih drumskih saobraćajnica.



Slika 2. Zone privlačnosti stanica i stajališta Beovoza u slučaju primene sistema Park and ride

U našoj zemlji se nije do sad primenjivao koncept P&R tako da uvođenje ovog sistema treba pažljivo planirati. Kod stajališta koji imaju manje tokove, parkirališta treba tako dimenzionisati da početni kapaciteti parkirališta ne budu veliki i da u budućnosti nakon prihvatanja i navikavanja putnika na ovaj koncept postoji mogućnost daljeg povećanja kapaciteta. Potrebno je i u okviru parkirališta sistema P&R uvesti sadržaje koje bi privukle putnike i omogućile im brz i jednostavan transfer do sledećeg vida prevoza (automati za karte, info pultovi itd.). Kupovanjem karte putnik stiče pravo korišćenja jednog parking mesta u vremenu trajanja karte (npr. dnevna karta – parking na jedan dan) ili bi se moglo razmišljati o besplatnom parkingu koji se stiče prilikom kupovine karte. Na svim stanicama i stajalištima koja su pogodna za primenu sistema P&R (obeležena na slici 2.) postoji mogućnost izgradnje parkirališta u njihovoj blizini. To su, za krak 1: Nova Pazova, Batajnica, Zemun Polje i Zemun zatim za krak 2: Resnik, Kijevo, Kneževac, Rakovica i za krak 3: Pančevo Glavna, Ovča, Sebeš i Krnjača.

Konkretno, za svaki prikazani krak, primenom višekriterijumske analize, odredićemo prioritet ponuđenih alternativa, i tako utvrditi onaj P&R objekat sa kojim treba početi implementaciju, za sada još uvek na ovim prostorima, slabo poznatog sistema.

4. MODEL

Zadatak optimizacije je da se izabere najbolja varijanta iz niza mogućih ili iz niza povoljnih, u smislu usvojenog kriterijuma. Kriterijum definiše kvalitet i predstavlja meru za poređenje prilikom odabiranja najbolje varijante. U ovom slučaju kriterijumi su: troškovi izgradnje P&R površine, troškovi održavanja, pristupačnost parkingu, udaljenost parkinga od stajališta, buka i zagađenje vazduha, tokovi putnika koji će se javiti implementacijom sistema, gravitacione zone privlačnosti, urbanistički kriterijumi.

Kriterijum se izražava kriterijumskom (ciljnom) funkcijom koja za najbolju varijantu treba da dostigne globalni ekstremum, s obzirom na ograničenja koja predstavljaju mogućnost postizanja cilja. Za optimizaciju se koriste različite metode, zavisno od tipa relacije u matematičkom modelu, kriterijumske funkcije i ograničenja. Za potrebe ovog rada korišćena je metoda višekriterijumske analize PROMETHEE II koja ima praktičnu primenu u saobraćaju jer omogućava određivanje redosleda, odnosno rangiranje varijanata koja je zasnovana na uopštavanju pojma kriterijuma generalizovanim kriterijumskim funkcijama, na osnovu kojih se definišu matematičke relacije za rangiranje. Vrši potpuno vrednovanje pozitivnih i negativnih odstupanja funkcija na skupu kriterijuma za svaku alternativu, odnosno vrši kompletno rangiranje postavljenih alternativa.

Najčešće kriterijum za optimizaciju bio je ekonomski, uglavnom zato što se smatralo da povećani dohodak ili profit vode proširenoj reprodukciji, a da ovo dalje vodi opštem blagostanju. Međutim, to je dovelo da dosadašnji razvoj nije mnogo brinuo o ljudskoj i u opšte prirodnoj okolini, i izazvalo potrebu da se pređe na optimizaciju po više kriterijuma.

Za evaluaciju pomenutih kriterijuma korišćena je metoda ekspertnih ocena, konkretno za prognozu potrebnog broja parking mesta svakog P&R objekta posebno, dok su kod ostalih kriterijuma pomoću anketa i statističkih podataka pretstavljene kvalitativne ocene u nekom intervalu, za svaki kriterijum posebno. Definisanje težina kriterijuma nije uvek jednostavno, i u suštini, u nekim metodama imaju odlučujući uticaj na rešenje. Vrednosti težinskih koeficijenata korišćenih kriterijuma dobijeni su metodom skale, u intervalu od 0 do 100.

U ulazne podatke neophodne za rešavanje ovog problema metodama višekriterijumske analize spadaju: matrica odlučivanja, definisani težinski koeficijenti i za primenu PROMETHEE metoda izabrane funkcije preferencije s parametrima.

Tabela 1. Potpuni poredak varijanata kraka 1

Rang	Alternative	F	F+	F-
1	Nova Pazova	0.01813	0.06208	0.04395
2	Zemun	0.00866	0.04415	0.03549
3	Batajnica	-0.01017	0.02570	0.03586
4	Zemun Polje	-0.01662	0.03432	0.05094

Preko definisanih funkcija preferencija sa parametrima za svaki kriterijum dobijamo međurezultate, ulazne (F+), izlazne (F-) i neto tokove (F) za svaki krak posebno. Izlazni tok pokazuje koliko neka alternativa dominira nad ostalim, dok ulazni tok definiše njenu podređenost ostalim alternativama. Na osnovu veličina njihovih neto tokova, što ustvari pretstavlja razliku ulaznog i ilaznog toka, dobijamo potpuni poredak alternativa (Tabela 1.).

Na potpuno isti način, a na osnovu svih prethodno definisanih i određenih parametara u ovoj višekriterijumskoj analizi, dobijamo da je za krak 2 prioritetna lokacija za implementaciju park and ride objekata stanica Resnik, dok je za krak 3 stanica Pančevo.

5. ZAKLJUČAK

U skladu sa problemima sa kojima se suočava Beograd, saobraćajna zagušenja i gužve u užem centru grada, probleme parkiranja i sve teže pristupačnosti krajnjem odredištu, gradu se nudi rešenje upravo u vidu P&R površina koje su predložene u radu. Ovo je samo početni korak u složenom procesu implementacije ovakvog novog sistema. Drugi korak definisanja i određivanja mikrolokacije i kapaciteta parkirališta je izrada cost-benefit i tehno-ekonomske analize preko posebnih ispitivanja lokacija i anketa/analiza tokova putnika kako bi utvrdili opravdanost uvođenja park P&R koncepta. Tako bi grad Beograd ostvario jedan veliki korak ka "zdravijem" i boljem gradskom i prigradskom prevozu putnika.

LITERATURA

[1] Ivan Mančić, dipl. inž., " Park and ride sistemi i mogućnosti uvođenja koncepta u okviru Beovoz-a", završni rad, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2009.
[2] Ilona Bos, "Changing seats - a behavioural analysis of Park and Ride", Delft/Nijmegen, 2004.
[3] Dr Mirko Čičak, dipl.inž., "Modeliranje u železničkom saobraćaju", Saobraćajni fakultet, Beograd 2003.
[4] Robert J.Spillar, "Park and ride", Parsons Brinckerhoff Quade & Douglas, Inc. 1996.

DEFINING LOCATION FOR PARK AND RIDE FACILITATES IN „BEOVOZ" SUBURBAN SYSTEM

Ivan MANČIĆ
Slavko VESKOVIĆ
Sanjin MILINKOVIĆ

Abstract - Park and ride facilities of various forms have been existed for more than 30 years. These systems are applied in cities that have experienced major problems with parking, environmental pollution, traffic congestion and difficult accessibility in downtowns of urban areas. This system, in our country, can be applied big cities and areas in which exist potential users of the concept of park and ride system. Emphasis is on the possibility analasi The application of this concept in our country would be in big cities and regions in which there are potential users of the concept of park and ride. Emphasis is on the possibility analysis and analisys of conditions of the iimplementation of the park and ride system as part of the Beovoz system and multicriteria analysis of the selection of priority locations for implementation of this concept at each of the three branches of suburban rail system Beovoz.

Keywords - Park and Ride System, Multicriteria Analysis, Intermodal Passenger Transport, Suburban Rail Traffic

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

SIMULACIJA SAOBRAĆAJA U CILJU UTVRĐIVANJA „USKIH GRLA“ NA DELU ŽELEZNIČKOG ČVORA BEOGRAD

Zorica MILANOVIĆ[1]
Tatjana MIKIĆ[2]
Giorgio MEDEOSSI[3]

Rezime *–U ovom radu dat je prikaz simulacije saobraćaja na delu pruge beogradskog železničkog čvora od Batajnice do Pančevačkog Mosta. Osnovni cilj simulacije je utvrđivanje „uskih grla“ na infrastrukturi u uslovima povećanog obima saobraćaja. Na osnovu rezultata simulacije dat je predlog tehničko – tehnoloških mera koje treba da se sprovedu kako bi se obezbedili uslovi za uspostavljanje nove organizacije saobraćaja na posmatranom delu pruge.*

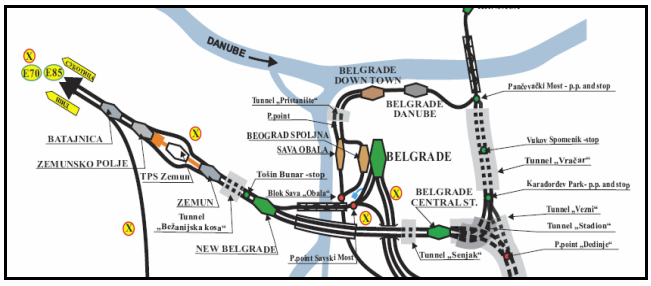
Ključne reči – simulacija, saobraćaj, železnica, infrastruktura

1. UVOD

Grad Beograd i JP „Železnice Srbije“ su jula 2009. godine potpisale Ugovor o međusobnim odnosima u zajedničkom projektu razvoja železničkog prevoza putnika na teritoriji grada i njegovog integrisanja u sistem Javnog gradskog prevoza putnika. Postignuta je saglasnost o saradnji u izvršenju neophodnih radova na železničkoj infrastrukturi između službenih mesta Batajnica i Pančevački Most u cilju obezbeđenja uslova za uspostavljanje taktnog reda vožnje gradskih vozova, sa intervalom od 15 minuta. Istraživanje kompleksnog odnosa između obima saobraćaja prema definisanoj organizaciji i kolosečnih kapaciteta na posmatranom delu pruge, te utvrđivanje tehničko - tehnoloških zahteva za obezbeđenje uslova za uspostavljanje nove organizacije saobraćaja povereno je Saobraćajnom institutu CIP[1]. Kako domaća i strana iskustva ukazuju da je za ovu namenu neophodna primena metoda simulacije na modelu velike detaljnosti, pristupilo se izradi simulacionog modela u softveru OpenTrack [2] u saradnji sa stručnjacima Laboratorije za simulaciju železničkog saobraćaja Univerziteta u Trstu.

2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE PRUGE

Dužina pruge od stanice Batajnica do rasp. i staj. Pančevački Most iznosi 23,3 km. Deonica pruge od Batajnice do Beograd Centra, dužine 18,9 km, deo je pruga od međunarodnog značaja E70 i E85 i međunarodnog saobraćajnog koridora X (na ovom delu pruga je dvokolosečna), dok je deonica pruge od Beograd Centra do rasp. i staj. Pančevački Most, dužine 4,4 km, i deo je pruge od međunarodnog značaja E66 (na ovom delu pruga je jednokolosečna jer nedostaje deo levog koloseka od stanice Beograd Centar do Karađorđevog Parka). Na pruzi između posmatranih stanica nalazi se 5 stanica, 2 rasputnice i stajališta i 2 stajališta, Slika 1.



Slika 1. Deo železničkog čvora Beograd od stanice Batajnica do rasp. i staj. Pančevački Most

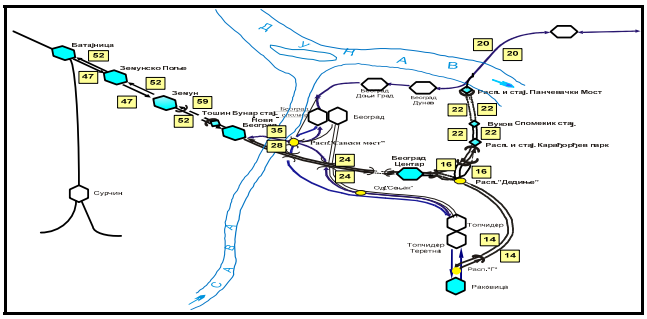
Prosečna razdaljina između službenih mesta iznosi 2,9 km (minimalna je 1,3 km, a maksimalna je 6,8 km). Na pruzi postoji 45 krivina, 2 dvokolosečna i 4 jednokolosečna tunela, 13 mostova i 4 putna prelaza. Pruga je od stanice Batajnica do stanice Novi Beograd i od stanice Beograd Centar do rasp. i staj. Karađorđev Park opremljena APB, dok je od stanice

[1] mr Zorica MILANOVIĆ, dipl.inž.saobr. istraživač saradnik, Saobraćajni institut CIP, Nemanjina 6, Beograd, milanovicz@sicip.co.rs.
[2] Tatjana MIKIĆ,dipl.inž.saobr., viši stručni saradnik na istraživanjima, Saobraćajni institut CIP, Nemanjina 6, Beograd, mikict@sicip.co.rs.
[3] Giorgio MEDEOSSI, PhD eng., Laboratorio di Ingegneria Ferroviaria e Traffico, Spin-off dell' Universita di Trieste, Piazzale Europa 1, Trieste, Italia

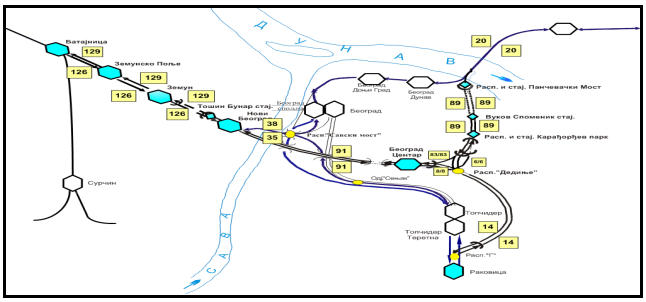
Novi Beograd do stanice Beograd Centar i od rasp. i staj. Karađorđev Park do rasp. i staj. Pančevački Most opremljena APB signalnim sistemom za obostrani saobraćaj. Brzine na pruzi dele se na: dozvoljene brzine (od 60 do 120 km/h), ograničene brzine (od 35 do 40 km/h) i lagane vožnje (od 10 do 40 km/h). Ograničenje brzine uvedeno je na 7 mesta na pruzi na ukupnoj dužini od 11.331 m. Lagane vožnje su uvedene na 11 mesta na pruzi.

3. OBIM SAOBRAĆAJA

Na ovoj pruzi, prema redu vožnje 2009./2010. dnevno saobraća 156 vozova (118 vozova za prevoz putnika, 38 vozova za prevoz robe i 10 lokomotivskih vozova), Slika 2. Očekuje se da će 2011. godine na delu pruge od Batajnice do Novog Beograda dnevni broj vozova za prevoz putnika iznositi oko 300, a na delu od Novog Beograda do Pančevačkog Mosta oko 180. Takođe, očekuje se da će broj vozova za prevoz robe biti sveden na 2 do 4 para, Slika 3 [1].



Slika 2. Broj vozova na dan po međustaničnim rastojanjima (2009./2010.)

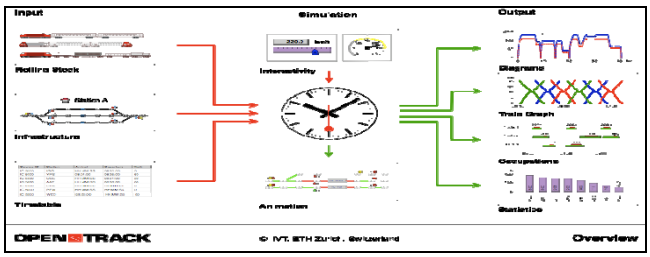


Slika 3. Očekivani broj vozova na dan po međustaničnim rastojanjima 2011. godine

Za organizaciju saobraćaja ograničavajuća je jednokolosečna deonica Beograd Centar – Pančevački Most na kojoj uzastopni voz (za parni grafikon) može da se propusti tek nakon T=24min, tj. preko ove deonice može da se propusti N=52 voza na dan ili oko 2 voza na sat [3]. Iz ovoga sledi da pri postojećem stanju na ovoj pruzi nije moguće organizovati saobraćaj gradskih vozova u planiranom obimu i prema taktnom redu vožnje, sa intervalima od 15 min.

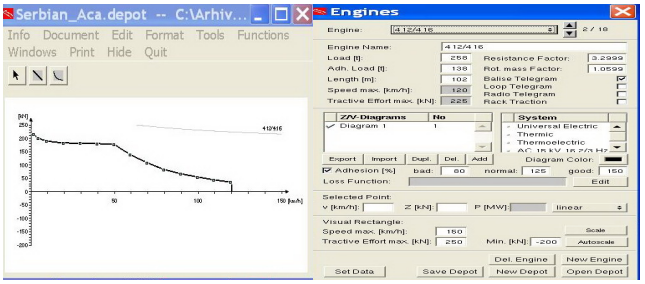
4. OPIS SIMULACIONOG MODELA

Sa ciljem praćenja i utvrđivanja „konflikata“ u saobraćaju i identifikacije „uskih grla“, tj. kritičnih mesta na infrastrukturi koja predstavljaju ograničenja za uspostavljanje i odvijanje definisane organizacije saobraćaja pristupilo se izradi simulacionog modela u softveru OpenTrack, Slika 4.

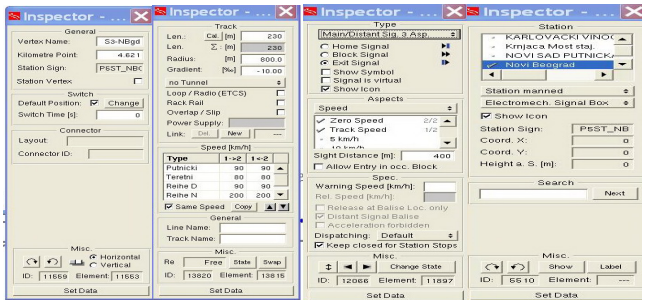


Slika 4. Moduli simulacionog alata

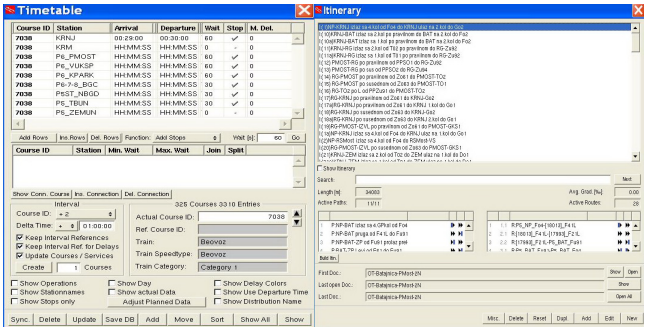
Ulazni podaci u model su podaci o voznim sredstvima (Slika 5), infrastrukturi (Slika 6) i redu vožnje: broj voza, vuča, dužina, težina, rang, vreme polaska, dolaska, zadržavnja u službenim mestima i putanjama kretanja kroz model (Slika 7).



Slika 5. Moduli sa podacima o voznim sredstvima



Slika 6. Moduli za unos podataka o kolosecima, brzinama, signalima, stanicama i dr.



Slika 7. Moduli sa podacima o redu vožnje i putanjama kretanja kroz model

Izlazni podaci iz modela su vozni dijagram, grafikon reda vožnje, zauzetost koloseka i razne statistike.

Model posmatranog dela pruge je složen

simulacioni model. Izgrađen je na osnovu podataka o postojećem stanju infrastrukturnih kapaciteta i obima saobraćaja. Sastoji se od elemenata koji su definisani sa preko 45.360 različitih podataka (360 podataka o lokomotivama, 36.815 podataka o infrastrukturnim elementima, 7.700 podataka o vozovima), a kretanje kroz model je definisano sa preko a 485 putanja. Svi podaci ugrađeni u model uneti su manuelno [1].

Stanica Batajnica se u modelu posmatra kao početna tačka, a rasp. i staj. Pančevački Most krajnja tačka pruge. Granice modela su: ulazni signali od strane stanica Nova Pazova i Surčin u stanici Batajnica; man. signal od strane TPS Zemun u stanici Zemun; ul. signal od strane rasp. Savski Most u stanici Novi Beograd; ul. signal od strane rasp. Dedinje u stanici Beograd Centar; ul. signal od strane rasp. Dedinje na rasp. i staj. Karađorđev Park i ul. signal od strane ukrs. i staj. Krnjača na rasp. i staj. Pančevački Most. Ulazi u model su mesta na kojima se generišu vozovi. Specifičnost softvera OpenTrack je u tome što vozovi mogu da se generišu i terminišu na raznim mestima u modelu. Svakom vozu iz baze vozova pridružena je putanja kretanja sa definisanim mestima na kojima se generišu i terminišu. Za simulaciju na osnovnom modelu usvojen je postojeći rang vozova koji određuje prioritet kretanja kroz model, i to: I rang: međunarodni, ekspresni, poslovni, brzi putnički vozovi; II rang: lokalni i gradsko-prigradski vozovi sistema "Beovoz"; III rang: teretni vozovi i IV rang: ostali vozovi. Kalibracija modela rađena je pomoću „nulte“ simulacije čiji su rezultati poređeni sa podacima iz stvarnog grafikona za period od 1.10.2009. do 15.10.2009. godine [4]. Kada je utvrđena validnost i postignuta visoka korelacija ovih podataka model je verifikovan za dalju eksploataciju. Utvrđeno je da se simulacija izvodi za period od 24 časa.

5. SIMULACIJA I REZULTATI SIMULACIJE NA MODELU

Simulacija saobraćaja na izgrađenom modelu rađena je sa ciljem detaljnog istraživanja odnosa obima saobraćaja i infrastrukturnih kapaciteta. U toku procesa simulacije softver na izgrađenom modelu identifikuje „konflikte“ ali ih ne rešava automatski. „Konflikte“ i „uska grla“ rešavaju stručnjaci koji izgrađuju model i rade simulaciju, pre svega, uvođenjem novih tehnoloških mera (manuelnim unošenjem izmena u organizaciji saobraćaja, elementima reda vožnje itd.), a potom, kada ove mere ne daju željene rezultate, predlažu tehničke mere (intervencije na infrastrukturi) na osnovu kojih se rade modifikacije modela. Kada postoji više „uskih grla“ pravi se odabir, predlažu se poboljšanja i model se dograđuje u iteracijama „korak po korak“, odnosno jedan po jedan element. Nakon modifikacije modela i putanja kretanja vozova kroz model radi se nova simulacija sa ciljem iznalaženja novih „uskih grla“. Model se modifikuje sve dok se ne obezbedi prohodnost svih planiranih vozova prema definisanoj organizaciji i tehnologiji saobraćaja.

Simulacija saobraćaja na izgrađenom modelu posmatrane pruge rađena je u više iteracija i to za osnovni scenario saobraćaja (prema postojećem redu vožnje) i novi scenario saobraćaja (pored postojećih, sadrži i vozove čije se uvođenje u saobraćaj planira 2011. godine, pri čemu je gradskim vozovima dodeljen I rang).

5.1. Rezultati simulacije

- Simulacija - Iteracija 1-Rezultati:

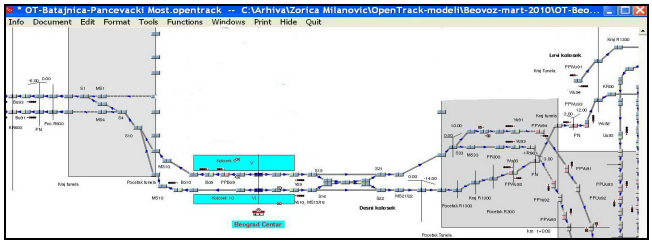
Dolazi do odstupanja od postojećeg reda vožnje i „konflikata“ usled laganih vožnji i ograničenih brzina na pruzi[4]. Predlog: eliminisanje uzroka koji su doveli do uvođenja laganih vožnji i ograničenih brzina. Na osnovu predloga urađena je prva modifikacija modela.

- Simulacija - Iteracija 2 - Rezultati:

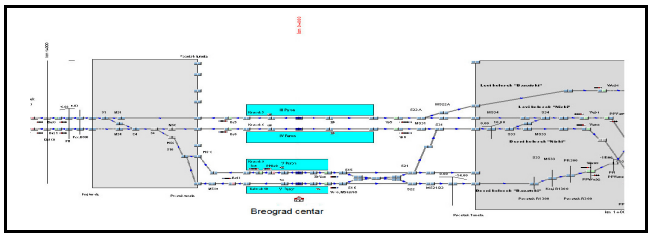
Nema kolizija između definisanih trasa vozova. Model je dograđen novim stajalištima "Altina" u km 12+630 i "Kamendin" u km 15+450 čija se izgradnja i puštanje u rad planira 2011. godine kada se očekuje uvođenje u saobraćaj gradskih vozova.

- Simulacija - Iteracija 3 Rezultati:

Za novi scenario saobraćaja: vozovi se nagomilavaju na izlaznom signalu iz stanice Beograd Centar (Slika 8) ka rasp. i staj. Karađorđev Park i na prostornim signalima na jednokolosečnoj pruzi od rasp. i staj. Pančevački Most do stanice Beograd Centar, te da u stanici Batajnica nedostaje izlazni signal uz 5. kolosek u pravcu stanice Nova Pazova. Predlog: izgradnja dela „levog banatskog“ koloseka na ulazu u stanicu Beograd Centar od strane rasp. i staj. Karađorđev Park, izgradnja 5. i 6. koloseka u stanici Beograd Centar sa pripadajućim kolosečnim vezama, signalno - sigurnosnim uređajima i kontaktnom mrežom (Slika 9), te ugradnja nedostajućeg izlaznog signala u stanici Batajnica. Model je dograđen prema datom predlogu.



Slika 8. OpenTrack model stanice Beograd Centar situacija sa postojećim infrastrukturnim elementima



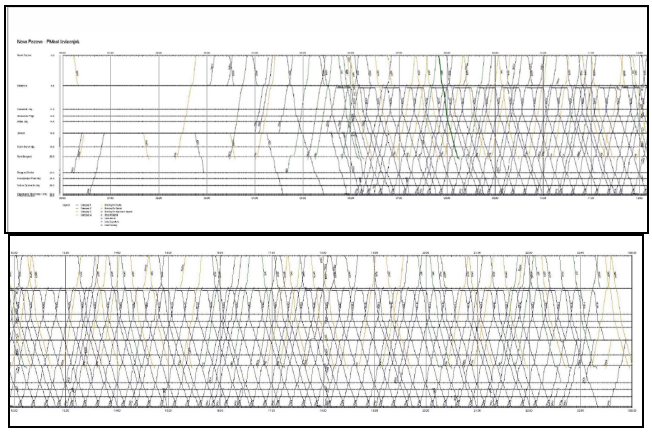
Slika 9. OpenTrack model stanice Beograd Centar situacija sa dograđenim infrastrukturnim elementima

- Simulacija - Iteracija 4:

Rezultati simulacije ukazali su da vozovi čekaju na ulaz u stanicu Novi Beograd kada se istovremeno pojave vozovi iz smera stanice Beograd Centar i rasp. Savski Most. Predlog: izgradnja nove kolosečne veze u stanici Novi Beograd za direktan ulazak vozova iz pravca rasp. Savski Most na 2. kolosek i izvlačnjak u produžetku ovog koloseka. Model je dograđen.

- Simulacija - Iteracija 5:

Rezultati simulacije ukazali su da se između nekih vozova pojavljuju „konflikti“ („vožnja na žuto“ vozova u sleđenju, zaustavljanje na signalima, produženo bavljenje u stanicama, nagomilavanja vozova). Poremećaji se najčešće javljaju kada se između dva voza u gradskom saobraćaju propuštaju dva voza različitih vrsta, ranga i brzina. Predlog: da se vozovima koji ulaze u „konflikt“ modeluje novo vreme polaska ili bavljenja u službenim mestima (osim vozovima u gradskom saobraćaju). Vozovima u „konfliktu“ modelovana su nova vremena polazaka, zadržavanja ili putanja kretanja, pa su iterativno rađene simulacije do stanja u kojem svi vozovi prolaze kroz model bez „konflikta“, Slika 10..



Slika 10. OpenTrack grafikon reda vožnje na delu pruge od Batajnice do Pančevačkog Mosta za period od 00 do 12h i od 12 do 24h

Kod oko 25% vozova modelovana su nova vremena polazaka. Uočeno je da kada se između dva voza u gradskom saobraćaju propuštaju dva voza različite vrste i brzine onda se vozovi slede prema I_{og} koji ne uključuje vremenske rezerve, tako da minimalna odstupanja od reda vožnje (od 0,5 min) dovode do poremećaja u saobraćaju, dok kada se propušta samo jedan voz onda su vremenske rezerve znatne.

6. ZAKLJUČAK

Planiranje saobraćaja i infrastrukturnih kapaciteta su najsloženiji multidisciplinarni procesi na železnici. Rezultati simulacije na modelu prikazani u ovom radu ukazuju da je na pruzi od Batajnice do Pančevačkog Mosta za definisanu organizaciju saobraćaja i obim koji se očekuje 2011. godine potrebno sprovođenje raznih tehničko – tehnoloških mera. Uz to, rezultati simulacije ukazuju i da je neophodno da se saobraćaj uzastopnih vozova planira prema I_{og} koji uključe sve potrebne vremenske rezerve. Budućim istraživanjima potrebno je da se utvrdi optimalna organizacija saobraćaja gradskih vozova i ostalih vozova sa ciljem racionalnog korišćenja voznih sredstava i propusne moći pruge. Doprinos simulacije na modelu za analizu odnosa obima saobraćaja i infrastrukturnih kapaciteta je značajan. Na modelu mogu na brz i relativno jednostavan način da se uvode novi infrastrukturni elementi i/ili da se menjaju scenariji organizacije saobraćaja, te da se iznova prati njihov međusobni odnos u zavisnosti od postavljenog cilja.

LITERATURA

[1] Milanović, Z. i drugi: „Generalni projekat tehnologije saobraćaja sa tehničkom analizom propusne moći pruga i službenih mesta dela železničkog čvora Beograd između službenih mesta Batajnica i Pančevački Most“, Saobraćajni institut CIP, Beograd, april, 2010.

[2] Huerlimann, D.: OpenTrack, Simulation Software for The Simulation od Railway Networks, Version 1.5., ETH Zurich, Institute for Transport Planing and Systems

[3] Izvor podataka: Sektor za saobraćajne poslove JP „Železnice Srbije“

[4] Longo, G., Medeossi, G. and Milanović, Z.: „Coping with extremely variable train delay on a complex railway junction: lesson learned from Beograd case study“, The 24th European Conference on Operational Research, EURO XXIV, July 11-14, 2010, Lisbon, Portugal (http://www.euro2010lisbon.org)

TRAFFIC SIMULATION IN ORDER TO IDENTIFY ”BOTTLE-NECKS” ON THE SECTION OF BELGRADE RAILWAY JUNCTION

Zorica MILANOVIĆ
Tatjana MIKIĆ
Giorgio MEDEOSSI

Abstract – This paper presents a traffic simulation on the Batajnica – Pančevo Bridge section of Belgrade Railway Junction. The main objective of this simulation is identification of the “bottle-necks” in the infrastructure under condition of increased traffic volume. Based on the simulation results technical and technological measures were proposed in order to create conditions for introduction of the new traffic organization on the railway section studied here.

Key words – simulation, traffic, railway, infrastructure

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

ODREĐIVANJE POTREBNOG BROJA I OBRTA GARNITURA DINAMIČKIM PROGRAMIRANJEM U SAOBRAĆAJU PRIGRADSKIH VOZOVA

Miljan PETROVIĆ [1]
Slavko VESKOVIĆ [2]
Sanjin MILINKOVIĆ [3]

Rezime *– Kvalitet prevozne usluge zavisi od frekvencije polazaka vozova, tačnosti i pouzdanosti reda vožnje. Dobar kvalitet prevozne usluge postiže se planiranjem reda vožnje za prognozirane tokove putnika, ali i optimizacijom potrebnog broja i turnusa garnitura. Turnusi garnitura su optimalni kada su ukupna zadržavanja u svim stanicama minimalna. U modelu je primenjena metoda dinamičkog programiranja kojom se određuju turnusi garnitura za zadati taktni red vožnje prigradskih vozova. Model je testiran na primeru gradsko-prigradske železnice Beograda - "Beovoza" sa taktnim redom vožnje vozova.*

Ključne reči – prigradski saobraćaj, taktni red vožnje, dinamičko programiranje, obrt garnitura

1. UVOD

Za dobar kvalitet prevozne usluge neophodno je obezbediti nekoliko uslova: frekvenciju polazaka, tačnost reda vožnje, kao i pouzdanost predviđenih polazaka .

Osnovni princip uspešne koncepcije moderne gradske železnice je adekvatna frekvencija polazaka. Da bi gradska železnica bila konkurent u transportu putnika unutar gradskog tkiva, na kratkim ali najmasovnijim putovanjima, potrebno je obezbediti dovoljan broj garnitura kojima će se ostvariti veliki broj polazaka u toku dana, a naročito u vršnom času kada najveći broj stanovništva odlazi na posao ili u školu, tj. vraća se kući.

Dobar kvalitet prevozne usluge postiže se planiranjem reda vožnje za prognozirane tokove putnika, ali i optimizacijom potrebnog broja i turnusa garnitura.

Metodom dinamičkog programiranja moguće je odrediti optimalne turnuse garnitura tako da su ukupna zadržavanja garnitura u svim stanicama minimalna.

1.1. Dinamičko programiranje

Dinamičko programiranje nema univerzalni matematički aparat, nema svoju matematičku formulaciju. Ta formulacija nastaje u sklopu definisanja problema i nije univerzalna, što znači da se ne može primeniti na problem druge vrste.

Karakteristične osobine dinamičkog programiranja jesu:

- Viševarjantnost rešavanja (nejednoznačnost)
- Mogućnost podele procesa računanja na etape
- Aditivnost kriterijuma (opšti kriterijum ravan je sumi kriterijuma na etapama)

Dinamičko programiranje dozvoljava da se značajno smanji broj varjanti koje se sagledavaju, a da se pri tome ne naruši tačnost rešenja. Proces računanja pri rešavanju zadatka obavlja se po etapama i sprovodi se u opštem slučaju u obrnutom smeru, tj. od kraja prema početku. U sklopu svake etape računanjem je neophodno naći takvo rešenje koje je za date uslove optimalno. Ono nije optimalno samo na posmatranoj etapi, već kako na njoj, tako uzimajući u obzir i uslove narednih etapa. Takvo rešenje na etapi često se u literaturi naziva uslovno optimalno rešenje. Na poslednjoj etapi računanja zaključujemo da se na njoj nalaze optimalna rešenja jer na njih nemaju uticaja sledeća rešenja. Na pretposlednjoj etapi kod iznalaženja optimalnog rešenja već je uključeno optimalno rešenje na poslednjoj etapi. Analogno se nalazi rešenje za tri poslednje etape itd. Na taj način, zavisno od prirode problema, na svakoj etapi nalazimo

[1] Miljan PETROVIĆ dipl.inž., Saobraćajni Fakultet, Vojvode Stepe 305 Beograd, miljan.petrovic@gmail.com.
[2] Dr Slavko VESKOVIĆ dipl.inž., Saobraćajni Fakultet, Vojvode Stepe 305 Beograd,veskos@sf.bg.ac.rs.
[3] Mr Sanjin MILINKOVIĆ dipl.inž., Saobraćajni Fakultet, Vojvode Stepe 305 Beograd, sanjin@sf.bg.ac.rs.

više uslovno optimalnih rešenja. Upoređujući rešenja, nalazimo optimalno i ono je jedno od već izračunatih uslovno optimalnih rešenja.

2. MODEL ZA ODREĐIVANJE TURNUSA I POTREBNOG BROJA GARNITURA DINAMIČKIM PROGRAMIRANJEM

Pod obrtom garniture podrazumeva se vreme koje se utroši na ciklusu operacija od momenta otpremanja garniture iz stanice po trasi jednog voza, pa do momenta otpremanja te iste garniture iz iste stanice po trasi istog voza. Vreme obrta se sastoji iz vremena zadržavanja garniture u stanici njenog pokretanja, vremena zadržavanja u obrtnoj stanici, kao i vremena koje garnitura provede u putu.

Obrt garniture se može ubrzati na dva načina:

1. Povećanje maršutne brzine, i
2. Smanjenjem vremena u tačkama obrta.

Za zadati red vožnje može se uticati samo smanjenjem vremena u tačkama obrta.

Potrebno je odrediti turnuse garnitura tako da se ukupno vreme zadržavanja garniture u svim stanicama svede na minimum.

Model dinamičkog programiranja se sastoji od:

1. **čvorova**, trase garnitura možemo posmatrati kao čvorove
2. **grana** - rastojanje između čvorova,tj. vreme koje prođe od mogućeg trenutka otpreme i stvarnog trenutka otpreme garniture
3. **etapa**, određeni broj prvih trasa možemo povezati sa njima odgovarajućim narednim trasama, to čini prvu etapu, naredne trase povezujemo sa njima odgovarajućim trasama, drugu etapu itd
4. **ograničenja**, garnitura se iz obrtne stanice može otpremiti jednom od narede tri trase, jedan čvor se može povezati sa naredna tri.

Pored minimalnog vremena zadržavanja garnitura u stanicama potrebno je odrediti moguće početne i krajnje trase i tako povezati što veći broj trasa. Početne trase su trase koje se nalaze na početku prve etape, ne mogu se naći u drugim etapama i krajnje trase koje se nalaze u zadnjoj etapi.U većini slučajeva postoji veći broj početnih i krajnjih trasa. Za rešavanje problema potrebno je imati jedan početni i jedan krajnji čvor. To postižemo tako što uvodimo pomoćni početni čvor koji povezujemo sa mogućim početnim čvorovima, i moguće krajnje čvorove sa pomoćnim krajnjim čvorom. Rastojanje između njih, odnosno vreme koje prođe od mogućeg trenutka otpreme i stvarnog trenutka otpreme garniture je 0. Dobili smo jedan početni i jedan krajnji čvor koji ne utiču na rešenje problema (slika 1.).

Određivanjem najkraćeg puta između početnih i krajnih čvorova dobijamo minimalno ukupno vremena zadržavanja garnitura u svim stanicama.

3. PRIMER ODREĐIVANJA TURNUSA GARNITURA

Primer na kome primenjujemo model je određivanje turnusa garnitura taktnog reda vožnje gradsko-prigradske železnice Beograda - "Beovoza".

Saobraćaj je organizovan na tri linije:

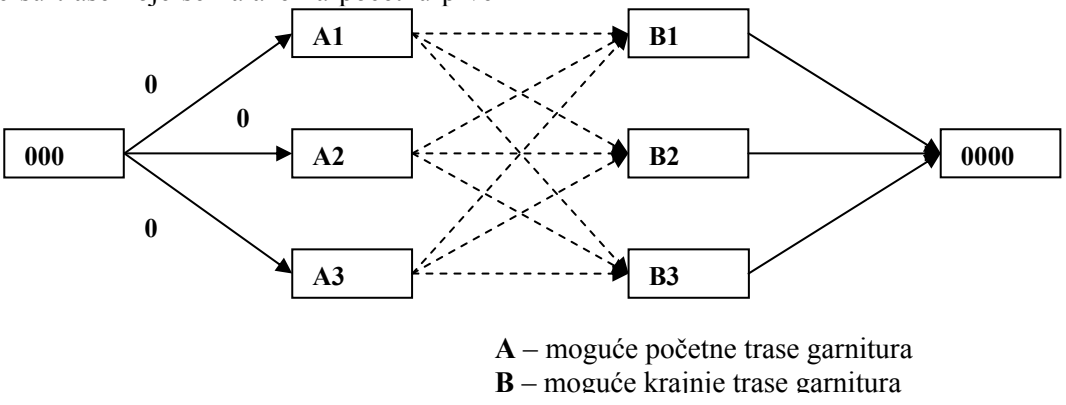
1. Batajnica - Resnik
2. Batajnica - Pančevo Glavna
3. Resnik - Pančevo Glavna

Intervali sleđenja i broj trasa u vršnom i van vršnog perioda su dati u tabeli 1.

Saobraćaj je organizovan tako da garnitura može saobraćati na bilo kojoj liniji, npr. prilikom dolaska iz Batajnice u Resnik nakon 20 minuta, koliko iznosi tehnološki proces rada u stanici, može nastaviti trasom Resnik -Pančevo Glavna.

Za početnu stanicu uzimamo stanicu Batajnica. Prvih sedam trasa koje kreću iz Batajnice posmatramo kao početne.Trase 8, 9 itd. se ne uzimaju kao početne jer se mogu javiti na kraju druge etape.

Za rešavanje problema koristimo program winQSB.



Slika 1. Geometrijska interpretacija uvođenja pomoćnog početnog i krajnjeg čvora

Tabela 1. Broj trasa u vršnom i van vršnog perioda

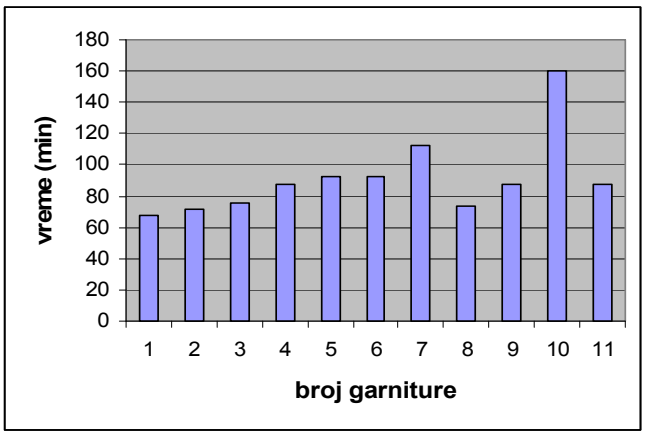
Iz stanice	Broj trasa u vršnom periodu	Broj trasa u vršnom času	Broj trasa van vršnog perioda po času	Ukupan broj trasa
	Interval sleđenja (min)			
Batajnica	12	6	3	72
	10	10	20	
Pančevo	12	6	3	72
	10	10	20	
Resnik	8	4	2	48
	10,20	10,20	30	

Podatke unosimo u vidu matrice, gde vrste i kolone matrice predstavljaju čvorove odnosno trase, vrste - početna trasa etape, kolone - krajnja trasa etape a svaki elemenat matrice izražava vreme zadržavanja voza u obrtnoj stanici između trasa, tj. rastojanje između čvorova.

Nakon prve iteracije dobili smo optimalno rešenje, najkraće rastojanje između početnog i krajnjeg čvora, tj. turnus garniture sa minimalnim zadržavanjem u svim stanicama. Čvorove – trase koje smo dobili u turnusu prve garniture ne posmatramo u daljem rešavanju problema i vršimo drugu iteraciju. Dobili smo drugo optimalno rešenje – turnus druge garniture itd.

Nakon prvih sedam iteracija iskoristili smo sve moguće početne trase. Sledeće moguće početne trase dobijamo tako što pomoćni početni čvor povezujemo sa drugom etapom.

Početne trase prvih sedam garnitura čine prvu grupu iteracija, garnitura 8, 9 i 10 drugu grupu, a garnitura 11 treću (grafikon 1.).

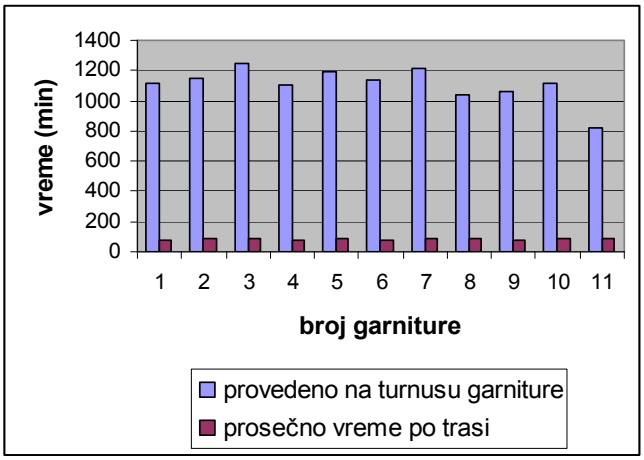


Gragikon1. Dodatna vremena u obrtnim stanicama. Dobijeni turnusi garnitura i njihova dodatna vremena zadržavanja u svim stanicama dati su u tabeli 2.

Tabela 2. Vremena putovanja i zadržavanja u obrtnim stanicama turnusa garnitura

Br. gar.	Broj trasa u turnusu garniture	Vreme u vožnji	Ukupno vreme u obrtnim stanicama	Dodatno vreme u obrtnim stanicama
1	15	766	348	68
2	13	832	336	72
3	14	916	368	76
4	15	741	352	88
5	14	840	372	92
6	15	767	372	92
7	14	840	312	112
8	12	748	294	74
9	14	711	348	88
10	13	712	400	160
11	9	576	248	88

Garniture 1, 4, 6 i 9 veći deo trasa provode na relaciji Batajnica-Resnik i Resnik-Pančevo. Prosečno vreme provedeno na trasi ovih garnitura je od 74 do 76 minuta. Ostale garniture veći deo trasa provode na relaciji Pančevo-Batajnica i njihovo prosečno vreme je od 85 do 92 minuta (grafikon 2.).



Grafikon 2. Vremena provedena na turnusu garniture i prosečno vreme po trasi

Od moguće 192 trase date u redu vožnje sa 11 garnitura uspeli smo da povežemo 148 trasa , što čini 3/4 svih trasa. Ostale trase se nalaze u jutarnjim časovima koje kreću iz stanica Resnik i Pančevo Glavna, kao i u vršnim periodima.

4. ZAKLJUČAK

Planiranjem reda vožnje za prognozirane tokove putnika i optimizacijom potrebnog broja i turnusa garnitura postiže se dobar kvalitet prevozne usluge.

Metodom dinamičkog programiranja, kao što smo pokazali u primeru, uz primenu računara moguće je na jednostavan način odrediti optimalne turnuse garnitura. Model kao rešenje daje trase u turnusu

garnitura sa minimalnim ukupnim vremenom zadržavanja u svim stanicama.

Nedostatak ovog modela je u tome što nismo uspeli da povežemo sve trase garnitura. Sa 11 garnitura koje saobraćaju tokom celog dana uspeli smo da pokrijemo 77% trasa.

LITERATURA

[1] Miljan Petrović dipl. inž.: "Organizacija gradsko – prigradskog putničkog saobraćaja Beograda u uslovima izgrađene dvokolosečne pruge Beograd centar – Pančevo ", Završni rad, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2009.

[2] Dr Mirko Čičak: "Modeliranje u železničkom saobraćaju", Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2003.

[3] Dr Mirko Čičak, dr Slavko Vesković: "Organizacija železničkog saobraćaja II", Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2003.

DETERMINATION OF THE REQUIRED NUMBER AND TURN – ROUND SET IN TRAFFIC SUBURBAN TRAINS USING DYNAMIC PROGRAMMING

Miljan PETROVIĆ
Slavko VESKOVIĆ
Sanjin MILINKOVIĆ

Abstract – The quality of transporting services depends on the frequency of train departures, accuracy and reliability of the timetable. Good quality transport service can be achieved by planning the timetable for the forecasted passenger flows, and optimize the required number and turn-round sets. Turn-round sets are optimal when the total retention of all stations is minimal. This model has applied dynamic programming methods that are determined for a given turn-round set suburban trains interval timetable. The model was tested on the example of city railway Belgrade - "Beovoz" with the interval timetable of train departures.

Key words – Suburban Transport,Interval Timetable, Dynamic Programming, Turn-Round Sets.

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

ANALIZA PROPUSNE MOĆI PRUGE STUBLINE-VORBIS KORIŠĆENJEM SOFTVERSKOG PAKETA OPENTRACK

Aleksandar GAJICKI [1]
Tatjana MIKIĆ [2]

Rezime – Radi proširenja proizvodnih kapaciteta Privrednog društva „Termoelektrane Nikola Tesla“ d.o.o. iz Obrenovca planira se nastavak gradnje bloka B-3, kao prvi aranžman EPS-a sa stranim strateškim partnerom. Da bi se omogućilo nesmetano funkcionisanje novog bloka sistem železničkog transporta mora, pored postojećih 25.000.000 tona uglja, obezbediti prevoz dodatnih 8.000.000 tona na godišnjem nivou. U radu je razmatrano najpovoljnije rešenje rekonstrukcije postojeće železničke infrastrukture na jednokolosečnoj deonici Stubline-Vorbis koje će obezbediti redovan i pouzdan prevoz za potrebe novog bloka TENT „B3“ i postojećih blokova TENT „B1“ i „B2“. Za svako predloženo rešenje rekonstrukcije data je odgovarajuća organizacija saobraćaja sa analizom prevozne i propusne moći deonice Stubline - Vorbis. Sve predviđene saobraćajno-tehnološke analize i potrebne provere obaviće se simulacionim modeliranjem korišćenjem softverskog paketa „OpenTrack“.

Ključne reči – propusna moć, simulacija, OpenTrack

1. UVOD

Privredno društvo „Termoelektrane Nikola Tesla“ d.o.o. iz Obrenovca, sa 14 blokova ukupne instalirane snage 3.288 MW čini trećinu proizvodnog potencijala Elektroprivrede Srbije i najveći je proizvođač električne energije u jugoistočnoj Evropi. Ukupna godišnja proizvodnja iznosi preko 18 milijardi kWh, što predstavlja polovinu ukupne proizvodnje električne energije u Elektroprivredi Srbije (EPS).

Radi proširenja proizvodnih kapaciteta planira se gradnja bloka „B3“, kao prvi aranžman EPS-a sa stranim strateškim partnerom. Da bi se omogućilo nesmetano funkcionisanje novog bloka sistem Železničkog transporta mora obezbediti prevoz dodatnih 8.000.000 tona uglja na godišnjem nivou.

U radu je obuhvaćena analiza propusnih moći sledećih varijantnih rešenja rekonstrukcije postojeće infrastrukture na deonici od stanice Stubline do stanice Vorbis:

- izgradnja ukrsnice Grabovac,
- izgradnja ukrsnice Grabovac i ugradnja uređaja APB-a na celoj deonici i
- izgradnja drugog koloseka.

Sve predviđene saobraćajno-tehnološke analize i potrebne provere obavljene su simulacionim modeliranjem korišćenjem softverskog paketa „OpenTrack“.

2. POSTOJEĆE STANJE INDUSTRIJSKE ŽELEZNICE TENT

Železnička mreža PD "Termoelektrane Nikola Tesla" sastoji se od pruga normalnog koloseka (1.435 mm) ukupne dužine 62,0 kilometara i pruga uzanog koloseka (900 mm) dužine 5,2 kilometara.

Mreža pruga normalnog koloseka ima karakteristike pruga prvog reda, sa najvećom dopuštenom masom po osovini od 22,0 tona i najvećom dopuštenom masom po dužnom metru od 8 tona. Najveća dopuštena brzina na pruzi iznosi 80 km/h.

Glavna pruga Obrenovac-Stubline-Brgule-Vreoci dužine 33,6 kilometara puštena je u saobraćaj 1967. godine. Od glavne pruge odvaja se jednokolosečna pruga Stubline-Vorbis dužine 14,4 kilometara i jednokolosečna pruga Brgule-Tamnava dužine 3,3 kilometara. Obe pruge su puštene u saobraćaj 1979. godine. Levi kolosek dvokolosečne pruge Stubline-Brgule dužine 10,58 kilometara izgrađen je 1982. godine.

Pruge su elektrificirane monofaznim sistemom 25 kV, 50 Hz i svi koloseci otvorene pruge su u dugom šinskom traku. Na delu pruge urađena je telekomanda.

[1] Aleksandar GAJICKI, dipl.inž.saob, Saobraćajni institut CIP, Nemanjina 6, 11000 Beograd, gajickia@sicip.co.rs
[2] Tatjana MIKIĆ, dipl.inž.saob, Saobraćajni institut CIP, Nemanjina 6, 11000 Beograd, mikict@sicip.co.rs.

Шема мреже пруга TENT-a, са означеном деонicом Stubline-Vorbis i budućom ukrsnicom Grabovac, data je na slici 1.

Na industrijskoj železnici PD "Termoelektrane Nikola Tesla" postoji šest stanica sa striktnom podelom rada. U stanicama Vreoci i Tamnava se vrši utovar uglja, međustanice Stubline i Brgule služe za regulisanje saobraćaja vozova, dok se u stanicama Vorbis i Obrenovac vrši istovar uglja.

Za obavljanje saobraćaja na prugama normalnog koloseka ŽT raspolaže sa 8 elektrolokomotiva serije 441, 2 dizel lokomotive serije 661, 10 elektro-manevarskih lokomotiva serije 443 i 7 dizel-manevarskih lokomotiva CEM.

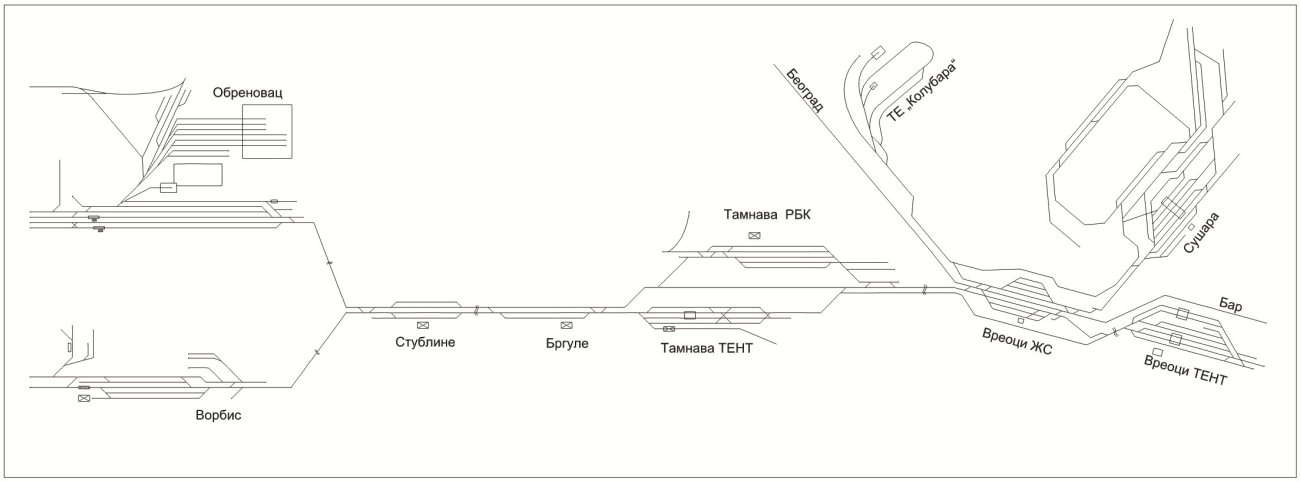
Za transport uglja koriste se specijalna kola serije Fbd tipa „ARBEL“. U svom inventarskom parku ŽT ima 395 kola serije „Fbd“ tipa „ARBEL“.

2. SIMULACIONI MODEL

Simulacioni model železničke mreže TENT-a obuhvatio je prugu Obrenovac-Stubline-Brgule-Vreoci sa ograncima Stubline-Vorbis i Brgule-Tamnava. Granice modela sa jedne strane predstavljaju stanice Obrenovac i Vorbis, dok su sa druge strane to stanice Vreoci i Tamnava.

Osnovni cilj izrade simulacionog modela mreže pruga TENT-a je utvrđivanje odnosa između obima saobraćaja i infrastrukturnih kapaciteta u uslovima:

- postojećeg stanja železničke infrastrukture sa obimom saobraćaja prema redu vožnje od 12.01.2008. godine.
- inoviranog stanja železničke infrastrukture na deonici Stubline-Vorbis prema predloženim varijantama rekonstrukcije radi povećanja propusne i prevozne moći.



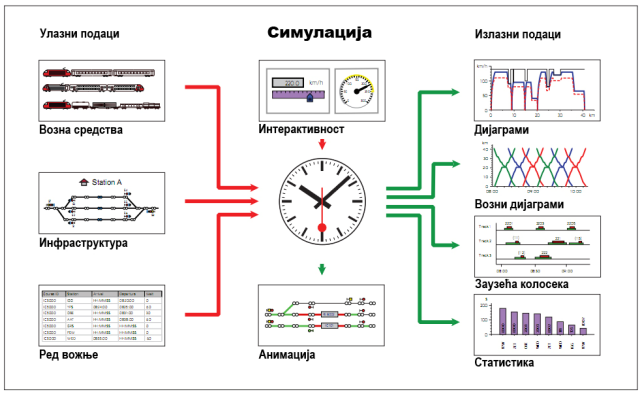
Slika 1. Mreža pruga TENT-a

Simulacioni model definisan je primenom softverskog paketa OpenTrack u verziji 1.6. OpenTrack je program za simulaciju železničkog saobraćaja koji je razvijen kao deo istraživačkog projekta Švajcarskog federalnog Tehnološkog Instituta za transportne sisteme i planiranje (ETH IVT).

Osnovna struktura OpenTrack-a prikazana je na slici 2. Izrada modela pratila je redosled aktivnosti prikazanih u osnovnoj strukturi „OpenTrack“-a.

Vozna sredstva: baza podataka o lokomotivama. Date su detaljne tehničke specifikacije kao što su: vučna snaga, vučni pasoš, brzina, sopstvena težina, adheziona težina itd.

Infrastruktura: podaci o kolosečnoj situaciji sastoje se od fizičkog opisa infrastrukture na kojoj će se vršiti simulacija. Sastoji se od svih elementa koji definišu postojeću infrastrukturu kao što su nagibi, poluprečnici horizontalnih krivina, ograničene brzine, lagane vožnje, signali, stanice itd.



Slika 2. Osnovna struktura softverskog paketa OpenTrack

Red vožnje: sastoji se od informacija o saobraćaju vozova: vreme polazaka iz utovarnih stanica Vreoci i Tamnava, odnosno istovarnih stanica Obrenovac i Vorbis, informacije o konekcijama (vezama) između vozova, minimalno vreme bavljenja po pojedinim stanicama i informacije o zaustavljanju.

Da bi se kompletirao model i omogućila simulacija potrebno je definisati i podatke o vozovima, kao i

izvršiti modelovanje saobraćaja vozova na pruzi i kroz stanice. Vozovi su definisani svojim sastavom, dužinom, težinom i vrstom vuče.

U modelu je poštovan osnovni princip desnostranog odvijanja saobraćaja, šeme zavisnosti kretanja, te svi podaci definisani tehnološkim procesima rada posmatranih stanica.

Da bi definisani model što više odgovarao realnim uslovima potrebno je izvršiti njegovo usaglašavanje sa stvarnim podacima. Validacija, kalibracija i verifikacija modela urađena je na osnovu reda vožnje iz stvarnog grafikona za dan 12.01.2008. godine.

U cilju što realnijeg prikazivanja stvarnog sistema definisana je funkcija distribucije performansi vozova koji će saobraćati u sistemu. Predviđeno je da će 20% od ukupnog broja vozova ostvarivati performanse između 90% i 92% od maksimalno mogućih (npr. maksimalne brzine voza), 60% će ostvarivati performanse između 92% i 94% od maksimalno mogućih i 20% će ostvarivati performanse između 94% i 96% od maksimalno mogućih. Distribucija performansi je ista i za vozove koji idu po redu vožnje, kao i za vozove koji imaju kašnjenje.

Simulacija se izvodi za period od 12 časova u vremenskom intervalu od 7 časova ujutro do 19 časova. U vreme simulacije uračunata je smena osoblja u periodu od 7^{00} do 7^{10}, kao i smena u 19^{00}. Period od 19 časova do 7 časova ujutru narednog dana se ponavlja, i nije bilo potrebe vršiti njegovu simulaciju. Ukupan broj vozova u sistemu za 24 časa se dobija dupliranjem dobijenih rezultata.

U skladu sa saobraćajno-tehnološkim zahtevima prilikom izrade simulacionog modela definisano je da na početku smene iz svake stanice moraju da krenu po dve lokomotive, kao i da na kraju smene u svakoj stanici vožnju moraju da završe po dve lokomotive. Za proračun zadržavanja u utovarnim i istovarnim stanicama korišćena su normirana vremena utovara, istovara i početno-završnih operacija.

Na ovaj način se dobija red vožnje sa grafikonom prilagođenim kapacitetima utovara u stanicama Vreoci i Tamnava, kao i istovara uglja u stanicama Vorbis i Obrenovac. Ovako dobijeni broj vozova na mreži predstavlja mogući maksimum u odnosu na postojeće utovarno-istovarne kapacitete.

Za perspektivni obim saobraćaja definisano je da će u sistemu saobraćati 106 pari teretnih vozova u toku dana. Prvi polazak voza u sistemu je u 7^{10}.

Simulacija je urađena na celoj mreži pruga TENT-a, ali se analiza vrši samo za deonicu Stubline-Vorbis. Na ovaj način se sagledava uticaj povećanog obima saobraćaja na celu mrežu.

Proširenи i nadograđeni osnovni model postojećeg stanja urađen je na osnovu planova za rekonstrukciju infrastrukture deonice Stubline-Vorbis u cilju povećanja propusne i prevozne moći. Proširenи i nadograđeni model je urađen u četiri verzije u skladu sa varijantnim rešenjima rekonstrukcije infrastrukture, i to:

Model V1, kod koga je na deonici Stubline-Vorbis dodata ukrsnica Grabovac na stacionaži km 7+700.

Model V2, koji pored ukrsnice Grabovac na deonicama Stubline-Grabovac i Grabovac-Vorbis ima ugrađene prostorne signale.

Model V3.1, kod koga je na deonici Stubline-Vorbis dograđen drugi kolosek. Izlaz iz stanice Stubline je sa jednim kolosekom, dok se drugi kolosek odvaja na stacionaži km 1+466 i pruga kao dvokolosečna ulazi u stanicu Vorbis.

Model V3.2, kod koga je na celoj deonici Stubline-Vorbis izgrađen drugi kolosek.

3. ANALIZA PROPUSNE MOĆI

Propusna moć određuje se na osnovu analize svake pojedinačne deonice, utvrđenih uslova, kao i zahtevanog nivoa kvaliteta prevozne usluge, odnosno smanjivanja uticaja mogućih poremećaja na redovno odvijanje saobraćaja.

Maksimalni obim saobraćaja u odnosu na utovarne i istovarne kapacitete na mreži pruga TENT-a, dobijen simulacijom na mreži pruga prikazan po deonicama i smerovima dat je u tabeli 1.

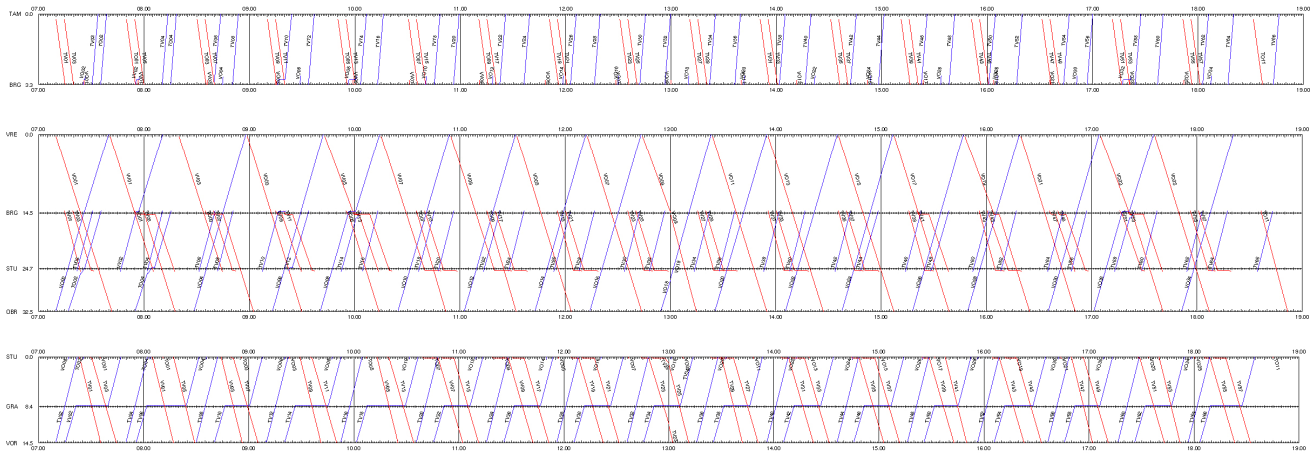
Tabela 1. Maksimalni perspektivni broj vozova po deonicama i smerovima

Deonica	Smer A	Smer B
Vreoci-Brgule	36	36
Tamnava-Brgule	70	70
Brgule-Stubline	106	106
Stubline-Vorbis	68	68
Stubline-Obrenovac	38	38

Primer rezultata simulacije u obliku grafikona reda vožnje dat je na slici 3.

Broj vozova na deonici Stubline-Vorbis u varijantama 1 i 2, dobijen simulacijom, istovremeno predstavlja i maksimalni mogući broj sa aspekta propusne moći. Saobraćaj vozova se odvija sa veoma malim rezervnim vremenima, odnosno sa smanjenim kvalitetom prevozne usluge i velikom verovatnoćom nastanka poremećaja u saobraćaju. Da bi se dobila realna propusna moć potrebno je uračunati veća rezervna vremena, odnosno smanjiti broj vozova na deonici za oko 30%.

Realna propusna moć deonice Stubline-Vorbis za predložene varijante 1 i 2 rekonstrukcije iznosi oko 46 pari vozova na dan, što će omogućiti prevoz perspektivnih količina uglja do TENT „B“. Postoji rezerva od dva para vozova za prevoz ostalih vrsta roba. Nedostatak ovih varijanti je da one ne omogućavaju dalje povećanje obima prevoza uglja, kao i da ne zadovoljavaju potrebe TENT-a za prevozom drugih vrsta roba.



Slika 3. Grafikon reda vožnje

U grafikonima reda vožnje za varijante 3.1 i 3.2. rekonstrukcije deonice Stubline-Vorbis postoje velika rezervna vremena tako da je dobijeni broj vozova ispod teorijske propusne moći. Na deonici ima dovoljno slobodnih trasa za prolaz još najmanje oko 15 pari vozova bez snižavanja kvaliteta prevozne usluge.

4. ZAKLJUČAK

U pogledu propusne i prevozne moći između varijanti 1 i 2 skoro da ne postoje razlike. Da bi ugrađeni APB u varijanti 2 imao efekta potrebno je da organizacija saobraćaja bude drugačija, što zbog tehnologije rada na utovaru i istovaru uglja na mreži pruga TENT-a nije moguće. Saobraćaj vozova u prostornom razmaku na jednokolosečnoj pruzi skraćuje interval sleđenja između uzastopnih vozova, dok vozovi iz suprotnih smerova saobraćaju u staničnom razmaku. Kapaciteti istovarnih stanica su takvi da ne zahtevaju saobraćaj više od dva uzastopna voza. Takođe, razlike u pogledu propusne i prevozne moći između varijanti 3.1 i 3.2 su vrlo male.

Kvalitet prevozne usluge u varijantama 1 i 2 je na nižem nivou u odnosu na varijante 3.1 i 3.2. Na deonici saobraća veliki broj vozova, rezervna vremena u grafikonu reda vožnje su mala tako da i relativno mala kašnjenja vozova mogu da izazovu poremećaje u saobraćaju. Ovo će naročito biti izraženo u slučaju uvođenja u saobraćaj dodatnih vozova za prevoz drugih vrsta robe.

Najbitnija razlika između predloženih varijanti je u pouzdanosti rada železničkog sistema. U slučaju realizacije varijanti 1 i 2 bilo kakav prekid saobraćaja na deonici Stubline-Vorbis će u potpunosti onemogućiti snabdevanje ugljem blokova TENT „B“, dok se u slučaju varijanti 3.1 i 3.2 saobraćaj vozova, samo smanjenog intenziteta, mogao odvijati po drugom koloseku. Za varijantu 3.1 ovo ne važi u slučaju prekida saobraćaja na delu jednokolosečne pruge ispred stanice Stubline kada se saobraćaj na deonici obustavlja u potpunosti. U režimu rada sa jednim kolosekom, varijante 3.1 i 3.2 će omogućiti podmirenje oko 70% dnevnih potreba za ugljem TENT „B“.

LITERATURA

[1] Gajicki, A i saradnici: "Saobraćajno tehnološka studija rekonstrukcije postojeće železničke infrastrukture u vezi izgradnje novog bloka B3 na tent B", Saobraćajni institut CIP, Beograd, 2010.

[2] Huerlimann, D i Nash, B: "OpenTrack - Simulation of Railway Networks", ETH Zurich Institute for Transport Planning and Systems, Zurich, 2010.

CAPACITY ANALYSIS FOR THE LINE STUBLINE AND VORBIS BY OPENTRACK

Aleksandar GAJICKI
Tatjana MIKIĆ

Abstract - In order to expand the productive capacity company "Thermal Power Plant Nikola Tesla" d.o.o. from Obrenovac plans to extend building block B-3, as the first arrangement of EPS with a foreign strategic partner. To ensure smooth operation of the new block system, in addition to the existing 25.000.000 tons of coal, it must provide additional transport of 8.000.000 tons per year. The paper discusses solutions for reconstruction of existing infrastructure on single line Stubline-Vorbis, which will provide regular and reliable transport for the new block TENT "B3" and the existing blocks TENT "B1" and "B2". For each proposed solution of infrastructure reconstruction appropriate organization of railway traffic is given by analysis of line capacity. All anticipated traffic and technological analysis and all other necessary steps were carried out using simulation modeling software package OpenTrack.

Key words - Line Capacity, Simulation, OpenTrack

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

RAZVOJ I PERSPEKTIVE KOMBINOVANOG TRANSPORTA IZMEĐU SRBIJE I JADRANSKIH LUKA

Zoran BUNDALO [1]
Andrija RISTOVIĆ [2]
Nadica OGRIZOVIĆ [3]
Momčilo TUNIĆ [4]

Rezime – Svetska ekonomska globalizacija i proces stvaranja jedinstvenog svetskog tržišta generisali su nove tokove roba na svetskoj trgovinskoj mapi, a pre svega iz Kine i država dalekog Istoka kao vodećih proizvodnih područja. Kao i čitava Evropa, područje Balkana predstavlja velikog uvoznika robe poreklom iz ovog područja, koja se pre svega doprema pomorskim putem u kontenerskim brodovima velikih kapaciteta. Zbog niskog kvaliteta postojeće usluge prevoza železnicom, doprema kontenera od morskih luka do krajnjih odredišta u Srbiji danas se uglavnom vrši drumskim vozilima. Imajući u vidu negativne posledice velikih drumskih tokova i prednosti železnice kao sistema, razvoj kvalitetne i konkurentne usluge prevoza kontenera železnicom od Jadranskih luka do krajnjih odredišta u Srbiji, nije samo interes železnice, već i čitave privrede i društva. Za uspostavljanje takve usluge neophodan je razvoj odgovarajuće tehničke baze (voznih sredstava i kontenerskih terminala), ali je još značajnije sprovođenje neophodnih organizacionih, regulativnih i promotivnih mera koje će stvoriti uslove za brz i neometan prevoz kontenera i bolje korišćenje postojećih voznih sredstava.

Ključne reči – kontenerski transport, tehnička baza, organizacija

1. UVOD

Stalni rast obima transporta robe zahteva korišćenje svih transportnih tehnika, a direktan transport "od vrata do vrata" može se realizovati kao:

- železnički transport preko industrijskih koloseka,
- drumski odnosno kamionski transport,
- kombinovani železničko – drumski transport.

Kombinovani kopneni transport obuhvata transport robe u istim tovarnim jedinicama, koje se pretovaraju sa jednih na druga transportna sredstva, pri čemu se ne manipuliše sa samom robom. U kombinovanom transportu koriste se specifične prednosti svakog pojedinačnog vida transporta. Rastuća svest o zaštiti životne sredine, uštedi energije, kao i preopterećeni putevi, sve više doprinose razmišljanju o razvoju kombinovanog železničko – drumskog transporta u Srbiji.

2. POSTOJEĆE STANJE. REGULATIVA U OVOJ OBLASTI

Postojeća regulativa u ovoj oblati je veoma skromna, na železnici se primenjuju odredbe postojeće robne tarife JP „Železnice Srbije" i za organizaciju rada sa ISO kontenerima - Uputstvo o prevozu velikih kontejnera u režimu društva ICF (Spt 69). Direkcija za železnicu je pripremila nacrt Uputstva o tehničko-eksploatacionim karakteristikama tovarnih jedinica kombinovanog transporta i teretnih kola za obavljanje kombinovanog transporta (Up. 276). JP „Železnice Srbije" (ŽS) je krajem 2007. godine osnovalo Društvo za kombinovani transport „Srbijakombi", u cilju daljeg razvoja kombinovanog transporta.

2.1. Tehnička baza

2.2.1. Terminali

Kontenerski terminal ŽIT u Beogradu

Terminal „ŽIT Beograd" je bimodalni terminal površine od 8,5 hektara. Trenutno je to terminal sa najvećim obimom pretovara kontenera u Srbiji. Nalazi se u samom centru grada u neposrednoj blizini železničke stanice Beograd i ne postoji mogućnost

[1] Prof. dr Zoran BUNDALO dipl. inž. Visoka železnička škola strukovnih studija, Zdravka Čelara 14, Beograd, cheminot@eunet.rs
[2] Andrija RISTOVIĆ dipl. inž. JP Železnice Srbije, Nemanjina 6, Beograd, kombi.roba@srbrail.rs
[3] Nadica OGRIZOVIĆ dipl. inž. AGIT, Žabica 5, Rijeka, nadica.ogrizovic@agit.hr
[4] Momčilo TUNIĆ dipl. inž. SRBIJAKOMBI, Nemanjina 6, Beograd, momcilo.tunic@srbrail.rs.

proširenja. Osim toga, urbanistički planski dokumenti predviđaju izmeštanje terminala sa postojeće lokacije. Od pretovarne mehanizacije poseduje portalni kran opremljen hidrauličnim sprederima nosivosti 20 i 40 tona, kao i klještima za pretovar poluprikolica i izmenljivih transportnih sudova. Preduzeće „ŽIT Beograd“ poseduje odgovarajući park drumskih vozila kojima se vrši razvoz kontenera od/do terminala.

Luka Beograd

Sa aspekta makrolokacije Luka Beograd poseduje veoma povoljan položaj, jer se nalazi u preseku dva evropska transportna koridora. Osnovni nedostatak leži u činjenici da se nalazi na samom obodu centra grada. U sastavu luke postoji kontenerski terminal površine 12430 m^2 čiji skladišni kapaciteti omogućuju 10.000 TEU jedinica godišnjeg prometa. Pretovar kontenera obavlja se sa dve mosne dizalice sa prepustima nosivosti 50 i 20 tona. Postoje i mobilna sredstva, manipulator za kontenere nosivosti 27 tona i viljuškari nosivosti do 14 tona, kao i servis za opravku i remont kontenera. Na kontenerskom terminalu postoji čeona hala površine 4200 m^2.

Luka Novi Sad

Luka je locirana u industrijskoj zoni grada i omogućava povezivanja dva transportna koridora (koridora VII i X), a šire gravitaciono područje ima pre svega razvijene privredne grane u oblasti poljoprivrede, prehrambene i hemijske industrije, kao i industrije građevinskih materijala. Mogućnosti luke u pogledu pretovara kontenera su ograničene na manipulaciju sa dvadesetostopnim kontenerima. Luka poseduje i rampu za Ro-Ro pretovar.

2.2.2. Teretna kola i UTI

Jedinice kombinovanog transporta prevoze se klasičnim ili specijalnim plato teretnim kolima, zavisno od vrste transportovane teretne jedinice. Ukoliko se vrši prevoz kontenera ili izmenljivih transportnih sudova moguća je upotreba i klasičnih plato kola sa ugrađenim fitinzima u podlogu kola, kako bi se sprečilo pomeranje prilikom transporta. Ovakva kola (vlasništvo ŽS ili Hrvatskih Železnica) se najviše i koriste u transportima koji se obavljaju između Srbije i Jadranskih luka. Ukoliko se vrši prevoz kamionskih poluprikolica koriste se najčešće kola sa džepom za smeštaj osovinskog agregata poluprikolice, dok se za prevoz kompletnih drumskih teretnih vozila upotrebljavaju specijalna niskopodna plato kola sa točkovima izuzetno malog prečnika.

Železnice Srbije u svom voznom parku poseduju klasična teretna plato kola serija Rgs, Regs i Kgs, kao i kola serije Sgnss posebno konstruisana za prevoz kontenera i izmenljivih transportnih sudova (tabela 1).

Jedinice kombinovanog transporta koje se transportuju između jadranskih luka i Srbije uglavnom su konteneri, dužina 20 ili 40 stopa.

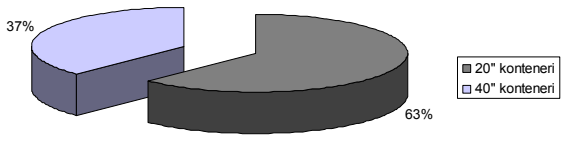
Tabela 1. Tehničke karakteristike teretnih kola vlasništva ŽS kojima se prevoze konteneri

Serija kola	**Regs**	**Rgs**	**Kgs**	**Sgnss**
Broj osovina	4	4	2	4
Dužina kola (m)	20,60	20,90	13,86	19,74
Utovarna dužina (m)	19,20	19,50	12,50	18,50
Utovarna širina (m)	2,740	2,700	2,750	2,259
Visina iznad GIŠ (m)	1,260	1,260	1,240	1.155
Maks. opterećenje (t)	55,0	58,0	26,5	70,0

2.2. Robni tokovi

U strukturi prevoza jedinica kombinovanog transporta u uvozno - izvoznom saobraćaju gotovo se isključivo prevoze konteneri, dok je prevoz ostalih tovarnih jedinica zanemarljiv.

Kontenerizovana roba se u Srbiju doprema uglavnom iz zemalja Dalekog istoka, a pre svega iz Kine. Pomorskim putem konteneri se prevoze do neke od tri jadranske luke - Kopar, Bar ili najčešće Rijeke, a zatim se dalje kamionima ili železnicom transportuju do odredišta u Srbiji. Ukoliko se transport od luke obavlja železnicom, konteneri se prevoze do terminala ŽIT u Beogradu a zatim iz terminala vrši razvoz do krajnjeg korisnika sredstvima drumskog saobraćaja. Prevoz železnicom se vrši i u drugoj varijanti gde se konteneri transportuju do neke od stanica na mreži pruga ŽS (Šid, Subotica, Batočina, Pančevo, Novi Sad, i dr.), a zatim se roba pretovara direktno iz kontenera u kamion. U toku 2008. godine železnicom je od luke Rijeka ka Srbiji i obratno prevezeno ukupno 9.501 kontenera (4.412 ka Srbiji i 5.089 ka luci Rijeka). Usled ekonomske krize u toku 2009. godine dolazi do pada u veličini ovih tokova, tako da je u toj godini između Rijeke i odredišta u Srbiji železnicom prevezeno ukupno 8.329 kontenera (4.329 ka Srbiji i 4.000 ka Rijeci). U strukturi ovako ostvarenog obima prevoza kontenera železnicom u 2009. godini dominiraju konteneri dužine 20 stopa (slika 1). Postojeće robne tokove u kombinovanom transportu koji se realizuju preko jadranskih luka karakteriše velika neujednačenost po smerovima, jer je uvoz robe daleko veći od izvoza (iz Rijeke ka Srbiji se prevoze tovareni konteneri, a u suprotnom smeru vraćaju se u praznom stanju).



Slika 1. Učešće prevoza kontenera od 20“ i 40“ u ukupno realizovanom prevozu kontenera železnicom iz i ka luci Rijeka u 2009. godini

3. BUDUĆI RAZVOJ

3.1. Regulativna i institucionalna oblast

Odlukom o osnivanju Društva za kombinovani transport „Srbijakombi“ d.o.o. Beograd, JP „Železnice Srbije“ su potvrdile rešenost da se osavremeni način rada u oblasti kombinovanog transporta, na način kako se radi u razvijenijim državama Evrope. Interes železnice za osnivanje Društva ogleda se u dobijanju mogućnosti da poveća svoj udeo na transportnom tržištu roba, koje su se prevozile isključivo drumom.

Opšti interes se ogleda u jačanju konkurencije u sferi transporta jedinica kombinovanog transporta, čime se klijentima pružaju tržišno prihvatljive cene transporta, uz rasterećenje i očuvanje putne mreže, kao i brojne ekološke prednosti. Formiranje nacionalnog operatera za kombinovani transport po evropskim uzorima, podrazumeva obezbeđenje institucionalnog, pravnog i operativnog okvira za podsticaj razvoja kombinovanog transporta i otklanjanje svih uskih grla, uz korišćenje komparativnih prednosti svakog vida transporta. Uslov za prijem društva „Srbijakombi“ u Međunarodnu uniju železničko - drumskih transportnih kompanija (UIRR) je da njegov delokrug bude sledeći odnosno da:

1. povezuje ceo transportni lanac i nudi potpuni paket usluga na tržištu,
2. obavlja posao svojim sredstvima, na sopstveni rizik,
3. je nezavisna organizacija, a rad određuju deoničari.

Jedna od osnovnih koncepcija rada društva "Srbijakombi" je da sva kombi Društva na prevoznom putu zajedno formiraju ponudu. S obzirom na glavne tokove kontenera od Jadranskih luka, kao primer bio bi voz na relaciji Rijeka – Beograd-terminal ŽIT – Rijeka, sa definisanim parametrima, kao što su bruto težina, dužina, vreme putovanja voza. Takva organizacija poznatija kao **ŠATL – koncept**, podrazumeva da kombi društva svojim matičnim železnicama plaćaju cenu po kilometru voza za kompletan voz, a rizik punjenja ostaje na njima.

3.2. Tehnička baza

3.2.1 Terminali

Nedostatak terminala predstavlja najveće usko grlo za kvalitetan i funkcionalan kombinovani transport u Srbiji, kada je reč o infrastrukturnim kapacitetima. Stoga je izgradnja novog, funkcionalnog terminala, koji će odgovoriti zahtevima efikasne organizacije prevoza transportnih jedinica kombinovanog transporta u šatl vozovima jedan od prioriteta.

Budući terminal potrebno je locirati na mestu kojem gravitiraju najveći tokovi roba koje se prevoze kontenerima. Adekvatan izbor lokacije terminala od izuzetne je važnosti i za operatera kombinovanog transporta (akvizicija većeg broja kontenera u prevozu železnicom smanjuje rizik punjenja šatl voza koji leži upravo na operateru kao organizatoru prevoza). Pravilan izbor lokacije od suštinske je važnosti i za budućeg upravljača samim terminalom, kako sa aspekta opravdanosti ulaganja u infrastrukturu, pretovarnu i drugu opremu u terminalu, tako i sa aspekta ostvarivanja profita od rada samog terminala.

U postojećem kombinovanom transportu u Srbiji (bez tranzita) dominira prevoz kontenera iz Jadranskih luka. Ove prevoze karakteriše velika neujednačenost robnih tokova gde je uvoz značajno veći od izvoza, odredišta postojećih robnih tokova su pre svega u području velikih potrošačkih centara. Sa makrolokacijskog aspekta važan je i saobraćajni položaj terminala, odnosno da se nalazi na nekom od glavnih transportnih koridora. U tom smislu se posebno ističu područja Beograda i Novog Sada, obzirom da se nalaze na seciištu dva važna panevropska koridora – koridor X i koridor VII.

Osim saobraćajnih ograničenja, trebalo bi istaći da bi budući terminal trebalo locirati na području gde ne postoje stroga ograničenja u pogledu vrste robe kojom se manipuliše. Postojanje dozvole za pretovar tovarnih jedinica kombinovanog transporta kojima se prevoze opasne materije je od velike važnosti. Broj kontenera kojima se vrši prevoz opasnih materija za područje Srbije nije zanemarljiv, čak se može reći i da je značajan. Treba imati u vidu da je železnica bezbedniji vid prevoza od drumskog saobraćaja, pa je rešenje ovog problema svakako i u interesu celokupnog društva. Obzirom na veličinu postojećih tokova i u cilju umanjenja rizika investicija, poželjno je izgradnju novog terminala vršiti u fazama. U prvoj fazi bi se gradio manji terminal koji bi zadovoljio opsluživanje vozova kombinovanog transporta u postojećem obimu prevoza. Povećanjem obima robne razmene očekuje se i povećanje broja tovarnih jedinica i vremenom će kapaciteti izgrađeni u prvoj fazi postati ograničavajući te će se srazmerno novim potrebama vršiti proširenje terminala. Ovakav pristup izgradnji terminala predviđen je i u Generalnom Master planu saobraćaja u Srbiji, koji je u junu 2010. godine usvojio Nacionalni savet za infrastrukturu.

3.2.2. Teretna kola i UTI

U sklopu programa podsticanja domaće proizvodnje i remonta šinskih vozila, Vlada Republike Srbije je u 2009. godini obezbedila finansijska sredstva za nabavku 85 novih teretnih kola serije Sgnss za potrebe JP „Železnica Srbije“. Ovo su prva teretna kola specijalizovana za prevoz jedinica kombinovanog transporta u vlasništvu srpskih železnica. U toku 2010. godine vlada je finansirala nabavku dodatnih 50 kola iste serije (do jula meseca izrađeno je 40 kola). Obzirom na broj kontenera koji

se transportuje između Srbije i Jadranskih luka može se reći da postojeći broj teretnih kola ne predstavlja usko grlo za efikasan kombinovani transport. Smanjenjem obrta kola kroz efikasniju organizaciju prevoza i rešavanje uskih grla u pogledu carinskih i prekograničnih procedura omogućiće se i bolje korišćenje postojećeg parka teretnih kola.

4. ZAKLJUČAK

Kombinovani kopneni transport eliminiše konkurentsku borbu između železničkog i drumskog saobraćaja i kroz njihovu međusobnu saradnju predstavlja znak prave koordinacije u saobraćaju. Na našoj državi, železnici, drumskim i špediterskim organizacijama je potez da pokažu kreativnost u marketingu i kooperaciji u domenu usluga i finansija sa inostranim partnerima. Zagađenost atmosfere u našoj zemlji, pod uticajem saobraćaja, a posebno naglim razvojem drumskog saobraćaja, intenzivno je rasla iz godine u godinu.

U Evropi ovaj vid transporta uživa veoma dobar glas u saobraćajno - tržišnim i saobraćajno - političkim krugovima. Incijativa za dalji razvoj kombinovanog transporta nalazi se danas u rukama EU. Kao jedan od ključnih elemenata u borbi sa negativnim posledicama narastajućih robnih tokova, kombinovani transport poslednjih godina doživljava pravu ekspanziju u Evropi. Broj prevezenih transportnih jedinica na prugama JP „Železnica Srbije“. takođe se nalazi u konstantnom porastu, uz svakodnevno pojavljivanje novih zahteva za prevozom.

Za uvođenje ovog vida transporta formirano društvo „Srbijakombi“ d.o.o. koje je po strukturi vlasništva jednočlano tj. društvo sa ograničenom odgovornošću osnovano sredstvima u državnoj svojini. Međutim, sva evropska kombi društva su višečlana, a to je jedan od uslova za prijem u međunarodnu uniju železničko - drumskih transportnih kompanija (UIRR), kao i korišćenje brojnih prednosti, koje iz toga proističu. Pored železnice svoj udeo u ovakvom društvu trebalo bi da imaju i drumski prevoznici, špediterske i pretovarne firme. Početno tržište za delovanje društva „Srbijakombi“ je organizacija dopreme i otpreme kontenera do Jadranskih luka, u saradnji sa ostalim kombi operaterima na tom prevoznom putu.

U narednom periodu strategija saobraćajne politike u našoj zemlji mora imati za cilj razvoj i izgradnju racionalnog, tehničko - tehnološki savremenog i tržišno orijentisanog saobraćajnog sistema. Struktura tako koncipiranog sistema, u kome značajno mesto pripada kombinovanom transportu omogućiće snižavanje troškova reprodukcije, racionalno korišćenje energije i maksimalnu zaštitu životne sredine.

LITERATURA

[1] Bundalo Z.: "Integralni transport", ŽELNID, Beograd, 2000.

[2] Bundalo Z., Ristović.A: "Kombinovani transport na koridoru X kroz Srbiju – stanje i perspektive", Novi Horizonti, Teslić, 2007.

[3] „Statistika prometa kontenera u luci Rijeka za 2008 i 2009. godinu“, Agit, Rijeka, 2010.

DEVELOPMENT AND PERSPECTIVES OF COMBINED TRANSPORT BETWEEN SERBIA AND ADRIATIC PORTS

Zoran BUNDALO
Andrija RISTOVIĆ
Nadica OGRIZOVIĆ
Momčilo TUNIĆ

Summary – World economic globalization and the process of creating a single world market, generate new streams of goods on the world trade map, primarily from China and Far East countries as the leading production areas. Like the whole Europe, the Balkans is a large importer of goods originating from this area, which is primarily transported by sea in container ships of large capacities. Because of the low quality of existing transport service by rail, transport of containers from sea ports to the final destinations in Serbia is mainly done by road. Bearing in mind the negative consequences of large flows in road transport and advantages of railway as a system, the development of high quality and competitive container transport by rail from Adriatic ports to final destinations in Serbia, is not only the interest of the railways but also the whole economy and society. For the establishment of such service the development of appropriate technical base is necessary (rolling stock and terminals), but even more important is the implementation of necessary organizational, regulatory and promotional measures will create conditions for rapid and unimpeded container transport and better use of existing rolling stock.

Key words – Container Transport, Technical Base, Organization

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

ISTRAŽIVANJE PROMETNE POTRAŽNJE U FUNKCIJI ODREĐIVANJA TEHNOLOŠKIH KRITERIJA ZA DIMENZIONIRANJE RO-LA TERMINALA

Tomislav MLINARIĆ [1]
Nedjeljko ŠPILEK [2]
Kiril KARAGYOZOV [3]

Rezime – U ovom radu obrađuju se teme geoprometnog položaja Republike Hrvatske, i postojeće prometne potražnje na glavnim prometnim pravcima koji kroz nju prolaze. Dat je detaljan pregled prometno-tehnoloških parametara huckepack tehnologije prijevoza s posebnim osvrtom na A tehnologiju (RoLa tehnologiju). U cilju kvalitetne primjene ove tehnologije u prijevozu roba, na temelju istraživanja prometne potražnje utvrđuju se tehničko-tehnološki kriteriji RoLa terminala i njima pripadajući tehnološki proces.

Ključne riječi: prometna potražnja, Ro-La terminal, tehnološki kriteriji

1. UVOD

Kombinirani i intermodalni prijevoz ima za cilj suvremenim tehnologijama povezati dvije ili više prometnih grana (cestovni, željeznički, pomorski i riječni promet) u neprekinuti logistički transportni lanac koji naglašava sustavne prednosti i snagu pojedinih grana prometa, te omogućava njihovo racionalno korištenje.

U Europi i svijetu veoma se intenzivno razvija posljednja dva desetljeća. Osnovni razlozi ovako intenzivnog razvoja kombiniranog prijevoza su uočavanje činjenica da on može značajno rasteretiti i očuvati cestovnu infrastrukturu, zaštititi čovjekovu okolinu od zagađenja i buke, osigurati veoma značajnu uštedu energije kao i u znatnoj mjeri zaštiti prostor od devastiranja.

Na Hrvatskim željeznicama udio kombiniranog prijevoza u ukupnom prijevozu robe iznosi oko 5 %. Od toga 70 do 90 % čini prijevoz kontejnera, 20 do 30 % prijevoz RoLa tehnologijom (s tendencijom nestajanja) i 2 do 5 % prijevoz izmjenjivih sanduka (huckepack tehnologija C). Sve to ukazuje da Hrvatska daleko zaostaje u razvoju kombiniranog prijevoza, ne samo u odnosu zemalja Zapadne Europe, nego i u odnosu na zemlje Srednje, pa čak i Istočne Europe.

U tom smislu Ro-La prijevoz ima posebnu ulogu u afirmaciji kombiniranog prijevoza u Republici Hrvatskoj. Da bi ga se pravilno dimenzionirali i tehnološki opisalo, potrebne su detaljne analize robnih tokova, njihova struktura (vrste tereta) i količina prevezenog tereta, usmjerenost robnih tokova kao i korelacije sa relevantnim ekonomskim pokazateljima kao što su BDP i vanjskotrgovinska razmjena.

2. ISTRAŽIVANJE ROBNIH TOKOVA REPUBLIKE HRVATSKE U ODNOSU NA NJENE GLAVNE PROMETNE PRAVCE

U sustav europskih koridora koji prolaze teritorijem Republike Hrvatske spadaju: X. koridor u koji su uključeni zagorski dio pirinskog smjera i posavski smjer Bregana-Zagreb-Lipovac, V. koridor u koji su uključeni jadransko podunavski smjer Rijeka-Zagreb-Goričan i neretvansko- podunavski smjer Ploče-Sarajevo-Udvar- (Budimpešta) i VII. koridor tokom rijeke Dunav kroz Hrvatsku.

Budući da su najvažniji trgovinski partneri Republike Hrvatske također države kroz koje prolaze paneuropski koridori Vc, Vb, X,i VII, veličina robnih tokova na navedenim koridorima uvjetovana je vanjskotrgovinskom razmjenom i poglavito tranzitom

budući da navedene susjedne zemlje gravitiraju Luci Rijeka i Luci Ploče kao ishodišnim /tranzitnim točkama.

Povezanost prometa i gospodarskog sustava izražava se korelacijom osnovnih ekonomskih

[1] Tomislav MLINARIĆ, prof.dr. Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, Vukelićeva 4, mlinaric@fpz.hr
[2] Nedjeljko ŠPILEK, MSc, VTU Todor Kableshkov, Sofia 1574 , Geo Milev 158, nedspilek@yahoo.com
[3] Kiril KARAGYOZOV, doc.dr. VTU Todor Kableshkov, Sofia 1574, Geo Milev 158, kkaragyozov@yahoo.com.

pokazatelja, npr. BDP, inflacija, vanjsko-trgovinska razmjena, stopa zaposlenosti s jedne strane te količinom prevezene robe ili putnika, brojem prijevoznih sredstava, s druge strane. Uobičajeno se utvrđuje spomenuta povezanost prirasta prometa u zavisnosti od promjene BDP iz kojeg je vidljivo da je količina prerađenog tereta u lukama u značajnoj korelaciji s BDP-om i vanjsko trgovinskom razmjenom (uvozom i izvozom).

Linearno regresijske zavisnosti ukupnog prometa, koji je prerađen u lukama , kao generatorima robnih tokova na Vb i Vc koridoru, u odnosu na BDP i vanjsko-trgovinsku razmjenu su :

$$Tov = 8{,}3027 + 0{,}215226 \times BDP(\text{mil. tona}) \quad (1)$$

$R = 0{,}9102$

$$Tov = 9{,}440 + 0{,}3037 \times trg,razmjena\ (\text{mil. tona}) \quad (2)$$

$R = 0{,}907$

Prognoze prometa morskih luka koje pokazuju gotovo linearan rast prometa opravdavaju razvoj Ro-La infrastrukture i predviđena ulaganja neohodna za razvoj kombiniranog i intermodalnog prijevoza u Hrvatskoj.

3. HUCKEPACK TEHNOLOGIJA

Huckepack tehnologija prijevoza je specifična tehnologija transporta za koju je karakterističan horizontalni i/ili vertikalni utovar, prijevoz i istovar cestovnih prijevoznih sredstava, kao na primjer utovarenih, ali i praznih, kamiona s prikolicama, prikolica i/ili poluprikolica te utovarenih zamjenjivih sanduka ili spremnika koji se jednostavno prevoze cestovnim vozilima i sve zajedno bar na jednom dijelu prijevoznog puta na željezničkim vagonima. Huckepack tehnologiju A još nazivamo tehnologijom pokretne auto-ceste, njem. Rollende Landstrasse ili skraćeno Ro-La.

Prednosti Ro-La tehnologije za korisnike prijevoza su:

1. siguran i točan dolazak na cilj prema unaprijed poznatom voznom redu,
2. slobodno kretanje kamiona (bez dozvola) od granice do terminala i od terminala do granice,
3. ubrzana procedura prelaska državne granice,
4. vrijeme provedeno u vlaku vozaču kamiona se računa kao odmor,
5. ušteda na gorivu i na troškovima održavanja kamiona,
6. uklanjanje administrativnih barijera-tranzitnih dozvola (eko-bodovi),
7. ušteda na troškovima cestarina,
8. lakše disponiranje voznim parkom,
9. povećanje obrta kamiona i
10. doprinos zaštiti i očuvanju prirode.

Prednosti Ro-La tehnologije za željezničkog prijevoznika su:

1. primjenom suvremenih prijevoznih tehnologija širi paletu svojih usluga,
2. povećava svoje konkurentske sposobnosti,
3. pridobiva nove količine roba na prijevoz,
4. doprinosi zaštiti i očuvanju prirode,
5. povećava stupanj suradnje sa svojim izravnim konkurentima, tj.s cestovnim prijevoznicima,
6. povećanjem prometa postiže se bolja iskoristivost postojeće infrastrukture.

4. UTVRĐIVANJE TEHNOLOŠKIH KRITERIJA ZA DIMENZIONIRANJE RO-LA TERMINALA

Utvrđivanju kapaciteta prethodi određivanja minimalnih prometno-tehnoloških zahtjeva koje svaki Ro-La terminal mora zadovoljiti. To su:

1. manipulativni kolosijek u pravcu minimalne duljine 450 m,
2. za ukrcaj-iskrcaj cestovnih vozila metalna rampa, postavljena na kraju manipulativnog kolosijeka,
3. na terminalu mora biti osiguran adekvatan broj parkirnih mjesta u dolasku i odlasku kamiona,
4. ispred rampe mora biti osiguran pravac duljine 25 m kako bi se cestovno vozilo moglo izravnati u pravcu vlaka prije utovara,
5. minimalne radne prostore za obavljanje poslova špedicije, carine i policije.

4.1. Potrebna i stvarna korisna duljina manipulativnog Ro-La kolosijeka

Potrebnu korisnu duljinu Ro-La kolosijeka[6] izračunat ćemo iz izraza:

$$L_{korisna} = L_{Lok} + L_{Bc} + n_{saadkms} \times L_{saadkms} + 2 \times D_s \ (\text{m}) \quad (3)$$

gdje je:

L - korisna –potrebna korisna duljina kolosijeka (m),

L_{Bc} –duljina putničkog vagona za spavanje(20 m),

L_{lok} –duljina lokomotive (cca. 25 m),

$N_{saadkms}$ –broj vagona serije Saadkms u vlaku (22),

$L_{saadkms}$ –duljina vagona serije Saadkms(19,550 m),

Ds – rezervna duljina za zaustavljanje vlaka ispred međika (5 m.).

Na temelju prije navedenog slijedi da je potrebna duljina Ro-La kolosijeka:

$$L_{potrebna} = 485{,}10 \approx 486(m) \quad (4)$$

Stvarna duljina manipulacijskog kolosijeka iznosi:

$$L_{stvarna} = L_{Lok} + L_{Bc} + n_{saadkms} \times L_{saadkms} + 2d_M \ (\text{m}) \quad (5)$$

gdje je:

dM – udaljenost međika od tjemena skretnice, u ovisnosti o kutu skretnice[7].

Na temelju prije navedenog slijedi da je stvarna duljina Ro-La kolosijeka:

$$L_{st\ var\ na} = 541{,}9 \approx 542(m)$$

4.2. Utovarno-istovarna rampa RoLa vagona

Utovarna rampa Ro-La vagona je specijalna čelična konstrukcija namijenjena za utovar tegljača s prikolicom na specijalne vagone serije Saadkms u RoLa terminalima. Ukoliko je kolosijek terminala isključivo predviđen za RoLa prijevoz, rampa je obično fiksna, a ako ima višenamjensku uporabu onda je pokretna[8]. Nagib utovara iznosi 3^o, a dimenzije rampe su 6000x 2790x 420 mm, masa iznosi 2650 kg, dok je nosivost konstrukcije prilagođena maksimalnom opterećenju vagona od 44 t. U produžetku rampe radi mogućnosti održavanja dozvoljenog razmaka predviđena je cesta u pravcu duljine 25 m.

4.3. Prometne i parkirališne površine

Utjecaj broja vlakova na prometne i parkirne površine prikazati ćemo na primjeru Ro-La terminala Spačve, koji se za sad koristi samo jednim Ro-La kolosijekom korisne duljine 470 m. Slijedi:

$$\begin{aligned}
&P_{dol} = P_{odl} = P_{stajanke} \times n_{staj} = (22 \times 5) \times 22 = 2420 m^2 \\
&P_{rezdol} = P_{rezodl} = P_{stajanke} \times n_{rez} = (22 \times 5) \times 6 = 660 m^2 \\
&P_{prom} = P_{prom} + P_{kolos} + P_{okr} + P_{ces} + P_{prilces} + P_{rampe} \\
&P_{prom} = (3{,}75 \times 450) \times 2 + 3{,}4 \times 450 + 300 + 94 + 732 + 17) = 6048 m^2 \\
&P_{uk} = P_{dol} + P_{odl} + P_{rezdol} + P_{rezodl} + P_{prom} + P_{slžbeno} \\
&P_{uk} = 2420 \times 2 + 660 \times 2 + 6048 + 73 = 12281 m^2
\end{aligned} \quad (6)$$

Za Spačvu će biti potrebno 22 parkirna mjesta (stajanke) u dolasku, odnosno 22 parkirna mjesta u odlasku, plus 6 rezervnih mjesta po smjeru (predviđenih zbog kvarova ili izvanrednih događaja.

4.4. Tehnološke karakteristike Ro-La terminala

Glavni parametri za utvrđivanje tehnoloških kriterija za dimenzioniranje i projektiranje Ro-La terminala odnose se na potencijalne robne tokove za transport navedenom tehnologijom.

Za kvalitetno dimenzioniranje ovih terminala neophodno je uzeti u obzir aktualno stanje robnih tokova, ali i ponašanje robnih tokova na prometnim pravcima koji gravitiraju određenom Ro-La terminalu u proteklom periodu i ustanoviti na temelju tih podataka prognoze robnih tokova.

Tada veličina i organizacija terminala, odnosno njima pripadajući tehnološki proces u osnovi ovise o veličini prometnih i parkirnih kapaciteta, koje određuje broj vlakova koje terminal dnevno može primiti i otpremiti. Taj tehnološki proces u osnovi vrednujemo preko u nastavku detaljnije objašnjenih tehnoloških parametara.

Dnevnu preradnu moć ukrcajno – iskrcajne rampe možemo izračunati iz izraza:

$$N_{U-I\ dnevna} = N_{prosj.vl.dn} \times N_{prosj.kam.po.vl.}\ \text{(kam/dan)} \quad (7)$$

Satnu preradnu moć izračunavamo:

$$N_{U-I\ satna} = \frac{N_{prosj.vl.dn} \times N_{prosj.kam.po.vl.}}{24}\ \text{(kam/sat)} \quad (8)$$

gdje je:

$N_{U\text{-}I\ dnevna}$ –dnevna preradna moć utovarne rampe

$N_{prosj.vl.dn}$ –prosječan broj vlakova koje terminal dnevno obradi

$N_{prosj.kam.po.vl.}$ –prosječan broj kamiona po vlaku (maksimalno 44)

$N_{U\text{-}I\ satna}$ –satna preradna moć utovarne rampe

Pod preradnom sposobnosti Ro-La terminala podrazumijevamo broj vlakova koji se mogu preraditi u jednom danu. Određujemo ga po formuli:

$$N_{h-p-t} = \frac{T}{t_z \times y} = \frac{T}{(t_1 + t_2 + t_3) \times y}\ vlakova / dan \quad (9)$$

gdje je:

$N_{h\text{-}p\text{-}t}$ – preradna sposobnost Ro-La terminala po kolosijeku

T – dnevno radno vrijeme terminala (h)

t_z – ukupno vrijeme zadržavanja vlaka na kolosijeku (cca. 3h)

t_1 – prosječno vrijeme postave vlaka (h)

t_2 – prosječno vrijeme za utovar-istovar cestovnih vozila (h)

t_3 – prosječno vrijeme izvlačenja vlaka (h)

y – koeficijent neravnomjernosti dolaska kamiona

Na mreži pruga HŽ-a prema ustanovljenim tehnološkim normama za ovu prijevoznu tehnologiju to bi iznosilo:

$$N_{h-p-t} = \frac{T}{t_z \times y} = \frac{T}{(t_1 + t_2 + t_3) \times y} = \frac{12}{3 \times 1{,}2} = 3{,}33 \approx 3 vlaka / dan$$

Kao što vidimo na prugama HŽ-a je još uvijek radno vrijeme rada kolodvora 12 sati (od 6 do 18), tj. smjene od 12 sati. Kako se u Europi već odavno usvojilo vrijeme rada kolodvora, osobito terminala, od minimalno16 sati tada prema proračunu:

$$N_{h-p-t} = \frac{T}{t_z \times y} = \frac{T}{(t_1 + t_2 + t_3) \times y} = \frac{16}{3 \times 1{,}2} = 4{,}44 \approx 4 vlaka / dan$$

Iz toga se jasno vidi da povećanjem radnih sati terminala paralelno povećavamo i preradnu sposobnost terminala, i to za cca. jedan vlak dnevno (uz povećanje rada za 4 sata).

Za potrebe projektiranja tehnološkog procesa rada Ro-La terminala mora se utvrditi i potreban broj djelatnika i normirati operacije koje oni izvode, te za njih minimalni radni prostor. Ti su djelatnici: šef kolodvora, dva operativna radnika kombiniranog prometa, od kojih jedan mora biti smješten na terminalu radi prodaje karata, dva željeznička radnika za tehničko održavanje i pregled kočnica vagona, skladištar (za pregled praznog vlaka prije i poslije utovara), čistač vagona, djelatnik carinske uprave (carinsko evidentiranje), djelatnik policijske uprave.

5. ZAKLJUČAK

Razvijanje logističko-distributivnih centara u kojima posebno mjesto zauzimaju interrmodalni odnosno Ro-La terminali, donosi niz pozitivnih efekata: jačanje uloge HŽ Carga na međunarodnom i domaćem prijevoznom tržištu, nakupljanje roba na jednom mjestu, racionalna organizacija prijevoza, logistički centri postaju početni i završni kolodvori vlakova u teretnom prijevozu, racionalna organizacija tehničkog pregleda vagona, razvijanje suradnje s cestovnim, riječnim i pomorskim prijevoznicima, udruživanje sa špediterima i logističarima, stvaranje strateških saveza kroz međunarodne organizacije, osiguravanje potrebnog broja vučnih vozila i teretnih vagona, objedinjavanje različitih vidova prijevoza (konvencionalni, kombinirani, integralni), formiranje slobodnih zona, ponuda ugostiteljskih, bankarskih, carinskih i drugih usluga, zbrinjavanje otpada itd.

Izgradnjom Logističko distributivnih centara sa mrežom Ro-La terminala povezanih kvalitetnom željezničko-cestovnom infrastrukturom bili bi ostvareni neki od strateških ciljeva razvoja prometnog sustava Republike Hrvatske. Osim što bi željeznički prometni podsustav nakon dugo vremena doživio napokon jednu kvalitetnu afirmaciju, time bi došlo do još većeg smanjivanja negativnog utjecaja na okoliš, štednje energije i priključivanja domaćih prometnica u europsku prometnu mrežu i europske smjerove koji prolaze preko Hrvatske ili se sijeku na njezinom teritoriju. I za cestovne prijevoznike taj bi projekt značio opstanak i ekspanziju na europskom tržištu jer bi se velik dio roba iskrcavao i ukrcavao u Hrvatskoj. Uz dobru organizaciju stekla bi se velika prednost pred konkurencijom, a Hrvatske željeznice bi bile ključni kotač intermodalnog sustava prijevoza roba, pa tako i kroz primjenu Ro-La tehnologije transporta.

REFERENCE

[6] Korisna duljina kolosijeka je duljina mjerena po osi kolosijeka od početne do završne točke dijela kolosijeka na koji se mogu postaviti željeznička vozila, a da pritom ne ometaju vožnju po susjednom kolosijeku.

[7] Industrijski kolosijeci u praksi najčešće počinju jednostrukom, odvojnom skretnicom tipa 3bPLS – 200 – 6°, pa dobijemo $d_M = 33.4\text{m}$.

[8] Pokretne rampe postavljaju se viljuškarima i pričvršćuju za vagon prije ukrcaja ili iskrcaja na kraju kolosijeka. Vrijeme trajanja otvaranja grudne grede i postavljanja čeone rampe traje maksimalno deset minuta, a isto je toliko vrijeme skidanja rampe. Baš u tome uviđamo prednost fiksne rampe za koju su početne i osobito završne radnje svedene na minimum pa je time i manje vrijeme zadržavanja vagona prilikom utovara i istovara.

LITERATURA

[1] Stipetić, Antun: Kolodvori i kolodvorska postrojenja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2002.

[2] Špilek Nedjeljko, Mlinarić Tomislav Josip, Karagyozov Kiril: Morska pristaništa – generatori robnih tokova na paneuropskim koridorima u Hrvatskoj, Sofija 2009.

[3] Pave Marinović, Kovačić Branko: Razvoj kombiniranog prijevoza kao preduvjet ukupnog gospodarskog razvoja RH, Zagreb 2003.

[4] Zelenika, Ratko:Prometni sustavi: tehnologija: organizacija: ekonomika: logistika: manađment, Ekonomski fakultet, Rijeka 2001.

[5] Crokombi: Tehničko-tehnološke karakteristike linije uprtnog prijevoza Spačve-Ljubljana, Zagreb 2005.

[6] Idejni projekt RoLA terminala na željezničkom kolodvoru Spačva: ŽPD Zagreb, 2000.

[7] Potreba, mogućnost i opravdanost kombiniranog prijevoza u prometnom sustavu RH: ŽPD Zagreb, 2001.

[8] www.matts-place.com/intermodal

RESEARCH OF TRANSPORT DEMAND IN DETERMINATION OF TECHNOLOGICAL DESIGN CRITERIA FOR RO-LA TERMINAL

Tomislav MLINARIĆ
Nedjeljko ŠPILEK
Kiril KARAGYOZOV

Abstract: In this paper we address the topics geotraffic position of Croatia, and the existing traffic demand on major traffic routes which pass through it. Gives a detailed review of traffic and technological parameters of piggyback transport technologies with special emphasis on technology A (Ro-La technology). In order to quality of this technology in the transport of goods, based on studies of traffic demand are determined by technical and technological criteria of Ro-La terminals and their corresponding technological process.

Key words: transport demand, Ro-La terminal, technological parametar

XIV НАУЧНО-СТРУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА О ЖЕЛЕЗНИЦИ ЖЕЛКОН '10

ПРИЛОГ ОБЈАШЊЕЊУ ПОЈМА КВАЛИТЕТ ТРАНСПОРТНЕ УСЛУГЕ

Љубислав ВАСИН [1]
Драган ПАМУЧАР [2]
Веско ЛУКОВАЦ [3]

Абстракт - *У раду је наглашен значај примене стандарда квалитета у свим сферама живота и рада друштва. Наведена су детаљна објашњења појмова квалитет, производ и услуга. Обзиром да је резултат рада у транспорту промена места предмета транспорта у простору, односно транспортна услуга, највише пажње у раду је посвећено објашњењу појма услуга. Посебно детаљно је објашњена транспортна услуга, са нагласком на параметре квалитета транспортне услуге током превоза путника и при превозу терета.*

Кључне речи – стандарди квалитета, производ, услуга, квалитет транспортне услуге

1. УВОД

Систем квалитета је нова филозофија пословања и нови приступ организацији, производњи и развоју. Унапређење квалитета производа и услуга означава глобални појам који је у свом пуном значењу освојио цели свет. Квалитет се у свету сматра најзначајнијим феноменом нашег доба са трајним и неповратним растућим трендом његовог наглашавања. Свеобухватно увођење и унапређење квалитета треба да допринесе остварењу укупног побољшања квалитета живота људи, који подразумева побољшање животног стандарда, заштиту животне средине, као и заштиту здравља и живота људи.

Унапређење квалитета је приоритетан задатак не само привредних организација, већ и образовних и научних институција, професионалних и структурних асоцијација, средстава информисања, државних органа и др.

У даљем току раду дат је кратак приказ примене стандарда квалитета и управљање квалитетом у друштву и саобраћају и транспорту.

2. ПРИМЕНА СТАНДАРДА КВАЛИТЕТА И УПРАВЉАЊЕ КВАЛИТЕТОМ

Стандарди стварају изузетно велики и позитиван допринос свим аспектима нашег живота. Они гарантују жељене карактеристике производа и услуга, као што су: квалитет, заштита животне средине, безбедност, поузданост, економичност и др. У документима међународних организација стандард се дефинише као "документ, утврђен консензусом и одобрен од признатог тела, којим се утврђују, за општу и вишекратну употребу, правила, смернице или карактеристике за активности или њихове резултате, ради постизања оптималног нивоа уређености у датом контексту".

Стандарди серије ISO 9000:2000 примењују се у неизмењеном виду у свим земљама света, у свим индустријско – економским секторима и у свим предузећима.

Реч квалитет је настала од латинских речи qualitas (особина, својство, карактер) и qualis (врста, род, каквоћа). Са развојем индустрије и тржишних потреба превазишла је основно значење и прерасла у појам са комплексним значењем, па се не може дати једна краћа и формална дефиниција квалитета.

Најопштије речено, квалитет је мерило употребне вредности једног производа, односно, мерило његове способности да удовољи захтевима одговарајућих потрошача и тржишта. Значи, квалитет представља синоним за ваљаност робе и идентичан је са употребном вредношћу робе.

Квалитет се данас, као сложена категорија, дефинише као [1]: атрибут у поређењу са другим производима или произвођачима; у односу на производ, као квантитативна мера особина производа; оријентисан ка кориснику кроз осећај

[1] др Љубислав ВАСИН, доц., пуковник, Војна академија, Београд, ljvasin@gmail.com
[2] мр Драган ПАМУЧАР, асс, капетан, Војна академија, Београд, dpamucar@gmail.com
[3] мр Веско ЛУКОВАЦ, асс., капетан, Војна академија, Београд, lukovacvesko@yahoo.com.

за његове жеље; оријентисан ка процесу кроз остварење задатих толеранција и оријентисан ка цени на основу реализације високих перформанси по прихватљивој цени.

Према стандарду SRPS ISO 8402:2000 дата је следећа дефиниција квалитета: "Квалитет је скуп свих својстава и карактеристика производа или услуге, који се односи на могућност да он задовољи утврђене или изражене потребе". Ова дефиниција се односи на: материјал, цену, конструкцију, технологију, израду, употребу, одржавање, функцију, трајност, количину, трошкове, безбедност, естетику и др.

Према ISO/TC 176 "производ се дефинише као резултат активности и процеса, а може бити материјалан, нематеријалан или њихова комбинација" [1]. "Услуга настаје као резултат активности између испоручиоца и корисника услуге произведен активностима унутар испоручиоца ради задовољења потреба корисника". Услуге су нематеријални производи који су целовита или претежни део понуде. То је такође и уграђена особина, која се односи на планирање, продају, транспорт, обуку или услугу материјалног производа [1].

Квалитет, скуп особина, је својствен производу или услузи. То није надградња, нешто што се може касније додати производу или услузи. Ако се посматра производња неких производа, треба нагласити да не постоје људи који праве производ и други, који праве квалитет. Управо током израде, почевши од пројектовања, па све до реализације, производ добија све захтеване особине, односно жељени квалитет.

Управљање квалитетом чини целину са управљањем трошковима и роковима (интегрално управљање тројством квалитет - цена - рок).

3. КВАЛИТЕТ УСЛУГЕ

Стандард ISO 8402:1994 дефинише производ као резултат активности или процеса. Производ може да обухвати услугу, хардвер, процесне производе, софтвер или комбинацију наведених елемената, што значи да може бити материјалан и нематеријалан (нпр. знање, појмови и др.). Са друге стране, услуга се дефинише као резултат створен активностима у спрези између испоручиоца и купца и интерним активностима код испоручиоца, да би се испуниле потребе купца – корисника [3].

Производ (предмет) настаје током процеса који се састоји од низа поступака пројектавања и реализације, он постоји, живи, било извршавајући своју намену, било одложен на врх складишта где чека док се не преради или док се не потроши.

Услуга (акција) се такође планира и припрема у току једног процеса, али после чега: тренутак пружања услуге представља истовремено и тренутак њеног трошења (она се не може складиштити), корисник је најчешће у непосредном контакту са даваоцем услуге и као резултат тога корисник на неки начин учествује у процесу пружања услуге, а по својим последицама то учешће може бити позитивно или негативно. Поред овога, најважније особености и карактеристике услуге су следеће [4]: услуга је нематеријалан производ и лишена је физичких својстава; услугу је тешко мерити, пратити и њом манипулисати; процеси производње и реализације услуге временски и просторно се потпуно поклапају; производња, односно реализација услуге не може бити извршена без директног учешћа корисника; услуга је резултат непрекидног процеса комуникације између произвођача и корисника услуге; у случају услуге, корисник је у позицији да оцењује њен процес производње, односно пласмана; корисник услугу не може поседовати; неквалитетну услугу није могуће повући са тржишта; услугу није могуће складиштити, стварати њене залихе; критичну тачку процеса репродукције у случају услуге представља континуиран прилив корисника и др.

Имајући у виду наведене карактеристике услуге и дефиницију услуге, дату у стандарду ISO 8402, може се рећи, да услуга представља пружени квалитет и створене резултате у области нематеријалне производње, који су остварени као последица активности произвођача услуге, али и међусобних активности произвођача и корисника услуге усмерених ка задовољењу потреба корисника. Када је реч о услузи, улога људског фактора је двострука и подразумева на једној страни улогу произвођача услуге, а на другој улогу њеног корисника, што значи да се ради о заједничким активностима два актера. Улога произвођача везана је за организацију процеса производње услуге. Комплексност улоге људског фактора у стварању услуге и њеном квалитету, огледа се и у чињеници, да у поменутом процесу на сложеност и значај улоге корисника услуге утичу следећи разлози: корисник услуге иницира настанак услуге и потребу за њом; корисник директно учествује у процесу производње и пласмана услуге, чиме постаје део система произвођача; корисник је једини потрошач услуге; корисник је у позицији да врши оцењивање сваког сегмента услуге и услуге у целини и корисник директно утиче на унапређење квалитета услуге.

Квалитет услуге се може објаснити, уколико се у већ наведену дефиницију квалитета, дату у стандарду ISO 8402, уведе појам услуге, па се може рећи да квалитет услуге представља скуп свих карактеристика услуге, које се односе на њену могућност да задовољи исказане потребе и

потребе које се подразумевају.

У систему квалитета услуге треба установити поступке којима се утврђују захтеви за карактеристике свих процеса вршења услуге, укључујући три главна процеса вршења услуге (маркетинг, пројектовање услуге, вршење услуге).

Процес пружања услуге, у ужем значењу тог појма, одвија се према следећем [2]: исказивање захтева који се односе на услугу; пројектовање, током којег настаје спецификација услуге (оно што интересује корисника) и спецификација поступка пружања услуге (оно што давалац услуге треба да уради); припрема за пружање услуге, која укључује прибављање ресурса који треба да подрже услугу и извршење услуге и процена њеног квалитета.

4. КВАЛИТЕТ ТРАНСПОРТНЕ УСЛУГЕ

Генерално посматрано, може се рећи, да се стандардизација од значаја за саобраћај и транспорт развија у следећим областима: транспортна средства, објекти инфраструктуре-саобраћајнице (техничка опрема јавних путева), саобраћајни процес (саобраћајни инжењеринг) и транспортна услуга (квалитет, животна средина, безбедност).

Нов начин живота и комуникације допринели су потреби да се и у транспорту све више усвајају правила пословања, у којима квалитет постаје кључна реч, а корисник транспортне услуге постаје мера квалитета понуђеног превоза.

Као критеријум конкурентности транспортне организације све више се јавља успешно увођење и унапређење квалитета транспортне услуге. То значи, да приоритетан задатак транспортне организације или предузећа постаје стално истраживање понашања, ставова и захтева корисника услуге. Истраживања која су рађена показују да се личне процене корисника и даваоца транспортне услуге разликују.

Да би се уклопили различити интереси на тржишту транспорнтих услуга потребно је усвојити одређена правила, која управо представљају стандарди. Полазна тачка на путу ка стандардизованости транспортне услуге је истраживање корисничких ставова о квалитету услуге, која треба да буде базирана на информацијама које у себи садрже следеће елементе [5]: шта корисник жели и очекује; када корисник жели транспортну услугу; цена транспортне услуге коју корисник може да плати; обавезе даваоца услуге према кориснику; информације о услугама конкурентног вида или гране транспорта и могућности транспортне организације за реализацију потреба и захтева корисника.

Најважнија порука оваквих истраживања је да се квалитет услуге мора разликовати за различите сврхе, различите кориснике и разне услове путовања.

Превоз људи и терета, као и пренос информација и енергије, представља специфичан процес у чијој основи је дислокација или премештање људи, робе, вести или енергије. У зависности од врсте транспортних средстава, мрежа на којима се транспорт одвија, природе онога што се транспортује, удаљености превоза, сложености самог процеса и др., транспорт се дели на видове, гране, врсте, системе и сл. Ефикасна решења у транспорту резултат су достигнутог технолошког развоја и утицаја информатичке технологије.

Транспорт је услужна делатност која има за сврху да задовољи потребе корисника. Кориснике транспортног система, у основи, не интересује превозна технологија, већ квалитет услуге коју може да му обезбеди одређени вид превоза. Данашња искуства, посебно домаћа, указују да даваоци транспортне услуге недовољно познају и респектују ставове и жеље корисника.

Нека истраживања у нашим условима указују на то, да се са становишта корисника транспорта најважнији ***параметри квалитета транспортне услуге при превозу путника*** могу сврстати у следеће [6]:

- брзина превоза (односно време трајања путовања од места поласка до одредишта),
- трошкови превоза (директни издаци које корисник има при обављању путовања),
- комфор (широка скала услова под којима се обавља превоз, почев од услова приласка возилу, начин плаћања услуге, могућности удобног смештаја у возилу, љубазности особља и сл.),
- безбедност (вероватноћа да се путовање обави без доживљене незгоде, односно без штетних последица),
- поузданост (гарантовање одређеног времена путовања, које се унапред може предвидети).

Основни параметри квалитета транспортне услуге за превоз терета су [6]:

- поузданост,
- сигурност (количина изгубљеног, оштећеног или уништеног терета током транспорта),
- безбедност,
- транзитно време,
- способност за операције "од врата до врата",
- прилагодљивост (капацитет према захтеву корисника у жељено време),
- постојаност (односи се на техничке и организационе карактеристике превоза),
- енергетска способност (потрошња горива, што директно утиче на цену превоза),

– еколошки утицаји (загађивање околине, стварање буке и вибрација).

Квалитет транспортне услуге корисник не може оцењивати на основу материјалног доживљаја као код производа (укус, додир, поглед, мирис, звук), већ на основу субјективног утиска (нпр. изглед окружења где се обавља услуга, понашање особља и сл.). Ниво услуге се мора мерити, одржавати и контролисати на основу сталног истраживања задовољства корисника. Осим тога, треба имати у виду, да транспортна услуга нема уобичајен процес реализације (производња, продаја, потрошња), већ се прво продаје, а затим истовремено производи и троши, и не може се складиштити. Посебно је значајно схватити да транспортне услуге подразумевају стални контакт са корисником, чак и када он није физички присутан у току вршења услуге. Поред наведеног, на сложеност и специфичност услуга у транспорту указују и следеће карактеристике – класификација према основним обележјима услуга указује на изузетну хетерогеност у сектору транспорта, јер услуге могу бити профитабилне и непрофитабилне, засноване на примени разне опреме и скупе технологије, уз истицање важности учешћа особља, са различитим степеном укључења корисника, који могу бити појединци или организације и др. Транспортна услуга сама по себи нема никакав значај за корисника, јер је саставни део неких других активности, од чијег успешног обављања зависи и њена вредност.

Све ово указује да транспорт захтева посебну стратегију организације, имплементације и контроле квалитета.

5. ЗАКЉУЧАК

Квалитет се у свету сматра најзначајнијим феноменом нашег доба са трајним трендом његовог наглашавања. Пораст значаја квалитета је дошао као цивилизацијски одговор на последице индустријске револуције, чији су основни параметри продуктивност и профит, основни показатељи обим производње и квалитет, а погубне последице за свет уништење природних ресурса, загађење животне средине и све веће угрожавање здравља и безбедности људи. У времену повећаног значаја функције квалитета, међународни стандарди ISO 9000:2000 су прихваћени као минимум захтева за обезбеђење система квалитета производа и услуга. Државне институције су усвојиле одговарајуће програме унапређења квалитета производа и услуга, тако да је унапређење квалитета постало превасходан задатак не само привреде, већ и државних органа, образовних и научних институција, професионалних и стручних асоцијација, средстава информисања и др.

То значи, да квалитет и унапређење квалитета морају бити присутни у свим сферама живота и рада друштва, што значи и у саобраћају и транспорту. Железница мора да повећа квалитет транспортне услуге како би привукла кориснике транспорта и постала конкурентна осталим врстама саобраћаја.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мајсторовић, В. : Систем квалитета стратегија менаџмента, ЈУСК, Београд, 1994.
[2] Хелета, М. : TQM - Модел изврсности, Educta, Београд, 2004.
[3] ***: JUS ISO 9004-4:1994. Управљање квалитетом и елементи система квалитета, Завод за стандардизацију, Београд, 1994.
[4] Пејчић, С. : Квалитет производа/услуга - терминолошке дилеме, XVI Међународни научно - стручни скуп наука и моторна возила, Београд, 1997.
[5] Пејчић С., Јапунџић Н. : Примена ISO 9000 и ISO 14000 у сектору транспортних услуга, као приближавање TQM, 24. годишња конференција JUSK-а, Београд, 1997.
[6] Чолић В., Јовић Ј., Бојковић З. : Параметри квалитета у транспортним и комуникационим услугама, Квалитет и стандардизација, 1-2/96.

A SUPPLEMENT TO THE QUALITY OF TRANSPORTATION SERVICE EXPLANATION

Ljubislav VASIN
Dragan PAMUČAR
Vesko LUKOVAC

Abstract – Paper points out the contribution of quality standard application in all areas of human life and work. Detailed explanations of terms: quality, product and service are given in the paper, as well. Considering the fact that result of the transportation activity is change of the product's location – transportation, paper gives special attention to the service. Final attention is put onto the term transportation service, pointing out the parameters of quality of transportation for passenger and cargo transportation service.

Key words – Quality Standards, Product, Service, Quality of Transportation Service

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

BENČMARKING PERFORMANSI ŽELEZNICA - KLJUČNI INDIKATORI

Nikola PETROVIĆ[1]
Snežana PEJČIĆ TARLE[2]
Nena TOMOVIĆ[3]

Rezime *– Primena benčmarking metoda u železničkom transportu omogućuje komparativnu analizu eksploatacionih, komercijalnih i finansijskih performansi i identifikovanje najbolje prakse, a samim tim i definisanje smernica za unapređenje poslovanja. U radu je dat prikaz preporučenih ključnih benčmarking indikatora za evropske železnice kao i mogućnost i ograničenja primene za železnice Srbije.*

Ključne reči – benčmarking, železnički transport, performanse, ključni indikatori

1. UVOD

Železnice su u mnogim zemljama izgubile učešće na tržištu transportnih usluga, što za posledicu ima porast zahteva za subvencijama, ili usporeni razvoj [1]. Ovo je dovelo do širokog spektra reformi koje treba da poboljšaju situaciju – pre svega vertikalno odvajanje kompanije na infrastrukturu i saobraćaj sa otvorenim ulazom za nove provajdere usluga[4] i potpunu ili delimičnu privatizaciju u mnogim delovima sveta. Upravo zbog toga, postoji veliki interes železničkih kompanija i vlada koje upravljaju procesima njihovog reformisanja, da se karakteristike poslovanja kontinualno mere u cilju poređenja sa drugim ekonomskim sektorima ili sa drugim železnicama koje imaju pozitivno uskustvo sa novom organizacionom strukturom. Ovaj proces, uobičajeno nazvan benčmarking, ima različite forme, fokusiran je na merenje parcijalne produktivnosti ili na ukupnu faktorsku produktivnost. Polazeći od aktuelnih istraživanja iz ove oblasti u Evropskoj uniji, u radu su predstavljeni osnovni problemi merenja performansi železnica, koji se pre svega odnose na ključne indikatore. Kada se radi o železnici u Srbiji ova iskustva mogu doprineti uspostavljanju sistema prikupljanja i praćenja podataka za benčmarking performansi poslovanja.

2. OSNOVNI PROBLEMI BENČMARKINGA NA ŽELEZNICI

Osnovni problem merenja performansi, što je preduslov za uspešni benčmarking, predstavljaju sledeće **karakteristike železnice**:

1. Raznovrsnost usluga, uključujući raznovrsnost ulaznih jedinica; u osnovi, železničke usluge se odnose na transport putnika i tereta, pa se za merenje rezultata „proizvodnje usluga" koriste putnički i neto-tonski kilometri.

2. Kompleksnost procesa proizvodnje usluga, železnička tehnologija je veoma kompleksna, a pokušaji da se izmere ulazne jedinice na jednostavan način kroz kvantitativne parametre (kilometri pruge, broj lokomotiva, količina tereta i kola) ne obuhvataju kvalitativne parametre[6].

---

[1] Nikola PETROVIĆ, dipl. maš. inž., Mašinski fakultet, A. Medvedeva 14, Niš, petrovic.nikola@masfak.ni.ac.rs
[2] dr Snežana PEJČIĆ TARLE, vanr. prof., Saobraćajni fakultet, V. Stepe 305, Beograd, s.tarle@sf.bg.ac.rs
[3] Nena TOMOVIĆ, master, Železnice Srbije, Nemanjina 6, Beograd, tomovicnena@hotmail.com.
[4] *Pristup karakterističan za Evropu*
[5] *Kada bi se transportna usluga kao i svaki proizvod definisala pojedinačno, to bi značilo da železnički operatori za prevoz putnika između deset stanica, deset puta dnevno sa dve klase putovanja, treba da definišu oko 1,800 različitih proizvoda, odnosno njihove troškove i prihode; evropska železnička mreža ima oko milion proizvoda u ponudi, a dodatno, različiti tipovi putničkog saobraćaja - inter-city, podzemna železnica, regionalna železnica - različito koštaju. Kod teretnog saobraćaja tona tereta može da košta različito u zavisnosti od kompaktnosti i oblika, pa ima mišljenja da bruto-tonski kilometri mogu da budu bolji pokazatelj a razlike mogu biti značajne kod maršutnih vozova, pošiljaka, kontejnera ili intermodalnog transporta.*
[6] *Dodatni problem su zajednički troškovi pri povećanju obima poslovanja - na primer, jednokolosečna pruga može da obezbedi i putnički i teretni saobraćaj, putničke vozove sa prvom i drugom klasom i teretni saobraćaj za različite terete. U ovoj situaciji, samo neki troškovi mogu biti specifično svojstveni za jednu vrstu saobraćaja.*

3. Eksplaoatacija u životnoj sredini i intervencije vlade, imaju jak uticaj na karakteristike železnice – posebno sa geografskog aspekta- položaj, klima i kompleksnost mreže utiču na troškove a vladine – često nesistematične intervencije značajno utiču na performanse.

Ključni benčmarking indikatori moraju uzeti u obzir ove specifičnosti poslovanja železnice, a pokušaji da se definišu "univerzalno primenljivi" postupci merenja performansi se uglavnom kreću u dva pravca - delimična merenja produktivnosti (PPMs, Oum 1999, [2]) koja se više primenjuju za međusobno poređenje preduzeća u praksi, i analize ukupne efikasnosti DEA (engl, Data Envelop Analisys) i TFP (engl, Total Factor Productivity), koje daju i dobre rezultate za čitav sektor, ali zahtevaju sveobuhvatne podatke o poslovanju. Kod pristupa PPMs izlazni indikatori se vezuju za pojedinačne radne jedinice, odnosno ostvarene vozne km. Smatra se da su uprkos nedostacima prihvaćene zbog svoje jednostavnosti računanja, intuitivnog razumevanja i što je možda najznačajnije, ograničenih zahteva što se tiče podataka. U tabeli 1 su prikazani ključni benčmarking indikatori koji se koriste za merenje parcijalne produktivnosti, a dele se na eksploatacione, komercijalne i fianansijske. Sugestija je da se gde je to moguće vrši dalja podela indikatora na putnički i teretni sektor i dalje na razne usluge. Takođe se sve više uzimaju u obzir performanse železnice koje se odnose na pokazatelje kvaliteta i zaštite životne sredine.

Tabela 1. Ključni benčmarking indikatori

Oblast	Indikatori
1.Eksploatacija – obavljanje prevoza	1.1.Voznikm/zaposlenom 1.2.Kolski km/godini (po svakom tipu kola) 1.3.Vozni km po km pruge
Komercijalna funkcija	2.1. Učešće na tržištu 2.2. Srednja težina voza 2.3. Srednja dužina voza
2.Finansije	3.1 Ukupni troškovi po voz. km 3.2 Prihodi po voznom km 3.3 Dobit/Troškovi

Naime, postoji izražena svest reformatora, putnika i stanovništva o pogodnostima železničkih usluga kada je zagađenje životne sredine u pitanju. Ključni pokazatelji koji se odnose na kvalitet uključuju brzinu, frekvenciju i tačnost[7] i objektivan opis vanrednih događaja. Ključni pokazatelj životne sredine treba da obuhvata zagađenje vazduha i buku po voznom km.Problemi vezani za (NE)raspoloživost podataka su veoma složeni jer železnica ima kompleksnu strukturu koja „proizvodi" različite usluge. Iskustva istraživača ukazuju na značajne probleme u vezi sa podacima o izlaznim rezultatima funkcionisanja železnice[8]. Novi izvori podataka na web sajtovima su u suštini marketinški alat za prezentaciju železničkih kompanija, koji nude putnicima mogućnost da prate red vožnje, a sadrže i korisne informacije ali ne u zvaničnoj formi, tako da nisu sasvim pouzdane i konzistentne. Jasno je da iako postoji nekoliko izvora podataka za benčmarking, najveći izvor predstavljaju UIC statistike, Eurostat i godišnji izveštaji kompanija. Glavno pitanje koje je razmatrano u poslednjih par godina je raspoloživost podataka podeljenih i privatizovanih železničkih kompanija, kao i činjenica da se operateri privatizovanih sektora protive „otkrivanju" mnogih detalja svog poslovanja. Sa jedne strane, povećavanje broja operatera čini zadatak prikupljanja podataka za benčmarking složenijim, a sa druge strane prisustvo više operatera u svakoj zemlji trebalo bi da poveća delokrug i kvalitet benčmarkinga. Problem sa podacima je na neki način povezan i sa ukidanjem/smanjenjem graničnih kontrola u Evropskoj uniji – prema INFOSTAT-u (projekat Evropske komisije koji ima zadatak razvoja evropskog statističkog aparata, nazvanog ETIS), postoji: "odsustvo podataka o međunarodnim saobraćajnim tokovima, novim transportnim tehnologijama, logističkim uslugama, transportnim lancima i uticaju životne sredine na železnički transport. I sa raspoloživim podacima postoje određeni problemi, pre svega:

- Različiti tretmani dodatnih i aktivnosti podugovarača. Tradicionalno, železnice imaju sopstveno zemljište, hotele i druge transportne kompanije, kao što su autobuski prevoznici i trajekti. Kada se porede železnički operateri, važno je da finansijske performanse ne uključuju troškove ili dobit iz drugih sektora. Sličan problem se javlja kada železnice sadrže pod-ugovorom održavanje i inženjerski posao[9].
- Postupak obračuna amortizacije. Razlike u

[7] *Važna je preciznost merenja, npr. voz stiže sa X minuta zakašnjenja od očekivanog vremena.*

[8] *Trenutno, mnogo privrednih analitičara i akademika koriste informacije o ulaznim i izlaznim jedinicama železnice iz dva ključna izvora: International Railway Statistics u okviru UIC-a i individulani izvori železnica, a činjenica je da UIC statistika zavisi od kvaliteta podataka pojedinačnih železnica. Drugi izvori podataka uključuju nacionalne statistike, kao što su Transport Statistics Great Britain, Eurostat i World Wide Web koje stalno skupljaju podatke iz zvaničnih i nezvaničnih izvora. Eurostat ima slične publikacije koje pokrivaju samo članice EU i nude manje detalja. Neki autori koriste i podatke sa sajtova koji su dizajnirani i obnavljani od strane entuzijasta (železnice Norveške).*

[9] *Na primer, određena poboljšanja u radnoj produktivnosti na privatizovanim britanskim železnicama su ostvarena u delu odgovornom za održavanje i inženjerski posao, a to razgraničenje je veoma važno za benčmarking.*

konvencijama širom EU stvaraju teškoće u obračunavanju finansijskih bančmarking pokazatelja, sa različitom pristupom obračunu amortizacije u pojedinačnim zemljma što otežava upoređivanje.

- Podaci o železničkim osoblju/voznom parku/kvalitetu pruga. Za železničko osoblje, problemi sa podacima se odnose na podelu osoblja koje radi u putničkom i teretnom sektoru. Uz to, nedovoljni su podaci o radnim časovima osoblja; slično, postoji malo raspoloživih podataka o kvalitetu voznog parka i pruga.
- Različiti zakonski i bezbednosni zahtevi i uticaj države na poslovanje. Zakonski i bezbednosni zahtevi su različiti između zemalja i mogu imati veliki uticaj na operativne troškove železničkih kompanija[10]. U prošlosti, železnice su često korišćene da povećaju zaposlenost i ekonomsku aktivnost, pa subvencije i prezaposlenost mogu da pokvare benčmarking pokazatelje. Iako se subvencije ne računaju u dobiti železnica, njihov uticaj se još oseća i u redukovanim cenama prevoza.
- Greške pri merenju. Generalni problem kod bilo kog podatka su greške koje se javljaju kod merenja - na primer, koliko staničnog osoblja je alocirano na poslove teretnog i putničkog saobraćaja. Ovakve grešeke su uobičajene, teško ih je korigovati i mogu da vode do pogrešnih zaključaka. Uz to, podaci su nekada nedostuoni pa se koriste aproksimacije.
- Vremenska serija podataka. Veliki problem kod benčmarkinga performansi je period za koji se radi poređenje. Studije koje ispituju jednu godinu - presek postojećeg stanja, ne mogu da daju pravi odraz situacije, a najbolje studije benčmarkinga su zasnovane na dinamičkom pristupu - istražuju poslovanje za određeni vremenski period i tako identifikuju dugoročne tendencije u performansama železnice.

3. MOGUĆNOSTI MERENJA PERFORMANSI

Primeri za merenje performansi železničkih kompanija u 11 zemalja – uključujući i Srbiju, rađeni su po uzoru na proračun iz sveobuhvatne benčmarking studije koja je izvedena kao deo EC Fourth Framework Transport Reseach Programme nazvanog SORT-IT[11]. Prikazani su eksploatacioni i komercijalni indikatori za 2009. godinu, kao i prosečne vrednosti za period 2004 -2009. (tabele 2 i 3), jer finansijski podaci nisu bili dostupni u skladu sa problemima iznetim u radu. Što se tiče podataka za Srbiju za komercijalne performanse – učešće železnice na transportnom tržištu korišćeni su podaci zvanične statistike, mada za kvalitetni benčmarking treba uzeti u obzir da ovi podaci nisu realni[12].

Tabela 2. Radna produktivnost železnica pojedinih zemalja EU i Srbije [3,4,5]

	Vozni km/ zaposlenom	
Kompanije	2009	prosek 2004-09
Austrija	3220	3094
Belgija	2514	2654
Francuska	3285	3064
Nemačka	3625	4011
Italija	3192	3472
Holandija	8693	7355
Portugalija	7292	8731
Španija	11216	7016
Slovenija	2250	2457
Švedska	12750	13906
Srbija	1106	1150

Tabela 3. Učešće železnice na tržištu pojedinih zemalja EU i Srbije sa akcentom na putnički (1) i teretni (2) saobraćaj [3,4,5]

	Učešće na tržištu putničkog saobraćaja (%) (1)		Učešće na tržištu teretnog saobaraćaja (%) (2)	
Kompanije	2008	2003-08	2008	2003-08
Austrija	11.1	9.76	37.4	32.3
Belgija	7.2	6.46	15.1	13.18
Francuska	10.1	9.04	15.9	16.5
Nemačka	8.6	7.62	22.2	20.64
Italija	5.7	5.6	11.7	10.78
Holandija	9.7	8.88	5.4	4.54
Portugalija	4.1	3.82	6.1	5.62
Španija	5.5	5.04	4.1	4.86
Slovenija	2.9	2.94	17.8	24.24
Švedska	9.3	7.98	35.3	35.96
Srbija	5.5	7.5	63.62	64.45

[10] *Na primer, od Railtrack-a je zahtevano da izgradi ogradu oko pruga i da deniveliše prelaze drugih saobraćajnica preko pruge. Neke druge zemlje nemaju još takvih zakonskih zahteva i zato nemaju dodatne troškove. Slično, u zemljama zbog visokih temperatura postoji obaveza ugradnje klime u vozni park (Španija), što ne važi za druge.*

[11] *Na osnovu podataka iz UIC izvora za period 1971-94 obračunati su indikatori za 10 evropskih zemalja koji odražavaju raznovrsnost evropske železnice po veličini mreža, vrsti saobraćaja i politici vlade u odnosu na železnicu.*

[12] *Prema Strategiji razvoja železničkog, drumskog, vodnog, vazdušnog i intermodalnog transporta u Republici Srbiji, 2008-2015 („Službeni glasnik Republike Srbije, br. 4 /2008), učešće drumskog transporta u ukupnom obimu prevoza tereta je oko 80%, odnosno 74% u ukupnom obimu prevoza putnika.*

4. ZAKLJUČAK

Vlade evropskih zemalja su u procesu reformisanja železnice pokazale zainteresovanost da odrede najefektnije i najefikasnije oblike regulacije i vlasništva za železnicu, a uslov za to je da železničke kompanije identifikuju svoje troškove i produktivnost rada, dok vlasnici moraju biti spremni da realno i transparentno ocenjuju poslovanje svojih kompanija. Takođe, regulatorima je potrebno da znaju da li su troškovi kompanija opravdani i dovoljni u poređenju sa troškovima koji nastaju kao posledica primene regulatorne politike. Studije benčmarkinga performansi železnice imale su značajnu ulogu u tom procesu, a poteškoće uočene naročito kod pribavljanja kvalitetnih podataka o ključnim indikatorima i lekcije naučene iz toga mogu predstavljati okvirne smernice za sistematično identifikovanje i praćenje podataka o ključnim indikatorima poslovnih performansi Železnica Srbije.

LITERATURA

[1] The future of transport, Focus Groups' Report, EC DG Energy and Transport, U- A.1, februar 2009.
[2] Chris Nash, Jeremy Shires: " Transport benchmarking, methodologies, Applications", ECMT, Paris, 1999.
[3] http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/transport/data/main_tables
[4] http://webrzs.stat.gov.rs/axd/god.htm
[5] http://www.uic.org/spip.php?article1347

BENCHMARKING OF RAILWAYS PERFORMANCES - KEY INDICATORS

Nikola PETROVIC
Snezana PEJCIC TARLE
Nena TOMOVIC

***Abstract** – Application of the benchmarking method to railway transport allows for a comparative analysis of operational, commercial and financial performances and best practice identification, as well as defining of guidelines for business improvement. The paper presents key benchmarking indicators for European railways as well as potentials and constraints of applying this method in Serbian railways.*

***Key words** – benchmarking, railway transport, performances, key indicators*

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

POREĐENJE TURNUSA LOKOMOTIVA PREMA STABILNOSTI, PRIMENOM MAX-PLUS ALGEBRE

Predrag JOVANOVIĆ[1]
Pavle KECMAN[2]

Rezime *– Za jedan red vožnje moguće je sastaviti više različih turnusa lokomotiva. Najčešće primenjivani kriterijumi za izbor optimalnog turnusa lokomotiva su do sada bili: minimalno vreme čekanja u obrtnim stanicama, maksimalni pređeni broj kilometara između kontrolnih pregleda i minimalan broj praznih vožnji lokomotiva. U ovom radu biće izvršeno poređenje turnusa lokomotiva sa aspekta stabilnosti izvršenja turnusa lokomotiva, uzimajući u obzir turnuse garnitura putničkih vozova, tehnička i tehnološka ograničenja kako saobraćajne, tako i službe vuče. Za ocenu stabilnosti biće primenjena max-plus algebra koja se pokazala kao efikasan metod za ocenu stabilnosti periodičnih sistema diskretnih događaja.*

Ključne reči – turnus lokomotiva, turnus garnitura, stabilnost, max-plus algebra

1. UVOD

Do sada se poredjenje dva turnusa lokomotiva, ili ocena kvaliteta jednog turnusa, vršila preko definisanih parametara kvaliteta: kriterijumi optimizacije pri izradi su bili ili minimalno vreme lokomotive u obrtnim stanicama ili maksimalno dozvoljeni broj predjenih kilometara između dva pregleda. Pojavom analitičkih sistema za ocenu stabilnosti vremenski diskretnih cikličnih sistema, stvoreni su uslovi da se pokuša primena ovih matematičkih alata pri izradi turnusa lokomotiva, uz uvođenje novih pokazatelja kvaliteta.

Turnus lokomotiva predstavlja način povezivanja predviđenih obrta lokomotiva i predstavlja osnov za analizu rada službe vuče u nekom železničkom sistemu. S obzirom na ograničen broj vučnih sredstava, izrada kvalitetnih turnusa je neophodna u cilju omogućivanja kvalitetnog i pouzdanog funkcionisanja železničkog sistema u celini.

2. MODEL ZA UTVRĐIVANJE STABILNOSTI KORIŠĆENJEM MAX-PLUS ALGEBRE

Osnovna karakteristika železničkog saobraćaja, nastala usled neophodnosti da više vozova koristi istu infrastrukturu, a zbog potrebne bezbednosti odvijanja saobraćaja, je sinhronizacija saobraćaja vozova i vremensko razdvajanje trasa vozova, kako bi se onemogućili konflikti. Ovo može biti predstavljeno ograničenjima između nastupanja dva događaja, gde jedan događaj može nastati ukoliko su završeni svi prethodno neophodni događaji. Rezultat ovakvog posmatranja železničkog sistema je sistem sa diskretnim vremenom, kako između samih događaja, tako i u pogledu trajanja samog jednog događaja.

U okviru max-plus algebre, karakteristike turnusa garnitura i lokomotiva mogu biti efikasno ocenjivane. Tako, na primer, stabilnost se može ocenjivati proračunavanjem ***svojstvenog vektora*** matrice stanja kojom je opisan redom vožnje i turnusima predviđeni saobraćaj. Možda još važnije, ovaj pristup ne samo da daje odgovor na pitanje da li je sistem stabilan ili ne, već precizno identifikuje kritične procese u njemu.

2.1. Max-plus algebra

Max-plus algebra je algebra nad skupom prirodnih brojeva, koji je proširen za $-\infty$, koja raspolaže sa operatorima sabiranja i množenja, u oznaci $\oplus$ i $\otimes$ respektivno, koje definišu sledeće operacije nad parom brojeva:

$$a \oplus b = \max(a,b) \text{ i } a \otimes b = a + b. \quad (1)$$

Takozvano „sabiranje", tj. operacija određivanja maksimuma, je komutativna, asocijativna i važi da je $a \oplus a = a$, a takođe poseduje tzv. nula-element ($e = -\infty$). Operacija tzv. „množenja" je asocijativna i poseduje element (0), i „množenje" je distributivno nad „sabiranjem". Takođe, prethodno definisani nula-element je absorbujući:

$$a \otimes e = e \otimes a = e. \quad (2)$$

Ove skalarne operacije u max-plus algebri su

[1] Predrag JOVANOVIĆ, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, 11000 Beograd, p.jovanovic@sf.bg.ac.rs.
[2] Pavle KECMAN, TU Delft, Stevinweg 1, 2628 CN Delft, Nederland, P.Kecman@tudelft.nl.

proširene i na matrice, na način vrlo sličan konvencionalnoj algebri. Neka su $A=(a_{ij})$ i $B=(b_{ij})$ dve $n\times n$ kvadratne matrice čiji su elementi realni brojevi prošireni za $\varepsilon=-\infty$. Tada važi:

$$(A\oplus B)=a_{ij}\oplus b_{ij}=\max(a_{ij},b_{ij}) \tag{3}$$

$$(A\otimes B)=\bigoplus_{k=1}^{n}(a_{ik}\otimes b_{kj})=\max_{k=1,2..n}(a_{ik}+b_{kj}) \tag{4}$$

Nula matrica, u max-plus algebri, je matrica čiji su svi elementi jednaki e. Matrica identiteta, $E=(e_{ij})$, je dijagonalna matrica, čiji elementi na glavnoj dijagonali imaju vrednost 0, dok su ostali elementi jednaki e: $e_{ii}=0$ i $e_{ij}=e$, $\forall i\neq j$. Množenje matrice skalarom definisano je kao:

$$(c\otimes A)_{ij}=c\otimes a_{ij}=c+a_{ij}. \tag{5}$$

Sam razvoj max-plus algebre potekao je zbog bliske veze između stepenovanja matrica u max-plus algebri sa problemima kritičnog puta u grafovima. Stepenovanje matrica u max-plus algebri je rekurentno i definisano je na sledeći način:

$$A^{\otimes 0}=E,\ A^{\otimes I}=A^{\otimes I-1}\otimes A \tag{6}$$

za svaki pozitivan ceo broj I. Sa druge strane, svaka kvadratna matrica A, $n\times n$, odgovara orijentisanom grafu $G(A)$, sa n čvorova. Pod putem, u ovom grafu, podrazumevamo određenu sekvencu grana u njemu između dva čvora, a dužina puta predstavlja sumu dužina grana u njemu.

Stepen matrice $A^{\otimes 2}$ po definiciji je jednak:

$$(A^{\otimes 2})_{ij}=\bigoplus_{k=1}^{2}(a_{ik}\otimes a_{kj})=\max_{k=1,2}(a_{ik}+a_{kj}), \tag{7}$$

a zapravo predstavlja maksimalnu dužinu puta, posmatrajući sve puteve sačinjene od tačno dve grane, od čvora j, preko bilo kog čvora k, do čvora i. Uopšteno gledano, matrica $A^{\otimes I}$ je matrica maksimalnih dužina puteva u grafu, sastavljenih od tačno I grana. Matrica kritičnog puta je matrica dužina grana kritičnog puta, uopšteno, maksimalnih dužina svih puteva u grafu, i definisana je kao:

$$A^{+}=\bigotimes_{I=1}^{\infty}A^{\otimes I}=A\oplus A^{\otimes 2}+A^{\otimes 3}\oplus\ldots \tag{8}$$

Ukoliko se u grafu prioriteta $G(A)$ ne nalazi ni jednan ciklus sa pozitivnom vrednošću dužine puta, tada je svaki kritični put, u grafu od n čvorova, sastavljen od najviše n grana, i takav kritični put je definisan konačnom sumom prvih n stepena matrice A, odnosno:

$$A^{+}=\bigotimes_{I=1}^{n}A^{\otimes I}. \tag{9}$$

Matrica kritičnog puta predstavlja osnovni element u max-plus teoriji linearnih sistema. Danas se, naravno, u praksi, za određivanje matrice kritičnog puta koriste vrlo efikasni algoritmi i savremeni softverski paketi, umesto komleksnog proračuna stepenovanja matrica.

3. MODELIRANJE MAX-PLUS SISTEMA

Pri modeliranju turnusa, kao max-plus sistema, promenljive značajne za model predstavljaju vremena nastanka pojedinih događaja koji se javljaju usled saobraćaja vozova ili normiranim vremenom trajanja pojedinih operacija. Ove promenljive su međusobno povezane ograničenjima, koja su nazvana ograničenja prioriteta zbog činjenice da se određeni događaji mogu realizovati tek nakon realizacije nekog drugog, prethodnog događaja.

3.1. Analiza kritičnih ciklusa u max-plus sistemima

Problem analize kritičnih ciklusa u max-plus linearnim sistemima bazira se na ponašanju max-plus sistema kada svi događaji nastupaju najranije moguće.

Ukoliko se posmatra sistem jednačina:

$$\begin{aligned}&X(0)=x_0 \text{ i}\\ &X(k)=A\otimes X(k-1)\end{aligned} \tag{10}$$

i neka je poznata inicijalna vrednost x_0. Pošto je drugajednačina iz sistema (11) rekurentna, rešenje može biti jednostavno određeno za svaku vrednost $k\geq 1$.

Kako su nezavisna od inicijalnog uslova x_0, vremena nekog događaja $X(k)$ približavaju se periodičnom režimu i važi:

$$X(k+1)-X(k)=\lambda_i,\forall i,k\geq K, \tag{11}$$

gde λ_i predstavlja vreme ciklusa posmatranog događaja, i zadovoljava jednačinu:

$$\lim_{k\to\infty}=\frac{x_i(k)}{k}=\lambda_i. \tag{12}$$

Analiza i definisanje stabilnosti jednog vremenski diskretnog max-plus sistema zavisi od rešavanja problema **jedinstvene vrednosti**. Posmatrano u okvima problema turnusa, ovo se može tumačiti na sledeći način: neka je vreme ciklusa λ minimalno vreme u kome se mogu realizovati svi događaji i procesi, uzimajući u obzir sva ograničenja prioriteta između događaja; neka je V pridruženi vektor, čiji elementi predstavljaju vrednosti najranijih vremena nastupanja događaja, takvi da važi $0\leq v_i<\lambda$ za svaki događaj i. Tada, problem određivanja λ i pridruženog vektora V se može izraziti kao problem jedinstvene max-plus vrednosti:

$$A\otimes V=\lambda\otimes V, \tag{13}$$

gde se operacija maksimuma preduzima nad svim događajima j koji prethode događaju i. Rešenje ove jednačine po λ se naziva **jedinstvena vrednost**, dok se vektor V, koji je toj vrednosti pridružen, naziva **jedinstveni vektor**.

Osnovna teorema max-plus algebre izjednačava

jedinstvenu vrednost λ i maksimum srednjih vrednosti vremena ciklusa:

$$\lambda = \max_{C} \frac{W(C)}{I(C)}, \qquad (14)$$

gde je:

- $W(C)$ - „težina" ciklusa, a to je zapravo aritmetička sredina dužine ciklusa,
- $I(C)$ - dužina ciklusa, što predstavlja broj čvorova u ciklusu.

Iz ovoga direktno proizilazi interpretacija kriterijuma stabilnosti, pošto λ definiše donju granicu vremena ciklusa za sve događaje u posmatranom max-plus sistemu: **za vremenski diskretan max-plus sistem kažemo da je stabilan, ako i samo ako važi $\lambda < T$, kažemo da je kritičan, ako i samo ako važi $\lambda = T$, odnosno max-plus sistem je nestabilan ako i samo ako važi $\lambda > T$.**

Za stabilnost turnusa, definisanog kao vremenski diskretan max-plus sistem, neophodno je da vreme ciklusa turnusa bude veće od minimalnog vremena za koje je moguće realizovati sve operacije. U ovom slučaju, „praktična" stabilnost će biti definisana kao $\lambda < T - \delta$, gde δ predstavlja vremensku rezervu u jednom ciklusu.

Sa stanovišta max-plus sistema, s obzirom da između dva čvora može postojati više puteva u grafu, kritična vremenska rezerva između događaja j i i može biti manja od vremena trajanja aktivnosti (j,i). Iz tog razloga, najpre se određuju vrednosti prethodne matrice $S = (s_{ij})$ čiji se elementi definišu kao:

$$s_{ij} = d_j(0) - d_i(0) + a_{ij} - \mu_{ij} \cdot T, \qquad (15)$$

što predstavlja negativnu vrednost vremena između događaja j i i. Matrica vremenskih rezervi, R tada se definiše kao

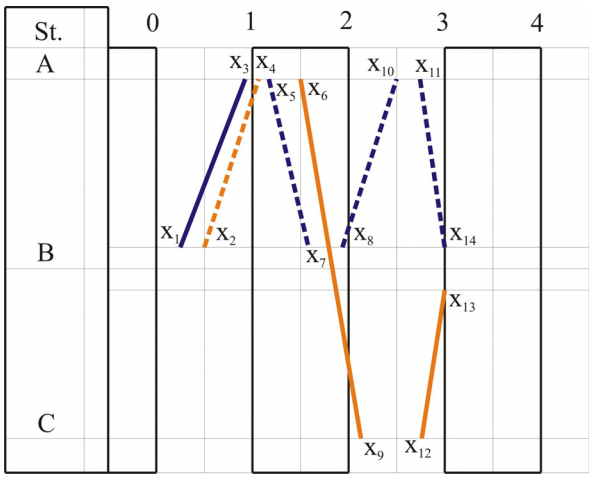
$$R = -S^{+}. \qquad (16)$$

Matrica vremenskih rezervi se sastoji od najmanjih kumulativnih vrednosti za svaku granu u grafu između dva događaja.

Različiti elementi matrice vremenskih rezervi imaju različitet interpretacije. Tako, i-ta kolona matrice daje vremena oporavka, između događaja i i svakog kasnijeg događaja u sistemu. Zato se kolone matrice R nazivaju **vektori uticaja kašnjenja**. Sa druge strane, i-ti red matrice vremenskih rezervi pokazuje kolika je rezerva u vremenu između svih prethodnih događaja i događaja i, pa se zato redovi matrice R nazivaju **vektori osetljivosti na kašnjenje**.

4. MODEL ZA UTVRĐIVANJE STABILNOSTI TURNUSA

Na slici 1. predtavljen je deo zamišljenog turnusa lokomotiva i garnitura za koje će biti određena stabilnost sistema.



Slika 1. Segment turnusa lokomotiva i garnitura

Pretpostavljeno je da će dolaziti do prelazaka lokomotive sa jedna garniture na drugu. Isprekidanim linijama na slici 1. prikazani su turnusi garnitura, a različitim bojama su prikazani turnusi lokomotiva. Na slici su takođe prikazani i trenuci nastanka relevantnih događaja.

Da bi nastupio događaj $x_1(k)$ neophodno je da je otpočeo i završio se događaj $x_{13}(k-1)$, odnosno da je garnitura prikazana punom linijom stigla iz stanice C i da su sa njom obavljene neophodne tehnološke operacije u stanici A, za koje je predviđeno 15 minuta. Takođe, neophodno je da je prispeo voz iz stanice B koji je dovukla lokomotiva „plavog" turnusa i da su sa njom završene sve predviđene operacije u matičnoj stanici, za šta je takođe predviđeno 15 minuta. Na taj način definisana je prva jednačina prioriteta:

$$x_1(k) = 15 \otimes x_{13}(k-1) \oplus 15 \otimes x_{14}(k-1) \oplus d_1, \qquad (17)$$

gde je d_1 redom vožnje predviđeno vreme nastanka događaja $x_1(k)$, odnosno vreme otpreme prvog voza. Na sličan način se formiraju i ostale jednačine prioriteta i njihov sistem jednak je:

$$\begin{aligned}
&x_1(k) = 15 \otimes x_{13}(k-1) \oplus 15 \otimes x_{14}(k-1) \oplus d_1;\\
&x_2(k) = 15 \otimes x_{13}(k-1) \oplus 15 \otimes x_{14}(k-1) \oplus d_2;\\
&x_3(k) = 35 \otimes x_1(k) \oplus d_3;\\
&x_4(k) = 35 \otimes x_2(k) \oplus d_4;\\
&x_5(k) = 15 \otimes x_3(k) \oplus d_5;\\
&x_6(k) = 15 \otimes x_4(k) \oplus d_6;\\
&x_7(k) = 30 \otimes x_5(k) \oplus d_7;\\
&x_8(k) = 15 \otimes x_7(k) \oplus d_8;\\
&x_9(k) = 40 \otimes x_6(k) \oplus d_9;\\
&x_{10}(k) = 35 \otimes x_8(k) \oplus d_{10};\\
&x_{11}(k) = 15 \otimes x_{10}(k) \oplus d_{11};\\
&x_{12}(k) = 15 \otimes x_9(k) \oplus d_{12};\\
&x_{13}(k) = 15 \otimes x_{12}(k) \oplus d_{13};\\
&x_{14}(k) = 15 \otimes x_{11}(k) \oplus d_{14};
\end{aligned} \qquad (18)$$

Kako je:

$$A = A^{*} \otimes A_1, \qquad (19)$$

matrica svedenog sistema je jednaka:

$$A = \begin{bmatrix} \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 50 & 50 \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 50 & 50 \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 65 & 65 \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 65 & 65 \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 95 & 95 \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 110 & 110 \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 105 & 105 \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 145 & 145 \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 160 & 160 \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 120 & 120 \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 135 & 135 \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 175 & 175 \end{bmatrix}, \quad (20)$$

Iz prethodne matrice zaključuje se da u sistemu postoje tri ciklusa:

$x_{13} \mapsto x_{13}$; $x_{13} \mapsto x_{14} \mapsto x_{13}$ i $x_{14} \mapsto x_{14}$,

pri čemu je, po jednačini (14):

$\lambda = \max(135,155,175) = 175.$

Ovo, sa aspekta stabilnosti, znači da je sistem stabilan, s obzirom da je vreme trajanja ciklusa veće od kritičnog puta unutar sistema, iako vremenske rezerve iznose samo 5 minuta.

Dalje, nakon definisanja matrice S, definiše se matrica vremenskih rezervi, matrica R. Iz nje se može videti da su događaji $x_2(k)$ (otprema voza 2 iz stanice B), $x_6(k)$ (otprema voza 4 iz stanica A) i $x_{12}(k)$ (otprema voza 7 iz stanice C) najmanje osetljivi na sebi prethodne događaje, dok su događaji $x_3(k)$ (početak tehniloških operacija sa lokomotivom „plavog" turnusa u obrtnoj stanici A i $x_1(k)$ (otprema voza broj 1 iz stanice B) najosetljiviji na prethodne događaje. Sa druge strane, najveća vremena oporavka formiraju događaji $x_4(k)$, $x_9(k)$ i $x_6(k)$.

$$R = -S^{+} = \begin{bmatrix} 5 & 5 & 5 & 30 & 0 & 20 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 20 & 20 & 20 & 45 & 15 & 35 & 15 & 15 & 35 & 15 & 15 & 15 & 15 & 15 \\ 0 & 5 & 5 & 30 & 0 & 20 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 20 & 0 & 20 & 45 & 15 & 35 & 15 & 15 & 35 & 15 & 15 & 15 & 15 & 15 \\ 5 & 5 & 5 & 35 & 5 & 25 & 5 & 5 & 25 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 25 & 10 & 30 & 10 & 25 & 45 & 25 & 25 & 45 & 25 & 25 & 25 & 25 & 25 \\ 5 & 5 & 5 & 35 & 0 & 25 & 5 & 5 & 25 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 5 & 5 & 5 & 35 & 0 & 25 & 0 & 5 & 25 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 25 & 10 & 30 & 10 & 25 & 0 & 25 & 25 & 45 & 25 & 25 & 25 & 25 & 25 \\ 5 & 5 & 5 & 35 & 0 & 25 & 0 & 0 & 25 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 5 & 5 & 5 & 35 & 0 & 25 & 0 & 0 & 25 & 0 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 45 & 30 & 50 & 30 & 45 & 20 & 45 & 45 & 20 & 45 & 45 & 45 & 45 & 45 \\ 5 & 5 & 5 & 30 & 0 & 20 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 5 & 5 \\ 5 & 5 & 5 & 30 & 0 & 20 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 5 & 5 \end{bmatrix}, \quad (21)$$

Jasno je da se na ovaj način može izvršiti provera stabilnosti kompletnih turnusa, u zavisnosti od reda vožnje, turnusa garnitura i bilo kojih tehnoloških vremena predviđenih organizacijom vuče vozova, u realnom vremenu.

5. ZAKLJUČAK

Turnus lokomotiva predstavlja jedan od najznačajnih elemenata koji definišu način i kvalitet rada unutar železničkog sistema. Ograničen broj vučnih vozila i njihova visoka cena zahtevaju kvalitetnu izradu turnusa lokomotiva i njihovo ostvarivanje prema planu u realnom vremenu. Ovo dovodi do potrebe definisanja modela za ocenu stabilnosti izrađenih turnusa u odnosu na međuzavisnost tehnoloških operacija koje definišu sam turnus.

Model koji koristi max-plus algebru omogućava analizu stabilnosti cikličnih diskretnih sistema, što znači da se može primeniti i na turnuse železničkih vozila, kao što je u radu i pokazano. Primena pokazanog sistema je moguća i na stvarnim, već izrađenim turnusima lokomotiva, ali se u tom slučaju moraju koristiti softverski alati, jer se broj sistemskih jednačina, a samim tim i dimienzije matrice sistema i matrice vremenskih rezervi, znatno uvećavaju.

LITERATURA

[1] Baccelli,F.L., Cohen,G., Olsder, G.J. and Quadrat, J.P.: „Synchronization and Linearity: An Algebra for Discrete Event Systems", Wiley, Chichester, 1992.

[2] Goverde,M.P.Rob, „Punctuality of Railway Operations and Timetable Stability Analysis", TU Delft, 2005.

[3] Goverde,M.P.R., „Railway timetable stability analysis using max-plus system theory", Transportation Research Part B 41, 2007

[4] Hansen,I.A., Pachl,J. (eds)., „Railway Timetable & Traffic", EurailPress, Germany, 2008.

COMPARISON OF LOCOMOTIVES TURNOVERS BY STABILITY, USING MAX-PLUS ALGEBRA

Predrag JOVANOVIĆ
Pavle KECMAN

Abstract – For unique timetable it's possible to create more than one locomotives turnover. Most used criteria, for determination of optimal turnover, so far were: minimal waiting time in reversal stations, greatest number of kilometers made between controls and minimal number of "empty" rides. In this paper comparison will be done by stability, having in mind turnovers of passenger train sets, technical and technological limitation of traffic and traction Service units. For stability estimation max-plus algebra will be used, as it shows to be an effective method for stability estimation of periodic systems with discrete events.

Key words – locomotive turnover, train sets turnover, stability, max-plus algebra

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

ETCS U EKSPLOATACIJI NA ŽELEZNICI

Radomir BRKIĆ [1]
Radisav VUKADINOVIĆ [2]

Rezime *– Putevi vožnje u železničkom saobraćaju, obezbeđuju se novim mikroprocesorskim signalno-sigurnosnim uređajima, čija pouzdanost i raspoloživost može da se projektuje zahvaljujući novoj tehnologiji, na potrebnu tj. željenu vrednost. Oba sistema, i kontinualno upravljanje vozom i voznim putem, moraju da rade zajedno i interaktivno u realnom vremenu. Prelaskom na kabinsku signalizaciju i ETCS, sa mogućnošću kontinualnog uticaja na voz, otvoren je put za: kontinualno davanje nezauzeća duž pruge (oslobađanje od predhodnog voza); mobilni blok; vođenje na distanci zaustavnog puta.*

Ključne reči – ETCS, automatska kontrola, automatsko upravljanje, sigurnost, pouzdanost, raspoloživost

1. UVOD

Dosadašnji konvencionalni signalni sistem koji podrazumeva fiksna rastojanja između glavnih signala i predsignala, otežava postavljeni zadatak i determiniše postojeću prevoznu moć pruge. ETCS (European Train Controll System), podržano linijsko vođenje voza, je nasuprot tome nezavisno od podele pruge na blok mesta i u mogućnosti je da sagleda aktuelno stanje voznog puta unapred i bez ograničenja. Iz tih podataka sa pruge, sistem mašinovođi definiše dozvoljenu brzinu voza u svakom trenutku.

Iako je na prugama sa mešovitim saobraćajem potrebno, bar u prvo vreme ostaviti konvencionalne signale zbog teretnih vozova manjih brzina, kao pomoćni i niži hijerarhijski nivo u slučaju otkazivanja glavnog sistema, glavni sistem za automatsko vođenje radi kao "overlay-system" i to je prvi sigurnosni sistem softverski upravljan

Ovaj "overlay-system" u zonama većih brzina postaje primarni signalni sistem koji se primenjuje kao sredstvo za linijsko vođenje vozova na rastojanju zaustavnog puta, i kao sredstvo za povećanje propusne moći pruge.

2. KONTINUALNO UPRAVLJANJE VOZOM

Kontinualno upravljanje vozom uspešno se realizuje sa sistemom ETCS. Ovaj sistem za automatsko vođenje i zaštitu voza razvija se kao prvi panevropski sistem na nivou Evropske železničke unije. U prvo vreme je bio vezan za velike brzine, dok je poslednjih godina razvojno orijentisan i na povećanje propusne moći sistema.

Kontinualno linijsko upravljanje vozom, tačno izražava činjenično stanje da je voz direktno automatski upravljan. Upravljanje lokomotivom obavlja se interaktivnim zajedničkim dejstvom ETCS centrale i glavnog računara u vozu. Komuniciranje sa lokomotivom izvodi se preko "euro balize" i induktivne petlje, koje su položene u koloseku na određenim rastojanjima i redundantno, permanentnom radio-vezom lokomotive sa centralom (sl. 1.).

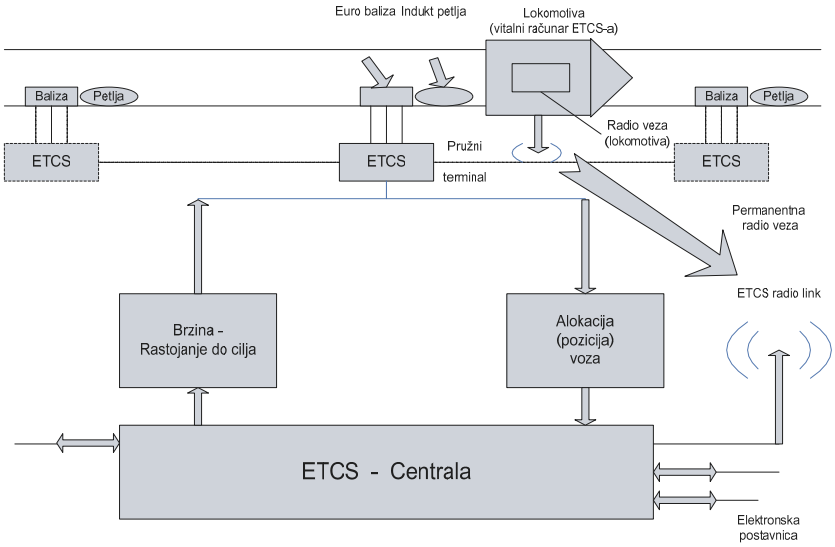
Pozicioniranje tačne lokacije voza na pruzi sledi preko odometarskog sistema lokomotive na osnovu dvostrukog principa:

- apsolutne pozicije na odgovarajućoj tački pruge (balize, petlje);
- relativne pozicije na osnovu merenja brzine na lokomotivi i rastojanja od fiksne tačke.

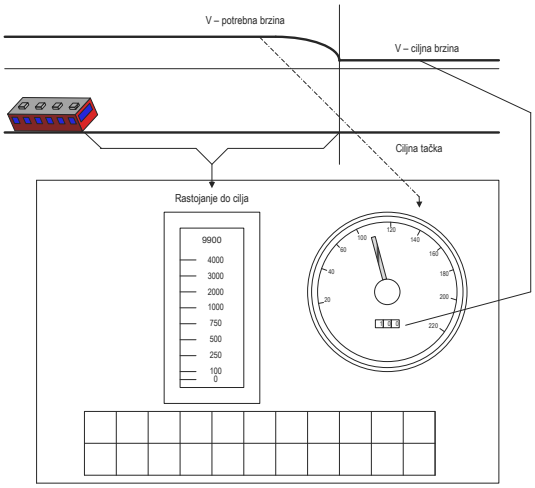
Osnovni parametri koji vode proces su: potrebna brzina; ciljno rastojanje i ciljna brzina (potrebna brzina na ciljnoj tački). Veze između ovih parametara i prikazivanja u kabini lokomotive date su na slici 2. a na slici 3. prikazani su integrisano elementi strukture sistema ETCS-a, sa akcentom na mobilni radio prenos.

ETCS može da radi na više nivoa, pri čemu na pruzi mogu paralelno da ostanu i fiksni signali sistema za vozove manjih brzina (što je povoljno kod mešovitog saobraćaja).

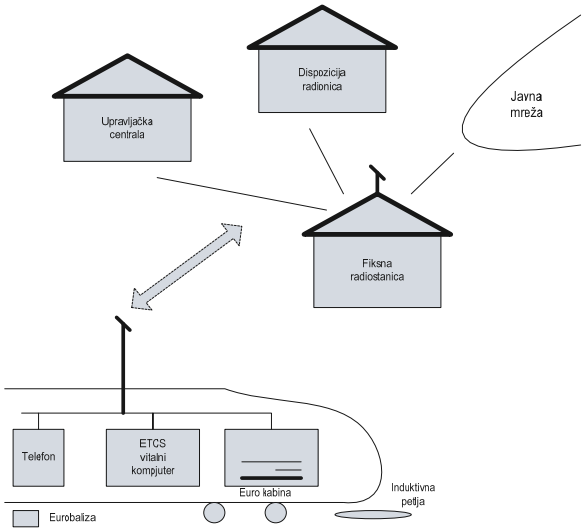
[1] Mr Radomir BRKIĆ, rbrkic@drenik.net,
[2]Prof. dr. Radisav VUKADINOVIĆ, Visoka železnička škola strukovnih studija Beograd, Zdravka Čelara 14, rajavuk@beotel.net.



Slika 1. Sistemski prikaz ETCS – a



Slika 2.Prikaz u kabini lokomotive osnovnih parametara koji vode proces



Slika 3. Integralni prikaz elemenata strukture sistema automatskog vođenja sa akcentom na elemente mobilnog radio prenosa

ETCS u ovom režimu (do 160 km/h) služi za to da omogući signalizaciju i pre predsignalnog rastojanja i da je najavi u kabini (OVERLAY sistem), a prednost pri ovome ostaje na fiksnoj signalizaciji.

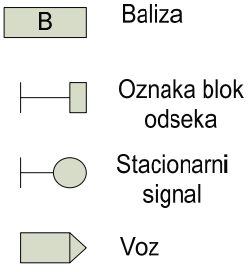
U režimu većih brzina kabinska signalizacija ima prednost nad fiksnom signalizacijom. Kod velikih brzina, spoljni signali ne važe, a ETCS vodi voz.

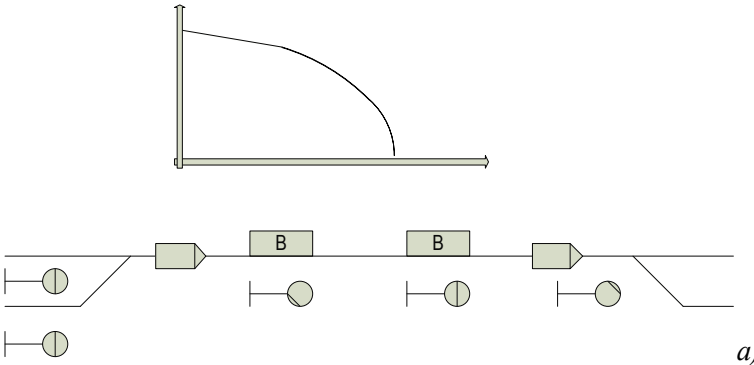
3. KONTINUALNO UPRAVLJANJE VOZNIM PUTEM

Kontinualno upravljanje bazira se na kontinualnom oslobađanju puta vožnje koji sledi neposredno od prethodnog voza. Ono se zasniva na kontroli celosti voza, odnosno na pouzdanoj informaciji da je ostvaren integritet voza. Pošto ovaj problem nije do danas potpuno rešen, vožnja na apsolutnom odstojanju zaustavnog puta nije moguća.

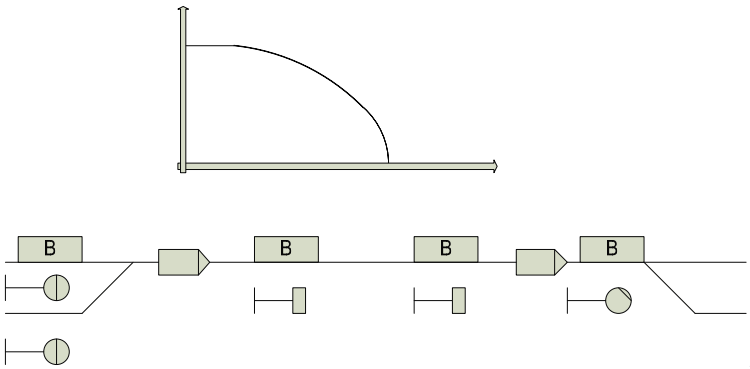
Ovako podeljeni odseci povećavaju propusnu moć sistema i to kako na međustaničnom rastojanju, isto tako (u sadejstvu sa elektronskom postavnicom) u stanici i u staničnom reonu. Ovo je ilustrovano za međustanično rastojanje na slici 4. a,b i c, a za stanični reon na slici 5. a, b, i c.

Legenda uz sliku 5:

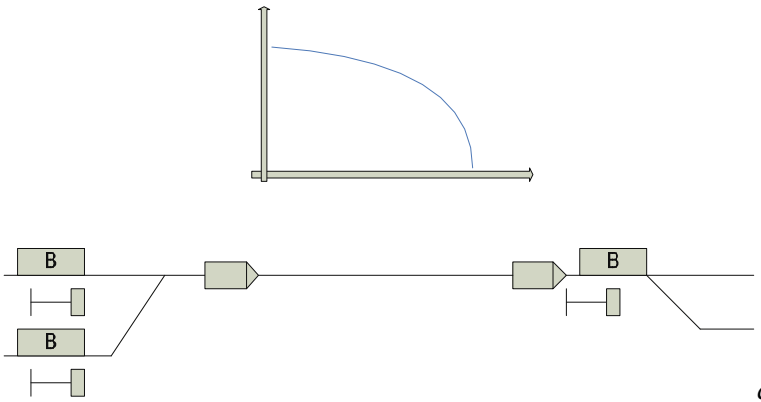




a) ETCS kao OVERLAY sistem

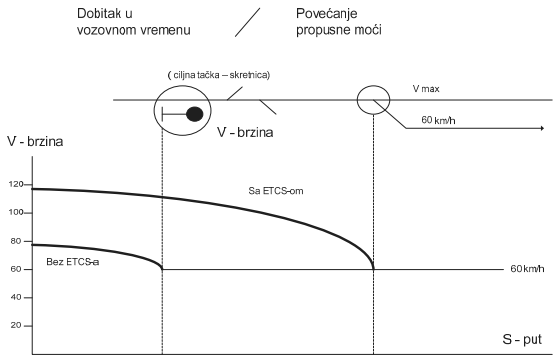


b) ETCS kao primarni sistem

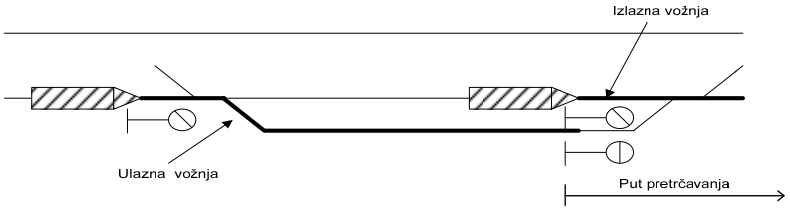


c) ETCS - Automatsko vođenje

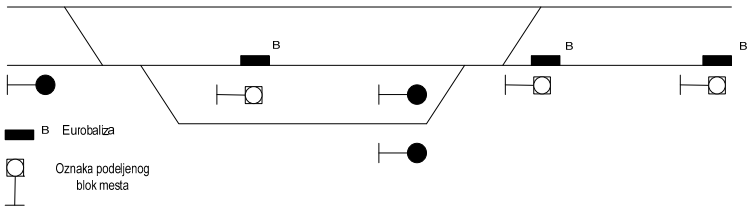
Slika 4. Režimi vožnje na međustaničnom rastojanju u zavisnosti od stepena automatizacije



a) Povećanje propusne moći preciznim kočenjem na tački opasnosti



b) Povećanje propusne moći napuštanjem ili skraćivanjem puta pretrčavanja u zoni izlaznih vožnji



c) Povećanje propusne moći u ulaznoj i izlaznoj zoni stanice podelom odseka sa blok oznakama ili eurobalizama

Slika 5. Povećanje propusne moći u staničnom reonu permanentnom kontrolom brzine voza

Efekti koji se mogu postići na ovaj način su:

- podizanje nivoa sigurnosti vožnje kontinualnom kontrolom brzine i pozicije voza;
- povećanje brzine teretnih vozova, kraće vreme vožnje i vreme sleđenja između brzih i sporih vozova, a time manji broj preticanja;
- pomeranje ciljne tačke krive kočenja preko signala do prave tačke ugrožavanja sl. 5.a;
- skraćivanje odnosno napuštanje puta pretrčavanja (zbog kontinualne kontrole brzine voza), a sa ovim podizanje propusne moći stanica kroz mogućnost istovremenog davanja ulazne i izlazne vožnje - slika 5.b;
- u staničnim reonima gde dolaze i polaze vozovi moguće je izvršiti podelu i prilagođenje odseka prema dinamici vozova koji stižu i polaze iz stanice (slika 5. c).

4. ZAKLJUČAK

Briga za koncepciju integralnog sistema postavlja se kao neophodan strateški, a ne samo razvojni cilj. Integralni model sistema za vođenje saobraćaja zahteva zajedničko dogovaranje stručnjaka za signalnu tehniku, telekomunikacije i informatiku. U ovom radu definisane su pojedinačne strukture, odnosno moduli integralnog sistema.

Veliki broj elemenata procesne ravni moguće je bliže definisati i to u skladu sa potrebom interoperabiliteta mreže (balize, petlje, postavne sprave, kompaktni signali, prenosni medijum, terminalni sigurnosni procesori itd...).

Literatura

[1] Brkić R., Adamović Ž., Sotirović V., Istraživački Projekat - ETCS sa stanovišta sigurnosti i bezbednosti železničkog saobraćaja, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin" , Zrenjanin, 2005.

[2] R. Brkić., "Kvalitativna analiza pouzdanosti i sigurnosti železničkog sistema", Naučno –stručni časopis "Tehnička dijagnostika", TEHDIS Beograd, 2006.

[3] R. Brkić., "Primena nove tehnologije u železničkom integralnom sistemu", XXIX majski skup održavalaca Srbije i Crne Gore, Vrnjačka Banja, 2006.

[4] R. Brkić., "Implementacija sigurnosti i pouzdanosti prenosa podataka u železničkom sistemu", XXX majski skup održavalaca Srbije, Vrnjačka Banja, 2007.

ETCS IN RAILWAY EXPLOITATION

Radomir BRKIĆ
Radisav VUKADINOVIĆ

Abstract: Routes in railway traffic are provided with new microprocessing signalling devices, the reliability and availability of which, thanks to a new techology, may be projected to a necessary, i. e. desired value. Both systems, of continuons train and route control, have to operate together and be interactive in real time. The transition to cabin signalling and ETCS, with the possibility of affecting the train continuonsly, has opened a way of: showing the continuons clear signal along the line (freeng it from the previons train); mobile block; vehide guidance along a stopping distance.

Key words: ETCS, automatic control, automatic guidance, safety, reliability, availability.

Infrastruktura

Infrastructure

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

PARAMETRI ZA PROJEKTOVANJE KOLOSEKA ZA SAOBRAĆANJE VOZOVA SA NAGINJANJEM SANDUKA KOLA

Ljiljana MILIĆ MARKOVIĆ [1]

Rezime *– Železnice imaju veliku konkurenciju u avionskom i drumskom saobraćaju i zato se kao imperativ postavlja zahtev za povećanjem brzine prevoza i skraćenje vremena putovanja.Postoji više mogućnosti za povećanje brzine na železnici: izgradnja novih pruga za velike brzine i rekonstrukcija postojećih pruga i primena vozova koji će svojom konstrukcijom (naginjanje sanduka za železnička putnička kola i smanjenje težine) omogućiti veće brzine kretanja u odnosu na konvencionalne vozove.*

Mnoge železničke uprave su u svojim dosadašnjim razvojnim planovima primenile oba sistema za skraćenje vremena putovanja što je uslovilo potrebu da se usvoje pravila koja regulišu infrastrukturu za vozove sa naginjanjem sanduka, harmonizovana na dokumentovanoj osnovi.

U radu su date osnovne karakteristike vozova sa naginjanjem sanduka, dok se najvažnija razmatranja odnose na definisanje osnovnih parametara (maksimalne i minimalne brzine, osovinska opterećenja, trasa koloseka, nedostatak nadvišenja koje treba da se primeni), kinematiku, kolosečnu opremu i kvalitet geometrije koloseka, parametara veze kolosek/voz itd.

Ključne reči: železnica, vozovi sa naginjanjem sanduka, brzina, kinematika, kolosek

1. UVOD

Osnovni cilj savremene železnice je da obezbedi zahtevani nivo kvaliteta u pogledu funkcionalnosti, stabilnosti, bezbednosti, postojanosti i uklapanja u okolinu.

Sporazum o mreži pruga visoke performanse u jugoistočnoj Evropi (SEECP) ima za cilj osposobljavanje i stvaranje železničkih veza visokog kvaliteta, sa znatno smanjenim vremenima putovanja između glavnih urbanih centara sa komercijalnom brzinom od najmanje 130 km/h i sa minimalnom projektovanom brzinom od 160 do 200±20 km/h.

Povećanje brzina na železničkim prugama i smanjenje vremena putovanja može se ostvariti izgradnjom novih pruga za vozove velikih brzina (poluprečnici krivina ≥ 5000m) ili rekonstrukcijom pruga i primenom vozova koji će svojom konstrukcijom (naginjanje sanduka za železnička putnička kola i smanjenje težine) omogućiti veće brzine u krivinama, čime bi se nadomestli nedostaci usled nepovoljne konfiguracije terena .

Dilema koje rešenje prihvatiti, prisutna je kod svih železničkih uprava koje planiraju izgradnju pruga za velike brzine. Svaka železnica ima svoje specifične razloge i odgovore na ta pitanje.

Francuske železnice (SNCF) protive se uvođenju vozova sa naginjanjem kola i isključivo su za izgradnju novih pruga za velike brzine. Njihovi razlozi su koncepcijski, geografski, operativni i komercijalni. Upoređujući troškove po sedištu za voz sa naginjanjem sanduka železničkih putničkih kola za brzinu od 200 km/h sa troškovima po sedištu za TGV voz za brzinu od 300 km/h, dobija se odnos 2:1.

U zemljama sa nepovoljnom konfiguracijom terena izgradnja novih pruga sa velikim poluprečnicima horizontalnih krivina nije ekonomski isplativa, već se teži da se brzina nadomesti primenom vozova sa naginjanjem sanduka železničkih putničkih kola.

Mnoge železničke uprave su u svojim dosadašnjim razvojnim planovima primenile oba sistema za skraćenje vremena putovanja (RENFE, FS, DB, JNR).

Kako bi se omogućilo nesmetano saobraćanje ovakvih vozova na celoj transevropskoj železničkoj mreži definisani su tehnički parametri infrastrukture i određivanje njihovih graničnih vrednosti. U ovom radu razmatrani su uslovi koje treba da ispuni infrastruktura na konvencionalnim prugama za redovno saobraćanje vozova sa naginjanjem sanduka železničkih kola u krivini.

[1] mr Ljiljana MILIĆ MARKOVIĆ, dipl.ing.građ., Saobraćajni Institut CIP, Nemanjina 6, miliclj@sicip.co.rs.

2.VOZOVI SA NAGINJANJEM SANDUKA KOLA

Naginjanje sanduka je tehnika projektovanja za železnička putnička kola koja omogućava da se sanduk putničkih kola naginje oko podužne ose i na taj način ograniči poprečno ubrzanje sanduka kola i njegov uticaj na komfor koji registruje putnik. Na taj način se kola sa naginjanjem sanduka voze u krivinama sa većim brzinama od konvencionalnih kola, a da pri tome ne ugrožavaju komfor putnika.

Tehnika naginjanja sanduka vozila u krivini počela je da se proučava na evropskim železnicama početkom 60-tih godina i razvijala se postepeno. Rezultat višegodišnjeg istraživanja je da se primenom najsavremenijih vozova sa naginjanjem sanduka kola u krivini, povećava brzina u krivinama za oko 25% bez ugrožavanja komfora putnika.

Prva ideja o povećanju brzine železničkog vozila sa tehnikom naginjanja sanduka kola u krivini prezentovana je 1965. god. na konferenciji u Đenovi od stručnjaka Italijanskih železnica (FS).

Pre 34 godine (1976) pušten je u saobraćaj prvi Pendolino voz serije ETR 401 sa naginjanjem sanduka kola na relaciji Rim-Ankona. Komercijalni saobraćaj krenuo je juna 1988. g. Pendolino vozom serije ETR 450 na relaciji Milano–Rim.

Danas se u mnogim evropskim železnicama (Nemačka, Italija, Švedska, Španija, Finska, Austrija) savremeni vozovi sa naginjanjem sanduka kola u krivinama nalaze u saobraćaju. U Japanu ova vozila su već duže vremena u upotrebi.

3. OSNOVNI PARAMETRI ZA PROJEKTOVANJE KOLOSEKA

3.1 Komercijalne brzine kod vozova sa naginjanjem sanduka kola

Brzine kojima se kreću vozovi sa naginjanjem sanduka kreću se između 70 km/h i 230 km/h. Donja granica od 70 km/h uslovljena je sistemima za upravljanje naginjanjem sanduka kola. Ti sistemi uglavnom ne uključuju (ne pokreću) mehanizam naginjanja pri manjim brzinama, jer kada prelaze preko skretničkih jezičaka na nekoj skretnici, sistem naginjanja naglašava pomeranje sanduka kola. Pored toga, korišćenje ovakvih vozila pri manjim brzinama nije isplativo.

Gornja granica 230 km/h odgovara brzini koja se normalno dostiže na prugama na kojima saobraćaju konvencionalni vozovi, a koje imaju nedostatak nadvišenja od 150 mm.

Mogu se razmatrati dva raspona komercijalnih brzina kod različitih tipova vozova sa naginjanjem sanduka:

-od 70 km/h do 160 km/h za regionalne (prigradske) vozove, koji zahteva vozna sredstva sa naginjanjem kola pogodna za eksploataciju na prugama sa većim brojem krivina;

-drugi od 70 km/h do 230 km/h za nacionalne vozove, koji zahteva vozna sredstva pogodna za korišćenje na prugama sa većim brojem krivina, ali i na prugama čiji su elementi trase projektovani za velike brzine.

3.2 Maksimalna dopuštena opterećenja po osovini

Vozovi sa naginjanem sanduka kola saobraćaju sa većim nedostatkom nadvišenja u odnosu na ona koji su potrebna za konvencionalne vozove i obično izazivaju veća opterećenja na koloseku. Stoga se savetuje da osovinska opterećenja budu manja, a da ogibljenje bude kvalitetnije.

Ograničenje osovinskih opterećenja ima značajan uticaj na to da li granice sila Y i Q, koje su povezane sa zamorom koloseka, doprinose zamoru koloseka i za manji stepen bočnog pomeranja koloseka.

Granica bočnog pomeranja koloseka regulisana je Prud'homme-ovom formulom:

$$\Sigma Y = \alpha (10 + 2Q / 3) \quad (1)$$

gde je:

Y - suma bočnih sila koje se od osovinskog sklopa prenose na šine (kN)

Q - sila koja deluje na točak (kN)

α - koeficijent propisan železničkom regulativom na naconalnom nivou (0.85 – 1.0)

Preporučuje se da se ne prekorači osovinsko opterećenje od 180 kN. Mogu se razlikovati dva kolosečna sistema:

1. normalni kolosečni sistem (koristi se u Prud'homme-ovim studijama);

2. "savremen" kolosečni sistem, čija je odlika viša granica zamora i veća otpornost u odnosu na poprečno pomeranje koloseka.

Treba napraviti razliku između uslova za odobravanje tipa voznih sredstava kako je to specificirano u UIC Objavi 518, koja definiše zahtev za vozna sredstva i stvarnih saobraćajnih uslova. Kao posledica toga, menadžeri infrastrukture zainteresovani su da se osovinsko opterećenje smanji što je to više moguće.

4. PRILAGOĐAVANJE (REGULACIJA) TRASE PRUGE

U propisima ne postoje posebni uslovi za elemente trase koje treba da ispunjava pruga u odnosu na kvalitet kretanja vozova sa naginjanjem sanduka kola. Ključni parametri za saobraćaj kod konvencionalnih vozova u opštem slučaju se primenjuju i za saobraćaj vozova za naginjanjem sanduka kola.

Buduće CEN [1] specifikacije i kriterijumi koje su postavile neke železnice (Banverket, REFFER, Railtrack itd.) za izgradnju novih pruga ili poboljšanje konvencionalne infrastrukture sadrže preporuke koje se odnose na saobraćaj vozova za naginjanjem sanduka.

4.1 Minimalni poluprečnik krivine (R)

Minimalne dozvoljene vrednosti za poluprečnike krivina (R) kod vozova za naginjanjem sanduka kola su po pravilu iste kao one koje se mogu primeniti na standardne vozove. Ako vozovi za naginjanjem sanduka kola treba da voze u krivinama sa malim poluprečnikom, potrebno je da se smanji nedostatak nadvišenja.

4.2 Prelazne krivine

Prelazne krivine utiču na način kako vozovi sa naginjanjem sanduka ulaze i izlaze iz krivina, a naročito na sposobnost mehanizma za naginjanje da efikasno reaguje na promenu zakrivljenosti. I aktivnom i pasivnom sistemu za naginjanje treba neko vreme da sanduk prilagodi svoj ugao naginjanja poluprečniku krivine, pa je i to razlog što krivine moraju da imaju prelazne krivine.

4.2.1 Dužina prelaznih krivina

Dužina prelaznih krivina trebalo bi da bude tolika, da sistem za naginjanje može da funkcioniše ispravno u zavisnosti od brzine voza. Dovoljno je da se poštuju koeficijenti promene nadvišenja dD/dt, kako je to definisano u tački 5.2.

4.2.2 Međusobni odnos krivine i nadvišenja

Prelazne krivine mora da odgovaraju nagibu nadvišenja. Ako one nisu odgovarajuće, tada se preporučuju specifična ispitivanja u vožnji, kako bi se odredilo u kom obimu bi trebalo smanjiti maksimalni dozvoljeni nedostatak nadvišenja.

4.2.3 Rastojanje između uzastopnih prelaznih krivina

Kada je u pitanju rastojanje između prelaznih krivina prihvatljivi su čak i specijalni slučajevi kada između prelaznih krivina ne postoji pravac. To je bolje rešenje od kratkog pravca između dve prelazne krivine.

4.3 - NADVIŠENJE (D)

4.3.1 Minimalno nadvišenje (D)

Određivanje vrednosti za minimalno nadvišenje zavisi samo od sistema za detekciju krivine, koji je instaliran na kolima. Ako je promena u nadvišenju mala, postoji opasnost da ukoliko je mehanizam za detekciju na vozu zasnovan na merenju nadvišenja, on neće biti sposoban da detektuje krivinu. U takvim slučajevima, nadvišenje koje se specificira ne bi trebalo da padne ispod određenog praga (min 20 mm).

4.3.2 Maksimalno nadvišenje (D)

Ne postoje specifikacije koje se posebno odnose na ograničavanje maksimalnog nadvišenja. Granične vrednosti su one koje su utvrđene za saobraćaj kod konvencionalnih vozova.

5. KINEMATIKA

Parametri koji su značajni za kinematiku kretanja vozova sa naginjanjem sanduka kola povezani su sa profilom krivina u kombinaciji sa brzinom vozova.

5.1 Nedostatak nadvišenja (I)

5.1.1 Maksimalni nedostatak nadvišenja (I)

Maksimalna vrednost nedostatka nadvišenja, koja se najčešće usvaja u saobraćaju je 275 mm na koloseku standardne širine, t.j. 1,8 m/s2 neponištenog ubrzanja, i to se koristi kao referentna vrednost.

Nemačke železnice(DB AG) od 28. maja 2000. koriste nedostatak nadvišenja do 300 mm (neponišteno ubrzanje od 2 m/s2 sa standardnim kolosekom) u komercijalnom saobraćaju.

5.1.2 Ograničavanje manjka nadvišenja (I) u funkciji poluprečnika krivine (R)

Kada su u pitanju krivine sa malim poluprečnikom, potreba da se ne prekorači nivo sila koje deluju na kolosek može da ograniči maksimalni nedostatak nadvišenja koji može da se primeni. Kod krivina poluprečnika od 250 do 400 m može biti potrebno da se ograniči nedostatak nadvišenja u skladu sa rezultatima ispitivanja, koji su dobijeni pri odobravanju tipa nekog voza.

5.1.3 Ograničenja za nedostatak nadvišenja (I) kod specijalnih karakteristika u koloseku

Pravila koja potiču od ovih ograničenja, ne mogu se formulisati unapred, pošto će ona biti uslovljena projektom tih karakteristika; definisanje takvog okvira moguće je jedino prepustiti inicijativi železničkih preduzeća.

5.2 Koeficijent promene nadvišenja dD/dt

Koeficijent promene nadvišenja utiče na sposobnost vozova sa naginjanjem sanduka kola da na ispravan način nagnu sanduk. Maksimalna vrednost dD/dt koja se primenjuje kod konvencionalnih vozova je 60 mm/s (granična vrednost postavljena u nacrtu

[1] Evropski komitet za standardizaciju

CEN-a). Ova granična vrednost se može povećati za 25% (t.j. do 75 mm/s) kod vozova sa naginjanjem sanduka. Preporučuju se specifična ispitivanja za slučajeve u kojima bi se prekoračila vrednost od 75 mm/s.

5.3 - Koeficijent promene manjka nadvišenja dl/dt

Nema opredeljenja u definisanju nekog (kvazi-statičkog) kriterijuma za dl/dt kod voznih sredstava sa naginjanjem sanduka.

Parametri za projektovanje koloseka za saobraćanje vozova sa naginjanjem sanduka kola koji su propisani železničkom regulativom na nacionalnom nivou prikazani su u Tabeli 1 (tabela je prikazana u zborniku radova u elektronskom obliku).

6. KOLOSEČNA OPREMA

Kolosečna oprema koja se koristi kod vozova sa naginjanjem sanduka kola ista je kao oprema koja se koristi za konvencionalne vozove:

Profil šine : UIC 60, UIC 54 ,
Stepen čelika : 900A (preporučuje se),
Tip pragova : beton,
Razmak između pragova : 60 cm,
Tip učvršćivanja: eleastično direktno ili indirektno,
Kontinualna zavarena šina : preporučuje se,
Tip i presek zastora : veoma visokog kvaliteta i dovoljan profil zastora.

7. ZAKLJUČAK

Tendencija povećanja brzina vozova na prugama jedinstveno se ispoljava kod gotovo svih železničkih uprava i postavlja permanentni problem izbora odgovarajućih vozila. To pitanje je utoliko značajnije što je savremeni razvoj tehnike i tehnologije omogućuje niz novih rešenja, doskora teško zamislivih kao što je tehnologija vozova sa naginjanjem sanduka kola.

Pri izboru novih rešenja potrebno je, pažljivom analizom svega što se pritom dobija i gubi, ukazati na ona optimalna rešenja koja će zadovoljiti uslove određene eksploatacije. Kako bi vozovi sa naginjanjem sanduka kola mogli da saobraćaju na konvencionalnim prugama potrebno je da kolosek ispunjava određene uslove i zato je bitno da budu definisani uslovi neophodni za kolosek i harmonizovani na dokumentovanoj osnovi.

LITERATURA

[1] Pajić D.: "Vozovi sa naginjanjem sanduka", Predavanje održano 21.04.1995.godine na proširenom sastanku komisije za električna vozila Saveta projekta za velike brzine JŽTP "Beograd " i SI CIP
[2] Radosavljević A.: "Mogućnost vozova sa naginjanjem sanduka kola", Istraživanje i projektovanje za privredu , jul 2005. godina
[3] SI CIP: "Metodologija izbora voznih sredstava za pruge velikih brzina"- Knjiga II- Elektromotorni vozovi i putnička kola za velike brzine, Beograd, 1996. godina
[4] UIC CODE 705: "Infrastructure for tilting trains", 1st edition, August 2003.

PARAMETERS FOR DESIGNING TRACKS FOR TILTING TRAINS

Ljiljana MILIĆ MARKOVIĆ

Abstract - *The Railways are having great competition with airplane and road passenger transportation which leads to requirements for speed increase and shorter travel times. There are several possibilities for railway speed increase: building of new high speed lines, reconstruction of existing lines and exploitation of trains which are faster and lighter than conventional trains due to their design characteristics (tilting trains).*

Many railway authorities had used both approaches in planning and development for shortening of travel times and consequently the necessity for creating of infrastructure regulation for tilting trains came out.

This paper shows main characteristics of tilting trains and further the main parameters (maximal and minimal speeds, axle loads, track layout, cant deficiency), kinematics, track equipment and quality of track geometry, track/train correlation parameters, etc.

Key words: Railway, tilting trains, speed, kinematics, track

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

GEOMETRIJSKO OBLIKOVANJE PRELAZNE KRIVINE PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA

Leposava PUZAVAC[1]
Zdenka POPOVIĆ[2]
Luka LAZAREVIĆ[3]

Rezime *– U Srbiji ne postoje tehnički propisi za projektovanje konvencionalnih železničkih pruga. Zastareli, ali još uvek važeći Pravilnik 314 o održavanju gornjeg stroja železničkih pruga definiše primenu prelazne krivine oblika kubne parabole. Prema evropskim tehničkim standardima (ENV 13803-1) primenjuje se šest geometrijskih oblika prelaznih krivina na konvencionalnim železničkim prugama. U radu se navode opšti kriterijumi za izvođenje geometrijskog oblika prelazne krivine i izvode se odgovarajuće matematičke formule za proračun parametara prelaznih krivina i obeležavanje na terenu.*

Ključne reči – železnička infrastruktura, geometrijsko oblikovanje, prelazna krivina, harmonizacija

1. UVOD

Oblast planiranja i izgradnje železničkih pruga u Republici Srbiji regulisana je Zakonom o planiranju i izgradnji, Zakonom o prostornom planu Republike Srbije, Zakonom o železnici, Zakonom o bezbednosti u železničkom saobraćaju, Zakonom o izmenama i dopunama Zakona o zaštiti životne sredine, Zakonom o izmenama i dopunama Zakona o proceni uticaja na životnu sredinu, Zakonom o strateškoj proceni uticaja na životnu sredinu, Uredbom o utvrdjivanju projekata za koje je obavezna procena uticaja i Liste projekata za koje se može zahtevati procena uticaja na životnu sredinu. Pravni okvir za ovu oblast čine i ratifikovani međunarodni sporazumi.

Pored pomenutih zakona, postoji veliki broj važećih železničkih pravilnika i uputstava za građenje i održavanje železničkih pruga, donetih uglavnom u vreme bivše Jugoslavije, koji su većinom zastareli u odnosu na tehničku regulativu EU. Prema registru važećih železničkih propisa za oblast građenje i održavanje železničkih pruga u upotrebi je 13 pravilnika i 25 uputstva.

Pored zastarelosti postojećih pravilnika i uputstava i njihove međusobne neusklađenosti, izuzetnu teškoću predstavlja nepostojanje pravilnika za projektovanje železničke infrastrukture za brzine do 160 km/h. U procesu harmonizacije tehničke regulative Republike Srbije sa regulativom EU za oblast železničke infrastrukture očekuje se da se ovaj pravilnik konačno definiše, a ostali pravilnici i uputstva usklade sa evropskim normama i UIC objavama.

U Srbiji je u toku proces usvajanja CEN standarda za oblast „Primene na železnici - kolosek“ čime će se rešiti problemi zastarelosti standarda iz vremena bivše Jugoslavije.

U radu će se na osnovu evropskog standarda ENV 13803-1 ukazati na opšte kriterijume za izvođenje geometrijskih oblika prelaznih krivina i diskutovati mogućnost primene u oblasti rekonstrukcije i projektovanja novih železničkih pruga.

2. OSNOVNI OBLICI PRELAZNIH KRIVINA PREMA EVROPSKOM STANDARDU ENV 13803-1

Prema ENV 13803-1 koriste se sledeći oblici prelaznih krivina: klotoida, kubna parabola (prosta ili popravljena), Blosova kriva, kosinusoida, Šramova kriva i Klajnova kriva (sinusoida).

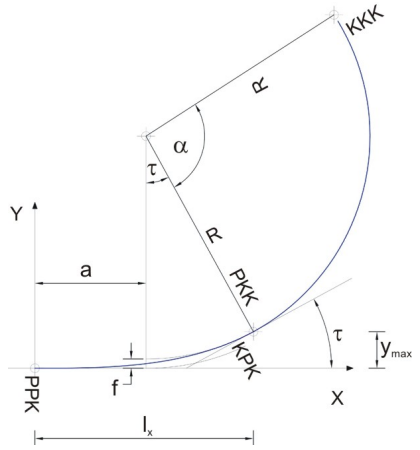
Svaka od pomenutih krivih zadovoljava uslove:
- početak i kraj prelazne krivine imaju zajedničku

[1]Asistent mr Leposava PUZAVAC, dipl.građ.inž., Građevinski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73 Beograd, leposava@grf.rs
[2]V.prof. dr Zdenka POPOVIĆ, dipl.građ.inž., Građevinski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73 Beograd, zdenka@grf.rs
[3]Luka LAZAREVIĆ, dipl.građ.inž., Građevinski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73 Beograd, luka.taliesyn.106@gmail.com.

tangentu sa elementom situacionog plana (pravac ili kružna krivina), koji im prethodi, odnosno sledi,

- zakrivljenost na početku/kraju prelazne krivine treba da bude jednaka zakrivljenosti elementa situacionog plana koji joj prethodi/sledi;
- zakon promene zakrivljenosti duž prelazne krivine treba da odgovara zakonu promene nadvišenja spoljne šine;
- dužina prelazne krivine treba da bude takva da se puno nadvišenje postigne na početku prelazne krivine uz ispunjenje uslova vitopernosti prema ORE B55 koji garantuje sigurnost vozila od iskliznuća.

S obzirom na to da je prema, još uvek važećem, Pravilniku 314 propisana upotreba kubne parabole (prosta ili popravljena Heferova kriva), predstavljeni su parametri za konstrukciju ostalih oblika prelaznih krivina prema ENV 13803-1, uz korišćenje oznaka prema slici 1. Detaljno izvođenje videti u [2].



Slika 1. Osnovni parametri za konstrukciju prelazne krivine

2.1. Klotoida

Poluprečnik zakrivljenosti raste proporcionalno rastojanju posmatrane tačke od početka krive:

$$\frac{1}{r}=\frac{l}{R\cdot L} \tag{1}$$

Na osnovu konstantne promene zakrivljenosti određuje se dužina projekcije klotoide na pravac tangente:

$$\begin{aligned} x &= \int dl-\int\frac{\theta^2}{2!}\cdot dl+\int\frac{\theta^4}{4!}\cdot dl \\ x &= l-\frac{l^5}{40\cdot R^2\cdot L^2}+\frac{l^9}{3456\cdot R^4\cdot L^4}-... \\ l_X &= L-\frac{L^3}{40\cdot R^2}+\frac{L^5}{3456\cdot R^4}-... \end{aligned} \tag{2}$$

Maksimalna vrednost ordinate na kraju klotoidne prelazne krivine određuje se na osnovu izraza:

$$\begin{aligned} y &= \int\theta\cdot dl-\int\frac{\theta^3}{3!}\cdot dl+\int\frac{\theta^5}{5!}\cdot dl \\ y &= \int\frac{l^2}{2\cdot R\cdot L}\cdot dl-\frac{1}{3!}\cdot\int\frac{l^6}{8\cdot R^3\cdot L^3}\cdot dl+ \\ &\frac{1}{5!}\cdot\int\frac{l^{10}}{32\cdot R^5\cdot L^5}\cdot dl \\ y &= \frac{1}{2\cdot R\cdot L}\cdot\int l^2\cdot dl-\frac{1}{48\cdot R^3\cdot L^3}\cdot\int l^6\cdot dl+ \\ &\frac{1}{3840\cdot R^5\cdot L^5}\cdot\int l^{10}\cdot dl \\ y &= \frac{l^3}{6\cdot R\cdot L}-\frac{l^7}{336\cdot R^3\cdot L^3}+\frac{l^{11}}{42240\cdot R^5\cdot L^5} \\ l=L\Rightarrow y_{\max} &= \frac{L^2}{6\cdot R}-\frac{L^4}{336\cdot R^3}+\frac{L^6}{42240\cdot R^5} \end{aligned} \tag{3}$$

Prelazne krivine oblika kubne parabole (prosta ili popravljena Heferova kriva), kao i klotoidna prelazna krivina imaju konstantnu promenu zakrivljenosti prema izrazu:

$$\frac{d^2\theta}{dl^2}=\frac{d}{dl}\left(\frac{l}{L\cdot R}\right)=\frac{1}{L\cdot R}=const \tag{4}$$

gde je:

θ - ugao između pravca tangente i tangente u proizvoljnoj tački prelazne krivine,

dθ/dl - zakrivljenost u proizvoljnoj tački.

Konstantnoj promeni zakrivljenosti odgovara konstantna promena nadvišenja, odnosno najprostiji oblik rampe sa pravolinijskom promenom nadvišenja.

Za razliku od kubne parabole (prosta ili popravljena Heferova kriva), koja je izvedena geometrijskim uprošćenjem klotoidne krive, geometrijski oblici ostalih prelaznih krivina su egzaktni, odnosno izvedeni iz opštih uslova bez inženjerskih uprošćenja.

2.2. Blosova kriva

Zakrivljenost se menja prema sledećoj formuli:

$$\frac{1}{r}=\frac{3\cdot l^2}{R\cdot L^2}-\frac{2\cdot l^3}{R\cdot L^3} \tag{5}$$

Dužina projekcije na pravac tangente i maksimalna vrednost ordinate na kraju krive određuje se:

$$\begin{aligned} x &= \int dl-\int\frac{\theta^2}{2!}\cdot dl \\ x &= l-\frac{l^7}{14\cdot R^2\cdot L^4}+\frac{l^8}{16\cdot R^2\cdot L^5}-\frac{l^9}{72\cdot R^2\cdot L^6} \\ l_X &= L-\frac{23\cdot L^3}{1008\cdot R^2} \end{aligned} \tag{6}$$

Maksimalna vrednost ordinate na kraju krive:

$$y=\frac{l^4}{4\cdot R\cdot L^2}-\frac{l^5}{10\cdot R\cdot L^3}-\frac{l^{10}}{60\cdot R^3\cdot L^6}+\frac{l^{11}}{44\cdot R^3\cdot L^7}-\frac{l^{12}}{96\cdot R^3\cdot L^8}+\frac{l^{13}}{624\cdot R^3\cdot L^9}$$
$$y_{\max}=\frac{3\cdot L^2}{20\cdot R}-\frac{63\cdot L^4}{22880\cdot R^3} \quad (7)$$

2.3. Kosinusoida

Zakrivljenost sa menja po kosinusnom zakonu:

$$\frac{1}{r}=\frac{1-\cos\left(\frac{\pi\cdot l}{L}\right)}{2\cdot R} \quad (8)$$

Dužina projekcije na pravac tangente određuje se:

$$x=\int dl-\int\frac{\theta^2}{2!}\cdot dl$$
$$x=l-\frac{1}{2!}\cdot\int\left(\frac{l}{2\cdot R}-\frac{L}{2\cdot\pi\cdot R}\cdot\sin\left(\frac{\pi\cdot l}{L}\right)\right)^2\cdot dl \quad (9)$$
$$l=L\Rightarrow l_X=L-\frac{L^3}{48\cdot\pi^2\cdot R^2}\cdot\left(2\cdot\pi^2-9\right)$$

Maksimalna vrednost ordinate na kraju krive:

$$y=\int\theta\cdot dl-\int\frac{\theta^3}{3!}\cdot dl$$
$$l=L\Rightarrow y_{\max}=\frac{L^2}{4\cdot\pi^2\cdot R}\cdot\left(\pi^2-4\right)-\frac{L^4}{1152\cdot\pi^4\cdot R^3}\cdot\left(6\cdot\pi^4-54\cdot\pi^2+119\right) \quad (10)$$

2.4. Šramova kriva

Zakrivljenost se menja prema sledećoj formuli:

$$\frac{1}{r}=\frac{2}{R}\cdot\left(\frac{l}{L}\right)^2,\ 0\le l\le\frac{L}{2}$$
$$\frac{1}{r}=\frac{1}{R}-\frac{2}{R}\cdot\left(1-\frac{l}{L}\right)^2,\ \frac{L}{2}\le l\le L \quad (11)$$

Dužina projekcije na pravac tangente određuje se:

$$0\le l\le\frac{L}{2}$$
$$x=\int dl-\int\frac{\theta^2}{2!}\cdot dl$$
$$x=l-\frac{1}{2!}\cdot\int\left(\frac{2\cdot l^3}{3\cdot R\cdot L^2}\right)^2\cdot dl$$
$$x=l-\frac{l^7}{31.5\cdot R^2\cdot L^4}$$
$$l=\frac{L}{2}\Rightarrow l_{X1}=\frac{L}{2}-\frac{L^3}{4032\cdot R^2} \quad (12)$$

$$y=\int\frac{2\cdot l^3}{3\cdot R\cdot L^2}\cdot dl$$
$$y=\frac{l^4}{6\cdot R\cdot L^2}$$
$$l=\frac{L}{2}\Rightarrow y_{\max 1}=\frac{L^2}{96\cdot R}$$
$$\frac{L}{2}\le l\le L$$
$$x=l-\frac{1}{2!}\cdot\int\left(\frac{L}{6\cdot R}-\frac{l}{R}+\frac{2\cdot l^2}{R\cdot L}-\frac{2\cdot l^3}{3\cdot R\cdot L^2}\right)^2\cdot dl$$
$$l=\frac{L}{2}\Rightarrow l_{X2}=\frac{L}{2}-\frac{13\cdot L^3}{10080\cdot R^2}+C_x$$
$$l_{X1}=l_{X2}\Rightarrow C_x=\frac{L^3}{960\cdot R^2}$$
$$l=L\Rightarrow l_X=L-\frac{451\cdot L^3}{20160\cdot R^2}$$
$$y=\int\left(\frac{L}{6\cdot R}-\frac{l}{R}+\frac{2\cdot l^2}{R\cdot L}-\frac{2\cdot l^3}{3\cdot R\cdot L^2}\right)\cdot dl$$
$$l=\frac{L}{2}\Rightarrow y_{\max 2}=\frac{L^2}{32\cdot R}+C_y$$
$$y_{\max 1}=y_{\max 2}\Rightarrow C_y=-\frac{L^2}{48\cdot R}$$
$$y=\frac{L\cdot l}{6\cdot R}-\frac{l^2}{2\cdot R}+\frac{2\cdot l^3}{3\cdot R\cdot L}-\frac{l^4}{6\cdot R\cdot L^2}-\frac{L^2}{48\cdot R}$$
$$l=L\Rightarrow y_{\max}=\frac{7\cdot L^2}{48\cdot R}$$

2.5. Klajnova kriva (sinusoida)

Zakrivljenost se menja po sinusnom zakonu:

$$\frac{1}{r}=\frac{2\cdot\pi\cdot l-L\cdot\sin\left(\frac{2\cdot\pi\cdot l}{L}\right)}{2\cdot\pi\cdot R\cdot L} \quad (13)$$

Dužina projekcije na pravac tangente određuje se:

$$x=\int dl-\int\frac{\theta^2}{2!}\cdot dl$$
$$l_X=L-\frac{L^3}{960\cdot\pi^4\cdot R^2}\cdot\left(24\cdot\pi^4-40\cdot\pi^2+105\right) \quad (14)$$

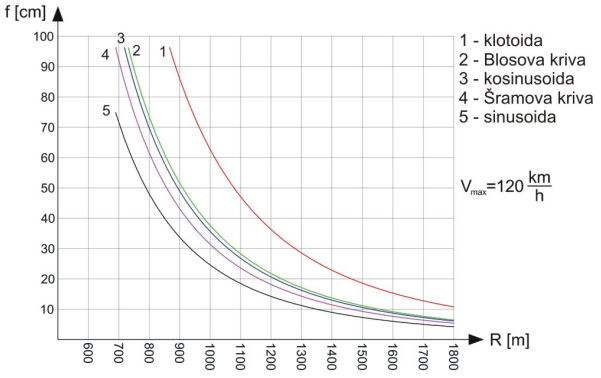
Maksimalna vrednost ordinate na kraju krive:

$$y_{\max}=\frac{L^2}{12\cdot\pi^2\cdot R}\cdot\left(2\cdot\pi^2-3\right)-\frac{L^4}{107520\cdot\pi^6\cdot R^3}\cdot\left(320\cdot\pi^6-672\cdot\pi^4+4200\cdot\pi^2-7315\right) \quad (15)$$

3. POREĐENJE OBLIKA PRELAZNIH KRIVINA NA OSNOVU ANGAŽOVANOG PROSTORA

Jedna od osobina koju je važno uočiti za inženjersku primenu različitih geometrijskih oblika prelaznih krivina je položaj kružne krivine u odnosu na definisane pravce tangenata.

Najmanja dužina rastojanja od temena do sredine kružne krivine uočava se kod Klajnove krive, a najveća kod klotoide i kubne parabole. Ova osobina postaje izraženija sa porastom računske brzine.



Slika 2. Dijagram promene pomeranja "f" u zavisnosti od polupречnika kružne krivine

Sa slike 2 se uočava da se Blosova, kosinusoidna, Šramova i Klajnova kriva bolje prilagođavaju odabranim tangentnim pravcima u odnosu na klotoidu i kubnu parabolu, za istu vrednost polupречnika kružne krivine. Ova osobina može biti prednost u uslovima rekonstrukcije ili izrazitih prostornih ograničenja pri projektovaju novih pruga.

U svakom slučaju, odabrani oblik prelazne krivine i njoj odgovarajuće rampe za nadvišenje moraju biti usaglašeni sa uslovima održavanja prostorne geometrije koloseka tokom eksploatacije železničke pruge.

4. ZAKLJUČAK

Sa aspekta jednostavnosti izvođenja i održavanja koloseka u zastoru od tucanika treba težiti primeni klotoide ili kubne parabole, kojima odgovara prelazna rampa konstantnog nagiba.

Ostali oblici prelaznih krivina i njima odgovarajući oblici krivolinijskih rampi za nadvišenje oblikovani su tako da se smanje dinamički uticaji na vozilo i vertikalno ubrzanje koje osećaju putnici. Međutim, nepostojanost geometrije usled neujednačenog sleganja koloseka u zastoru od tucanika pod saobraćajnim opterećenjem dovodi tokom eksploatacije do problema održavanja „zaobljenih" rampi za nadvišenje i neželjenog efekta povećanja dinamičkih udara na početku i kraju prelazne krivine.

Trajno smanjenje dinamičkih uticaja primenom Blosove, kosinusoidne, Šramove ili Klajnove krive dolazi do izražaja u uslovima stabilne geometrije koloseka na čvrstoj podlozi.

Savremeni pristup trasiranju železničke pruge podrazumeva izbor geometrijskog oblika prelazne krivine i rampe za nadvišenje kao jedinstvenog prostornog elementa trase. Izbor prostornog oblika rampe za nadvišenje treba da odgovara tipu konstrukcije gornjeg stroja i uslovima održavanja geometrije koloseka tokom eksploatacije.

ZAHVALNICA

U radu je prikazan deo istraživanja koje je pomoglo Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije u okviru tehnološkog projekta TR 16032: „Optimizacija upravljanja održavanjem magistralnih saobraćajnica".

LITERATURA

[1] CEN: ENV 13803-1:2002 Railway applications - Track alignment design parameters – Track gauges 1435 mm and wider - Part 1: Plain line.

[2] Lazarević, L.: „Rampa za nadvišenje kao prostorni element trase železničke pruge", master rad, Građevinski fakultet, Beograd, 2010.

[3] Weigend, M: Linienführung und Gleisplangestaltung, Eurailpress, S. 120, Hamburg, 2004.

TRANSITION CURVE DESIGN ACCORDING TO EUROPEAN STANDARDS

Leposava PUZAVAC
Zdenka POPOVIĆ
Luka LAZAREVIĆ

Abstract – In Republic of Serbia there are no technical regulations for track alignment design for conventional lines. Obsolete, but still current Regulation 314 for maintenance of track superstructure defines application of cubic parabola as transition curve. According to European standard (ENV 13803-1) six types of transition curves are applied on the conventional railway lines. This paper presents general criteria for different transition curves shapes, and derivation of mathematical formulas for calculation of transition curves parameters and marking on site.

Key words – railway infrastructure, track alignment design, transition curve, harmonization

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

PROSTORNO OBLIKOVANJE RAMPE ZA NADVIŠENJE PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA

Zdenka POPOVIĆ[1]
Leposava PUZAVAC[2]
Luka LAZAREVIĆ[3]

Rezime *– U radu se detaljno obrađuje geometrijsko oblikovanje rampe za nadvišenje koloseka u krivini u skladu sa evropskim tehničkim normama. Rampa za nadvišenje se razmatra i oblikuje kao prostorni element trase železničke pruge koji je uslovljen oblikom prelazne krivine i dopuštenim brzinama vozila na pruzi za mešoviti saobraćaj prema evropskim tehničkim standardima (ENV 13803-1). Rad je deo napora da usaglasi domaća tehnička regulativa sa evropskim normama za projektovanje železničke infrastrukture.*

Ključne reči – železnička infrastruktura, prelazna rampa za nadvišenje, prelazna krivina, harmonizacija

1. UVOD

Evropski standard ENV 13803-1 definiše prelaznu rampu za nadvišenje spoljne šine kao jedinstveni prostorni element trase železničke pruge, čija je geometrija u vertikalnoj ravni uslovljena odabranom geometrijom prelazne krivine u situacionom planu. Ovakav pristup ima za cilj smanjenje dinamičkih uticaja koloseka na vozilo i vertikalnog ubrzanja koje osećaju putnici u vozilu.

Kako bi se obezbedila sigurnost kretanja vozila duž prostorne rampe za nadvišenje i udobnost putnika u vozilu, geometrijski oblik rampe treba da zadovolji sledeće uslove:

- zakon promene zakrivljenosti prelazne krivine odgovara zakonu promene nadvišenja spoljne šine,
- ograničena vitopernost koloseka na dužini rampe za nadvišenje (planska vitopernost zbog izdizanja spoljne šine + slučajna vitopernost usled propadanja geometrije koloseka u oblasti prelazne krivine tokom eksploatacije) kako bi se sprečilo penjanje venca unutrašnjeg točka prednje osovine na glavu unutrašnje šine,
- ograničena brzina izdizanja vozila na rampi,
- ograničena vrednost vertikalnog ubrzanja.

2. GEOMETRIJSKI OBLICI RAMPI ZA NADVIŠENJE SPOLJNE ŠINE

S obzirom na to da se rampe za nadvišenje koje odgovaraju prelaznim krivinama oblika klotoide i kubne parabole oblikuju na isti način (pravolinijska rampa za nadvišenje), postoji ukupno šest geometrijskih oblika prelaznih krivina i pet oblika prelaznih rampi (prema ENV 13803-1). U radu su prikazani geometrijski oblici prelaznih rampi, pri čemu su korišćene sledeće oznake i veličine prema ENV 13803-1:

- 1:n nagib prelazne rampe, odnosno tangente kod krivolinijskih rampi,
- dD/dt promena nadvišenja D kao funkcija vremena t,
- D nadvišenje,
- Dx vrednost nadvišenja u proizvoljnoj tački na rastojanju x od početka prelazne rampe,
- R poluprečnik kružne krivine,
- L dužina prelazne rampe,
- V brzina kretanja vozila duž prelazne rampe.

2.1. Rampa za nadvišenje za prelaznu krivinu oblika kubne parabole i klotoide

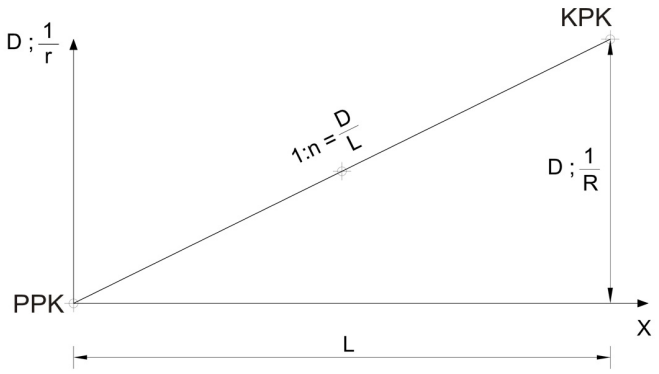
Kod pravolinijske rampe za nadvišenje koja

[1]V.prof. dr Zdenka POPOVIĆ, dipl.građ.inž., Građevinski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73 Beograd, zdenka@grf.rs
[2]Asistent mr Leposava PUZAVAC, dipl.građ.inž., Građevinski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73 Beograd, leposava@grf.rs
[3]Luka LAZAREVIĆ, dipl.građ.inž., Građevinski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73 Beograd, luka.taliesyn.106@gmail.com.

odgovara prelaznoj krivini oblika klotoide i kubne parabole (prosta ili Heferova kriva) nadvišenje se menja prema zakonitosti:

$$Dx = \frac{D}{L} \cdot x, \tag{1}$$

u skladu sa slikom 1.



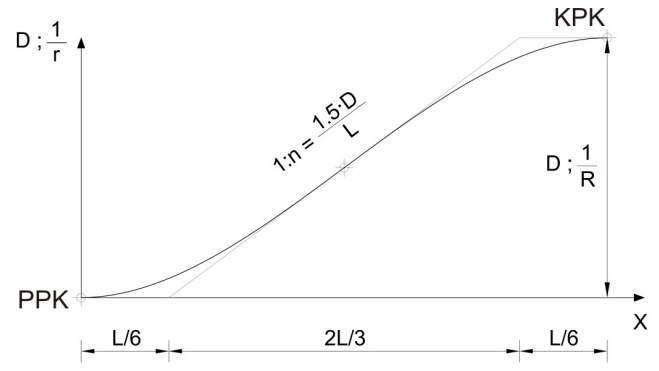
Slika 1. Pravolinijska rampa za nadvišenje

2.2. Rampa za nadvišenje za Blosovu krivu

Rampa za nadvišenje koja odgovara prelaznoj krivini oblika Blosove krive ima oblik parabole trećeg stepena sa promenom nadvišenja prema zakonitosti:

$$D_X = D \cdot \left[3 \cdot \left(\frac{x}{L} \right)^2 - 2 \cdot \left(\frac{x}{L} \right)^3 \right] \tag{2}$$

u skladu sa slikom 2.



Slika 2. Rampa za nadvišenje oblika parabole trećeg stepena

Vertikalno ubrzanje koje deluje na putnike menja se pravolinijski duž rampe uzimajući na početku i kraju rampe vrednosti jednakog intenziteta (videti izraz (3)) i suprotnog smera.

$$a_v = \pm \frac{6D \cdot V^2}{L^2} \tag{3}$$

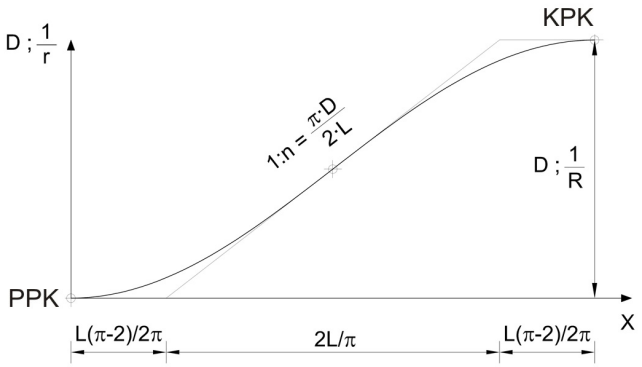
U tački infleksije vertikalno ubrzanje menja smer delovanja i uzima nultu vrednost.

2.3. Rampa za nadvišenje za prelaznu krivinu oblika kosinusoide

Promena nadvišenja, kao i promena zakrivljenosti prelazne krivine oblika kosinusode, odvijaju se prema kosinusnom zakonu, tako da važi:

$$Dx = \frac{D}{2} \cdot \left[1 - \cos\left(\frac{\pi \cdot x}{L} \right) \right], \tag{4}$$

Geometrijski oblik rampe za nadvišenje predstavljen je na slici 3.



Slika 3. Kosinusna promena nadvišenja duž rampe

Vertikalno ubrzanje koje deluje na putnike menja se krivolinijski duž rampe uzimajući na početku i kraju rampe vrednosti jednakog intenziteta (videti izraz (5)) i suprotnog smera.

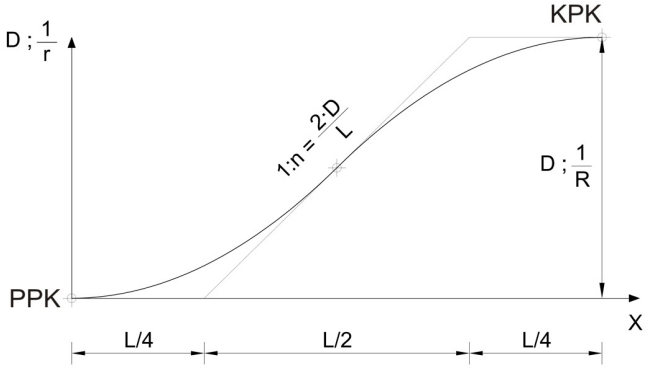
$$a_v = \pm \frac{\pi^2 \cdot D \cdot V^2}{2 \cdot L^2} \tag{5}$$

U tački infleksije vertikalno ubrzanje menja smer delovanja i uzima nultu vrednost.

2.4. Rampa za nadvišenje za prelaznu krivinu oblika Šramove krive

Šramova kriva ima krivolinijsku prelaznu rampu, čije se nadvišenje menja prema zakonitosti (slika 4):

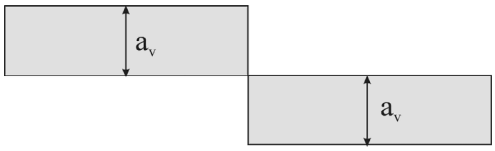
$$Dx = 2 \cdot D \cdot \left(\frac{x}{L} \right)^2. \tag{6}$$



Slika 4. Rampa za nadvišenje oblika parabole drugog stepena

Vertikalno ubrzanje koje deluje na putnike ima konstantu pozitivnu vrednost (videti izraz (7)) u prvoj polovini dužine rampe i konstantu negativnu vrednost u drugoj polovini rampe (videti izraz (7)). U tački infleksije dolazi do trenutne skokovite promena smera vertikalnog ubrzanja od $+a_v$ do $-a_v$ (slika 5).

$$a_v = \pm \frac{4 \cdot D \cdot V^2}{L^2} \tag{7}$$

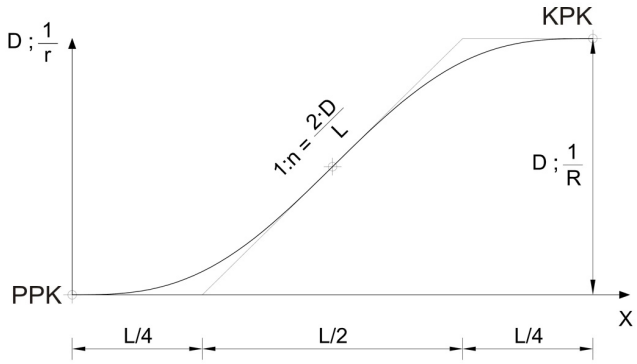


Slika 5. Promena vertikalnog ubrzanja duž rampe za nadvišenje koja odgovara Šramovoj prelaznoj krivini

2.5. Rampa za nadvišenje za prelaznu krivinu oblika Klajnove (sinusne) krive

Kod Klajnove krive zakrivljenost se menja po sinusnom zakonu. Zbog toga prelaznoj krivini oblika Klajnove krive odgovara rampa čije se nadvišenje menja prema sinusnom zakonu (slika 6):

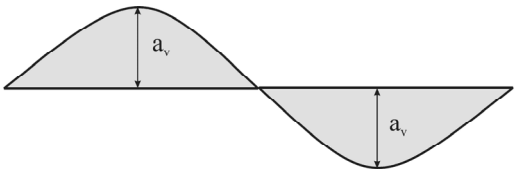
$$D_x = D \cdot \left[\frac{x}{L} - \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot x}{L} \right) \right] \tag{8}$$



Slika 6. Promena vertikalnog ubrzanja duž rampe za nadvišenje

Vertikalno ubrzanje (slika 7) koje deluje na putnike menja se krivolinijski duž rampe uzimajući na početku i kraju rampe, kao i u tački infleksije, nultu vrednost. U tački koja odgovara 1/4 dužine rampe vertikalno ubrzanje dostiže maksimalnu pozitivnu vrednost intenziteta prema izrazu (9). U tački koja odgovara 3/4 dužine rampe vertikalno ubrzanje dostiže negativnu vrednost prema izrazu (9).

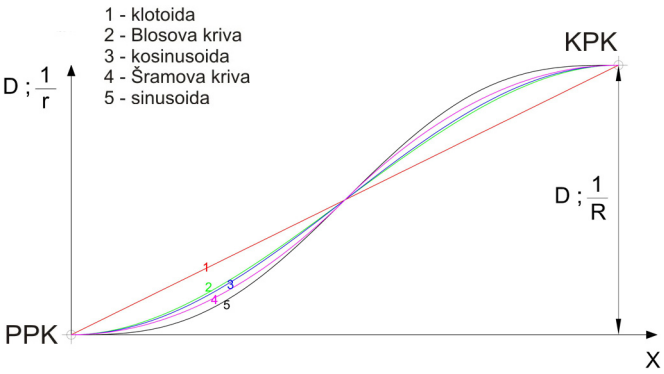
$$a_v = \pm \frac{2 \cdot \pi^2 \cdot D \cdot V^2}{2 \cdot L^2} \tag{9}$$



Slika 7. Promena vertikalnog ubrzanja duž rampe za nadvišenje koja odgovara Klajnovoj prelaznoj krivini

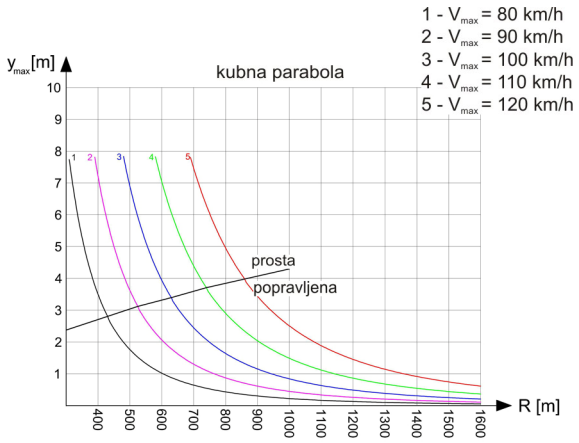
2.6. Promena zakrivljenosti i nadvišenja za sve oblike prelaznih krivina i rampi za nadvišenje prema ENV 13803-1

Na slici 8 prikazane sve zakonitosti promene zakrivljenosti i nadvišenja prema evropskom standardu ENV 13803-1.

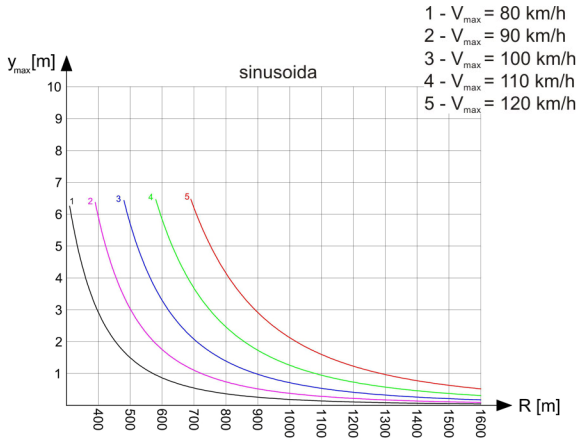


Slika 8. Promena nadvišenja D duž različitih oblika rampe za nadvišenje i zakrivljenosti 1/r duž različitih oblika prelaznih krivina prema ENV 13803-1

Sa stanovišta angažovanog prostora za smeštanje prostorne rampe za nadvišenje najpovoljniji geometrijski oblik ima sinusna rampa za nadvišenje, kojoj u situacionom planu odgovara prelazna krivina oblika Klajnove krive, a najnepovoljniji oblik pravolinijska rampa, kojoj u situacionom planu odgovara prelazna krivina oblika klotoide ili kubne parabole (prosta ili popravljena Heferova). Prethodni stav se može predstaviti poređenjem slike 9 i 10.



Slika 9. Promena ordinate na kraju prelazne krivine oblika kubne parabole u zavisnosti od R i V



Slika 10. Promena ordinate na kraju prelazne krivine oblika Klajnove krive u zavisnosti od R i V

3. ZAKLJUČAK

U radu je prikazano šest oblika prelaznih krivina prema ENV 13803-1 koji se mogu primeniti pri oblikovanju trase železničke pruge i pet oblika prelaznih rampi za nadvišenje, pri čemu svakom obliku prelazne krivine odgovara određeni oblik rampe za nadvišenje.

Sa aspekta jednostavnosti izvođenja i održavanja, najbolje je primeniti klotoidu ili kubnu parabolu (prostu ili popravljenu, u zavisnosti od njene dužine), odnosno prostornu prelaznu rampu konstantnog nagiba u vertikalnoj ravni. Međutim, analizom angažovanog prostora (slike 9 i 10) može se zaključiti da klotoida i kubna parabola zauzimaju najviše prostora, a daju najmanje razvijanje dužine trase železničke pruge.

Blosova kriva, kosinusoida, Šramova kriva i sinusoida su povoljnije sa aspekta zauzimanja prostora i razvijanja dužine trase, ali njihove rampe su krivolinijske. Ove rampe su oblikovane tako da se smanje dinamički uticaji na vozilo i vertikalno ubrzanje koje deluje na putnike. Problem krivolinijskih prelaznih rampi jeste trajnost krivolinijske prostorne geometrije u uslovima primene koloseka u zastoru od tucanika.

Prednosti primene krivolinijskih prostornih rampi za nadvišenje dolaze do izražaja u uslovima primene koloseka na čvrstoj podlozi, čija je geometrija tokom vremena stabilna.

Kubna parabola, koja je prema Pravilniku 314 propisana kao geometrijski oblik prelazne krivine na konvencionalnim prugama u Republici Srbiji, predstavlja geometrijsku aproksimaciju krive oblika klotoide. Ovakvo približno inženjersko rešenje nastalo je u vreme kada nisu bila dostupna tehnička sredstva za proračun i obeležavanje na terenu koja danas postoje. Zato bi važna preporuka bila da se kubna parabola koristi samo u projektima rekonstrukcije, kada se teži očuvanju postojeće geometrije planuma iz praktičnih razloga. U protivnom, treba koristiti klotoidu ili, ukoliko je za to ispunjen uslov, neki od drugih oblika prelaznih krivina.

ZAHVALNICA

U radu je prikazan deo istraživanja koje je pomoglo Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije u okviru tehnološkog projekta TR 16032: „Optimizacija upravljanja održavanjem magistralnih saobraćajnica”.

LITERATURA

[1] CEN: ENV 13803-1:2002 Railway applications - Track alignment design parameters – Track gauges 1435 mm and wider - Part 1: Plain line.
[2] Jugoslovenske železnice: "314 Pravilnik o održavanju gornjeg stroja pruga JŽ", Beograd, 1991.
[3] Lazarević, L.: „Rampa za nadvišenje kao prostorni element trase železničke pruge“, master rad, Građevinski fakultet, Beograd, 2010.
[4] ORE B 55/RP8: Final report: Conditions for negotiating track twists: Recommended values for the track twists, Calculation and measurements of the relevant vehicle parameters, Vehicle testing, April 1983.
[5] Popović, Z., Puzavac, L.: „Harmonizacija tehničkih propisa za železničku infrastrukturu“, TEIK 2010.
[6] Weigend, M: Linienführung und Gleisplangestaltung, Eurailpress, S. 120, Hamburg, 2004.

THE SHAPE OF SUPERELEVATION RAMPS ACCORDING TO EUROPEAN STANDARDS

Zdenka POPOVIĆ
Leposava PUZAVAC
Luka LAZAREVIĆ

Abstract – This paper elaborates on the geometrical design of superelevation ramp according to European technical standards. A superelevation ramp is considered as a spatial element of a railway line. It is determined by transition curve shape and maximum train speed on railway line with mixed traffic, according to European standards (ENV 13803-1). The paper is a part of attempt to harmonize Serbian technical regulations in the area of railway infrastructure with those of the European Union.

Key words – railway infrastructure, superelevation ramp, transition curve, harmonization

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

PRILAGOĐENOST INFRASTRUKTURE I VOZNIH SREDSTAVA OSOBAMA SA POSEBNIM POTREBAMA

Dragan ĐORĐEVIĆ [1]
Predrag ATANASKOVIĆ [2]
Emina ĐURĐEVIĆ [3]
Sandra KASALICA [4]

Rezime – Većina uređenih zemalja poklanja veliku pažnju osobama sa posebnim potrebama. Ovde se pre svega misli na njihov normalan život, obavljanje kupovine, odlazak kod lekara, izlazak u prirodu, odlazak u kulturne ustanove, itd. Za sve ove aktivnosti ukoliko osoba sa posebnim potrebama ne poseduje sopstveno prevozno sredstvo mora koristiti javni prevoz ili posebno uređene delove pešačkih komunikacija kako bi stigla na željeno odredište. Primena standarda vezanih za ispunjenje osnovnih životnih potreba ljudi sa posebnim potrebama kod nas u praksi skoro i da ne postoji. U ovom radu biće prikazan deo problema koji se odnosi na železničku infrastrukturu i vozna sredstva kao i korake koji su neophodni da bi se oni rešili.

Ključne reči – Osobe sa posebnim potrebama, transport, železnica

1. UVOD

Svrha ovog rada je da upozna i ponovo obavesti širu javnost o neophodnim aktivnostima i uputstvima koje su potrebne za putovanje železnicom osoba sa smanjenom mobilnošću (PRM). Na prvom mestu se polazi od toga da ove osobe, kao i svi ostali građani, moraju biti u ravnopravnom položaju tj. da mogu da se kreću svuda. Broj ljudi sa ograničenom sposobnošću kretanja u Evropi čini jako veliki deo populacije koji se ne može zanemarivati. Ova kategorija populacije sadrži: ljude koji ne mogu da se kreću (bilo uz pomoć kolica ili uopšte), slabovide osobe i slepe, osobe sa teškoćama spoznavanja i učenja, osobe sa ostalim teškoćama kao što su astma ili problem orjentacije, starije osobe i roditelje sa malom decom. U Evropi se veoma ozbiljno razmišlja o ovim kategorijama populacije koja se sve više i više povećava i time postaje zečajan deo transportnog tržišta. Železnica pogotovo neće moći da se odupre ovim tendencijama i promenama koje je će morati da izvrši da izađe u susret ovoj kategoriji putnika. Sve pravovremene aktivnosti u rešavanju i omogućavanju kretanja ove populacije u Evropi pa time i Srbiji. Železnice Srbije će svojom voljom ili pod određenom uslovljenošću morati rešavati u što skorijoj budućnosti.

2. REGULATIVA

Dokumentacija odnosno izveštaji, objave koje podržavaju aktivnosti ze rešavanje ove problematike razmatrani su kroz dokumente koji figurišu na nivou Evropske unije i kao takvi daju jasnu i obavezujuću preporuku da se što više implementiraju u domaće izveštaje, uputstva i zakone koji se tiču osoba sa posebnim potrebama, odnosno smanjenom mobilnošću (Evropska direktiva 2008/164/EC, Evropski dokument COST 335 i UIC 140 objava o pristupnosti osoba sa posebnim potrebama železničkoj infrastrukturi.

3. POSTOJEĆE STANJE NA ŽELEZNICAMA SRBIJE

Na Železnicama Srbije postoji nekoliko službenih mesta koja su delimično opremljena neophodnom

[1]Dragan ĐORĐEVIĆ, dipl.inž.saob. CIP Saobraćajni institut, Nemanjina 6/IV, Beograd, Srbija, dragandjordjevic@hotmail.com
[2]doc dr Predrag ATANASKOVIĆ, dipl.inž., CIP Saobraćajni institut, Nemanjina 6/IV, Beograd, Srbija, pedja.atanaskovic@yahoo.com
[3] Emina ĐURĐEVIĆ, dipl.inž.saob. CIP Saobraćajni institut, Nemanjina 6/IV, Beograd,Srbija, djurdjevice@sicip.co.rs
[4]mr Sandra KASALICA, dipl.inž.saob., Viša železnička škola strukovnih studija, Zdravka Čelara 14, Beograd, Srbija, sandra.kasalica@gmail.com.

infrastrukturom za osobe sa posebnim potrebama, odnosno smanjenom mobilnošću.

Za prevoz slepih i slabovidih lica na Železnicama Srbije opremljena službena mesta sa podlogama i panelima za orijentaciju slepih lica su: **Beograd, Novi Sad, Niš, Subotica, Kraljevo i Čačak**.

Službena mesta u kojima se vrši prijem i otprema putnika sa posebnim potrebama u invalidskim kolicima su: **Beograd, Novi Sad, Vrbas, Bačka Topola i Subotica.** Službena mesta koja spadaju u ovu kategoriju samo su orjentisana na međunarodni putnički saobraćaj. Putnik, osoba u invalidskim kolicima, zauzima određeno unapred rezervisano mesto u kolima koja su tehnički opremljena za njihov prevoz u vozovima. Osobama u invalidskim kolicima obezbeđuje se u okviru prevozne usluge sledeće: parking mesto za drumsko vozilo koje se koristi za osobe sa posebnim potrebama u invalidskim kolicima, prilaz bez stepeništa posebne mobilne dizalice kojima se podižu osobe u invalidskim kolicima radi ulaska u putnički vagon, odnosno spuštanja iz putničkog vagona.

4. PREGLED NEOPHODNE OPREME, INFRASTRUKTURE I OZNAKA ZA KRETANJE I USMERAVANJE OSOBA SA POSEBNIM POTREBAMA (SA SMANJENOM MOBILNOŠĆU)

Prijem i otprema putnika ne odnosi se samo na izdavanje karata već na celokupan proces od dolaska putnika do službenog mesta (stanične zgrade), korišćenje sadržaja u stanici i otprema putnika sa staničnih perona.

Dostupnost putnika sa posebnim potrebama, odnosno sa smanjenom mobilnošću može da se posmatra kroz ovaj niz ili lanac koji može biti prekinut u najslabijim tačkama (ulica, pristupna komunikacija-navozna rampa, traka za usmeravanje slabovidih, lift ili neko drugo sredstvo za prenos i prevoz lica, zazori između perona i voznih sredstava, vozna sredstva).

Za veliko planiranje infrastrukture opremljene prema standardima za osobe sa posebnim potrebama, odnosno sa smanjenom mobilnošću potrebno je izvršiti analizu i postaviti jasan stav po pitanju i rešavanju istih.

Osnovni elementi koje je neophodno ispuniti za rešavanje dostupnosti transporta svim licima sa posebnim potrebama, odnosno smanjenom mobilnošću ogleda se kroz više elemenata:

- omogućiti naručivanje, prodaju karata i davanje neophodnih informacija - dostupni sistemi za prodaju karata sa audio-video uputstvom i brajevom azbukom za slabovide i slepe,
- omogućiti vertikalna kretanja - vertikalni transport se obavlja pomoću lifta i stepenica na kojima postoji vozna šina za ljude sa invalidskim kolicima,
- pripremiti mostove za prevazilaženje zazora između perona i voza - plan za rešavanje zazora između perona i vozila za invalidska kolica,
- vodiči za slabovide i slepe - trake za slabovide i mesta na kojima je lako prepoznati promenu pravca kretanja,
- urediti vozna sredstva - u vozilima je potrebno obezbediti sledeće: mesta za osobe sa smanjenom mobilnošću, monitori i servisne informacije, iluminacioni paneli o sledećoj stanici, svetlo za upozorenje o zatvaranju vrata,
- omogućiti javnu bezbednost - vizuelni i akustički sistemi, SOS sistemi odnosno interfoni, mogućnosti frontalnog izlaska iz voza u slučaju vandrednih situacija, stolice noseće za osobe koje ne mogu da hodaju, i posebna kola za prevoz osoba sa kolicima preko šina.

Indentifikacija odnosno predstavljanje kritičnih mesta za kretanje osoba sa posebnim potrebama, odnosno smanjenom mobilnošću razvrstavna je u niz funkcionalnih jedinica. Ovaj funkcionalni niz jedinica mora da funkcioniše kao jedinstveni i samo tako se mora posmatrati, jer svako parcijalno rešavanje neće moći ispuniti tražene kriterijume, odnosno zahteve za usmeravanje odnosno kretanje osoba sa posebnim potrebama.

U svakoj funkcionalnoj jedinici je za određene grupe ljudi potrebno izvršiti uređenje, odnosno prilagođavanje infrastrukture prema njihovim potrebama.

Funkcionalne jedinice podeljene su prema sledećem: pristup stanici, stanično područje, pristup peronima i peronsko područje i vozna sredstva. Kao zasebni segment, a koji se nalazi u svim funkcionalnim celinama su generalna obeležja koja se odnose na pristup stanici, stanično područje, pristup peronima i peronsko područje i na vozna sredstva.

1. **Pristup stanici**: mesto za parkiranje (potrebno je prilagoditi svim kategorijama osobama s invaliditetom), trotoari i navozne rampe (potrebno je izvršiti uređenje i prilagoditi fizički onesposobljenima, slepim i slabovidim, i roditeljima sa kolicima), ulazna vrata (potrebno je izvršiti uređenje i prilagoditi fizički onesposobljenima, slepim i slabovidim i roditeljima sa kolicima, ukoliko su ugrađena rotaciona vrata neophodno je napraviti poseban prolaz za ove kategorije putnika, kod automatskih kliznih vrata potrebno je izvršiti uređenje za fizički onesposobljenima, slepim i slabovidim).
2. **Stanično područje**: eskalatori, travelatori, liftovi (potrebno je prilagoditi fizički onesposobljenima, slepim i slabovidim), stepenice i rukohvati (potrebno je prilagoditi slepim i slabovidim), pokretni liftovi na stepenicama (potrebno je prilagoditi fizički onesposobljenima), kotrljajući

konvejeri za prtljag (potrebno je prilagoditi slepim, slabovidim, starijim osobama i roditeljima sa malom decom), blagajne i mašine za kupovinu karata (prilagoditi svim kategorijama osobama s invaliditetom), oprema u čekaonicama (potrebno je prilagoditi svim kategorijama osobama s invaliditetom i roditeljima sa malom decom), toaleti (potrebno je prilagoditi fizički onesposobljenima, slepim i slabovidim), telefonske govornice (potrebno je prilagoditi fizički onesposobljenima, slepim i slabovidim).

3. **Područje i pristup peronima**: generalna mapa perona i informacione table i tačke za hitne pozive (potrebno je prilagoditi svim osobama sa invaliditetom), barijere za karte i mašine za karte (potrebno je prilagoditi svim osobama sa invaliditetom, osobama sa malom decom), liftovi na peronima, izlaz: liftovi, stepenice, travelatori, eskalatori (potrebno je prilagoditi fizički onesposobljenima, slepim i slabovidim), servisni liftovi za hospitalizovane osobe sa smanjenom mobilnošću (potrebno je prilagoditi svim osobama sa invaliditetom), nadstrešnice (potrebno je prilagoditi svim osobama sa invaliditetom, pored uređenja prostora za invalidska kolica izvršiti zaštitu od vremenskih prilika sa vetrobranima), osetljiva upozoravajuća traka (potrebno je prilagoditi slabovidim i slepim osobama), platforma za ulazak u kola sa perona (potrebno je prilagoditi fizički onesposobljenim osobama) i pešački prelazi sa perona na peron ili do perona a preko koloseka (potrebno je prilagoditi fizički onesposobljenim osobama).
4. **Vozna sredstva:** oprema za ulazak u voz na peronu (prilagođava se kod fizički onesposobljenih osoba), oprema za ulazak u voz u kolima (prilagođava se kod fizički onesposobljenih osoba), širina hodnika-prolaza kroz kola (potrebno je prilagoditi za fizički onesposobljene osobe), mesto za postavljanje invalidskih kolica (potrebno je prilagoditi za fizički onesposobljene osobe), toaleti (potrebno je prilagoditi za fizički onesposobljene osobe) i izlaz u slučaju opasnosti (potrebno je prilagoditi za fizički onesposobljene osobe).
5. **Generalna obeležja**: Osetljiva upozoravajuća traka (potrebno je prilagoditi svim osobama sa invaliditetom), elektronski sistemi za navođenje (potrebno je prilagoditi slabovidim i slepim osobama), Vizuelne informacije - kontrasti u bojama (potrebno je prilagoditi fizički onesposobljenim osobama i osobama sa oštećenim sluhom i gluvonemima), akustiče informacije (potrebno je prilagoditi fizički onesposoblejnim osobama i slabovidim i slepim osobama), osvetljenje (potrebno je prilagoditi svim osobama sa invaliditetom), ormarići za prtljag (potrebno je prilagoditi fizički onesposobljenim osobama) i izlaz u slučaju opasnosti (potrebno je prilagoditi za fizički onesposobljene osobe).

5. ZAKLJUČAK

Svaki problem koji se rešava zahteva određeni pristup, odnosno način rešavanja. Problem odnosno pristupačnost osoba sa posebnim potrebama odnosno smanjenom mobilnošću moguće je rešiti prema sledećem principu i potrebno je:

1. Napraviti analizu broja stanovnika (populacije) sa posebnim potrebama,
2. Napraviti anketu broja stanovnika (populacije) o njihovim potrebama za putovanjem železnicom,
3. Napraviti analizu svih elemenata koji učestvuju u infrastrukturi pristupa, kratanja i zadržavanja kroz stanicu i pristupnih puteva i opreme za ulazak u voz,
4. Napraviti analizu postojećih oznaka i opreme za usmeravanje putnika sa posebnim potrebama,
5. Izvršiti ujedinjenje i razmatranje prethodnih tačaka sa društveno-ekonomskog i sa društveno-socijalnog aspekta i postaviti konačan stav po pitanju rešavanja problema osoba sa posebnim potrebama,
6. Pristupiti rekonstrukciji i modernizaciji potrebne infrastrukture kao i voznih sredstava nakon analize svih dobijenih rezultata i definisanih pravaca rešavanja problema stanovništva (populacije) osoba sa posebnim potrebama,
7. Po rekonstrukciji i modernizaciji infrastrukture i voznih sredstava na železnici ustavnoviti jedno trajno telo koje će pratiti potrebe ljudi sa posebnim potrebama, odnosno smanjenom mobilnošću koji će preko određenih formulara dobijati sve potrebne informacije o planiranom kretanju ove kategorije stanovništva (populacije) kako bi se što bolje mogao rešiti svaki postavljeni zahtev ispred prevoznika u ovom slučaju železnice.

Nakon prilagođavanja i uređenja službenih mesta za osobe sa posebnim potrebama za ovu kategoriju putnika u železničkom saobraćaju potrebno je izvršiti postavljanje javnog uputstva sa svim vrstama implementiranih sadržaja:

- u službenih mesta,
- i na internetu.

Iako se u projektnoj dokumentaciji za rekonstrukciju postojećih železničkih kapaciteta u većini slučajeva rešavaju problemi vezani za osobe sa posebnim potrebama potrebno je uložiti dodatne napore da se proširi dijapazon za kompletnije uređenje ovih kapaciteta. Pored sličnih radova na ovu temu u našoj zemlji, ovaj rad je koncipiran kao polazna osnova i nadogradnja za dalje rešavanje i unapređenje

pristupačnosti i prevozu osoba sa posebnim potrebama, odnosno sa smanjenom mobilnošću železnicom.

LITERATURA

[1] Directive 2008/164/EC: Commission Decision of 21 December 2007 concerning the technical specification of interoperability relating to persons with reduced mobility in the trans-European conventional and high-speed rail system
[2] COST 335 Passengers' Accesibility of Heavy Rail Systems, European Cooperation in the fieled of Scientific and Technical Research, 1999
[3] UIC CODE 140 EUROSTATIONS – Accessibility to stations in Europe, UIC International Union of Railways, May 2001
[4] http://www.zeleznicesrbije.com

ADAPTING RAILWAY INFRASTRUCTURE AND VEHICLES FOR PEOPLE WITH SPECIAL NEEDS

Dragan ĐORĐEVIĆ
Predrag ATANASKOVIĆ
Emina ĐURĐEVIĆ
Sandra KASALICA

Abstract - Most well organized countries pay great attention to people with special needs, thinking about their normal everyday life, going shopping, visiting the doctor, going to a picnic, or visiting museums, theatres, etc. In order to accomplish all these activities, unless he/she has its own vehicle, a person with special needs has to use public transportation or other specially designed pedestrian communications to reach the desired destination. The application of standards connected with fulfilling the basic daily life needs of these people almost does not exist in practice. This paper deals with some problems related to railway infrastructure and trains as well as steps necessary to solve these problems.

Key words – Person with special needs, transport, railway

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

WEB-GIS APLIKACIJE NA ŽELEZNICAMA SRBIJE

Špiro GOPČEVIĆ[1]
Zoran BUNDALO[2]
Dragan ĐORĐEVIĆ[3]

Rezime – Osnovu Web-GIS aplikacije čini razvijena javascript gMapCreator biblioteka, koja omogućava kreiranje Web-GIS aplikacije bez programiranja. Parametri Web-GIS aplikacije zadaju se preko konfiguracionih datoteka. Javascript biblioteka gMapCreator omogućava analizu sadržaja konfiguracionih datoteka aplikacije i, na osnovu vrednosti parametara, generiše web strane Web-GIS aplikacije, koje korisniku daju mogućnost da: prikaže karte sastavljene od proizvoljnog broja slojeva i tema; da uradi pretragu podataka vezanih za teme; da rezultate pretrage i karte štampa u formi predefinisanih izveštaja; itd. Gde je to bilo moguće, da bi se ubrzao razvoj i da se ne bi pisao kod za nešto što već postoji i provereno je u praksi, korišćen je slobodan softver i softver otvorenog koda. U radu je dat prikaz okruženja za razvoj i implementaciju Web-GIS aplikacije, Web-GIS aplikacija i primer konfiguracionih datoteka.

Ključne reči – železnička infrastruktura, geografski informacioni sistem, web aplikacija

1. UVOD

Internet se pojavljuje kao glavno mesto za razmenu informacija, jer podržava globalizaciju i ima širok stepen interoperabilnosti. Danas je internet sve pristupačniji širokom krugu korisnika.

Kreiranje interaktivnih Web-GIS aplikacija je vremenski zahtevno. Da bi se skratilo vreme razvoja Web-GIS aplikacija, razvijen je generator Web-GIS aplikacija. Jezgro generatora predstavlja javascript biblioteka gMapCreator. Biblioteka gMapCreator analizira sadržaj konfiguracionih fajlova i na osnovu vrednosti parametara u konfiguracionim fajlovima generiše web strane aplikacije koje korisniku pružaju odgovarajuću funkcionalnost: manipulaciju sa kartama, pretragu

podataka u skladištu podataka za slojeve i teme karte, prikaz rezultata pretrage u grafičkom obliku na karti, kreiranje i štampanje izveštaja, štampanje karata i dr [1]. U razvoju i implementaciji jedan deo softvera, koji je korišćen, je komercijalni softver, a drugi deo je slobodni softver i softver otvorenog koda (eng. Free/open source Software FOSS ili Free/Libre/open source Software - FLOSS). Od komercijalnog softvera, korišćen je onaj softver za koji Železnice Srbije imaju licencu: web i aplikativni server - Oracle Aplication Server i skladište podataka - Oracle DBMS sa Oracle Spatial. Ostali slobodni softver i softver otvorenog koda, koji je korišćen, je: GeoServer, softverski server razvijen u java programskom jeziku koji korisnicima omogućava da: razmenjuju i edituju geoprostorne podatke, iz različitih vrsta skladišta podataka, upotrebom otvorenih standarda; OpenLayers, javascript biblioteka za prikaz karata, u većini modernih web čitača, koja nije zavisna od servera; iText, java biblioteka koja omogućava dinamičko generisanje i editovanje pdf fajlova; JDOM, java biblioteka za pristupanje i manipulaciju fajlovima u XML formatu; Prototype, javascript biblioteka za razvoj dinamičkih web aplikacija; Proj4js, javascript biblioteka omogućava metode za transformaciju koordinata između različitih projekcija; gvSig, desktop aplikacija za kreiranje i održavanje vektorskih i rasterskih prostornih podataka koji se čuvaju u različitim formatima.

2. ARHITEKTURA SISTEMA

Organizaciono, Železnice Srbije, prisutne su na celoj teritoriji Republike Srbije. Računari - PC računari i mainfram - su raspoloživom komunikacionom infrastrukturom povezani u lokalnu mrežu - intranet. Računari rade pod različitim operativnim sistemima. Jedan deo podataka o

[1] dr Špiro GOPČEVIĆ, Javno preduzeće Železnice Srbije, Nemanjina 6, Beograd, spiro.gopcevic@srbrail.rs
[2] dr Zoran BUNDALO, dipl.inž.saob., Viša železnička škola strukovnih studija, Zdravka Čelara 14, Beograd, Srbija, cheminot@eunet.rs
[3] Dragan ĐORĐEVIĆ,dipl.inž.saob. CIP Saobraćajni institut, Nemanjina 6/IV, Beograd, Srbija, dragandjordjevic@hotmail.com.

objektima železničke infrastrukture, sa tendencijom da se svi podaci o železničkoj infrastrukturi, se čuva u skladištu podataka - bazi podataka, čime se obezbeđuje konzistentnost podataka i omogućava da budu dostupni svim korisnicima u lokalnoj mreži, a kojima su potrebni.

Savremeni trend, u domenu primene GIS tehnologije, karakterišu sledeće postavke:

• internet podržava globalizaciju, ima širok stepen interoperabilnosti i sve je pristupačniji širokom krugu korisnika,

• komunikaciona infrastruktura dopušta velike brzine i propusna moć interneta je svakim danom sve veća, što omogućava komforniji rad sa GIS podacima preko interneta,

• web bazirane tehnologije se sve više primenjuju zbog lakše i jeftinije administracije i održavanja sistema,

• javljaju se nove tehnologije koje omogućavaju udoban rad pri korišćenju rasterskih mapa velikog memorijskog kapaciteta.

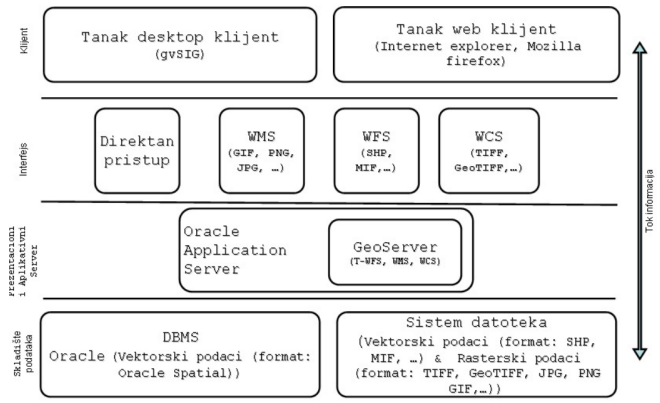
Raspoloživa komunikaciona infrastruktura železnica Srbije omogućava primenu web baziranih sistema u svakodnevnoj praksi. Za razvoj Web-GIS aplikacija, kao arhitektura sistema, usvojena je višeslojna web arhitektura koja se sastoji iz sledećih slojeva:

• sloj klijenta - klijent ima web čitač u koji učitava dinamički generisane web strane,

• sloj prezentacije - ovde se nalazi web server koji generiše web strane koje se učitavaju u web čitač na strani klijenta,

• sloj aplikacije - ovde se nalazi aplikativni server na kojem je smeštena poslovna logika i servisi za generisanje karata,

• sloj podataka - sadrži skladišta podataka u kojima se čuvaju podaci.



Slika 1: Arhitektura sistema i softverska rešenja

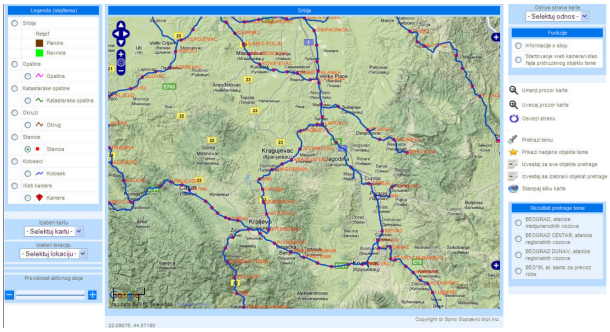
U implementaci i razvoju, svaki od ovih slojeva je pokriven nekim od softverskih rešenja (slika 1). Na strani klijenta koristi se neki od web čitača: Internet explorer, Mozilla firefox ili desktop aplikacija gvSig [3]. Kao prezentacioni i aplikativni sloj koristi se Oracle Aplication Server.

Kao skladište podataka, u sloju podataka, koristi se Oracle DBMS i sistem datoteka u kojima se podaci čuvaju u različitim formatima: GIF, JPG, SHP, GeoTIFF, Oracle Spatial i dr.

Pristup podacima, u skladištu podataka, može da bude: direktan ili preko softverskog servera GeoServer-a [4]. GeoServer može da publikuje podatke iz bilo kog skladišta podataka (podatke koji imaju prostornu komponentu) primenom otvorenih standarda: WFS (*eng*. Web Feature Service), WMS (*eng*. Web Map Service) i WCS (*eng*. Web Coverage Service) standardi. Ove standarde propisuje Open Geospatial Consortium (OGC) [2] - neprofitna, internacionalna, na dobrovoljnom radu zasnovana organizacija. GeoServer je referentna implementacija ovih standarda.

3. PREGLED WEB-GIS APLIKACIJE

Web interfejs jedne od Web-GIS aplikacija, aplikacije službenih mesta Železnica Srbije, dat je na slici 2. Osnovne funkcionalnosti koje nudi aplikacija su: manipulaciju sa kartama, pretragu podataka u skladištu podataka za slojeve i teme karte, prikaz rezultata pretrage u grafičkom obliku na karti, kreiranje i štampanje izveštaja, štampanje karata i dr.

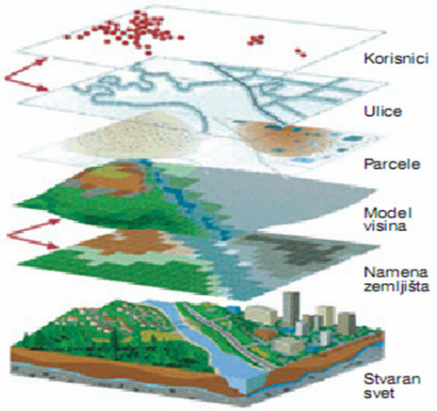


Slika 2: Interfejs Web-GIS aplikacije službenih mesta

Karta, koja se vidi na web strani, sagrađena je od slojeva, koji se ređaju jedan preko drugog. Sloj sadrži prostorne podatke o jednoj ili više tema (npr. ulice, korisnici, zgrade, parcele) (slika 3). Slojevi karte mogu se slagati proizvoljnim redosledom. Svaki od slojeva može da bude dat u sopstvenoj projekciji. Tako, sloj koji prikazuje teren može da bude zadat u merkatorovoj projekciji, sloj službenih mesta može da bude zadat u globalnom koordinatnom sistemu, a karta može da bude prikazana u Gaus-Kriger-ovoj projekciji. Softverski server GeoServer, koji generiše karte iz vektorskih i rasterskih podataka, automatski preračunava podatke iz jedne u drugu projekciju, pre prikazivanja karte u web čitaču. Kao rasterske podloge, koriste se: skenirane i georeferencirane karte i planovi, ortofoto snimci, karte sa: Google-a, Yahoo-a, VirtualEarth-a, OpenStreetMaps-a.

Korisnik ima mogućnost manipulacije sa kartom koristeći kontrole karte. Tako, karta može da se pomera u svim pravcima, da se oblast interesovanja

uveličava ili umanjuje. Korisnik, takođe, može da ode na novu kartu selektovanjem stavke menija *Izaberi kartu* ili da ode na novu lokaciju, u okviru tekuće karte, izborom stavke menija *Izaberi lokaciju*.



Slika 3 Struktura karte

Karta predstavlja interfejs između korisnika i skladišta podataka. Svaka tema karte može da bude povezana sa sopstvenom tabelom u skladištu podataka, u kojoj se čuvaju alfanumerički podaci o svakom objektu teme, za teme date u vektorskom formatu. Preko karte može da se pristupa tabelama tema u skladištima podataka i da se rade uobičajene operacije nad tabelama u skladištima podataka kao što su: kreiranje, brisanje i ažuriranje slogova i upiti nad podacima u tabeli. Za sada je razvijen samo modul za upite nad podacima u tabelama, dok su ostali moduli za kreiranje, brisanje i ažuriranje slogova još u razvoju. Softverski server GeoServer, preko svojih servisa WFS, WMS i WCS, omogućava pristup prostornim podacima, koji se čuvaju u bilo kom formatu podataka, u skladištima podataka.

Da bi se dobila informacija o geografskom sloju, korisnik mora da selektuje sloj, za koji želi informacije, u legendi i stavku menija *Informacije o sloju*, a zatim da klikne na karti na lokaciju na kojoj želi da dobije informacije o sloju. Informacije o sloju, sa vrednostima atributa objekata tema koje savčinjavaju sloj, dobijaju se u novom prozoru.

Da bi se uradio upit nad temom, u legendi karte bira se tema nad kojom će da se radi upit i stavka menija *Pretraži temu*. Web forma, sa poljima koja odgovaraju atributima teme koja se pretražuje i predstavljaju polja za unos kriterijuma pretrage, generiše se automatski u novom prozoru. Rezultati upita mogu da se prikažu:

• na ekranu - moguća su dva načina: u grafičkom obliku označavanjem na karti objekata teme koji zadovoljavaju kriterijume upita i tabelarno u delu prozora *Rezultati pretrage* teme,

• u formi izveštaja - izborom stavki menija *Izveštaj za sve objekte* ili *Izveštaj za izabrani objekat* kreira se izveštaj u pdf formatu koji može da sadrži podatke o traženom ili traženim objektima, sliku karte koja je vidljiva na ekranu računara itd.

Pošto je karta georeferencirana, pomeranjem kursora miša preko karte, na displeju može da se prati promena koordinata kursora miša u referentnom koordinatnom sistemu.

Kreiranje i održavanje vektorskih i rasterskih prostornih podataka, dok ne bude razvijen deo web aplikacije za te namene, obavlja se primenom programa gvSig.

4. KONFIGURACIONE DATOTEKE WEB-GIS APLIKACIJA

Osnovu Web-GIS aplikacije čini razvijena javascript gMapCreator biblioteka i slobodan softver i softver otvorenog koda. Razvijena gMapCreator biblioteka zasnovana je na objektno orijentisanoj paradigmi i omogućeno je lako proširivanje softvera kreiranjem novih klasa. Gde je to bilo moguće, da bi se ubrzao razvoj i da se ne bi pisao kod za nešto što već postoji i provereno je u praksi, korišćen je slobodan softver i softvera otvorenog koda (poglavlje 1).

Parametri aplikacije zadaju se preko konfiguracionih datoteka, koje predstavljaju XML dokumenta. gMapCreator biblioteka analizira sadržaj konfiguracionih datoteka. Na osnovu vrednosti parametara, dobijenih analizom sadržaja konfiguracionih datoteka, i šablona web strana kreiraju se web strane aplikacije. Šablon web strane sadrži html div tagove, na koje se ”kače” vizuelni elementi, a preko vizuelnih elemenata može da se pristupi odgovarajućoj funkcionalnosti web strane.

Konfiguracione datoteke mogu da se grupišu prema ulozi:

• sistemska konfiguraciona datoteka:

- config.xml - osnovna konfiguraciona datoteka koja sadrži putanju do konfiguracione datoteke koja sadrži URL svih konfiguracionih datoteka,

• definisanje web strane:

- pages.xml - definiše sadržaj web strana,

• definisanje menija web strane:

- selectitems.xml - definišu se pojedinačne stavke menija (na primer: *Izveštaj za sve objekte*),

- menuboxes.xml - definišu se grupe stavki menija (na primer: *Funkcije*),

- outputboxe.xml - definišu se oblasti izlaza poruka i rezultata pretrage (na primer: *Rezultati pretrage tema*),

• definisanje karte:

- coverages.xml - definišu se rasterske teme,

- features.xml - definišu se vektorske teme,

- layers.xml - definišu se slojevi,

- maps.xml - definišu se parametri karte,

• ostale konfiguracione datoteke:

- controls.xml - definišu se kontole karte,

- featureschemas.xml - definišu se atributi teme,

- servers.xml - definišu se podaci za servere.

5. ZAKLJUČCI

Razvijeno je okruženje za brzi razvoj Web-GIS aplikacija. Jezgro okruženja sačinjava razvijena javascript biblioteka gMapCreator, koja omogućava kreiranje Web-GIS aplikacija bez programiranja. Karakteristike Web-GIS aplikacija su:

• web strane Web-GIS aplikacije generišu se automatski u ”letu“, na osnovu sadržaja konfiguracionih fajlova i šablona web strana,

• geografske teme mogu da se pretražuju primenom: grafičkog interfejsa i web formi. Pri tome se koriste standardni web čitači. Rezultati pretrage tema dobijaju se u: grafičkom obliku na karti, tabelarno i u obliku izveštaja u pdf formatu,

• web forme, za upite nad pojedinim temama, generišu se automatski,

• dinamičko prebacivanje sa karte date u jednoj projekciji na kartu datu u drugoj projekciji i koja prokriva neku drugu oblast interesovanja.

U razvoju i implementaciji korišćen je slobodan softver i softver otvorenog koda: GeoServer, OpenLayers, iText, JDOM, Prototype, Proj4js i dr. Za prezentacioni i aplikativni server i skladište podataka, korišćen je komercijalni softver, jer Železnice Srbije za taj softver poseduje plaćene licence, i to: Oracle Aplikativni Server i Oracle DBMS. Umesto komercijalnog rešenja može da se koristi, takođe, i slobodan softver i softver otvorenog koda: Apache Tomcat i PostgreSQL DBMS ili neki drugi softver.

Okvir za razvoj Web-GIS aplikacija je u stalnom razvoju. Sledeća etapa u razvoju je:

• dodavanje mogućnosti kreiranja, editovanja i brisanja vektorskih podataka u skladištima podataka primenom web rešenja. Taj posao, za sada, se obavlja primenom programa gvSig,

• izrada aplikacija za kreiranje i održavanje konfiguracionih fajlova. Sada se konfiguracioni fajlovi kreiraju i održavaju u primenom nekog od XML editora.

LITERATURA

[1] Bundalo Z., Đorđević D., Gopčević Š., Praćenje podataka o transportu i manipulaciji opasnih tereta, II Međunarodni simpozijum „Novi horizonti saobraćaja i komunikacija“, Doboj, 2009, str.245-249
[2] www.opengeospatial.org
[3] www.gvsig.org/web/
[4] www.geoserver.org

WEB-GIS APPLICATIONS FOR SERBIAN RAILWAYS

Špiro GOPČEVIĆ
Zoran BUNDALO
Dragan ĐORĐEVIĆ

Abstract - JavaScript gMapCreator library makes up the basis for Web-GIS application. This library enables Web-GIS application development without the use of any programming tools. Web-GIS application parameters are activated via configuration files. JavaScript library gMapCreator enables application configuration file content analysis and generates web page content, which allows users to: show maps made of any number of layers and themes, search theme database, print the found results and maps in the form of predefined reports, etc. Wherever possible, coding was done using free and opensource softwares and libraries to enable faster application development and to leverage from the existing coding practices. This paper shows the environment for Web-GIS application development and implementation, Web-GIS application and configuration files example.

Key words – railway infrastructure, geographic information system, web applications

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

KONTROLER PUTNOG PRELAZA GALEB FSU LC09

Darko ČELEBIĆ [1]
Danko ĐURIĆ [2]
Ljubomir BEČEJAC [3]

Rezime *– Rad opisuje elektronski putni prelaz LC09 zasnovan na udvojenim fail-safe PLC kontrolerima tipa SIEMENS iz familije S7-300, predviđenim za rad u proširenom temperaturskom opsegu. Uređaj u potpunosti zadovoljava bezbednosni standard SIL4. U okviru sistema realizovan je i upravljačko dijagnostički softverski paket koji omogućava podešavanje parametara sistema, kao i praćenje istorijata svih događaja na putnom prelazu.*

Ključne reči – Putni prelaz, bezbednost, SIL4, dijagnostika

1. UVOD

Osigurati bezbednost saobraćaja je jedan od izazova savremenog društva. Zato „GFSU LC09“ sistem putnog prelaza na prvom mestu obavlja zadatak sigurnosti putničkog i teretnog železničkog saobraćaja. Sistem putnog prelaza predstavlja efikasan spoj infrastrukture (opreme za železnički saobraćaj) i inteligentnog programabilnog logičkog upravljačkog sistema čije se rešenje može lako prilagoditi standardnim uslovima putnog prelaza i specifičnim korisničkim zahtevima.

Na svakom nivou prelaza, obezbeđenje je brz i jednostavan sistem potreban za zaštitu drumskog saobraćaja. Projektovan je jednostavno za operatera koji vrši kontrolu urbane, industrijske i regionalne mreže železnica.

2. OPIS PRUŽNIH I PUTNIH ELEMENATA

Brojač osovina Thales, model Az LS, ubrojava i izbrojava osovine koje ulaze i izlaze iz segmenta. Jedina informacija koju daje je da li je segment zauzet ili slobodan i to u formi dva neekvivalentna digitalna izlaza (jedan znači ‘*zauzet'*, a drugi '*nije slobodan'*). Ovaj brojač osovina ima atest na SIL4. [3]

Polubranici koji blokiraju put su gravitacioni (spuštaju se sami kad su im isključeni motori i kočnice). Podižu se motorom, a fiksiraju u donjem ili gornjem položaju kočnicom. Daju indikacije krajnjeg gornjeg i krajnjeg donjeg položaja. Takođe daju indikacije o tome da li je polubranik čitav ili polomljen.

Sijalice pružnih i putnih svetlosnih signala su, većinom, sa dva vlakna, glavnim i pomoćnim, a manji broj su sa jednim.

Za svako vlakno svake sijalice uređaj putnog prelaza dobija signal o tome da li je pregorelo.

3. FUNKCIONISANJE UREĐAJA

Brojač osovina Thales, model Az LS, ubrojava i izbrojava osovine koje ulaze i izlaze iz segmenta. Jedina informacija koju daje je da li je segment zauzet ili slobodan i to u formi dva neekvivalentna digitalna izlaza (jedan znači ‘*zauzet'*, a drugi '*nije slobodan'*). Ovaj brojač osovina ima atest na SIL4.

Oba PLC-a, A i B, implementiraju isti algoritam rada putnog prelaza, onako kako ga pravila železnice nalažu, i to oba na isti način. Algoritam je, u osnovi, state machine sa regularnim stanjima predzvonjenja, uključivanja, stanja uključenosti, isključivanja i stanja isključenosti putnog prelaza. U slučaju bilo kakvog kvara putni prelaz prelazi u bezbedno stanje, što znači da se uključuje.

Oba PLC-a nezavisno primaju iste informacije o stanju pružnih i putnih elemenata (položaji polubranika, ispravnost vlakana sijalica) kao i o stanju električnog napajanja sistema.

Tasteri kojima se, u slučaju potrebe, ručno uključuje (kao da je pružni segment zauzet), ili isključuje (kao da je pružni segment slobodan) putni prelaz.

4. OPIS ELEMENATA I ARHITEKTURE UREĐAJA

Centralni deo sistema čine 2 PLC-a Siemens Siplus

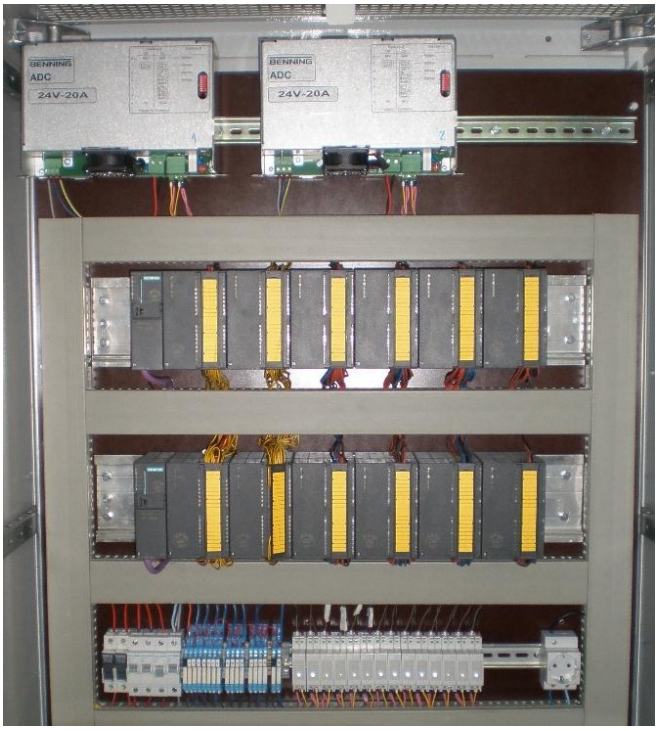
[1] Darko ČELEBIĆ dipl.el.inž., SDDITG, Volgina 15, 11000 Beograd, darko@sdditg.com
[2] mr Danko ĐURIĆ, dipl.el.inž., SDDITG, Volgina 15, 11000 Beograd, danko@sdditg.com
[3] mr Ljubomir BEČEJAC, dipl.maš.inž.,GALEB FSU,Ustanička 12A, Beograd, ljubomir.becejac@galeb.com.

S7-300 315F-2DP sa digital input modulima Siplus S7-300 SM326F 24xDI, i digital output modulima Siplus S7-300 SM326F 8xDO [1] [2]. Procesorske jedinice, input i output moduli su fail-safe, a takođe su predviđene za prošireni temperaturski opseg. PLC-ovi su u sistemu označeni kao PLC A i PLC B. Ovi PLC-ovi imaju atest na SIL 3. Nalaze se u ormanu, ispod napajanja (Slika 1).

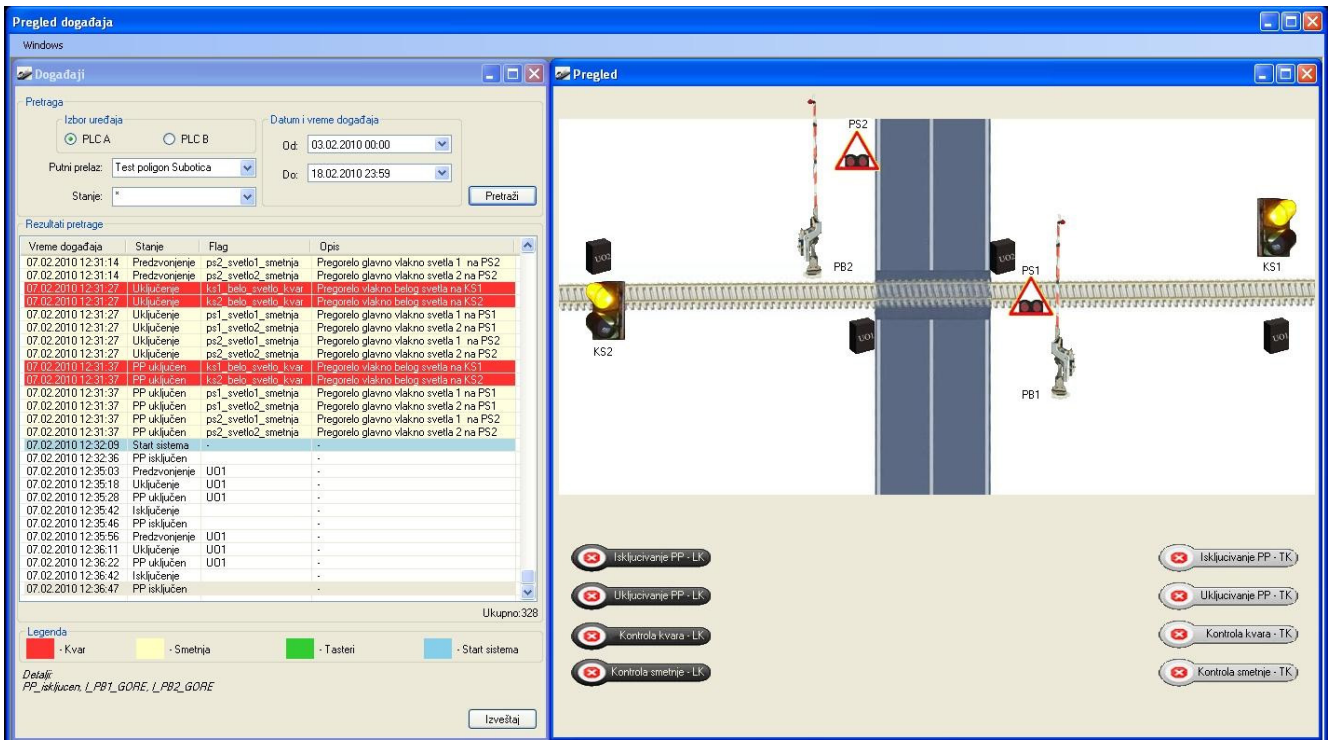
Dva redundantna napajanja 24V/20A koja daju indikacije o kvaru na svojim izlazima i o nestanku napajanja od 220V na svojim ulazima. Nalaze se na vrhu ormana (Slika 1).

Dva akumulatora koja, u slučaju prestanka rada regularnih napajanja nastavljaju da napajaju uređaj sa 24V. Nalaze se na dnu ormana.

Niz naponskih relea pobuđivanih digitalnim izlazima PLC-ova koji uključuju i isključuju pružne i putne elemente (motore i kočnice polubranika, sijalice svetlosnih signala, zvučne signale). Nalaze se na DIN šini ispod donjeg PLC-a (Slika 1).



Slika 1. Izgled ormana



Slika 2. Standardni ekran dijagnotičko-upravljačkog softverskog paketa

Niz strujnih relea koji kontrolišu pregorelost sijaličnih vlakana (i u slučaju da su sijalice upaljene i u slučaju da nisu, kada PLC A svakih 10 sekundi daje slab napon na svojim digitalnim izlazima koji služi za dijagnosticiranje pregorelosti 'na hladno'). Nalaze se na DIN šini ispod donjeg PLC-a (Slika 1).

Što se izlaza PLC-ova tiče, izlazi koji kontrolišu ključne elemente sistema, polubranike, su vezani na sledeći način. Signali za motore koji podižu polubranike su vezani na red, tako da je za podizanje (nebezbedni položaj) potreban signal sa svakog PLC-a. Signali za kočnice koje drže polubranike u gornjem položaju su vezane tekođe na red, tako da je za bezbedno stanje (spušteni polubranici) dovoljno da izostane signal sa bilo kog PLC-a. Izlazi koji kontrolišu sijalice su, u normalnom stanju, vezani samo za PLC A (jer bi inače bila onemogućena dijagnostika vlakana 'na hladno').

U slučaju da PLC B zaključi da je PLC A neispravan, on preuzima na sebe kontrolu sijalica i prevodi sistem u bezbedno stanje.

PLC-ovi stalno razmenjuju heart bit, i svaki proverava prisustvo drugog. U slučaju izostanka informacije o prisustvu drugog PLC-a, PLC proglašava kvar i stavlja sistem u bezbedno stanje.

PLC-ovi razmenjuju informacije o odlukama za prelazak iz stanja u stanje i informacije o kvarovima i porede ih. U slučaju različitih odluka, oba proglašavaju kvar i stavljaju sistem u bezbedno stanje.

5. KONTROLNO-DIJAGNOSTIČKI SOFTVER

Kontrolno-dijagnostički softverski paket Ppdiag (Slika 2) vrši sledeće funkcije:

- Akvizira tabele događaja na putnom prelazu (regularnih događaja, kvarova, smetnji, ...) sa oba PLC-a.
- Smešta podatke o događajima na putnom prelazu u bazu podataka.
- Prikazuje tabelarno, grafički i u formi štampanih izveštaja podatke o događajima na putnom prelazu filtrirane po raznim kriterijumima (vremenski period, vrsta događaja, redosled prikazivanja, ...)
- Očitava i podešava parametre sistema na PLC-ovima (sistemsko vreme, timeout-i, ...)
- Pripremljen je za daljinsko akviziranje podataka sa proizvoljnog broja putnih prelaza.

6. ZAKLJUČAK

Uređaj „GFSU LC09" ispunjava zadatke osiguravanja bezbednosti putničkog i teretnog železničkog saobraćaja po najsavremenijim evropskim standardima. To se postiže zahvaljujući koncepciji koja predstavlja efikasan spoj železničke infrastrukture i inteligentnog programabilnog logičkog upravljačkog sistema čije se rešenje može lako prilagoditi standardnim uslovima putnog prelaza i specifičnim korisničkim zahtevima.

Paralelni rad dva safety kontrolera atestirana na SIL-3 bezbednostni standard, u sprezi sa ostalim izabranim elementima uređaja, obezbeđuje celokupnom sistemu bezbednostni nivo SIL-4.

Temperaturne karakteristike svih elemenata sistema osiguravaju normalan rad uređaja u proširenom temperaturskom opsegu.

Literatura:

[1] SIMATIC_S7300_PLC_Hardware and Installation, Siemens, 2005

[2] S7 Distributed Safety – Configuring and Programming, Siemens, 2005

[3] 7.2_PD_3CR_48701_ADAA_DEAFQ_03, Thales, 2009

LEVEL CROSSING CONTROLLER GALEB FSU LC09

Darko ČELEBIĆ
Danko ĐURIĆ [2]
Ljubomir BEČEJAC

Abstract – In this paper the LC09 automatic electronic level crossing device is described. This device is based on paired fail-safe PLCs SIEMENS S7-300 series for extended temperature range..This devce is completely SIL4 compliant. A specialized monitoring and controlling software package is developped within the system. This software packege provdes parameter adjusting and event logging functionalities as well.

Key words – Level crossing, safety, SIL4, diagnostics

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

EKSPERIMENTALNE METODE U ODREĐIVANJU TEHNOLOŠKIH PARAMETARA PRI IZRADI BETONSKIH PRAGOVA B 70

Slobodan JOVANOVIĆ [1]
Slaviša PLANIĆ[2]
Dragan S. JOVANOVIĆ[3]
Ivan PULETIĆ[4]

Rezime *– Proizvodnja i uslovi kontrole betonskih pragova su propisani Uputstvom 334 ZJŽ i BS EN 13230-2 normama. Da bi se postigao propisani kvalitet betonskih pragova potrebno je izvršiti niz tehnoloških i kontrolnih ispitivanja koja obezbeđuju željeni kvalitet pragova. U akreditovanoj laboratoriji za mehaniku mašina Mašinskom fakultetu u Nišu je konstruisan sistem upravljanja hidrauličkom presom od 100 t koji se mogu proizvesti zahtevani uslovi ispitivanja prema EN normama. U ovom radu je prikazan deo tehnoloških ispitivanja sila zatezanja žica za prednapregnuti beton od kojih se izrađuje betonski prag i kontrolnih statičkih i dinamičkih ispitivanja prema EN normama. Ustanovljene su veze između pritiska hidrauličkih alata kojim se vrši zatezanje žice i napona u žicama, kao i ravnomernost raspodele napona prednaprezanja u svim žicama. Takođe su prikazani rezultati statičkih ispitivanja uzoraka betonskih kocki kojima se obezbeđuje potrebni kvalitet betona za izradu pragova. Prikazani su i rezultati dionamičkog ispitivanja praga prema EN normama. Dobijeni rezultati obezbeđuju pouzdanost i kontrolisan kvalitet tehnoloških prametara za proizvodnju betonskih pragova u MIN DIV a.d. iz Svrljiga.*

Ključne reči – betonski prag B70, eksperimentalna ispitivanja, statičko i dinamičko ispitivanje pragova prema EN 13230-2.

1. UVOD

Uputstvom 334 JŽ, koji je još uvek aktuelan dokument o načinu proizvodnje, kontrole i prijema prednapregnutih betonskih pragova na mreži pruga srpskih železnica, je propisano isto što i EN 13230-2 normama a vezano je za proizvodnju betonskih pragova. Norme su veoma stroge i zahtevaju zadovoljavanje tačno propisanih procedura u svim elmentima počev od proizvodnje do kontrole kvaliteta proizvedenih pragova. Fabrika vijaka MIN DIV Svrljig a.d. iz Svrljiga je dugogodišnji renomirani proizvođač vijaka i delova železničkih vozila.Krajem 2009. godine uz podsticaj vlade Srbije pušten je novi savremeni pogon za proizvodnju prednapregnutih betonskih pragova velikog kapaciteta proizvodnje koji treba da bude podrška kapitalnom remontu srpskih pruga.

Da bi se proizvod doveo do nivoa potrebnog za upotrebu u mreži srpskih železnica potrebno je izvršiti čitav niz tehnoloških i kontrolnih ispitivanja kojim se obezbeđuje kvalitetan proizvod po najvišim svetskim normativima. MIN DIV Svrljig a.d. je ostvario saradnju sa Mašinskim i Građevinskim fakultetom Univerziteta u Nišu i Technische Universität München, Lehrstuhl und Prüfamt für Ferkehrs-wegebau iz Nemačke sa ciljem da odredi i ustali tehnološke parametre radi dobijanja kvalitetnih prednapregnutih betonskih pragova.

U ovom radu će biti prikazani delovi tih kompleksnih ispitivanja sprovedenih u proizvodnom procesu i kontrolnih ispitivanja u cilju provere kvaliteta proizvedenih pragova.

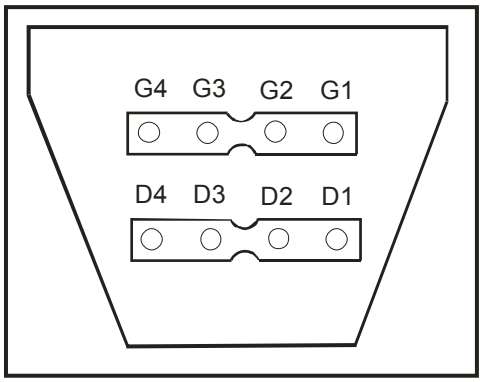
2. TEHNOLOŠKA ISPITIVANJA

2.1. Ispitivanja sila prednaprezanja žičane ispune praga

Svi proizvođači dobro znaju da je najteže proizvesti naizgled jednostavne proizvode.

[1] Mr Slobodan JOVANOVIĆ, Mašinski faklutet Niš, A.Medvedeva 14 Niš, slojo@masfak.ni.ac.rs.
[2] Slaviša PLANIĆ, MIN DIV a.d., D.Trivunca 31 Svrljig, slavisa.planic@minsvrljig.com
[3] Dragan S. JOVANOVIĆ, Mašinski faklutet Niš, A.Medvedeva 14 Niš, dragan.jovanovic@masfak.ni.ac.rs.
[4] Ivan PULETIĆ, MIN DIV a.d., D.Trivunca 31 Svrljig, ivan.puletic@minsvrljig.com.

Prednapregnuti betonski pragovi, da bi izdržali složene testove propisane EN 13230-2, moraju imati tačno definisanu silu prednaprezanja žičanog jezgra koje se sastoji od osam žica koje su oslonjena na dva nosača žica šematski prikazanih na slici 1.

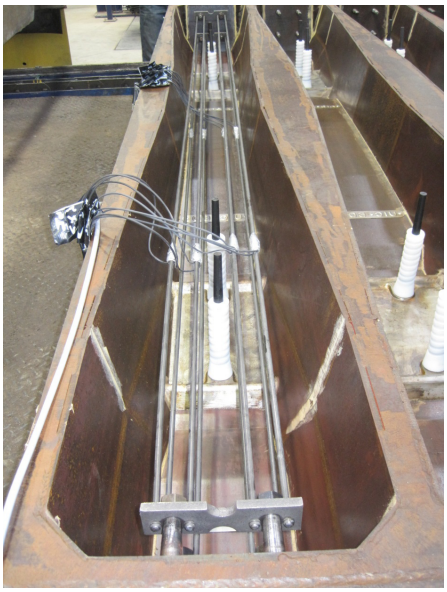


Slika 1. Raspored žica u betonskom kalupu

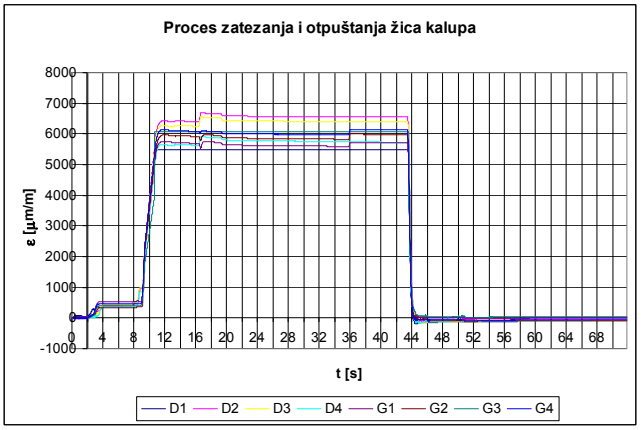
Za kvalitet prednapregnutih betonskih pragova potrebno je ostvariti i ravnomernu raspodelu sila u žicama i dovoljno veliku silu u specijalnim žicama Ø7 mm sa visokom granicom elastičnosti. Osnovno tehnološko ispitivanje se vrši sa ciljem utvrđivanja veze između hidrauličkog pritiska koji je očigledan i jedini merljiv tehnološki prametar u samom proizvodnom procesu, kako to pokazuje slika 2.

Slika 2.Veza sile prednaprezanja i pritiska

Ispitivanje veze između hidrauličkog pritiska i sile prednaprezanja žica u betonskim pragovima vršili su Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu i Technische Universität München, Lehrstuhl und Prüfamt für Ferkehrs-wegebau iz Nemačke. Postupak se sastoji u merenju dilatacije pomoću mernih traka vezanih u Whaetstonov polumost i sile koja se meri mernom ćelijom sile. Na slici 3. su prikazana merna aparatura Tehničkog univerziteta iz Minhena a na slici 4 rezultati merenja Mašinskog fakulteta u Nišu izraženi iskazani u veličini dilatacije žica. Uočava se ravnomerna raspodela po žicama kaveza čime se obezbeđuje potreban kvalitet betonskog praga. Na osnovu izvršenih ispitivanja stečena su značajna iskustva potrebna za pravilno podešavanje tehnoloških parametara u izradi pragova.



Slika 3. Merenje sile prednaprezanja u žicama



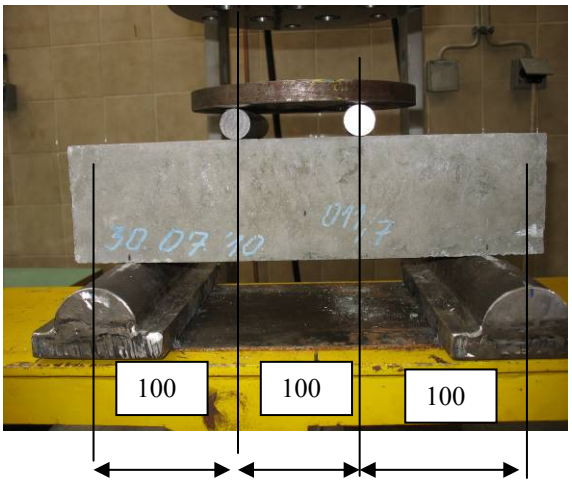
Slika 4. Rezultati ispitivanja prednaprezanja žica u pragu

Međutim, prednapregnuti betonski elementi imaju svoja svojstva koja u jednom delu zavise od pravilno istegnutih žica ali veoma značajan uticaj ima i sama receptura i tehnologija izrade betona. Svojstva betona zavise od upotrebljenih komponenata (sadržaja cementa, vode, kamenog agregata po obliku i granulaciji kao i upotrebljenih aditiva) i samog postupka izrade koji uključuje način mešanja komponenti, vibriranja i procesa zrenja betona. Karakteristika tehnološkog procesa je dugo zrenje betona u toku kog se vrši kompaktiranje mase i umirenje napona u samom betonu i prednapregnutim žicama. Obzirom da su merne trake postavljene na žicama ostavljene u masi betona Tehnički univerzitet u Minhenu je došao do dragocenih podataka o promenama napona u žicama u toku procesa zrenja koja su tehnološka poslovna tajna MIN DIV Svrljig a.d.. Značajno je uočiti da se tehnološki parametri reflektuju na kvalitet proizvoda koji se može proveriti samo ispitivanjem karakteristika praga. Kvalitet praga

se ustanovljava na uzorcima betona od kojih su načinjeni prednapregnuti pragovi i na završnim ispitivanjima gotovog proizvoda.

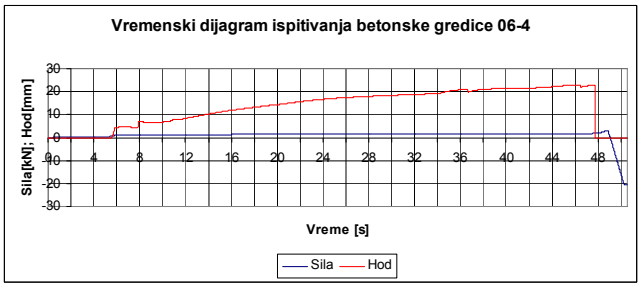
2.2. Ispitivanja betonskih gredica na savijanje

Normama EN 12390-5 je definisan način ispitivanja kvaliteta betona ispitivanjem na savijanje na uzorcima dimenzija 400x100x100mm. Na Mašinskom fakultetu u Nišu u akreditovanoj laboratoriji za ispitivanje (ATS 01-093) su ispitivani uzorci dostavljeni iz redovne proizvodnje. Ispitivanje je vršeno sa ciljem ustanovljavanja napona loma usled savijanja na način kako je to prikazano slikom 5.



Slika 5. Ispitivanje betonskih gredica na savijanje

Ispitan je veliki broj uzoraka iz redovne proizvodnje nakon sedmodnevnog odležavanja betonskih gredica. Izmereni naponi loma savijanjem su iznosili od 6.5 do 8.5 MPa, što zadovoljava pomenute norme. Na slici 6 prikazanje rezultat ispitivanja jednog uzoraka redovne proizvodnje.



Slika 6. Ispitivanje betonskih gredica na savijanje

Sila se dozira brzinom propisanom standardom (0.04-0.06 MPa/s) i ide se do loma uzorka a napon se sračunava prema izrazu:

$$f_{cf} = \frac{Fxl}{d_1 x d_2^2} \quad [MPa] \qquad (1)$$

gde su:

F –izmerena sila loma savijanjem [N]
l – rastojanje između oslonih valjaka [mm]
d –dimenzije poprečnog preseka [mm]
f_{cf}- najveći napon na savijanje [N/mm^2 MPa]

Tabela 1. Prikaz rezultata ispitivanja na savijanje

Redni broj uzorka	Izmerena sila loma [N]	Izmereni hod[mm]	Sračunati napon [N/mm^2]
01/2	24.213	0.94	7.2639
02/2	22.699	1.535	6.8097
04/3	26.271	1.562	7.8813
05/4	23.683	1.461	7.1049
06/4	22.793	1.806	6.8379

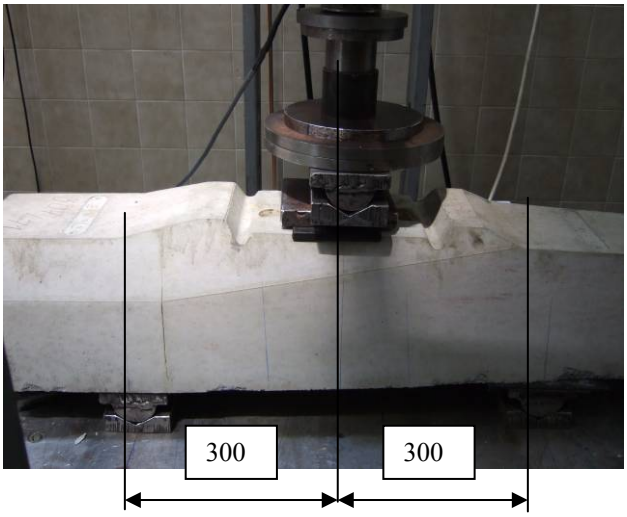
Prisutna je velika disperzija rezultata kao posledica provere različitih receptura betona, ali svi rezultati zadovoljavaju propisane kriterijume (za brzine preko 16 km/h) $f_{cf} \geq 6{,}5$ MPa.

3. ISPITIVANJA GOTOVOG PROIZVODA

3.1. Statička ispitivanja

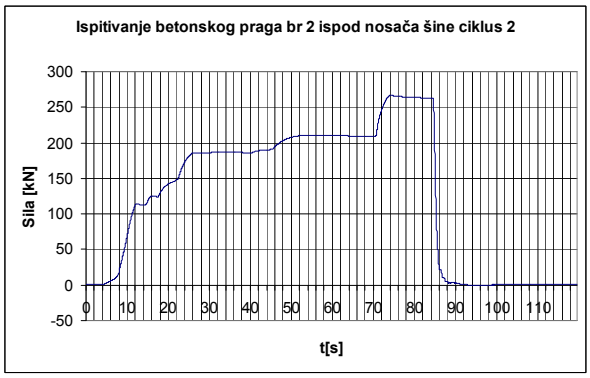
Kod prednapregnutih betonskih pragova kvalitet se manifestuje tek u završnim ispitivanjima propisanim Uputstvom 334 koje je ustvari identično sa EN 13230-2. Normativi sadrže obimne testove koji se moraju izvesti.

Na samom prednapregnutom betonskom pragu ispitivanja se vrše na mestu nosača šine i na polovini raspona praga. Pomenuti standard definiše rastojanja oslonaca, način priraštaja sile, uočavanje pukotine i sve druge detalje ispitivanja. Na slici 7 je prikazana merna aparatura za statička ispitivanja na mestu nosača šina.



Slika 7. Ispitivanje pragova na savijanje u zoni nosača šina.

Standardom je propisano da se sila postepeno unosi do pojave prvih pukotina na mestu ispitivanja. Za sagledavanje pukotina potrebno je prag rasteretiti i tražiti pukotine. Na slici je prikazan jedan od ciklusa ispitivanja do kontrolne sile 275 KN kada su uočene pukotine 0.05mm.

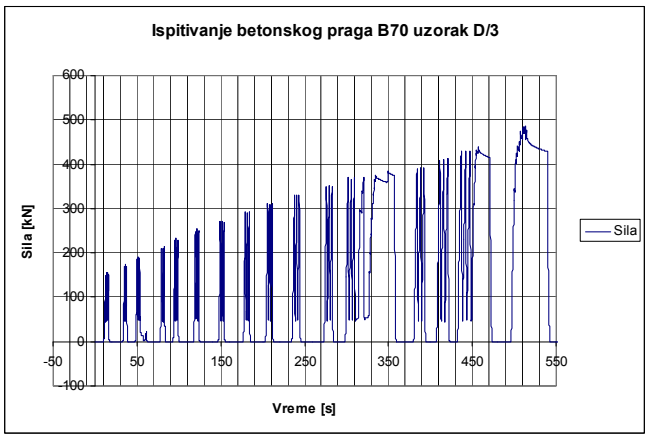


Slika 8. Rezultati statičkog ispitivanja praga

Statička ispitivanja vršena i do granice F_{rB} a zatim i do loma praga.

3.2. Dinamička ispitivanja

U akreditovanoj laboratoriji za mašine i mehanizme Mašinskog fakulteta u Nišu je za potrebe dinamičkog ispitivanja betonskih pragova projektovan sistem upravljanja na hidrauličnoj presi, koji potpuno podržava zahteve ispitivanja prema standardu i gde se priraštaj sile odvija prema propisanom ciklusu. Na slici 9 je prikazan jedan tok ispitivanja betonskog praga izveden po zadatom programu koji je povratnu spregu dobijao od mernog sistema.



Slika 9. Ceo ciklus dinamičkog ispitivanja betonskog praga premaEN 13230-2

Rezultati dinamičkih ispitivanja na mestu naleganja šina pokazuju da ispitivani pragovi zadovoljavaju zahteve.

4. ZAKLJUČAK

U radu su prikazana neka od ispitivanja pragova u skladu sa uputstvom 334 koje objedinjava aktuelne evropske norme i standarde i odnosi se na sve vrste kontrole kako samog procesa proizvodnje tako i gotovih proizvoda. MIN DIV Svrljig ad je, kao ozbiljan proizvođač železničke opreme, izveo potrebna tehnološka ispitivanja kako bi u realnim uslovima prilagodio skupu tehnološku liniju da proizvede kvalitetne prednapregnute betonske pragove. S druge strane izveo je čitav niz potrebnih ispitivanja da bi zadovoljio procedure potrebne za verifikaciju svog proizvoda pred kontrolnim organima železnica Srbije i EU. Mašinski fakultet u Nišu je razvojem procedura i opreme omogućio da se izvrše potrebna ispitivanja.

LITERATURA

[1] EN 13230-1 Railway applications - Track Concrete sleepers and bearers –Part 1: General requirements;

[2] P. Milosavljević, S. Jovanović, D. Jovanović, G. Radoičić, V. Blagojević, ''S*imulation and experimental stress analysis of waste compression assembly in utility vehicles for the removal of communal waste "norba" type with two actuators'',* Facta Univesitatis - Series Mechanical Engineering, Vol 8 No1, 2010, pp 11-20 UDK 629.114.4 ISSN 0354-2025

EXPERIMENTAL METHODS IN TECHNOLOGICAL PARAMETERS DETERMINATION IN MAKING OF THE B70 CONCRETE SLEEPERS

Abstract – Production and control conditions of concrete sleepers are defined by the Directive ZJŽ 334 and EN 13230-2 standards. In order to achieve the prescribed quality of concrete sleepers, it is necessary to perform a series of technological and control investigations that provide the desired quality thresholds. In the certified laboratory at Faculty for Mechanical Engineering in Nis, a control system for the hydraulic press of 100 tons is designed which can produce the required test conditions according to EN norms. This paper presents the study of the technological force of tension wire for prestressed concrete is made out of concrete threshold and static and dynamic control tests according to EN norms. The relation is established between the pressure of hydraulic tools, which is tightening the wire, and the tension in the strings, as well as stress distribution uniformity in all prestressed strings. It also presents the results of static testing of concrete cube samples to ensure the quality of concrete required for making of the concrete sleepers. Acquired results provide the reliability and quality control of technological parameters for production of concrete sleepers in MIN DIV A.D. - Svrljig.

Key words – Concrete Sleepers B70, Experimental Analysis, Static And Dynamic Testing of Concrete Sleepers According To En 13230-2 Standards

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

INFORMACIONI SISTEM ZA OBAVEŠTAVANJE NA ŽELEZNIČKIM STANICAMA

Branislav T. JEVTOVIĆ[1]
Danilo J. OKLOBDŽIJA[2]
Vladica S. UBAVIĆ[3]
Stefan N. KOSTIĆ[4]

Rezime *–U mnogim ustanovama od javnog interesa javlja se potreba za usmeravanjem pojedinaca na određenu lokaciju javnim objavljivanjem informacija od opšteg značaja za tu ustanovu, ali i mogućnost personalizacije obaveštavanja pojedinaca ili interesnih grupa. Sve veći broj mobilnih uređaja sa bluetooth tehnologijom, njihova opšta prisutnost i niska cena opredelili su projektante da koriste tu tehnologiju, kao baznu, pri komunikaciji sa korisnicima informacionog sistema. Bluetooth komunikacija pruža veliki spektar upotrebljivosti, počev od velike funkcionalnosti i efikasnosti do velikih ušteda. Mrežna infrastruktura i modularnost realizovanog informacionog sistema omogućavaju efikasno pružanje servisa putnicima i zapošljenima na železničkim stanicama. Pored informacija prikupljenih standardnim radnim stanicama, korisnicima su dostupne informacije koje se prikupljaju sa Interneta parsiranjem RSS Feed datoteka. Personalizacija informaisanja pojedinaca ili interesnih grupa realizovana je korišćenjem OBEX Object Push protokola, kojim je moguće opsluživati veći broj mobilnih korisnika istovremeno. U radu je prikazan razvoj jednog takvog informacionog sistema za obaveštavanje na železničkim stanicama u kome su implementirana iskustva stečena prilikom realizacije sličnog sistema u Visokoj poslovnoj školi strukovnih studija u Blacu.*

Ključne reči – Bluetooth, Informacioni sistem, Mobilni korisnici, Železničke stanice

1. UVOD

Informacioni sistemi (IS) je skup ljudi, podataka, sredstava za obradu podataka i odgovarajuće aktivnosti, čijom interakcijom dolazi do generisanja i obrade informacija u nekoj organizaciji. Osnovna uloga svakog informacionog sistema je sakupljanje, čuvanje, obrada i prenošenje informacija. Internacionalna federacija za obradu podataka (International Federation for Information Processing – IFIP) definiše informacioni sistem na sljedeći način: "Informacioni sistem je sistem koji prikuplja, pamti, čuva, obrađuje i isporučuje informacije važne za organizaciju i društvo, tako da budu dostupne i upotrebljive za svakog ko se želi njima koristiti, uključujući rukovodstvo, klijente, zaposlene i ostale. Informacioni sistem aktivni je društveni sistem koji se može, ali i ne mora, koristiti informacionom tehnologijom."

Polazeći od činjenice da sve veći broj mobilnih uređaja ima mogućnost komunikacije korišćenjem bluetooth tehnologije, opredelila je projektante da izaberu bluetooth kao bazičnu platformu za komunikaciju sa ljudima. U informacionim sistemima ovoga tipa, komunikacija među partnerima podrazumeva: međusobno otkrivanje, prepoznavanje, dogovaranje komunikacijskih parametara i samu komunikaciju u realnom vremenu. Bluetooth tehnologija u potpunosti zadovoljava postavljene zahteve za komunikaciju u ograničenom prostoru jedne ustanove, tj. na bliskim udaljenostima između datih uređaja.

Sistem za informisanje ljudi u ustanovama bi trebalo da omogući pravovremeno informisanje i usmeravanje ljudi na ograničenom prostoru. Ovakav sistem je veoma pogodan za primenu u svim javnim i privatnim ustanovama kao servis usluge obaveštavanja i javljanja. Na primer, u školama ili

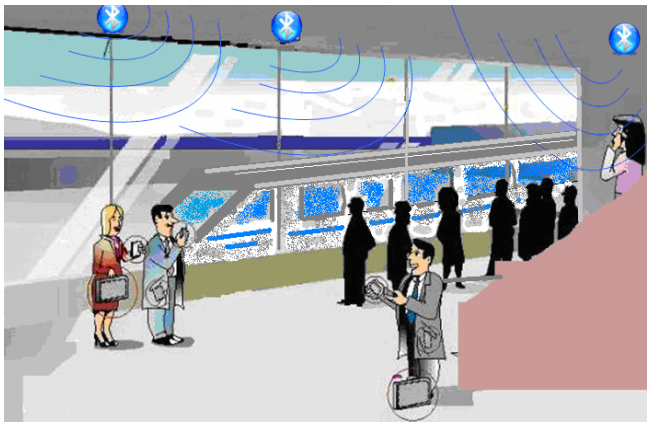
[1] dr Branislav T. JEVTOVIĆ dipl.inž., Visoka poslovna škola strukovnih studija, Blace, banej@vpskp.edu.rs.
[2] dr Danilo J. OKLOBDŽIJA dipl. inž., Visoka poslovna škola strukovnih studija, Blace, odanilo@vpskp.edu.rs.
[3] Vladica S. UBAVIĆ MSc informatike, Visoka poslovna škola strukovnih studija, Blace, ubavic@vpskp.edu.rs.
[4] Stefan N. KOSTIĆ inž. informatike, Visoka poslovna škola strukovnih studija, Blace, kostic@vpskp.edu.rs.

fakultetima sistem se može koristiti za slanje rasporeda ispita i predavanja, u cilju uštede vremena i izbegavanja nepotrebnih gužvi u holovima.

Informacioni sistem za obaveštavanje ljudi realizovan u visokoj poslovnoj školi strukovnih studija u Blacu, projektovan je modularno. To omogućava da pojedini moduli mogu funkcionisati zasebno ali i kao deo veće celine. Modularni sistem je funkcionalniji, lakše proširiv, i jednostavniji za održavanje. Takođe modularna organizacija omogućava da se određeni moduli postave na udaljenim mestima, pri čemu ceo sistem i dalje funkcioniše kao sinhronizovana celina. Modularna organizacija omogućava i parcijalnu dogradnju pojedinih modula, bez negativnog uticaja na ostale module.

Pristupačnost, niska cena i velike opšte mogućnosti mobilnih uređaja sa bluetooth tehnologijama, stvaraju mogućnost komercijalne primene ovakvih informacionih sistema. Počev od trafika i stajališta gradskih autobusa ovakvi sistemi bi putnike obaveštavali o informacijama koje su u njihovom interesu. Takođe je moguća primena u bolnicama gde bi ovakvi informacioni sistemi omogućili izbegavanje gužvi na šalterima, lutanja po zgradi i ometanje osoblja tražeći određeno odeljenje.

U ovom radu prikazana je mogućnost korišćenja ovakvih informacionih sistema na železničkim stanicama. Informacioni sistem za obaveštavanje putnika i osoblja na železničkim stanicama bitno unapređuje kvaliteta usluga železnice, i time doprinosi realizaciji ciljeva definisanih u Povelji o međunarodnom putničkom saobraćaju donete 11.12.2005 godine [2]. Ilustracija primene ovakvog informacionog sistema na železničkim stanicama dat je na slici 1.



Slika 1. IS za obaveštavanje na železničkim stanicama

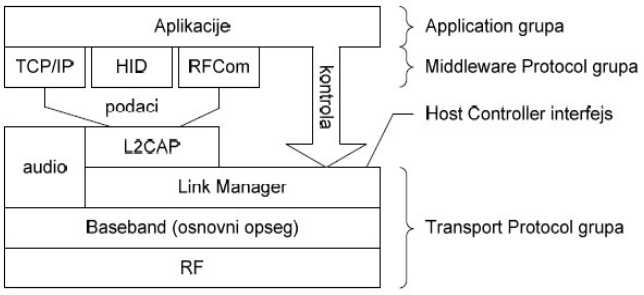
2. BLUETOOTH

Bluetooth je standard za bežični prenos podataka i govora, kratkog dometa, namenjen za malu potrošnju i jeftine bežične komunikacije, koje se baziraju na radio tehnologiji. Bluetooth specifikacija je sada postala IEEE standard pod nazivom 802.15 WPAN (Wireless Personal Area Network). Veliki broj kompanija kakve su Ericsson, Intel, Nokia, Toshiba, Microsoft, Motorola, i druge, članovi su Bluetooth Special Interest Group (SIG) koja prvenstveno ima za cilj da radi na razvoju i evoluciji ovog standarda, kao i njegovom masovnom uvodjenju na tržište.

Bluetooth bežična tehnologija omogućava povezivanje prenosnih i desktop računara, računarske opreme, mobilnih telefona, kamera i drugih digitalnih uređaja upotrebom bežičnih veza na relativno malim udaljenostima. Bluetooth uređaji rade u frekvencijskom opsegu od 2.4 GHz do 2.4835 GHz, tj. u tzv. industrijsko-naučno-medicinskom, ISM (Industrial-Scientific-Medicine) opsegu. Kako je ISM pojas svakom otvoren, radio sistemi koji rade u ovom frekvencijskom opsegu moraju biti tako projektovani da se uspešno nose sa problemima interferencije i fedinga (fading, promena jačine signala).

Dva ili više uređaja koji dele isti kanal, čine mrežu, nazvanu piconet. U njoj se jedan uređaj ponaša kao nadređen (master), kontrolišući saobraćaj u piconet mreži. Ostali su uređaji podređeni (slave). Da bi uređaji mogli da komuniciraju moraju raditi sinhronizovano i upotrebljavati istu sekvencu preskakanja.

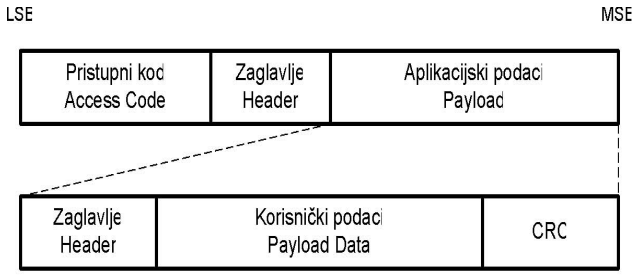
Tekuće implementacije Bluetooth-a se prvenstveno odnose na jednostavne veze tipa tačka-ka-tački (point-to-point) izmedju dva uredjaja, koji se medjusobno nalaze u dometu. Bluetooth specifikacijom ne definišu se samo povezivanja tipa tačka-ka-taki, nego i konekcije pomoću kojih se ostvaruju složene mrežne topologije. Bluetooth specifikacija deli Bluetooth protokol stack na tri logičke grupe. Kao što se vidi sa slike 2 to su Transport Protocol grupa, Middleware Protocol grupa, i Application grupa [4].



Slika 2. Bluetooth protokol grupe

Bluetooth specifikacija, za potrebe komunikacije izmedju uredjaja, koristi tehnike TDD i TDMA [5]. Jedan vremenski slot traje 625 ms i odgovara paketu jedinične dužine. Na baseband nivou paket sadrži kôd-pristupa (access code), zaglavlje, (header) i informaciju za korisnika (payload), što je prikazano na

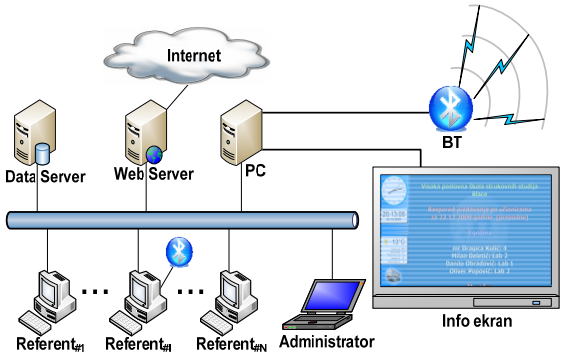
slici 3.



Slika 3. Struktura Bluetooth paketa

3. ARHITEKTRUA INFORMACIONOG SISTEMA

Bazična infrastruktura realizovanog informacionog sistema za obaveštavanje mobilnih korisnika, na železničkim stanicama, prikazana je na slici 4. Specifičnost ove infrastrukture ogleda se što pored standardnih servera (Data server i Web server) postoji i namenski PC računar, koji omogućava Bluetooth komunikaciju. U konkretnoj realizaciji ovaj PC računar je iskorišćen i za i prikaz informacija na namenskom info ekranu.



Slika 4. Arhitektura informacionog sistema

Sa slike se može uočiti da je moguće bluetooth komunikaciju realizovati i lokalno na bilo kojoj referentskoj radnoj stanici. Osnovan uloga referentskih radnih stanica je da omoguće efikasno prikupljanje podataka i njihovo smeštanje u odgovarajuću bazu podataka. Ovi podaci se odnose na informacije od interesa za putnike i osoblje stanice. Pored servera i referentskih radnih stanica postoji i namenska administratorska radna stanica, koja omogućava pristup svim resursima informacionog sistema.

4. SOFTVERSKI PODSISTEM

Osnovni softverski moduli realizovanog sistema su:

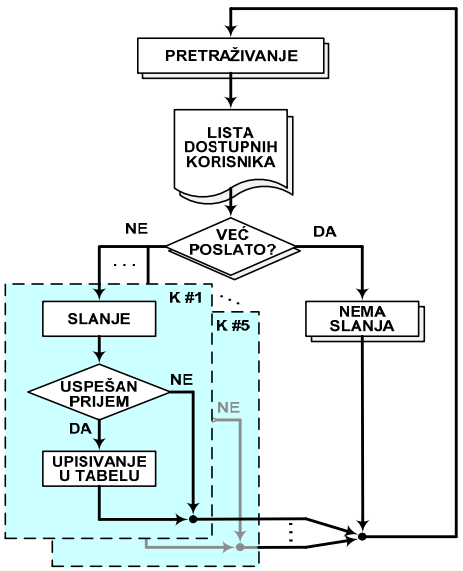
1. Modul referentskih stanica;
2. Modul info ekrana;
3. Modul za informisanje mobilnih korisnika.

Kao razvojni alat korišćen je Microsoft Visual Studio 2005. Pored standardnih biblioteka korišćena je i 32.Feet biblioteka nezavisnog proizvodjača „In The Hand LTd“ [3]. Ova biblioteka omogućava upravljanje Bluetooth uređajem koji je povezan na računar.

Modul referentskih stanica je standardan modul za unos podataka u odgovarajuće tabele MySQL baze podatka. Arhitektura informacionog sistema omogućava pristup bazama i posredstvom Web servera, normalno uz odgovarajuće dozvole administratora.

Modul info ekrana realizovan je kroz dva zasebna servisa. Prvi servis je zadužen za prikaz informacija na info ekran, dok je drugi servis zadužen za preuzimanje meteoroloških podataka sa najbliže meteorološke stanice i prosleđivanje tih podataka servisu zaduženom za prikaz. Servis za prikaz podataka na ekranu, koristi Windows GDI drajvere za prikaz slike na ekranu. Servis se sastoji od više modula: sat, meteorološki podaci, i modul za skrol teksta. Podaci se osvežavaju na svakih 60 sekundi. Servis za prikupljane meteoroloških podataka se služi internet konekcijom za preuzimanje podataka u obliku RSS Feed [1] sa zvanične internet prezentacije Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije. RSS Feed datoteka se parsira i prevodi u programu razumljive podatke, zatim te podatke upisuje u MySQL bazu. Podatci o vremenu se osvežavaju na svakih 60 minuta.

Proces slanja podataka se sastoji od više faza, pretraživanje, upoređivanje pronađenih MAC adresa uređaja sa tabelom adresa koja se nalazi u bazi podataka (da bi se sprečilo ponovno slanje informacija korisnicima), slanje podataka, upisivanje u tabelu MAC adresa uređaja, slika 5.



Slika 5. Komunikacija sa mobilnim korisnikom

Faza pretraživanja se ponavlja na svakih 30 sekundi, ukoliko slanje nije u toku. Pretraživanjem se dobija slika prisutnih uređaja. Slanje podataka je omogućeno na maksimalno pet uređaja istovremeno. Komunikacija sa svakim uređajem se ostvaruje pokretanjem posebne niti (thread) koja je zadužena samo za odabrani uređaj (K#1 .. K#5). Po završetku komunikacije sa uređajem, ne bitno od ishoda da li je datoteka uspešno prosleđena ili ne, nit koja je bila zadužena za komunikaciju prekida sa radom. Na taj način se dozvoljava komunikacija sa drugim uređajem i kreiranje nove niti bez zauzimanja previše resursa na računaru.

5. ZAKLJUČAK

U ustanovama sa velikom fluktuacijom ljudi i velikim brojem prostorija javlja se potreba za usmeravanjem svakog pojedinca na određenu lokaciju. Da se ne bi uzalud trošili ljudski resursi i gubilo vreme, a sa tendencijom razvoja novih tehnologija, krenuli smo u razvoj digitalnog sistema za obaveštavanje i informisanje u ustanovama od javnog interesa.

Informacioni sistem za obaveštavanje mobilnih korisnika, realizovan za potrebe obaveštavanja na železničkim stanicama, omogućava efikasno obaveštavanje putnika i osoblja. Sve veći broj mobilnih uređaja sa bluetooth tehnologijom i njihova relativno niska cena opredelio je projektante da koriste tu tehnologiju pri komunikaciji sa mobilnim korisnicima. Bluetooth komunikacija pruža veliki spektar upotrebljivosti, počev od velike funkcionalnosti i efikasnosti do velikih ušteda.

Modularna organizacija sistema omogućava nezavisno informisanje putem info ekrana i putem odgovarajućih mobilnih uređajima. Takođe modularna organizacija omogućava da se određeni moduli postave na udaljenim mestima..

LITERATURA

[1] Dave Winer, “RSS 2.0 Specification”, July 15. 2003, Available: http://cyber.law.harvard.edu/rss/rss.html [Accessed: March 2010]

[2] Železnice Srbije, " POVELJA", Dostupno: http://www.zeleznicesrbije.com/active/sr-latin/home/glavna_navigacija/putnicki_saobracaj/medjunarodni_saobracaj/node_1186571723.html [Pristupano: Maj 2010

[3] Peter Foot, “InTheHand Library - .NET Components for Mobility”, Available: http://32feet.net/library/Default.aspx [Accessed: March 2010].

[4] Sailesh Rathi, „Blue Tooth Protocol Architecture“, Dedicated Systems Magazine, 2000 Q4, pp 28 – 33, Microware Systems Corporation, Available: http://www.dedicated-systems.com/magazine/00q4/2000q4_p028.pdf [Accessed: March 2010].

[5] Univerzitet u istočnom Sarajevu, Elektrotehnički fakultet, „Prenos podataka - Bluetooth“, Dostupno: http://www.etf.unssa.rs.ba/~slubura/prenos_podataka/PREN-POD-KNJIGA+DODACI/Bluetooth.pdf [Pristupano: Februar, 2010]

INFORMATION SYSTEM FOR SENDING INFORMATIONS ON RAILWAY STATION

Branislav T. JEVTOVIĆ
Danilo J. OKLOBDŽIJA
Vladica S. UBAVIĆ
Stefan N. KOSTIĆ

Abstract – In many public institutions there is a need for guidance individuals on the specific location, by publishing information of general importance to the institution, with the ability to personalize information of individuals or interest groups. An increasing number of mobile devices with Bluetooth technology, their general presence and low price, have led designers to choose Bluetooth technology as a basis for communication with mobile users. Bluetooth communication provides a wide range of usability, from the powerful functionality and effectiveness to big savings. Network infrastructure and modularity of the realized information systems enable the effective delivery of services to travelers and employees at railway stations. In addition to information collected by standard workstations, users have access to information that is collected by parsing the RSS files. Personalization of information for individuals or interest groups can be achieved by using the OBEX Object Push Protocol, which can serve multiple mobile users simultaneously. This paper presents the development of such an information system for information on railway stations in which are applied experience learned during the implementation of similar systems in the High Business School of Professional Studies in Blace.

Key words – Bluetooth, Information system, Mobile users, Railway station.

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

MERNA OPREMA ZA DINAMIČKA I KVAZISTATIČKA ISPITIVANJA ŽELEZNIČKIH VOZILA [A]

Dragan PETROVIĆ [1]
Aranđel BABIĆ [2]
Milan BIŽIĆ [3]
Mirko ĐELOŠEVIĆ [4]

Rezime *– U radu je dat prikaz merne opreme koja je razvijena u Centru za železnička vozila Mašinskog fakulteta u Kraljevu. Oprema se može koristiti za ispitivanja železničkih vozila prema propisima UIC 518 (mirnoća hoda i stabilnost kretanja) i UIC 530-2 (ispitivanje podužnih sila i ponašanja vagona pri prolasku kroz S-krivinu). Merna oprema služi za kontinualno, bežično merenje sila u kontaktu točak-šina, podužnih sila na automatskim kvačilima, bočnih sila, ubrzanja, visine odizanja točkova vagona, digitalizaciji mernog signala, radio prenosu i odgovarajućoj obradi primljenih signala.*

Ključne reči – Vozila, železnica, ispitivanje, dinamika

1. UVOD

Osnovna strategija razvoja Centra za železnička vozila Mašinskog fakulteta u Kraljevu usmerena je u tri pravca. Prvi pravac razvoja odnosi se na sistematično i efikasno izvođenje nastave i obrazovanja studenata iz oblasti železničkog mašinstva na Mašinskom fakultetu u Kraljevu, na svim nivoima studija. Drugi pravac razvoja odnosi se na nabavku savremene merne opreme i adekvatno ojačavanje kadrova Centra, kao i na njihovo kontinualno usavršavanje u skladu sa vodećim svetskim trendovima iz oblasti železničkog mašinstva. Treći pravac razvoja odnosi se na naučno-istraživački rad Centra koji podrazumeva učešće u naučno-istraživačkim projektima i saradnju sa privredom.

Trenutno se realizuje FP-7 projekat finansiran od strane Evropske komisije i Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije čije je trajanje 36 meseci (Maj 2008–April 2011), a čiji je cilj upravo ojačanje Centra za železnička vozila Mašinskog fakulteta u Kraljevu. Rezultati projekta koncipirani su u skladu sa iznetim pravcima razvoja Centra, i u okviru projekta razvijena je i nabavljena savremena merna oprema za kvazistatička i dinamička ispitivanja železničkih vozila, prema međunarodnim propisima UIC 518 – za mirnoću hoda i sigurnost kretanja, i UIC 530-2 – za ispitivanje podužnih sila i ponašanja vagona pri prolasku kroz S-krivinu.

2. MERNA OPREMA

Razvijena merna oprema služi za kvazistatička i dinamička ispitivanja železničkih vozila, u skladu sa međunarodnim propisima UIC 518, za mirnoću hoda i sigurnost kretanja, i UIC 530-2, za ispitivanje podužnih sila i ponašanja vagona pri prolasku kroz S-krivinu.

U okviru merne opreme razvijeni su merni sistemi koje karakteriše kontinualno merenje sa bežičnim prenosom signala, među kojima su:

- Merni sistem za merenje bočne (Y) i vertikalne (Q) komponente sile koja se javlja u kontaktu između točka i šine
- Merni sistem za merenje bočne sile (H) i bočnog ubrzanja osovinskog sklopa, kao i visine odizanja točkova
- Merni sistem za merenje sile pritiska na automatskom kvačilu
- Merni sistem za merenje ubrzanja sanduka vagona
- Probnica za kalibraciju i ispitivanje mernih osovinskih sklopova

3. MERNI SISTEM ZA MERENJE Y I Q

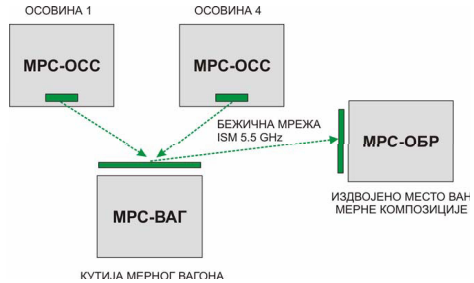
[1] Prof. Dr Dragan PETROVIĆ, Mašinski fakultet Kraljevo, Dositejeva 19, Kraljevo, petrovic.d@mfkv.kg.ac.rs
[2] Prof. Dr Aranđel BABIĆ, Mašinski fakultet Kraljevo, Dositejeva 19, Kraljevo, babic.a@mfkv.kg.ac.rs
[3] Milan BIŽIĆ, Mašinski fakultet Kraljevo, Dositejeva 19, Kraljevo, bizic.m@mfkv.kg.ac.rs
[4] Mr Mirko ĐELOŠEVIĆ, Mašinski fakultet Kraljevo, Dositejeva 19, Kraljevo, djelosevic.m@mfkv.kg.ac.rs

[A] Ovaj rad nastao je u sklopu Projekta finansiranog od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Vlade Republike Srbije, pod nazivom „Osposobljavanje i priprema za akreditaciju Laboratorija za ispitivanje železničkih vozila saglasno Evropskim normama – podrška izvozu“ – Evidencioni broj TR-14019

SILE KOJA SE JAVLJA U KONTAKTU IZMEĐU TOČKA I ŠINE

Ovaj merni sistem namenjen je za kontinualno merenje bočne i vertikalne sile koja se javlja u kontaktu između točka i šine, a odlikuje se bežičnim prenosom signala. Sistem je zasnovan na merenju deformacije monoblok točka u posebno odabranim tačkama, pomoću mernih traka, zatim na digitalizaciji mernog signala, radio prenosu do statičkog elektronskog modula u kutiji vagona, kao i na odgovarajućoj obradi primljenih signala radi izračunavanja vrednosti komponenata sila.

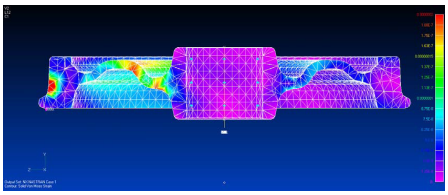
Osnovne komponente sistema su: dva merna osovinska sklopa teretnog vagona opremljena sa mernim trakama, elektronsko računarska jedinica za prijem i skladištenje signala tokom merenja, i računarski modul za obradu i prikazivanje rezultata merenja. Navedene komponente međusobno su povezane u bežičnu eternet mrežu koja im omogućava međusobnu komunikaciju.



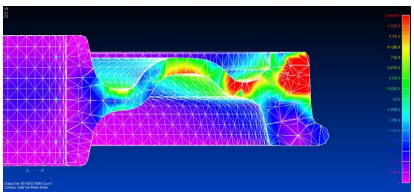
Slika 1. Osnovna blok šema mernog sistema za merenje bočne (Y) i vertikalne (Q) komponente sile

3.1. Merni osovinski sklop

Merni osovinski sklop zasnovan je na osovinskom sklopu češkog proizvođača Bonatrans, nosivosti 22,5t, sa dva monoblok točka prečnika 920mm. Na monoblok točkovima nalaze se merne trake čija je namena merenje deformacije koju izaziva dejstvo vertikalne i bočne sile. Položaj postavljanja mernih traka određen je na osnovu analize deformacija točka, pri čemu je korišćen softverski paket zasnovan na metodi konačnih elemenata.

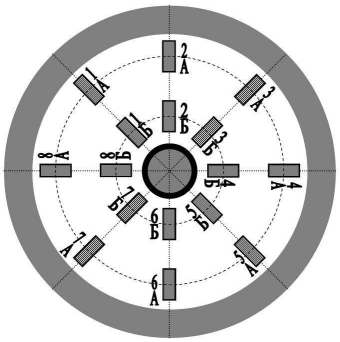


Slika 2. Deformacija točka pod dejstvom Y sile



Slika 3. Deformacija točka pod dejstvom Q sile

Merna mesta su po obimu točka raspoređena na 8 jednako udaljenih pozicija, sa ugaonim rastojanjem od 45°, a merne trake su grupisane po četiri obima na različitim radijalnim rastojanjima. Dve grupe od po 8 mernih traka na jednom prečniku nalaze se sa spoljašnje strane točka, a dve grupe sa unutrašnje strane točka.



Slika 4. Raspored mernih traka na dva radijalna rastojanja na jednoj strani točka

Povezivanjem mernih traka u granama mernog mosta obezbeđena je maksimalna osetljivost. Vrednosti napona mernog mosta u svakoj od četiri trake detektuju se odgovarajućom obradom u računarskoj jedinici. Otpornost pojedinačnih traka je 350 Ω, a ukupna otpornost svakog od osam punih mostova po točku je 350 Ω. Prenos podataka merenja sa rotirajuće osovine do kutije u mernom vagonu ostvaruje se radio vezom pomoću specijalnog elektronskog modula.

Slika 5. Elektronski radio modul kojim se prenose merni signali sa rotirajuće osovine

Napajanje kompletnog mernog sistema obavlja se preko odgovarajućeg modula za napajanje koji obezbeđuje nominalni napon od 7,2 V, a zasnovan je na bazi 12 ponovo punjivih baterijskih ćelija. Ovaj baterijski modul montira se na rotirajuću osovinu preko posebnog mehaničkog sklopa koji omogućava lako skidanje i postavljanje.

3.2. Elektronsko-računarska jedinica za prijem i skladištenje signala tokom merenja

Elektronsko-računarska jedinica za prijem i skladištenje signala tokom merenja smešta se u kutiju unutar mernog vagona. Osnovni deo ove jedinice je personalni računar koji radi pod operativnim sistemom Linux Ubuntu, koji je centralni deo LAN eternet mreže. Posredstvom ove mreže sabiraju se signali sa mernih osovina, akcelerometara, merača odizanja točkova i ostalih senzorskih elemenata. Kompletna jedinica je, radi lakšeg rada, skladištenja i transporta smeštena u aluminijumsku kutiju, zajedno

sa akumulatorskim napajanjem i elementima koji su potrebni za instalaciju sistema u merni vagon.

3.3. Računarski modul za obradu i prikazivanje rezultata merenja

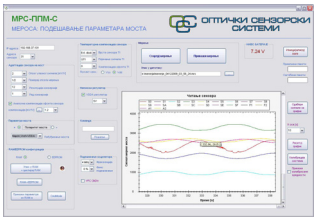
Računarski modul za obradu i prikazivanje rezultata merenja nalazi se na izdvojenom mestu van kompozicije sa mernim vagonom.

Slika 6. Računarski modul na izdvojenom mestu van kompozicije sa mernim vagonom

U realnom vremenu prima rezultate merenja od jedinice za skladištenje, obrađuje ih na odgovarajući način u cilju dobijanja merenih veličina – vertikalne sile, bočne sile i izvedenih veličina, i prikazuje dobijene rezultate. Po potrebi, ovaj modul može se nalaziti i u samom mernom vagonu.

3.4. Softverski paket za podešavanje parametara mernih mostova

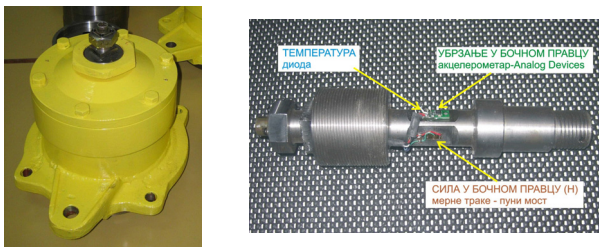
Softverski paket MRS-PPM-S služi za podešavanje parametara vezanih za akviziciju signala sa mernih traka, kao što su rezolucija i brzina konverzije, ofset i pojačanje signala, temperaturska kompenzacija i sl.



Slika 7. Korisnički interfejs softverskog paketa

4. MERNI SISTEM ZA MERENJE BOČNE SILE I BOČNOG UBRZANJA OSOVINSKOG SKLOPA, KAO I VISINE ODIZANJA TOČKOVA

Merenje bočne (H) sile i bočnog ubrzanja vrši se posredstvom posebnog mehaničkog sklopa – pretvarača H sile, na kome je omogućeno postavljanje mernih traka. Ovaj sklop je specijalno konstruisan tako da omogući efikasnu i linearnu konverziju sile koja deluje u bočnom pravcu u deformaciju senzorskog elementa.



Slika 8. Pretvarač za merenje bočne sile

Dve bočne strane pretvarača sile kod ovog mehaničkog sklopa nose po par mernih traka, koje su međusobno postavljenje pod pravim uglom. Ove četiri merne trake čine jedan puni merni most, pri čemu je ostvarena maksimalna osetljivost merenja deformacija pritiska i istezanja (odnosa H sila) i kompenzacija svih drugih uticaja (momenta savijanja, temperature).

Ubrzanje u bočnom pravcu meri se pomoću posebnog elektronskog sklopa dimenzija 20x10mm, koji je opremljen dvoosnim akcelerometrom Analog Devices ADXL320JCP. Napajanje i signal sa akcelerometra, napajanje elektronskog modula, napajanje i signal mernog mosta za merenje H sile se, posredstvom 7-pinskog konektora, koji se nalazi na izlaznom vrhu pretvarača sile, povezuju sa odgovarajućom elektronskom jedinicom.

Mehanički sklop za merenje visine odizanja točka pretvara visinu odizanja u ugaoni pomeraj kraka koji drži klizače na šini, sa prednje i zadnje strane točka. Prilikom odizanja točka telo pretvarača se izdiže i uglovi oba kraka klizača po šini smanjuju se u odnosu na normalu.

Slika 9. Pretvarač za merenje visine odizanja točka

5. MERNI SISTEM ZA MERENJE SILE PRITISKA NA AUTOMATSKOM KVAČILU

Sila pritiska na automatskom kvačilu meri se posebno instrumentalizovanim setom kvačila tipa SA-3, koja se postavljaju na vagone koji se nalaze ispred i iza mernog vagona u mernoj kompoziciji.

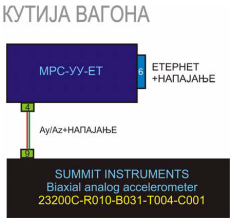
Slika 10. Automatsko kvačilo tipa SA-3

Dva para mernih traka postavljena su u pun merni most na jednom od kvačila. Dve merne trake su postavljene u pravcu

izduženja pri zatezanju, a druge dve su normalne na pravac istezanja i korise se za kompenzaciju. Detekcija i pobuđivanje mernog mosta, digitalizacija i slanje mernog signala vrši se odgovarajućom elektronskom jedinicom. Ovaj elektronski modul napaja se iz baterijskog modula, a eternet komunikaciju sa računarskim jedinicama ostvaruje posredstvom bežične radio veze u ISM opsegu na 2.4 GHz.

6. MERNI SISTEM ZA MERENJE UBRZANJA SANDUKA VAGONA

Merenje ubrzanja sanduka vagaona u bočnom i vertikalnom pravcu vrši se posredstvom kalibrisanog dvoosnog akcelerometra SUMMIT INSTRUMENTS 23200CR010-B031-T004-C001, opsega merenja ±10g i frekvencijskog propusnog opsega 31 Hz.



Slika 11. Blok šema mernog kompleta za merenje ubrzanja sanduka vagona

Ova merna jedinica se direktno vezuje za odgovarajuću računarsku jedinicu žičnom eternet vezom, posredstvom UTP kabla, preko koga se i napaja.

7. PROBNICA ZA KALIBRACIJU I ISPITIVANJE MERNIH OSOVINSKIH SKLOPOVA

Probnica je namenjena za kalibraciju i ispitivanje mernih osovinskih sklopova u kvazistatičkom i dinamičkom režimu. Osnovna namena probnice je kalibracija mernog osovinskog sklopa koji služi za određivanje bočne Y i vertikalne Q sile, koje deluju u kontaktu točak–šina, i njihovog odnosa Y/Q. Opremljena je hidrauličkim sistemima za zadavanje opterećenja u vertikalnom i bočnom pravcu do 100kN i 50kN po točku, respektivno. Sila se meri pomoću pretvarača sile C klase koji se nalaze u vertikalnom i bočnom pravcu u odnosu na pravac delovanja hidrauličnih cilindara. U toku kalibracije instrumentalizovanog osovinskog sklopa sila se očitava na alfa numeričkom displeju sa tačnošću od 1kg. Zadane sile u vertikalnom i bočnom pravcu proizvode u točku elastične deformacije koje se preko sistema mernih traka povezanih u Vitstonove mostove mere u vidu električnog naponskog signala. Merni signali se beskontaktno putem radio veze prenose do prijemnog računara gde se vrši akvizicija i obrada signala. U dinamičkom režimu kalibracije obezbeđeno je obrtanje mernog osovinskog sklopa preko pogonskog osovinskog sklopa koji ima ulogu šine. Pogonski sklop je preko kardanskog vratila povezan sa elektromotorom sa reduktorom, čiji se broj obrtaja menja pomoću frekventnog regulatora do 10Hz. Probnica omogućava ispitivanje odnosa bočne i vertikalne sile Y/Q u zavisnosti od položaja napadne tačke točka na glavu šine.

Slika 12. Probnica za kalibraciju i ispitivanje seta mernih osovinskih sklopova

LITERATURA

[1] R. Rakanović, D. Petrović, Z. Šoškić, T. Simović, "ISPITIVANJE MAŠINSKIH KONSTRUKCIJA", Mašinski fakultet Kraljevo, 2006. godina, ISBN: 86-82631-30-X
[2] D. Petrović, R. Rakanović, ŽELEZNIČKA VOZILA - PRAKTIKUM", Mašinski fakultet Kraljevo, 2006. godina, ISBN: 86-82631-31-8
[3] UIC 518 standard
[4] UIC 530-2 standard

MEASURING EQUIPMENT FOR DYNAMIC AND QUASISTATIC RAILWAY VEHICLES TESTING

Dragan PETROVIĆ
Aranđel BABIĆ
Milan BIŽIĆ
Mirko ĐELOŠEVIĆ

Abstract – This paper presents measuring equipment that has been developed at the Center for Railway Vehicles at the Faculty of Mechanical Engineering in Kraljevo. Equipment can be used to test railway vehicle according to UIC 518 (quiet walk and stability of movement) and UIC 530-2 (testing of longitudinal force and the behavior of cars passing through the S-curve). Measuring equipment is used to continuously measure the force in the wireless wheel-rail contact, the longitudinal force of the automatic clutch, side force, acceleration, altitude of up-lifting of wagon wheels, the digitalization of the measuring signals, radio transmission and appropriate processing of received signals.

Key words – Vehicles, Railway, Research, Dynamic

XIV НАУЧНО-СТРУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА О ЖЕЛЕЗНИЦИ ЖЕЛКОН '10

ИСПИТНИ СТО ЗА МЕРЕЊЕ КРУТОСТИ ГУМЕНО-МЕТАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА ПРИМАРНОГ ОГИБЉЕЊА У ТРИ ПРАВЦА

Милан БАНИЋ [1]
Горан РАДЕНКОВИЋ [2]
Срђан РАДЕНКОВИЋ [3]
Мирослав МИЈАЈЛОВИЋ [4]
Петар ЂЕКИЋ[5]

Резиме *– Електричне локомотиве српске железнице имају примарно огибљење са гумено-металним опругама. Апсорпционе карактеристике и крутост огибљења су изузетно значајни за мирноћу хода возила. У циљу типског испитивања гумено-металних елемената примарног огибљења израђен је испитни сто за мерење статичке крутости у три правца. У раду је описано мерно место и процедура испитивања.*

Кључне речи – испитни сто, гумено-метални елементи, огибљење, крутост, електрична локомотива

1. УВОД

Рационална конструкција возила са правилним функционисањем огибљења је од великог значаја за нормалну и безбедну експлоатацију возила и колосека. Огибљење железничких возила треба да обезбеди стабилност и мирноћу хода у вожњи. Огибљење се најчешће остварује лиснатим опругама-гибњевима, завојним опругама, гумено-металним елементима и ваздушним јастуцима.

Примарно огибљење електричних локомотива ЈП "Железница Србије" серије 441 (444) и 461 изведено је гумено-металним елементима типа "шеврон". Код пријема у серијском производном процесу врши се испитивање појединачних гумено-металних елемената. У обртном постољу, гумено-метални елементи се уграђују у пару и због тога, код типског испитивања се обавезно врши испитивање крутости/еластичности у пару. Због тога је израђен испитни сто за мерење статичке крутости у три правца. Мерно место за испитивање крутости у три правца гумено-металних елемената примарног огибљења електричних локомотива пројектовано је на Машинском факултету у Нишу у оквиру пројекта ТР14007. Оно је израђено уз помоћ ЈП "Железнице Србије" и фабрике МИН Локомотива користећи оригиналне делове са локомотиве уз бројне адаптације. Коришћењем хидрауличне пресе, лабораторијске мерне опреме и адаптивних алата врши се испитивање вертикалне статичке крутости, статичке крутости у бочном правцу и подужном правцу. Испитни сто обезбеђује аутентичне услове са обртног постоља електричних локомотива.

С обзиром да процедура оваквог испитивања није дефинисана железничким прописима, у оквиру пројекта је утврђен поступак испитивања и формиране су мерне листе које се користе у оквиру типског испитивања ових производа, за шта је добијена сагласност Дирекције за железнице Републике Србије.

[1] Асистент Милан БАНИЋ, Машински факултет Универзитета у Нишу, Александра Медведева 14, 18000 Ниш, banicmilan@hotmail.com
[2] Проф. др Горан РАДЕНКОВИЋ, Машински факултет Универзитета у Нишу, Александра Медведева 14, 18000 Ниш, rgoran@masfak.ni.ac.rs
[3] Срђан РАДЕНКОВИЋ, МИН Локомотива, Шумадијска 1, 18000 Ниш, srdjanradenkovic@gmail.com
[4] Асистент Мирослав МИЈАЈЛОВИЋ, Машински факултет Универзитета у Нишу, Александра Медведева 14, 18000 Ниш, miroslav_mijajlovic@masfak.ni.ac.rs
[5] Петар ЂЕКИЋ, Машински факултет Универзитета у Нишу, Александра Медведева 14, 18000 Ниш, djekicpetar@yahoo.com.

2. ПРИМАРНО ОГИБЉЕЊЕ ЕЛЕКТРИЧНИХ ЛОКОМОТИВА

Основна функција примарног огибљења локомотива је остваривање еластичних веза између осовинских склопова и рама обртних постоља дуж праваца: подужног тј. логитудиналног (x – правац), бочног тј. латералног (y – правац) и вертикалног (z – правац). Еластичне везе у вертикалном правцу врше функцију вешања-ослањања рама обртних постоља, док еластичне везе у бочном и подужном правцу врше функцију вођења осовинских склопова по прузи.

На слици 1 приказан је део обртног постоља електричне локомотиве серије 441 (444), односно примарно огибљење изведено са гумено-металним елементима.

Слика 1. Гумено-метални елементи примарног огибљења у раму обртног постоља електричне локомотиве серије 441

Избором одговарајућег облика и квалитета гуме, могуће је у широком дијапазону варирати вредности крутости у три правца (c_x, c_y, c_z) и уз то још постићи жељени међусобни однос тих вредности.вредности крутости у три правца (c_x, c_y, c_z) и уз то још постићи жељени међусобни однос тих вредности. У изузетно реткој литератури у овој области нађене су препоруке за усвајање односа крутости у три правца. Тако је препорука да код обртних постоља за кретање по пругама са оштрим кривинама и средњим брзинама, треба усвојити мале вредности за c_x и c_y; код обртних постоља за велике брзине треба усвојити веће вредности c_x и средње вредности c_y; у случајевима непознатих и недефинисаних услова треба имати у виду грубу оријентациону релацију: $c_x : c_y : c_z$ = 1: (2-6) : (7-13)

Да би се обезбедило уједначено оптерећење свих осовина локомотиве и да би остварио конструкцијски статички угиб огибљења, потребно је да гумено-метални елементи имају прописане геометријске и међусобно уједначене еластичне карактеристике.

Код пријема у серијском производном процесу врши се испитивање појединачних гумено-металних елемената. Међутим, испитивање вертикалне статичке крутости појединачних елемената не одговара експлоатационим условима оптерећења, а такође не даје потпуну слику о крутости у сва три правца. Гумено-метални елементи се уграђују у пару и код типског испитивања се обавезно врши испитивање крутости у пару, што одговара експлоатационим условима. Због тога је постављен циљ да се формира мерно место, односно изради испитни сто за мерење статичке крутости у три правца.

Мерно место за испитивање крутости у три правца гумено-металних елемената примарног огибљења електричних локомотива серије 441 (444) и серије 461 пројектовано је на Машинском факултету у Нишу у оквиру пројекта ТР14007 Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије током 2008. и 2009. године.

3. МЕРНО МЕСТО

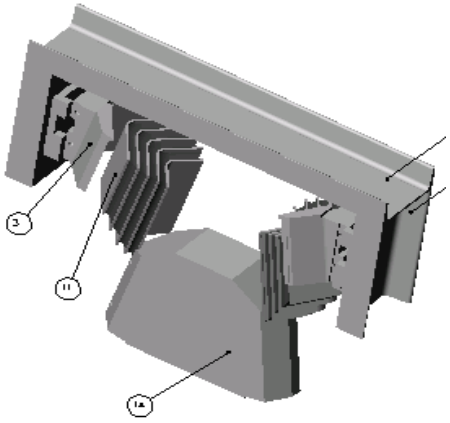
Испитивање се врши на хидрауличној преси са специјално израђеним алатом који у потпуности одговара условима који постоје на обртном постољу локомотиве. За сваки тип елемента постоје посебни држачи пакета, кућиште и додаци. Анализом је утврђено да је могуће извесним дорадама рама обртног постоља електричне локомотиве серије 441 и израдом додатних делова и адаптера обезбедити да један исти рам може да се искористи за три различита типа гумено-металних елемената:

- Коси гумени елемент примарног огибљења 17/1453 (L-9) - лок. 441 (444)
- Коси гумени елемент примарног огибљења средње осовине 17/1313 (J 5.1) - лок. 461
- Коси гумени елемент примарног огибљења крајње осовине 17/1314 (J 5.2) - лок. 461.

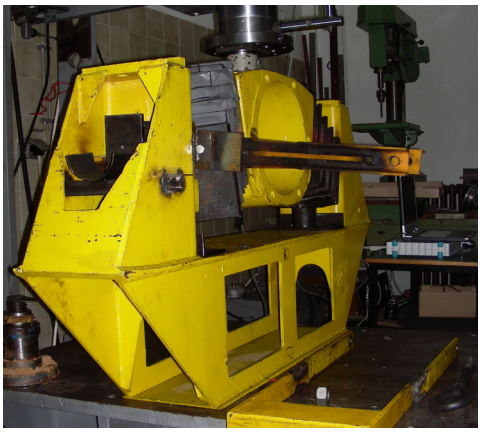
ЈП "Железнице Србије" уступило је један стари рам обртног постоља електричне локомотиве серије 441 за израду испитног стола. Према цртежима Машинског факултета у фабрици МИН Локомотива извршена је обрада рама и израда додатних делова за испитни сто.

Модел алата за приказан је на слици 2а) док је на слици 2б) приказан је реализовани испитни сто за испитивање крутости пара гумено-металних елемената у три правца у Лабораторији Машинског факултета у Нишу. Алат је исти за сва три различита типа гумено-металних елемената, али се разликују држачи и додатни уметци.

Шематски приказ мерног места - лабораторијског постројења за испитивање статичке крутости пара гумено-металних елемената дат је на слици 3.

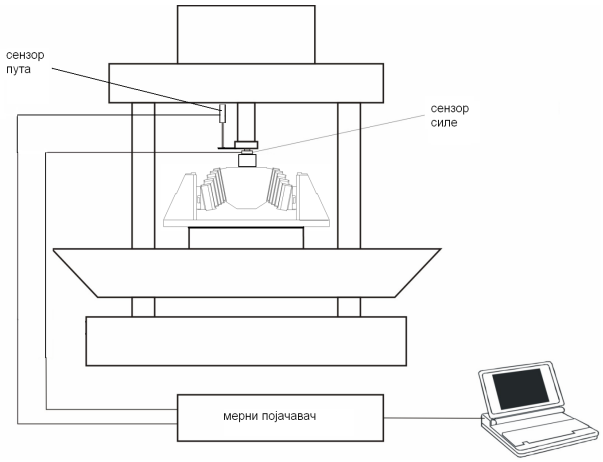


а)



б)

Слика 2. Модел и реални испитни за мерење крутости пара гумено-металних елемената у три правца

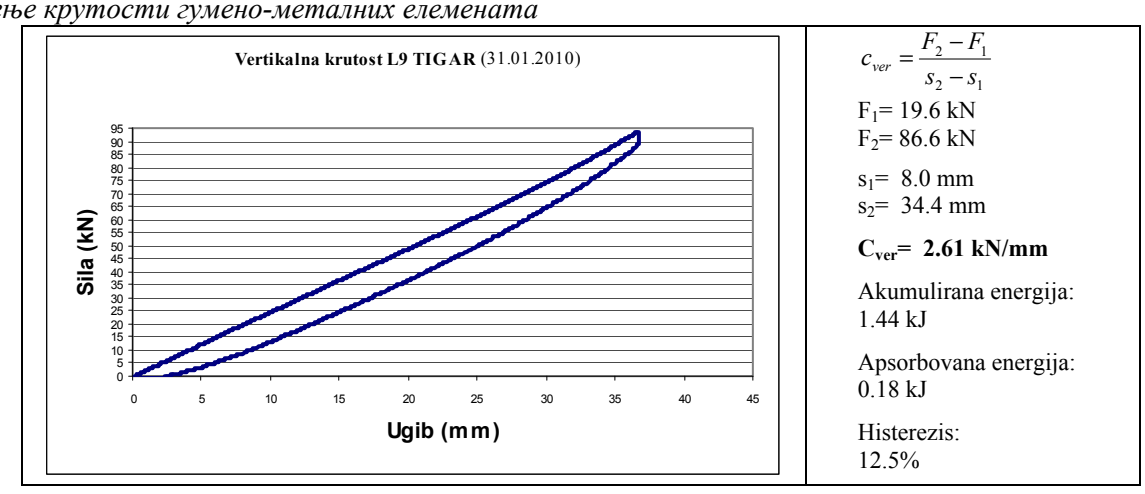


Слика 3. Шематски приказ мерног места за мерење крутости гумено-металних елемената

4. ПОСТУПАК ИСПИТИВАЊА

Услови испитивања тј. технички услови за испоруку гумено-металних елемената примарног огибљења железничких возила нису дефинисани железничким прописима, тако да произвођач и корисник усклађују техничке услове. Железнице Србије су прихватиле услове серијског испитивања које је поставила ASEA - произвођач локомотиве 441 и њихов добављач-произвођач гумено-металних елемената METALASTIK (данашњи TRELLEBORG).

У оквиру пројекта утврђен је поступак испитивања и мерне листе које су коришћене у оквиру типског испитивања.



$$c_{ver} = \frac{F_2 - F_1}{s_2 - s_1}$$

F_1= 19.6 kN
F_2= 86.6 kN

s_1= 8.0 mm
s_2= 34.4 mm

C_{ver}= 2.61 kN/mm

Akumulirana energija:
1.44 kJ

Apsorbovana energija:
0.18 kJ

Histerezis:
12.5%

Слика 4. Мерна листа вертикалне статичке крутости гумено-металног елемента електричне локомотиве сер. 441

Испитивање вертикалне статичке крутости и одређивање статичког хистерезиса пара гумено-металних елемената примарно огибљења се врши сабијањем пара елемената у вертикалном правцу до остварења максималне силе и после тога се врши растерећивање. При томе се мере и снимају величине силе и угиба. Брзина сабијања и растерећења треба да буде од 0.1 до 1 m/min.

На слици 4 приказана је мерна листа са испитивања вертикалне статичке крутости. Статички хистерезис представља однос апсорбоване и акумулиране енергије и описује карактеристику амортизације гумено-металних елемената огибљења.

Вертикална статичке крутости пара елемената се одређује према следећем обрасцу:

$$c_{ver} = \frac{F_2 - F_1}{s_2 - s_1}$$

где је: F_2 – сила од 86.6 kN за лок. 441 и 89.2 kN за лок. 461; F_1 – сила од 19.6 kN за лок. 441 и 44.8 kN за лок. 461; s_2 – угиб при сили од 86.6 kN за лок. 441, тј. угиб при сили од 89.2 kN за лок. 461; s_1 – угиб при сили од 19.6 kN за лок. 441, тј. угиб при сили од 44.8 kN за лок. 461.

Поступак испитивања статичке крутости у латералном и лонгитудиналном правцу је следећи:

Сабијање пара елемената статичком силом од 90 kN у вертикалном правцу;

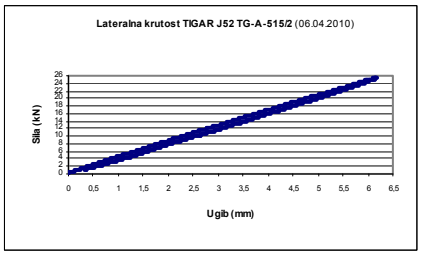
У условима вертикалног оптерећења од 90 kN врши се притисак на кућиште у бочном правцу, до максималне силе од око 25 kN;

У условима вертикалног оптерећења од 90 kN врши се притисак на кућиште у уздужном правцу до максималне силе од око 45 kN;

Статичка крутост пара елемената у бочном правцу се одређује из снимљене карактеристике у бочном правцу, према следећем обрасцу:

$$c_{lat} = \frac{F_{L2} - F_{1L}}{s_{L2} - s_{L1}}$$

где је: F_{L1} – сила у латералном правцу од 10.0 kN, S_{L1} – угиб при сили od 10.0 kN; F_{L2} – сила у латералном правцу од 22.0 kN, S_{L2} – угиб при сили од 22.0 kN.



$$c_{lat} = \frac{F_2 - F_1}{s_2 - s_1}$$

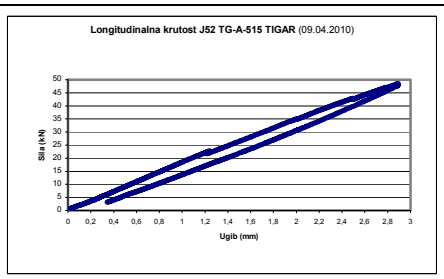
F_1= 10 kN
F_2= 22 Kn

s_1= 2.28 mm
s_2= 5.3 mm

C_{lat}= 3.97 kN/mm

Слика 5. Мерна листа латералне крутости елемената средње осовине ел. лок. сер. 461

На слици 5 приказана је мерна листа са испитивања латералне статичке крутости пара гумено-металних елемената средње осовине лок. сер. 461. Статичка крутост у лонгитудиналном правцу се срачунава слично као и у бочном правцу. На слици 6 приказана је мерна листа са испитивања лонгитудиналне статичке крутости.



$$c_{long} = \frac{F_2 - F_1}{s_2 - s_1}$$

F_1= 22 kN
F_2= 40 kN

s_1= 1.24 mm
s_2= 2.31 mm

C_{lat}=16.82 kN/mm

Слика 6. Мерна листа лонгитудиналне крутости елемената средње осовине ел. лок. сер. 461

5. ЗАКЉУЧАК

Испитивање крутости гумено-металних елемената примарног огибљења електричних локомотива у три правца, је изузетно значајно за домаћег произвођача - фабрику ТИГАР Техничка гума како би могла да се изврши верификација производа и добила употребна дозвола. С обзиром да овакав испитни сто не постоји у Србији и регионалном окружењу, израда испитног стола је значајно унапредило процес израде и верификације гумено-металних елемената примарног огибљења електричних локомотива серије 441 (444) и серије 461.

Овај пројект је показао да знање и искуство стручњака са универзитета, као и лабораторијска опрема на универзитету може успешно да се примени у процесу испитивања производа чиме се домаћој индустрији пружа експертска подршка у развоју и унапређењу производа.

LITERATURA

[1] P.B.Lindley: "Engineerimg Design with Natural rubber"**,** Technical Bulletin No 8, 1964.

[2] D. Stamenković, S. Radenković, M. Milić, S. Mladenović: "Gumeno-metalni elementi kod elektrolokomotiva", "ŽELEZNICE" br.2-1995. str.151-159.

[3] N.Stoiljković, D.Stamenković, G.Radenković, S.Radenković, D.Tonić: "Kontrola kvaliteta u održavanju železničkih vozila", XI naučno-stručna konferencija o železnici "ŽELKON '04", str. 205-209, Niš, 2004.

[4] ERRI, ASTM, ISO i UIC propisi

TESTING BENCH FOR THREE DIRECTION MEASURING STIFFNESS OF RUBBER-METAL SPRINGS OF PRIMARY SUSPENSION

Slobodan JOVANOVIĆ
Goran RADENKOVIĆ
Srđan RADENKOVIĆ
Miroslav MIJAJLOVIĆ
Petar ĐEKIĆ

***Abstract** – Serbian Railway electric locomotives possess primary suspension with rubber/metal springs. Absorb characteristic and stiffness of suspension are very important for vehicle running behaviour. Testing bench for measuring the stiffness was made up in order to perform the approval test. Measuring place and procedure are described in the paper.*

***Key words** – testing bench, rubber/metal spring, suspension, stiffness, electric locomotive*

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

TERMIČKO OPTEREĆENJE TOČKOVA ŽELEZNIČKIH VOZILA I OPASNOST OD PUCANJA TOČKOVA

Milorad PAVIĆ[1]
Vojkan LUČANIN[2]

Rezime *–Točak železničkih vozila je izložen značajnim mehaničkim opterećenjima nastalim kao posledica složenog dinamičkog kretanja voza. Pored toga, kod železničkih vozila koja imaju kočnice sa papučama, u eksploataciji točkovi trpe termička opterećenja koja mogu da dostignu veoma velike vrednosti u slučaju dugotrajnog kočenja i nepovoljno utiču na sam točak. Kao posledica toga, temperatura točka raste i često dostiže vrednosti koje izazivaju napone iznad granice elastičnosti materijala. To uzrokuje plastične deformacije i nakon hlađenja točka i zaostale napone na istezanje. Vrednosti napona kod točkova kočenih papučama mogu dostići visoke vrednosti koji mogu dovesti do kritičnog naponskog stanja, a u pojedinim slučajevima može nastati i lom točka.*

Ključne reči – vagon, termička opterećenja, zaostali naponi, kočenje.

1. UVOD

Opterećenje točka železničkih vagona osim normalnih opterećenja (opterećenja od neravnina koloseka, vertikalnih i bočnih oscilacija vozila, prolaska kroz krivinu i dr.), može biti izložen i izuzetnim opterećenjima. Izuzetna opterećenja su posledica izuzetnih i ekstremnih okolnosti koje se veoma retko dešavaju. Ova opterećenja nastaju zbog nepažnje u održavanju, ili nepažnje u eksploataciji. U eksploataciji posebnu pažnju treba posvetiti pravilnom kočenju vagona. To se prvenstveno odnosi na vagone kočene kočionim papučama. Blokiranje točka usled neispravnih kočnih uređaja, ili ekstremo dugo i jako kočenje, nepovoljno utiču na kvalitet točka. Ovakvom eksploatacijom u pojedinim slučajevima može doći do opasnosti od pucanja točka. Na žalost, u periodu 2008-2010. godine na teritoriji mreže Železnica Srbije desilo se 10 slučajeva lomova ili naprsnuća monoblok točkova na vagonima za prevoz putnika. Svi slučajevi su bili kod vagona za prevoz putnika koji su saobraćali na barskoj pruzi. Zbog same konfiguracije pruge Beograd-Bar i svojih karakteristika (dužina 466,5 km, sa visinskom razlikom 1020m i usponom - padom 25‰), ova pruga spada u pruge sa najvećom energijom kočenja. Termička preopterećenja točka nastaju najčešće kao posledica dugotrajnog kočenja u cilju održavanja konstantne brzine kretanja voza na padu.

Zbog velike odgovornosti točkova kod vagona za prevoz putnika i mogućnosti da se to desi u vožnji (sa nesagledivim posledicama), ovoj temi treba posvetiti posebnu pažnju.

2. TERMIČKA OPTEREĆENJA I PRORAČUN TOČKA

Prilikom kočenja u kontaktu kočione papuče i površine kotrljanja točka kinetička energija vozila radom sile trenja pretvara se u toplotnu i u vrlo visokom procentu prenosi na točak. Na dugim padovima pri dugotajnom kočenju, u cilju održavanja konstantne brzine kretanja voza, ovo toplotno preopterećenje je izraženije. Kao posledica toga, temperatura točka raste i često dostiže vrednosti koje izazivaju napone iznad granice elastičnosti materijala i nastaju plastične deformacije. Nakon hlađenja točka, dolazi do pojave zaostalih napona na istezanje i u ekstremnim slučajevima do pucanja točka sa teškim ugrožavanjem bezbednosti saobraćaja. Ovo se prvenstveno odnosi na monoblok točak. Kod točkova sa obručem dolazi do labavosti obruča u odnosu na telo točka, što se na vreme može pouzdano otkriti (pomerene kontrolne oznake, tup zvuk itd.) i sprečiti dalje posledice.

Da bi istražila ovu pojavu, međunarodna železnička unija formirala je Komitet B169. Od 1987. godine do danas, ovaj Komitet je objavio ukupno 12 izveštaja. Rezultati svih do sada ojavljenih istraživanja poslužili su kao osnova za donošenje

[1] mr Milorad PAVIĆ, dipl.maš.ing., JP „ŽELEZNICE SRBIJE", pajom@beotel.net
[2] Prof. dr Vojkan LUČANIN, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, vlucanin@mas.bg.ac.rs.

propisa o kontroli monoblok točkova u eksploataciji u cilju sprečavanja pojave njihovih lomova usled termičkih opterećenja. Takođe su definisani postupci tehničke homologacije novih monoblok točkova donošenjem objave UIC 510-5.

3. EVIDENTIRANI SLUČAJEVI LOMA TOČKA U PERIODU 2008-2010. GODINE

Lomovi monoblok točkova kod četvoroosovinskih putničkih vagona evidentirani su u većem broju krajem prošlog veka. Tako je u periodu od 1993. do 1998. godine bilo evidentirano 11 slučajeva loma monoblok točka.

Zabrinjavajući podatak je da je samo u toku 2008-2010. godine evidentirano 10 slučajeva loma monoblok točka na vagonima za prevoz putnika. Putnički vagoni na kojima su slomljeni točkovi bili su u sastavu kompozicija na relaciji Beograd-Bar-Beograd. Lomovi točkova su se uglavnom dešavali pri manevrima u stanicama pri malim brzinama. Interesantno je da se ni jedan lom točka nije desio na vozovima koji su saobraćali na relaciji Subotica-Beograd-Niš. To još više ukazuje na problem termičkog preopterećenja točkova pri saobraćaju voza na dugim padovima pruge Beograd-Bar.

3.1. Karakteristični slučajevi loma točka

Hronološki redosled uočenih slučajeva:

1. Lom točka u stanici Bar, 01.01.2008. godine, pri staničnoj manevri na vagonu broj 51722010650-7 (zadnje rev. Smed 28.08.2007. god.) koji je bio u sastavu voza 433 na relaciji Beograd-Bar. Došlo je do iskliznuća i vanrednog događaja.

Izgled loma točka prikazan je na slici 1.

Slika 1. Lom točka u stanici Bar, voz 433

2. Lom točka u stanici Bar, 24.11.2008. godine, na kolima broj 50729700721-7 (zadnja rev. Smed. 21.07.2007. god.)

3. Naprsnuće točka u stanici Bar, 28.11.2008. godine, na kolima broj 50723910693-7 (zadnja rev. Smed. 31.07.2007. god.)

4. Lom točka u stanici Knić, 27.02.2009. godine, na vagonu broj 51722010724-0 (zadnja rev. Smed. 26.07.2007. god.) koji je bio u sastavu voza 437 na relaciji Bar-Niš.

Izgled loma točka prikazan je na slici 2.

Slika 2. Lom točka u stanici Knić, voz 437

5. Naprsnuće na točku u stanici Beograd 17.03.2009. godine, na vagonu broj 50722027700-2 (zadnja rev. Smed. 31.05.2007. god.) koji je bio u sastavu voza 432 na relaciji Bar-Beograd.

Izgled loma točka prikazan je na slici 3.

Slika 3. Beograd 17.03.2009. godine voz 432

6. Naprsnuće točka u stanici Priboj, 10.08.2009. godine, na vagonu broj 51722210706-5 (zadnja rev. Smed 03.11.2006. god.) koji je bio u sastavu voza 433 na relaciji Beograd-Bar.

Izgled loma točka prikazan je na slici 4.

7. Naprsnuće točka u stanici Novi Sad, 21.08.2009. godine, na vagonu broj 50729700647-4 (zadnja rev. Smed 30.08.2007. god.) koji je bio u sastavu voza 436 na relaciji Bar-Novi Sad.

8. Naprsnuće točka u stanici Bar, 07.12.2009. godine, na vagonu broj 51722010731-5 (zadnja rev. Smed 18.04.2007. god.).

Slika 4. Lom točka u stanici Priboj, voz 433

9. Lom točka u stanici Beograd, 01.02.2010. godine. na vagonu broj 51723910675-3 (zadnja rev. Smed. 04.06.2009. god.).

Izgled loma točka prikazan je na slici 5.

Slika 5. Lom točka u stanici Beograd

10. Napuknuće točka u stanici Beograd, 10.03.2010. godine, na vagonu broj 51722010650-7 (zadnja rev. Smed. 21.11.2009. god.) koji je bio u sastavu voza broj 431 na relaciji Beograd-Bar.

Izgled loma točka prikazan je na slici 6.

Slika 6. Lom točka u stanici Beograd, voz 431

Kod evidentiranih kvarova, možemo razlikovati naprsnuće točka i lom točka. Od ukupno 10 primera, u 7 slučajeva isključenje vagona bilo je uslovljeno naprsnućem točka. U preostala tri slučaja desila su se pucanja komplet točkova, što je u dva slučaja dovelo i do iskliznuća vagona iz šina. Sva naprsnuća točkova uočena su na vreme pre težih posledica po bezbednost saobraćaja. Takođe se može zaključiti da je od navedenih 10 slučajeva loma i naprsnuća točka, kod 7 slučajeva zadnja revizija bila u Smederevu 2007. godine.

4. MERE ZA SPREČAVANJA LOMOVA TERMIČKI OPTEREĆENIH TOČKOVA

Mere za sprečavanje pojave naprslina i lomova točkova nastalih kao posledica termičkih preopterećenja rezultat su dugogodišnjih istraživanja u svetu i kod nas. Najvažnije mere date su u objavama UIC 510-5, UIC 510-2, UIC 812-3, ORE komiteta B 169. Druga grupa mera definisana je od strane ORE komiteta B126 i odnosi se na mere pri kočenju voza na sprečavanju termičkog preopterećenja. Takodje, u sprečavanju pojave naprslina i lomova točkova primenjuju se i konstrukcijske mere pri prizvodnji točka manje osetljivog na dejstvo termičkih opterećenja.

Objava UIC 510-2, u cilju sprečavanja pojave naprslina i lomova točkova kočenih papučama, predviđa:

- ugradnju točkova sa kaljenim obodom,
- kontrolu i uklanjanje zareza na obodu točka nastalih usled stezanja prilikom obrade reprofilisanja točka,
- merenje zaostalih napona,
- kontrolu položaja kočnih papuča na površini kotrljanja točka,
- vizuelnu kontrolu termičkog preopterećenja (nagorevanje boje i pojava oksidisanih delova plave boje).

4.1. Važni pokazatelji termičkog opterećenja točka

Pokazatelji termičkog opterećenja točkova su:

- Nagorevanje boje na telu točka u neposrednoj blizini oboda. Temperatura nagorevanja boje je između 300 i 350^{O}C.
- Rastojanje unutrašnjih površina oboda točkova osovinskog sklopa. Usled pojave zaostalih napona u točku većih od granice razvlačenja materijala, dolazi do plastične deformacije i promene geometrije točka.
- Položaj kočionih papuča na površini kotrljanja točka. Kočione papuče ne smeju da bočno štrče u odnosu na spoljnu ivicu površine kotrljanja. Nepravilan položaj papuče dovodi do visokog termičkog opterećenja, posebno na spoljnjem delu površine kotrljanja.
- Zarezi na točku nastali usled stezanja prilikom njegovog reprofilisanja. Neotklonjeni zarezi pri dejstvu termičkih opterećenja postaju izvori

koncentracije napona i uzroci stvaranja naprslina na obodu i mogućnosti loma točka.

- Zaostali naponi na zatezanje u obodu i pojava naprslina na površini kotrljanja točka. Velika termička opterećenja stvaraju u obodu točka velike zaostale napone koji se vremenom akumuliraju i uzrokuju pojavu naprslina na površini kotrljanja.

4.2. Mere preporučene izveštajima ERRI B126/RP21 i DT366

Izveštaji ERRI B126/RP21 i DT 366 se odnose na upotrebu kočnica pri kočenju na dugim padovima. Dugi padovi su najizraženiji na pruzi Beograd-Bar. Ova pruga je najteža u našoj zemlji (i jedna među najtežim u Evropi) u odnosu na dejstvo termičkih opterećenja.

Preporuke se odnose na korišćenje elektrodinamičkih kočnica kod elektrolokomotiva serija 441 i 461. Većina lokomotiva koje se kod nas koriste ima neispravnu elektrodinamičku kočnicu, tako da najčešće nema učešća ove kočnice u ukupnom kočenju voza.

Drugi deo mera preporuka pomenutih izveštaja se odnose na detaljno definisanje režima eksploatacije svakog voza ponaosob (masa voza, vreme vožnje, procenti kočne mase ...). Za pravilnu primenu naizmeničnog kočenja i otkočivanja, neophodna je i odgovarajuća obuka mašinovođa za rukovanje kočnicom. Pravilno rukovanje kočnicom u mnogome doprinosi smanjenju termičkog opterećenja točkova.

4.3. Uvođenje u eksploataciju točkova manje osetljivih na dejstvo termičkih opterećenja

Ispitivanja konstrukcija točkova manje osetljivih na dejstvo termičkih opterećenja rađena su pre dvadesetak godina i standardizovana 90-ih godina prošlog veka. Većina svetskih proizvođača monoblok točkova razvila je točak koji ima veću elastičnost u radijalnom pravcu i smanjene zaostale napone na zatezanje. Propisane metode novih konstrukcija su objavljene u objavi UIC 510-5 i predstavljaju primer dosledne primene najsavremenijih naučnih saznanja na unapređenju novih konstrukcija točkova.

5. ZAKLJUČAK

Obzirom na zabrinjavajući broj lomova i naprsnuća monoblok točkova na vagonima za prevoz putnika u prethodnih nekoliko godina, neophodno je ovoj temi posvetiti posebnu pažnju u daljoj eksploataciji. To se prvenstveno odnosi na eksploataciju pruge Beograd-Bar.

Primena mera propisanih odgovarajućim UIC objavama treba da obezbedi eksploataciju točkova bez pojave naprslina i lomova nastalih usled termičkih preopterećenja. Trenutna ispravnost kočne opreme elektrolokomotiva i vagona Železnica Srbije nije zadovoljavajuća. Navedeni primeri lomova točkova su direktno ugrožavanje bezbednosti saobraćaja što nas sve obavezuje da merama za sprečavanje ovakvih slučajeva pristupimo sa mnogo više odgovornosti, kako pri radu na redovnoj opravci vagona, tako pri svakodnevnoj eksploataciji vagona.

LITERATURA

[1] Milutinović, D., Simić, G.: Opterećenja i proračun točkova železničkih vozila, Mašinski fakultet, Beograd, 2006.

[2] Milutinović D.i dr: Istraživanje termičkih opterećenja točkova kočenih papučama u eksploataciji na jugoslovenskim prugama, Saobraćajni institut CIP, Beograd, 2002.

THERMAL LOAD OF RAILWAY VEHICLES WHEELS AND HAYARD OF CRACK APPEARANCE

Milorad PAVIC
Vojkan LUCANIN

Abstract – Railway vehicle wheel is exposed to significant mechanical loads arising as a result of a complex dynamic of the train movement. In addition, the rail cars braked using brake shoes in service suffer from thermal loads, which can reach very high values in the case of prolonged braking and are inconvenient for the wheel itself. As a result, temperature rises and very often reaches values that produce stresses over material elastic limit. This causes plastic deformations and after cooling of the wheel produces tensional stresses. Stress values at wheels braked using brake shoes can reach high values that can lead to critical stress state, and in some cases can cause wheel breaking.

Key words – wagon, thermal load, residual stresses, braking

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

MERNA STANICA BATAJNICA ZA DINAMIČKU KONTROLU ŽELEZNIČKIH VOZILA

Života ĐORĐEVIĆ [1]
Johannes KARNER [2]
Andreas SCHÖBEL [3]
Simo MIRKOVIĆ [4]

Rezime – Zasnovano na sprovedenim analizama potreba i tržišta od strane JP „Železnice Srbije", Saobraćajnog instituta CIP i u saradnji sa Tehničkim Univerzitetom u Beču donesena je odluka da se izvrši ugradnja prve merne stanice na mreži pruga ŽS na pruzi između Beograda i Nove Pazove,na Koridoru X u blizini stanice Batajnica. Ovaj rad daće prikaz dva merna sistema koji će biti ugrađeni, a oba su projektovana i biće isporučena od strane Austrijskih železnica (ÖBB). Prvi sistem biće postavljen na oba koloseka i namenjen je praćenju temperaturnih stanja kotrljajnih ležajeva, točkova i kočnih diskova svih železničkih vozila koja budu prolazila tom prugom u oba smera. Drugi sistem biće dinamička vaga za merenje osovinskih opterećenja, neuravnoteženosti tovarenja i otkrivanje ravnih mesta na površinama kotrljanja točkova. Ovaj sistem biće postavljen na levom koloseku tako da će pratiti osovinska opterećenja i vertikalne interakcije između šina i točkova svih železničkih vozila koja dolaze sa zapada i severa Srbije.

Ključne reči – železnička vozila, točkovi, ležajevi, ravna mesta

1. UVOD

JP „Železnice Srbije" planira da u cilju povećanja bezbednosti i osavremenjavanja svog poslovanja izgrade sistem mernih stanica za dinamičku kontrolu tehničkog stanja voznih sredstava. Izgradnjom mernih stanica smanjio bi se uticaj ljudskog faktora pri pregledu voznih sredstava i omogućilo pravovremeno otkrivanje nedostataka. Sve ovo direktno utiče na povećanje bezbednosti u saobraćaju.

Merne stanice omogućavaju stalno praćenje statusa vozila i parametara opterećenja gornjeg stroja, merna oprema i proces merenja ne ometaju normalno obavljanje saobraćaju, a vozna sredstva nije potrebno opremiti nikakvom dodatnom opremom.

Životni vek infrastrukture će se progresivno povećati ako se naprezanje prouzrokovano voznim sredstvima smanji. Ravna mesta na točkovima, npr. povećavaju troškove održavanja do 20%. Isto važi i za osovinska opterećenja koja prelaze dozvoljene granične vrednosti. Nepravilnosti i defekti oblika točka su glavni razlog za emisiju buke i vibracija. Ovim sistemima moguće je stalno podizati kvalitet vožnje. Dobijeni podaci mogu biti korišćeni i za strategiju optimalnog održavanja železničkih vozila. Sve ovo čini mogućim da se identifikuju oštećenja na svakom pojedinačnom voznom sredstvu, napravi istorija oštećenja (analiza trenda) i da se osigura bolje planiranje održavanja.

U saradnji sa Austrijskim državnim železnicama i Tehničkim univerzitetom u Beču planira se ugradnja prve merne stanica Batajnica, koja će imati uređaje za otkrivanje pregrejanih ležajeva osovinskih sklopova i blokiranih kočnica oznake TK99 i dinamičku vagu G-2000 za merenje osovinskih opterećenja (mase vozova) i detekciju ravnih mesta na površini kotrljanja. Ove uređaje razvila je i proizvela Infrastruktura austrijskih železnica (ÖBB - Infrastruktur AG).

[1] Života ĐORĐEVIĆ dipl.maš.inž., Železnice Srbije, Nemanjina 6, 11000 Beograd, Srbija, zivota.djordjevic@srbrail.rs
[2] Johannes KARNER, ÖBB Infrastruktur AG, Laxenburgerstraße 4, 1100 Vienna, Austria, johannes.karner@oebb.at
[3] Andreas SCHÖBEL, PhD, Institute of Transportation, Vienna University of Technology, Karlsplatz 13/232, 1040 Vienna, Austria, andreas.schoebel@tuwien.ac.at
[4] Simo MIRKOVIĆ dipl.maš.inž., Saobraćajni institut CIP, Nemanjina /IV, 11000 Beograd, Srbija smirkovic@sicip.co.rs.

2. LOKACIJA, IZGLED I STRUKTURA

Merna stanica biće ugrađena na km 24+776 (od km 24+734 do km 24+818) sa leve strane dvokolosečne pruge broj 5: Beograd - Šid - državna granica i pratiće osovinska opterećenja i vertikalne interakcije između šina i točkova svih železničkih vozila koja dolaze sa zapada i severa Srbije.

Mernu stanicu činiće uređaji TK 99 i G2000 postavljeni na koloseke i poseban objekat u km 24+776 sa leve strane pruge broj 5, pored levog koloseka (slika 1).

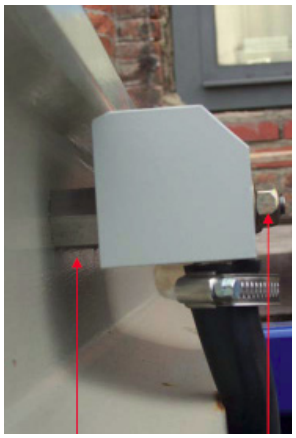
Slika 1 - Izgled merne stanice

Spoljni deo merne stanice čine brojači osovina RSR180 (2x3 kom.), dva uređaja TK99 (po jedan za svaki kolosek) i jedna vaga G-2000.

Brojači osovina su identični, razlikuju se samo stacionaže na kojima će biti postavljeni (km 24+734, km 24+776 i km 24+818, na svakoj po jedan i na oba koloseka).

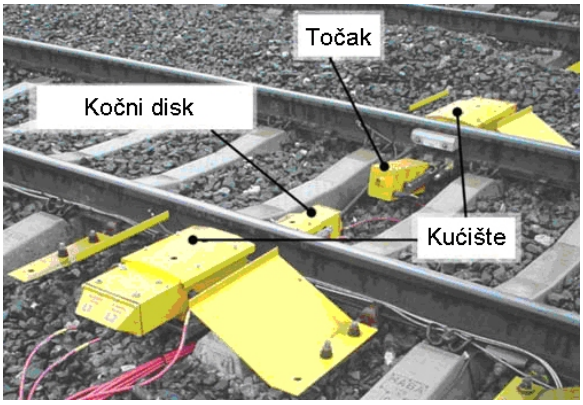
Uređaji u kojima su smešteni senzori brojača točkova - osovinskih sklopova (RSR180, slika 2) smešteni su na oba koloseka (na jednoj šini, sa unutrašnje strane šine - sa strane venca točka, na sredini između dva praga). Krajnji senzori točkova (osovinskih sklopova) udaljeni su 42 m od središnjeg senzora koji se nalazi gde i uređaj TK99.

Središnji senzor nalazi se u okviru uređaja za detekciju pregrejanih ležajeva osovinskih sklopova i blokiranih kočnica kako bi se pravovremeno očitale i zabeležile željene veličine.



Slika 2 Uređaj senzora brojača točkova (osovina)

Uređaj za detekciju pregrejanih ležajeva osovinskih sklopova i blokiranih kočnica TK99 (slika 3) biće postavljen na oba koloseka dvokolosečne pruge. Registruje temperature kućišta ležajeva osovinskih sklopova sa leve i desne strane koloseka (HOA), registruje temperaturu tela točka (FOA) pomoću senzora koji je smešten unutar koloseka i registruje temperaturu diska kočnice (SOA).



Slika 3 - Uređaj za merenje temperatura osovinskih ležajeva, točkova i kočnih diskova

Dinamička vaga G-2000 biće postavljena na levom koloseku od km 24+779 do km 24+789,80 (slika 4).

Slika 4 - Uređaj za dinamičko merenje mase i otkrivanje ravnih mesta na točkovima

Unutrašnji deo merne stanice za dinamičku kontrolu tehničkog stanja voznih sredstava u Batajnici sastojaće se od elektronike za upravljanje i napajanje čitača (skenera), dva industrijska PC računara za obradu izmernih vrednosti i prosleđivanje podataka i dela za neprekidno snabdevanja električnom energijom u cilju premošćivanja kratkotrajnog ispadanja mrežnog napona (do 15 minuta). Oprema biće smeštena u kontejner dimenzija 2,40×2,40m ili sličnu zidanu i termički izolovanu kućicu. Sva elektronika, kako za merenje pregrejanih ležajeva osovinskih sklopova i blokiranih kočnica (TK99), tako i za otkrivanje i registrovanje ravnih mesta na točku (dinamička vaga G-2000) biće smeštena na dve pomerljive police na točkićima. Prednja strana objekta

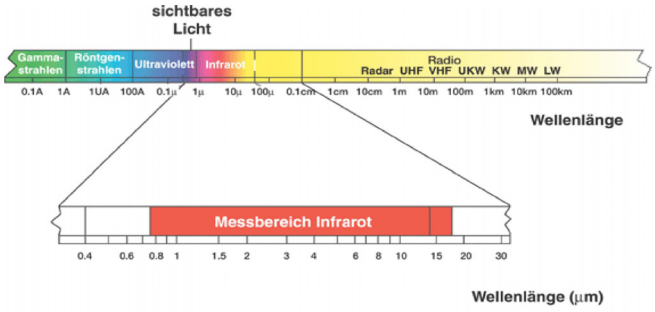
biće udaljena od ose koloseka 6m, a imaće obezbeđen prilaz sa poljskog puta koji se nalazi pored objekta.

Objekat će se napajati naponom 230V/50Hz, sa stubne trafostanice sa napajanjem iz kontaktne mreže snage 5 kW.

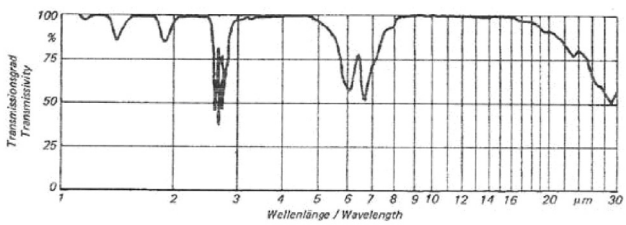
Veza računara sa stanicama Batajnica i Nova Pazova biće ostvarena preko modemske veze. U stanicama Batajnica i Nova Pazova računari biće smešteni u kancelariji otpravnika vozova (ili na prikladnom mestu do nje). Opsluživaće ih nadležna lica iz Sektora za tehničko-kolske poslove JP ŽS.

3. NAČIN RADA

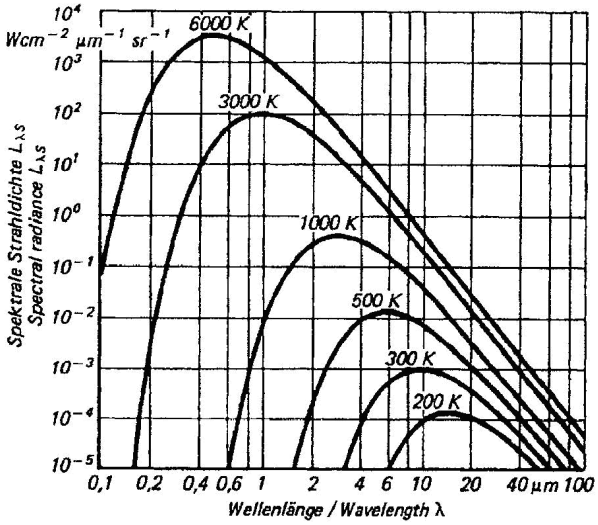
U standardnom postupku vozovi se registruju u oba pravca vožnje, pri tome se bez dodira meri temperatura ležajeva osovinskih sklopova levo i desno, kao i ploče (tela) točkova i diskova kočnice. Svako telo sa temperaturom koje je iznad apsolutne nulte tačke emituje srazmerno svojoj temperaturi elektromagnetno zračenje. Spektar ovog zračenja je u rasponu od 0,7 do 1000 µm talasne dužine. Merno-tehnički interesantno je područje od 0,7 µm do 14 µm (slika 5). Pošto u ovom području spektra nastaju gubici transmisije zbog vodene pare i ugljendioksida, govori se o tzv. mernim prozorima. Tipičan merni prozor su 1,1...1,7 µm, 2...2,5 µm, 3...5 µm i 8...14 µm (slika 6). Ovi merni prozori međutim, imaju, zavisno od temperature objekta, različite maksimume zračenja (slika 7). Za merenje temperature ležajeva i točkova (0-600°C) najpodesnije je područje od 3 do 5 µm. Za ovo područje se upotrebljavaju infracrveni detektori (IR) sa termoelektričnim hlađenjem, pošto imaju vreme reagovanja manje od 5 µs.



Slika 5. Merno područje od 0,7 µm do 14 µm (Sichtbares Licht=Vidljivo svetlo; Wellenlange=talasna dužina; Messbereich Infrarot=infracrveno merno područje)



Slika 6. Stepen transmisije

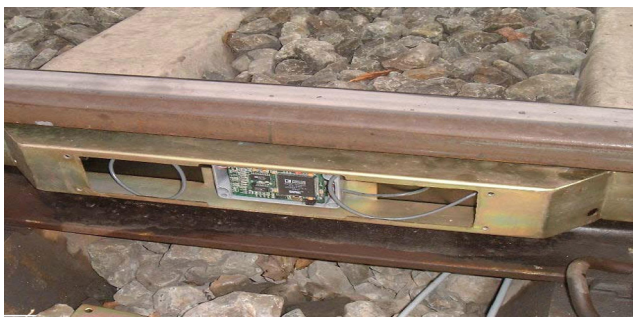


Slika 7 Spektralna gustina mlaza L λs

Najvažnija karakteristika uređaja za detekciju pregrejanih osovinskih ležajeva (HOA) je dvostruko ispitivanje ležajeva osovinskih sklopova. Oba ležaja jedne osovine ispituju se i vertikalno od dole i poprečno sa spoljne strane. Time se pored ležaja bilo koje vrste konstrukcije koja su otvorena u pravcu na dole sigurno detektuju i tipovi ležaja sa izvršenom rekonstukcijom ležišta (npr. Y25, Y31).

Pomoću modularne strukture uređaja moguć je različiti raspored tačaka merenja na točkovima i diskovima (FOA i SOA). Temperatura disk kočnice meri se vertikalno na dole. Temperatura točkova meri se jednim posebnim senzorom u području venca točka.

Sistem G2000 koristi merne trake pomoću kojih se meri ugibanje šine usled sile kojom točak naleže. Senzori se postavljaju na šinu, između pragova (na osnom rastojanju od 1,2 m), tako da ih na koloseku ima deset parova. Računar, učitava podatke o merenju kada voz pređe preko mernog mesta i izračunava osovinska opterećenja svakog točka i veličinu ravnih mesta ako ih ima. Mrežni most senzora je postavljen na vrat šine, duž neutralne linije. Merne trake su zavarene na šinu. Ceo mrežni most se sastoji od 4 dela, postavljenih odmah pored modula za merenje (dva su postavljena sa unutrašnje, a druga dva sa spoljašnje strane šine, slika 8).

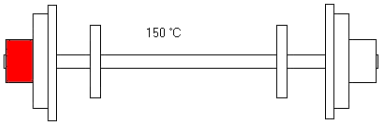


Slika 8 - Modul za merenje u zaštitnoj kutiji, desno i levo od njega su senzori

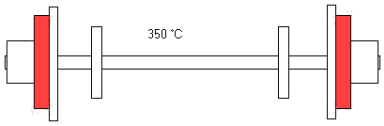
4. UPOZORENJA - ALARMI

U slučaju pojave neke neregularnosti na vozu koji prelazi preko merne stanice javlja se upozorenje (alarm), na ekranu monitora prikazuju se registrovane neregularnosti u vidu odgovarajućih jasnih slika za razumevanje (slika 9 a, b, c, d) koje prate i izmerene vrednosti date u tabelama. U skladu sa dogovorenim procedurama voz se zaustavlja i iz saobraćaja se blagovremeno isključuje neispravno vozilo.

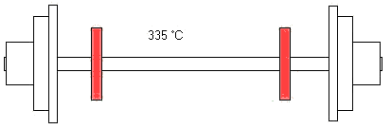
a) Neregularna težina i ravno mesto na točku



b) Neregularana temperatura osovinskog ležaja



c) Neregularna temperatura točka



d) Neregularna temperatura diska kočnice

Slika 9

Na ekranu monitora prikazuju se sledeće veličine: identifikacioni broj, datum i vreme voza, ime merne opreme, broj koloseka, šifra greške, status greške, početak ili kraj, opis greške.

5. ZAKLJUČAK

Blagovremeno uočavanje tehničkih neispravnosti i izbegavanje naknadnih oštećenja pruža mnogo prednosti za obavljanje železničkog saobraćaja:

- garancija i povećanje bezbednosti,
- izbegavanje smetnji u saobraćaju,
- smanjivanje troškova zbog izbegavanja nesreća,
- manji rizici od opasne robe koja se prevozi,
- smanjenje rizika od udesa u tunelima,
- bolji kvalitet putničkog i robnog saobraćaja,
- povećanje brzina i osovinskih opterećenja,
- produženje rokova revizije i održavanja vozila,
- optimizacija upravljanja saobraćajem,
- smanjenje aktivnih radova na održavanju pruga,
- smanjenje opterećenja gornjeg stroja.

Realizacijom projekta ugradnje mernih stanica za dinamičku kontrolu tehničkog stanja voznih sredstava JP „Železnice Srbije" će se uključiti u savremeni evropski transportni sistem kroz znatno podizanje nivoa pouzdanosti i kvaliteta usluga. Merna stanica Batajnica predstavlja prvi korak na ovom putu, a pored direktne koristi od dobijenih podataka stvoriće se i kadrovi sa razvijenim veštinama i znanjima usklađenim sa evropskim trendovima.

LITERATURA

[1] SI CIP: Glavni projekat merne stanice za dinamičku kontrolu tehničkog stanja voznih sredstava u Batajnici, Beograd, 2010.

[2] J. Karner, T. Maly, A. Schöbel: "TK 99 - The Austrian Solution for Hot Box Detection"; Presented at: Zelkon 08, Nis; 09.10.2008 - 10.10.2008; in: "Proceedings", D. Stamenkovic; (2008), ISBN: 978-86-80587-78-3; p. 57 - 60.

[3] A. Schöbel, J. Karner: "Components for Wayside Train Observation in Austria"; Presented at: XII Scientific-Expert Conference on Railways, Nis; 19.10.2006 - 20.10.2006; in: "Proceedings", Faculty of Mechanical Engineering University of Nis, (2006), ISBN: 8680587591; p. 25 - 27.

BATAJNICA CHECKPOINT FOR WAYSIDE TRAIN MONITORING

Života ĐORĐEVIĆ
Johannes KARNER
Andreas SCHÖBEL
Simo MIRKOVIĆ

Abstract – Based upon a demand and market analysis carried out by the Serbian Railways, CIP Institute of Transportation and in collaboration with Vienna University of Technology the first Check point for wayside train monitoring on Serbian Railways is going to be build on Corridor X near station Batajnica on the line from Beograd to Nova Pazova. This paper describes the two monitoring systems which will be implemented there. Both systems are provided and assembled by Austrian Railways (ÖBB). First system will be on both tracks for hot box and hot break detection suitable for all types of boogies. Second system will be for dynamic weighing and flat spot detection. This second one is going to be positioned on the left track in order to measure all axle loads and vertical interactions between rails and wheels on vehicles coming from West and North of Serbia.

Key words – Rolling Stock, wheels, bearings, flat spots

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

PRILOG ANALIZI LOMA OSOVINA NA LOKOMOTIVAMA SERIJE 441, 461 I 444

Dragan B. RAJKOVIĆ [1]

Rezime – Rad je pokušaj da se sistematizuju podaci kod lomova osovina na elektro lokomotivama serija 441, 461 i 444 koje su u vlasništvu Železnica Srbije. Korišćeni su podaci iz izveštaja komisija koje su formirane kada se desio lom osovine na nekoj od lokomotiva. Sistematizovani su podaci koji su bili dostupni autoru. Pored podataka iz izveštaja komisija korišćena su iskustva iz dugogodišnjeg rada i saznanja iz literature koja se bavila ovom pojavom.

Ključne reči: lom osovina, elektro lokomotive serije 441, 444, 461.

1. UVOD

Osovinski sklopovi na lokomotivama serije 441, 461 i 444 su isti u potpunosti i koriste se na sve tri serije. Lokomotive su nabavljane u dugom vremenskom periodu (441: od 1969 do 1988, 461 od 1972 do 1980 godine). Modernizovane lokomotive 444 i 461-200 isporučene su u periodu od jula 1994 do maja 1994 godine. Na modernizovanim lokomotivama ostali su osovinski sklopovi od lokomotiva 441 i 461 koje su bile određene za modernizaciju. U terminologiji o greškama na osovinama koriste se reči lom osovine, koji podrazumeva razdvajanje osovine na dva dela, i pucanje osovine koji podrazumeva greške na osovini koja se otkriva putem neke od metoda bez razaranja.

2. LOMOVI OSOVINA

Prvi lom osovine u ŽTP Beograd desio se (formirana komisija da utvrdi uzroke loma) na lokomotivi 441 – 315 23.03.1993 godine.

Drugi lom osovine u ŽTP Beograd desio se na lokomotivi 441 – 418 14.04.2003 godine.

Treći lom osovine u ŽTP Beograd desio se na lokomotivi 461 – 418 03.08.2004 godine.

Četvrti lom osovine u ŽTP Beograd desio se na lokomotivi 444 – 002 19.04.2005 godine.

Peti lom osovine u ŽTP Beograd desio se na lokomotivi 444 – 013 09.09.2006 godine.

Šesti lom osovine u ŽTP Beograd desio se na lokomotivi 441 – 514 26.03.2007 godine.

Sedmi lom osovine u ŽTP Beograd desio se na lokomotivi 444 – 029 03.07.2007.godine.

2.1. KARAKTERISTIKE LOMOVA

Pod karakteristikama lomova biće navedeni razni podaci koji su vezani za vanredni događaj loma osovine na lokomotivi.

2.1.1 Mesto loma osovine i vrsta voza i stanje kretanja voza (kad je primećen lom osovine)

Tabela 1 Mesto loma osovine, vrsta voza i stanje kretanja voza

Lokomotiva	Mesto loma	Vrsta voza	Kretanje
441-315	Prijepolje	Putnički	Polazak
441-418	Sr. Karlovci	Teretni	Kočenje
461-006	Ristovac	Teretni	Otvorena
444-002	Mala Plana	Sama lok.	Otvorena
444-013	Beška	Teretni	Kočenje
441-514	Niš	Teretni	Stanica
444-029	Rakovica	Sama lok.	Skretnica

Mesto loma podrazumeva najbližu stanicu, vrsta voza je sastav voza ili sama lokomotiva, i kretanje podrazumava polazak vožnju na otvorenoj pruzi ili kočenje.

Iz tabele 1 se može videti da su se lomovi dešavali na svim prugama, pri vuči teretnih, putničkih vozova, kada je bila sama lokomotiva, u polasku, kočenju na otvorenoj pruzi i pri prelasku preko skretnica.

2.1.2 Mesto osovine u smeru kretanja, brzina kretanja lokomotive u trenutku kad je primećen lom osovine i zona loma na osovini

Zone su određene prema karakterističnim presecima osovine

[1] Dragan B. RAJKOVIĆ, dipl.inž.maš.Železnice Srbije, Novi Sad, Ložionička 7, draganbrajkovic@gmail.com.

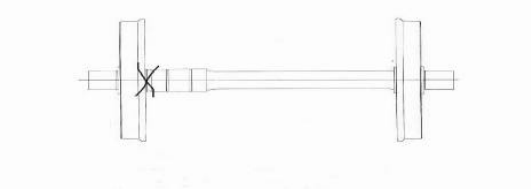
I : između točka i reduktora,
II : pored reduktora
III : na sredini osovine
IV : bliže glavčini daljeg točka.

Tabela 2 Mesto osovine , brzina kretanja lokomotive zona loma na osovini

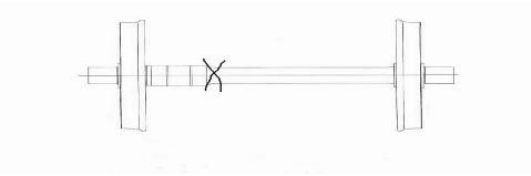
lokomotiva	Mesto os.	brzina	Zona loma
441-315	Druga	30	IV
441-418	Prva	30	I
461-006	Šesta	45	III
444-002	Prva	20	I
444-013	Prva	65	II
441-514	Treća	20	III
444-029	Druga	20	II

Zone loma su date prema skicama na slici 1.

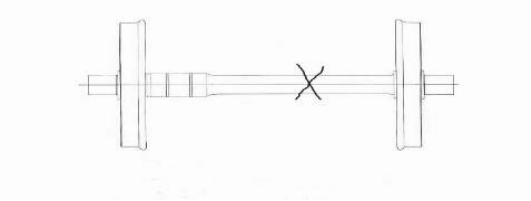
ZONA I



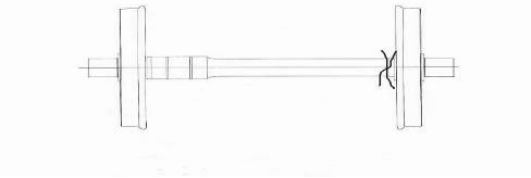
ZONA II



ZONA III



ZONA IV



Slika 1

Iz tabele 2 vidi se da mesto osovine u smeru kretanja može biti svako mesto, da je brzina uglavnom niska manja od 65 km/h i da su zastupljene sve zone loma osovine.

2.1.3 Materijal osovine, proizviđač i vrsta osovine

Tabela 3 Materijal osovine, proizviđač i vrsta osovine

Lokomotiva	Materijal	Proizv.	Vrsta os.
441-315	PČ 4732	Klockner	Puna
441-418	25NiCrMoV14,5	Thyssen	Šuplja
461-006	34MoCN15	UCMR	Puna
444-002	25NiCrMoV14,	UCMR	Šuplja
444-013	PČ 4732	Klockner	Puna
441-514	34MoCN15	UCMR	Puna
444-029	34MoCN15	UCMR	Puna

Iz tabele 3 vidi se da su se lomile osovine od svih materijala, svih proizvođača i pune i šuplje. Kao iza sve podatke koji će biti dati u radu mali je broj uzoraka za bilo kakvu statističku obradu ovih podataka.

2.1.4 Datum izrade, starost osovine u trenutku loma i broj meseci od pregleda u remontnoj radionici do loma.

Tabela 4 Datum izrade, starost osovine i vreme do loma

Lokomotiva	Datum izrade	Starost osovine	Meseci do loma
441-315	6.68	24 g 09m	22
441-418	5.79	24 g 11m	14
461-006	1.72	32g 07m	19
444-002	5.76	29g 11m	22
444-013	8.69	37g 01m	2,5
441-514	11.71	35g 04m	9
444-029	5.73	34g 01m	4,5

Tabela 4 daje jako interesantne podatke vezane za starost osovine koja se kreće od 24 do 37 godina, i broj meseci od pregleda u remontnoj radionici koji se kreću od 2,5 do 22 meseca.

2.1.5 Kilometar od ugradnje do loma, datum zadnje ultrazvučne kontrole, broj dana od zadnje ultrazvučne kontrole

Tabela 5 Datum izrade, starost osovine i vreme do loma

Lokomotiva	Km do loma	Datum UZ	Dana od UZ
441-315	260,000	04.03.1991	660
441-418	111,814	07.03.2003	38
461-006	227,935	13.06.2004	51
444-002	67,515	14.03.2005	36
444-013	28,793	08.08.2006	32
441-514	133,152	09.03.2007	17
444-029	31,127	25.05.2007	39

Kilometar od ugradnje do loma predstavlja pređeni

kilometar od izvršenja zadnje redovne opravke kod remontera a datum UZ (ultrazvučne kontrole) predstavlja datum zadnje kontrole. Dana od UZ predstavlja proteklo vreme u danima od zadnje ultrazvučne kontrole u depoima za održavanje lokomtiva.

2.1.6 Površina preloma i ukupno pređeni kilometar lokomotiva do loma osovine

Površina preloma kod svih lomova sastoji se od dva dela i to prvi deo (I) koji predstavlja lom u tabeli (oko 1/3) koji je svetao i ima oblik čupanja materijala. Drugi deo (II) je braon boje i nema oblik čupanja meterijala i relativno su ravne površine, na slikama 1 i 2 se taj deo lepo vidi.

Tabela 6 Datum izrade, starost osovine i vreme do loma

Lokomotiva	Površina preloma (I)	Ukupno Km lokomotive
441-315	Jako oštećena	Oko 2 miliona
441-418	Oko 1/3	3.958.374
461-006	Jako oštećena	2.158.960
444-002	Oko 1/3	3.514.442
444-013	Oko 1/3	4.401.402
441-514	Oko 1/3	3.335.559
444-029	Oko 1/3	3.044.824

Slika 1 Prelom sa vidljivim zonama I i II

Slika 2 Prelom sa površinama braon boje (II) ostali deo preloma je posledica autogenog sečenja a na tom delu bilo čupanje materijala (I)

Deo (I) preloma ima razne položaje u lomu i to tri osnovne grupe: a) kroz osu osovine, b) dva odvojena dela koji ne idu kroz osu osovine i c) jedan deo koji ne ide kroz osu osovine.

Kod osovina koje imaju jako oštećen prelom pokazuje da je proteklo dosta vremena od loma do zaustavljanja lokomotive.

Pređeni kilometar lokomotive od puštanja u saobraćaj do loma osovine je između 2 i 4,4 miliona km.

2.1.7 Pređeni kilometar lokomotiva

Pređeni kilometar osovina može da se prati preko pređenog kilometra lokomotiva. Tu postoji greška koja se sastoji u tome da se osovine kod bilo kakve intervencije na njima ne vraćaju uvek pod lokomotivu sa koje je skinuta. Tokom eksploatacije 96 lokomotiva serije 441 i 78 lokomotiva serije 461 prešle su ukupno do 31.12.2009 godine.

441: 319 412 398 km;
461: 183 992 017 km i
444: 14 613 192 km
Što za sve tri serije iznosi: 519 017 607 km.

Prosečni kilometar po lokomotivi veći je od 3 miliona kilometara s tim što ima lokomotiva koje su pretrčale više od 4,9 miliona kilomerara.

3. ANALIZA PODATAKA

Podaci koji su analizirani su podaci koji su evidentirani u izveštajima o radu komisija koje su formirane posle loma osovine. Svi podaci koji su nabrojani ne ukazuju na neki uzrok koji se izdvaja i za koji se može reći da se ponavlja u svim slučajevima loma osovina.

Lomovi su se dešavali na prugama Beograd - Bar i Subotica – Preševo, pri vuči putničkih, teretnih i pri kretanju same lokomotive, pri polasku, kočenju i na otvorenoj pruzi.

Mesto slomljene osovine u obrtnim postoljima je bilo prva druga treća i šesta u smeru kretanja lokomotive. Lomovi su se dešavali u zonama I, II, III i IV a brzina pri kojoj je primećen lom se kretala od 20 do 65 km/h.

Materijali slomljenih osovina su svi korišćeni materijali na osovinama i to 34NiCrMoV14,5; PČ4732; 34MoCN15 proizvođača UCMR, Klekner, Thyssen u izvedbi pune i šuplje osovine.

Površina preloma se sastoji od zone sa čupanjem materijala i zone sa relatino ravnim površinama. Pređeni km osovina se kreće od oko 2 miliona do 4,4 miliona kilometara stim da su sve lokomotive do 31.12.2009 godine prešle preko 2 miliona km a u proseku od oko 3 miliona km, stim da ima par lokomotiva koje su blizu 5 miliona km.

Jedan ciklus opterećenja osovine predstavlja jedan obrtaj točka tako da se za 1 km pređenog puta desi 250 ciklusa. Na osnovu ovoga sve osovine imaju od 500 miliona do milijardu i 250 miliona ciklusa.

Važna napomena da do sada nije slomljena ni

jedna osovina na lokomotivi koja ima reduktore za brzinu od 140 km/h koje su stare od 22 do 34 godine a prešle su od oko 2 miliona do 3,9 miliona km.

Starost slomljenih osovina je od 24 godina a ima ih slomljenih i sa 37 godina a osovine koje su danas na lokomotivama imaju starost od 22 do 41 godinu.

Sa obzirom da su lokomotive serija 441, 461 i 444 ukupno prešle 519 017 607 km jedan lom se desio na 74,14 miliona pređenih kilometara lokomotiva. Učestalost pojave loma može se računati na broj lokomotiva onda se lom desio na svakoj 24 lokomotivi ili na 4% lokomotiva. Ako se učestalost loma računa na broj osovina koji je oko 900 jer su nabavljane osovine za agregatnu zamenu onda je broj slomljenih osovina 0,77% ili 1 od 129.

Šteta koja je nastala pri lomu osovine je samo šteta koja je nastala na lokomotivi pri tome nije bilo iskliznuća cele lokomotive i nije bilo iskliznuća vagona iz voza.

Na lokomotivama serije 444 došlo je do loma osovina, u relativno kratkom razmaku, na tri lokomotive 444-002 (2005 godine posle 67515km), 444-013 (2006 godine posle 28793km) i 444-029 (2007 godine posle 31127 pređenih kilometara). Posle više izmena na protivkliznoj zaštiti nije bilo lomova osovina.

Ultrazvučna kontrola osovine, prema pravilniku JŽ 241 vrši se pri svakoj redovnoj opravci i na kontrolnim pregledima ranga P3, P6, i P12 stim da je za seriju 444 uvedeno da se kontrola ultrazvukom radi i na pregledu P1. Iz ličnih saznanja (razgovora sa ljudima koji vrše UZ kontrolu) na kontrolama ultrazvukom pri kontrolnim pregledima nije uočen ni jedan nedostatak na osovinama i nema evidentiranog nedostatka. Kod remontera na redovnim opravkama evidentirano je u zadnjih pet godina nedostataka koji su uočeni kod ultrazvučne kontrole kod 21 osovine. Ove osovine su izbačene iz upotrebe ali nije vršena superkontrola drugim načinima ispitivanja radi potvrde ultrazvučnog nalaza.

U radu ''Lomovi pogonskih vratila-osovina električnih lokomotiva'' [1] na osnovu rađenih elaborata o merenju napona u obrtnom postolju i vibracijama osovina i na osnovu izvedenih proračuna i analiza dati su sledeći zaključci:

1. Lom nije neposredna posledica radnih opterećenja koja dovode do savijanja i uvijanja vratila. Ipak, u zoni koncentracije napona, kod osovina koje su u radu dva miliona i više kilometara, verovatnoća loma usled savijanja nije zanemarljiva.
2. Lom nastaje tako što vibracije dovedu do inicijalne naprsline, a savijanje vrlo brzo proširi naprslinu do potpunog loma.
3. Zbog toga što naprslina nastaje u površinskom sloju i što se nakon nastanka vrlo brzo širi, kontrola ultrazvukom je potpuno neefikasna.
4. Ako se vibracije ne mogu otkloniti, osovine treba ojačati i revitalizovati površinskim kaljenjem.

4. ZAKLJUČAK

Prikazani podaci, koji su sakupljeni posle lomova sedam osovina na sedam lokomotiva, u potpunosti potvrđuju zaključke rada ''Lomovi pogonskih vratila-osovina električnih lokomotiva''[1]. Sa obzirom na učestalost loma koji se vrlo retko događa, otklonjene izvore vibracija kod serije 444 i šteta koje su do sada nastajale kao posledica loma osovina, može se razmisliti o potrebi preduzimanja i redosledu mera za otklanjanje pojave loma osovina na elektro lokomotivama.

LITERATURA

[1] Milisav Ognjanović, Mileta Ristivijević, Milorad Milić ''Lomovi pogonskih vratila-osovina elektrčnih lokomotiva''. Železnice, 1997, broj 1-2.(23-28), Beograd.
[2] Izveštaji komisija za lom osovina za lokomotive 441-315, 441-418, 461-006, 444-002, 444-013, 444-029. ŽTP''Beograd, Železnice Srbije. 1993, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 godine, Beograd.
[3] Pravilnik JŽ 241, 1983, Beograd.

SUPPLEMENT FOR THE AXLE BREAKAGE ANALYSIS ON THE ELECTRIC LOCOMOTIVES SERIES 441, 461 AND 444

Dragan B. RAJKOVIĆ

Abstract – The paper represents the effort to systematize collected axle breakage data on the electric locomotives series 441, 461, and 444 owned by Serbian Railways. The paper uses data from the reports made by the committees formed to analyze the axle breakage on the locomotives. Author has systematized the available data and used the knowledge from his long term experience from the filed and available literature that analyzed this problem.

Keywords – axle breakage, electric locomotives series 441, 444, 461

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

MOGUĆNOSTI PRIMENE IC TERMOGRAFIJE U DIJAGNOSTICI I ISPITIVANJU ŽELEZNIČKIH SISTEMA

Ivan T. RANĐELOVIĆ [1]
Nenad T. PAVLOVIĆ [2]

Rezime – *U radu je prikazana mogućnost primene IC termografije za dijagnostiku i ispitivanje termofizičkih osobina železničkih sistema u cilju ranog otkrivanja anomalija i kvarova. IC termografija koristi instrumente predviđene za analizu zračenja energije u infracrvenom delu svetlosnog spektra. Pri analizi se traže anomalije u predviđenoj raspodeli temperatura, odnosno područja sistema koja su toplija ili hladnija nego što bi očekivano trebalo da budu. IC termografija spada u relativno nove vizualne beskontaktne metode za dijagnostiku i ispitivanje, i našla je je široku primenu u održavanju ne samo železničkih, već i mnogih drugih tehničkih sistema.*

Ključne reči – *IC termografija, održavanje železničkih sistema, ispitivanje bez razaranja, daljinsko merenje temperature*

1. UVOD

IC termografija je beskontaktna metoda merenja temperature i njene raspodele na površini tela. Temelji se na merenju intenziteta infracrvenog zračenja s posmatrane površine. Rezultat termografskog merenja je termogram, koji u sivim tonovima ili nekom kodu boja daje sliku temperaturne raspodele na površini posmatranog objekta. Temperaturna raspodela posredno daje informaciju o različitim stanjima same površine ili je pak odraz strukture i unutrašnjeg stanja posmatranog objekta.

Ova metoda ima široku primenu u dijagnostici i ispitivanju tehničkih sistema. Kao takva našla je primenu za ispitivanje i dijagnostifikovanju kvarova železničkih sistema.

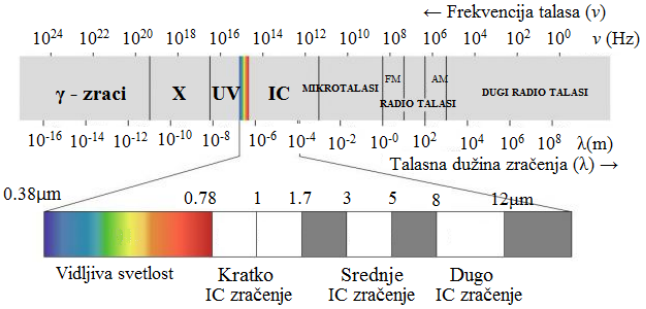
2. OSNOVE ZRAČENJA TOPLOTE

Zračenje toplote je mehanizam prenosa toplote koji zavisi isključivo od temperature tela, kao i od stanja njegove površine. Sva tela sa temperaturom iznad apsolutne nule emituju energiju u formi elektromagnetnog zračenja, koje se kreće kroz prostor brzinom svetlosti $3 \cdot 10^8$ *m/s*.

Talasna dužina zračenja λ je vezana za frekvenciju talasa ν i brzinu širenja talasa c preko izraza:

$$c = \nu \cdot \lambda \qquad (1)$$

U spektru elektromagnetnih talasa toplotno zračenje se pojavljuje u području talasnih dužina od 3nm do 400 nm – oblast ultraljubičastog (UV) zračenja, od 0.4 μm do 0.76 μm – oblast vidljive svetlosti, i posebno u pojasu talasnih dužina od 1 μm do 1000 μm – oblast infracrvenog (IC) zračenja.



Slika 1. Spektar elektromagnetnih talasa

Za razliku od provođenja i konvekcije, zračenju nije neophodan medijum kao posrednik.

3. IC TERMOGRAFSKE KAMERE

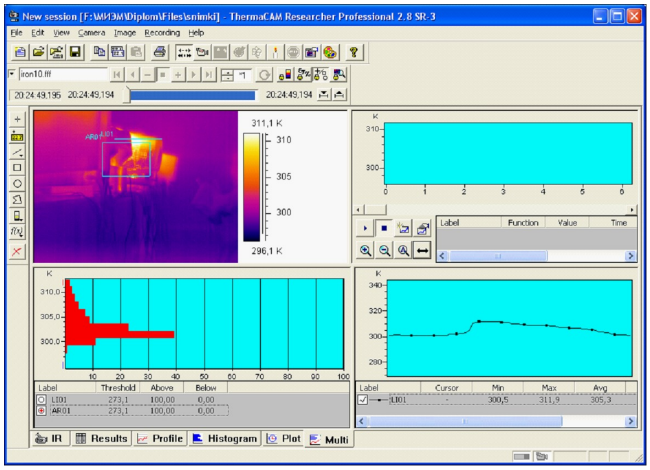
IC termografske kamere predstavljaju najsavršenije i najsavremenije instrumente za beskontaktno merenje temperature preko praćenja IC zračenja. Za ove instrumente paraleleno se koristi više naziva kao što su termografske kamere, infracrvene kamere, termovizijske kamere.

Termografske kamere mogu biti prenosne ili prilagođene za fiksnu upotrebu. Drugi tip kamera je

[1] Ivan RANĐELOVIĆ, dipl.maš.inž., Mašinski fakultet Niš, Aleksandra Medvedeva 14, e-mail: icirand@gmail.com
[2] Nenad T. PAVLOVIĆ, Prof. dr Mašinski fakultet Niš, Aleksandra Medvedeva 14, e-mail: pnenad@masfak.ni.ac.rs.

namenjen za primenu u laboratorijama, procesnoj industriji i sl., dok prenosne termografske kamere predstavljaju osnovni instrument za primenu u tehničkoj dijagnostici.

Savremeni sistem za termografiju sastoji se od kamere i odgovarajućeg softvera. Kamera se sastoji iz optičkih elemenata, detektora IC zračenja, elektronskog dela sa memorijom za obradu signala u video signal, i monitora za prikaz.



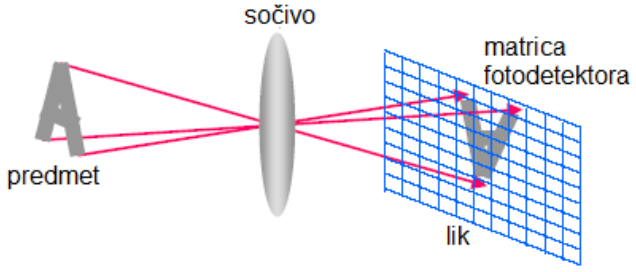
Slika 2. Software za obradu i pregled IC snimka

Propratni softver (slika 2) koji prati uređaj služi za obradu, pregled i dokumentovanje snimaka. Unošenjem dodatnih parametara (kao što su npr. razdaljina od snimanog objekta, karakteristike objekta i temperatura okoline), softver može na osnovu snimaka da izračuna temperature snimanih objekata.

IC detektor zračenja je osnovni element od koga direktno zavisi kvalitet samog uređaja. U ovakve kamere se ugrađuju uglavnom dva tipa detektora:

- hlađeni i nehlađeni IC detektori u linijskoj ravni,
- nehlađeni IC detektori u fokusnoj ravni.

Nehlađeni IC detektori u linijskoj ravni (IRLS-Infra Red Line Scaning) su se ugrađivali pre desetak godina u IC fotoaparate, što je dovelo do revolucije i široke primene ovakvih uređaja. Međutim, ovi uređaji nisu pružali mogućnost video zapisa. Zato se danas koriste nehlađeni IC detektori u fokusnoj ravni (FPA-Focal Plane Array). Na slici 3 se može videti kako se lik predmeta formira na matrici fotodetektora.



Slika 3. Formiranje lika predmeta na FPA

Rezolucija detektora IC zračenja je osobina vezana za sve kamere, tako da je i na isti način definisana preko broja piksela. Naravno, rezolucija IC kamera je dosta manja nego kod običnih kamera.

Obzirom na talasni i temperaturni opseg merenja, IC kamere se dele na kamere osetljive na dugotalasno i kratkotalasno IC zračenje. Kamere za dugotalasno zračenje mere temerature na nižem opsegu od □20 °C do 500 °C. U ovoj grupi su standardne termografske kamere koje se koriste u održavanju. Mogu se koristiti i za temperature i do 2000°C uz pomoć dodatnih filtera, kao i za merenje na velikim udaljenostima.

Kamere za kratkotalasno zračenje su specijalizovane za visoke temperature preko 500°C. Mada se ne mogu koristiti na velikim udaljenostima, koriste se u postrojenjima sa visokim temperaturama u proizvodnji.

Pored ovih osnovnih karakteristika bitne karakteristike su i termička rezolucija, prostorna rezolucija i tačnost merenja.

4. DIJAGNOSTIKA I ISPITIVANJE STANJA ŽELEZNIČKIH SISTEMA IC TERMOGRAFIJOM

Savremeni programi održavanja železničkih sistema i opreme se sve više oslanjaju na prediktivnom održavanju, primenom metoda tehničke dijagnostike. Pod pojmom tehnička dijagnostika podrazumeva se naučno-tehnička disciplina kojoj pripadaju teorija, metode i sredstva za raspoznavanje stanja tehničkih sistema u uslovima ograničenih informacija. Osnovni cilj tehničke dijagnostike je da se otkrije i spreči potencijalni otkaz. To se postiže merenjem karakterističnih (dijagnostičkih) parametara i na osnovu određenih kriterijuma donosi zaključak o tome da li se oni nalaze u dozvoljenim granicama ili ne. Kod savremenih tehničkih sistema, sa aspekta identifikacije koriste se metode tehničke dijagnostike zasnovane na:

1. merenju i analizi vibracija i merenju buke (vibroakustičke dijagnostičke metode),
2. praćenju termičkog stanja (IC termografija) i
3. metode ispitivanja bez razaranja (ultrazvučne metode i videoskopske metode).

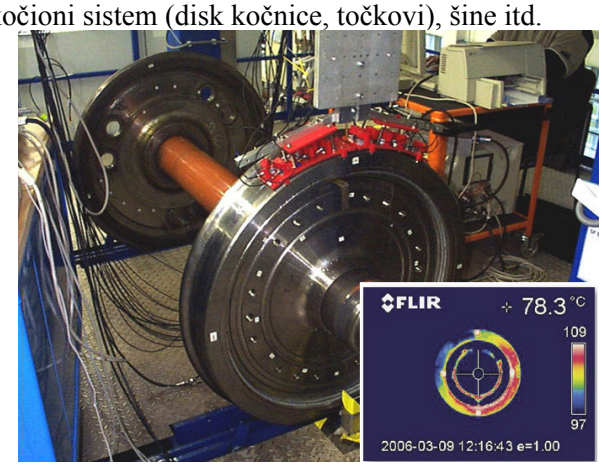
Kada je reč o tehničkoj dijagnostici i ispitivanju železničkih sistema primenom IC termografije, razlikujemo tri tipa ispitivanja: dijagnostiku i ispitivanje mehaničkih komponenti; električnih i elektronskih sistema, odnosno građevinske infrastrukture i građevinskih objekata.

4.1. Ispitivanje mehaničkih komponenti i sklopova železničkih sistema

Veliki broj različitih mehaničkih komponenti i sklopova železničkih sistema može biti predmet IC termografskog ispitivanja, u cilju utvrđivanja rasporeda temperaturskih polja i otkrivanja

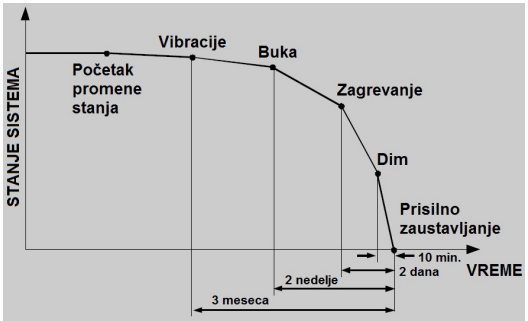
potencijalnog neregularnog zagrevanja.

Ispitivanje se svodi na mehaničke sisteme u kojim postoji neki oblik kretanja (pravolinijsko ili rotaciono). Jasno je da su triboloski procesi u mehaničkim sistemima osnovni generator stvaranja toplote koja se prenosi sa mesta nastanka na ostale komponente. Praćenjem pravca prostiranja toplote i lociranjem tačaka sa najvišom temperaturom moguće je identifikovati komponente koje nepravilno funkcionišu, odnosno imaju rane simptome otkaza. To su najčešće kotrljajni ležajevi, različiti oblici zaptivki, spojnice, vratila i osovine, ogibljenje, kočioni sistem (disk kočnice, točkovi), šine itd.



Slika 4. Ispitivanje zagrejanosti točka vagona

Na slici 4 prikazano je ispitivanje zagrejanosti površine na obodu točkova, usled trenja sa frikcionim paknovima kočionog sistema. Primenom IC kamere omogućen je uvid u temperaturnu raspodelu na površini točka. Triboloski proces koji izaziva povećanje temperature na površini oboda točka može biti posledica intenzivnog habanja koje zasigurno vodi ka otkazu komponente i sistema, ali i rezultat nepodešenosti sistema, odnosno nepravilnog održavanja. Ovakva ispitivanja se najčešće izvode u laboratorijskim uslovima, u kombinaciji sa vibrodijagnostikom. Međutim, mogu se primeniti i u realnim uslovima, za "on line" analizu. Za to je potrebno iskoristiti prenosnu IC kameru i namontirati je neposredno pored točkova, ispod karoserije vagona. Na taj način se obezbeđuje najpreciznija identifikacija otkaza koji se javlja u funkcionisanju kočionog sistema.



Slika 5. Stanje kočionog sistema točkova vagona

Na slici 5 prikazan je dijagram stanja kočionog sistema u funkciji vremena.

4.2. Ispitivanje električnih i elektronskih sistema

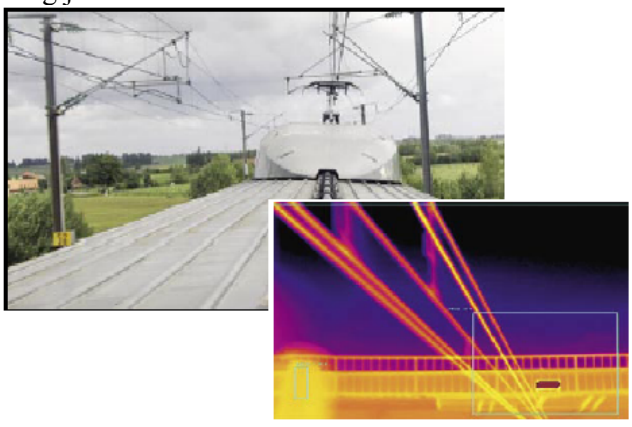
Ispitivanje električnih i elektronskih komponenti železničkih sistema primenom IC termografije koristi se za:

- identifikaciju električnih komponenti na visokim i niskim temperaturama,
- identifikaciju slabih kontakata između komponenti električnog sistema,
- ispitivanje visokonaponskih komponenti i sistema za napajanje vozova.

Identifikacija komponenti na visokim i niskim temperaturama. Porast temperature je po pravilu signal da je određena komponenta preopterećena ili ima probleme u funkcionisanju. U oba slučaja postoji velika verovatnoća nastanka potpunog i iznenadnog otkaza, pa je identifikacija ovakvih komponenti od suštinskog značaja. Identifikacija komponenti sa niskim (ambijentalnim) temperaturama omogućava identifikaciju komponenti koje su iz nekog razloga (npr. pregorevanje osigurača) izvan funkcije. Ovo može biti veoma korisno kada je neophodno brzo i bez isključivanja utvrditi koje je strujno kolo u prekidu.

Identifikacija slabih kontakata između komponenti sistema. Povezivanje komponenti električnih i elektronskih sistema obezbeđuje se na različite načine, pri čemu je zajednička karakteristika da su svi kontakti vremenom podložni degradaciji i slabljenju. Iz različitih razloga dolazi do smanjenja kontaktne površine ili do stvaranja oksidnih prevlaka koje imaju veliku otpornost. Ovo dovodi do povećanja temperature koje se izuzetno dobro može dijagnostifikovati korišćenjem IC termografije.

Ispitivanje visokonaponskih komponenti i sistema za napajanje vozova. Sve prednosti beskontaktnog merenja temperature najviše dolaze do izražaja kod primene IC termografije za ispitivanje visokonaponskih komponenti i napajanja električnom energijom lokomotive.



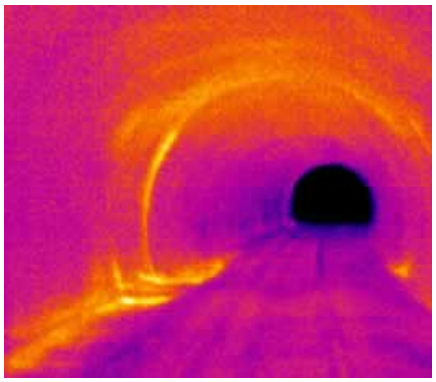
Slika 6. Ispitivanje visokonaponskog voda i trole

Pored toga što je pristup ovakvim sistemima uvek strogo kontrolisan i redukovan, radi se o sistemima koji rade u kontinuitetu veoma dug vremenski period, i kod kojih je svako isključivanje radi sprovođenja inspekcijskih procedura nepoželjno i praktikuje se samo u krajnjoj nuždi.

Upravo zato je IC termografija osnovni dijagnostički metod za ispitivanje visokonaponskih transformatora i trafostanica, dalekovoda, razvodnih polja, izolatora itd, sa značajnom primenom u distribuciji električne energije vozovima (slika 6).

4.3. Ispitivanje građevinskih objekta i železničke infrastrukture

IC termografija ima široku primenu i u građevinarstvu, gde se pre svega koristi za ispitivanje efikasnosti termičke izolovanosti objekata (železničkih stanica), ispitivanju pruga (šina, pragova, pružnih prelaza), mostova, tunela itd.



Slika 7. Termovizijska slika tunela

Na slici 7 prikazana je termovizijska slika tunela. Sa slike jasno mogu da se uoče temperaturne razlike koje su uslovljene vlagom i kodenzacijom. Termografska ispitivanja za ovakve građevinske objekte danas u svetu predstavljaju deo uobičajene procedure u sklopu tehničkog prijema novih ili rekonstrukcije starih objekata.

5. ZAKLJUČAK

Razvoj sofisticiranih i po ceni dostupnih IC kamera doveo je do toga da ova metoda, uz vibrodijagnostiku, postane osnovna aktivnost dijagnostifikovanja železničkih sistema. Ova metoda otkriva čitav niz različitih potencijalnih otkaza na veoma različitim tehničkim sistemima. Iznenadni otkazi izazivaju velike troškove, pa su uštede koje nastaju primenom ove metode izuzetno velike.

Metoda IC termografije je našla široku primenu u dijagnostici kako mehaničkih, tako i električnih komponenata železničkih sistema, a pokazala se pogodnom i za ispitivanje građevinske železničke infrastrukture.

LITERATURA

[1] Blecich, P.: "*Primjena Termovizijske Infracrvene Kamere u Termotehnici*", Tehnički fakultet, Rijeka, 2008.

[2] Clark M, McCam D.M., Forde M.C.: *"Infrared thermographic investigation of railway track ballast"*, NDT&E International 35, (2002) 83-94

[3] Panier, S., Dufrénoy, P., Weichert, D.: "*An experimental investigation of hot spots in railway disc brakes*", ScienceDirect, Wear 256 (2004) 764–773

[4] Jeremić B., Todorović P., Mačužić I., Koković V., "*Tehnička dijagnostika"*, Mašinski fakultet Kragujevac, Srbija 2006.

[5] Švaić, S., Boras, I.: "*Infracrvena termografija*", Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, 2006.

[6] FLIR Systems:"*Technical Specification"*, 1558550, Rev. a174, pp 243-244, 2005

[7] Tomić Lj., Livada B.: *"Detekcija defekata u materijalu primenom termovizije"*, *XLIV ETRAN*, Sokobanja, 26-29.06.2000.

APPLICATION POSSIBILITY OF IR THERMOGRAPHY IN DIAGNOSIS AND TESTING OF RAIL SYSTEMS

Ivan T. RANĐELOVIĆ
Nenad T. PAVLOVIĆ

Abstract *– This paper deals with application of IR thermography for diagnosis and testing of thermical properties of the railway systems. This method should enable early detection of anomalies and failures. The method of IR thermography uses the tools for analysis of radiation energy in the infrared area of the light spectrum. The deviations in predicted temperature distribution point to the possible anomalies of the system elements. IR termography is one of the relatively new visual contactless methods for diagnosis and testing, and therefore it is widely used in the maintenance of the railway systems, as well as other technical systems.*

Key words – IR thermography, maintenance of railway systems, nondestructive testing, remote temperature measurement

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

PRIMENA HOLOGRAFSKE INTERFEROMETRIJE ZA ANALIZU VIBRACIJA KOD ŽELEZNIČKIH SISTEMA

Emina PETROVIĆ[1]
Nenad T. PAVLOVIĆ[2]

Rezime *– Merenje, odnosno ispitivanje vibracija je pogodan metod za opšti nadzor stanja železničkih sistema i predstavlja jednu značajnu fazu u održavanju njegovih delova i ispitivanju njihovih performansi. Sve vibracije iznad dozvoljenih vrednosti ugrožavaju bezbednost korisnika, kao i radnu sposobnost sistema. Pravilna dijagnostika uzroka vibracija direktno utiče na pouzdanost i ima bitan ekonomski značaj. Ukoliko se tačno utvrdi uzrok nedozvoljenih vibracija, eliminisaće se troškovi višestrukog rastavljanja, pregleda i sastavljanja. Ovaj rad se bavi mogućnostima koje nudi holografska interferometrija za analizu oscilacija i vibracija kod različitih delova železničkih sistema (osovina, ogibljenja, šina i točkova). Biće prikazana jedna od metoda holografske interferometrije - elektronska holografija sa vremenskim usrednjavanjem koja omogućava da se na telu ispitivanog objekta uoče tamne i svetle linije, koje odgovaraju tačkama u različitim stanjima oscilovanja i omogućavaju sagledavanje različitih prostornih modova oscilovanja ispitivanog objekta.*

Ključne reči – holografska interferometrija, analiza vibracija, nadzor železničkih sistema

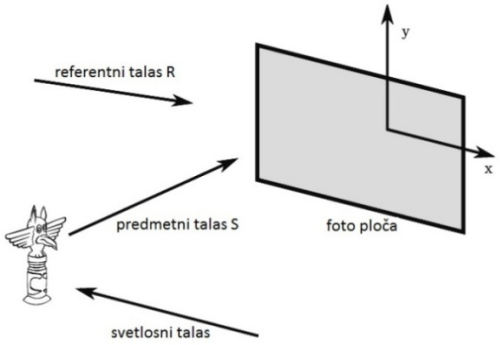
1. UVOD

Metode i tehnike merenja i analize vibracija i buke su najrasprostranjenije u mašinskoj tehnici. Služe za dijagnostiku uležištenja, osovina, vratila, ozubljenja, kavitacija i dr. Praćenjem buke se mogu dijagnosticirati isti parametri kao i pri merenju vibracija, ali se češće analiziraju vibracije, jer su one uzrok buke (zvuka).

Holografija i holografska interferometrija su metode koje se široko primenjuju kod laboratorijskih ispitivanja, a imaju i značajnu industrijsku primenu za ispitivanje bez razaranja materijala (ispitivanje deformacija). Zahvaljujući razvoju kompjuterske tehnike i digitalnih kamera holografska intrferometrija se sve češće primenjuje u industrijskoj metrologiji (u avionskoj industriji, železnici, kontroli kvaliteta mašina u procesu proizvodnje itd.), za dijagnostiku mašina i delova, upoređivanjem dva stanja iz dva različita vremenska trenutka [3]. U ovom radu su izloženi osnovni principi holografske interferometrije sa posebnim osvrtom na primenu u ispitivanju vibracija.

2. TEORIJSKE OSNOVE

Svetlost može da prenese informacije o nekom predmetu kao modulaciju amplitude, frekvence, faze ili polarizacije. Holografija je postupak, pomoću koga je moguće istovremeno sačuvati informacije o amplitudi i fazi, što se postiže interferencijom predmetnog i pomoćnog (referentnog), uniformnog snopa svetlosti. Hologram predstavlja zapis interferencije ova dva svetlosna talasa, i sadrži skrivenu sliku objekta. Hologram se osvetljava laserskom svetlošću da bi se videlo šta je snimljeno. Osnova rekonstrukcije slike, odnosno skrivenog lika holograma je difrakacija svetlosti. Dobijeni lik je prostorni, tj. može da se posmatra pod raznim uglovima, da se rekonstruiše čak i na osnovu delova holograma. Na slici 1 prikazan je sistem za snimanje holograma.



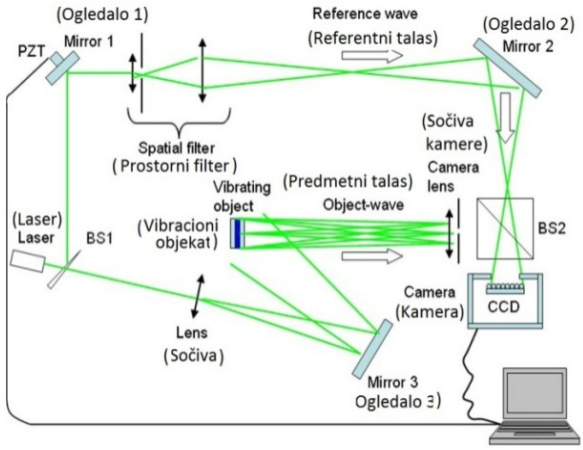
Slika 1. Sistem za snimanje holograma

[1] dipl.ing Emina PETROVIĆ, Mašinski fakultet Niš, emilli85@gmail.com
[2] dr Nenad T. PAVLOVIĆ, Mašinski fakultet Niš, nenadtp@gmail.com.

3. HOLOGRAFSKA INTERFEROMETRIJA ZA VIBRACIONU ANALIZU

3.1. Elektronska holografija sa vremenskim usrednjavanjem

Elektronska holografija sa vremenskim usrednjavanjem je interferometrijska, beskontaktna metoda ispitivanja, za merenje celog vibracionog polja zasnovana na snimanju vibracionog objekta, osvetljenog laserskom svetlošću, CCD kamerom. CCD kamera dobija uzastopne slike dobijene interferencijom predmetnog i referentnog talasa [4][5]. Svetlosni snop je fazno pomeren, obično pomoću ogledala postavljenog na PZT aktuatoru.



Slika 2. Dijagram holografskog sistema koji se koristi za merenje celog vibracionog polja elektronskom holografijom sa vremenskim usrednjavanjem

Obrađivanjem određenog broja (obično 4) uzastopnih frejmova snimljenih kamerom, dobija se nova slika, koja predstavlja predmet prekriven naizmenično svetlim i tamnim prugama. Pruge se obično smatraju, s razumnom pretpostavkom, mestima sa jednakim amplitudama vibracija. Funkcija koja karakteriše dijagram pruga je apsolutna vrednost nultog reda, Beselovih funkcija prve vrste, čiji je argument proporcionalan amplitudi vibracije [4].

Beselove funkcije prve vrste, koje se označavaju sa $J_\zeta(x)$, su rešenja Beselove diferencijalne jednačine koja su konačna u koordintnom početku (x = 0) za nenegativne celobrojne vrednosti ζ, dok su beskonačna kada x teži nuli za negativne ne-celobrojne vrednosti ζ. Tip rešenja (npr. celobrojna ili ne-celobrojna) i normalizacija $J_\zeta(x)$ su definisani osobinama Beselove funkcije [12][13].

3.2. Merenje vibracija vremenski usrednjenom elektronskom holografijom

Kod elektronske holografije sa vremenskim usrednjavanjem, u tački (x,y), na CCD kameri, talas objekta proizvodi zračenje $I_0=I_0(x,y)$, a referentni talas zračenje $I_r=I_r(x,y)$. Između dva uzastopna frejma, faza objektnog talasa uveća se za tačno (π/2) koraka. Ukoliko je učestanost prikupljanja frejmova mnogo manja od učestanosti vibriranja objekta, polje zračenja $I_{vi}=I_{vi}(x,y)$ se dobija integraljenjem tokom trenutnog i-tog frejma. Označivši da je $A_v = I_0+I_r$ i $B_v = 2\sqrt{I_0 I_r}$, njegova jednačina je:

$$I_{vi} = A_v + B_v cos[\varphi_{0-r}(x,y) + \alpha] J_0[\varphi_v(x,y)] \quad (1)$$

$$\alpha = (i-1)\frac{\pi}{2}, \qquad i = 1,2,3,4.$$

U jednačini (1) $J_0(\varphi_v)$ je Bessel-ova funkcija nultog reda prve vrste i argumenta φ_v.

Uzimajući u obzir osvetljenje, posmatranje i identične pravce vibracija, fazni uslov $\varphi_v(x,y)$ koji je zavisan od vibracija, zavisi od amplitude vibriranja van ravni d(x,y) tačke objekta slikane u (x,y) i λ-talasne dužine laserske svetlosti u aproksimativnoj relaciji koja uzima u obzir osvetljenje i pravce posmatranja bliske pravcu vibriranja:

$$\varphi_v(x,y) = \frac{4\pi}{\lambda} d(x,y). \quad (2)$$

Proizvoljna faza $\varphi_{0\text{-}r}(x,y)$ označava faznu razliku između homogenog (ravnomernog) referentnog talasa i rasejanog objektnog talasa koja odgovara ravnotežnom položaju vibrirajućeg objekta.

Uzimajući poslednji skup od četiri prikupljene fazno pomerene interferometrijske slike I_{v1}, I_{v2}, I_{v3}, I_{v4}, procesor računa (obično u realnom vremenu) razlike:

$$C_v = I_{v1} - I_{v3} = 2B_v cos(\varphi_{0-r} + \Delta\varphi_{0-r}) J_0(\varphi_v) \quad (3)$$

$$S_v = I_{v4} - I_{v2} = 2B_v sin(\varphi_{0-r} + \Delta\varphi_{0-r}) J_0(\varphi_v) \quad (4)$$

i prikazuje rezultujući vremenski usrednjeni hologram I_{TAVv} predstavljen formulom:

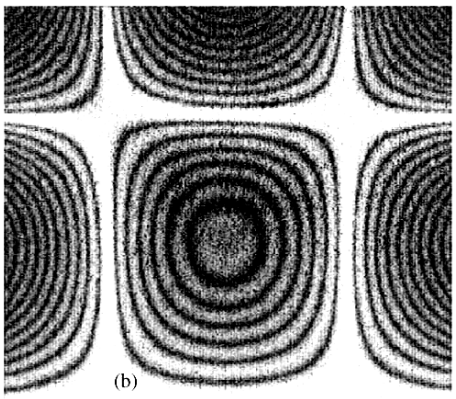
$$I_{TAV_v} = \sqrt{S_v^2 + C_v^2} \quad (5)$$

Moguće je lako potvrditi da ovaj izraz vodi do:

$$I_{TAV_v} = 2B_v |J_0[\varphi_v(x,y)]| \quad (6)$$

gde je $|J_0(\varphi_v)|$ apsolutna vrednost od $J_0(\varphi_v)$.

Prikazana slika se neprekidno ažurira kao funkcija skupa od četiri poslednja frejma. Prikazana slika 3 predstavlja sliku predmeta (vibraciona ploča) prekrivenu interferencijskim prugama, opisanim jednačinom (6).



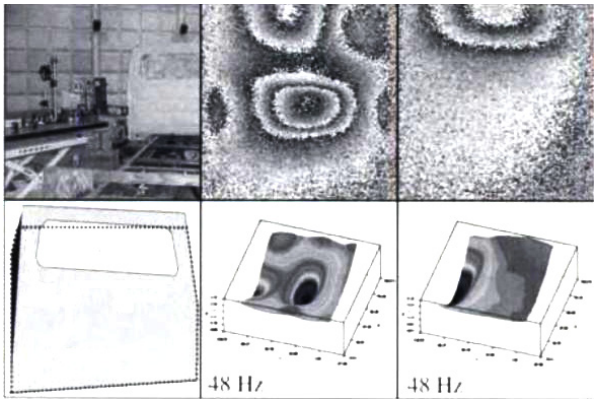
Slika 3. Šema vibracionih pruga dobijenih elektronskom holografskom interferometrijom s vremenskim usrednjavanjem

4. MOGUĆNOSTI HOLOGRAFSKE INTERFEROMETRIJE ZA PRIMENU U ŽELEZNIČKIM SISTEMIMA

U radu [11] prikazana je primena impulsne 3D elektronske interferometrije (3D-PulsESPI), razvijene iz elektronske holografije s vremenskim usrednjavanjem, za ispitivanje vibracija kočionog diska i zidova kabine kod kamiona. Ista tehnika ispitivanja mogla bi se lako primeniti i kod ispitivanja zidova kod železničkih vagona ili nekih drugih delova železničkog sistema.

3D - Puls ESPI omogućava kompletnu trodimenzionalnu i veoma osetljivu vibracionu analizu bilo koje komponente.

Na slici 4 su prikazane mape faza i odgovarajuće mape amplituda za svaku rezonantnu frekvencu zadnjeg zida kamionske kabine, koje su dobijene ispitivanjem ovom metodom.



Slika 4. Vibracioni modovi zadnjeg zida kamionske kabine na različitim frekvencijama.

Slika 5. 3D-PulsESPI sistem

Problem analize interferencionih linija se relativno često sreće u industrijskim merenjima. Naime, potrebno je iz sistema crnih i svetlih linija, koje su superponirane na sliku objekta, izdvojiti neophodnu informaciju. Ovo nije jednostavan zadatak, jer podrazumeva određivanje pozicije maksimuma sistema linija, a zatim dobijanje odgovarajuće dimenzione informacije.

Firma Holo3 je razvila softver upravo za ovakvu vrstu merenja. Može da analizira slike dobijene klasičnom ili holografskom interferometrijom, spekle i Moare interferometrijom, kao i projekcionim metodama (fringe projection) [14].

Metod holografske interferometrije za analizu vibracija nudi velike mogućnosti u oblasti tehničke dijagnostike. Kod železničkih sistema ovaj metod bi u budućnosti mogao da ima veliku primenu za:

- merenje buke na pruzi, umesto metoda merenja buke na referentnom delu koloseka prema direktivi 2001/16/EC – Interoperability of the trans-European conventional rail system, koja predviđa merenje buke pomoću mikrofona postavljenih na tačno određenim mestima [6],
- za merenje vibracija kod električnih lokomotiva, umesto metoda merenja vibracija ventilatorskog sklopa vučnih blokova električne lokomotive pomoću višenamenskog uređaja T-30, u funkciji efikasnijeg remonta električnih lokomotiva [7],
- za merenje buke kod manevarskih lokomotiva, umesto metoda eksperimentalnog merenja pozicije, frekvencije i nivoa zvučnog pritiska svakog izvora buke na manevarskoj lokomotivi Y8000-SNCF pomoću akustičnih antena [8],
- za monitoring pojedinih odgovornih komponenata voznih sredstava, koji uključuje, između ostalog, i detekciju udarnih opterećenja točkova, a umesto metoda koji koristi nove integrisane stacionarne detektorske sisteme koji su postavljeni neposredno uz kolosek, i koji treba da obezbede efikasnije funkcionisanje železnice i povećaju bezbednost [9],
- za identifikovanje i analizu vibracija na osovinskim sklopovima, kao i na podu sanduka šinskih vozila, umesto metoda frekventne analize za analizu spektra vibracija i stanja ležajeva osovinskog sklopa, kao i sanduka železničkog vozila u toku ekploatacije [10].

5. ZAKLJUČAK

Holografska interferometrija je dugi niz godina bila i još uvek je dominantna u laboratorijskim ispitivanjima. Industrijska primena holografske interferometrije postavlja niz zahteva kao što su rad u realnom vremenu, jednostavnost opreme, ekonomičnost, efikasnost, uz često manju preciznost u odnosu na laboratorijaska ispitivanja. Iako je još uvek nedovoljno razvijena, pronašla je brojne primene. Veliki broj proizvođača danas u svetu nudi jeftine komercijalne sisteme, a takođe su dostupni i specijalni sistemi sa strogo definisanom namenom, što omogućava njenu intenzivniju primenu.

Holografska interferometrija predstavlja nov i veoma koristan alat za mašinskog inžinjera zaduženog za optimizaciju sklopova u pogledu buke i vibracija. Brzi tehnološki napredak omogućava optimizaciju

postojećih i razvoj novih metoda holografske interferometrije i otvara nove mogućnosti za njihovu primenu za analizu oscilacija i vibracija različitih delova železničkih sistema (osovina, ogibljenja, šina i točkova), kao i u drugim industrijskim sistemima.

LITERATURA

[1] Lauterborn, W.: "Coherent optics", Springer, 2003.
[2] Groh, G.: "Holographie", Verlag Berliner Union, 1973.
[3] Slavica Ristić:"Holografska interferometrija i njena primena u beskontaktnim isptivanjima", Integritet i vek konstrukcija, 2006.
[4] Borza, D.N.,: "High-resolution time-average electronic holographyfor vibration measurement", Optic and lasers in engineering, 2004.
[5] Chambarda,J.P., Chalvidana,V., Carnielb,X., Pascalc J.C.,: "Pulsed TV-holography recording for vibration analysis applications", Optic and lasers in engineering, 2002.
[6] Hlavaček, J.: „The noise measurement according TSI CR noise on the reference track section", Proceedings of the 18th International Conference „Current problems in rail vehicles", Žilina, Slovakia, Vol. 1, 231-238, 2007.
[7] Tonić,D., Vučković,N.: „Dijagnostika vibracija u funkciji efikasnijeg remonta električnih lokomotiva", Zbornik radova X jugoslovenske konferencije sa međunarodnim učešćem „Železničko mašinstvo", Niš, 147-150, 2002.
[8] Pavlović,N.T., Jovanović,S., Milošević,A.: „O mogućnostima smanjenja buke kod manevarskih lokomotiva", Zbornik radova XI naučno-stručne konferencije o železnici ŽELKON 04, Niš, 41-44, 2004.
[9] Stamenković,D.: „Monitoring sistemi u održavanju železničkih vozila", Zbornik radova XI naučno-stručne konferencije o železnici ŽELKON 04, Niš, 173-177, 2004.
[10] Milovančević,M., Miltenović,A.: „Analiza vibracionih spektara kod železničkih vozila", Zbornik radova XI naučno-stručne konferencije o železnici ŽELKON 04, Niš, 215-218, 2004.
[11] Krupka,R., Vetter,H., Thomas Walz,T., Ettemeyer,A., : "3D-PulsESPI technique for dynamic deformation measurement ", SPIE, 176-181, 2001.
[12] Borza, D.N.,:: "Full-field vibration amplitude recovery from high-resolution time-averaged speckle interferograms and digital holograms by regional inverting of the Bessel function", Optic and lasers in engineering, 2005.
[13] Yousif, H. A., Melka, R.,: "Bessel function of the first kind with complex argument", Computer Physics Communications,1998
[14] www.holo3.com

APPLICATION OF HOLOGRAPHIC INTERFEROMETRY FOR VIBRATION ANALYSIS OF RAIL SYSTEMS

Emina PETROVIĆ
Nenad T. PAVLOVIĆ

Abstract – Measurement of vibrations is a convenient method for the general supervision of the state of railway systems, and represents a significant phase in maintaining of their parts as well as testing of their performance. All the vibrations above the allowed values threaten the security of users as well as working ability of the system. Proper diagnosis of the causes of vibration directly affects on the reliability and has substantial economic importance. If the exact cause of illegal vibration has been determined, the costs of multiple disassembly, examination and preparation will be avoided. This paper deals with the possibilities for application of holographic interferometry for the analysis of oscillation and vibration of various parts of the railway system (axles, suspensions, tracks and wheels). The one of the methods of holographic interferometry - time average electronic holography will be presented. This method enables detecting of dark and bright lines on testing object, which correspond to the points in different states of the oscillation. In this way the various modes of spatial oscillation of testing object can be considered.

Key words – holographic interferometry, vibration analysis, monitoring of railway systems

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

POKAZATELJI ODRŽAVANJA PUTNIČKIH VAGONA HŽ PUTNIČKOG PRIJEVOZA U TROGODIŠNJEM RAZDOBLJU 2007-2009

Milan BRKIĆ[1]
Mario ŠIMIĆ[2]

Rezime *–Podjelom Hrvatskih željeznica od 1.1.2007. samostalno djeluju željeznički prijevoznici HŽ Putnički prijevoz, HŽ Cargo i HŽ Vuča vlakova. Temeljna djelatnost HŽ Putničkog prijevoza jest prijevoz putnika u domaćem i međunarodnom željezničkom prometu, a obavlja se putničkim vagonima i motornim vlakovima. Vozni park putničkih vagona u vlasništvu HŽ PP čini 285 aktivnih vagona čije se održavanje vagona ugovara s više različitih tvrtki. U ovom se radu iznose iskustva iz održavanja putničkih vagona i daje se kratka analiza trogodišnjeg održavanje na temelju ostvarenih troškova i eksploatacijskih pokazatelja. Također se iznose prijedlozi za poboljšanje postojećeg modela održavanja voznog parka HŽ Putničkog prijevoza uzimajući u obzir planiranu modernizaciju voznog parka do 2015. godine.*

Ključne riječi – putnički vagon, imobilizacija, troškovi održavanja, raspoloživost

1. UVOD

HŽ Putnički prijevoz kao samostalna pravna osoba započeo je s radom nakon podjele Hrvatskih željeznica 1.1.2007., a bavi se prijevozom putnika u domaćem i međunarodnom željezničkom prometu. U tu svrhu koristi motorne vlakove, koji su kao i druga vučna vozila u vlasništvu HŽ Vuče vlakova, vlastite putničke vagone i manjim dijelom strane putničke vagone na međunarodnim linijama. Motornim vlakovima obavlja se otprilike 50% putničkog prometa u Hrvatskoj mjereno u kilometrima vlakovnih vožnji (vlak-km). HŽ Vuča vlakova brine o održavanju motornih vlakova dok je čišćenje i pranje motornih vlakova u domeni HŽ PP-a.

HŽ Putnički prijevoz nema vlastitih kapaciteta za održavanje vagona već se održavanje ugovara s tvrtkama Održavanje vagona i TŽV Gredelj. Pojedine usluge održavanja ugovaraju se i s drugim tvrtkama (čišćenje i njega, tokarenje kotača, specijalističkom održavanje i dr.). S obzirom da se održavanje putničkih vagona HŽ Putnički prijevoz obavlja na više lokacija koje pripadaju različitim pravnim osobama eksploatacija vagona se odvija s dosta praznih hodova i uz relativno veliku planiranu imobilizaciju. Stoga se prema planovima modernizacije voznog parka za razdoblje do 2015.g. predviđa nabavka novih motornih vlakova i izgradnja kapaciteta za održavanje kojima će se objediniti svi radovi tekućeg održavanje na jednom mjestu dok će se remontni radovi obavljati u novim pogonima tvornice TŽV Gredelj koji su već stavljeni u funkciji.

1.1. Struktura voznog parka putničkih vagona

Vozni park putničkih vagona HŽ Putničkog prijevoza čini ukupno 399 vagona od kojih je 285 u aktivnom stanju, a od tog broja za promet je prema voznom redu 2009/10 potrebno 245 vagona što odgovara planiranoj imobilizaciju od 17,5 %. Takva, relativno visoka stopa planirane imobilizacije posljedica je funkcioniranja postojećeg sustava održavanja kojeg karakterizira dugotrajno ugovaranje zbog ovisnosti o usvajanju godišnjih planova poslovanja na razini HŽ Holdinga, dugotrajne procedure nabavke rezervnih dijelova te tehnološka ograničenja postojećih kapaciteta za održavanje i pripremu vagona za promet.

Struktura vagonskog voznog parka HŽ Putničkog prijevoza je takva da omogućava pružanje kvalitetne prijevozne usluge u daljinskom tuzemnom prometu i međunarodnom prometu za brzine do 160 km/h.

Od ukupnog broja od 285 aktivnih putničkih vagona, 14 vagona je 1. razreda (A), 10 vagona je 1. i 2. razreda (AB), a 220 putničkih vagona su 2. razreda (B). Pored navedenih serija u aktivnom vagonskom parku su i određeni broj vagon restorana (WR), vagona za spavanja (WL), vagoni sa ležajevima (Bc)

[1] Milan BRKIĆ, dipl.ing., HŽ Putnički prijevoz d.o.o., Zagreb, Mihanovićeva 12, milan.brkic@hznet.hr
[2] Mario ŠIMIĆ, dipl.ing., HŽ Putnički prijevoz d.o.o., Zagreb, Mihanovićeva 12, mario.simic@hznet.hr.

vagon za prijevoz prtljage (Ds) i vagoni za prijevoz automobila (MDDlm). Broj vagona sposoban za međunarodni promet s oznakom RIC iznosi 217 a ostatak od 68 vagona mogu prometovati samo u lokalnom i regionalnom prometu. Od ukupnog broja aktivnih putničkih vagona, 32% vagona je modernizirano što znači da su opremljeni statičkim pretvaračima, klima uređajima, zatvorenim sustavom vakuum toaleta, *ep* i *mg* kočnicom i koriste se u međunarodnom i unutarnjem daljinskom prometu. Vagoni koji se koriste u lokalnom i regionalnom prometu nisu klimatizirani i imaju zastarjela tehnička rješenja. Prosječna starost svih aktivnih putničkih vagona iznosi 29 godina. Vagonski park se modernizira i obnavlja, ali pored toga dio vagona je u dosta lošem tehničkom stanji i trebalo bi ih modernizirati. Prosječan broj prevezenih kilometara po putničkom vagonu za protekle tri godine iznosi približno 130.000 km godišnje.

2. ORGANIZACIJA ODRŽAVANJA PUTNIČKIH VAGONA

Održavanje putničkih vagona HŽ Putničkog prijevoza, u periodu 2007-2009, odvijalo se prema Pravilniku o održavanju željezničkih vozila Hrvatskih željeznica (Pravilnik 241) i drugim važećim željezničkim propisima.

Prema Pravilniku 241 održavanje putničkih vagona obuhvaća:

- stalni nadzor
- pranje, čišćenje i dezodoraciju
- dezinfekciju, dezinsekciju i deratizaciju
- kontrolne preglede
- redovite popravke.

Stalni nadzor nad tehničkom ispravnošću putničkih vagona obavljaju pregledači vagona na temelju ugovora između HŽ Putničkog prijevoza i HŽ Carga. Dakle, svaki vagon, koji se nalazi u sastavu vlaka se pregledava prije polaska od strane pregledača vagona. Tijekom vožnje vlaka nadzor nad ispravnošću vagona obavlja vlakopratitelj koji je sve uočene neispravnosti dužan prijaviti pregledaču vagona u dolaznom kolodvoru.

Čišćenje i njega putničkih vagona obavlja se svakodnevno prema ugovoru između HŽ PP-a i društva Čišćenje i njega putničkih vagona po principu „dnevno čist vagon“. Što znači da se svakodnevno čiste vagoni koji se nalaze u dnevnoj eksploataciji u domicilnom kolodvoru i obrtnim kolodvorima.

Kontrolni pregledi, kao sastavni dio redovitog održavanja obavljaju se uglavnom u Pogonu Zagreb GK društva Održavanje vagona na temelju godišnjeg ugovora o održavanju. Jedan dio kontrolnih pregleda ugovara se i sa društvom TŽV Gredelj. Mali popravci su u stvari kontrolni pregledi koji su zamijenili nekadašnje RIC revizije i u sklopu takvih popravaka obavljaju se radovi većeg opsega te su se takvi popravci obavljali i u Održavanja vagona i u TŽV Gredelju. Kriteriji za odabir društva koje će vršiti pojedini mali popravak određuju se operativno vodeći računa o planiranim financijskim sredstvima, stanju vagona i trenutnim mogućnostima društava (zaposlenost kapaciteta, mogućnost nabavke rezervnih dijelova i dr.).

Srednje i velike popravke je obavljalo društvo TŽV Gredelj. U sklopu velikih popravka vagoni se ujedno i moderniziraju.

Radove izvanrednog održavanja manjeg opsega obavljaju vagonski električari HŽ Putničkog prijevoza i bravari HŽ Carga bez povlačenja vagona u radionicu.

Radove izvanrednog održavanja većeg opsega obavljaju se u pogonima društava Održavanje vagona i TŽV Gredelj na temelju ugovora ili posebnih narudžbi osim radova tokarenja kotača bez izgradnje osovinskih sklopova koje obavlja društvo Održavanje vučnih vozila na temelju posebnih narudžbi.

Kontrolu kvalitete radova održavanja HŽ Putnički prijevoz provodi putem svojih stalnih predstavnika (kontrolno-prijamnih djelatnika) u društvu Održavanje vagona te u društvu TŽV Gredelj putem svojih inženjera iz Službe za mobilne kapacitete.

3. POKAZATELJI ODRŽAVANJA PUTNIČKIH VAGONA

3.1. Inventarsko stanje i raspoloživost

Tijekom proteklog trogodišnjeg razdoblja prosječna raspoloživost vagona bila je nešto niža od planski izraženih potreba prema postavljenim voznim redovima. Ukupan broj vagona smanjen je za 13 jedinica otpisivanjem vagona koji su više godina neaktivni i za koje je ocijenjeno da su u tako lošem stanju da se u njihovu obnovu ne isplati ulagati.

Tablica 1. Brojno stanje putničkih vagona HŽ Putničkog prijevoza u razdoblju 2007-2009

	2007.	**2008.**	**2009.**
Inventarsko stanje na dan 31.12.	412	412	399
Aktivni inventarski park	293	298	285
Raspoloživo za promet	247	248	237
Potrebno za promet	251	253	245

Inventarsko stanje čine svi vagoni. Aktivni inventarski park čine vagoni koji se nalaze u eksploataciji, koji su u rezervi ili na nekom od oblika održavanja.

3.2. Struktura održavanja i troškovi

Tablica 2 daje količine izvršenih radova kod tekućeg održavanja putničkih vagona u razdoblju 2007-2009.

Tablica 2.

2007.	
Vrsta radova	**Broj izvršenja**
Kontrolni pregled P1	944
Kontrolni pregled P2	723
Mali popravak	104
Izvanplanski popravci	2421
Pregledi zbog produženja roka redovitog popravka	49
2008.	
Vrsta radova	**Broj izvršenja**
Kontrolni pregled P1	1054
Kontrolni pregled P2	729
Mali popravak	63
Izvanplanski popravci	2647
Pregledi zbog produženja roka redovitog popravka	105
2009.	
Vrsta radova	**Broj izvršenja**
Kontrolni pregled P1	901
Kontrolni pregled P2	972
Mali popravak	119
Izvanplanski popravci	2066
Pregledi zbog produženja roka redovitog popravka	174

Prema prethodnoj tablici može se zaključiti da je broj kontrolnih pregleda na godišnjoj razini 1.980 što odgovara podatku da svaki vagon u prosjeku 7 puta godišnje dolazi na kontrolni pregled i 8 puta godišnje dolazi na izvanplanski popravak u što je uključeno i tokarenje kotača. Broj malih popravaka se na godišnjoj razini mijenja iz razloga učešća srednjih popravaka. Modernizacijom voznog parka očekuje se daljnje smanjenje broja isključenja vagona iz prometa zbog izvanrednih popravaka.

3.3. Manjkavosti postojećeg sustava održavanja

Postojeći sustav održavanja putničkih vagona HŽ Putničkog prijevoza karakterizira sljedeće:

- prevelik broj subjekata koji obavljaju radove održavanja
- neodgovarajući kapaciteti održavanja
- neusuglašeni modeli za obračun izvršene usluge održavanja
- otežana dostava vagona na mjesto održavanja
- otežana nabavka rezervnih dijelova.

Temeljni problem održavanja vagona predstavljaju neodgovarajući kapaciteti na području kolodvora Zagreb GK. U posljednjih nekoliko godina znatno je izmijenjena struktura voznog parka putničkih vagona tako da je većina vagona opremljena statičkim pretvaračima. S tim u vezi postoji potreba za radovima specijalističkog održavanja (popravci pretvarača, sustava klimatizacije, ozvučenja i sl.) za čiju provedbu je neophodan energetski priključak s jednim od UIC napona. Takvih priključaka je na kolodvoru Zagreb GK premalo te se stoga vagoni često povlače u radionicu radi kvarova koje je moguće otkloniti na vagonu dok stoji na kolodvoru. To poskupljuje održavanje, komplicira gospodarenje vagonima i negativno utječe na tehnologiju rada kolodvora.

Tablica 3. Trošak tekućeg održavanja (bez čišćenja), pređeni kilometri i imobilizacija putničkih vagona u razdoblju 2007-2009

	Trošak tekućeg održavanja (€)*	**Pređeni kilometri**	**Imobilizacija**
2007.	9.746.525,00	36.665.633	12,47 %
2008.	8.987.069,00	38.997.259	11,50 %
2009.	7.875.000,00	40.750.052	14,64 %

** preračunato po paritetu da 1 € vrijedi 7,2 kn*

Potreba za ugovaranjem radova održavanja s više subjekta generira teškoće jer je planiranje održavanja samo po sebi složeno, a procedure ugovaranja odvijaju sukladno Zakonu o javnoj nabavi i poslovnim odlukama na razini HŽ Holdinga. Postojeći kapaciteti za održavanje putničkih vagona ne odgovaraju današnjim zahtjevima koji proizlaze iz znatno izmijenjene strukture vagonskog parka jer je veliki broj putničkih vagona modernizirana. Postojeći kapaciteti nisu međusobno povezani te se kod svake dostave vagona na održavanje mora koristiti područje kolodvora Zagreb GK na kojem se odvija vrlo intenzivan promet. Potpunim preseljenjem postojećih pogona za novogradnju i održavanje vagona društva TŽV Gredelj na lokaciju u Vukomercu (istočni dio Zagreba) dodatno će otežati održavanje vagona zbog udaljenosti od Glavnog kolodvora.

Nabavka rezervnih dijelova od kojih je veći dio uvoznog podrijetla predstavlja najveći problem u održavanju vagona. Društva koja se bave održavanjem nemaju dovoljno obrtnih financijskih sredstava za pravovremenu nabavku rezervnih dijelova te su stoga česte situacije da vozilo više tjedana stoji imobilizirano zbog čekanja na rezervne dijelove.

4. PRIJEDLOZI ZA UNAPREĐENJE SUSTAVA ODRŽAVANJA

Prema stavovima HŽ Putničkog prijevoza, najveće unapređenje postojećeg sustava održavanja može se

realizirati izgradnjom kompletnog tehničko-putničkog kolodvora. Takva lokacija bi omogućila objedinjavanje različitih vidova održavanja na jednom mjestu (čišćenje i njega, kontrolni pregledi manjeg obujma radova, manji izvanredni popravci, tehnički pregled kompletne garniture i dr.). S tim u vezi treba oformiti posebnu organizacijsku jedinicu unutar HŽ Putničkog prijevoza koja bi ubuduće obavljala djelatnost redovitog i izvanrednog održavanja putničkih vagona na bazi jednosmjenskog rada u radionici te osiguravla 24-satni mobilni vagonski servis u kolodvoru Zagreb GK.

Osim prethodno navedenog sustav održavanja mobilnih kapaciteta HŽ Putničkog prijevoza znatno će unaprijediti sustav *fleet-managementa* koji se uskoro uvodi. Takav sustav će omogućiti komunikaciju dispečerskog središta sa svakim vozilom kako bi se u svakom trenutku moglo znati gdje se vozilo trenutno nalazi, kakvo je njegovo pogonsko stanje, kakav mu je status, koji mu je nadolazeći termin redovitog održavanja. Time će se olakšati operativno optimiranje raspoloživih kapaciteta za zadovoljenje prijevoznih potreba uz najmanje troškove. Sustav *fleet mangementa* trebao bi objediniti i druge podsustave kod kojih je bitna trenutna pozicija vlaka (vozila) u prometu kao što su sustav informiranja putnika u vlaku i na službenim mjestima te prije svega sustav za brojanje prevezenih putnika.

5. ZAKLJUČAK

U trogodišnjem razdoblju održavanje putničkih vagona HŽ Putničkog prijevoza obavljalo se na više različitih lokacija na temelju ugovora ili narudžbi s tvrtkama održavateljima. Unatoč prisutnim teškoćama ostvareni pokazatelji ukazuju na stabilnost sustava održavanja jer se ono odvijalo sukladno postavljenim planovima i u zadanim tehnološkim i i financijskim okvirima.

Zbog neodgovarajućih kapaciteta za održavanje i dugotrajnih procedura ugovaranja i realizacije radova održavanja planska imobilizacija je relativno visoka što ukazuje na potrebu unapređenja sustava održavanja putničkih vagona.

Za unapređenje postojećeg sustava održavanja mobilnih kapaciteta za prijevoz putnika neophodna je izgradnja novog, odgovarajuće opremljenog, tehničko-putničkog kolodvora u Zagrebu kao središnjeg mjesta za tekuće održavanje mobilnih kapaciteta za prijevoz putnika.

Osim novih kapaciteta za učinkovito održavanje neophodni su pravovremeni eksploatacijski podaci o pojedinom vozilu koje može pružiti sustav za upravljanje voznim parkom (*fleet-management).*

LITERATURA

[1] HŽ: "Pravilnik o održavanju željezničkih vozila (Pravilnik 241)“, HŽ-Hrvatske željeznice, Zagreb, 1992.

[2] HŽ: "Uputa za kontrolne preglede i redovite popravke željezničkih vozila 241-I, HŽ-Hrvatske željeznice, Zagreb, 1994.

[3] J. Kunac: "Uporaba vagona“, Željeznička tehnička škola u Zagrebu, Zagreb, 2005.

INDICATORS OF MAINTENANCE OF PASSENGER COACHES OWNED BY HŽ PASSENGER TRANSPORT DURING TREE-YEAR PERIOD 2007-2009

Milan BRKIĆ
Mario ŠIMIĆ

Abstract – After division of the Croatian Railways from 1. January 2007 independently operate rail operators HŽ Passenger transport, HŽ Cargo and HŽ Traction. The principal activity of HŽ Passenger transport is the carriage of passengers in domestic and international rail traffic by passenger cars and motor units. Fleet of passenger coaches owned by the HŽ PT consists of 285 active coaches whose maintenance HŽ PT negotiates with several firms In this paper experiences from maintenance of passenger coaches are presented and the short analyse of three-years maintenance based on realised costs and exploitation indicators is given too. Also some proposals for improvement of existing models of the maintenance fleet HZ Passenger transport are given taking into account the planned modernization of the fleet to 2015th year.

Key words – passenger coach, immobility, maintenance costs, availability

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

MODIFICIRANE ELEKTRIČNE LOKOMOTIVE SERIJE 461 ŽELJEZNICA CRNE GORE – 25 GODINA EKSPLOATACIJE

Zoran SAVELJIĆ [1]

Rezime *– U radu je razmatrana problematika tehničkog stanja električne lokomotive serije 461 vlasništvo željeznica Crne Gore, njihova nedovoljna raspoloživost i pouzdanost, kao i modifikacije koje trebaju da poboljšaju tehničko stanje istih u eksploataciji. Analizirani su eksploatacioni pokazatelji modificiranih lokomotiva serije 461, sagledano je koliko su modifikacije koje su izvršene na lokomotivama uticale na povećanje raspoloživosti i pouzdanosti istih, kao i faktori koji su uticali na smanjenje raspoloživosti.*

Ključne reči – željeznica, lokomotive,modifikacije,eksploatacija

1. UVOD

Uspostavljanjem u saobraćaj a na pruzi Bar – Beograd 1976 godine, i uvođenjem elektro vuče Željezničko Transportnoj Organizacija Titograd preraspodjelom električnih lokomotiva serije 461 u inventarski park dodijeljeno je 17 lokomotiva. Lokomotive su proizvedene u fabrici ''ELEKTROPUTERE'' Craiova, Rumunija u periodu 1972 – 1974.

U toku eksploatacije na pruzi Bar – Bijelo Polje u periodu 1974 – 1982 godine uočeni su značajni tehnički nedostaci na sklopovima i uređajima, koji su tokom njihovog korišćenja u eksploataciji uticali su na povećanje imobilizacije. Povećanjem imobilizacije električnih lokomotiva serije 461 smanjena je raspoloživost koja je uticala na obezbjeđenje lokomotiva za potrebe prevoza putnika i stvari.

Nedostaci na pojedinim uređajima su takođe uticali na funkcionalnost i pouzdanost lokomotive u saobraćaju.

Prosječna raspoloživost lokomotiva u periodu 1974 – 1982 godine iznosila je 37 %. Analizirajući nastalu situaciju odlučeno je da se izvrše modifikacije koje će povećati pouzdanost, smanjiti troškove održavanja, imobilizaciju, te omogućiti unificiranje upravljanjem lokomotivama.

Glavna opravka sa modifikacijama je izvršena na 17 električnih lokomotiva serije 461 u „Rade Končar" Zagreb u periodu od 1983 – 1985 godine.

2. MODIFIKACIJE ELEKTRIČNIH LOKOMOTIVA SERIJE 461

Program modifikacija obuhvatio je električni dio, mehanički dio i pneumatske instalacije.

U upravljačnici modificirani su blokovi sainstrumentima. Postavljen je novi blok sa signalnim svjetiljkama koji signaliziraju djelovanje zaštite.

U mašinskom prostoru temeljno su modificirani ormari električne opreme S – 7 i S – 8. Ormar S – 8 nalazi se na mjestu I kompresorskog agregata osnovne serije. Između ormara S – 7 i S – 8 nalazi se stalak sa kondezatorima, prigušnicama pomoćnog pogona i uređaji za punjenje baterija akumulatori.

Na mjestu II kompresorskog agregata osnovne serije nalazi se glavni kompresorski agregat novog tipa.

Modifikovan je pneumatski blok i nalazi se ispod stalka električne kočnice S – 9.

Na stalcima vučnih motora postavljena su dvokrilna vrata sa zabravljivanjem.

Ugrađeni su trofazni asihroni motori novog tipa.

Na krovu su modifikovane krovne veze i postavljen naponski mjerni transformator.

Najznačajnija modifikacija na mehaničkom dijelu je ugradnja novih osovinskih sklopova sa monoblok točkovima.

3. EKSPLOATACIONI POKAZATELJI

Eksploatacioni pokazatelji modificirah električnih lokomotiva serije 461 vlasništvo Željeznica Crne Gore u periodu od 1984 – 2009 godine analizirani su kroz sledeće pokazatelje.

3.1. Inventarski park, prosječna starost lokomotiva.

Inventarski park i prosječna starost lokomtiva prikazani su u tabeli 1.

[1] Zoran SAVELJIĆ,dipl.maš.ing, Podgorica, zoransaveljic@t-com.me.

Tabela 1. Inventarski park

Opis / godina	1984 - 2004	2005 – 2009
Inventarski park	17	16
Prosječna starost lokomotiva		35,76

3.2. Izvršeni rad modificiran električnih lokomotiva

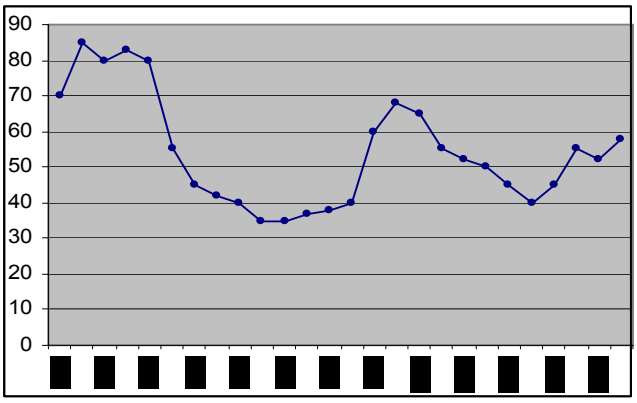
U periodu od 1984 do 2009 godine u tebili 2. prikazan je izvršeni rad modificiran električnih lokomotiva serije 461.

Tabela 2. Izvršeni rad za period 1984 – 2009 god

God	Inv. park	Proc. raspol	Pređ. km	Izvrš. rad	Radni park	
	kom	%	km	10^3brtkm	Km/lok	10^3brtkm lok
1	2	3	4	5	6	7
1984		70,53	960369	823561	218,7	187,6
1985		84,75	1216052	974117	231,3	185,3
1986		81,39	1090006	1180947	215,8	233,8
1987		83,71	1102392	1339842	212,3	257,9
1988		82,47	960192	669752	187,8	130,9
1989		54,75	799289	531211,3	239,5	311,7
1990		47,35	849028	581350	288,9	197,8
1991		44,00	916461	601033,5	335,7	220,2
1992		41,82	807819	539968,3	313,7	209,7
1993		33,00	627005	375870,9	306,3	183,6
1994	17	33,18	657319	328963,9	319,4	159,8
1995		33,94	634762	467936,6	301,4	222,2
1996		35,18	1050947	654419,9	483,9	281,9
1997		41,53	1178279	599487	457,2	232,6
1998		61,11	1388678	711241	354,5	181,0
1999		68,59	922027	289099	232,6	67,9
2000		67,00	1220191	539417	293,5	165,8
2001		55,94	1130754	698760,3	324,8	200,7
2002		54,18	837353	519722	388,2	240,9
2003		51,24	977562	489362	307,5	153,4
2004		43,64	1069704	429779	419,7	168,6
2005		39,82	1089429	470329	468,5	202,3
2006		44,52	1127300	465852	433,7	179,2
2007	16	55,75	1204128	533664	369,8	163,9
2008		53,30	1131026	478896,1	342,1	153,8
2009		54,00	979832	410827,1	310,7	130,3
Σ			25876804	18770770,7	341,1	131,9
Prosjek		51,50	1035072	750839,8	343,1	249,1

Eksploatacioni podaci za period 1984 – 2009 godine su sledeći :

- Pređeni kilometri 25 876 804 km.
- Prosječno pređeni kilometri po godini eklploatacije 1035072 km, ili po lokomotivi radnog parka 343,1 km/dnevno
- Izvršeni rad 18 770 770,7 × 10^3 btkm
- Prosječni rad po lokomotivi radnog parka po godini je 750 830,8 × 10^3 btkm ili po lokomotivi 249,6 tona/dnevno
- Prosječna raspoloživost po godini eksploatacije je 51,50 %.
- Kretanje raspoloživosti za navedeni period i prosječna vrijednost prikazana je na slici 1.



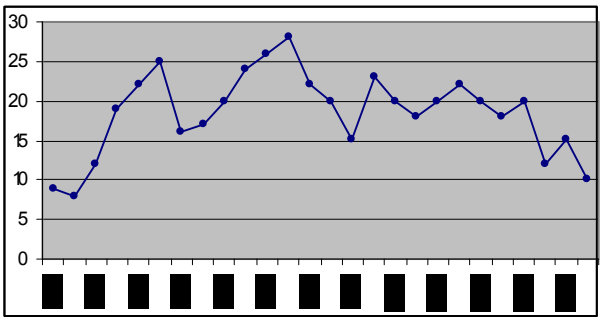
Slika 1.Raspoloživost električne lok serije 461

3.3. Broj kvarova električne modificirane lokomotive na 100 000 km za period od 1984 – 2009 godine

Broj kvarova (defekta) za period od 1984-2009 godine kao i broj kvarova na pređenih 100 000 km prikazan je u tabeli 3.

Tabela 3 Broj kvarova za period od 1984-2009 god i broj kvarova na pređenih 100 000 km

Godina	Ukupan broj defekata	Broj defekata na 100 000 km
1	3	2
1984	89	9,26
1985	102	8,38
1986	115	10,55
1987	202	18,32
1988	211	21,97
1989	311	38,90
1990	200	15,66
1991	133	14,51
1992	157	19,43
1993	119	24,56
1994	169	25,71
1995	74	21,65
1996	121	21,02
1997	252	21,38
1998	219	15,77
1999	218	23,62
2000	235	19,24
2001	214	18,92
2002	162	19,34
2003	219	22,40
2004	224	20,99
2005	195	17,89
2006	212	18,80
2007	156	12,95
2008	219	19,36
2009	145	14,79
Σ	4673	
Prosjek	186,9	18,05



Slika 2.Broj kvarova modificirane električne lokomotive na 100 000 pretrčanih kilometara u periodu 1984 do 2009 godine

4. POKAZATELJI RADA MODIFICIRANIH ELEKTRIČNIH LOKOMOTIVA SERIJE 461

Izvođenjem modifikacije na električnim lokomotivama serije 461 vlasništvo Željeznice Crne Gore otklonjeni su određeni tehnički nedostaci i na taj način poboljšali raspoloživost.

Raspoloživost u navedenom periodu ostvarena je preko 50 % što je omogućilo da se poveća broj lokomotiva radnog parka za izvršenje reda vožnje u odnosu na 1982 godinu.

Glavni pokazatelj pouzdanosti u korišćenju modificiranih električnih lokomotiva jeste broj kvarova (defekata) na pređenih 100000 kilometara.Prosječan broj kvarova (defekata) za posmatrani period je 18,05. Sagledavanje ostvarenih pokazatelja u raspoloživosti i pouzdanosti ocijenićemo kroz sledeće normative:

- Raspoloživost predstavlja svojstvo nekog tehničkog sistema da sačuva svoje karakteristike upotrebljivosti u propisanim granicama tolerancije u određenom vremenskom periodu pri zadatim uslovima korišćenja.
- U toku porasta dužine vremena rada, odnosno proteklog vremena eksploatacije u odnosu na predviđeni vijek korišćenja nekog tehničkog sredstva, njegove izlazne karakteristike se neizbježno degradiraju (slabe) zbog procesa starenja, trošenja i zamora materijala, što u krajnjem slučaju dovodi do isključenja iz rada.

  Raspoloživost električnih vozila kod željezničkih uprava Evropske Unije 90 - 93 %.)
- Pouzdanost vučnih vozila predstavlja vjerovatnoću pojave svih otkaza u radu vučnih vozila koje izazivaju prestanak njihovog funkcionisanja i iste stvaraju u defektno stanje (nesposobnost za rad). To su takozvani defekti vučnih vozila koji nastaju tokom njihovog rada u procesu saobraćaja.Pojava defekta kod vučnog vozila predstavlja njegovo onesposobljavanje za rad, što zahtijeva potrebu utvrđivanja kvara, vršenje odgovarajuće opravke ili zamjene odgovarajućeg elementa kroz određene postupke održavanja vučnog vozila u cilju njegovog osposobljavanja u ispravno stanje za eksploataciju.

  U periodu osamdesetih godina za pouzdanost električnih vučnih vozila na elektrificirani su pruge sa monofaznim sistemom vuče 25 000 V, 50 Hz dogovoreno tri otkaza (defekta) na 100 000 pređenih kilometara.
- Analizom raspoloživost modificiranih električnih lokomotiva serije 461 vlasništvo Željeznice Crne Gore stiče se utisak da ne mogu biti zadovoljni. Međutim kada sagledamo faktore koji su imali određeni uticaj na povećanje imobilizacije odnosno smanjenja raspoloživosti, modifikacije su dale određene rezultate. Ti rezultati se sagledavaju kroz obezbjeđenje električnih lokomotiva serije 461 u eksploataciji.
- Analizirajući pouzdanost ne može se dati pozitivna ocjena s obzirom na veliki broj defekata na pređenih 100 000 kilometara.

Ocjena izvršenih modifikacija električnih lokomotiva serije 461 za period 1984-2009 godine dala je rezultate u očuvanju električnih lokomotiva serije 461 vlasništvo Željeznice Crne Gore.

Da bi se ocijenila uspješnost modifikacija na električnim lokomotivama serije 461 sagledaćemo i druge faktore koji su imali određeni uticaj na ostvarenje eksploatacionih pokazatelja:

- Tokom 90-tih godina prošlog vijeka, zbog uvođenja sankcija smanjen je obim saobraćaja.
- Nemogućnost obezbjeđenja rezervnih djelova.
- Neizvršenje planiranih redovnih opravaka.
- Kvarovi na sklopovima i komponentama.
- Vanredni događaji koji su prouzrokovali oštećenje lokomotiva.
- Teški uslovi eksploatacije na pruzi Bar – Bijelo Polje
- Starost lokomotiva.

Navedeni faktori uticali su na raspoloživost, kvarove (defekte) na modificiranim električnim lokomotivama serije 461 tako da se nisu mogli ostvariti pozitivni efekti u cijelosti.

5. ZAKLJUČAK

- Izvršenjem modifikacija na električnim lokomotivama serije 461 omogućilo je da se ostvare poboljšani eksploatacioni pokazatelji u ekploataciji.
- Tokom devedesetih godina prošlog vijeka zbog uvođenja sankcija, smanjenja intenziteta saobraćaja kao i faktore koji su uticali da se raspoloživost modificiranih električnih lokomotiva serije 461 vlasništvo Željeznice Crne Gore ne ostvari u većem stepenu.

- Sagledavajući eksploatacioni period dvadeset pet (25) godina eksploatacije modificirane električne lokomotive serije 461 obezbijedile su povećanu raspoloživost koja je obezbijedila potreban broj lokomotiva za saobraćaja.

LITERATURA

[1] Dokumentacija Rada Končara – Zagreb
[2] Radoslav Vukadinović, David Vojinović, Milan Savić, Eksploataciona pouzdanost električnih vozila ŽTP Beograd, Želnid – Preduzeće za željezničku izdavačko – novinsku djelatnost d.o.o. Beograd, 1978 godine
[3] Zoran Milićević, Električna lokomotiva JŽ 461, Zavod za novinsko – izdavačku djelatnost JŽ Beograd, 1990 godine
[4] COK - izvještaj
[5] Ljubomir Bečejac, Luka Čupković, Nikola Tojagić, Stanje i pravci razvoja vučnih vozila vozila ŽTP – Beograd, Preduzeće za željezničku izdavačko – novinsku djelatnost d.o.o., Beograd 2001 godine.

THE MODIFIED ELECTRIC LOCOMOTIVE SERIES 461 MONTENEGRO RAILWAYS OF EXPLOITATION

Zoran SAVELJIĆ

Summary: ***The paper discussed the problem of technical condition of the electric locomotives series 461 owned by Railways of Montenegro, their insufficient availability and reliability, as well as modifications that should improve technical condition of the same in exploitation. Realized exploitation indicators of modified locomotives series 461 were analyzed as well as the modifications that have influenced the increase of their availability and reliability. The factors that have influenced the decrease of their availability were analyzed as well.***

Key words: Railways, Locomotives, Wagons, Break.

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

DIJAGNOSTIKA TRANSFORMATORA U ŽELEZNICI TERMOELEKTRANE "NIKOLA TESLA"

Nenad KARTALOVIĆ[1]
Đorđe JOVANOVIĆ[2]
Srđan MILOSAVLJEVIĆ[3]

Rezime *– Železnica Termoelektrana „Nikola Tesla" je od vitalnog značaja za proizvodnju električne energije i jedna je od najopterećenijih u Evropi. Transformatori koji obezbeđuju napajanje kontaktne mreže su od posebne važnosti za pouzdan rad ukupnog sistema. Projektovani su za izuzetno teške uslove rada (zbog opterećenja i karaktera struje vuče) a posebna pažnja se poklanja njihovom održavanju. U radu će biti prezentovana naka iskustva u vezi višegodišnjih ispitivanja i dijagnostike stanja ovih transformatora koju vrši Elektrotehnički institut „Nikola Tesla". Prikazana su ispitivanja stanja izolacionog sistema, stanja provodnika i kontakata, stanje magnetskog kola (magnetsko rasipanje, analize frekventnog odziva - SFRA). Iskustva ispitivanja i dijagnostike mogu biti posebno interesantna za Železnice Srbije radi unapređenja održavanja elektroenergetskih postrojenja.*

Ključne reči – električna vuča, transformator, dijagnostika

1. UVOD

Značaj železničkog transporta Termoelektrane „Nikola Tesla" se ogleda u proizvodnji značajne količine električne energije. Sa prugom od oko 100 kilometara koloseka najopterećenija je u zemlji i jedna od najopterećenijih u Evropi. Dnevno preveze preko 100 hiljada tona tereta sa 8 vučnih lokomotiva. Transformatori koji obezbeđuju napajanje kontaktne mreže su od posebne važnosti za puzdan rad sistema tako da rade u režimu redundanse 2 od 3 (dva sa manje od polovine maksimalno dozvoljenog opterećenja i jedan u rezervi). Transformatori su posebno projektovani za izuzetno teške uslove rada zbog karaktera struje vuče (velika dinamička i termička naprezanja) [4]. Zbog toga se posebna pažnja poklanja njihovom održavanju. U tom cilju Elektrotehnički institut „Nikola Tesla" vrši periodična ispitivanja i dijagnostiku stanja transformatora. U radu će biti prezentovana iskustva u vezi višegodišnjih ispitivanja i dijagnostike koja su obavljena u periodu 1995-2010 godine. Ispitivanje transformatora na terenu je najefikasniji način za utvrđivanja stanja i planiranje održavanja [1]. Iskustva ispitivanja i dijagnostike mogu biti posebno interesantna za Železnice Srbije radi unapređenja održavanja elektroenergetskih postrojenja.

Ispitivani transformatori su monofazni, služe za pogon elektrovuče i imaju teretni regulator napona na strani 27,5kV. Imaju oznake T1, T2 i T3.

Slika 1. Transformator u EVP-u „Brgule"

[1] Nenad KARTALOVIĆ, dr, prof, Visoka železnička škola SS, Beograd, nenadkartal@ptt.rs.
[2] Đorđe JOVANOVIĆ, dipl.ing.el. Elektrotehnički institute "Nikola Tesla", Beograd, djolejov@ieent.org.
[3] Srđan MILOSAVLJEVIĆ, dipl.ing.el. Elektrotehnički institute "Nikola Tesla", Beograd, smilos@ieent.org.

Proizvođač transformatora je „MINEL", tip je TPv-7407-7,5, fabrički brojevi su 9761220, 9761221 i 9841941 za T-1, T-2 i T-3 a godine proizvodnje 1976, 1977 i 1987 respektivno. Masa izolacionog ulja je 9 tona, hlađenje ONAN (Oil Naturally Air Naturally) tj. ulje struji prirodno i vazduh struji prirodno.

Električni podaci su: prividna snaga je 7,5MVA, naponski odnos je 110kV/27,5kV, strujni odnos je 68A/272,2A, sprega je monofazni Ii0, naponi kratkog spoja su u_k=9,64%-9,27%-9,01%, u_k=9,59%-9,20%-8,94%, u_k=9,51%-9,08%-8,80%, za T-1, T-2 i T-3 respektivno.

Transformatori su ugrađeni u elektrovučno postrojenje (EVP) „Brgule".

1.1. Referentna dokumenta i merila

Elektrotehnički institute "Nikola Tesla" je akreditovana ustanova za ispitivanja električnih mašina. Ispitivanja se vrše prema sledećim referentnim dokumentima [1,2,3]: "Interni standard Laboratorije IS 06-2 - Energetski transformatori - Periodična ispitivanja i održavanje", "Pravilnik o održavanju elektroenergetskih postrojenja prenosne mreže Jugoslavije" (GSE 78/91) ZJE, Beograd, 1991. godina, "IEC 60076-1 (2000-04) Power transformers – Part :1 General".

Ispitivanja se obavljaju nakon isključenja, razvezivanja i obezbeđenja transformatora. Posebno se vodi računa o ambijentu transformatora i vremenskim uslovima tokom rada.

Merenja su vršena sa pripadajućim merilima:

- merenje izolacionih otpora pri 15″ i 60″ (R15" i R60") uz određivanje indeksa polarizacije N pomoću megaommetra AVO Megger tip S1-5010 sa ispitnim naponom 1000VDC;
- merenje faktora dielektričnih gubitaka (tgδ) i kapaciteta (C) električnog izolacionog sistema (EIS) namotaja transformatora pomoću dijagnostičkog mernog sistema za ispitivanje izolacije DOBLE tip M4000, pri ispitnim naponima 10kV;
- merenje omskih otpora namotaja uz kontrolu stanja teretnog regulatora merenjem otpora u svim položajima regulatora uređajem za merenje malih otpora MO6-1 proizvodnje Instituta "Nikola Tesla" i digitalnim multimetrom FLUKE tip 189.
- merenje induktivnosti usled rasipanja mernim mostom za naizmeničnu struju TETTEX tip 2801 sa pripadajućim dodatnim elementima u sprezi Maksvelovog mosta;
- merenje frekventnog odziva namotaja transformatora (SFRA – Sweep Frequency Response Analysis) digitalnim uređajem DOBLE tip M5200 fab.br. 120600257.

2. ELEKTRIČNA ISPITIVANJA

Vršeno je više električnih ispitivanja transformatora: ispitivanje elektroizolacionog sistema koje obuhvata merenje elektroizolacionih otpora i indeksa polarizacije, faktora dielektričnih gubitaka i kapacitivnosti izolacionog sistema u više šema ispitivanja (povezivanja). Ispitivani su omski otpori namotaja odnosno stanje njihovih veza i kontakata. Ispitivano je stanje geometrije namotaja transformatora merenjem magnetskog rasipanja i merenjem prenosne funkcije sistema u širokom opsegu frekvencija.

2.1. Ispitivanje električnog izolacionog sistema

Elektroizolacioni sistem transformatora EVP-a čine izolacioni papir na samim bakarnim provodnicima i izolaciono ulje u ostalom prostoru. Osnovne veličine koje se mere su prikazane u tabeli 1. Povremeno se elektrohemijskim analizama prate eventualne degradacije papira i ulja kao i sadržaj vlage, stranih čestica itd.

Prema rezultatima merenja izolacionih otpora $R_{15"}$ i $R_{60"}$ uz određivanje indeksa polarizacije N i merenja faktora dielektričnih gubitaka – tgδ i kapaciteta C. Za elektroizolacioni sistem (EIS) nema značajnih razlika vrednosti parametara u odnosu na niz prethodnih ispitivanja niti prema referentnim vrednostima, tako da se stanje EIS namotaja transformatora *T-1*, *T-2* i *T-3* ocenjuje kao dobro i sva tri transformatora su sposobna za dalji normalan pogon [2,3].

Tabela 1. Rezultati ispitivanja stanja elektro-izolacionog sistema transformatora T2 rađenih 2007 (italic) i 2010 (normal)

Merni spoj	Izolac. otpori		index	U_{isp} (kV)	tgδ (%)	C (pF)
	$R_{15"}$ (MΩ)	$R_{60"}$ (MΩ)	N			
VN:NN	*4853*	*36200*	*7,46*	10	*0,37*	*3017,5*
	6390	33100	5,19		0,24	2769,2
VN:M	*6,235*	*8480*	*1,36*		*0,44*	*1227,0*
	42000	10500	1,33		0,40	1225,9
VN:M	*1754*	*4070*	*2,32*		*0,43*	*4638,7*
	2170	4700	2,16		0,65	4817,6

Napomena:
"VN" predstavlja namotaj na strani 110kV
"NN" predstavlja namotaj na strani 27,5kV
"M" predstavlja uzemljeno magnetno kolo i sud

2.2. Merenje omskih otpora

Merenjem omskih otpora namotaja utvrđuje se stanje provodnika namotaja i prvenstveno njihovih spojeva kao i kontakata teretne regulacione sklopke. U tabelama 2 i 3 su prikazani rezultati rađeni 2007 i 2010 godine za transformator T-2. Na strani 110kV utvrđuje se stanje provodnika i veza a na strani 27,5kV utvrđuje se i stanje kontakata teretne regulacione sklopke. Prema rezultatima se može zaključiti da nije došlo do značajne promene stanja.

Tabela 2. Merenje otpora namotaja na strani 27,5kV. Pozicija sklopke na najnižem otporu.

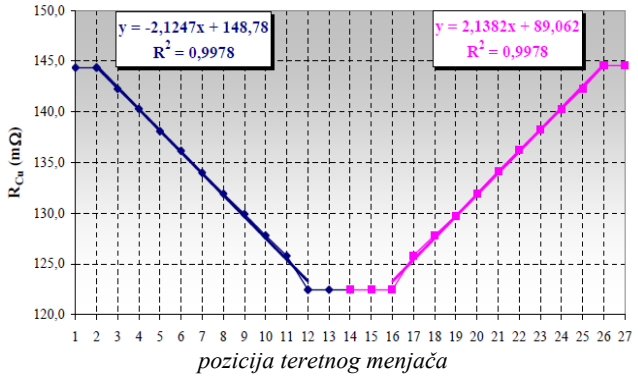
Godina	Pozicija sklopke	Struja I(A)	Otpor R(mΩ)
2007	12,13,14	5,01	144,41
	14,15,16	5,01	144,41
2010	12,13,14	10	145,73
	14,15,16	10	145,73

Tabela 3. Merenje otpora namotaja na strani 110kV.

Godina	Napon U(V)	Struja I(A)	Otpor R(Ω)
2007	10,952	3,5	3,1291
2010	15,774	5	3,1548
	31,542	10	3,1542
	63,092	20	3,1546

2.2.1 Provera stanja kontakta sklopke

Provera stanja kontakata teretne regulacione sklopke je od vitalnog značaja za kvalitetno obezbeđenje vuče. Osnovni kriterijum ispravnosti je linearna zavisnost odnosno linearnost promene otpora namotaja pri promeni pozicije teretnog menjača. Procenjuje se pomoću linearne regresije gde je apscisa x pozicija teretnog menjača a ordinata y izmerena vrednost otpora namotaja R_{Cu}.



Slika 2. Ispitivanje stanja kontakata teretne regulacione sklopke

Koeficijenti **A** i **B** su koeficijent pravca i odsečak na y-osi:

$$y = A \cdot x + B \tag{1}$$

Za računanje linearne regresije koriste se segmenti za poziciju menjača od 2 do 12 i od 16 do 26 za koje je prikazan koeficijent korelacije R, Tabela 4.

Tabela 4. Ispitivanje teretne sklopke

x	**A**	**B**	**R**
2-12	-2,1247	148,780	0,99889
16-26	2,1382	89,062	0,99889

Rezultati merenja omskih otpora namotaja, uz kontrolu stanja kontakata teretnog regulatora napona (na strani 27,5kV) merenjem omskog otpora u svakom položaju regulatora, ukazuju na zadovoljavajuće stanje omskih otpora namotaja i kontakata teretnog regulatora kod sva tri ispitivana transformatora [2,3]. Izmerene vrednosti omskog otpora za transformatore *T-2* i *T-3* su međusobno bliske, dok se vrednosti otpora namotaja transformatora *T-1* (fab. br. 9761220) nešto razlikuju iako se radi o transformatorima istog tipa. Ova razlika je posledica činjenice da je transformator *T-1* 1996. godine pretrpeo havariju, da je premotan i 1999. godine posle ispitivanja vraćen u pogon.

2.3. Ispitivanje stanja geometrije namotaja transformatora

Godine 1994. na sva tri transformatora u EVP "Brgule" obavljeno je prvo ispitivanje induktivnosti usled rasipanja u cilju procene stanja geometrije namotaja. Tokom tog ispitivanja dobijeni su početni rezultati za dalje praćenje i poređenje.

Kod transformatora T-1 prisutna je razlika od 0,9% u položaju regulatora 27 do 2,2% u položaju regulatora 1, ali je ova razlika posledica malih odstupanja u konstrukciji u odnosu na prvobitno stanje posle premotavanja namotaja transformatora T-1 zbog već pomenute havarije iz 1996. Potvrda u prilog prethodnoj proceni može se dobiti kada se uporede izračunata "tablična" vrednost induktivanosti sa izmerenom vrednošću u 2008. Odstupanja izmerenih vrednosti iz 2008. godine u odnosu na "tablične" vrednosti su približno ista. Stoga se može dati ocena da je stanje geometrije transformatora T-1 takođe zadovoljavajuće i da nema bitnijih promena i poremećaja geometrija namotaja.

Tabela 4. Ispitivanje induktivnosti usled rasipanja

Položaj sklopke	L_{x_08} *(mH)*	L_{x_94} *(mH)*	L_{tabl} *(mH)*	$\delta L_{x_08/94}$ *(%)*	δL_{x_tabl} *(%)*
1	*41,78*	*40,89*	*40,92*	*2,16*	*2,10*
14	*30,16*	*29,75*	*29,75*	*1,36*	*1,36*
27	*21,16*	*20,98*	*20,89*	*0,88*	*1,29*

2.3.1 Snimanje frekventnog odziva (SFRA)

Uređaj za snimanje frekventnog odziva (SFRA – Sweep Frequency Response Analysis) radi na principu generisanja sinusnog napona u širokom spektru učestanosti od 20Hz do 2MHz koji se vezuje na odgovarajuće priključke transformatora i snimanju dobijenog odziva na određenim drugim priključcima. Energetski transformator predstavlja mrežu sa dva para krajeva raspodeljenih RLC parametara. Vrednosti RLC parametara kao i rezonantne učestanosti (sa time i odziv) zavise od konstruktivnih parametara transformatora (i od stanja namotaja i magnetnog kola). Oštećenja kao što su pomeranja i deformacije namotaja ili oštećenja i pomeranja paketa limova pri transportu ili usled naprezanja u pogonu (kratki

spojevi na pr.) dovode do promene RLC parametara a time i do promene odziva koji se pri ispitivanju dobija.

Postoje dve principijelno različite šeme merenja, tj. merenja pri šemi praznog hoda i merenja po šemi kratkog spoja. Pri niskim učestanostima, šema praznog hoda daje rezultate na koje dominantno utiče stanje magnetnog kola, tj. treba tražiti analogiju sa merenjem struja i gubitaka praznog hoda (pod uslovom da nema međuzavojnih kratkih spojeva, koji ovo merenje pretvaraju u merenje sa kratkim spojem).

Šema kratkog spoja pri niskim učestanostima daje rezultate koji zavise od namotaja, odnosno dobijeni rezultati se mogu porediti sa merenjem induktivnosti usled rasipanja.

Kod transformatora sa regulatorom napona snimanje frekventnog odziva vrši se za različite položaje regulatora napona, jer promena položaja regulatora napona menja geometriju namotaja tako da se dobijaju različiti odzivi za razne položaje regulatora.

Na slici 3 vidi se veoma dobro poklapanje između odziva transformatora T-2 i T-3 i izvesno odstupanje odziva sa transformatora T-1. Ovo odstupanje nije posledica poremećaja geometrije namotaja transformatora T-1 već se, kao i kod uočenih razlika prilikom merenja induktivnosti usled rasipanja, objašnjava izvesnom promenom u konstrukciji transformatora T-1 posle premotavanja zbog havarije 1996. godine.

Slika 3. Ispitivanje stanja geometrije pomoću SFRA (plava linija T-1, crvena T-2, zelena T-3)

3. ZAKLJUČAK

U radu su predstavljena neka od osnovnih električnih ispitivanja transformatora namenjenih za električnu vuču teretnih vozova u elektrovučnom postrojenju "Brgule" koje pripada železnici Termoelektrana "Nikola Tesla" u Obrenovcu. Standardna električna ispitivanja su pokazala da nije došlo do značajnih odstupanja merenih veličina u odnosu na tablične ili referentne vrednosti. U slučajevima kada dođe do značajnih odstupanja primenjuju se dodatna ispitivanja koja podrazumevaju hemijske analize transformatorskog ulja, dodatna električna, akustička i ultrazvučna ispitivanja pražnjenja i mehaničkog stanja transformatora.

LITERATURA

[1] Andres Tabernero Garcia: „Power transformer maintenance. Field Testing", www.unitronics.es

[2] Đorđe Jovanović, Dragan Teslić: „Ispitivanje transformatora T-1,T-2 i T-3 u EVP Brgule, Iyvešztaj br. 408026-L", Elektrotehnički institut „Nikola Tesla", Beograd, 2007

[3] Đorđe Jovanović, Dragan Teslić: „Ispitivanje transformatora T-1,T-2 i T-3 u EVP Brgule, Iyvešztaj br. 410104-L", Elektrotehnički institut „Nikola Tesla", Beograd, 2010

[4] Đorđe Kalić, R. Radosavljević: „Transformatori", Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2001, ISBN 86-17-09089-8.

DIAGNOSTIC OF RAILWAY TRANSFORMER ON POWER PLANT "NIKOLA TESLA"

Nenad KARTALOVIĆ
Đorđe JOVANOVIĆ
Srđan MILOSAVLJEVIĆ

***Abstract:** Railway of power plant „Nikola Tesla"is of vital importance for the production of electricity. This railway is one of the busiest in Europe. Transformers that provide power are of particular importance to reliable system operation. Are designed for extremely heavy duty (load and pulling power). Special attention is paid to their maintenance. The paper will be presented experience of Institute of Electrical Engineering „Nikola Tesla" on years of testing and diagnostic status these transformers. Presented the status of insulation system testing, conductors and contacts state, state of the magnetic circuit (magnetic scattering, analysis of frequency response -SFRA). Experience of testing and diagnosis can be particularly interesting for Serbian Railways. It is possible to improve the maintenance of power plants.*

***Key words** – electric traction, transformer, diagnostic*

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

ENERGETSKA EFIKASNOST U ŽELEZNIČKOM TRANSPORTU

Larisa PUZOVIĆ [1]
Vladeta GAJIĆ [2]

Rezime *– Oblast saobraćaja jedan je od najvećih potrošača energije kao i emitera negativnih efekata na životnu sredinu. Učešće saobraćaja u ukupnoj potrošnji energije kreće se od oko 20% na svetskom nivou pa i do 35% ukupne potrošnje energije u razvijenim zemljama. Potrošnja energije u sektoru transporta zavisi od mnogo faktora i značajno se razlikuje po vidovima transporta. U radu je dat pregled osnovnih karakteristika potrošnje energije u oblasti transporta, a posebna pažnja posvećena je karakteristikama energetske efikasnosti železničkog transporta u Srbiji.*

Ključne reči : energetska efikasnost transporta, železnica

1. UVOD

Jedan od problema savremenog društva predstavlja i konačnost klasičnih izvora energije, odnosno racionalizacija potrošnje energije. Saobraćaj je jedan od najvećih potrošača energije i njegovo učešće u ukupnoj potrošnji energije u stalnom je porastu, sa učešćem i do 35%. Stoga se problemu racionalizacije korišćenja energije u svim oblastima, pa tako i saobraćaja, poslednjih godina posvećuje velika pažnja. Oblast saobraćaja posebno je značajna, zato što je saobraćaj osim kao veliki potrošač energije, značajni zagađivač životne sredine.

Potrošnja energije u Republici Srbiji tokom poslednje decenije beleži stalan porast. Rast potrošnje finalne energije prisutan je u svim sektorima, pri čemu je najveći rast prisutan u oblasti saobraćaja. Karakteristično je da potrošnja energije ima brži tempo rasta u odnosu na BDP, što ukazuje na porast energetske intenzivnosti, odnosno smanjenje energetske efikasnosti.

2. ENERGETSKA EFIKASNOST KAO STRATEŠKO OPRDELJENJE SRBIJE

Republika Srbija ne raspolaže energetskim resursima dovoljnim za sopstvene potrebe, pa je orijentisana na uvoz većeg dela strateških energenata (nafte, gasa i kvalitetnog uglja). Zbog toga je pored sigurnog snabdevanja energijom i racionalne potrošnje, strateški interes Republike Srbije i smanjenje uvozne zavisnosti. Energetska efikasnost u svim oblastima i na svim nivoima je na niskom nivou, na šta ukazuju neki od sledećih pokazatelja: potrošnja električne energije, (svedena na 1000$ BDP) 3-4 puta veća je nego u Evropi; potrošnja primarne energije (svedena na 1000$ BDP) 4-5 puta veća nego u Evropi, dok je potrošnja primarne energije po stanovniku 2,5 puta manja nego u razvijenim zemljama Evrope.

Srbija se u svojim strateškim dokumentima opredelila za povećanje stepena energetske efikasnosti. Energetska efikasnost definisana je kao jedan od glavnih strateških ciljeva nacionalne politike iskazane kroz više nacionalnih dokumenata i to: Strategijom dugoročnog razvoja energetike Srbije do 2015.godine, Nacionalnom strategijom održivog razvoja, Strategijom naučnog i tehnološkog razvoja Republike Srbije u periodu od 2010 do 2015 godine, Nacionalnom strategijom privrednog razvoja od 2006 do 2012 godine i dr.

3. POTROŠNJA ENERGIJE U OBLASTI SAOBRAĆAJA

U periodu 2000 – 2007 godina ukupna potrošnja finalne energije u Evropskoj Uniji neznatno je porasla sa 1114 na 1158 Mtoe tj. potrošnja energije zabeležila je rast od 0,6% prosečno godišnje [5]. Potrošnja energije u ovom periodu zabeležila je nešto brži rast u poređenju sa periodom 1990-2000 kada se povećavala prosečno 0,3% godišnje. Najbrži rast potrošnje finalne energije između 2000 i 2007 godine zabeležen je u oblastima saobraćaja i usluga od, 1,5% prosečno godišnje.

[1] Larisa PUZOVIĆ, dipl.inž, JP „Železnice Srbije“, Sektor za strategiju i razvoj, Beograd, larisa.puzovic@srbrail.rs
[2] Prof. dr Vladeta GAJIĆ, dipl.inž, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, itil@uns.ac.rs.

3.1. Potrošnja energije u saobraćaju u EU

Zemlje Evropske unije, pored SAD, najveći su potrošač energije u oblasti saobraćaja. U 2007. godini u zemljama EU 27 sektor saobraćaja u ukupnoj potrošnji energije učestvovao je sa 34%.

U periodu 2000 – 2007 godina potrošnja energije u oblasti saobraćaja u EU 27 porasla je za 11%, dok je BDP rastao oko 2,1% prosečno godišnje, te se u posmatranom periodu potrošnja energije po jedinici BDP smanjivala za 0,6% prosečno godišnje [5].

Posmatrano po vidovima, najveće učešće u potrošnji energije u 2007 godini imao je drumski transport – 83%. Između 2000 i 2007 godine potrošnja energije u drumskom transportu rasla je 1,4% prosečno godišnje, što je nešto manje u odnosu na period 1990-2000 godina kada je potrošnja rasla 1,7% prosečno godišnje. Vazdušni transport u 2007 god odgovoran je za 14,2% od ukupne potrošnje energije u transportu u zemljama EU27. I ovaj vid beleži porast potrošnje energije s obzirom da je u 2000 godini njegovo učešće u ukupnoj potrošnji energije u transportu iznosilo oko 13%.

3.2. Karakteristike potrošnje energije u oblasti saobraćaja u Srbiji

Ukupna potrošnja energije u Srbiji u stalnom je porastu, mada još nije dostigla nivo iz 90-te godine. Od ukupne potrošnje primarne energije iz uvoza se obezbeđuje oko 42%, a u strukturi uvoza dominiraju nafta i naftni derivati .

U prethodnoj deceniji prisutna je promena odnosa u strukturi potrošnje finalne energije. Učešće industrije u potrošnji energije beleži stalni pad, dok potrošnja energije u sektoru saobraćaja stalno raste. Trend potrošnje finalne energije u sektorima industrije i saobraćaja proporcionalan je trendu razvoja tih sektora. Odatle se može zaključiti da nije mnogo učinjeno u domenu energetske efikasnosti u tim sektorima, već je posledica smanjenja ukupne potrošnje finalne energije u Srbiji isključivo posledica smanjenja industrijske proizvodnje.

U oblasti transporta u Srbiji najveće učešće u potrošnji energije ima drumski transport [1]. Učešće drumskog transporta u potrošnji finalne energije, tokom poslednjih deset godina kreće se u rasponu 80 do 85 %. Slede vazdušni sa oko 10%, železnički sa učešćem oko 4% i vodni sa učešćem od oko 1%.

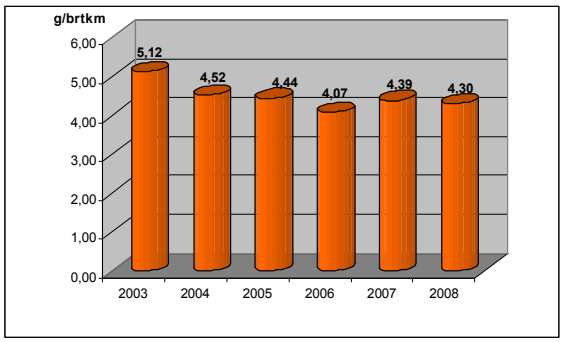
Kod prevoza robe potrošnja energije 13 puta je veća u javnom drumskom saobraćaju, 23 puta u saobraćaju za sopstvene potrebe, odnosno 3,7 puta u rečnom saobraćaju nego kod prevoza robe u železničkom transportu. Pored toga, ostali vidovi transporta kao pogonsko gorivo koriste naftu i derivate, dok se železnički transport u Srbiji odvija uglavnom na elektrificiranim prugama. Stoga železnički transport osim manje potrošnje energije, karakteriše i manja emisija štetnih materija u atmosferu.

4. ENERGETSKA EFIKASNOST ŽELEZNIČKOG TRANSPORTA U SRBIJI

Na mreži pruga Železnice Srbije ukupne dužine 3819 km, elektrificirano je 1.247 km, odnosno oko 33% i na ovim prugama obavlja se oko 85 % rada (izraženo u bruto tonskim km).

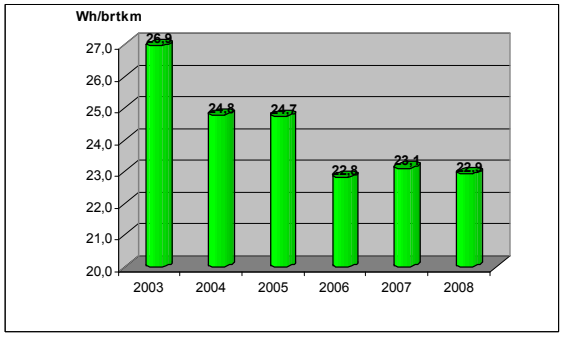
U periodu 2003-2008 godina prisutan je trend porasta količine prevezene robe od 10,8 miliona tona u 2003 godini do 14,1 miliona tona koliko je prevezeno u 2008 godini [1,5].

Analizirajući potrošnju energije [1] po jedinici rada na mreži pruga Železnice Srbije u periodu 2003 – 2008 godina specifična potrošnja dizel goriva kreće se u rasponu od 5,12 g/brtkm u 2003 godini do 4,8 g/brtkm u 2008. godini (slika 1).



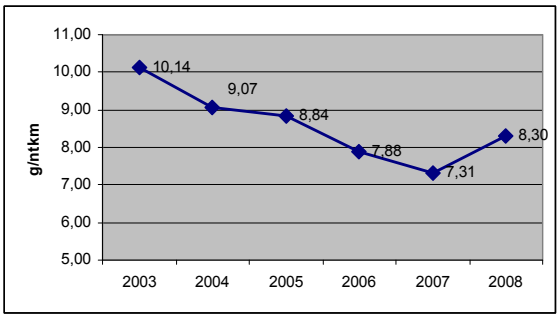
Slika 1. Specifična potrošnja dizel goriva po brtkm na Železnici Srbije u periodu 2003 – 2008 godina

U isto vreme specifična potrošnja električne energije iznosi 26,9 Wh/brtkm u 2003 do 22,9 Wh/brtkm (slika2).

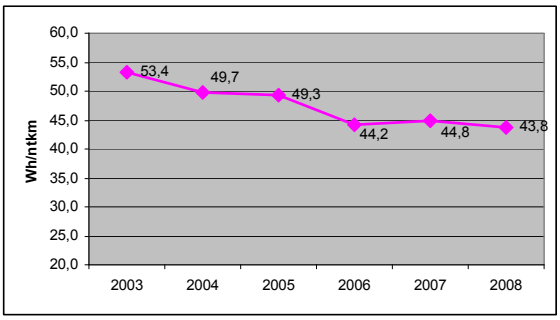


Slika2. Specifična potrošnja električne energije na Železnici Srbije u periodu 2003 – 2008(Wh/brtkm)

Energetska efikasnost u železničkom transportu po neto tonskim kilometrima je u trendu povećanja. Kod dizel vuče je u periodu 2003 – 2008 godina povećavala se prosečno godišnje za 3,5%, odnosno u 2008 godini u odnosu na 2003 godinu povećana je za oko 17%. Na slici 3 prikazana je promena specifične potrošnje dizel goriva po ostvarenom neto tonskom kilometru na mreži pruga Železnica Srbije. Potrošnja električne energije po jednom neto tonskom kilometru u periodu 2003-2008 kreće se u intervalu 53,4 Wh/ntkm u 2003 god do 43,3 Wh/ntkm u 2008 godini (slika 4).



Slika 3. Specifična potrošnja dizel goriva po ntkm na Železnici Srbije u periodu 2003 – 2008 godina



Slika 4. Specifična potrošnja električne energije po ntkm na Železnici Srbije u periodu 2003 – 2008 god

Iako pokazatelji iskorišćenja energije na Železnici Srbije imaju pozitivan trend, to je posledica pre svega povećanja količine prevezene robe, dok se do sada posebna pažnja nije poklanjala metodama za redukciju potrošnje energije

5. UIC I ENERGIJA

Međunarodna železnička unija UIC veliku pažnja poklanja energetskoj efikasnosti. Iako je železnički transport sa aspekta potrošnje energije efikasniji od većine drugih vidova transporta, tokom poslednje dekade ulažu se značajni napori da železnica postane energetski još efikasnija. Jedna od ključnih mera za poboljšanje energetske efikasnosti na železnici je primena savremenih tehnologija. Stoga je UIC potkomisija „Energetska efikasnost“ pokrenula 2001 godine projekat kojim je predviđeno da se sve tehnologije za uštedu energije analiziraju, vrednuju i rangiraju sa aspekta primenljivosti i korisnosti za železnički sistem [8].Projekat realizuje UIC u saradnji sa Nemačkim železnicama (DB - Deutsche Bahn AG,), i Institutom IZT (Institute for Futures Studies and Technology Assessment).

Osnovni ciljevi projekta ogledaju se u sledećem:

- dobiti relevantnu bazu podataka o tehnologijama koje je moguće primeniti u cilju uštede energije na železnici.
- učiniti rezultate dostupnim zainteresovanima, putem interaktivnog web sajta, i poboljšati komunikaciju
- identifikovati tehnologije sa najviše potencijala, mere i postupke sprovođenja i identifikovati polja koja su od značaja za dalje istraživanja.

Baza od oko 100 tehnologija i projekata koji mogu da doprinesu povećanju energetske efikasnosti železničkog sistema, formirana je na osnovu relevantne literature, velikog broja intervjua sa stručnjacima iz oblasti energije, železničkim operaterima, vodećim proizvođačima opreme i projektantsko istraživačkim kućama. Dobijeni podaci ocenjeni su uz pomoć modela za vrednovanje, posebno dizajniranog za ovu namenu. Svaka od tehnologija detaljno je opisana sa akcentom na procenu mogućnosti primene na železnici i ocenjivana sa aspekta sledećih kriterijuma: tehnološki potencijal, prednosti, prepreke, energetska efikasnost, ekonomski i ekološki kriterijumi, itd.

U okviru šestog okvirnog programa za istraživanje i razvoj Evropska komisija sufinansira projekat Railenergy [3]. Vrednost projekta je oko 14,7 miliona EUR i realizuje se u saradnji 27 učesnika,. Projekat je počeo 2006 godine, traje četiri godine i realizuje se kroz šest podprojekata.

Opšti cilj projekta Railenery je da smanji potrošnju energije i tako doprinese smanjenju troškova odvijanja železničkog transporta i emisije CO_2. Cilj projekta je da do 2020 godine doprinese smanjenju potrošnje energije železničkog sistema za 6%.

Projekat Railenergy odvija se u koordinaciji, formalnoj i neformalnoj, sa ostalim projektima koji se sprovode u Evropi i to: Modtrain (FP6 project), Modurban (FP6 project), Railvay energy bulding (UIC project), Trainer (EU project) i projekatima koje sprovode pojedine železničke kompanije u cilju povećanja energetske efikasnosti ili energetske ekonomije.

6. ISKUSTVA DRUGIH ŽELEZNICA

Mnoge evropske železnice sprovode istraživanja i uvode mere koje daju efekte na povećanje energetske efikasnosti.

Nemačke železnice - DB Deutsche Bahn AG, jedan su od najvećih potrošača električne energije u Nemačkoj i u poslednjih deset godina veliku pažnju posvećuju merama za uštedu energije u svom sistemu. U 2006 godini Nemačke železnice ostvarile su uštedu od 5,9% u potrošnji energije u odnosu na 2005 godinu [7]. Od 2002 godine u okviru projekta „Ušteda energije“ (Energy Saving) , preko 20.000 mašinovođa prošlo je program obuke za energetski efikasniju vožnju, tj što je moguće ekonomičniju vožnju. Zahvaljujući energetski efikasnoj vožnji DB mašinovođe putničkih vozova od 2002 godine sprečili su emisiju 124.000 tona CO_2, a mašinovođe teretnih vozova oko 150.000 tona CO_2.

U okviru programa Trainer – TRAining programes to INcrease Energy efficiency by Railwaus, sarađuju železničke kompanije iz Holandije, Slovenije, Slovačke, Italije i Grčke [2]. Program je finansiran od strane Evropske komisije i fokusira se na uštedu energije na evropskim prugama. Ovaj program podržan je od strane UIC-a i aktivnosti se sprovode u koordinaciji sa projektom Railenergy. Ciljevi Treiner programa su:

- da informiše najmanje pet železničkih kompanija i 25.000 mašinovođa na koji način mogu da poboljšaju energetsku efikasnost na železnici i oko nje;
- da pomogne sektoru železničkog transporta kako bi se smanjila emisija CO_2 za 1 Mton godišnje.
- da uspostavi čvrstu mrežu u okviru koje će evropske železničke kompanije moći da dele svoje znanje i iskustvo u oblasti energetske efikasnosti;
- da osigura dugoročnu sporazum o energetskoj efikasnosti između vlade i železničke kompanije u najmanje tri zemlje učesnice;
- da doprinese poboljšanju konkurentske pozicije železničkog sektora (pre svega u odnosu na drumski prevoz).

Slovenačke železnice koje aktivno učestvuju u programu Trainer, zabeležile su uštedu u potrošnji električne energije od 6% u 2008 godini u odnosu na 2007 godinu. Slovenačke železnice na povećanje energetske efikasnosti svog sistema utiču kroz niz aktivnosti i mera. [4]. Pre svega, u većinu svojih lokomotiva ugradili su brojila koja omogućavaju preciznu evidenciju potrošnje energije. Značajan doprinos uštedi energije ima i činjenica da su u prethodnom periodu sprovele postupak nabavke novih višesistemskih lokomotiva (Siemens Taurus) sa regenerativnim sistemom kočenja i sistemom za skladištenje energije. Pored toga, njihove mašinovođe, u sklopu redovnog školovanja, imaju obuku za energetski efikasniju vožnju.

7. ZAKLJUČAK

Stanovnici Zemlje su sve svesniji posledica koje donosi neumereno i neracionalno korišćenje energije. U zemljama Evropske Unije postoji izgrađena svest o potrebi za energetskom efikasnošću i značaju korišćenja obnovljivih izvora energije.

U Srbiji je do sada veoma malo pažnje posvećivano problematici energetske efikasnosti, posebno u oblasti transporta. Poslednjih pet godina preduzete su neke aktivnosti i pokrenuta istraživanja iz oblasti energetske efikasnosti u transportu i u našoj zemlji, a u okviru nacionalnog programa energetske efikasnosti Ministarstva nauke i zaštite životne sredine.

Od ukupno potrošene energije u toku jedne godine u Srbiji oko 30% se potroši u oblasti transporta, uz dominaciju drumskog transporta na transportnom tržištu koji potroši oko 80% ukupno potrošene energije u transportu. Imajući u vidu da je Srbija energetski siromašna i zavisna od uvoza, posebno nafte i derivata koji predstavljaju pogonsko gorivo u drumskom transportu, ovakva situacija nepovoljna je sa aspekta nacionalne ekonomije, ali i ekologije i efikasnijeg korišćenja energije. Železnički transport koji je ekološki i energetski efikasniji, trebalo bi da se „izbori“ za značajnije mesto na transportnom tržištu Srbije. Primena kombinovanih sistema transporta siguran je put eliminacije tržišne borbe drumskog i železničkog transporta, sa jedne strane i smanjenja negativnih efekata transporta na životnu sredinu kao i poboljšanje energetske efikasnosti transporta, sa druge strane.

Železnice Srbije pored aktivnosti na razvoju usluga kombinovanog transporta u narednom periodu trebalo bi posebnu pažnju da posvete oblasti efikasnijeg korišćenja energije, kako bi na najbolji način iskoristile svoje prednosti i uticale na poboljšanje stanja celokupnog transportnog sistema i nacionalne ekonomije.

LITERATURA

[1] Grupa autora, Projekat „Razvoj primene optimalnih tehnologija kombinovanog transporta u funkciji poboljšanja energetske efikasnosti saobraćaja kao logistička podrška povećanju konkurentnosti naše privrede" nacionalni programa energetske efikasnosti
[2] Program Trainer http://www.iee-trainer.eu/
[3] Railenergy – Improving the Energy Efficiency of the Railway System - http://www.railenergy.org/
[4] Ramšak T., Lenart D.„Energy Savings on the Slovenian Railways“, ICTS 2009, Portorož, Slovenija
[5] Statistički godišnjaci JP „Železnice Srbije“ za 2004, 2005,2006, 2007 i 2008 godinu
[6] http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Sustainable_development
[7] http://www.deutschebahn.com/site/bahn/en/sustainability/cnviroment/climate_protection_energy_efficiency
[8] http://www.railway-energy.org/tfee/index.php

ENERGY EFFICIENCY IN RAILWAY TRANSPORT

Vladeta GAJIĆ
Larisa PUZOVIĆ

Abstract – Transport is one of the major energy consumers and creator of negative environmental impact. The share of transport in the overall energy consumption ranges from approximately 20% worldwide up to 35% of the overall energy consumption in the developed countries. Energy consumption in transport sector depends on numerous factors and differs significantly by transport modes. The paper presents an overview of basic characteristics of energy consumption in transport with paying special attention to the railway transport energy efficiency.

Key words – Energy Efficiency of Transport, Railway Transport

XIV НАУЧНО-СТРУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА О ЖЕЛЕЗНИЦИ ЖЕЛКОН '10

АНАЛИЗА РАЗЛИЧИТИХ НАЧИНА НАБАВКЕ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗНИХ СРЕДСТАВА

Драгана НЕШКОВИЋ [1]
Марко ШАРЧЕВИЋ [2]
Дејан ЈОКСИМОВИЋ [3]

Резиме *–С обзиром на високу вредност железничких возних средстава и јаку тржишну конкуренцију, која захтева високу саобраћајну и финансијску ефикасност, железничке управе морају извршити детаљну анализу начина финансирања набавке свог возног парка. Почев од куповине возних средстава државним средствима, у почетку развоја железнице, па како се финансијско тржиште развијало, преко кредита других финансијских институција, железничке управе данас имају различите могућности набавке железничких возних средстава. Ови различити начини набавке возних средстава поседују одређене предности и мане, које ако се ускладе на најбољи начин, могу знатно побољшати позицију железничке управе (оператера) на тржишту.*

Кључне речи: возна средства, финансирање, кредитирање, лизинг, заједничко улагање

1. УВОД

Железница и железнички саобраћај последњих година у Европи поново добијају на значају. Укључивање наше земље у европски интеграциони процес омогућило би приступ развојним фондовима захваљујући којима би између осталог могли и обновити возни парк. ЈП „Железнице Србије“ данас располаже са перманентним недостатком теретних и путничких вагона за квалитетно и редовно подмирење потреба превоза путника као и потреба подмирења привреде за теретним вагонима.

Као један од основних проблема железнице, појављује се недостатак расположивих извора за набавку нове опреме, постројења и возних средстава, а тиме и хватање прикључка са савременом технологијом, што представља неопходан предуслов подизања конкурентности на локалном и нарочито, на глобалном тржишту. Железница као предузеће, што је веома чест случај, нема довољно сопствених средстава за ову врсту инвестиције која обично достиже и неколико десетина милиона евра, па би се решење тог проблема могло наћи у комбинацији различитих начина финансирања развоја предузећа, односно набавке возних средстава.

2. ПОЈАМ И ПОДЕЛА ФИНАНСИРАЊА

Под финансирањем пословања предузећа подразумева се проналажење и обезбеђење финансијских средстава предвиђених концептом финансијске политике и финансијског плана за остваривање одређених пословних програма и развоја.[5] Неки од основних начина финансирања су:

- самофинансирање;
- кредитирање;
- заједничко улагање;
- лизинг.

Самофинансирање, укључује финансирање развоја предузећа, између осталог, кроз емисију акција и обвезница, али та опција није разматрана с обзиром да наша железница нема одговарајућу власничку структуру која би јој тај начин финансирања омогућила у пуном обиму.

[1]Драгана НЕШКОВИЋ, дипл.инж.саоб., Железнице Србије, Београд, Немањина 6, dragana.neskovic@srbrail.rs
[2]Марко ШАРЧЕВИЋ, дипл.инж.саоб., Железнице Србије, Београд, Немањина 6, marko.sarcevic@srbrail.rs
[3]Дејан ЈОКСИМОВИЋ, инж.саоб., Железнице Србије, Београд, Савска 2.

2.1. КРЕДИТИРАЊЕ

Кредит је уговорни однос којим се дужник обавезује да ће извршити обећана плаћања, сагласно условима прихваћеним приликом узимања и потписивања уговора о кредитирању [10].

Велика предузећа, као што су железнице, имају много већу могућност задуживања на тржишту капитала, па су мање усмерена на позајмљивање код банака. То је главни разлог зашто банке према таквим предузећима имају много више обзира, јер се суочавају са конкуренцијом и за таква предузећа су спремна да понуде врло конкурентну цену на позајмљена средства.

Кредити имају посебно важну улогу у процесу развоја предузећа, будући да се њима одржава стална ликвидност, континуитет производње, регулишу тржишни односи, односи понуде и тражње, али и убрзавају процеси репродукције. То је сасвим и нормално, јер је у савременим условима пословања потпуно немогуће развој предузећа засновати искључиво на сопственим средствима, односно сопственим изворима средстава.

Основна предност дугорочног кредита, као облика финансирања јесте флексибилност. Дугорочним кредитирањем се надокнађује недостатак властитих средстава за финансирање инвестиција у основна и трајна обртна средства. Такође, куповином возних средстава кроз дугорочне кредите, железнице постају власник возних средстава од момента реализације кредитног аранжмана.

Основним недостацима дугорочног задуживања сматрамо:

- опасност да услед лошег пословања предузеће није способно да измири своју дужничку обавезу;
- обавезу да предузеће измири своје обавезе у року;
- ограничење у даљем задуживању у периоду трајања кредитног аранжмана због смањене кредитне способности.

2.2. ЗАЈЕДНИЧКА УЛАГАЊА СА СТРАНИМ ЛИЦИМА

Свака инвестиција код које постоји неки вид заједничког улагања ради остварења заједничке добити, а у условима у којима правна или физичка лица заједно улажу капитал и сносе ризик, сматра се заједничким пословним улагањем. Може се рећи, да заједничко улагање представља такав начин финансирања инвестиција код кога се, поред инвеститора, појављује један или више партнера-саулагача који улажу своја средства у предложени инвестициони пројекат и по основу улагања средстава стичу одређена права [7] или да је заједничко улагање правни однос и врста пословног подухвата чији учесници закључују споразум о улагању средстава ради остварења дефинисаног циља, уз заједничку контролу пословања и намеру остваривања добити [3].

Заједничка улагања су најбоље нашла своју имплементацију када су у питању улагања са страним улагачем, што би била изузетна прилика за железнице које би кроз овај вид финансирања развоја могле повећати конкурентност и учешће у превозу путника и робе.

Извесно је да се у заједничка улагања најчешће улази ради повећања производње, изградње нових капацитета, увођења савремене технологије, унапређења пословања и продуктивности рада. Стога се и улог може појавити у виду [9]: новца (готовине), ствари (основних средстава), права (лиценца, индустријска својина, заштитни знак производа) или у комбинацији сва три вида улагања.

Страна улагања, путем директних или индиректних инвестиција, укључујући и пословање мултинационалних компанија, један су од опредељујућих фактора глобализације савремене светске привреде. Страна улагања, из тог разлога, резултирају последицама које су непосредно значајне за привредне субјекте, али посредно и за интересе државе.

Предности послова заједничких улагања за железницу могу бити [10]:

- повећање обима превоза уз сразмерно мања улагања;
- обогаћивање и ширење асортимана увођењем нових услуга;
- увођење најновијих достигнућа савремене технике;
- стицање нових знања и искустава стручног кадра (know-how);
- интензивније укључивање у међународну поделу токова робе и путника.

Као недостаци се могу навести:

- повољније коришћење потребних ресурса (инфраструктуре и особља) који нису у власништву страног улагача;
- у домену конкурентности домаћи субјекти се стављају у отежан положај.

Исто тако, истраживања су показала да се 75% заједничких улагања завршава преузимањем од стране једног партнера [4]. Према томе, предузећа која желе да примене ову стратегију морају бити свесна свих њених предности и мана.

2.3. ЛИЗИНГ

Лизинг је форма краткорочног, односно дугорочног финансирања, која се у основи односи на закуп активе (возних средстава), а у складу са усаглашеним условима дефинисаним Уговором о лизингу [1]. Лизинг је, као начин финансирања, посебно својствен земљама које имају развијен систем тржишне привреде, при чему се његова улога манифестује кроз пласирање опреме мимо класичних облика плаћања у готовини или на кредит. Корисници лизинга најчешће нису у стању да купе неопходна инвестициона добра велике вредности, као што су возна средства, или сматрају да финансијска средства могу знатно паметније да усмере у обртној сфери. Може се уочити да се лизингом чувају сопствена средства или боље речено сопствени капитал, будући да се лизинг плаћа закупнином која се црпи из текућег прихода предузећа.

Корисник лизинга, у овом случају железница, би одложила време куповине возних средстава, али би истовремено успела да их уведе у саобраћај. Испоручилац, возна средства није продао, а дошао је до финансијских средстава која му обезбеђују континуитет производње и даљи развој. Лизинг финансијер је посредник који кориснику лизинга даје опрему на коришћење уз наплату одговарајуће накнаде. По истеку уговора о лизингу, железница би имала одговарајуће могућности [1]:

- да продужи уговор о лизингу, уз снижену цену надокнаде;
- да коришћена возна средства врати;
- да возна средства откупи по знатно нижој цени од оне коју је имала у моменту закључивања лизинг посла.

Оперативни (пословни) лизинг представља аранжман са роком краћим од амортизационог века инвестиционог добра (возних средстава). У овом случају закупнина је мања од вредности добра, а давалац добра (без обзира на то да ли је реч о произвођачу или лизинг друштву) сноси трошкове осигурања, таксе, техничког сервисирања, камате и ризика од тржишне застарелости које плаћа корисник лизинг закупнине.

Капитални (финансијски) лизинг предвиђа и пренос власништва над коришћеним добром након истека уговора о лизингу. Вредност накнаде обично није мања од 90% вредности инвестиционог добра (возних средстава) у моменту закључивања уговора и за разлику од пословног лизинга дугорочног је карактера.

Обнављајући лизинг подразумева укључивање замене коришћења возних средстава по истеку уговореног рока, по правилу, савременијим возним средствима.

Лизинг продаја уз повраћај је врста лизинга када је инвестиционо добро (возна средства) продато, с тим да га продавац (власник) узима натраг од купца по основу услова уговора о лизингу.

Лизинг би омогућио железници повећање капацитета превоза и добитка без повећања степена задужености. Лизинг може бити скуп начин финансирања, али да би се то потврдило, односно да би се утврдила оправданост улагања путем лизинг аранжмана потребно је извршити упоређивања и додатне калкулације због куповине опреме високе вредности која може остати недовољно искоришћена [2].

Са становишта железнице, предности лизинга су следеће [6]:

- обезбеђује се проширена репродукција уз употребу најсавременијих возних средстава;
- располаже се већим бројем и већом вредношћу возних средстава;
- не ангажује се новчани капитал предузећа у основним средствима на дужи временски период;
- избегава се ризик од прераног економског застаревања средстава за рад;
- не погоршава се структура извора капитала (не мења се степен задужености);
- постижу се пореске уштеде.

Поред бројних предности коришћења лизинг аранжмана, недостатак лизинга се огледа у томе да је корисник лизинга у неповољној ситуацији у односу на лизинг финансијера због високе цене лизинга која укључује, осим ефективних трошкова посла, и ризик и добитак. Такође и опрема која је предмет лизинга није у власништву корисника лизинга до истека периода закупа [8].

3. ЗАКЉУЧАК

Услед повећане тражње за превозом путника и робе у свету, железнички транспорт се наметнуо својим предностима у односу на друге видове саобраћаја. Како би железница могла да одговори захтевима тржишта, један од услова је да располаже довољним бројем савремених возних средстава. Сваки начин финансирања има своје специфичности, па су и њихове предности и недостаци у процесу обезбеђења извора финансирања различите.

Као што је поменуто, набавком возних средстава путем кредита железница одмах постаје њихов власник, али са друге стране ствара превелико задужење које у будућности може успорити даљи развој. Такође, сви пратећи

трошкови који су везани за возна средства (одржавање, осигурање,…) падају на терет железнице.

Заједничко улагање може представљати веома интересантан начин финансирања, ако се узму у обзир предности које доноси, али треба имати у виду да се такве врсте сарадње обично обављају између предузећа од којих је једно знатно слабије у финансијском погледу, што касније може довести до његовог преузимања.

Код возних средстава набављених путем лизинга, железница постаје власник тек када се заврши лизинг аранжман, ако уопште постоји та клаузула у Уговору о лизингу, трошкови лизинга су већи у односу на кредит и мањи је период отплате. Али, са друге стране, омогућава већу флексибилност у креирању структуре возног парка, што даље омогућава већу конкурентност на тржишту, пратећи трошкови везани за возна средства не морају у потпуности да терете железницу, и кредитна способност друштва се не смањује, односно могућа су даља задуживања у циљу развоја.

Начин и сам приступ реализацији набавке возних средстава нуди различите дефиниције при избору начина финансирања и стратегије развоја предузећа. Тиме се избегавају промашаји који су се раније дешавали услед једноставног и недовољно комплексног приступа развоју. Сам процес доношења одлуке о прихватању одређеног, односно одређених начина финансирања набавке железничких возних средстава, најчешће је везан за саму стратегију развоја, па се избор адекватног начина финансирања треба извршити уз помоћ компарације више критеријума одлучивања и у складу са претходно поменутом стратегијом одлучивања.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бенковић С: „Оперативно финансијско пословање“, Факултет организационих наука, Београд, 2006.

[2] Бенковић С: „Управљање развојем предузећа и модалитети финансирања развоја“, Докторска дисертација - Факултет организационих наука, Београд, 2004.

[3] Граић–Степановић С: „Практикум за међународне пословно-правне трансакције и интеграције“, Факултет политичких наука, Београд, 2007.

[4] Ерић Д: „Стратегије реструктурирања“, Докторска дисертација - Економски факултет, Београд, 1995.

[5] Жаркић-Јоксимовић Невенка: „Управљање финансијама: основе и принципи“, Факултет организационих наука, Београд, 2005.

[6] Јаковчевић К: „Структура и вредновање капитала“, Економски факултет, Суботица, 2000.

[7] Јовановић П: „Управљање инвестицијама“, Графослог, Београд, 2001.

[8] Красуља Д, Иванишевић М: „Пословне финансије“, Економски факултет, Београд, 2001.

[9] Родић Ј: „Пословне финансије“, Економика, Београд, 1991.

[10] Шарчевић М: „Финансирање развоја пословања предузећа“, Мастер рад – Факултет организационих наука, Београд, 2008.

[11] www.everestrailcar.com

[12] www.mitsui.eu

ANALYSIS OF DIFFERENT METHODS OF PROCUREMENT OF RAILWAY ROLLING STOCKS

Dragana NEŠKOVIĆ
Marko ŠARČEVIĆ
Dejan JOKSIMOVIĆ

Abstract - Given the great value of railway rolling stocks and strong market competition, which requires a high traffic and financial performance, Railway administration should conduct a detailed analysis of ways of financing their fleet procurement. Starting from the purchase of rolling stock with state funds, in the beginning of the development of railways, and how the financial market has developed, through loans of other financial institutions, the railway administration today have different availability of railway rolling stock. These different ways of purchasing rolling stock have certain advantages and disadvantages, that if the match in the best manner, can greatly improve the position of the railway administration (operator) on the market.

Key words: Rolling Stocks, Finance, Loans, Leasing, Joint Venture

XIV НАУЧНО-СТРУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА О ЖЕЛЕЗНИЦИ ЖЕЛКОН '10

СИМУЛАЦИЈА УТИЦАЈА НАКНАДА ЗА КОРИШЋЕЊЕ ЖЕЉЕЗНИЧКЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ НА ПОСЛОВАЊЕ ЖЕЉЕЗНИЦА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ

Александар БЛАГОЈЕВИЋ[1]
Слађана ОКОЛИЋ[2]
Зоран САРИЋ[3]

Rezime –Основни циљ овог рада јесте изградња симулационог модела на основу којег ће се анализирати осјетљивост пословних резултата Жељезница Републике Српске, односно, понашање параметара који га дефинишу, у односу на варијације цијене коришћења жељезничке инфраструктуре. На основу симулације ће се извршити анализа са превасходном намјером да укаже у којим распонима треба да се крећу накнаде за путничке и теретне возове да би се дошло до уранотеженог пословања у односу на могуће субвенције од стране Владе Републике Српске

Кључне речи – накнаде, модел, симулација

1. УВОД

Крајем XX вијека у скоро свим земљама Европске Уније препозната је и исказана потреба за стварањем модерног, добро организованог и економски одрживог жељезничког сектора који ће пословати по принципима тржишне економије због чега су жељезничке компаније у Европи, почеле спроводити економске реформе, које су за циљ имале, с једне стране, реструктуирање жељезница и стварање нове организационе структуре унутар националних жељезничких компанија, које прате нове методе обрачуна трошкова и прихода, а са друге, либерализацију транспортног тржишта кроз увођење конкуренције и слободног приступа жељезничкој инфраструктури. У том смислу, да би могао уопште почети процес стварног реструктуирања жељезничког система потребно је дефинисати односе између нових актера у организационој структури Предузећа, тј Предузећа за инфраструктуру и Оператера. У економској сфери тај однос се дефинише одређивањем висине накнаде за коришћење жељезничке инфраструктуре, или другачије речено, износа цијене коју Оператор/Оператори треба да плати Предузећу/Предузећима за коришћење инфраструктуре у сврху саобраћаја воза на дефинисаној релацији. Ово је врло актуелан проблем за све државе и жељезнице које до сада нису одредили висину накнада, као што је случај у жељезничком сектору Босне и Херцеговини, али, проблем ништа мање није актуелан ни за оне жељезничке управе који су то већ урадили, јер се висина накнада стално анализира, преиспитује, провјерава, коригује и побољшава.

2. ИДЕНТИФИКАЦИЈА ПОСЛОВАЊА ЖЕЉЕЗНИЦА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ

Жељезнице Републике Српске послују константно са негативним финансијским резултатом пословања. Међутим, 2009. године финансијски резултат пословања се драстично погоршава, те са негативног финансијског резултата од око -7.000.000 КМ колико је износио у пословној 2008. години, се пење на око -19.500.000 КМ у 2009.

Разлог таквог стања јесте повећање цијене рада са 105 КМ на 120 КМ што је условило повећање расхода на име плата са 38.000.000 КМ на око 54.000.000 КМ на годишњем нивоу.

[1]Александар БЛАГОЈЕВИЋ, дипл.инж.саоб.,Регулаторни одбор жељезница БиХ, Светог Саве бб, Добој, aleksandar.blagojevic@mkt.gov.ba.
[3]Слађана ОКОЛИЋ, проф., Регулаторни одбор жељезница БиХ, Светог Саве бб, Добој, sladana.okolic@mkt.gov.ba.
[3]Зоран САРИЋ, дипл.инж.саоб., Жељезнице Републике Српске, Светог Саве 71, Добој, sariczrs@gmail.com.

Поред наведеног расхода повећали су се и расходи на име одржавања жељезничких капацитета, тј. трошкови одржавања жељезничке инфраструктуре и возних средстава.

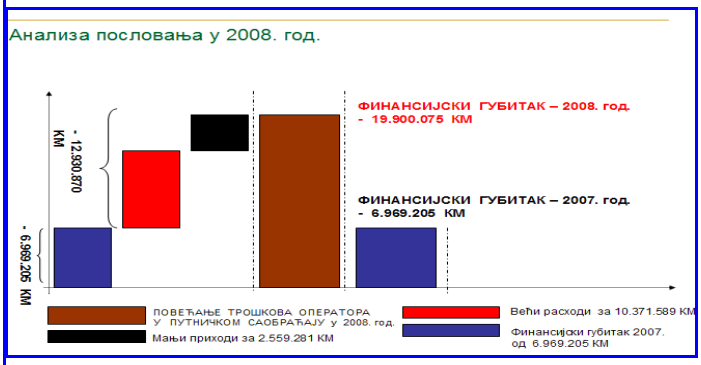
За разлику од расходоване стране на приходованој страни се дешава:

Финансијски резултат

Ред. бр.	ОПИС	Остварено 2006.	Остварено 2007.	Остварено 2008.	Остварено 2009.	Планирано 2010.	Индекс 4/3х100	Прос. год. стопа раста
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ПРИХОДИ	**8.350.059**	**8.432.132**	**5.872.851**	**6.010.662**	**6.151.815**	**70**	**137,07**
2	Приход од превоза путника	1.600.556	1.497.781	1.938.500	1.958.281	1.977.862	129	1,00
3	Приход од дотације	6.749.543	6.934.351	3.934.351	4.052.382	4.173.953	57	3,00
	УКУПНИ РАСХОДИ	**15.458.988**	**15.401.337**	**25.772.926**	**25.260.850**	**25.518.010**	**61**	**60**
I	***Пословни расходи***	**14.991.081**	**15.058.299**	**25.903.819**	**24.823.754**	**25.136.182**	**60**	**60**
1	Трошкови накнаде за коришћење инфраструктуре	0	0	5.458.404	5.764.075	6.086.663		5,76
2	Трошкови материјала за израду	2.081.835	3.053.778	4.074.454	3.430.067	3.212.514	133	-11,21
3	Трошкови осталог материјала	42.630	48.707	51.142	53.699	56.384	105	5,00
4	Трошкови горива и енергије	1.092.420	990.917	980.009	1.078.010	1.185.811	110	10,00
5	Трошкови зарада, накнада зарада и осталих личних расхода	6.123.889	7.151.451	10.148.098	10.140.798	10.140.520	142	-0,04
6	Трошкови производних услуга	2.929.799	957.885	1.923.899	1.347.336	1.295.267	201	-17,95
7	Трошкови рекламе и пропаганде							5,00
8	Трошкови амортизације	1.953.145	2.100.111	1.940.946	2.037.993	2.139.893	92	5,00
9	Нематеријални трошкови (без пореза и доприноса)	697.192	749.990	816.133	855.505	896.848	109	4,83
10	Трошкови пореза	29.639	32.150	33.758	35.445	37.217	105	5,00
11	Трошкови доприноса	70.532	73.310	76.976	80.824	84.865	105	5,00
III	***Остали расходи***	**145.122**	**22.837**	**23.079**	**33.689**	**43.612**	**105**	**34,86**
IIII	***финансијски расходи***	**322.785**	**320.201**	**245.128**	**403.407**	**338.216**	**77**	**17,46**
	ФИНАНСИЈСКИ РЕЗУЛТАТ	-7.108.889	-6.969.205	-19.900.075	-19.250.188	-19.366.195		

ФИНАНСИЈСКИ ГУБИТАК – 2007. год. - 6.969.205 КМ ⇨ ФИНАНСИЈСКИ ГУБИТАК – 2008. год. - 19.900.075 КМ

Слика 1. Финансијски резултат пословања



Слика 2. Анализа пословања

3. ПРОЈЕКАТ СИМУЛАЦИОНОГ МОДЕЛА

Пројектовање симулационог модела на основу којег је могуће анализирати осјетљивост пословних резултата Жељезница Републике Српске, односно, понашање параметара који га дефинишу, у односу на варијације цијене коришћења жељезничке инфраструктуре је урађен у Windows-ом програму Excel.

На основу симулације је вршена анализа са превасходном намјером да укаже у којим распонима треба да се крећу накнаде за путничке и теретне возове да би се дошло до уравнотеженог пословања у односу на могуће субвенције од стране Владе Републике Српске.

4. РЕЗУЛТАТИ СИМУЛАЦИЈЕ

Пословање у робном саобраћају се креће у границама позитивног износа, а чине га:
1) приходи по основу реализованог превоза робе у износу од око 28.000.000 КМ, 2) приходи по основу накнада у међународној размјени кола (по рив-у) у износу од 2.500.000 КМ, 3) приходи од дотације Владе Републике Српске у износу од око 28.000.000 КМ.

Обзиром на то, симулацијом се долази до закључка да постојећем односу прихода и расхода, тј. према износу финансијског резултата пословања, висина цијене приступа у робном саобраћају се може кретати у износу од 0,00 КМ до 8,89 КМ (4,5 €), а да при томе финансијски резултат пословања остане позитиван. Цијена приступа већа од 8,89 КМ (4,5 €), при постојећим износима прихода и расхода уводи систем робног саобраћаја у негативно пословање.

5. КРАТАК ПРЕГЛЕД НАКНАДА У ИЗАБРАНИМ ЗЕМЉАМА

Већина земаља ЕУ примјењује накнаде за коришћење жељезничке инфраструктуре, а „пионири“ у овом послу су Шведска, Велика Британија и Њемачка, па је разумљиво да те земље имају највеће искуство у овој области.

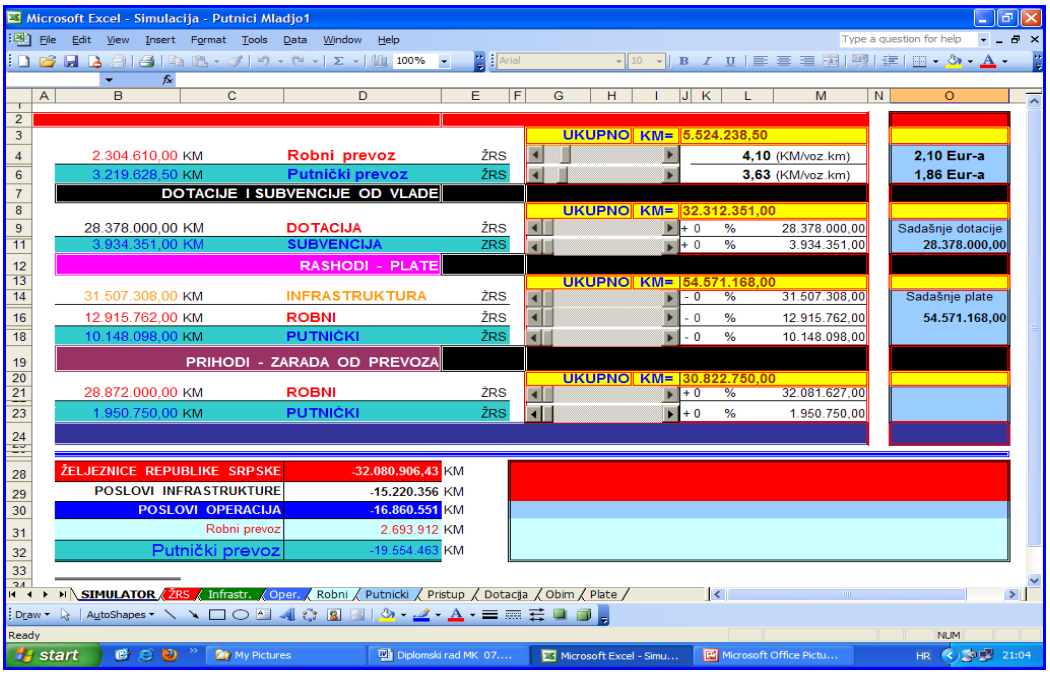
Структуру накнаде наведене земље су ускладиле са препорукама ЕУ директива, при чему исте имају претежно једнодијелну структуру.

Шведска тренутно има накнаде мање од маргиналних трошкова, Њемачка и Пољска базирају своје накнаде више на просјечним него на маргиналним трошковима, а варијације нивоа «mark up» иду толико да су у распону од 0,5 до 10€ по возном километру. За дводијелну тарифу се опредјељују земље које немају проблема са капацитетом и желе да развијају више категорија услуга, као што су Бугарска и Мађарска.

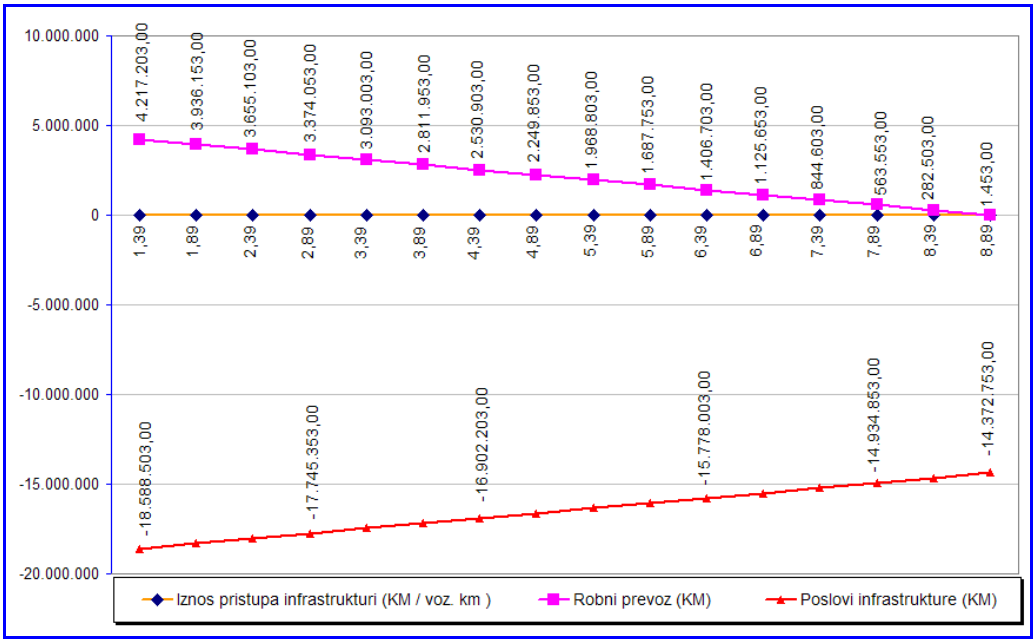
Имајући у виду тренутне висине накнада у земљама ЕУ, за просјечан путнички воз од 450 тона оне износе од 0,73 до 6,12€ по возном КМ, док за просјечан теретни воз од 960 тона се крећу између 0,40 и 9,00€ по возном КМ.

Узроци таквих распона цијена леже у различитој присутности обима теретног и путничког саобраћаја као и њихових односа. Са једне стране имамо земље са доминантним теретним саобраћајем и великим бројем пан – европских коридора који пролазе преко њихове територије (Балтичке земље, Мађарска, Хрватска) и земље са доминантним теретним саобраћајем (Бугарска, Румунија, Финска и Шведска), а са

друге стране земље у којима доминира путнички саобраћај, а учешће транзита у теретном саобраћају је знатно ниже (Њемачка, Француска, Белгија) [3].



Слика 3. Приказ симулационог модела



Слика 4 Осјетљивост параметара система на висину накнаде

6. АСПЕКТИ ОДРЕЂИВАЊА ВИСИНЕ НАКНАДА

Одређивање висине накнаде можемо посматрати са сљедећих аспеката:

1) максимизирање наведених прихода од накнада за кориштење инфраструктуре примјеном модела пуне цијене коштања (FC),
2) обезбјеђивање конкурентности у односу на остале видове транспорта,
3) аспект саобраћајне политике којом се стимулише или дестимулише жељезнички саобраћај,
4) заштита домаћег оператера на либерализованом транспортном тржишту,
5) уважавање окружења,
6) вријеме важности дефинисане накнаде и
7) планирано вријеме увођења накнаде [1].

7. МЕЂУСОБНИ УТИЦАЈ ВИСИНЕ НАКНАДА И ФУНКЦИОНИСАЊА ЖЕЉЕЗНИЦА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ

Сваки од аспеката наведених у тачки 6 је и те како важан при доношењу одлуке о висини

накнаде приступа жељезничкој инфраструктури за Оператера који послује у оквиру јединствено правног предузећа – Жељезнице Републике Српске.

Оно што је суштина цјелокупног процеса увођења либерализованог жељезничког тржишта јесте да на крају опстају најспособнији, што значи да се домаћи жељезнички оператер мора организовати и припремити да би могао одговорити свим изазовима пословања у потпуно измјењеним условима пословног окружења, уколико има намјеру да се на слободном тржишту бори и опстане.

Узимајући у обзир анлизу дату у тачки број 4, Жељезнице Републике Српске су у могућности да испоштују оптималну цијену приступа по наведеним аспектима одређивања висине накнаде, али под условом да се позитивно утиче на параметре пословања у сврху њихових довођења у зону подношљивих вриједности.

У том смислу, потребна је интервенција Владе Републике Српске у сврху повећања дотација и субвенција за путнички саобраћај, те у објективном смислу, уштеде у расходима по основу плата умањењем евидентног вишка радника, смањењем расхода на одржавање жељезничких капацитета који су у јако критичном положају, итд.

8. ЗАКЉУЧАК

Висина накнаде израчунате по усвојеним принципима требало би да буде оптимална по свим наведеним критеријумима, а важност сваког од критеријума представља резултат стратегије управљача инфраструктуре и саобраћајне политике државе.

Стање Оператера је јако лоше у садашњем тренутку времена, те је подношљивост система на оптималну висину цијене приступа жељезничкој инфраструктури веома упитна, али се може побољшати примјеном, како екстерних, тако и иинтерних (властитих) мјера, којим би се Оператер довео спреман за тржишну утакмицу на стартну позицију либерализованог транспортног тржишта.

Времена је остало мало, проблема је заиста пуно, али рационалним приступом рјешавању наведене проблематике домаћи Оператер може опстати у предстојећим транзиционим процесима.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Д. Мандић и други, „Одређивање висине накнада за коришћење инфраструктуре – један од кључних елемената формирања нове железнице“ Нови хоризонти саобраћаја и комуникација, Добој, 2009.
[2] Директива ЕУ, 2001/14.
[3] М. Бугариновић, и други „Однос висине накнада за коришћење железничке инфраструктуре код путничких и теретних возова – утицаји на развој тржишта“, Нови хоризонти саобраћаја и комуникација, Добој, 2009.

THE TITLE OF THE PAPER (IN ENGLISH) SIMULATION OF IMPACT OF CHARGES FOR THE USE OF RAILWAY INFRASTRUCTURE ON THE OPERATION OF ZRS

Aleksandar BLAGOJEVIĆ
Slađana OKOLIĆ
Zoran SARIĆ

Abstract – The main objective of this paper is the construction of simulation models on the basis of which the sensitivity of business results of ZRS is analyzed, i.e., behavior of parameters that define it in relation to the variations of prices of using the railway infrastructure. On the basis of simulation, analysis will be carried out with the primary intention to show in which range the charges for passenger and freight trains should be, to reach balanced business in relation to possible funding from the Government of the Republic of Srpska.

Key words – charges, model, simulation

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

DIREKTIVA 2007/59/EC I SMERNICE ZA PSIHOLOŠKU PROCENU MAŠINOVOĐA

Dragana STEVOVIĆ[1]

Rezime *– U radu su predstavljeni uslovi za dobijanje licence i sertifikata mašinovođa koji obavljaju poslove u okviru železničkog sistema Evrope, a koji su propisani Direktivom 2007/59/EC. Centralni deo rada posvećen je Članu 11, odnosno, osnovnim zahtevima za dobijanje licence, analizi dosadašnje prakse na železnicama Evrope, uključujući i našu železnicu, u odnosu na nove elelmente koje donosi Direktiva o Licenciranju. Sa tim u vezi, biće predstavljen i predlog dokumenta Smernice za psihološku procenu mašinovođa i ostalog osoblja povezanog sa bezbednošću železničkog saobraćaja. Na osnovu razmatranih podataka sačinjen je i predlog određenih inovacija u praksi na našoj železnici, u naznačenom domenu rada.*

Ključne reči – direktiva, licenciranje, mašinovođe, bezbednost

1. UVOD

Direktiva 2004/49/EC o bezbednosti na železnicama Evropske Zajednice zahteva od infrastrukturnih menadžera i železničkih preduzeća da zasnuju svoj sistem za upravljanje bezbednošću, na takav način, da je železnički sistem u najmanju ruku sposoban da postigne zajedničke ciljeve bezbednosti i ispuni nacionalna pravila bezbednosti i bezbednosne zahteve definisane u Tehničkim specifikacijama interoperabilnosti. Između ostalih stvari, sistem za upravljanje bezbednošću mora obezbediti programe obučavanja za osoblje i sisteme koji će osigurati da se održava kompetentnost osoblja kao i da se dužnosti obavljaju na odgovarajući način.

Pod okriljem Direktive 91/440/EEC o razvoju železnica u okviru Evropske Zajednice, proširena su prava pristupa za domaći i međunarodni robni saobraćaj u okviru celokupne evropske mreže. Ovakvo postepeno povećanje prava pristupa će neizbežno dovesti do povećanja kretanja mašinovođa preko nacionalnih granica. Rezultat ovakvog stanja će biti povećanje zahteva za obučavanjem mašinovođa i sertifikatima za obavljanjem posla u više od jedne Zemlje Članice.

Ove dve direktive su direktno ukazale na potrebu uređivanja nove oblasti, kako bi bilo olakšano mašinovođama da se kreću kroz Zemlje Članice. Direktiva 2007/59/EC upravo predstavlja odgovor na naznačene novonastale potrebe i to na način ukazivanja na minimalne zahteve koje kandidati treba da zadovolje kako bi stekli licencu ili harmonizovani komplementarni sertifikat. Direktiva sledi, i velikim delom je zasnovana, na istorijskom zajedničkom Sporazumu zaključenom između Evropske Transportne Federacije Radnika (ETF) i Zajednice Evropskih Železnica (CER) o izvesnim aspektima radnih uslova pokretnih radnika koji su uključeni u interoperabilne (prelazak granice) usluge.

Direktiva 2007/59/EC uspostavlja uslove i procedure za licenciranje mašinovođa koji voze lokomotive i vozove u okviru železničkog sistema Evropske Zajednice. Sve mašinovođe treba da poseduju neophodne sposobnosti i kvalifikacije da bi upravljali vozom i treba da poseduju sledeća dokumenta:

a) licencu (dozvolu) koja pokazuje da mašinovođa poseduje minimum propisanih uslova u pogledu zdravstvenih zahteva, osnovnog obrazovanja i opštih profesionalnih veština. U dozvoli mora biti naznačeno ime mašinovođe i tela koje je dozvolu izdalo, kao i važnost dozvole.

b) sertifikat, jedan ili više, koji ukazuje na infrastrukturu za koju je vlasnik sertifikata autorizovan da vozi i vozna sredstva za koja je vlasnik sertifikata autorizovan da vozi. Sertifikat autorizuje voznju u jednoj, ili više, navedenih kategorija: kategorija A (manevarske lokomotive, radni vozovi, železnička vozila za održavanje i ostale lokomotive koje se koriste za manevrisanje) i kategorije B (prevoz putnika i / ili robe).

Dozvola će biti vlasništvo mašinovođe i biće izdata od nadležnog tela, bilingvalno, ukoliko je izdata na nacionalnom jeziku, koji nije jezik Evropske Zajednice. Sertifikat će biti izdat od strane železničkog preduzeća ili infrastrukturnog menadžera

[1] mr Dragana STEVOVIĆ, JP „Železnice Srbije“, Beograd, Nemanjina 6, dragana.stevovic@srbrail.rs.

koji zapošljava ili ima ugovor sa mašinovođom. Sertifikat će biti vlasništvo preduzeća ili menadžera koji ga je izdao, a mašinovođe će biti ovlašćene da poseduju sertifikovanu kopiju. Sertifikat će biti bilingvalan, ukoliko je izdat na nacionalnom jeziku koji nije jezik Evropske Zajednice.

2. ČLAN 11 – OSNOVNI ZAHTEVI

Osnovni zahtevi za mašinovođe dati su u četiri tačke. Temu ovoga rada predstavljaju tačke dva i tri date u osnovnim zahtevima, te će dalja analiza biti posvećena ovim tačkama, a na ovom mestu će biti predstavljene sve tačke.

1. Kandidati treba uspešno da završe najmanje devet godina obrazovanja, uključujući osnovno i srednje, kao i da uspešno završe osnovnu obuku ekvivalentnu trećem nivou na koji ukazuje Odluka Saveta 85/368/EEC o komparabilnosti profesionalnih kvalifikacija između Zemalja Članica Evropske Zajednice.

2. Kandidati treba da poseduju potvrdu o svojoj zdravstvenoj sposobnosti, prolazeći medicinska ispitivanja vođena od strane lekara. Ispitivanja treba da obuhvate kriterijume naznačene u delovima 1.1, 1. 2., 1. 3., i 2.1. u Aneksu II.

3. Kandidati treba da pokažu svoju profesionalnu psihološku sposobnost, prolazeći ispitivanja vođena od strane psihologa ili akreditovanog lekara. Ispitivanje treba da obuhvati kriterijume naznačene u delu 2.2. u Aneksu II.

4. Kandidati treba da pokažu svoju opštu profesionalnu kompetentnost polažući ispite koji pokrivaju opšte predmete nabrojane u Aneksu IV ove Direktive (znanja i procedure o železničkim tehnologijama, o rizicima povezanim sa odvijanjem železničkog saobraćaja, o principima koji vode jedan ili više operativnih modaliteta, o vozovima, kompozicijama i tehničkim zahtevima pruga, vagona, kola i ostalih voznih sredstava).

Aneks II predstavlja zahteve koji se odnose na medicinska i psihološka ispitivanja i upravo je ovaj aneks bio predmet velikih diskusija ekspertske radne grupe CER psihologa i lekara. Naime, delovi 1.1, 1.2., 1.3., u okviru zdravstevenih kriterijuma nisu sporni i usaglašeni su sa dosadašnjom praksom na železnicama Evrope. Tako, član 1.1. se odnosi na zahtev da mašinovođe ne treba da boluju od određenih bolesti i da ne koriste lekove ili supstance koji mogu uticati na upravljanje. Član 1.2. se odnosi na zahteve u vezi sa čulom vida, član 1.3. se odnose na zahteve u vezi sa čulom sluha i govorom. Međutim, član 2.1. i sa njim u vezi član 2.2. su bili predmet analize i diskusije, s obzirom da donose novine koje nisu u skladu sa Tehničkim specifikacijama interoperabilnosti i dosadašnjom praksom na železnicama Evrope.

Član 2.1. *Medicinska ispitivanja*, nosi sledeće zahteve:

- opšti medicinski pregled
- ispitivanje senzornih funkcija (vid, sluh, opažanje boja)
- laboratorijske analize krvi i urina
- ECG u stanju mirovanja
- testovi na psihotropne supstance
- kognitivne funkcije: pažnja i koncentracija, pamćenje, opažanje, mišljenje
- komunikacija
- psihomotorne funkcije: vreme reakcije, koordinacija ruku

Član 2.2. *Psihološka ispitivanja vezana za zanimanje*, postavlja za cilj pomaganje u selekciji i upravljanju osobljem i usmerena su na utvrđivanje odsustva psiholoških nedostataka, prvenstveno u domenu operativnih sposobnosti, ili bilo kom relevantnom faktoru ličnosti koji može da ometa bezbednost obavljanja radnih zadataka.

Veliku novinu predstavlja činjenica da su prvenstveno kognitivne i psihomotorne funkcije (ali i komunikacija), koje su do sada pripadale psihološkim ispitivanjima, svrstane u medicinska ispitivanja. U osnovnim zahtevima je dato da medicinska ispitivanja obavlja lekar, što znači da bi psihološka ispitivanja, prema ovoj Direktivi, koja su svrstana u medicinska, trebalo da obavlja lekar, a ne psiholog.

Ovakve preporuke su suprotne praksi na svim železnicama Evrope kao i uputstvima datim u Tehničkim specifikacijama interoperabilnosti. Kako bi se prevazišao nastali problem, dakle veliki raskorak u odnosu na propise Direktive i praksu i nacionalne zakone u zemljama Evropske Zajednice, CER je 2006. godine oformio radni grupu psihologa koja je radila na prevazilaženju nastalog problema i pokušaju harmonizacije Tehničkih specifikacija interoperabilnosti sa Direktivom o licenciranju u domenu psiholoških i medicinskih ispitivanja. Kako bi problem izrastao ovakvim određenjima u Direktivi o licenciranju bio transparentniji, potrebno je predstaviti i dosadašnju praksu na nacionalnim železnicama Evrope i definisati uputstva data u TSI u ovom delu, kao i uporediti sa praksom na našoj železnici (koja je slična kao i na ostalim železnicama Evrope).

3. DOSADAŠNJA PRAKSA NA NACIONALNIM ŽELEZNICAMA I TSI

U okviru Tehničkih specifikacija interoperabilnosti, za Podsistem „Operacije i upravljanje saobraćajem“, u okviru Tačke 4.7. Zdravstveni i bezbednosni uslovi, medicinska i psihološka ispitivanja opisana su u tački 4.7.4.

Medicinska ispitivanja (tačka 4.7.4.1.1.) moraju obuhvatiti sledeće:

- Opšti zdravstveni pregled
- Ispitivanje senzornih funkcija (vid, sčuh, opažanje boja)

- Laboratorijske analize urina i krvi
- Ispitivanje korišćenja droga

Psihološka procena (tačka 4.7.4.1.2.) je opisana na sasvim drugačiji način nego što je u Direktivi o licenciranju. Naime, cilj psihološke procene je da se pruži pomoć železničkom preduzeću u selekciji i upravljanju osobljem koje ima kognitivne, psihomotorne, bihejvioralne i sposobnosti ličnosti da obavlja svoje poslove na bezbedan način. Sa tim u vezi, sadržaj psihološke procene, kriterijumi, dat je na sledeći način:

- Kognitivni (pažnja i koncentracija, pamćenje, sposobnosti opažanje, mišljenje, komunikacija)
- Psihomotorni (brzina reakcije, koordinacija pokreta)
- Kriterijumi ponašanja i kriterijumi ličnosti (emocionalna samokontrola, bihejvioralna pouzdanost, autonomija, svesnost)

Uputstva data u TSI, upravo navedena, u saglasnosti su sa praksom i zakonima uglavnom na svim železnicama u Evropi, pa i sa našim zakonodavstvom i praksom. Naime, Pravilnik 655 o zdravstvenim uslovima koje moraju ispunjavati železnički radnici, u tački 2. Zdravstveni uslovi, član 7. navodi se da zdravstveni uslovi koje moraju ispunjavati železnički radnici utvrđuju se i proveravaju u pogledu:

1.) opšteg zdravstvenog stanja i psihičke sposobnosti
2.) stanja čula sluha i ispitivanja funkcije ravnoteže
3.) stanja čula vida

Već iz navedenog se može videti da su medicinska i psihološka ispitivanja deo zdravstvenih uslova, što znači da su razdvojeni kriterijumi opšteg zdravstvenog i psihičkog stanja. Još jasnije se vidi uloga psihologa u tački 3. ovog Pravilnika koja nosi naziv Kontraindikacije za rad na poslovima železničkih radnika. U članu 11, tački 2. psihološka stanja, navodi se sledeće:

1.) intelektualna insuficijentnost
2.) psihomotorni poremećaji
3.) psihosenzorni poremećaji
4.) poremećaji ličnosti

Eksplicitno je navedeno da „Psiholog određuje granice kontraindikacija uzimajući u obzir zahteve radnog mesta, motivaciju radnika i radno iskustvo“.

Dakle, na našoj železnici, kao i na ostalim železnicama Evrope, praksa je u skladu sa odredbama datim u Tehničkim specifikacijama interoperabilnosti, i u domenu kognitivnih i psihomotornih ispitivanja u suprotnosti sa odredbama Direktive 2007/59/EC (gde su kognitivna i psihomotorna ispitivanja svrstana u medicinska, a ne psihološka ispitivanja).

4. 4. SMERNICE ZA PSIHOLOŠKU PROCENU MAŠINOVOĐA I OSTALOG OSOBLJA POVEZANOG SA BEZBEDNOŠĆU

U cilju prevazilaženja problema koji mogu proizaći iz nastale situacije, raskoraka između odredaba Direktive o licenciranju sa jedne strane, i TSI i prakse na nacionalnim železnicama Evrope, sa druge strane, u pogledu kognitivnih i psihomotornih ispitivanja, CER je angažovao radnu grupu eksperata CER – Podgrupa psihologa, u kojoj su i Železnice Srbije imale svog predstavnika. Mišljenje ove radne grupe bilo je da se odredbe Direktive o licenciranju moraju usaglasiti sa TSI u naznačenom domenu, što je kao oficijelna pozicija CER a predloženo Evropskom Parlamentu i Evropskom Savetu. Međutim, predlozi nisu usvojeni i Direktiva je stupila na snagu sa protivrečnošću koja može imati značajne implikacije u praksi i bezbednosti saobraćaja.

Nastavljajući svoj rad na rešavanju naznačenog problema, CER Podgrupa psihologa je, budući da je predlog izmene Direktive u naznačenom delu odbijen, sastavila Dokument pod nazivom „Smernice za psihološku procenu mašinovođa i ostalog osoblja povezanog sa bezbednošću“. Cilj ovog Dokumenta je da se prevaziđe nastali problem, odnosno, da se uspostavi pouzdanost psihološke procene kandidata, jer jedino takva procena, (pored fizičkih, tehničkih) može imati efekat prevencije nesreća. Podaci prikupljeni psihološkom procenom treba da posluže kao koristan indikator budućeg ponašanja mašinovođa u stvarnom saobraćaju. Ovaj dokument treba da uspostavi kriterijume, načine i pouzdanost psihološke procene, bez obzira da li je ta procena svrstana u medicinska ili psihološka ispitivanja, bez obzira da li je vrši psiholog ili lekar. Dakle, navedeni Dokument predstavlja pokušaj da se olakša primena Direktive o Licenciranju, kroz poštovanje psihološke procene mašinovođa, bez obzira ko tu procenu vrši i gde je ona svrstana.

Sadržaj ovog Dokumenta čine sledeća poglavlja:

1. Uvod – Cilj Smernica
2. Uloga psihološke procene vezane za bezbednost u okviru celokupnog procesa selekcije mašinovođa
3. Definisanje kompetencija profesionalnih lica koji vode psihološku procenu vezanu za bezbednost
4. Proces evaluacije psihološkog kriterijuma povezanog sa bezbednošću
5. Procena kandidata
6. Odluka o sposobnosti kandidata
7. Povratne informacije kandidatima i klijentima
8. Aneksi

5. ZAKLJUČAK

Tabela 1. Najbolje procedure za testiranje mašinovođa

Kriterijum	Test	Primer
Brzina reakcije	Kompjuterski testovi motorne reakcije, simulacije	Vienna Test System, DRC, Determination Gerat
Koordinacija pokreta	Kompjuterski testovi motorne reakcije, simulacije	Vienna Test System, Group Bourdon, Determination Gerat
Pažnja	Kompjuterski testovi senzornih funkcija, simulacija	Group Bourdon, Vienna Test System
Koncentracija	Kompjuterski testovi senzornih funkcija, simulacija	Group Bourdon, Vienna Test System
Perceptivne sposobnosti	Kompjuterski testovi senzornih funkcija, simulacija	DRC, Vienna Test System
Mišljenje	Kompjuterski, ili mentalni testovi papir-olovka, simulacija	Raven, Vienna Test System, ECPA
Pamćenje	Kompjuterski, ili mentalni testovi papir-olovka, simulacija	Vienna Test System, PA-VI, ECPA
Komunikacija	Kompjuterski mentalni testovi, intervjui	Vienna Test System, ECPA

Kako je praksa na našoj železnici veoma slična ostalim železnicama u ovoj oblasti, navedeni Dokument bi takođe bio koristan službi koja utvrđuje zdravstvenu sposobnost mašinovođa. Preporuke testova koje treba koristiti bi svakako inovirale ustaljenu praksu u ovoj oblasti, povećale pouzdanost testiranja, samim tim i bezbednost odvijanja železničkog saobraćaja i lakšu harmonizaciju sa standardima i propisima Evropske Unije. Kao najbolja sredstva/testovi procedure za procenu kognitivnih, psihomotornih kao i kriterijuma ponašanja i ličnosti mašinovođa, navode se određeni testovi u datom Dokumentu (Tabela 1). Kriterijumi kao što su samokontrola, pouzdanost ponašanja, svesnost i autonomija, takođe su navedeni u Dokumentu, s tim što za njih nisu preporučeni specifični testovi, već generalno intervjui, uopšteno testovi ličnosti i simulacija. Primenom preporučenih kriterijuma i procedura u psihološkoj proceni mašinovođa i ostalog osoblja povezanog sa bezbednošću, prevazišle bi se navedene protivrečnosti i uneo veći stepen pouzdanosti zdravstvenih kriterijuma za izvršno osoblje.

LITERATURA

[1] Directive 2007/59/EC of the European Parliament and of the Council, 23. october, 2007., Official Journal of the European Union, L.315/51
[2] Pravilnik 655 o zdravstvenim uslovima koje moraju ispunjavati železnički radnici, Zajednica Jugoslovenskih železnica, Beograd, 2000.
[3] Technical Specification for Interoperability, Sybsystem: Operation and traffic management
[4] Guideline Psychological Assessment of Train Drivers and other safety related personnel, CER Psychologist, draft

DIRECTIVE 2007/59/EC and GUIDELINE PSYCHOLOGICAL ASSESSMENT of TRAIN DRIVERS

Dragana STEVOVIĆ

Abstract – This paper deals with the conditions for obtaining license and certificate for train drivers given in Directive 2007/59/EC. The main part of the paper is dedicated to the Article 11 and discussion about new elements putted in the License Directive. This work also presents the draft of the Document Guideline Psychological assessment of train drivers and other safety related personnel. This Document tries to give possible way to connect new elements in the License Directive and practice on European Railways including Serbian Railways.

Key words – Directive, Licence, Safety, Train Drivers

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

MOGUĆE POSLEDICE ŽELEZNIČKOG SAOBRAĆAJA PO ŽIVOTNU SREDINU

Šimon A. ĐARMATI [1]
Dragutin JOVANOVIĆ [2]
Vesna ALIVOJVODIĆ [3]

Rezime *– Železnica, zahvaljujući tehničko-tehnološkim karakteristikama i kvalitativnim svojstvima usluge koju pruža, kako u teretnom tako i u putničkom saobraćaju, zauzima sve zapaženije mesto u saobraćajnom sistemu, odnosno na tržištu saobraćano-transportnih usluga. Iz tih razloga, razvoju ove grane saobraćaja, i pored raznovrsnih uticaja na životnu sredinu, pridaje se sve veći značaj. Uz uvažavanje nepovoljne finansijske situacije razvoj železnice neminovan je i u Republici Srbiji. U ovom radu ukazuje se na moguće posledice železničkog saobraćaja na životnu sredinu (vazduh, voda, zemljište, otpad,opasne materije) i u ovom pogledu vrši se komparacija sa drugim vrstama transporta. Takođe se kroz odgovarajuće primere skreće pažnja na akcidentalne situacije vezane za transport opasnih materija železnicom.*

Ključne reči - železnica, životna sredina, opasne materije

1. UVOD

Nema nikakve sumnje da na pragu XXI veka, železnica doživljava svoju renesansu. Kao potvrda ove činjenice može se navesti da su zapadnoevropske zemlje prošarane prugama za velike brzine, čime je železnička mreža znatno obogaćena. U Francuskoj, Nemačkoj, Španiji, Italiji i Engleskoj, prosečna brzina od 200 km/h je uobičajena i smatra se normalnom brzinom.

U stručnoj literaturi se prugama za velike brzine smatraju one pruge na kojima vozovi saobraćaju brzinama većim od 250 km/h.. Tehnička sredstva železnice: infrastruktura (železničke pruge sa svojim objektima i opremom, službena mesta sa postrojenjima), vučna vozila (lokomotive i motorna kola) i vučena vozila (teretna, putnička i specijalna vozila), svojim funkcionisanjem tokom odvijanja železničkog saobraćaja ispoljavaju određeni uticaj na životnu sredinu Pruge za velike brzine dospele su u žižu interesovanja zbog evidentne ali još uvek nepotpuno sagledane posledice po životnu sredinu drumskog saobraćaja. U međuvremenu se pokazalo da, posmatrajući saobraćajne grane na makro-ekonomskom nivou, železnica u ekonomskom i ekološkom pogledu predstavlja najpovoljnije rešenje za prevoz putnika i robe.

2. ZAGAĐIVANJE VAZDUHA

Zagađenost vazduha nastaje usled nepotpunog sagorevanja pogonskog goriva koje se koristi za pokretanje saobraćajnih sredstava. U železničkom saobraćaju zagađenost vazduha vezana je za vučna vozila i u principu zavisi od vrste vuče. Neki uporedni podaci dati su u tabeli 1.

Parna vuča je dugi niz godina bila osnovni vid vuče. Usavršavanje i uvođenje u saobraćaj dizel, dizel-električnih i električnih lokomotiva doprinelo je povlačenju parnih lokomotiva najpre sa magistralnih a zatim i sa regionalnih pruga tako da se ona u današnje vreme uglavnom koristi u turističke svrhe (turističko-muzejska železnica). Od gasovitih zagađujućih supstancija najvažnije su ugljenik(II)-oksid (CO), ugljenik(IV)-oksid (CO_2) i ugljovodonike (HC) i druga organska jedinjenja. Od čvrstih zagađujućih supstancija treba spomenuti ugljenu prašinu, čađ i lebdeći pepeo. Merenja iz vremena kada su parne lokomotive bile u saobraćaju pokazuju da je duž pruga sa manjim intenzitetom saobraćaja gustina zagađivanja iznosila 350-600 g/100 m^2, a na onim frekventnim 900-1200 g/100 m^2.

Dizel lokomotiva je, u našim uslovima, najčešće prisutno vučno sredstvo. Nažalost ona u značajnoj

[1] Prof.dr Šimon A. ĐARMATI, Beogradska politehnika, Brankova 17, Beograd, sdjarmati@politehnika.edu.rs.
[2] Prof dr Dragutin JOVANOVIĆ, Beogradska politehnika, Brankova 17, Beograd, djovanovic@politehnika.edu.rs.
[3] Vesna ALIVOJVODIĆ, Beogradska politehnika, Brankova 17, Beograd, valivojvodic@politehnika.edu.rs.

meri zagađuje vazduh.

Tabela 1. Iskorišćavanje energije i emisija štetnih materija različitih vrsta saobraćaja [1]

Vrsta saobraćaja	Energija [KJ/putnik]	CO_2	NO_x	SO_2	CO	HC
		[g/putnkm] odnosno [g/tkm]				
Transport putnika						
Automobil	2000	150	2,0	0,05	10,0	1,5
Autobus	800	40	1,0	0,1	0,5	0,1
Dizel vuča	800	80	0,6	0,3	0,2	0,2
Električna vuča	800	80	0,5	1,0	0,02	0,001
Transport robe						
Ukupno drumski	2000	250	4,0	0,3	2,0	0,5
Kamioni	1000	100	3,0	0,2	0,2	0,3
Ukupno železnički	700	40	0,3	0,3	0,2	0,05
Dizel	-	40	0,7	0,1	0,15	0,1
Električni	-	40	0,2	1,0	0,01	0

Treba međutim napomenuti da su dizelmotori u pogledu zaštite životne sredine povoljniji od benzinskih što se može videti iz sastava izduvnih gasova datog u tabeli 2.

Tabela 2. Prosečan sastav izduvnih gasova dizel odnosno benzinskih motora

Štetna materija	Emisija štetnih materija u zapreminskim procentima	
	Dizel motor	Benzinski motor
CO	0,02	6,00
CO_2	12,00	10,00
HC	0,01	0,05
SO_2	0,03	0,008
N_2	75,00	74,00
O_2	9,00	0,50
NO	0,25	0,50

Na osnovu ovih podataka može se zaključiti da se u izduvnim gasovima dizel motora nalazi znatno manje ugljenik(II)-oksida i azot(II)-oksida, što predstavlja značajnu prednost s obzirom na to da oba ova jedinjenja ispoljavaju štetna dejstva na organizam čoveka.

Efikasnije iskorišćavanje goriva predstavlja značajnu prednost dizela kao pogonskog goriva.

U izduvnim gasovima nalazi se i čađ, čiji jedan deo može dospeti u pluća.

Izduvni gasovi dospeli u vazduh se razređuju, a njihov rastur zavisi od brzine saobraćajnog sredstva, a koncentracija od udaljenosti od pruge. Zbog toga je okolina stanica (putničke i ranžirne) i železničkih depoa izložena značajnom zagađivanju vazduha. Da bi se donji slojevi vazduha što manje zagađivali izduvne cevi lokomotiva se nalaze na visinama od 4-4,5 metra.

Lokomotive na električni pogon ne emituju zagađujuće supstancije u vazduh. Međutim, značajni deo električne energije dobija se u termoenerganama koje vazduh zagađuju emisijom sumpor(IV)-oksida, ugljenik(IV)-oksida i čvrstih zagađujućih supstancija (čađ, prašina). Termoelektrane ne zagađuju vazduh ugljenik(II)-oksidom i ugljovodonicima.

3. ZAGAĐIVANJE VODA

Zagađivanje voda je tesno povezano sa zagađivanjem zemljišta, s obzirom na to da deo zagađujućih materija dospelih na zemljište dospeva u podzemne i površinske vode. Železnički saobraćaj vodotokove zagađuje indirektno (za razliku od vodnog saobraćaja), na taj način što se deo voda upotrebljen za pogonske potrebe, zagađuje uljima i drugim štetnim materijama i u slučaju da se na odgovarajući način ne prečiste, iste dospevaju u vode. U železnici se koristi oko 70-80 % pogonske vode, 10-15 % komunalne i 1-5 % za gašenje požara. Do zagađivanja voda dolazi u pogonima za održavanje vozila, železničkim depoima i u drugim pogonima u kojima se odvija industrijska aktivnost (proizvodnja skretnica, pragova, opravka mašina). Značajna količina vode upotrebljava se za pranje lokomotiva, teretnih i putničkih vagona, cisterni i mašinskih delova. Tokom ovih aktivnosti nastaje industrijska otpadna voda koja tipično sadrži ulje, različita sredstva za pranje, ali tokom primene različitih tehnologija nastaju i vode koje sadrže kisele i bazne supstancije ili čvrste materije. Najveći problem svakako predstavljaju zauljene vode.

Ulje i uljni derivati se razlivaju po površini i sprečavaju snabdevanje vode kiseonikom. Sintetička sredstva za pranje takođe ometaju snabdevanje voda kiseonikom, ali zbog njihove emulgatorske sposobnosti sprečavaju taloženje ili izdvajanje drugih štetnih materija i na taj način povećavaju troškove prečišćavanja voda.

4. ZAGAĐIVANJE ZEMLJIŠTA

Materije koje dospevaju na zemljište, osim onih čvrstih nerastvornih, dospevaju i u zemljište i ako se ne mogu hemijski vezati za tlo, mogu dospeti i u podzemne vode. Zagađeno zemljište nepovoljno utiče na razvoj biljaka, a štetno dejstvo se može ispoljiti i na životinjski svet.

Jedna od najznačajnijih komponenti zagađivanja tla vezanog za železnički saobraćaj jeste ulje. Ono kaplje tokom pogona vozila ili se izliva prilikom nesreća, pri čemu može da dospe u dublje slojeve tla i

podzemne vode. Ova vrsta zagađivanja najčešće pogađa prometnija službena mesta (stanice, depoe i sl.).

Tokom putničkog prevoza do zagađivanja tla dolazi otpadnim vodama iz toaleta, odnosno predmetima izbačenim kroz prozor (limenke, staklena i plastična ambalaža). Ova druga vrsta otpada predstavlja nerešiv problem za železnicu. S jedne strane mogu ugroziti saobraćaj, a s druge nanose štetu životnoj sredini, odnosno estetski je narušavaju s obzirom da se pomenute ambalažne materije veoma sporo razlažu i samim tim iščezavaju.

Do zagađivanja tla može doći i prilikom podmazivanja skretnica, šina ili prilikom primene herbicida za uništavanja korova u pružnom pojasu.

5. AKCIDENTALNA ZAGAĐIVANJA VEZANA ZA TERETNI TRANSPORT

Najveća opasnost za životnu sredinu predstavljaju razne nesreće prilikom kojih može doći do oslobađanja veoma štetnih i opasnih materija. Ilustracije radi mogu se navesti neki najvažniji hemijski akcidenti vezani za železnički saobraćaj [2].

Jedan od poznatijih akcidenata desio se u mestu Misisaga (Kanada) 1979. godine. U kompoziciji teretnog voza na jednom vagonu cisterni, koji je bio napunjen toluenom, došlo je do požara i paljenja toluena. Na raskršću pred ulazak u stanicu došlo je do eksplozije vagona, a zatim nasedanja i iskliznuća još 23 vagona u kojima su se nalazili propan i butan, kao i cisterne sa 90 tona hlora. Ona je oštetila i cisterne sa hlorom, koji je počeo da ističe. Treba napomenuti da prilikom pregleda kompozicije i ispravnosti vagona izvršenog u prethodnoj stanici udaljenoj oko 40 km od mesta nesreće, nije uočena bilo kakva neispravnost. Nekoliko minuta od momenta eksplozije započela je evakuacija ljudi iz fabrike u blizini mesta nesreće. Jedan sat i 30 minuta nakon eksplozije konstatovano je da među havarisanim vagonima ima još onih iz kojih ističe hlor. U roku od 24 sata sa površine od oko 117 km^2 evakuisano je 250.000 ljudi, 3 bolnice, nekoliko domova za stare i neke druge institucije.

Svemu ovome treba dodati i to da su mašinovođa i kočničar voza, nakon prve eksplozije, koja je obuhvatila vagone iz sredine kompozicije, otkačili prve vagone i odvezli ih na bezbednu daljinu.

U ranim jutarnjim časovima 11. aprila 1996. godine, u blizini Albertona (Montana, SAD), došlo je do iskliznuća iz šina 18 vagona kompozicije od 71 vagona, među kojima je bilo šest sa opasnim materijama i to: četiri sa hlorom, jedan sa kalijum-krezilatom i jedan sa natrijum-hloratom. U ovom akcidentu poginula je jedna osoba, a preko 350 ljudi je hospitalizovano. Iz ugroženog područja evakuisano je preko 1.000 ljudi. Osobe izložene dejstvu toksičnog dima žalile su se na: pečenje u očima i nosu, iritaciju i upalu pluća, bolove u grlu, otežano disanje, šištanje, curenje nosa, glavobolju i vrtoglavicu. Takođe su se javljali depresija, anksioznost, beznadežnost. Prilikom akcidenta došlo je do oslobađanja preko 60 tona hlora. Osim ljudi, stradale su životinje i stoka, dok je vegetacija zbrisana sa površine dimenzija 90 × 15 metara.

U Iranu se sredinom februara 2004. godine desila neobična nesreća. Najverovatnije zbog seizmičkih potresa, kompozicija od 51 vagona se tokom noći 18. februara 2004. godine otkačila od lokomotive pa su se vagoni, sve uvećavajući brzinu, nekontrolisano kotrljali po šinama u dužini od oko 20 km. Iz šina su iskočili u blizini železničke stanice kod sela Kajam istočno od grada Nejšabur u iranskoj provinciji Korasan. Među vagonima bilo je 17 vagona sa sumporom, 6 cisterni sa benzinom, 7 vagona sa đubrivom i 10 vagona sa pamukom. Isprva je došlo samo do požara. Tragična eksplozija dogodila se dok su vatrogasci i spasioci nastojali da situaciju stave pod kontrolu. U ovoj nesreći život je izgubilo 295 ljudi (ili 328 po nekim drugim izvorima), dok ih je 460 povređeno. Od siline detonacije pucala su prozorska okna u radijusu većem od 10 km, dok se eksplozija osećala na rastojanju od 70 km.

U eksploziji nastaloj posle sudara vozova punih nafte i tečnog gasa u železničkoj stanici Rjongčon u Severnoj Koreji 22. aprila 2004. godine, poginula je 161 osoba, od kojih 76 dece. Od ove eksplozije, u gradu sa više od 130.000 stanovnika poznatom po hemijskim i metalurškim fabrikama i smeštenom dvadesetak kilometara od kineske granice, povređeno je oko 1.300 ljudi i delimično ili potpuno uništeno 2.000 stanova.

6. HEMIJSKI AKCIDENTI U SRBIJI

Udesi na železnici su česti zbog lošeg stanja železničke infrastrukture i smeštaja železničkih depoa blizu centra grada [3]. Prethodnih godina desio se veći broj akcidenata.

Posle udesa na ranžirnoj rampi kod železničke stanice u Železniku, 24. decembra 1984. godine, izlilo se 40 tona ksilola, otrovne i zapaljive supstancije. S obzirom na to da je zemlja upila svu količinu ove materije postojala je realna opasnost da ksilol dospe do postrojenja u Makišu, odakle se Beograđani snabdevaju vodom za piće. Zbog toga je preventivno isključeno 18 cevastih bunara Gradskog vodovoda.

U popodnevnim satima 18. marta 1986. godine amonijak je ugrozio Šabac. U železničkoj kompoziciji od sedam vagonskih cisterni sa amonijakom, koju je tog dana prevozila služba Železničko transportne organizacije Šabac, a koja je stigla iz bivšeg SSSR-a, jedna od cisterni bila je previsoka za visinu otvora nadvožnjaka (4,85 m – visina nadvožnjaka, a 4,95 m – visina cisterne sa ventilom gasne faze). Tako je cisterna zakačila nadvožnjak, kojom prilikom je došlo do oštećenja ventila gasne faze na krovu cisterne u kojoj se nalazilo 43 tone amonijaka, što je prouzrokova-

lo njegovo nekontrolisano oslobađanje. Amonijak se oslobađao pod velikim pritiskom i nad gradom se ubrzo pojavio sivo-beli oblak krećući se na visini od 30 do 50 metara preko grada. Koncentracija amonijaka na pojedinim mestima u gradu dostizala je vrednost i do 30 puta veću od maksimalno dozvoljene (MDK 0,2 mg/m^3, LC_{50} 3,8 mg/dm ^{3}). Zahvaljujući prvenstveno spletu srećnih okolnosti (pukotina na ventilu gasne faze bila je svega 3 mm) kao i pravovremenom delovanju industrijske vatrogasne jedinice hemijskog kompleksa, posle 18 sati situacija je stavljena pod kontrolu.

Na teretnoj stanici u Novom Sadu, 3. jula 1986. godine zbog oštećenja na ventilu došlo je do isticanja hlora iz jedne od četiri cisterne sa po 1.000 litara tečnog hlora. Ova havarija prouzrokovala je višesatni prekid drumskog i železničkog saobraćaja i trovanje sedam građana (srećom bez tragičnih posledica).

Na izlasku iz stanice Resnik 6. jula 1996. godine u 4,30 sati došlo je do iskliznuća lokomotive i dva vagona. Cisterne sa po pedesetak tona kiseline iskrenule su se na bok, ispuštajući kroz otvor na vrhu, oko 60 tona fosforne kiseline. Cisterne su kranom podignute na kolosek i oprane, a dalje oticanje fosforne kiseline ka Topčiderskoj reci sprečeno je postavljanjem zapreka od peska. Oko 250 m^2 terena je zasuto krečom, i tako je izvršena neutralizacija kiseline.

Pored navedenih, mogu se navesti i sledeći akcidenti prilikom železničkog transporta opasnih materija

- požar u vagon cisternama na železničkoj stanici Novo Lanište (Jagodina) prouzrokovano iskliznućem 8 vagon cisterni koje su prevozile propan butan (2002).
- isticanje rastvora amonijum nitrata i amonijaka iz vagon cisterni na železničkoj stanici donji Grad Beograd (2002).
- curenje pušljive azotne kiseline iz vagon cisterni na železničkoj stanici Topčider (2002).
- izlivanje amonijum hidroksida iz vagon cisterne na železničkoj stanici Makiš (2002).
- isticanje motornog ulja prouzrokovano akcidentalnim prevrtanjem lokomotive na ranžirnoj stanici u Vreocima (2003).
- curenje metanola iz cisterne na Beogradskoj železničkoj stanici (2003).
- isticanje pušljive azotne kiseline iz vagon cisterni na železničkoj stanici Batajnica (2004).
- prevrtanje cisterne sa tečnim naftnim gasom u Padinskoj skeli zbog pucanja starih pragova (2008).

7. ZAKLJUČAK

Iz svega navedenog, može se zaključiti da železnički saobraćaj može predstavljati opasnost za životnu sredinu naročito tokom transporta opasnih materija. Posledice akcidenata mogu biti veoma značajne. U našoj se sredini ovoj problematici u edukativnom, organizaciono-planskom i materijalnom pogledu još uvek ne posvećuje zadovoljavajuća pažnja. Otklanjanje nevedenih nedostataka može biti jedan od prioritetnih zadataka našeg društva.

LITERATURA

[1] [1] E.Ludvig, „Vasuti kornyezetvedelem, Budapesti Muszaki es Gazdasagtudomanyu Egyetem, Budapest, 2003

[2] [2] Š.Đarmati, D.Veselinović, I.Gržetić, D.Marković, „Životna sredina i njena zaštita II deo“, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Beograd 2008

[3] [3] Nacionalni program zaštite životne sredine Republike Srbije, Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije, Beograd, 2005

[4] [4] D. Jovanović, B. Kaličanin, „železnički saobraćaj i transport“, SŠONID, Beograd 2002.

POSSIBLE ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF RAILWAY TRAFFIC

Šimon DJARMATI
Dragutin JOVANOVIĆ
Vesna Alivojvodić

Abstract – The railway transport has acquired an increasingly more prominent position in transportation system, i. e. Transport services market, thanks to technical and technological characteristics and qualitative properties of the service it provides in transportation of both passengers and goods. Development of this branch is becoming more and more important despite its diverse environmental impact. Considering a negative financial situation the development of railways is inevitable in the Republic of Serbia. The paper points out possible environmental consequences of railway traffic (air, water, soil, waste, hazardous materials). In regard of this, the comparison with other types of transportation has been made, and, also, through adequate examples, the attention is drawn to accidental situations regarding rail transportation of hazardous materials.

Key words - Railway, Environment, Hazardous Materials

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

ZNAČAJ INTEROPERABILNOSTI ŽELEZNIČKIH SISTEMA SRBIJE U PROJEKTIMA TRANS-BONUSA

Predrag PETROVIĆ [1]
Slobodan VUKMIROVIĆ [2]
Miroljub JEVTIĆ [3]

Rezime *– TransBonus projekt, predstavlja sistematizovani plan, čiji je cilj da unapredi i promoviše intenzivniju naučnu i tehnološku saradnju između zemalja Evropske Unije i zemalja zapadnog Balkana u oblasti svih vidova transporta. Zasnivala bi se na proširenju i unapređenju istraživačkih kapaciteta kroz uspostavljanje mreže kompententnih naučnih, tehničkih, kadrovskih i drugih resursa iz oblasti drumskog, železničkog, rečnog, pomorskog i vazdušnog saobraćaja. Danas postoje mnoge smetnje u korišćenju saobraćajne mreže Evropske unije, zbog postojanja velike razlike u infrastrukturi, nacionalnim regulativama, internim propisima i tehničkim specifikacijama koje propisuju specifične dimenzije i uređaje koji se koriste u sistemu, a imajući u vidu i različite stepene razvoja železnice u pojedinim zamljama, takva situacija u značajnoj meri otežava realizaciju konkurentnosti železničke mreže Evropske unije. Komercijalni železnički saobraćaj, na celokupnoj mreži, uslovljava izvesnu usklađenost infrastrukture i vozila i njihovo međusobno povezivanje informacijskih i komunikacijskih sistema na nivou evropskih država. U tom kontekstu, za železnicu Srbije, interoperabilnost, predstavlja jedan veoma značajan korak u postizanju potrebnog stepena kontinuiteta, efikasnosti, pouzdanosti i ekonomičnosti železničkog saobraćaja, a koja se zasniva na osnovama tehničkih regulativa i operativnim uslovima. U ovom radu je dat kratak osvrt na značaj interoperabilnosti u okviru projekta Trans Bonusa u železničkom sistemu Srbije.*

Ključne reči – saobraćaj, železnica, interoperabilnost, efikasnost, Srbija, EU

1. UVOD

Trans-Bonus projekat ima za cilj da unapredi i promoviše naučnu i tehnološku saradnju između Evrope i zemalja zapadnog Balkana u oblasti površinskog transporta.

Projekat je zamišljen da uspostavi mrežu, istraživača i Univerziteta Evropske unije i zemalja Balkana, iz oblasti transporta u cilju unapređenja ili proširenja istraživačkih kapaciteta, programa i ljudskih resursa i time podstakne aktivno uključivanje istraživačkih organizacija, nevladinih organizacija, univerziteta, javnih organizacija, malih i srednjih preduzeća, iz Albanije, Bosne i Hercegovine, Makedonije, Srbije i Bugarske u buduće projekte Evropske unije iz oblasti tzv. površinskog transporta u okviru Sedmog programa istraživanja i razvoja (7th Framework Programme of the European Union). Osim toga, namena projekta je da uspostavi mrežu izvrsnosti između zemalja zapadnog Balkana i regiona koji imaju "konvergentne" ciljeve, kao što ih imaju države članice EU.

Participacijom u *„Događajima za generisanje ideja*" postigla bi se namena ovih događaja kroz uspostavljanje partnerskih odnosa zemalja zapadnog Balkana i članica Evropske unije i time istovremeno omogući transfer znanja kroz generisanje predloga ideja iz oblasti površinskog transporta. U tom kontekstu prva serija *„Događaja za generisanje ideja"*, održana je krajem prošle godine u svim zemljama učesnicima, a *„Ekspertska studijska poseta"* je održana u oktobru u Solunu, na kojoj su se susreli potencijalni partneri kojima je omogućeno stvaranje konzorcijuma istraživačkih projekata.

Međusobna povezanost uključila bi pitanja

[1] Dr Predrag PETROVIĆ, dipl. maš. ing., Naučni savetnik, Institut „Kirilo Savić",Vojvode Stepe 51, 11000 Beograd, Srbija, predrag.petrović@iks.rs.
[2] mr Slobodan VUKMIROVIĆ dipl. ing. saob.,Institut „Kirilo Savić",Vojvode Stepe 51, 11000 Beograd, Srbija, office@iks.rs.
[3] dr Miroljub JEVTIĆ dipl. ing. saob., Institut „Kirilo Savić",Vojvode Stepe 51, 11000 Beograd, Srbija, office@iks.rs.

ekološkog i održivog razvoja u saobraćajnu politiku Srbije, što je jedan od potrebnih delovanja u cilju smanjenja uticaja prevoza na okolinu.

U okviru železničkog transporta predviđena je i jedna od više podtema „*Interoperabilnost i bezbednost*" u železničkom saobraćaju sa određenim budžetskim sredstvima.

2. ZNAČAJ PROJEKATA TRANS-BONUSA ZA ŽELEZNICU SRBIJE

U železničkoj mreži Srbije postoje mnoge smetnje u korišćenju saobraćajnih sredstava i mreža EU, zbog postojanje velike razlike u infrastrukturi, nacionalnim regulativama , internim propisima i tehničkim specifikacijama koje propisuju uređaje, opremu, dimenzije i druge zahteve. Da bi se takvi i slični nedostaci otklonili i time u potpunosti iskoristile prednosti koje proizilaze, težnja je za formiranjem prostora bez unutrašnjih granica, i podsticanje međusobne povezanosti interoperabilnosti nacionalnih železničkih mreža, i njihovu dostupnost, primenjujući sve potrebne mere na usklađivanju niza tehničkih standarda.

U tom kontekstu, je i težnja Evropske unije da kroz predloge projekta TransBonusa, zemalja zapadnog Balkana uspostavi implementaciju mreže železnica visoke performanse za putnički, robni i intermodalni saobraćaj, čime bi se postigao brži, kvalitetniji, konkurentniji, pouzdaniji i efikasniji saobraćaj između gradskih i komercijalnih centara.Drugim rečima, TransBonus projekt ima za cilj da unapredi i promoviše kvalitetniju naučnu i tehnološku saradnju između Evrope i zemalja zapadnog Balkana u oblasti površinskog transport. Takav pristup uslovljava uspostavljanje mreže izvrsnosti između regiona i država koje imaju konvergentne ciljeve i aktiviranje svojih istraživačkih potencijala, razvijajući i implementirajući predloge projekta koji su na evropskom nivou. Na osnovu takvog pristupa, neophodna je izrada predinvesticione studije iz oblasti površinskog transporta, kako bi se sagledale mogućnosti zemalja zapadnog Balkana u pogledu ideja, naučno-istraživačkom potencijalu i mogućnostima njihove međusobne saradnje.

3. ZNAČAJ INTEROPERABILNOSTI ZA ŽELEZNICU SRBIJE

Konvencionalni železnički transport u Srbiji mora biti u koraku sa tendencijama i pravcima razvoja železnica evropskih zemalja. Za postizanje takvog cilja, jedan od bitnih parametara je i primena standarda o interoperabilnost kao bitan preduslov poslovnoj izvrsnosti u međunarodnoj konkurentnosti železničkog saobraćaja Evropske unije. Pored infra-strukture, neophodno je i usklađivanje svih elemenata konvencionalne železnice naše zemlje sa standardima i propisima EU, pre svega sa zahtevima tehničkih specifikacija interoperabilnosti (TSI).

Pod interoperabilnošću, smatra se sposobnost željezničkog sistema koja omogućava siguran i neprekidan saobraćaj vozova uz postizanje traženog nivoa efikasnosti, a koji se zasniva na obaveznim regulativama, tehničkim i operativnim uslovima.

Da bi se takvi ciljevi ostvarili, neophodno je uređenje unutrašnjeg tržišta, kako bi se integrisalo u konkurentno tržište, vodeći računa o posebnim karakteristikama železnice. Srbiji kao i drugim zemljama članicama zapadnog Balkana treba omogućiti formiranje grupacije sa železničkim preduzećima osnovanim u drugim državama članica EU i na osnovu toga, odabrati i odobriti pravi pristup tranziciji saobraćaja shodno zemljama EU. Na taj način, bi se privrednim subjektima, regionalnim i lokalnim telima vlasti omogućilo iskorištavanje svih prednosti koje proizlaze iz uspostavljanja prostora bez unutrašnjih granica, čime bi se poboljšao pristup tim mrežama i njihova međusobna povezanost i interoperabilnost nacionalnih železničkih mreža, sprovođenjem svih potrebnih mera u području tehničke normalizacije. Od toga zavisi nivo kvaliteta usluga, bezbednost, troškovi prevoza, kao i interoperabilnost železničkog sistema u celini. S obzirom na velike razlike između pojedinih nacionalnih i internih tehničkih specifikacija i propisa pojedinih zemalja, od posebnog značaja, je usklađivanje interoperabilnih i drugih propisa u cilju uspostavljanja nesmetanog železničkog saobraćaja, u što većem delu evropske železnice.

4. OSNOVNI ZAHTEVI INTEROPERA-BILNOSTI NOVOG I GLOBALNOG PRISTUPA U ŽELEZNIČKOM SAOBRAĆAJU

Directive Evropske unije o interoperabilnosti, zasnivaju se na novom i globalnom pristupu transportnog sistema konvencionalne železnice, pri čemu i železnički transport u Srbiji mora ići u korak sa tim tendencijama. Za postizanje ovakvog cilja je i usklađivanje svih elemenata konvencionalne železnice naše zemlje sa standardima, tehničkim zahtevima i specifikacijama (TSI), Evropske Unije, pre svega sa zahtevima Direktive novog i globalnog pristupa 2008/57/EC, *"Interoperabilnost Pan-Evropske konvencionalne železnice"*.

Obaveza prenosa Direktiva u nacionalne propise ograničava se na one odredbe koje predstavljaju značajnu promenu u poređenju sa prethodnim Direktivama. Tako da su Direktive 96/48/EZ o interoperabilnosti transevropskog železničkog sistema pruga za velike brzine i 2001/16/EZ Evropskog parlamenta o interoperabilnosti transevropskog konvencionalnog železničkog sistema, znatno izmenjene i dopunjene Direktivom 2004/50/EZ Evropskog parlamenta, uvođenjem novih izmena i

dopuna, i zbog pogodnosti primene, sve re-levantne pojedinosti su sistematizovane u jedinstven tekst, definisan novom Direktivom 2008/57/EZ.

Realizacijom projekta o implementaciji mreže železnica visoke performanse u jugoistočnoj Evropi za putnički, robni i intermodalni saobraćaj ostvarile bi se brže, kvalitetnije i konkurentnije železničke veze sa značajno redukovanim vremenima putovanja između ključnih gradskih i komercijalnih centara. Inicijative u cilju poboljšanja kvaliteta usluge mogu da obuhvate uvećanu učestalost prevoza, modernizaciju ili uvođenje poboljšanja voznih sredstava i infrastrukture stanica i njihove okoline, pojednostavljivanje i poboljšanje kvaliteta svih procedura za kontrolu dokumenata ili carinskih procedura potrebnih na međunarodnim putovanjima

S obzirom da u interoperabilne komponente spadaju svi relevantni sklopovi, podsklopovi i komponente železničkih sistema od kojih direktno ili indirektno zavisi interoperativnost konvencionalnog trans-Evropskog železničkog sistema, razvoj ciljnih aktivnosti će imati značajan udeo u boljem funkcionisanju celokupnog železničkog saobraćaja:

- povećanje konkurentnosti u odnosu na ostale vidove transporta,
- formiranje internog tržišta za železnički transport i opremu, uz slobodan pristup infrastrukturi i postepeno prilagođavanje tehničkim uslovima interoperabilnosti,
- uspostavljanje integrativnog evropskog železničkog prostora i internog tržišta za transport i opremu,
- harmonizacija tehničkih i operacionih specifikacija trans-Evropskog železničkog sistema,
- sprovođenje direktiva o interoperabilnosti i evropskih propisa u cilju formiranja integrativnog evropskog sistema uz kontrolisanu konkurenciju,
- povećanje produktivnosti železnica i unapređenje njihove konkurentnosti,
- povećanju bezbednosti, komfornosti, profita, broja radnih mesta,
- stvaranje osnovnih uslova na nacionalnom nivou i ispunjenje fundamentalnih zahteva u cilju primene interoperabilnosti,
- stvaranje opštih publikacija za verifikaciju iz oblasti infrastrukture i energetske efikasnosti radi usklađivanja sa procedurama za verifikaciju Evropske komisije,
- brza i efikasna interoperabilnost podsistema kontrole, komande i signalizacije za buduće projekte,
- i druge pogodnosti.

U svim oblastima, pa i površinskog transporta težnja svih država učesnica je da budu ravnopravan partner sa članicama EU, što na neki način uslovljava poslovnu izvrsnost koja će biti u rangu evropske izvrsnosti, a koja definiše neke faktore, kao što su:

- kvalitet i menadžment poslovanja,
- razvoj i primenu menadžment modela ciklusa - inovacija proizvoda i usluga,
- efektivni razvoj partnerstva sa srodnim korisnicima,
- razvoj internet i informacione tehnologije za unapređenje kvaliteta transporta i njegove efektivnosti,
- povećanje infrastrukturnih saobraćajnih mreža, uz smanjenje troškova,
- organizacionu integraciju saobraćajnih mreža, sa ciljem povećanja kvaliteta transporta,
- motivaciju zaposlenih za korišćenjem alata za unapređenje kvaliteta transporta,
- razvijanje liderstva u oblasti menadžmenta životnom sredinom, bezbednošću i zaštitom zaposlenih u železničkom saobraćaju,
- prihvatiti menadžment kvaliteta kao međunarodni jezik poslovanja između kompanija.

U okviru Direktive 2008/57/EC, najznačajniji su standardi TSI (*Technical Specification on Interoperability*), koji, obuhvataju: infrastrukturu, vozna sredstva, energetiku, podsisteme upravljanja i održavanja, vozne podsisteme, signalizaciju, eksploataciju i druge vidove. U interoperabilne komponente spadaju i: podsklopovi ili kompletni materijalni sklopovi, koji se ugrađuju u jedan parcijalni sistem od kojih direktno ili indirektno zavisi interoperativnost konvencionalnog trans-Evropskog železničkog sistema.

Interoperabilne komponente, kroz tehnološki koncept (izbor materijala, postupci izrade i dr.), moraju omogućiti njihovu specifikaciju i metode vrednovanja, kao i mogućnost inovativnim rešenjima koja mogu da dovedu do potrebe za novim specifikacijama i metodama vrednovanja.

Relevantne interoperabilne komponente definisane su odredbama predhodne Direktive 2001/16/EC i odnose na: konstrukciju kola i ugrađene delove, odbojnike, vučnu opremu, natpise, interakciju kola-pruga i granični profil kola, obrtno postolje i trčeći stroj, kolske sklopove, točkove, osovine kolskih sklopova, kočnice, upravljačke ventile, regulisanje kočnog ventila/automatsko prebacivanje „prazan-opterećen“, uređaj za zaštitu od prokli-zavanja točkova, uređaj za vraćanje polužnog sistema kočnice u početni položaj, kočioni cilindar/aktuator, pneumatsku spojnicu, krajnju slavinu, uređaj za isključenje upravljački ventil, kočione obloge i papuče, ubrzivač brzog kočenja, merni i preklopni ventil za kočenje prema opterećenju voza, komunikacije, uslove okruženja, zaštitni sistem i dr.

Na primer, registrom infrastrukture za teretne vagone, definisani su zahtevi koji se odnose na interoperabilnost i bezbednost, i obuhvataju:

***Osnovne podatke*:** (broj kola, vlasnik kola, korisnik koja, tip, kola (UIC 438-2).

***Tehničke podatke*:** (dužina kola preko odbo-jnika, sopstvena masa, vrsta kvačila, granična linija kola, širina koloseka, prečnik točka, broja, rasporeda i unutrašnjeg rastojanja kolskih sklopova i dr.).

***Informacije bitne za sigurnost*:** tip kočnice, kočna težina, kriva usporenja, vrsta parkirne kočnice,

maksimalna brzina kretanja (u opterećenom i neopterećenom stanju), maksimalno dodatno opterećenje, dozvoljeno opterećenje kolskog sklopa, informacije o opasnim teretima.

***Podaci o opterećenju kola*:** (raster graničnog opterećenja, visina tovarne zapremine, ograničenja u pogledu tereta).

***Registracija kola*:** država u kojoj je registrovano, datum registracije, datum EG- deklaracije o ispitivanju i ovlašćenju institucije, pregled interoperabilnih komponenti ugrađenih na vagonu, identifikacija IK i deklaracija o usklađenosti.

***Dodatni elementi*:** potrebna dodatna deklaracija za specijalne slučajeve, svi raniji imaoci vagona sa odgovarajućim podacima o registraciji).

***Podaci o održavanju*:** (reference u okviru plana održavanja).

Ograničenja: geografska i temperaturna ograničenja okoline, ograničenje u pogledu navoženja na nizbrdice za otpuštanje vagona, najmanji radijus krivine, minimalni radijus prevoja, pogodnost za trajektni saobraćaj i dodatna ograničenja).

Markeri: (ukoliko su ugrađeni).

5. ZAKLJUČAK

Implementacijom Direktive o interoperabilnosti mreže železničkih sistema visoke performanse u jugoistočnoj Evropi za putnički, robni i intermodalni saobraćaj, ostvarile bi se brže, kvalitetnije i konkurentnije veze, što bi doprinelo, sinhronizovanom razvoju železničkog saobraćaja u regionu.

Verifikacija standarda o interoperabilnosti konvencionalne železnice u Srbiji je od velike važnosti, zbog čega je neophodno povezivanje nadležnih institucija, za ocenu usaglašenosti, praćenje i sprovođenje TSI i drugih standarda Evropske unije.

Teško je verovati da se ciljevi nove Direktive, 2008/57/EZ, o interoperabilnosti železničkog sistema Srbije, pa i drugih zemalja zapadnog Balkana mogu postići bez intenzivnijeg učešća zemalja Evropske unije, koja može preduzeti mere u skladu sa načelnom supstitucijom.

LITERATURA

[1] Petrović P.: "*Tehničke specifikacije interoperabilnosti trans-evropskih železničkih sistema",* Časopis „Menadžment totalnim kvalitetom i izvrsnosti", br. 1-2, Vol.37, 2009., Beograd, Srbija.

[2] *Direktiva 2008/57/EZ Evropskog Parlamenta o Interoperabilnosti železničkog sistema unutar EU*, 28.jun. 2008.

[3] P.Petrović: Izveštaj za prvu fazu realizacije (01.04. 2008-31.03.2009), projekta pod nazivom: "*Razvoj i unapređenje infrastrukture za ocenjivanje usaglašenosti proizvoda prema zahtevima na direktivama novog i globalnog pristupa evropske unije",* (br. 14010), za podtemu "Direktiva 2001/16/EC, interoperabilnost Pan-Evropske konvencionalne železnice" , maj. 2009.

[4] Petrović P., Jevtić M.: *"Nova direktiva o interoperabilnosti železničkog sistema evropske unije"*, JUSK, Novembar. 2009, Tehnički fakultet, Novi Sad.

IMPORTANCE OF SERBIAN NTER-OPERABILITY OF RAIL SYSTEMS IN THE PROJECT TRANS-BONUSA

Predrag PETROVIĆ
Slobodan VUKMIROVIĆ
Miroljub JEVTIĆ

Abstract: TransBonus project, a systemized plan, which aims to improve and promote a more intense scientific and technological cooperation between the European Union and Western Balkan countries in all forms of transport. This cooperation should be based on the expansion and improvement of research capacity through the establishment of a network qualified scientific, technical, human and other resources in the field of road, rail, river, marine and air transport. Today there are many obstacles in the road network of the European Union, due to the existence of major differences in infrastructure, national regulations, internal regulations and technical specifications that prescribe specific dimensions and devices used in the system, bearing in mind the different levels of development of railways in some countries such a situation significantly impedes the implementation of the competitiveness of the railway network of the European Union. Commercial rail traffic on the entire network, conditional on certain compliance infrastructure and vehicles and their mutual connection of information and communication systems at the level of European countries. In this context, the Serbian Railways, interoperability, is a very important step in achieving the necessary degree of continuity, efficiency, reliability and efficiency of railway transport, which is based on the basis of technical regulations and operating conditions. This paper gives a brief overview of the importance of interoperability within the project Trans Bonus railway system in Serbia.

Key words – Transport, Railways, Interoperability, Eficiency, Serbia, EU

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

OCENA MODELA LIBERALIZACIJE TRŽIŠTA U DALJINSKOM ŽELEZNIČKOM PUTNIČKOM SAOBRAĆAJU PRIMENOM SWOT ANALIZE

Jasmina STANIŠIĆ [1]
Mirjana BUGARINOVIĆ [2]

Rezime *– Kao jedna od posledica liberalizacije tržišta železničkih usluga u putničkom saobraćaju, razvila su se tri modela pristupa tržištu u daljinskom putničkom saobraćaju. Za zemlje koje se tek nalaze pred ovim procesom postavlja se pitanje koji od modela je najadekvatniji za primenu, imajući u vidu njihove karakteristike, kao i trenutno stanje železničkog putničkog tržišta. U pokušaju da se da odgovor na to pitanje, potrebno je na osnovu zajedničkih karakteristika uočiti jasnu razliku između modela, a potom primenom SWOT analize oceniti mogućnost primene sva tri modela sa stanovišta države i upravljača infrastrukture.*

Ključne reči – daljinski putnički saobraćaj, modeli pristupa tržištu, SWOT analza, koncesija

1. UVOD

Trećim železničkim paketom je od 1.1.2010. godine predviđena liberalizacija tržišta usluga u međunarodnom putničkom saobraćaju kao značajan korak u zajedničkoj saobraćajnoj politici Evropske Zajednice. U skladu sa tim države članice bi trebalo da otvore svoja tržišta za operatore u međunarodnom putničkom saobraćaju, ali sa određenim merama zaštite za usluge pod obavezom javnog prevoza.

Ukoliko se u praksi otvaranje međunarodnog putničkog saobraćaja adekvatno sprovode, to će predstavljati snažan argument da se liberalizacija proširi i na nacionalni putnički saobraćaj.

Iako do 2010. godine nije doneta bilo kakva formalna obaveza na nivou EU o otvaranju tržišta u putničkom saobraćaju, trebalo bi napomenuti da je određeni broj zemalja, među kojima su Velika Britanija, Nemačka, Italija, Švedska i Austrija već preduzele korake u pravcu otvaranja tržišta. Pomenute zemlje su nacionalnim zakonodavstvima podstakle otvaranje svojih tržišta, prvenstveno u daljinskom putničkom saobraćaju, pa su tako izdvojila tri različita modela pristupa tržištu u daljinskom putničkom saobraćaju [2].

2. KRATAK PREGLED TRŽIŠTA U DALJINSKOM PUTNIČKOM SAOBRAĆAJU

Danas je u većini zemalja na tržištu daljinskog putničkog saobraćaja dominantan nacionalni operator koji je zapravo bio, a u mnogim zemljama je i dalje, jedini operator.

Zapaženi izuzetak je Velika Britanija, koja više nema vodećeg nacionalnog operatora, pa je na tržištu daljinskog putničkog saobraćaja prisutno nekoliko operatora, od kojih su neki u delimičnom vlasništvu stranih preduzeća.

Švedska, Nemačka i Holandija imaju više od jednog operatora u daljinskom putničkom saobraćaju. Iako je u Nemačkoj svim operatorima omogućen pristup mreži, nacionalni operator učestvuje sa 99% u daljinskom saobraćaju. U Holandiji daljinski putnički saobraćaj realizuju dva koncesionara - nacionalni monopolistički operator *Nederlandse Spoorwegen* (*NS*) i *NS Hispeed,* koji je u zajedničkom vlasništvu *NS* (90%) i *KLM*[3] (10%).

Italija i Austrija odobravaju pristup svim operatorima. Do sada nije uočen nijedan značajniji ulazak na tržište, ali se najavljuje dolazak privatnih operatora na oba tržišta.

U drugim evropskim zemljama usluge daljinskog saobraćaja pruža isključivo državni operator, dok se u nekim zemljama, kao npr. u Francuskoj, zabrana

[1] Jasmina Stanišić, ing., Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, jasminastanisic@gmail.com.
[2] mr Mirjana Bugarinović, dipl. ing., Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, mirab@sf.bg.ac.rs.
[3] *Holandska nacionalna aviokompanija koja je deo francuskog Air France - KLM*

pristupa tržištu uređuje kroz zakone ili tržišne instrumente, kao što je obavezna rezervacija trasa, kojima se praktično onemogućava ostalim operatorima ulazak na tržište [7].

3. MODELI LIBERALIZACIJE TRŽIŠTA U DALJINSKOM PUTNIČKOM SAOBRAĆAJU

Za zemlje koje su pred procesom liberalizacije postavlja se i pitanje koji od postojećih modela otvaranja tržišta u daljinskom putničkom saobraćaju je najpogodniji za primenu.

3.1. Modeli liberalizacije tržišta

U praksi su se razvila tri modela otvaranja tržišta u daljinskom putničkom saobraćaju:

1) Koncesija putem tendera,
2) Koncesija za monopolističkog operatora i
3) Otvoreni pristup tržištu.

Kod prva dva modela daljinski putnički saobraćaj se daje na koncesiju, ali je razlika u tome što kod prvog modela koncesiji prethodi raspisivanje javnog tendera (pobednik na tenderu dobija koncesiju), a kod drugog modela koncesija monopolističkom nacionalnom operatoru za glavnu mrežu se zaključuje u direktnim pregovorima. Treći model je potpuno radikalan u odnosu na prethodna dva, a zasniva se na ideji da je svim operatorima omogućen slobodan pristup tržištu, te se u okviru ovog model, za razliku od prethodna dva, konkurencija odvija na tržištu.

Tipičan predstavnik prvog modela je Velika Britanija, drugog Holandija, dok je treći model najviše razvijen u Nemačkoj.

3.2. Karakteristike modela liberalizacije tržišta

Uočeno je šest zajedničkih karakteristika navedenih modela, koje će ujedno poslužiti i za praćenje razlika među njima.

Prva karaktristika se odnosi na konkurenciju i pristup mreži, a prema njoj prva dva modela zapravo predstavljaju konkurenciju za tržište, dok je kod trećeg modela reč o konkurenciji na tržištu. U prvom modelu se mreža deli prema tokovima putnika, vrstama linija ili regionima na razuman broj pod-mreža. Konkurencija postoji za svaku definisanu pod-mrežu, a koncesija[4] dodeljuje operatoru koji pobedi na tenderu [3]. U okviru drugog modela nacionalnom operatoru se dodeljuje koncesija za glavnu mrežu, pa je konkurencija praktično svedena na borbu za linije u međunarodnom daljinskom saobraćaju. Tako npr. u Holandiji u daljinskom saobraćaju postoje dva koncesionara, od kojih nacionalni operator, *NS,* realizuje sve usluge u daljinskom nacionalnom saobraćaju, dok je koncesija za linije za vozove velikih brzina *HSL - Zuld* između Holandije i Belgije, putem tendera dodeljena *NS Hispeed-u*. Za razliku od prva dva modela, osnovna postavka trećeg modela je da je svim operatorima odobren pristup mreži, te se stoga konkurencija razvija na celom tržištu.

Druga karakteristika je sloboda operatora u definisanju uslova vezanih za usluge, koja se vezuje i za pitanje ko propisuje uslove vezane za usluge (frekvencije, kapacitete, vreme usluge i minimalne zahteve u pogledu kvaliteta usluge). U prvom modelu većinu uslova vezanih za usluge definiše država u tenderskom ugovoru, pa je stoga sloboda operatora u definisanju usluga generalno slabo razvijena. Model monopolističkog operatora se zasniva na ugovoru, kojim država obavezuje monopolističkog operatora da ispuni ugovorom definisani nivo performansi, koje se najčešće odnose na tačnost, određeni nivo kvaliteta usluga i adekvatnu frekventnost u vršnim periodima. Model otvorenog pristupa tržištu podrazumeva da operatori individualno definišu usluge, a da država nadgleda realizaciju propisanog minimuma osnovnih zahteva.

Treća karakteristika za poređenje modela je način finansiranja usluga. U okviru koncesije putem tendera moguće je subvencionisanje neprofitabilnih usluga, kao i plaćanje naknada za koncesiju za profitabilne usluge od strane operatora, na svim pod-mrežama. U drugom modelu su moguće subvencije za sve vrste usluga, a njihova visina se utvrđuje prilikom sklapanja ugovora. U trećem modelu ne postoji mogućnost subvencionisanja neprofitabilnih linija, tj. svaka linija, odnosno usluga u daljinskom saobraćaju mora biti isplativa kako bi se održala.

Četvrta karakteristika se odnosi na diferenciranje usluga u daljinskom i regionalnom putničkom saobraćaju. Tako, prvi model ne zaheva precizno razlikovanje ovih usluga, dok drugi model ne zahteva samo ako se nacionalnom operatoru na koncesiju daje cela mreža, odnosno i daljinske i regionalne usluge. U trećem modelu je neophodno napraviti jasnu razliku između daljinskih i regionalnih usluga, jer nije moguće njihovo objedinjavanje iz razloga što se usluge u daljinskom saobraćaju ne subvencionišu.

Peta karakteristika se odnosi na karakteristike mreže, pa prema njemu zemlje u kojima se primenjuje prvi model bi trebalo da imaju mrežu radijalnog oblika, koja je pogodna za podelu na pod- mreže koje se daju na koncesiju, kao što je slučaj u Velikoj Britaniji. Nasuprot tome, za drugi model su karakteristične zemlje sa malim, gustim mrežama i izrazito usklađenim redovima vožnje, koje su upravo zbog toga i nepogodne za podelu mreže na više koncesionara. Za zemlje koje primene treći model bitno je da mreža bude razgranata i dobro povezana, a

[4] *Koncesija (lat. Concessio) dozvola za obavljanje neke delatnosti, ugovor kojim država daje u eksploataciju svoje zemljište ili preduzeće.*

osim toga bitno je da je dobro povezana i sa međunarodnim linijama.

Šesta karakteristika, koja je ujedno i poslednja, je mogućnost nadgradnje modela. U tom smislu, prvi model moguće je „proširiti" uvođenjem većeg broja linija sa slobodnim pristupom za operatore koji su spremni da realizuju usluge na njima bez primanja subvencija. U drugom modelu nije moguće uvođenje linija sa slobodnim pristupom, iako Direktiva 2007/58/EZ to nalaže za međunarodne linije, tako da je njegova nadgradnja moguća jedino u smislu davanja većeg broja koncesija za specifične linije i vrste usluga koje zahtevaju viši kvalitet. Model otvorenog tržišta je najfleksibilniji model u smislu prilagodjavanja potrebama operatora i korisnika usluge.

4. SWOT ANALIZA

SWOT analiza je jedna od glavnih analitičkih alatki koja se koristi u strateškom menadžmentu i restruktuiranju organizacija [5]. Zasniva se na analizi unutrašnjih prednosti (strengths) i slabosti (weaknesses) i spoljašnjih prilika (opportunities) i opasnosti (threats), a služi da se bolje razume mogući uticaj okruženja na buduće poslovanje, te može biti korisna prilikom donošenja okvira i mogućih pravaca prilikom strateškog planiranja budućih akcija.

Swot analiza je u oblasti transporta našla primenu u donošenju strateških odluka u planiranju javnog gradskog transporta [6], povezivanju transportnih mreža [1], daljem razvoju intercity saobraćaja [4], itd.

4.1. SWOT analiza modela liberalizacije tržišta u daljinskom putničkom saobraćaju

Iako se navedeni modeli međusobno razlikuju, sva tri imaju za krajnji cilj uvođenje konkurencije. Izbor modela zavisi od uslova u kojima se model primenjuje (stanje tržišta i konkurencije) i definisanih ciljeva razvoja daljinskog saobraćaja, odnosno od željene brzine i načina otvaranja tržišta i uvođenja konkurencije.

Imajući to u vidu, tabelom 1 je data objedinjena matrica SWOT analize za sva tri modela.

5. ZAKLJUČAK

Kao što se može uočiti, u procesu liberalizaciije daljinskog putničkog saobraćaja članice EU ne polaze sa istog nivoa razvijenosti tržišta, pristupa i broja operatora, kao ni podrške od strane države. Takođe, definicije i broj različitih usluga na tržištu su drugačije što dovodi do pojave različitog kvaliteta usluga, što dodatno otežava formiranje jedinstvenog modela otvaranja tržišta.

Da bi se opredelili za primenu nekog od modela, najpre je potrebno odgovoriti na pitanje koji je primarni cilj uvođenja modela. U slučaju da je cilj postepeno uvođenje konkurencije u okviru železničkog tržišta, izbor se svodi na jedan od prva dva modela, odnosno na drugi model ako želimo da favorizujemo nacionalnog monopolističkog operatora, tj. na prvi model, ako želimo da razvijamo fer konkurenciju unutar železničkog tržišta. Međutim, ako se kao cilj postavlja povećanje učešća železnice na daljinskom putničkom transportnom tržištu, onda je za primenu adekvatan treći model.

Trenutno stanje u daljinskom putničkom saobraćaju u Srbiji (zatvoreno tržište, odsustvo konkurencije, veoma loše stanje nacionalnog operatora), kao i činjenjica da se proces restrukturiranja sprovodi polako i otežano ne dozvoljava da se u bliskoj budućnosti primeni treći model. U slučaju primene drugog modela jako je bitno da se prethodno nacionalni operator postavi na zdrave noge i da zaista bude sposoban da realizuje sve ugovorene usluge (što sad nije slučaj), jer bi u protivnom situacija bila slična sadašnjoj. Za uspešnu implementaciju prvog modela važno je da se nacionalni operator prilagodi novom načinu poslovanja i da bude konkurentno sposoban da bi opstao u borbi za delove mreže sa drugim operatorima.

LITERATURA

[1] Adamantiadis M., SWOT Analysis forEATL Inland Transport Connections, 2nd Expert Group Meeting on Developing Euro-Asian Transport Links, Geneva, September 2009.

[2] Beckers, T., Von Hirschhausen, C., Haunerland, F., Walter M., Long-Distance Passenger Rail Services in Europe: Market Access Models and Implications for Germany, Joint transport research centre, Discussion Paper No. 2009-22, Berlin and Dresden, October 2009.

[3] Gunnar Alexandersson, Staffan Hultén, Competitive tenders in passenger railway services: Looking into the theory and practice of different approaches in Europe, European Transport, International Journal of Transport Economics, Engineering and Law, ISSN 1825-3997, YEAR XI, NUMBER 33, August 2006, str.6-28.

[4] Huang F., Tao J., Zhou Y., Application of quantified swot analysis on mass transit operation of intercity train, International Conference on Transportation Engineering, 2009.

[5] Karppi I., Kokkonen M., Lähteenmäki-Smith K., SWOT-analysis as a basis for regional strategies, Nordregio Working Paper 2001:4, ISSN 1403-251.

[6] SPUTNIC (Strategies for Public Transport in Cities), project funded by the European Commission under the 6th Framework Programme.

[7] Szekely B., Progress of Liberalisation Process of the railways in the Germany and France, Lappeenranta University of Technology, research report 208, ISSN 1459-3173, ISBN 978-952-214-712-7.

Tabela 1. SWOT analize sva tri modela u uslovima postepenog otvaranja tržišta,uvođenja konkurencije i favorizovovanja razvoja daljinskog putničkog saobraćaja

S	***W***
I model • konkurencija za svaku definisanu pod-mrežu • većinu uslova vezanih za usluge definiše država u tenderskom ugovoru, čime se garantuje minimalan kvalitet usluga • za neprofitabilne linije država daje minimalne subvencije, a za profitabilne dobija maksimalnu naknadu za koncesiju • država može da kompenzuje subvencije kroz naknade za koncesiju • nije neophodna precizna diferencijacija usluga u daljinskom i regionalnom saobraćaju **II model** • konkurencija za neke delove mreže • monopolistički operator mora da zadovolji uslove koji su dogovoreni imeđu njega i države ugovorom • daju se na koncesiju neke specifične linije, npr. u međunarodnom saobraćaju • nije neophodna precizna diferencijacija usluga u daljinskom i regionalnom saobraćaju ukoliko se daje koncesija za celu mrežu monopolističkom operatoru **III model** • konkurencija na tržištu ili bar pretnja od konkurencije rezultuje kreativnijom ponudom usluga, tehnološkim inovacijama i smanjenim pritiskom na troškove i cene usluga • država putem visine naknada reguliše različito korišćenje linija ili delova mreže	**I model** • prilikom dodeljivanja usluga na tenderu cena je osnovni kriterijum, zapostavlja se kvalitet usluge **II model** • koncesija se daje za celu glavnu mrežu monopolističkom operatoru, pa intramodalna konkurencija praktično ne postoji • sloboda operatora u definisanju usluga nije ograničena, ali zbog nedostatka konkurencije uglavnom operatori ne pokazuju dovoljnu inicijativu za uvođenje inovacija • neophodna precizna diferencijacija usluga u daljinskom i regionalnom saobraćaju **III model** • konkurencija na celoj mreži • neophodna precizna diferencijacija usluga u daljinskom i regionalnom saobraćaju
O	***T***
I model • uvođenje linija sa otvorenim pristupom, bez subvencionisanja • moguće je mrežu definisati prema zahtevima tržišta **II model** • veći broj koncesija za specifične linije **III model** smanjenje ponude usluga u ruralnim predelima otvara mogućnost za ulazak novih operatora sa ograničenim finansijskim resursima	**I model** • neophodan dovoljan broj učesnika na tenderu • mala sloboda operatora u definisanju usluga, pa razvoj tržišta može biti ograničen • s obzirom da država definiše uslove vezane za usluge ostavlja se mesta za političke uticaje **II model** • dolazak novih operatora bi mogao da dovede do poremećaja u redu vožnje • neophodno poređenje performansi na međunarodnom nivou • neusaglašenost nacionalnog zakonodavstva sa Direktivom 2007/58/EZ **III model** • operatori individualno definišu usluge • strateško ponašanje operatora • povećanje cena u slučaju kada privatni operator ima tržišnu moć • politički uticaj u državnim kompanijama zbog potpune slobode operatora u definisanju uslova vezanih za usluge • potpuna ekonomska orijentisanost operatora može dovesti do ukidanja neprofitabilnih linija • intermodalna konkurencija

EVALUATION OF MARKET ACCESS MODELS FOR LONG - DISTANCE PASSENGER SERVICE USING SWOT ANALYSIS

Jasmina STANIŠIĆ
Mirjana BUGARINOVIĆ

Abstract – As one of the consequences of liberalization of the rail passenger transport market, three market access models for long-distance passenger service have been devoloped. For countries that are still facing with this process raises the question which one of these models is most appropriate for the application, considering the characteristics of models and the current state of the railway passenger market. In an attempt to answer that question, it is necessary to make a clear distinction between those models, based on common characteristics and then by applying the SWOT analysis to evaluate the applicability of all three models from the standpoint of state and infrastructure manager.

Key words - Long-Distance Passenger Rail Service, Market Access Models, Swot Analysis, Concession

XIV НАУЧНО-СТРУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА О ЖЕЛЕЗНИЦИ ЖЕЛКОН '10

МОДЕЛИ И ИСКУСТВА УГОВАРАЊА ОЈП У ЗЕМЉАМА ЕУ

Бранислав БОШКОВИЋ[1]
Јелица ПОП-ЛАЗИЋ[2]

Резиме: *Финансирање непрофитабилних превозних услуга за које постоји општи јавни интерес кроз систем Обавезе Јавног Превоза (ОЈП) уведен је у западној Европи кроз уредбу ЕЕЗ још 1969. године (Regulation 1191/69). У оквиру најновијих реформи железнице, донета је и нова уредба о ОЈП (Regulation 1370/2007/EC), којом је унапређен концепт ОЈП. Према том концепту, надлежни орган власти обезбеђује јавни превоз на непрофитабилним релацијама тако што уговара (купује) превозну услугу на отвореном транспортном тржишту бирајући извршиоца на транспарентан и недискриминаторски начин. Обим и квалитет услуге, висина надокнаде за њено извршење и остала међусобна права и обавезе наручиоца и извршиоца услуге, утврђују се уговором. У раду се даје преглед и систематизација модела уговара превозних услуга по систему обавезе јавног превоза и анализа уредбе 1370/2007/EC .*

Кључне речи – обавеза јавног превоза, модели уговора, процедуре, железница

1. УВОД

Превозне услуге у путничком саобраћају које су комерцијално неисплативе, превозници не би ни преузимали у условима слободног тржишта. Уколико су те услуге од општег јавног интереса, надлежни органи власти у свим земљама морају да их обезбеде користећи и уводећи прописе и инструменте, у које спада и наметање обавезе извршења превоза.

Као државно предузеће, железнице су у читавом свету дуго биле изложене обавези превоза на непрофитабилним релацијама без одговарајуће надокнаде, што је временом угрозило пословање и чак опстанак железничких предузећа.

И савремена регулатива ЕУ задржава право власти да наметне обавезу јавног превоза, али уз склапање уговора са превозником, којим се дефинишу услови превоза и адекватна надокнада.

Такав механизам обезбеђења јавног превоза носи назив "Public Service Obligation", скраћено PSO, а у Закону о железници Србије "Обавеза Јавног Превоза" - скраћено ОЈП.

Нова Уредба ЕУ о јавном превозу (Regulation 1370/2007/EC) прописује процедуру спровођења ОЈП, тако да се очувају основни принципи ЕУ у погледу заједничког и слободног тржишта дефинисани Римским Споразумом. Кључни елемент те процедуре је УГОВОР О ЈАВНОМ ПРЕВОЗУ, чији садржај и услове такође прописује ова уредба.

2. ОЈП У РЕГУЛАТИВИ ЕУ

У ЕУ је децембра 2009. године ступила на снагу нова Уредба 1370/2007/EC (Уредба о железничком и друмском јавном путничком саобраћају која замењује уредбе 1191/69 и 1107/70 - Regulation on public passenger transport services by rail and by road and repealing Council Regulations No 1191/69 and 1107/70). Уредбе (Regulations) имају директну и обавезну примену у земљама ЕУ и не смеју се посредно спроводити кроз домаће законодавство земаља чланица. Тиме се постиже њихов основни циљ - изједначавање законодавства земаља чланица у области која је предмет уредбе.

То је био и смисао настанка претходне Уредбе о јавном превозу, али је морала бити замењена новом из два основна разлога:

- након што је претрпела више промена, услед убрзаних и перманентних реформи транспортног тржишта ЕУ, пракса је показала да даље допуне и измене немају смисла, већ је било једноставније урадити нову;
- давала је превише ширине код избора обезбеђења ОЈП, што је имало за последицу

[1] др Бранислав З. БОШКОВИЋ, Дирекција за железнице, Немањина 6, Београд, branislav.boskovic@raildir.gov.rs.
[2] Јелица ПОП-ЛАЗИЋ, дипл.инж.саоб., ЈП „Железнице Србије“, Немањина 6, Београд, jelica.pop-lazic@srbrail.rs.

знатне разлике модела уговарања о ОЈП у земљама чланицама.

- Основне разлике старе и нове уредбе о ОЈП су:
- претходна Уредба (1191/69) односила се на јавни превоз путника и робе, док се нова (1370/2007) односи само на превоз путника;
- по новој Уредби уговор о ОЈП је обавезан, док по претходној није био обавезан.
- нова Уредба 1370/2007 поставља стриктна правила и процедуре уговарања, као и садржај и елементе самог уговора о ОЈП, детаљније и прецизније у односу на претходну.

Основна правила у новој регулативи у односу на процедуру доделе уговора су следећа:

1) За извршавање ОЈП надлежни орган може, и даље, доделити превознику ексклузивно право превоза уз одређену надокнаду, обрачунату према методологији датој Уредбом, уз обавезно склапање уговора.
2) Уговор о ОЈП се може доделити превознику ДИРЕКТНО или путем ТЕНДЕРА, у складу са условима прописаним Уредбом.
3) При ДИРЕКТНОЈ додели, надлежни орган има обавезу да обавести јавност о имену субјекта са којим је закључен уговор, као и о условима уговора.
4) Код ТЕНДЕРСКОГ поступка, процедура за конкурисање мора бити отворена за све превознике под једнаким условима, праведна, транспарентна и без дискриминације.
5) На захтев заинтересоване стране, надлежни орган је дужан да образложи своје одлуке било о директној, било о тендерској додели уговора о јавном превозу.
6) Извршилац превоза је дужан да води посебну рачуноводствену евиденцију услуга које реализује по основу ОЈП и да доставља наручиоцу одређене извештаје према уговору.
7) Уредба прописује и садржај уговора, који треба обавезно да обухвати следеће ставке:
   - прецизно дефинисану обавезу превоза коју треба да испуни превозник;
   - параметре на основу којих се утврђује НАДОКНАДА и/или врста и оквир ексклузивног права, са циљем да се спречи прекомерна надокнада, без обзира на начин доделе уговора (директно или путем тендера);
   - аранжмане за расподелу трошкова и прихода
   - период важења уговора.

Поред наведених обавезних елемената, у садржај уговора могу да буду укључени и: праћење извршења уговора, форма и динамика извештаја, мере за санкционисање одступања од уговора и сл. Сву сложеност проблема ОЈП и преласка на нову регулативу показује чињеница да је нова уредба ступила на снагу тек децембра 2009. год. Поред тога, прелазни период траје све до краја 2019. године, што одговара времену за које би највећи део уговора склопљених по старој уредби требало да истекне, док се остали морају прилагодити новим прописима.

3. МОДЕЛИ И ИСКУСТВА УГОВАРАЊА ОЈП У ЗЕМЉАМА ЕУ

Реформе железница су вршене појединачно у појединим европским земљама али су деведесетих година покренуте на нивоу читаве ЕУ, доношењем Директиве 91/440/ЕЕЗ.

У том процесу се показала потреба да се и у области субвенционисаних услуга јавног превоза укину монополи, подстакне конкуренција и уведе већа контрола трошења буџетских средстава, како би се добио квалитетнији превоз уз ниже цене. Као што је већ напред речено, регулатива о ОЈП пружа потребни правни оквир за остварење тих циљева.

Генерализација искустава примене система ОЈП у земљама ЕУ показује да су постигнути следећи резултати:

- повећање или бар заустављање пада обима превоза путника;
- стабилнији квалитет услуге;
- смањење или бар боља контрола трошкова.

У даљој анализи извршиће се преглед и уопштавање резултата уговарања ОЈП кроз следеће области: услуге које обухвата ОЈП, отвореност тржишта и начин доделе уговора, подела ризика прихода и трошкова, власништво над возним средствима и рок важења (трајање) уговора.

3.1. Услуге које обухвата ОЈП

У већини земаља западне Европе на принципу ОЈП се организује превоз на краћим релацијама (приградски и регионални), док даљински саобраћај послује на комерцијалној основи. Код новијих чланица (нпр. Чешка и Румунија) кроз ОЈП се може финансирати и међународни саобраћај. Уочава се, међутим, јасна тенденција постепеног свођења ОЈП на приградски и регионални превоз, као и преношење надлежности на локалне органе власти, јер они најбоље могу да дефинишу своје потребе и преузму одговорност за контролу извршења уговора.

3.2. Отвореност тржишта и додела уговора

Отвореност тржишта за конкуренцију, за коју се опредељују државе, значајно опредељују моделе ОЈП. Овде ће се издвојити крајња решења која омеђавају простор модела уговора ОЈП:

- Француски модел, где су региони надлежни за дефинисање захтева и организацију ОЈП

али морају да склапају ексклузивне уговоре са државним превозником (SNCF);
- Британски модел, где постоје само приватни превозиоци, а надлежни органи власти уговоре (франшизе) додељују углавном путем тендера.

Остале земље су између ова два екстрема при чему су немачка искуства и унапређење ове области најзначајнији. У Немачкој, највећи део превоза по основу ОЈП (80%) обавља национални превозник DB (DB Regio), али постепено расте учешће других домаћих оператора, а очекује се и улазак страних оператора на овај сегмент транспортног тржишта.

Иако се већина уговора још увек додељује директно, у земљама где постоји конкуренција, уочљива је тенденција ка додели путем тендера.

3.3. Власништво над возним средствима

Због дугог века трајања и захтева за високим инвестицијама у возна средства, питање њиховог обезбеђења и власништва су од великог утицаја на суштину уговора и на све његове елементе. У јавном превозу у ЕУ, возна средстава се појављују у власништву превозника, надлежних (централних или локалних) власти, компанија за изнајмљивање возних средстава или су она у мешовитом власништву. Услови набавке возних средстава утичу непосредно на финансијске ставке и дужину уговора, а посредно и на све остале за то везане елементе уговора.

У регионалном железничком саобраћају у ЕУ, власништво над возним средствима још увек је претежно у рукама националних превозника, али су присутне и компаније за изнајмљивање возила. У неким земљама се формира пул возних средстава у власништву надлежних органа власти (неки региони у Немачкој и Шведској). У Великој Британији се средства искључиво изнајмљују, а интензивније кретање у том правцу се очекује и у осталим земљама ЕУ. На тај начин ће и дужине уговора тежити приближно једнаком и краћем року, што ће допринети јачању конкуренције. Поред тога, у том случају, превозник се бави својим основним задатком:организацијом превоза, док је набавка и одржавање средстава посао за то специјализованих компанија.

3.4. Подела ризика прихода и трошкова

Ризике насталих трошкова и/или реализованих прихода може да сноси једна или обе уговорне стране. У пракси највише функционишу тзв. *нето* и *бруто модел* као аранжмани расподеле трошкова и прихода.

Нето модел уговора значи да оператор преузима ризик и трошкова и прихода јер:
- убира приходе од превоза,
- добија додатну фиксну надокнаду, израчунату тако што су од очекиваних трошкова одузети очекивани приходи (дају су у тендерској документацији уколико се примењује тај облик доделе уговора).

Бруто модел уговора значи да оператор преузима само ризик код трошкова јер:
- надлежни орган убира приходе од превоза,
- оператор прима фиксну надокнаду унапред дефинисану кроз тендерску документацију, ради покривања пуна цена коштања услуге, на бази процене очекиваних трошкова.

Европска искуства показују да се надлежни органи власти најрадије опредељују за нето модел уговора, јер сав ризик сноси превозник, који је стога више мотивисан да повећава приходе и смањује трошкове.

3.5. Рок важења (трајање) уговора

Према уредби, рок важења уговора је најдужи за превоз железницом, али не би требало да буде дужи од 15 година. Трајање уговора се може продужити највише за 50% у одређеним околностима:
- због века трајања возних средстава (уколико их оператор набавља за потребе уговореног превоза),
- већих трошкова експлоатације у датим географским условима, и сл.

У досадашњој пракси трајање уговора је врло различито, али се може свести на две крајње основне варијанте:
- склапање уговора на годину дана, односно за период трајања реда вожње (нпр. Румунија);
- склапање уговора на дужи период, а највише до 15 година.

Први случај је карактеристичан код директне доделе уговора националном превознику, који се обнавља за сваки нови ред вожње.

Британско искуство, где постоје само приватни превозници, указује на то да је 7-10 година "добро одмерен" период, који допушта одређени повраћај инвестирања, али допушта и Влади да у краћем времену обнавља тендер и тако остварује добитак кроз сталну конкуренцију.

4. ЗАКЉУЧАК

У раду је, у главним сегментима, приказан ЕУ поступак и основни модели уговарања ОЈП. Анализа показује да нова регулатива ЕУ до детаља разрађује све сегменте ОЈП: од процедуре расписивања тендера, преко трајања и садржаја уговора до висине надокнаде. Поред тога, додељује Европској Комисији надлежност за

санкционисање нерегуларности спровођења регулативе ЕУ при уговарању ОЈП у земљама чланицама.

Анализа модела уговарања ОЈП на подручју ЕУ показује да не постоји јединствено решење које одговара свакој ситуацији (тзв. "one size fits all"). Различите земље (централне власти, региони или градови) примењују различите моделе уговарања зависно од свог институционалног оквира, расположивих финансијских средстава и облика реструктурирања железнице.

Разлике постоје у више елемената уговарања, од којих су у раду анализирани најзначајнији:

- услуге које обухвата ОЈП,
- отвореност тржишта и начин доделе уговора,
- подела ризика прихода и трошкова,
- власништво над возним средствима, и
- рок важења (трајања) уговора.

Циљ нове регулативе је постепено уклањање тих разлика и уједначавање система ОЈП на заједничком тржишту ЕУ у свим наведеним сегментима. Примена ОЈП у ЕУ је допринела повећању обима превоза и побољшању квалитета превозних услуга, са једне стране, и ефикаснијем коришћењу и контроли буџетских средстава за јавне превозе, са друге стране.

Упркос заостатку за европским интеграционим процесима и реформама железничког сектора, доношењем Методологије за обрачун оправдане пуне цене коштања превозне услуге у 2009. години, и правилницима о процедури и садржини уговора о ОЈП у 2010. години, у Србији је заокружена неопходна законска подлога за увођење система ОЈП.

Железничка предузећа за превоз путника би склапањем уговора о ОЈП добила потребан подстицај да се покрене из стања пасивног буџетског корисника у активног креатора својих пословних активности. Поштовање уговорних обавеза и добијање надокнаде само за извршене услуге, добра је припрема ЈП "Железнице Србије" за улазак конкуренције на тржиште железничког превоза путника.

LITERATURA

[1] Regulation No 1370/2007/E3 on public passenger transport services by rail and by road and repealing Council Regulations Nos 1191/69 and 1107/70), OJ L 315, 3.12.2007

[2] Bywater André: „EU regulation clarifies the scope of public service obligations in transport sector", Grayston & Company, Brussels, Belgium, 16th January 2008.

[3] EBRD: Serbian assistance for restructuring (SRAR), Part 7- Overview of procedures for PSOs implementation, februar 2009. (EBRD: Pomoć pri restrukturiranju srpskih železnica, Deo 7- Pregled procedura za implementaciju OJP, februar 2009.

[4] Roest Crollius Adriaan: Public Service Contracts in the new EU member states- strengthening the capacity to provide public service obligations - Mutual Obligations Authority &Operator, presentation on PSO conference Warszawa, 4.12.2007.

[5] Поп Лазић Ј., Бошковић Б., (2009) – "Уговарање обавезе јавног превоза у железничком саобраћају – пример Чешке", II међународни научни симпозијум "Нови хоризонти саобраћаја и комуникација", Добој, 21. и 22. новембар 2009., Босна и Херцеговина.

PSO CONTRACT MODELS AND EXPERIENCES IN EU MEMBER STATES

Jelica POP-LAZIĆ
Branislav BOŠKOVIĆ

Abstract – Financing of unprofitable public transport services, by the system of Public Service Obligation (PSO) has been introduced in EU legislation (Regulation 1191/69) in 1969. In the context of the latest railway reforms the new Regulation 1370/2007/EC, with uppgraded PSO concept has been adopted. In accordance to this concept, a competent public authority provides running of unprofitable public transport services by acquiring them on the open transport market and selecting the operator in transparent and non-discriminatory way. The range and the quality of service, the amount of compensation, and another mutual rights and obligations are the subject of contracting. Different models and experiances of European countries in public service contractinf under the system of PSO, will be analysed in this paper.

Key *words – Public Service Obligation, contract models, procedures, railway*

XIV НАУЧНО-СТРУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА О ЖЕЛЕЗНИЦИ ЖЕЛКОН '10

МОДЕЛИ ВЛАСНИШТВА ВОЗНИХ СРЕДСТАВА У ФУНКЦИЈИ ОБАВЕЗЕ ЈАВНОГ ПРЕВОЗА - ПРИМЕР БЕОГРАДА

Јелица ПОП-ЛАЗИЋ[1]

Резиме - Јавни превоз путника у железничком регионалном и приградском саобраћају углавном не представља комерцијално исплатив превоз и стога локалне и градске власти морају да га субвенционишу. Модели организације јавног превоза се разликују по регионима и градовима Европе а варијанте су бројне зависно од врсте власништва и организационе структуре компаније превозника, власништва возних средстава, начина доделе уговора, постојања конкуренције, итд. У Београду је са превозницима у друмском саобраћају постигнут модел који функционише, али у железничком саобраћају то још није истражено и имплементирано. Ранији аранжмани са бившим ЖТП ''Београд'' нису дали ефекте и услугу која се очекивала. Поставља се питање који је то модел организације јавног превоза и власништва возила, који би у условима постојања обавезе јавног превоза успешно функционисао у железничком приградском саобраћају. У раду ће се извршити анализа и класификација модела власништва возних средстава у ЕУ и и извршити њихово поређење са аспекта примене ОЈП у Србији, на примеру приградског железничког превоза Београда.

Кључне речи – железничка возна средства, модели власништва, обавеза јавног превоза

1. УВОД

У условима либерализованог транспортног тржишта, обезбеђење железничких возних средстава је за превозника велика инвестиција са високим степеном ризика. Возна средства су веома скупа и имају дуг век трајања, а њихова примена је често ограничена техничким карактеристикама железничке мреже на којој саобраћају. У таквим условима надлежни органи власти дају субвенције за набавку ових средстава са циљем да се побољша јавни превоз. Међутим, та средства иду опет националним превозницима, који су и раније били корисници државне помоћи, и на тој основи већ остварили конкурентску предност. Тиме је улазак мањих и средњих оператора на тржиште уговарања ОЈП још више отежан. Нова регулатива ЕУ о јавном превозу има циљ да заштити услове конкуренције, као и државни буџет и не допушта прекомерне субвенције. Стога је модел обезбеђења и власништва возних средстава од великог утицаја на суштину уговора о јавном превозу и на све остале његове елементе. У раду ће се анализирати модели у ЕУ и извршити њихово поређење са аспекта примене ОЈП у Србији, на примеру приградског железничког превоза Београда.

2. РЕГУЛАТИВНИ АСПЕКТ

Правила заједничког тржишта ЕУ налажу строгу контролу државних субвенција, како не би дошло до нарушавања услова конкуренције. Разликује се категорије:

- надокнада које се дају као компензација код непрофитабилних производа и услуга, које су од општег интереса;
- државна помоћ (state aid), која се даје за пројекте који доприносе укупном развоју одређеног региона.

Ова питања уређује следећа регулатива:

- Римски Споразум, где у члану 87 стоји да свака државна субвенција, која фаворизује одређене компаније или производњу одређених добара у мери да угрожава услове конкуренције и слободног тржишта, није у сагласности са Споразумом;
- Уредба 659/1999/EC (Regulation 659/1999/EC), која доноси правила и ограничења о додељивању државне помоћи, да би то било у сагласности са Споразумом.
- Код финансирања ОЈП, надокнада не сме да буде прекомерна (Regulation 1370/2007/EC).

Следи да свако додатно субвенционисање набавке возних средстава, које се не угради у

[1] Јелица ПОП-ЛАЗИЋ, дипл.инж.саоб., ЈП „Железнице Србије“, Немањина 6, Београд, jelica.pop-lazic@srbrail.rs

уговор о ОЈП и у обрачун надокнаде, угрожава услове конкуренције и представља кршење одредби Споразума и секундарне регулативе ЕУ.

Да би се разјасниле могуће дилеме, Европска Комисија је донела Упутство за доделу државне помоћи железничким предузећима. Упутство разматра и помоћ код набавке железничких возила и поставља 4 основна услова за то:

- возила за која се даје субвенција, морају искључиво да буду намењена градском, приградском или регионалном превозу;
- возила морају остати ангажована најмање 10 година, искључиво за превозе у региону, за које су дате субвенције;
- возила морају да задовољавају најновије захтеве интероперабилности, безбедности и заштите животне средине;
- држава чланица мора да докаже Европској Комисији да субвенционисани пројекат доприноси укупној развојној стратегији региона и да није непринципијелна помоћ одређеној компанији.

Поред субвенција, услове конкуренције може да угрози и трајање уговора. Због дужег века трајања железничких возила, уговори морају бити на дужи рок него у друмском саобраћају.

Из тих разлога је према уредби 1370/2007, која регулише доделу уговора за вршење услуга јавног превоза, период важења уговора најдужи за превоз железницом, али не би требало да буде дужи од 15 година. При уговарању ОЈП треба нарочито имати у виду да уговори са дугим периодом важења могу довести до затварања тржишта на дужи период и тако умањити користи од конкуренције.

Услови набавке возних средстава дакле утичу непосредно на финансијске ставке и дужину уговора, а посредно и на све остале, за то везане, елементе уговора.

3. МОДЕЛИ ВЛАСНИШТВА ВОЗНИХ СРЕДСТАВА У ЕУ

Анализом регулативе ЕУ и примењених модела из доступне литературе, извршена је класификација модела обезбеђења возних средстава при уговарању ОЈП. У складу са тим, могу се издвојити три базна решења, која наравно генеришу и низ подваријаната, које су све у примени у ЕУ:

I. Нема директних субвенција за набавку средстава. Обезбеђење возних средстава је ствар оператора, који их или купује или изнајмљује. Трошкови возних средстава се оператору компензују искључиво за уговорене превозе, кроз надокнаду за ОЈП.

II. Возила у потпуности (100%) финансира надлежни орган власти (државни, регионални, градски). Оператор само врши превозну услугу и није власник возила. Након завршетка уговора возила остају региону (граду).

III. Модел између наведена два крајња решења, са више подваријаната, као што су:

1. Финансирање надлежног органа власти у одређеном проценту (до 50%). Уговором о ОЈП се дефинише модел власништва и поступак са возилима, где може по истеку уговора:
   - оператор да откупи средства од надлежног органа,
   - надлежни орган да откупи средства од оператора.
2. Одређени број возила за уговорену услугу су власништво региона (града), а остала, до потребног нивоа, обезбеђује оператор:
   - куповином или
   - изнајмљивањем.

Након завршетка уговора свакој уговорној страни остају сопствена возила.

Слично куповини, и изнајмљивање возила има више могућности. Возила се могу изнајмити од:

- приватне лизинг компаније
- јавног пула возних средстава
- других оператора који дају возіила у најам

Јавни пул за возна средства је веома интересантна опција. Формира га у свом власништву надлежни орган власти:

- на нивоу једне јединице (региона, града)
- на нивоу више региона или читаве земље

Изнајмљивање возила код специјализованих лизинг компанија постиже се:

- бржа обнова возног парка;
- лакши улазак нових оператора на тржиште (јачање конкуренције);
- краће трајање уговора о превозу.

Оснивањем јавног пула возних средстава постиже се:

- одлучивање надлежних власти о стратегији набавке возила за ОЈП;
- смањење јавног финансирања, употребом јефтинијих опција (ЕУ фондови и др.);
- смањење ризика оператора и тиме јачање конкуренције на пољу извршења услуга;
- недискриминаторно коришћење субвенција за ОЈП и компатибилност са регулативом ЕУ у погледу државне помоћи.

Нова возила, у односу на стара, изискују високе инвестиције, али имају ниже трошкове експлоатације (јефтиније одржавање, висока енергетска ефикасност), атрактивнија су за путнике (што увећава приход) и имају нижи ниво штетног дејства на околину и ако нису могућа свакако су жељена опција региона (градова).

4. ВЛАСНИШТВО ВОЗНИХ СРЕДСТАВА У ФУНКЦИЈИ ОЈП У СРБИЈИ - ПРИМЕР БЕОГРАДА

За примену наведених европских модела, потребно је прво проучити могућности и дефинисати ограничења и услове примене на републичком нивоу и у локалним заједницама. У питању су следећи документи и услови:

1. Закон о железници омогућава раздвајање инфраструктуре и превоза, отварање транспортног тржишта и различите моделе власништва превозничких компанија;
2. Влада је донела Методологију за обрачун пуне цене коштања превозне услуге;
3. Постојећи статус реструктурирања железнице је такав да превоз за сада могу да врше само ЖС, а превозна средства могу да купе, узму у закуп или њихово финансирање може да изврши наручилац услуге (надлежни орган локалне власти);
4. ЈП ЖС не располажу потребним превозним капацитетима за склапање одрживог уговора о ОЈП ни по постојећем реду вожње, док о проширењу услуга тешко може бити говора;
5. Лизинг компаније за изнајмљивање железничких средстава за превоз путника не постоје у Србији;
6. Одржавање средстава је делом издвојено из оквира ЈП ЖС и може да пружа услуге и другим корисницима.
7. Неизвесно је када ће доћи до отварања тржишта у путничком саобраћају и могућности избора превозника.

Актуелна понуда ЈП ЖС у броју возова система Беовоз, расподела полазака возова у ток у дана и интервали између полазака (40 до чак више од 300 минута), по линијама не одговарају основној концепцији градско-приградског саобраћаја. Прва фаза унапређења градске железнице је у току и предвиђа ремонт 9 електромоторних гарнитура 412/416, за шта више од 80% средстава треба да обезбеди Град (Београд). Јавности за сада није познато под којим условима су та средства пласирана и које су међусобне обавезе ЈП ЖС и Града. Без обзира на међусобне уговорне обавезе, обе стране су свесне да је ремонт старих гарнитура привремено решење. Права модернизација система и повећања квалитета услуге захтева адекватно унапређење инфраструктуре, као и набавку нових гарнитура, која ће испуњавати потребне техничке, еколошке и остале релевантне захтеве примерене савременој концепцији градске железнице. Према истраживању Саобраћајног института ЦИП, граду ће бити потребно 18 нових гарнитура да би се остварио интервал полазака који је задовољавајући за услуге градског превоза. Како обезбедити ова средства?

Без обзира на законске могућности, степен реструктурирања железнице је ограничавајући фактор избора модела организације ОЈП и власништва возних средстава. Локалне заједнице у Србији, као и град Београд могу, за сада, да ангажују само ЈП ЖС као оператора, при чему су по питању власништва возила, од којих се, са аспекта уговарања ОЈП, могу поставити следеће јасно дефинисане опције:

I. возила су власништво ЈПЖС,
II. град Београд је власник возила,
III. возила су у заједничком власништву Града и ЈЖС, са дефинисаним учешћем обе стране.

Између ових опција постоје разне подваријанте са разликама у детаљима које се овде неће разматрати. Поставља се питање која је од тих опција најповољнија са аспекта Града и која ће дати максималан ефекат унапређења превоза у односу на уложена средства града?

Доношење такве одлуке захтева претходно дефинисање захтева Града у погледу параметара превозне услуге коју жели и финансијских средстава која за то планира (може) да издвоји. Након тога би се поставиле варијанте са прецизирањем детаља, у складу са дефинисаним циљевима и критеријуми за њихово вредновање, неком од метода вишекритеријумске анализе.

То је у овом моменту велика инвестиција и за ЖС и за Град, која носи висок степен ризика, поготову за Град, у условима када тржиште још није отворено. Према до сада предузетим активностима ремонта постојећих гарнитура и обезбеђењу средстава за набавку нових, почетна опција ће бити мешовито власништво возних средстава. У овом моменту та варијанта има следеће предности за Град:

- Железница има потребна инфраструктурна постројења и стручно особље за извршење услуге,
- кад дође до отварања тржишта Град ће имати могућност да откупи дата или набави нова возила и бира оператора.

Мешовито власништво ЖС доноси следеће:

- могућност за знатан и стабилан приход из система ЈГПП;
- улагање Града у возила ослобађа средства ЖС за пласман на друге локалне превозе у Србији и остварење прихода по основу ОЈП;
- одлагање уласка новог оператора на тржиште Београда, бар док траје уговор са ЖС.

Даљи развој система, примена законодавства ЕУ и реформе железнице у Србији ће у наредној фази омогућити примену и других модела власништва возних средстава у функцији уговарања ОЈП.

5. ЗАКЉУЧАК

Мада су базирани на истој регулативи, модели организовања и уговарања јавног превоза се разликују по регионима и градовима Европе. У овом раду овај пороблем је сагледан из угла обезбеђења возних средстава.

Код железничког превоза, возна средства су веома скупа и имају дужи век трајања па је зато питање њиховог обезбеђења и власништва од великог утицаја на суштину уговора и на све његове елементе. У јавном превозу у ЕУ, возна средстава се појављују у власништву превозника, надлежних власти, компаније за изнајмљивање средстава или у мешовитом власништву.

Све те могућности су отворене за достигнути ниво реформи железнице у ЕУ. Раздвајање инфраструктуре и превоза, отварање тржишта за друге превознике, обезбеђење система за одржавање возила, су неки од предуслова да би се имао избор модела обезбеђења возила. Одлука углавном представља компромисно решење усклађивања интереса различитих актера, директно или индиректно повезаних са датим пројектима и успехом њихове реализације и захтева вишекритеријумско одлучивање.

Примењено на Србију, то значи да ће варијанте увођења ОЈП, као и модели финансирања возила да се развијају поступно, у корелацији са реструктурирањем железнице и друштва у целини. Тако се и на примеру Београда показује да је полазно решење условљено статусом реформи и тренутним потенцијалом обе стране и ЖС и Града. Даљи развој система ће омогућити и друге опције и њихово вредновање у односу на постављене циљеве саобраћајне политике и параметре конкретне превозне услуге.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Regulation No 1370/2007/E3 on public passenger transport services by rail and by road and repealing Council Regulations Nos 1191/69 and 1107/70), OJ L 315, 3.12.2007

[2] Kühl Ingo (KCW), Schneider Joachim (JASPERS): "Funding Regional Passenger Rail Rolling Stock Investment in the Czech Republic, Recommendations" Presentation, Warsaw, May 2008.

[3] JASPERS (Joint Assistance to Support Projects in European Regions): "Funding Regional Passenger

[4] Rail Rolling Stock-Example of the Czech Republic", Report prepared on the basis of a Consultancy Contract with KCW GmbH, Berlin, April 2009.

[5] Зарић др Мира и др. "Дефинисање елемената стратегије потпуне интеграције система градско-приградске железнице "Беовоз" у систем јавног градског и приградског превоза путника у Београду", Београд, мај 2008.

[6] European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, Community guidelines on State aid for railway undertakings

[7] Consolidated version of the Treaty establishing the European Community, Office for official publications of the European Communities, Luxembourg, 1997.

[8] Regulation No 1191/69/EEC on action by Member States concerning the obligations inherent in the concept of a public service in transport by rail, road and inland waterway), OJ L 156, 28.06.1969.

VEHICLE OWNERSHIP MODELS IN FUNCTION OF PUBLIC SERVICE OBLIGATION–EXAMPLE OF BELGRADE

Jelica POP-LAZIĆ

Abstract - Public passenger transport in railway regional and suburban traffic generally could not be operated commercially, under the free market conditions, and therefore must be subsided by competent authorities. The models of public transport organisation in Europe vary from city to city, relating to ownership and structure of transport operators, the nature of contracting procedures, competitive aspects etc. In Belgrade, convinient model in road public transport organisation is achived, but satisfactory solution in railway suburban transport has not been established yet. Earlier arrangements of Belgrade authorities with former ŽTP ''Beograd'', had not provided the expected effects and acceptable quality of service. This poses the question of the model of vehicle ownership, which would succesfully operate in railway suburban transport of Belgrade through the arrangement of public service obligation. In this paper, actual models in EU will be classified and compared from the aspect of their implementation in Serbia, using the example of Belgrade.

Key words – railway rolling stock, ownership models, public service obligation

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

PRIPREMA PROJEKTNE DOKUMENTACIJA U SKLADU SA EVROPSKIM NORMAMA - PRIMER PRETHODNIH ISTRAŽIVANJA ZA MODERNIZACIJU PRUGE TRUPALE (NIŠ)-PREŠEVO-GRANICA

Dragomir MANDIĆ [1]

Rezime *– Srbiji, kao i svim zemljama koje pretenduju na članstvo u EU, nedostaju projektne dokumentacije za obezbeđenje sredstava za finansiranje mnogih projekata. To su razlozi da je Evropska komisija formirala poseban fond za finansiranje tehničke pomoći i pripremu dokumentacija u četiri oblasti: saobraćaj, energetika, ekologija i socijalni programi. Iz tih sredstava su finansirana prethodna istraživanja za modernizaciju pruge Trupale (Niš)-Preševo-granica BJR Makedonije. Izrada ovog projekta je dobar primer načina rada i pripreme projektne dokumentacija u skladu sa Evropskim normama ali istovremeno i ispoštovanje zakonskih normi Republike Srbije.*

Ključne reči – projektna dokumentacija, železnica, finansiranje, zakonske norme

1. UVOD

U cilju prilagođavanja i harmonizacije sistema zemalja koje su na putu priključenja Evropskoj Uniji, kao i omogućavanja lakšeg pristupa fondovima i kreditima, Evropska komisija je formirala poseban fond za doniranje pripreme projektnih dokumentacija u četiri oblasti: saobraćaj, energetika, ekologija i socijalni programi. Iz tog fonda je finansirana prve faze projektne dokumentacije modernizacije pruge Trupale (Niš)-Preševo-granica BJR Makedonije. Reč je o prethodnim istraživanjima koja obuhvataju dva koraka: određivanje optimalne strategije modernizacije ove pruge i predfizibiliti studija te odabrane varijante. Paralelno sa ova dva koraka, za svaki od njih je urađena analiza i studija ekološkog uticaja, odnosno socioloških efekata a uz predfizibiliti studiju, na tom nivou i studija zaštite čovekove okoline.

Na početku rada na ovom projektu je utvrđeno da se zakonska regulativa EU i Srbije razlikuje. Naime, Zakonodavstvo Srbije zahteva Prethodne radove (Prethodna istraživanja sa Predhodno studijom opravdanosti, u ovom slučaju), pa izradu Generalnog projekta i Prethodne studije opravdanosti pa Idejnog projekta i Studije opravdanosti sa Studijom zaštite životne sredine pa Glavni projekat i na kraju Projekat izvedenog stanja. Po standardima Evropske Unije Prethodna studija opravdanosti nije neophodna, nego se odmah može raditi «Preliminary designe» što je na nivou našeg Idejnog projekta i Studija opravdanosti sa Studijom zaštite čovekove okoline, zatim Glavni projekat i na kraju Projekat izvedenog stanja. Ovome znatno doprinose standardizovane procedure i standardizovani elementi projektne dokumentacije dati u nizu Priručnika, Standarda, Uputstava i drugih dokumenata EU, koji, posebno u sferi proračuna investicija i ekonomskih efekata projekata znatno olakšavaju i uprošćavaju izradu odgovarajućih dokumenata.

2. POSTUPAK I REZULTATI DEFINISANJA OPTIMALNE STRATEGIJE MODERNIZACIJE PRUGE

U prvom koraku, kada je trebalo definisati optimalnu strategiju modernizacije pruge najveći izazov je bio kako to uraditi. Naime, ni u jednom ni u drugom Zakonodavstvu nema odredbi ni preporuka i uputstava kako ovo uraditi. Iz tih razloga je razvijena nova metodologija, bazirana na višekriterijumskom vrednovanju.

Iako se ceo projekat odnosi na postojeću prugu, koja je zbog neadekvatnog održavanja danas u veoma lošem stanju, bez detaljnijeg izučavanja bi logično bilo zaključiti da je potrebno izvršiti kapitalni remont. Međutim, rezultat istraživanje i diskusije sa ekspertima Železnica Srbije, predstavnicima

[1] Prof. dr Dragomir MANDIĆ, Saobraćajni fakultet u Beogradu, Vojvode Stepe 305, drama@sf.bg.ac.rs.

Ministarstva za infrastrukturu, međunarodnim i lokalnim ekspertima iz svih oblasti koje je projekat obuhvatao, je da je u razmatranje uzeto 5 mogućih strategija i to:

- intervencije samo na najlošijim tačkama pruge (mestima gde su uvedene lagane vožnje),
- kapitalni remont po postojećoj trasi sa tehničkim elementima koji su bili posle poslednjeg remonta
- kapitalni remont sa modernizacijom pojedinih tehničkih elemenata i povećanjem maksimalno dozvoljenih brzina gde je to ekonomski opravdano
- modernizacija cele pruge za maksimalno dozvoljenu brzinu od 160 km/h na celoj trasi i
- izgradnjom nove dvokolosečne pruge za velike brzine (do 250 km/h)

Za svaku strategiju je bilo potrebno utvrditi:

- visinu investicija
- uticaj na postojeće urbanističke planove (kako na Republičkom tako i na nivou lokalnih zajednica - opština kroz koje pruga prolazi)
- predložiti tehnologiju i organizaciju saobraćaja sa proračunom propusne moći
- efekte na čovekovu okolinu i to kako po realizaciji projekta tako i tokom izvođenja radova
- efekte na bezbednost odvijanja saobraćaja i
- socijalne efekte.

Kao što je već rečeno, razvijena je metodologija izbora optimalne strategije zasnovana ne višekriterijumskom vrednovanju. Ovo je značajna novina, jer do sada u EU uobičajeni kriterijum je bio ekonomski. Sa druge strane, u našim uslovima vrlo retko su kriterijum bio stručni ili ekonomski a mnogo češće su to bile političke ili odluke uticajnih grupa, pokrivene «stručnim analizama» naručenih studija i projekata.

Kvalitet ove nove metodologije, pored primene savremenog optimizacionog aparata je i pokušaj njegove maksimalne objektivnosti. Naime, samo višekriterijumsko vrednovanje može biti neobjektivno ako se ne primeni korektno. Da bi se to izbeglo, definisano je da se ne uradi jedno višekriterijumsko vrednovanje, nego da svaka grupa eksperata (eksperti korisnika, lokalni i međunarodni eksperti, eksperti za zaštitu čovekove okoline, eksperti za socijalne efekte projekta i eksperti za urbanizam) definišu kriterijume za sve oblasti a onda izvrše vrednovanje sa stanovišta svoje oblasti. Na taj način je dobijeno pet rang lista strategija. Rezultati su prikazani u tabeli 1.

Kao što se vidi, četiri grupe eksperata su ocenile da je optimalna treća strategija a samo eksperti za urbanizam su ocenili da najmanje uticaja na postojeće urbanističke planove ima prva, pa druga pa treća, zatim peta i poslednja četvrta strategija, što je potpuno logičan rezultat.

Tabela 1. Rang lista strategija

Lista kriterijuma	Varijanta				
	1	2	3	4	5
Eksperti Železnica Srbije	III	II	I	IV	V
Lokalni i međunarodnih eksperti	V	II	I	IV	III
Eksperti za ekologiju	IV	I	I	III	V
Eksperti za uticaj na društvo	III	II	I	IV	V
Eksperti za urbanizam	I	II	II	V	IV

3. OCENA ODABRANE STRATEGIJE

U drugom koraku rada na ovom projektu su ocenjene tehničke, tehnološke, ekonomske i finansijske posledice izabrane strategije sa preliminarnim istraživanjem uticaja na čovekovu okolinu. Jasno je da su tehničke posledice svake modernizacije pozitivne. Tehnološke posledice su u funkciji modernizacije tehnologije odvijanja, praćenja i upravljanja saobraćajem na pruzi. Predložena je nova tehnologija kako teretnog tako i putničkog saobraćaja. Time se stvaraju mogućnosti povećanja atraktivnosti železničkog saobraćaja u odnosu na konkurentske vidove, prvenstveno drumskog.

Posebno kompleksna je bila prognoza obima saobraćaja za odabranu strategiju i definisanu tehnologiju saobraćaja. Ovo zato što je sa jedne strane analiza pokazala velike varijacije obima i teretnog i putničkog saobraćaja u prethodnom analiziranom periodu. Sa druge strane je sagledavanje uticaja aktuelna svetske ekonomske krize i dužničke krize u Grčkoj. Ovo su bili razlozi da je umesto klasičnih prognoza korišćenjem ekonometrijskih metoda urađena prognoza na bazi scenarija. Definisano je šest mogućih scenarija, od maksimalno pesimističkog da će se krize nastaviti do maksimalno optimističkog da će krize relativno brzo proći i da će Srbija uz susedne države relativno brzo postati član EU.

Posebna pažnja je posvećena analizi putno-pružnih prelaza. Utvrđeno je da na pruzi postoji nedozvoljeno veliki broj zvaničnih prelaza. Posebno na deonici na kojoj se planira povećanje maksimalno dozvoljene brzine do 160 km/h, ne može se dozvoliti postojanje tih prelaza u nivou, pa je predloženo ukidanje svih takvih prelaza a denivelacija onih koji će ostati u funkciji. I na drugim deonicama je predloženo drastično smanjenje broja prelaza u nivou a denivelacija onih koji ostaju u funkciji.

Ekonomsko-finansijska analiza je urađena korišćenjem Cost-Benefit metodologije, propisane od strane svih Međunarodnih finansijskih institucija. Ove analize su urađene samo za dve varijante prognoze obima saobraćaja:

- za drugu varijantu koja je pesimistička ali ne maksimalno pesimistička, (za nju verovatno država ne bi mogla da uzima kredite)
- za četvrtu, umereno optimističku

Razlog je jednostavan. Ako se za ove dve varijante

dobiju zadovoljavajuće stope rentabilnosti, jasno je da će i za druge one biti zadovoljavajuće. Ako se za njih ne dobiju zadovoljavajuće stope rentabilnosti, treba proveriti i za petu i šestu varijantu. Ako se zadovoljavajuća stopa dobije samo za četvrtu varijantu, onda je jasno da će biti zadovoljavajuće i za petu i šestu, a treba proveriti kakva je za treću varijantu. Rezultati ekonomske analize su prikazani u narednoj tabeli:

Tabela 2. Rezultati ekonomske Cost-Benefit analize

Deonica pruge	*Ekonomska stopa interne rentabilnosti (EIRR)*	
	Scenario 2	*Scenario 4*
1A. Trupale-Međurovo	6.3%	6.7%
1B. Međurovo-Grdelica	8.3%	9.4%
2. Grdelica-Suva Morava	7.4%	8.5%
3. Suva Morava-Preševo-granica	11.8%	13.6%
Cela pruga	9.5%	10.7%

Kao što se vidi, za obe varijante prognoze obima saobraćaja, za celu prugu, dobijene su ekonomske stope rentabilnosti (sa stanovišta društva) iznad normiranih, (koje u EU iznose oko 5% za železničke projekte, a u našim uslovima oko 7%).

Tabela 3. Ekonomska analiza osetljivosti

	EIRR
Scenario 2	***9.5%***
Troškovi izgradnje +20%	7.6%
Troškovi izgradnje –20%	12.5%
Troškovi izgradnje +28%	**7.0%**
Obim prevoza +20%	10.4%
Obim prevoza –20%	8.5%
Obim prevoza –48%	**7.0%**
Scenario 4	***10.7%***
Troškovi izgradnje +20%	8.7%
Troškovi izgradnje –20%	14.0%
Troškovi izgradnje +44%	**7.0%**
Obim prevoza +20%	11.8%
Obim prevoza –20%	9.6%
Obim prevoza –60%	**7.0%**

Finansijska Cost-Benefit analiza je pokazala da je za celu prugu za scenario 2 prognoze finansijska (sa stanovišta železnice) interna stopa rentabilnosti (FIRR) 5.0% a za scenario 4 iznosi 5.4%. Ove stope rentabilnosti su na granici sa stanovišta normi EU a nešto ispod su za naše uslove.

Urađena je i analiza osetljivosti dobijenih stopa rentabilnosti. Rezultati ekonomske analize osetljivosti su prikazani u tabeli 3., a finansijske u tabeli 4.

Ono što je ova analiza pokazala je da i na ekonomsku i finansijsku stopu rentabilnosti malo utiče promena obima saobraćaja. Drugim rečima, za ovu strategiju modernizacije pruge najvažnije je dovođenje pruge u korektno tehničko stanje i primena savremenih tehničkih sredstava infrastrukture, čime se svi troškovi značajno smanjuju a istovremeno privlače novi tokovi roba i putnika.

Tabela 4. Finansijska analiza osetljivosti

	FIRR
Scenario 2	***5.0%***
Troškovi izgradnje +20%	3.7%
Troškovi izgradnje –20%	7.0%
Troškovi izgradnje -20%	**7.0%**
Obim prevoza +20%	5.3%
Obim prevoza –20%	4.7%
Obim prevoza +130%	**7.0%**
Scenario 4	***5.4%***
Troškovi izgradnje +20%	4.2%
Troškovi izgradnje –20%	7.5%
Troškovi izgradnje -16%	**7.0%**
Obim prevoza +20%	5.8%
Obim prevoza –20%	5.0%
Obim prevoza +80%	**7.0%**

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu svega je moguće zaključiti da je moguće istovremeno ispoštovati zakonodavne norme EU i Republike Srbije u pripremi projektne dokumentacija. Korektnom primenom savremenih ekonometrijskih i drugih egzaktnih metoda i modela moguće je optimizirati i doneti objektivne odluke o svim bitnim elementima projektne dokumentacije a posebno onih koji se daju varijantno. Ukoliko se korektno urade prethodni koraci, velika je verovatnoća da i ekonomsko - finansijska analiza pokaže visoke stope rentabilnosti, na taj način urađenih projekata. Podrazumeva se da je za svaki infrastrukturni projekat bitno formiranje kvalifikovanih, objektivnih i kompetentnih timova čiji članovi će detaljno izučiti sve bitne elemente i predložiti najbolja rešenja.

LITERATURA

[1] European Commission, Guide to COST-BENEFIT Analysis of investment projects, European Commission, Brussels, 2008.
[2] Modernisation of the railway line Trupale (Nis) - Preševo - border of the Former Yugoslav Republic of Macedonia, (EuropeAid/124605/C/SERMULTI - Transport-Serbia-TA-SER-15, Belgrade August 2010.
[3] Stevan Radić, Ocena efektivnosti investicija, Zavod za novinsko-izdavačku i propagandnu delatnost JŽ, Beograd 1976.
[4] Zakon o planiranju i izgradnji, Službeni glasnik Republike Srbije, 72/09, 2009

PREPARATION OF PROJECT DOCUMENTS IN ACCORDANCE WITH EU STANDARDS - EXAMPLES OF PREVIOUS RESEARCH FOR MODERNIZATION TRUPALE (NIS) - PRESEVO - FYROM BORDER RAILWAY LINE

Dragomir MANDIĆ

Abstract – Republic of Serbia and all countries that aspire to EU membership, lack of project documentation for the provision of funding for many projects. These are the reasons that the European Commission established a special fund to finance technical assistance and preparation of documentation in four areas: transport, energy, environment and social programs. From these assets is financed Previous research for the Modernization of the railway line Trupale (Nis)-Presevo-FYROM border. Development of this project is a good example of work manner and preparation of project documentation in accordance with European norms, but also with legal norms of Republic of Serbia.

Key words – project documentation, railways, finance, legal norms

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

PRIMENA DEA METODE ZA MERENJE EFIKASNOSTI ŽELEZNIČKIH PREDUZEĆA SA POSEBNIM OSVRTOM NA JP "ŽELEZNICE SRBIJE"

Nebojša BOJOVIĆ[1]
Slađana TIHOMIROVIĆ[2]
Miloš MILENKOVIĆ[3]

Rezime – Analiza Obavijanja Podataka - DEA (Data Envelopment Analysis) je jedna od brojnih metoda operacionih istraživanja koja se poslednjih godina veoma uspešno koristi za ocenjivanje relativne efikasnosti organizacionih jedinica koje koriste više ulaza i stvaraju više izlaza. U radu je dat prikaz mogućnosti primene DEA za merenje efikasnosti izabranih evropskih železničkih kompanija, za koje je na osnovu realnih podataka u prvom koraku kvantifikovan nivo efikasnosti, a zatim su za one neefikasne preporučeni pravci unapređenja - potrebne promene parametara za dostizanje granice efikasnosti.

Ključne reči – DEA metoda, efikasnost, železničke kompanije

1. UVOD

Jedan od važnijih principa u poslovanju savremenih kompanija jeste princip efikasnosti koji se sastoji u ostvarivanju što većih ekonomskih efekata (izlaza) uz što manja ekonomska ulaganja (ulaza). Efikasnost se može definisati kao sposobnost da se željeni ciljevi postignu uz minimalno iskorišćenje raspoloživih resursa. Efikasnost u saobraćaju, posebno kada se radi o uslugama prevoza putnika, postiže se, pre svega minimiziranjem potrošnje resursa, ulaganja i ulaza, jer su rezultati precizno definisani od strane korisnika što se tiče prostora, vremena i kvaliteta realizacije usluga [1]. Saobraćaj je po svojoj suštini multidimenzionalan - ekonomski, tehnički, društveni i ekološki faktori utiču na poslovne rezultate, zbog čega merenje efikasnosti saobraćajnih preduzeća predstavlja izuzetno složenu aktivnost. Kompleksnost je veoma prisutna kod određivanja efikasnosti jedinica koje imaju više raznorodnih ulaza i koriste ih za stvaranje više raznorodnih izlaza, odnosno kod entiteta čiji se ulazi i izlazi ne mogu svesti na istu mernu jedinicu. U poslednjih dve dekade u praksi se za komparativnu analizu takvih srodnih entiteta sa zajedničkim ulazima i izlazima i procenu njihove relativne efikasnosti uspešno koristi analiza obavijanja podataka – DEA (*Data Envelopment Analisys*).

Rad je organizovan na sledeći način. U drugom poglavlju su objašnjene teorijske osnove DEA metode koja se koristi za merenje efikasnosti jedinica iz posmatranog skupa, koje za proizvodnju više raznorodnih izlaza koriste više raznorodnih ulaza. U trećem poglavlju su prikazani rezultati analize efikasnosti sedam evropskih železničkih kompanija sa posebnim osvrtom na JP "Železnice Srbije". Poslednje poglavlje sadrži zaključna razmatranja.

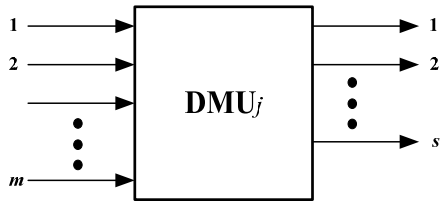
2. ANALIZA OBAVIJANJA PODATAKA

Analiza obavijanja podataka - DEA (Data Envelopment Analysis) je pristup u matematičkom programiranju koji se poslednjih godina intenzivno koristi za ocenu i poređenje efikasnosti kompanija u sektoru usluga. U samom postupku, problem se javlja kada treba odrediti efikasnost više različitih jedinica koje koriste iste vrste ulaza i proizvode iste vrste izlaza. Ono oko čega treba da se dogovore sve jedinice čija se efikasnost procenjuje jeste koji su to ulazi i izlazi koje treba uzeti u obzir i koje su najmanje dozvoljene vrednosti za težinske koeficijente. Pored toga, jedinstveno se rešava problem skaliranja tako da se efikasnost izražava kao broj između 0 i 1. Svaka jedinica ima slobodu da odredi vrednosti težinskih koeficijenata na način koji njoj najviše odgovara, odnosno tako da maksimizira svoju efikasnost. Naknadnom analizom moguće je pokazati koje su od

[1] Dr Nebojša BOJOVIĆ, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, nb.bojović@sf.bg.ac.rs.
[2] Slađana TIHOMIROVIĆ, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, sladjat@gmail.com.
[3] Mr Miloš MILENKOVIĆ, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, m.milenković@sf.bg.ac.rs.

razmatranih jedinica efikasne, a koje nisu.

Poslovne jedinice, ili u ovom slučaju saobraćajna preduzeća, posmatraju se kao jedinice odlučivanja - DMU (Decision-Making Units), čiju efikasnost karakterišu skupovi izlaza i ulaza, odnosno njihova međuzavisnost (Slika 1.).



Slika 1. DMU okarakterisan sa m ulaza i s izlaza [2]

Preduzeća se porede prema težinama koje im se ocenjuju na osnovu istih parametara, i ukoliko je skup DMU-ova (preduzeća) veći, ovaj analitički proces poređenja je objektivniji. Za svaku neefikasnu DMU, DEA identifikuje sadržaj i nivo neefikasnosti za svaki ulaz i izlaz.

Nivo neefikasnosti određen je upoređivanjem sa jednom referentnom jedinicom odlučivanja ili sa konveksnom kombinacijom drugih referentnih jedinica odlučivanja koje se nalaze na granici efikasnosti i koje koriste proporcionalno isti nivo ulaza, a proizvode proporcionalno isti ili veći nivo izlaza.

Za merenje efikasnosti jedinica odlučivanja najčešće se koriste 2 modela DEA metode, ulazno orijentisani model (Charnes, Cooper i Rhodes - CCR) i izlazno orijentisani model (Banker, Charnes i Cooper - BCC) [1]. U ovom radu biće opisan ulazno orijentisan CCR DEA model.

Postupak merenja efikasnosti organizacionih jedinica DEA metodom se odvija u 4 faze. Prvo, organizacione jedinice čija se efikasnost meri, moraju biti odabrane tako da formiraju jednu homogenu grupu. Drugo, određuju se relevantni faktori za sve ulaze i izlaze. To znači da na dobijeno optimalno rešenje u velikoj meri utiče izbor jedinica odlučivanja, kao i definisanje težinskih koeficijenata faktora. Treće, u zavisnosti od strukture ulaza i izlaza, bira se i odgovarajući DEA model. I konačno, vrši se analiza dobijenog rešenja.

Uz pravilno i potpuno tumačenje, optimalno rešenje problema dobijeno DEA metodom pruža brojne informacije o efikasnosti, odnosno neefikasnosti jedinice odlučivanja, kao i sugestije za poboljšanje ustanovljenih rezultata.

Brojne kalkulacije vezane za kvantifikaciju nivoa efikasnosti, uticajnih faktora, analizu rezultata zahtevaju da se problem formuliše i rešava matematičkim programiranjem, primenom originalnih, ili nadograđenih specijalnih softvera za rešavanje DEA modela (na primer DEAP-xp1 Solver, LINDO, xlDEA).

2.1. Osnovni ulazno orijentisan DEA model

Efikasnost h posmatrane jedinice odlučivanja se definiše kao:

$$h = \frac{\text{težinska suma izlaza}}{\text{težinska suma ulaza}}$$

odnosno,

$$h = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_r}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_i} \qquad (1)$$

Jasno je da ovako definisana efikasnost zavisi od vrednosti dodeljenih težinskim koeficijentima, koji pokazuju stepen važnosti svakog ulaza i izlaza koje jedinica bira tako da bude što je moguće efikasnija.

Pretpostavimo sada da postoji više različitih jedinica čije efikasnosti treba oceniti. Neka je j indeks koji se odnosi na jedinicu, $j = 1,...,n$. Neka je x_{ij} - posmatrani iznos ulaza i za jedinicu j ($x_{ij} \geq 0$, $i = 1,2,...,m$, $j = 1,2,...,n$), a y_{rj} - posmatrani iznos izlaza r za jedinicu j ($y_{rj} \geq 0$, $r = 1,2,...,s$, $j = 1,2,...,n$). Ako je bar jedan od posmatranih ulaza i bar jedan od posmatranih izlaza za jedinicu j veći od nule tada njenu efikasnost možemo definisati kao:

$$h_j = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}}, \quad j = 1,...,n \qquad (2)$$

Za fiksirane vrednosti težinskih koeficijenata u_r, $r = 1,...,s$ i v_i, $i = 1,...,m$, na ovaj način se može izračunati efikasnost svake od posmatranih jedinica. Tako izračunate efikasnosti se mogu koristiti kao kriterijum za određivanje redosleda jedinica, odnosno rangiranje jedinica po pitanju efikasnosti prema h_j. Očigledno je da redosled zavisi od vrednosti ulaza i izlaza jedinica, ali i od prethodno definisanih vrednosti za težinske koeficijenate.

Jedinice koje imaju vrednost $h_j = 1$ smatraju se efikasnim, a jedinice čija je efikasnost manja od 1 su neefikasne. Ako je jedinica efikasna, onda to znači da sa vrednostima težinskih koeficijenata koje je sama odredila, nijedna druga jedinica ne može da ostvari veću vrednost izlaza za dati ulaz.

Ulazno orijentisan model pruža informacije o tome za koliko treba smanjiti ulaze, da bi pri datom nivou izlaza posmatrana jedinica postala efikasna. Izlazno orijentisan model obezbeđuje informacije o potrebnom povećanju izlaza da bi pri datom nivou ulaza posmatrana jedinica postala efikasna. U ulazno orijentisanom linearnom modelu treba da se maksimizira težinska suma izlaza:

$$(\max) h_k = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rk} \quad (3)$$

Uz ograničenja:

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ik} = 1 \quad (4)$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{t=1}^{m} v_i x_{ij} \le 0 \, , \, j = 1,...,n \quad (5)$$

$$u_r \ge \varepsilon \, , r = 1,...,s \quad (6)$$

$$v_i \ge \varepsilon \, , \; i = 1,...,m \quad (7)$$

Očigledno je da važi $0 < h_k < 1$. Kada je vrednost za h_k u funkciji cilja jednaka 1, onda je *k*-ta DMU relativno efikasna, a ako je manja od 1, ona je relativno neefikasna i vrednost h_k pokazuje za koliko procentualno ova jedinica treba da smanji svoje ulaze. Ako je k-ta DMU efikasna, to znači da sa njenim optimalnim vrednostima za težinske koeficijenate nijedna druga jedinica ne može da ostvari veću vrednost izlaza za dati ulaz, dok za neefikasne jedinice to nije slučaj.

2.2. Dualni DEA model

S obzirom na to da je broj DMU koje se ocenjuju uglavnom dosta veći od ukupnog broja ulaza i izlaza, u praksi se, zbog obima računanja, najčešće rešava njegov dualni model. Ovaj model ima oblik:

$$(\min) Z_k - \varepsilon \left(\sum_{r=1}^{s} s_r^+ + \sum_{i=1}^{m} s_i^- \right) \quad (8)$$

Uz ograničenja:

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{rk} \, , \; r = 1,2,...,s \quad (9)$$

$$Z_k x_{ik} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} - s_i^- = 0 \, , \; i = 1,...,m \quad (10)$$

$$\lambda_j , s_r^+ , s_i^- \ge 0 \, ; \, j = 1,2,...,n \, , r = 1,2,...,s$$

$$i = 1,2,...,m \, , \; Z_k - neograničeno \quad (11)$$

U dualnom modelu funkcija kriterijuma pokazuje sa kojom minimalnom vrednošću ulaza je moguće ostvariti postojeći nivo izlaza *k*-te DMU.

Promenljiva Z_k naziva se *faktor intenziteta* i pokazuje koliko je potrebno da *k*-ta DMU proporcionalno smanji sve ulaze da bi postala efikasna. Promenljive s_i^- i s_r^+ pokazuju koliko je potrebno da *k*-ta DMU pojedinačno smanji *i*-ti ulaz i poveća *r*-ti izlaz da bi postala efikasna.

3. PRIMENA DEA MODELA ZA OCENU I BENČMARKING EFIKASNOSTI EVROPSKIH ŽELEZNIČKIH KOMPANIJA SA POSEBNIM OSVRTOM NA JP "ŽELEZNICE SRBIJE"

Implementiranje DEA modela na putnički i teretni transport železničkih kompanija, sprovedeno je prema prethodno prikazanoj metodologiji. Za potrebe rada usvojene su po četiri ulazne i dve izlazne veličine za putnički i teretni železnički transport koje karakterišu efikasnost železničkih kompanija - pokazatelji su izabrani, pre svega, na osnovu ujednačenosti metodologije prikupljanja i prezentovanja podataka o poslovanju železničkih kompanija. Podaci o železnicama su prikupljeni iz zvaničnih statistika železničkih udruženja, pa se može reći da dolaze iz pouzdanih izvora. Svi ulazi i izlazi su tehnički, tako da su mogući efekti variranja valuta izbegnuti.

Izabrani izlazi za analizu teretnog transporta su tona tereta i tonski-kilometar. Korišćeni ulazi za železnički teretni DEA model su ukupna dužina mreže u državi, broj teretnih vagona po državi, ukupan broj lokomotiva i ukupan broj zaposlenih. Korišćeni ulazi za železnički putnički DEA model su ukupna dužina mreže, broj putničkih vagona po državi, ukupan broj lokomotiva i ukupan broj zaposlenih, dok su izlazi putnički kilometar i broj prevezenih putnika.

Iz Tabele 1. se može videti da je teretni transport efikasan u 3 od 7 železničkih kompanija izabranih za analizu (Slovenija, Nemačka i Srbija). Makedonija, koja je skoro efikasna, bi ostvarivala efikasne rezultate u teretnom transportu na 289 km mreže, sa 56 lokomotiva, 967 teretnih vagona i sa 1941 zaposlenim, što bi prouzrokovalo uštedu u budžetu kompanije.

Najneefikasnija kompanija je Rumunija koja ima indeks efikasnosti 0.56 što znači da ulaze može da redukuje za 44% i pri tome da postiže slične rezultate.

Iz Tabele 2. se može primetiti da su jedine efikasne kompanije u putničkom saobraćaju Nemačka i Hrvatska, dok je Makedonija najneefikasnija kompanija. Slovenija bi mogla da prepolovi sve ulaze pri čemu bi postizala slične izlazne rezultate i time bi ostvarila značajne uštede, dok bi Srbija na 589 km mreže, sa 10525 zaposlenih na železnici efikasno poslovala.

Možemo primetiti da se efikasnosti putničkog i teretnog transporta po kompanijama razlikuju u velikoj meri.

S obzirom na to da dobit kompanije zavisi u većoj meri od teretnog transporta, Srbija i Slovenija ne bi trebale da hibernizuju mrežu, kao ni da redukuju broj lokomotiva i broj zaposlenih, kako je to predloženo u proračunu za putnički saobraćaj, pošto bi time ugrozile efikasnost kompanije u teretnom transportu i načinile mnogo veće gubitke od potencijalne dobiti u putničkom transportu.

Tabela 1. Analiza i rezultati teretnog transporta

Železničke kompanije	Efikanost	Ulazne vrednosti				Izlazne vrednosti		Ciljne ulazne vrednosti			
		Mreža (km)	Lokomotive	Vagoni	Zaposleni	Pkm	Putnici	Mreža (km)	Lokomotive	Vagoni	Zaposleni
Slovenija	0,552	1228	189	414	7984	0.81	16.12	652	131	234	3675
Hrvatska	1	2722	212	758	13503	1.61	63.63	2722	212	758	13503
Makedonija	0,325	699	72	170	4726	0.11	3.27	137	21	81	1711
Bugarska	0,619	4143	699	1582	17200	2.42	34.11	1316	433	972	8223
Rumunija	0,901	10777	2262	2541	60921	7.48	98.95	3775	1330	2191	34146
Nemačka	1	33890	13890	22184	229000	79.01	912.37	33890	13890	22184	229000
Srbija	0,754	3240	193	231	20131	0.93	14.97	589	156	198	10525

Tabela 2. Analiza i rezultati putničkog transporta

Železničke kompanije	Efikasnost	Ulazne vrednosti				Izlazne vrednosti		Ciljne ulazne vrednosti			
		Mreža (km)	Lokomotive	Vagoni	Zaposleni	Tkm	Tone	Mreža (km)	Lokomotive	Vagoni	Zaposleni
Slovenija	1	1228	189	1979	7984	3.6	19.24	1228	189	1979	7984
Hrvatska	0,79	2722	212	2791	13503	3.57	17.23	1572	170	2169	10035
Makedonija	0,92	699	72	1498	4726	0.78	4.68	298	56	967	1941
Bugarska	0,65	4143	699	8417	17200	5.24	21.18	1724	459	5417	11317
Rumunija	0,56	10777	2262	38616	60921	15.7	80.23	5288	1282	16898	34530
Nemačka	1	33890	13890	75595	229000	114.6	468.2	33890	13890	75595	229000
Srbija	1	3240	193	3523	20131	4.39	14.35	3240	327	3523	20131

4. ZAKLJUČAK

DEA metoda je savremena metoda koja istovremeno uzima u obzir više ulaza i više izlaza i ocenjuje efikasnost neke jedinice u poređenju sa najboljim istovrsnim jedinicama. Na osnovu izračunate vrednosti indeksa efikasnosti DEA metoda razdvaja jedinice na relativno efikasne i relativno neefikasne. Za svaku neefikasnu jedinicu DEA identifikuje uzornu grupu koja pruža primer dobre operativne prakse za neefikasne jedinice. To je veoma značajno za menadžment neefikasnih jedinica jer pruža određena usmerenja u upravljanju sa ciljem da se poboljša poslovanje. Ovi rezultati ukazuju na konkretne probleme, a menadžerima daju brojne mogućnosti u odlučivanju kako unaprediti poslovanje kompanije do granice efikasnosti.

Literatura

[1] Adamović M., Pejčić-Tarle S. (2005). "Investicije i vrednovanje saobraćajnih rešenja", Saobraćajna ekonomika i politika, hrestomatija, IV glava, Saobraćajni fakultet, Beograd

[2] Banker, Rajiv D., Abraham Charnes & William W. Cooper (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. Management Science, 30:9, pp. 1078-1092.

[3] Charnes, A., W. Cooper, Y. Lewin, M. Seiford, Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications, Kluwer Academic Publish, Boston, 1994.

[4] Cowie, Jonathan (1999). The Technical Efficiency of Public and Private Ownership in the Rail Industry. Journal of Transport Economics and Policy, 33, Part 1, pp. 241- 252.

[5] Farrell, M.J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General), 120:3, pp. 253-290.

[6] Su, J. C. P., M. M. Rogers (2005), Using DEA to Examine Efficiency of National Transportation Systems, http: //www.decisionsciences.org

DEA METHOD FOR MEASURING THE EFFICIENCY OF RAILWAY COMPANIES WITH SPECIAL FOCUS ON PE "SERBIAN RAILWAYS"

Nebojša BOJOVIC
Slađana TIHOMIROVIC
Miloš MILENKOVIC

Abstract – Data envelopment analysis - DEA (Data envelopment analysis) is a new methods of operational research in recent years very successfully used for evaluating the relative efficiency of organizational units that use multiple inputs and produce more outputs. This paper presents an application of DEA to measure the performance of selected European rail companies, for which, on real data base the level of efficiency in the first step is quantified and after that, for those inefficient, possible improvements are recommended to achieve the limits of efficiency.

Key words – DEA methods, the efficiency, the railway company

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

SISTEMATIZACIJA VOZOVA INTERMODALNOG TRANSPORTA

Uglješa MILOVIĆ[1]

Rezime *– Intermodalni transport predstavlja veliku šansu železnice za povećanje njenog učešća na transportnom tržištu, a pogotovo ukoliko se saobraćaj vozova odvija van ranžirnog sistema. Tokom poslednjih 30 godina pojavio se veliki broj modela vozova u intermodalnom transportu kao posledica različitih koncepata organizacije transportnog procesa, tokova robe i vrste intermodalnih transportnih jedinica kao i mesta njihovog odvijanja saobraćaja. U radu je dat pregled svih modela vozova koji su se pojavili u praksi i literaturi, definisani kriterijumi i, prema istim, izvršena njihova taksonomija.*

Ključne reči – Intermodalni vozovi, intermodalni železnički transport, kombinovani transport, formiranje intermodalnih vozova

1. UVOD

Od 1970. pa do danas, beležimo konstantno povećanje obima transporta robe na nivou EU (+70%), dok je sa druge strane evidentan nagli pad učešća železnice na transportnom tržištu Evrope. Uzrok tome je sve oštrija konkurencija različitih vidova transporta na tržištu transportnih usluga pri čemu drumski transport dominira. Pojavom kombinovanog, odnosno intermodalnog transporta, železnički transport dobija sve više na značaju. Realizacija kombinovanog, odnosno intermodalnog transporta (uz napuštanje klasičnog sistema ranžiranja) predstavlja veliku šansu za povećanje udela železnice na transportnom tržištu Evrope.

Formiranje vozova u intermodalnom transportu je od samog početka bilo jedno od vrlo kompleksnih problema. Mnogobrojni uticaji koji potiču od samih tokova, zahteva koji potiču od tehnologije pretovara i rada u samim terminalima, zahteva koji potiču od tehnologije rada železnice i drugo, uzrokovali su nastanak većeg broja modela vozova u intermodalnom transportu. U ovom radu je data taksonomija vozova u intermodalnom teretnom saobraćaju, kao i objašnjenje njihovih koncepata.

Termin taksonomija je složenica sastavljena od grčkih reči taxis – red, poredak i nomos – zakon. Ovaj termin predstavlja poređenje sličnih pojava u jednom ili u raznim jezicima koje služe kao osnova za klasifikovanje (razvrstavanje) jezičkih pojava i samih jezika [6].

2. SISTEMATIZACIJA MODELA INTERMODALNIH VOZOVA

Pitanje koje se ovde nameće je: **Da li se može i kako izvršiti klasifikacija i sistematizacija prikazanih intermodalnih vozova**?

Svaki od predstavljenih modela vozova ima svoje određene tehničke ili tehnološke karakteristike koje mogu poslužiti kao osnov za klasifikaciju. Međutim, za klasifikovanje modela su definisana sledeća 3 kriterijuma:

1)kriterijum: da li se intermodadalni voz, kao vozni sastav, negde prerađuju u toku svog saobraćanja?
2)kriterijum: da li se vrši prerada (izmena) ITJ?
3)kriterijum: da li se radi o novoj tehnici ili tehnologiji koja zahteva poseban voz u istoj, odsnosno radi se o zatvorenom sistemu intermodalnog transporta?

Ova 3 kriterijuma predstavljaju bazu za njihovu klasifikaciju i sistematizaciju, jer se na osnovu njih daje odgovor na osnovna pitanja vezana za tehniku i tehnologiju različitih modela intermodalnih vozova:

1. da li se u određenom posrednom terminalu, na relaciji na kojoj dati model voza saobraća, vrši prerada voznog sastava ili ne?
2. da li se u tehnološki predviđenom terminalu vrši izmena ITJ ili ne?
3. da li određeni modeli intermodalnih vozova predstavljaju zatvoren, odnosno izolovan sistem, koji kao takav i funkcioniše?

Na osnovu navedenih kriterijuma klasifikacije, kao i osnovnih karakteristika modela (koje su date u prethodnom poglavlju) dobijene su sledeće **4 grupe** vozova:

I vozovi koji saobraćaju bez prerade voznog sastava,
II vozovi koji saobraćaju sa preradom voznog sastava,
III vozovi koji saobraćaju sa izmenom ITJ i
IV modeli vozova koji predstavljaju zatvorene sisteme.

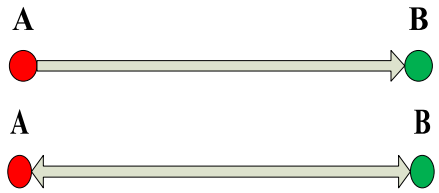
I grupa - vozovi koji saobraćaju bez prerade voznog sastava

Ovu grupu vozova predstavljaju *direktni* i *shuttle vozovi*, koji danas predstavljaju najčešće korišćene forme organizacije železničkog intermodalnog saobraćaja.

[1] Uglješa MILOVIĆ MSc, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, ul. Vojvode Stepe 305, Beograd, ugljesamilovic@yahoo.com.

Klasifikacija ovih modela vozova u okviru **I grupe** je izvršena na osnovu **1. kriterijuma**.

Osnovna karakteristika navedenih modela intermodalnih vozova, koja ih svrstava u jednu grupu, je da oni u organizacionom smislu predstavljaju direktne vozove koji saobraćaju između dva terminala (otpremnog i uputnog) bez ikakvog bavljenja i izmene voznog sastava u linijskim terminalima koje tranzitiraju.



Slika 1. Šematski prikaz organizacije saobraćaja direktnog i shuttle voza

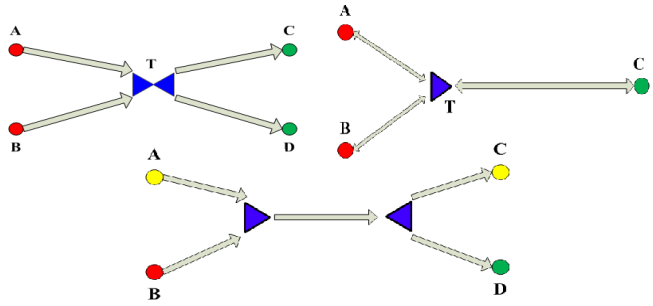
II grupa – vozovi koji saobraćaju sa preradom voznog sastava

Kao i prethodna i ova grupa vozova je klasifikovana prema **1. kriterijumu**. U ovu grupu vozova spadaju modeli intermodalnih vozova kod kojih se vrši izmena, odnosno prerada voznih sastava na relaciji na kojoj saobraćaju. Kod ove grupe vozova formirane su 2 podgrupe prema sledećim karakteristikama:

IIa) da li se pri manipulaciji voznim sastavom samo vrši izmena (ili dodavanje) kola, odnosno grupa kola ili

IIb) se pri preradi voznih sastava vozovi raspuštaju, a zatim formiraju novi vozni sastavi prema pravcima upućivanja kola, odnosno ITJ.

U **IIa grupu** intermodalnih vozova spadaju modeli *grupnog voza*, *Y shuttle voza* i *mešovitog intermodalnog voza*. Navedenim modelima vozova možemo dodati i *intermodalne vozove sa ranžiranjem* pod uslovom da se prerada voznih sastava kod ovog modela voza vrši na način kao kod navedenih modela.



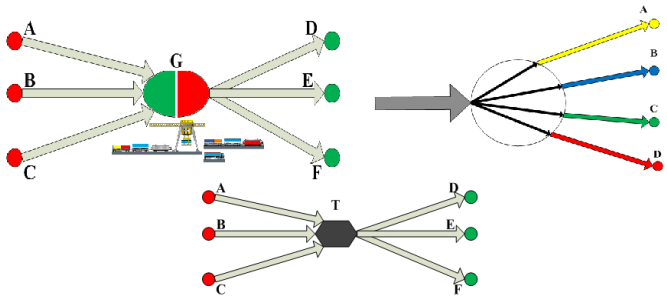
Slika 2. Vozovi IIa grupe

IIb grupu vozova čine modeli kod kojih se, pri preradi voznih sastava, vozovi pri dolasku u posredni terminal raspuštaju, a zatim formiraju novi vozni sastavi prema pravcima upućivanja kola, odnosno ITJ. Ovoj grupi pripadaju *vozovi gateway* modela i *vozovi antena* modela.

Kod *gateway* modela se vrši rasformiranje i formiranje novih sastava jer se ova vrsta terminala, po kojoj ceo model i nosi ime, koristi za realizaciju transporta koji se odvija pod različitim naponima kontaktne mreže.

Kod *antena* sistema organizacije železničkih intermodalnih tokova se zapravo radi o formiranju višegrupnih maršutnih vozova na dužim relacija, koji prevoze ITJ namenjena za različite uputne terminal.

Ovoj grupi modela možemo (uslovno) dodati i *intermodalni voz sa ranžiranjem* kod koga se prerada voznih sastava odvija kao kod prethodno navedenih modela.

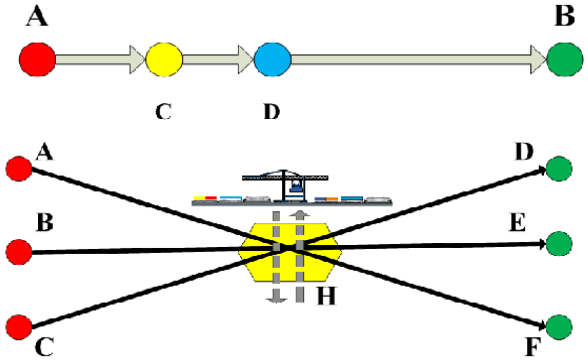


Slika 3. Vozovi IIb grupe

III grupa – vozovi koji saobraćaju sa izmenom ITJ

Ovu grupu intermodalnih vozova čine modeli kod kojih se na vrši izmena voznih sastava na relaciji koju opslužuju, već se u posrednom terminalu vrši manipulacija, odnosno izmena ITJ.

U ovu grupu vozova, koja je klasifikovana prema **2. kriterijumu**, su svrstani *linijske vozovi* i *vozovi hub&spoke* modela. Kod modela *linijskog voza* se vrši razmena ITJ u linijskim terminalima koji se nalaze na trasi njegovog saobraćanja, koje dati model voza i opslužuje, dok se kod *vozova hub&spoke* modela u *hub* (ili *megahub*) terminalu vrši izmena ITJ među vozovima koji čine ovaj sistem.



Slika 4. Modeli vozova III grupe

IV grupa - modeli vozova koji predstavljaju zatvorene sisteme

Ovu grupu modela čine vozovi koji zbog svojih jedinstvenih tehničkih ili tehnoloških rešenja predstavljaju zatvorene, odnosno izolovane sisteme, koji kao takvi i funkcionišu i definisana je na osnovu **III kriterijuma**. U okviru ove grupe su sledeći modeli vozova: *Ro-La* vozovi, vozovi bimodalne tehnike (*Road-Railer), TCS* vozovi (*Cargo Sprinter*) i intermodalni vozovi velikih brzina.

Ro-La vozovi predstavljaju zaseban sistem organizacije saobraćaja, jer se ovim modelom voza vrši transport kompletnih drumskih vozila.

Vozovi bimodalne tehnike (*Road-Railer*) koriste

specijalna železnička vozila (postolja, šasije) pri formiranju voznih sastava, koja predstavljaju jedinstvena tehnička rešenja na osnovu kojih ovaj model intermodalnog voza predstavlja zatvoren sistem.

Model *TCS voza* predstavlja jedinstveno tehničko-tehnološko rešenje za realizaciju intermodalnog železničkog saobraćaja.

Intermodalni vozovi velikih brzina predstavljaju jedinstveno tehničko-tehnološko rešenje koje je namenjeno za transport vremenski osetljive robe. U tehničkom i u tehnološkom smislu ovaj model voza predstavlja zatvoreni transportni sistem.

3. PREGLED MODELA VOZOVA U INTERMODALNOM TRANSPORTU

Sa intenzivnijom implementaciom intermodalnih transportnih tehnika, od *80*-tih godina prošlog veka pa do danas, pojavio se veliki broj više ili manje uspešnih modela vozova u intermodalnom železničkom transportu. Pojedini modeli su nastajali samo kao koncept rešenja koja nikada nisu zaživela u praksi. Drugi, uspešniji modeli su pak vremenom evoliurali i prilagodili se uslovima koje diktiraju savremen način privređivanja i novonastalo privredno okruženje. U ovom radu će akcenat biti stavljen na modele intermodalnih vozova koji su nastajali na tlu Evrope.

Pregledom literature u Evropi su se na različitim mestima i pod različitim nazivima pojavili sledeći modeli, odnosno vrste vozova u intermodalnom transportu: 1) direktni vozovi, 2) linijski vozovi, 3) grupni vozovi, 4) intermodalni vozovi sa ranžiranjem, 5) vozovi GATEWAY koncepta, 6) mešoviti vozovi, 7) vozovi HUB&SPOKE koncepta, 8) vozovi ANTENA koncepta, 9) TCS koncept (*Cargo Sprinter*), 10) Ro-La vozovi, 11) Road Railer vozovi, 12) intermodalni vozovi velikih brzina, 13) shuttle vozovi i 14) Y-shuttle vozovi.

Navedeni modeli vozova su u okviru prethodne tačke klasifikovani u 4 karakteristične grupe.

3.1. Modeli vozova I grupe

Direktni intermodalni vozovi saobraćaju u fiksnom sastavu (za prevoz direktnog bruta), koji se formira u terminalu otpravljanja. Direktni vozovi saobraćaju između 2 terminala bez ikakvog zaustavljanja i manipulacija kolima ili brutom (ITJ) u usputnim terminalima. Na taj način se skraćuje vreme prevoza, odnosno povećava ukupna brzina prevoza i direktno utiče i na ukupne troškove transporta koji se smanjuju usled eliminisanja dodatnih ranžirnih operacija koje itekako utiču na iste.

Za ***shuttle vozove*** se može reći da predstavljaju poboljšanu verziju *direktnih intermodalnih vozova*. Ovi vozovi saobraćaju između dva terminala (tzv. *point-to-point* transportna usluga), bez ikakvog bavljenja u posrednim terminalima. Model *shuttle voza*, kao i njegova osnovna varijacija *Y shuttle voz*, će biti detaljnije predstavljeni u okviru posebnog rada.

3.2. Modeli vozova II grupe

Grupni intermodalni voz u suštini predstavlja sistem sastavljen od dva voza koji se otpremaju iz dva različita intermodalna terminala. Svaki od njih se sastoji od po dve grupe kola koja se upućuju za dva uputna terminala, koji predstavljaju konačno odredište ovih intermodalnih pošiljki. Nakon otpreme vozova iz početnih terminala njihove trase se ukrštaju u čvornom terminalu gde se vrši razmena ovih grupa kola radi dalje otpreme ka njihovim konačnim odredištima, odnosno njihovim uputnim terminalima.

Vozovi koji čine ***gateway model*** organizacije železničkih intermodalnih tokova predstavljaju dve potpuno odvojene grupe. Ove grupe predstavljaju vozovi koji pristižu u *gateway* terminal, kao i vozovi koji se iz njega otpremaju. Kada se govori o ove dve grupe vozova bitno je napomenuti da one saobraćaju pod različitim naponima kontaktne mreže, odnosno različitim sistemima za napajanje. Upravo u ovoj činjenici leži osnovna uloga *gateway* terminala. Po prispeću u *gateway* terminal vozovi se u potpunosti rasformiraju i zatim se formiraju novi sastavi prema pravcima upućivanja bruta sa adekvatnim voznim lokomotivama shodno promeni napona kontaktne mreže.

Mešoviti vozovi predstavljaju vozne sastave koji su sastoje od ITJ i klasičnih, konvencionalnih železničkih kola. Kod ovog koncepta je potrebno locirati jedan terminal u kojem se vrši ukrupnjavanje tokova i jedan terminal iz kojeg se vrši dalja distribucija datih tokova.

Kod ***antena modela*** organizacije železničkih intermodalnih tokova se zapravo radi o formiranju višegrupnih maršutnih vozova na dužim relacija, koji prevoze ITJ namenjena za različite uputne terminale. Po dolasku daljinskog voza u terminal grupe kola se predaju, odnosno formiraju se sabirni vozovi koji vrše dalju distribuciju ITJ na svojim deonicama saobraćaja (rada). U suprotnom smeru, ovi vozovi prikupljaju ITJ za povratni maršutni, odnosno dugolinijski voz.

***Y shuttle* vozovi** varijaciju osnovnog modela shuttle voza koji opslužuju 3 terminala koji su raspoređeni u obliku slova Y. Ovaj model voza predstavlja adekvatno rešenje organizacije intermodalnih železničkih tokova koji su stalni i stabilni, ali niži nego što je potrebno za uspostavljanje direktne *šatl* linije ili u slučajevima kada se tokovi dele na dve destinacije.

Model intermodalnog voza sa ranžiranjem odstupa od ostalih modela intermodalnih vozova upravo zbog procesa ranžiranja koji se obavlja u posrednom (*ranžirnom*) terminalu.

3.3. Modeli vozova III grupe

Implementacija ***hub&spoke koncepta*** je predložena još sredinom 90-tih godina prošlog veka, od strane Evropske Komisije, kao potencijalno rešenje za povećanje udela železnice na intermodalnom transportnom tržištu. Kod ovog modela se ne posmatraju pojedinačna kola, već grupe vozova koje kroz sinhronizovane dolaske i otpreme iz *hub*

terminala realizuju razmenu svojih tovatnih jedinica za svoje konačne pravce upućivanja. Osnovno za održivost ovog koncepta predstavlja sinhronizovani dolazak vozova, koji čine *jednu partiju*, u definisanom vremenskom intervalu (eng. *time window*) u *hub* terminal radi što efikasnijeg pretovara ITJ.

Linijski vozovi prestavljaju model vozova koji saobraća u fiksnom sastavu između dva terminala (otpremnog i uputnog), pri čemu opslužuje nekoliko uzastopno povezanih terminala koji se nalaze na njegovoj relaciji.

3.4. Modeli vozova IV grupe

Suština ***TCS modela*** leži u formiranju direktnih vozova sastavljenih od tzv. *TCS modula*. Moduli se mogu definisati kao „maršutne jedinice" koje su sposobne da saobraćaju samostalno, ili u zakvačenom stanju kada se od više ovakvih modula formira puni vozni sastav. Tada se ovako formirani vozni sastav označava kao *modul-set* odnosno *TCS kompozicija*. Sastavi mogu biti sa klasičnom lokomotivskom vučom ili posebne motorne garniture.

Ro-La vozovi se javljaju u okviru *tehnike A Huckepack tehnologije* transporta ITJ. Njihova osnovna karakteristika je prevoz kompletnog auto-voza na specijalnim železničkim kolima sa spuštenim podom ili železničkim kolima-nosačima sa specijalnom opremom za klackanje. Shodno tome ova tehnologija transporta i dobija naziv "*pokretni drum*"("*Ro-La*"- Rollende Landstrasse na nemačkom, "*Ro-Mo*"- Rolling Motorway, Rolling Highway na engleskom, odnosno Route Roulante na francuskom jeziku).

Vozovi bimodalne tehnike (Road Railer) se javljaju u okviru *tehnike D Huckepack tehnologije* kod koje se koriste posebne sedlaste prikolice, odnosno drumsko-šinska vozila, tzv. „*roudrejleri*"(eng. *road-railer*) koje se u terminalima pomoću specijalnih železničkih vozila (postolja, šasija) povezuju u železničku kompoziciju. Na taj način se formira tzv. *Road Railer voz*. Ova vrsta intermodalnog voza, odnosno intermodalna tehnika, se razvila *80*-tih godina prošlog veka u Evropi pod nazivom *Semi-Rail* ili u prevodu *polu-voz*.

Ideja koja stoji iza ***koncepta intermodalnih vozova velikih brzina*** glasi: „*Brže nego kamionom-jeftinije nego avionom.*" Tržište prevoza teretnim vozovima velikih vrzina pokriva uglavnom kontenerizovanu ekspresnu robu i poštanske pošiljke. Zajednički imenitelj za robu koja je interesantna za ovo tržište je osetljivost na vreme putovanja.

4. ZAKLJUČAK

Usmerenost regiona u pravcu priključenja EU i integraciji u savremene evropske tokove, upućuju nas na značajne mogućnosti jačanja intermodalnog, odnosno kombinovanog železničko-drumskog transporta i na našim prostorima. To prvenstveno treba da bude odgovor na zahteve privrede u regionu u pogledu izlaska njenih proizvoda na različita tržišta.

U okviru ovog rada se na osnovu definisanih kriterijuma došlo do 4 grupe vozova koje su karakteristične zbog određenih organizacionih, tehničkih i idejnih rešenja modela intermodalnih vozova koji im pripadaju.

Prema datim kriterijumima proizašle su sledeće *4 grupe* intermodalnih vozova: bez prerade voznog sastava, sa preradom voznog sastava, vozovi koji saobraćaju sa izmenom *ITJ*, vozovi koji predstavljaju zatvorene sisteme.

Intermodalni transport na ovim prostorima veoma slabo razvijen i uglavnom se može identifikovati sa kontenerskim transportom u interkontinentalnom saobraćaju. Uprkos ovoj činjenici, rad ovakve prirode je bio neophodan, da bi se kroz prednosti i nedostatke predstavljenih modela odabrao model koji bi na najedekvatniji način relizovao date intermodalne tokove u regionu.

LITERATURA

[1] *DIOMIS*-Developing Infrastructure and Operating Models for Intermodal Shift (Workpackage A7), UIC, 2007

[2] ISIC, Final report TASK F: *Promotion of intermodal transport*, DG TREN, November 2005, Hamburg, EU

[3] The Guidelines for the development of the Trans European transport network (TEN-T), DG TREN, Bruxelles, EU

[4] UIC CTG(Combined Transport Group) presentation to the ECMT/UE/UN Conference, September 2004, Kiev

[5] TEN STAC; Scenarios, Traffic Forecasts, and *Analyses of Corridors on the Trans-European Transport Network*, NEA 2003

[6] Vujaklija M., *Leksikon stranih reči i izraza*, Beograd, Prosveta, 1937.

SYSTEMATIZATION OF TRAINS IN INTERMODAL TRANSPORT

Uglješa MILOVIĆ

Abstract – Intermodal transport represents a great opportunity for railways to increase its transport market share, especially if it is carried without the train shunting process. During the last 30 years, a large number of train models appeared in intermodal transport as a result of different concepts. It is necessary to create a review and systematization of all types of trains, with explanations of their concepts. Based on the presented models of trains, it is able to make a choice of the most suitable model of the formation of trains that would adequately meet the region's intermodal flows.

Key words – Intermodal trains, intermodal railway transport, combined transport, formation of intermodal trains

XIV НАУЧНО-СТРУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА О ЖЕЛЕЗНИЦИ ЖЕЛКОН '10

УВОЂЕЊЕ НОВИХ ПОКАЗАТЕЉА ПРОДУКТИВНОСТИ ТЕРЕТНИХ КОЛА - ПРИМЈЕР ЖРС

Раде ЦВИЈАНОВИЋ[1]

Резиме *– Теретна кола представљају значајан дио основних средстава жељезничких превозника. С тога је добро управљање и коришћење кола важно за економичност и рентабилност њиховог пословања. Основ за добро управљање колима јесу показатељи коришћења кола, а нарочито показатељи продуктивности. У раду ће се дати прегледи показатеља рада кола жељезничких превозника са посебним освртом на ЖРС. Сходно анализи пределаже се увођење нових показатеља у циљу што ефикаснијег управљања и коришћења теретних кола на ЖРС.*

Кључне ријечи – теретна кола, превозник, показатељи продуктивности, анализа

1. УВОД

Теретна кола представљају значајан дио основних средстава жељезничких превозника. С тога је добро управљање и коришћење кола важно за економичност и рентабилност њиховог пословања. Основ за добро управљање колима јесу показатељи коришћења кола, а нарочито показатељи продуктивности.

Под управљањем и коришћењем теретних кола подразумијева се планирање, анализа и праћење низа показатеља рада (квантитативних и квалитативних) теретних кола и на основу истих доношење оперативних и стратешких одлука којим ће се повећати ефикасност њиховог коришћења.

Продуктивност теретних кола представља комплексан показатељ рада кола, који је у директној зависности од низа других показатеља.

Под продуктивношћу теретних кола подразумијева се количина остварених нетотонских километара по једној тони носивости.

Међутим, овај као ни други показатељи продуктивности теретних кола се не воде на ЖРС. Постојећи показатељи не указују на мјере које је потребно предузимати како би се повећала продуктивност теретних кола и ефикасност ЖРС као превозника. Анализом евиденција које се прате на ЖРС дат је преглед показатеља које ЖРС не воде (не прате), а могу се прорачунати не захтевајући увођење нових евиденција.

У раду су дати трендови кретања појединих показатеља коришћења теретних кола (квантитативних и квалитативних) који се данас прате на ЖРС у периоду од 2000-2009. године.

Затим је објашњена продуктивност теретних кола и дат приједлог нових показатеља продуктивности теретних кола, како би се она сагледала са више аспеката. Потом је извршена компаративна анализа са истим показатељима у одабраним жељезницама других земаља.

2. ПОКАЗАТЕЉИ РАДА ТЕРЕТНИХ КОЛА ЖРС КОЈИ СЕ ДАНАС ВОДЕ

2.1. Преглед и тренд показатеља коришћења теретних кола које воде ЖРС у периоду од 2000-2009. године

У табели 1 је дат тренд кретања квантитативних и квалитативних показатеља од 2000. године који се воде у евиденцијама оперативне службе ЖРС на годишњем нивоу.

Из табеле се може примијетити да ЖРС остварују највећи обим превоза робе у 2005/2006. години. Примјећује се и стални пад у обиму превоза робе послије 2006. године.

Генерално, у периоду од 2000. године привреда лагано почиње да се опоравља од послератног периода. Доста предузећа почиње са радом, почиње приватизација и оспособљавање за производњу неколико битних корисника ЖРС.

Један од главних корисника ЖРС је "Бирач" АД Зворник. Након приватизације 2001. године, почиње 2003. са производњом када долази до раста обима превоза жељезницом. Такође, 2005. године почиње са производњом други велики корисник ЖРС "Митал Стил" Зеница. У том периоду ЖРС достижу највећи обим превоза, који стагнира 2 године са лаганим падом превоза, да би

[1] Раде Цвијановић, дипл.инж.саоб., Саобраћајни факултет Добој, Петрово, radecvijanovic@gmail.com.

посљедњих година са појавом рецесије дошло и до пада обима превоза.

Табела 1. Преглед показатеља рада теретних кола у периоду од 2000-2009 године.

	Назив [јединица]		ПОКАЗАТЕЉИ тренд током година			
			2000	2003	2006	2009
Квантитативни	Обим превоза робе [10^3 t]		951,0	1319	5212	3909
	НТКМ [10^6 ntkm]		69,49	106,2	392,1	294,9
	Рад мреже у броју кола [10^3 кола]		67,54	97,29	332,7	246,8
	Возни километри [voz/km]		/	/	741.3	590.1
	БТКМ [10^6]		127,3	185	711,6	546,6
	Осовин. килом. [10^6osov.km]		12,06	17,52	64,89	45,41
Квалитативни	Стат. опт. кола [t/kola]		40,3	44,1	46,4	51,34
	Динам. опт. кола [t/kola]		43,4	39,5	41,8	49,2
	Обрт кола	по почет.	1,71	1,11	0,84	1,17
		по заврш.	2,21	1,21	0,69	1,36
	Коеф. празног трчања [α]		0,91	0,65	0,75	0,92
	Комерцијална брзина [km/h]		33	28	24,9	32,59

Може се примијетити да се статичко и динамичко оптерећење током година повећава.

Обрт теретних кола се води само за кола која су тај дан радила и не улазе кола у резерви и вишку [1]. Из тих разлога подаци о обрту теретних кола нису релевантни.

2.2. Показатељи коришћења теретних кола који се могу прорачунати на основу доступних евиденција а не воде се на ЖРС

Анализом показатеља рада кола према доступној литератури [3], [4] евиденција које се воде и показатеља који се прате на различитим нивоима управљања ЖРС, долази се до сљедећих закључака [1]:

1) ЖРС посједује значајне евиденције које омогућавају прорачун највећег броја квалитативних показатеља;
2) На основу датих евиденција прати се врло мали број показатеља коришћења кола;

Детаљном анализом утврђено је да ЖРС може прорачунати поред 7 квантитативних показатеља које прати редовно још један квантитативни показатељ (*густина обима робног рада*).

ЖРС може прорачунати, поред 6 квалитативних показатеља које прати редовно, још 8 квалитативних показатеља (*оптерећење кола радног парка, проценат искоришћења носивиости кола, просјечна дужина трчања кола у току обрта, коефицијент робног рада, коефиц. двојних операција, дневно трчање кола, вријеме рада теретних кола и производност теретних кола*).

3) С обзиром на трендове у кретању вриједности појединих показатеља коришћења кола нема основа за закључивање да се помоћу њих управља теретним колским парком;

3. ПРОДУКТИВНОСТ ТЕРЕТНИХ КОЛА

Продуктивност у транспорту се исказује као однос између остварене масе транспортних услуга (остварена количина путничких и нетотонских км) и масе уложеног живог рада изражене у броју запосленог особља или утрошеном времену рада (број радних сати) за њихову производњу [2].

3.1. Продуктивности теретних кола ЖРС

Продуктивност теретног колског парка исказује се као однос остварених тонских километара (tkm) и расположивих тона носивости (t).

Односно, продуктивност теретних кола се израчунава као однос остварених нетотонских кмилометара (ntkm) и расположивих кола теретног колског парка (n_i) [3].

$$P_{tk} = \frac{\sum Q_{tkm}}{\sum Q_{nos}} \left[\frac{tkm}{1t\ носивости}\right];$$

$$P_{tk} = \frac{\sum Q_{ntkm}}{n_i} \left[\frac{ntkm}{kola}\right].$$

Како би се добила што релевантнија оцјена продуктивности теретних кола ЖРС извршена је упоредна анализа са одабраним страним управама.

Избор страних жељезничких управа је извршен по следећим критеријумима: одабране су управе које имају приближно исти број кола и при томе приближно исто километара пруга као и ЖРС.

У табели 2 дат је преглед продуктивности теретних кола одабраних страних управа и ЖРС за 2008. годину са неопходним елементима за прорачун (дата је као однос остварених НТКМ и расположивих кола теретног парка због недостатка података о укупној носивости кола).

Табела 2. Показатељи продуктивности одабраних управа и ЖРС у 2008. години

Жељ. управа	НТКМ [10^6]	Експл. дужина пруге	Колски парк [kola]	Продуктивност теретних кола [ntkm/kola]
EVR	5.683	816	2.905	1.956.282
HSh	53	423	710	74.648
ZCG	186	249	760	244.737
ZBH	876	600	2.025	432.593
ZRS	**352**	**416**	**2.519**	**139.738**
ARM	354	845	2.000	177.000

Ако упоредимо ЖРС са наведеним сличним управама може се примијетити да је Естонија (посједује приближно исти број кола као и ЖРС) скоро 14 пута продуктивнија од ЖРС. Она има 1.956.282 [ntkm/kola], док ЖРС има 139.738 [ntkm/kola]. Земље уз Балтичко море (Литванија,

Латвија, Естонија) биљеже велике количине остварених тонских километара. Естонија посједује неколико лука које представљају једну од главних транспортних веза земаља средње и западне Европе са Источном Европом (Русија, земље Азије) итд. Из ових разлога огромне количине тона роба се свакодневно превозе преко ових територија. Већина тонских километара се остварује у транзиту [2].

Жељезнице Федерације БиХ (ŽBH) које имају нешто већу мрежу пруга, а посједују мањи број теретних кола са остварених 432.593 [ntkm/kola] имају 3 пута већу продуктивност од ЖРС. Главни корисници услуга ЖРС "Митал Стил" Зеница и "Бирач" Зворник, своје сировине и производе већином транспортују у смјеру Мостара и на крају за луку Плоче и обрнуто. Из ових разлога и собзиром на њихов положај на мрежи Жељезнице Федерације БиХ остварује доста већи рад у тонским километрима од ЖРС.

Жељезнице Албаније (HSh) имају приближно исто километара пруге као и ЖРС, међутим имају око 7 пута мање остваених тонских километара, што се на крају одражава и на продуктивност.

3.2. Приједлог нових показатеља (продуктивности) теретних кола

Увођењем нових показатеља продуктивности теретних кола се може боље сагледати продуктивност цијелог предузећа (и мреже) у функцији теретних кола. У циљу бољег управљања и коришћења теретних кола, извршено је сагледавање могућих показатеља продуктивности и предлаже се увођење следећих показатеља:

- **просјечан број превезених тона по 1 км мреже (експлоатациона дужина пруге);**

Овим показатељом продуктивности успостављамо везу између продуктивности мреже и превезених тона робе теретним колима.

$$\sum P_{tekm} = \frac{\sum P_i}{L_{eks}} \left(\frac{t}{km}\right)$$

гдје је:

$\sum P_i$ – обим превоза робе;

L_{eks} – експл. дужина мреже жељезничких пруга

просјечан број превезених тона робе по једним теретним колима ИКП-а;

$$\sum P_{tk} = \frac{\sum P_i}{n_i} \left(\frac{t}{кола}\right)$$

гдје је:

$\sum P_i$ – обим превоза робе;

n_i – инвентарски колски парк.

- **количина превезене робе по једном запосленом;**

Овај показатељ продуктивности упућује на просјечно "оптерећење" једних кола са запосленим у предузећу.

$$\sum P_{iz} = \frac{\sum P_i}{\sum n_z} \left(\frac{t}{кола}\right)$$

гдје је:

$\sum n_z$ – број запослених

- **просјечан број остварених нетотонских километара по експлоатационој дужини пруге**;

$$\sum P_{ieks} = \frac{\sum P_i}{L_{eks}} \left(\frac{t}{кола}\right)$$

гдје је:

$\sum P_i$ – остварени нетотонски километри;

L_{eks} – експлоатациона дужина мреже.

Овим показатељом успоставља се веза између продуктивности мреже и извршеног рада колима.

- **просјечан број остварених нетотонских километара по једном запосленом.**

$$\sum P_{iz} = \frac{\sum P_i}{\sum n_z} \left(\frac{t}{кола}\right)$$

Овај показатељ упућује на оптерећење једнног тонског км бројем запослених у предузећу.

3.3. Анализа продуктивности одабраних страних управа и ЖРС на основу предложених показатеља

Предложени показатељи омогућавају сагледавање укупне продуктивности кола са више аспеката у циљу бољег управљања и њиховог коришћења. Према предложеном извршен је прорачун показатеља за већ изабране земље и њихове жељезнице. У табели 3 дат је преглед продуктивности према предложеним показатељима за 2008. годину.

Анализом нових показатеља продуктивности долази се до неколико закључака. Мреже одабраних жељезничких управа су већином рационалније и продуктивније од мреже ЖРС.

Жељезнице Федерације БиХ (ЖБХ) имају 13.547 [t/km] а ЖРС 11.935 [t/km], док је однос тонских километара по километру пруге следећи 1.460.000 [ntkm/km] за ЖБХ, а за ЖРС 846.154 [ntkm/km]. Ове вриједности код других жељезница су знатно више. Нпр. жељезница Естоније има 32.196 [t/km] и 6.964.461[ntkm/km].

Анализом предложених показатеља по тонама и тонским километрима може се сагледати колико су расположиви капацитети искориштени, који правци, односно трасе су рационалније, као и колики су захтјеви и оптерећења у погледу радне

снаге.

Табела 3 – Преглед продуктивности према предложеним показатељима за 2008. годину

Држава	Жељезничка управа	просјечно превезено тона робе			нетотонских километара	
		по км.пруге [t/km]	по 1 колима [t/кола]	по 1 запосленом [t/ запосл.]	по километру пруге [ntkm/км]	по 1 запосленом [ntkm/запосл.]
Естонија	EVR	32.196	9.044	9.151	6.964.461	1.979.450
Албанија	HSh	946	563	201	125.296	26.620
БиХ	ZBH	13.547	4.014	1.998	1.460.000	215.339
Република Српска	**ZRS**	**11.935**	**1.971**	**1.397**	**847.393**	**99.216**
Црна Гора	ZICG	7.024	2.301	1.016	746.988	108.077
Јерменија	ARM	3.550	1.500	638	418.935	75.319

Анализом просјечног броја остварених нетотонских километара по једном запосленом закључује се да овај показатељ на ЖРС биљежи нагли пад последњих година. Нпр. у 2005. години је имао вриједност 129.589 [ntkm/zaposlenom], док његова вриједност у 2008. години износи 99.216 [ntkm/zaposlenom]. Разлог није само у смањењу обима превоза последњих година као и смањењу остварених тонских километара већ и у сталном повећању броја запослених.

Разлике у резултатима код појединих жељезница упућују на сагледавње и предузимање мјера за побољшање показатеља продуктивности сваког појединачног превозника (опертатора).

4. ЗАКЉУЧАК

ЖРС нису у протеклом периоду пратиле (водиле) показатеље продуктивности теретних кола. Постојећи начин евидентирања кола је са ручним уносом у писане евиденције што умногоме отежава и успорава анализу и прорачун показатеља. Већина жељезница у окружењу има инсталиране компјутерске системе за евидентирање и праћење теретних кола као и прорачун појединих показатеља коришћења кола.

ЖРС прате већину квантитативних показатеља рада и врло мали број показатеља квалитета рада, који представљају основ за добро управљање и коришћење теретних кола. Анализирајући трендове кретања вриједности показатеља рада теретних кола у последњих 10 година уочава се погоршавање већине показатеља.

Увођење нових показатеља продуктивности би омогућило добро сагледавање квалитета рада оператора и интензитета коришћења кола. У надолазећим условима пословања (отварање тржишта) жељезничких превозника, увођење и праћење нових показатеља продуктивности ће бити један од битних параметара за њихову успјешност на тржишту.

Жељезнички превозници у овим условима пословања морају максимизирати продуктивност својих средстава.

При извршеној упоредној анализи са одабраним страним управама установљено је да су показатељи коришћења и продуктивности теретних кола ЖРС знатно лошији.

На примјеру ЖРС гдје процес реструктурирања почиње, може се примјетити да је овај важан сегмент у пословању скоро потпуно занемарен и да у будуће треба на њега ставити "акценат".

ЛИТЕРАТУРА

[1] Статистике ЖРС за 2009. годину.
[2] Ерор, С., "Организација и технологија железничког саобраћаја", Београд, Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет, 2003.
[3] Вукадиновић, Р., "Експлоатација жељезница", Београд, 1998.
[4] Ковачевић, П., "Експлоатација жељезница", књига 1, Београд, 1976.

THE PRODUCTIVITY OF FREIGHT CARS ON ŽRS

Rade CVIJANOVIĆ

Abstract – Freight cars are an important part of the assets of railroad carriers. Therefore, good management and use of wagons are important for efficiency and profitability of their business. The basis for good management of wagons use are indicators of the use of wagons, especially indicators of productivity. The paper will give an overview of indicators of the train car carrier with a special emphasis on the ZRS. According to analysis it is suggested the introduction of new indicators in order to provide the most efficient management and use of freight cars in the ZRS.

Key words – freight car, carrier, indicators of productivity, analyisis

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

IZBOR PRINCIPA NAKNADA ZA KORIŠĆENJE ŽELEZNIČKE INFRASTRUKTURE - VIŠEKRITERIJUMSKI PRISTUP

Mirjana BUGARINOVIĆ[1]
Branislav BOŠKOVIĆ[2]

Rezime: *Postoji više ekonomskih principa koji dolaze u obzir kod formiranja naknada za korišćenje železničke infrastrukture. Zahtevi prema naknadama su različiti: trebalo bi da pokriju troškove UI, da omoguće operatoru ponudu konkurentske usluge a državi da izdvaja što manje subvencije. Višestrukost i višedimenzionalnost interesa i stanja infrastrukture i transportnog tržišta u nekoj zemlji zahtevaju istraživanja kod izbora principa. Kako istražiti postavljeni zadatak, koje kriterijume uzeti kod vrednovanja pojedinih ekonomskih principa, kojim metodama izvršiti vrednovanje principa su ključna pitanja na koja je potrebno dati odgovore kod uvođenja naknada i neka od njih su data u ovom radu.*

Ključne reči – železnička infrastruktura, naknade, izbor ekonomskog principa, kriterijumi

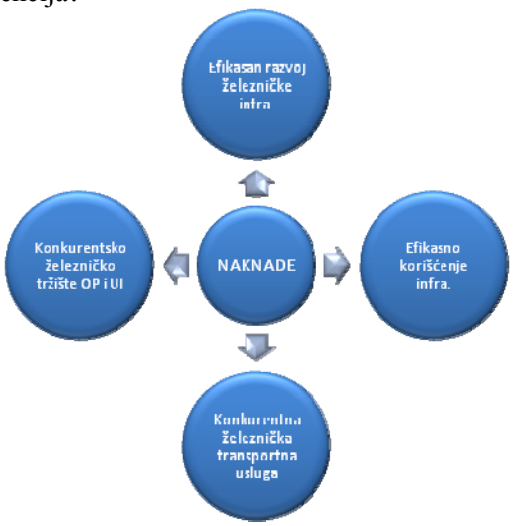
1. UVOD

Naknade su jedan od elemenata kod uspostavljanja železničkog tržišta i instrument za upravljanje istim. Osnovna ideja i cilj uvođenja naknada je da se uspostavljanjem konkurencije na tržištu podstakne efikasna i konkurentna železnička transportna usluga i efikasno korišćenje i razvoj železničke infrastrukture (slika 1). Međutim, prvi problem koji je potrebno rešiti kod uvođenja naknada je odabir adekvatnog ekonomskog principa na kojem se baziraju naknade.

Zašto je važno na kojim ekonomskim principima naknade treba da budu definisane i koji principi su primenjivi kod konkretne železničke mreže? Naknade, kao cena koju plaćaju operatori za korišćenje infrastrukture, trebalo bi da pokriju troškove upravljača infrastrukture (UI) nastale pružanjem usluge operatoru. Sa druge strane, većina operatora (OP) želi da ima konkurentsku uslugu i da cenom privuče što više korisnika, odnosno da ima što manje troškove prevoza. Takođe, država želi da smanji subvencije UI uvođenjem naknada. Međutim, u današnjim uslovima u kojima se nalaze velika većina evropskih železnica to nije moguće istovremeno ostvariti. Postoje zajednički i pojedinačni razlozi za svaku od zemalja za to.

2. DILEME I OPREDELENJA KOD IZBORA PRINCIPA NAKNADA

I posle deset godina od uvođenja direktive koja se odnosi na naplatu naknada za korišćenje železničke infrastrukture pitanje izbora principa i sistema naknada nije rešeno jedinstveno. Da li je moguće izabrati najbolju naknadu imajući u vidu probleme i dileme o principima naknade, efikasnosti, konkurenciji i nivou subvencija?



Slika 1. Ciljevi uvođenja naknada

Danas naknade za železničku infrastrukturu variraju od zemlje do zemlje, kako u pogledu principa naknada tako i u pogledu strukture i nivoa naknada. Ako pratimo uvođenja naknada možemo uočiti:

- ✓ Holandija i Velika Britanija su izabrale MC+ princip jer su prvenstveno želele da povećaju

[1] mr Mirjana BUGARINOVIĆ, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, mirab@sf.bg.ac.rs
[2] dr Branislav BOŠKOVIĆ, Direkcija za železnice, Nemanjina 6, Beograd, branislav.boskovic@raildir.gov.rs.

efikasnost železnice dok su neke izabrale MC, kao što je Portugal i Rumunija da bi otvorile železničko tržište za konkurenciju.

- ✓ Pojedine zemlje centralne Evrope, kao što su Nemačka i Poljska su na početku uvodjenja naknada bazirale ih na principu MC+, da bi danas one bile na principu FC- i FC respektivno;
- ✓ Nemačka i Velika Britanija su u startu definisale visoke naknade dok Francuska i Švedska su oprezno pristupile sa malim naknadama, a Norveška čak sa naknadama jednakim nula;
- ✓ Neke zemlje su se opredelile da uključe troškove investicija u naknade (npr. Nemačka, Francuska) dok ih druge nisu uopšte uključile (Švedska, Holandija, itd.).

Različita primena principa naknada ukazuje da su se zemlje i pored teorijskih saznanja o primeni principa, njihovim prednostima i manama, opredeljivale na osnovu sopstvenih posebnih kriterijuma i ciljeva.

Da je problem izbora principa naknada aktuelan i da je potrebno istražiti i druge pristupe rešavanja problema ukazuje i drugi izveštaj o implementaciji Prvog železničkog paketa (COM (2009), 1687), u kome se u zaključku i preporukama navodi "...da bi efekti uvođenja naknada bili u skladu sa ciljevima definisanim u direktivama i potpuno ispunjeni, problem definisanja i implementacije naknada treba sagledavati kao višedimenzionalni problem".

Pregled studija i članaka o naknadama za korišćenje železničke infrastrukture je pokazao da se problem izbora principa naknada nije rešavao odvojeno već u okviru problema definisanja naknada. Problem definisanja naknada obuhvata više oblasti i pravaca istraživanja i generalno ona mogu da se grupišu u dva pravca. Prvi pravac čine teorijska istraživanja definisanja cena za mrežne sisteme, njihove veličine i strukture [1] i princip naknada je uziman kao polazna, usvojena, veličina. Drugi pravac čine istraživanja o određivanju i definisanju vrste troškova koji su obuhvaćeni u okviru principa naknada sa posebnim akcentom na određivanje marginalnih i ukupnih troškova (Gaudry and Quinet, 2009). Većina ovih istraživanja su obuhvaćena studijama slučaja (*case study)* za određene zemlje i dati kritički osvrti na primenjene naknade uz analizu postojećeg okruženja i problema [2,7]. Rezultati ovih istraživanja ukazuju na veliku šarenolikost rešenja na železnicama EU. Jedan od razloga je što u ekonomskoj teoriji postoje dileme između principa i što ne postoje jasne granice kad i pod kojim uslovima su dati principi najbolje rešenje.

Pored toga, kompleksnost problema pojačava to što ne postoji samo jedan cilj koji je sa izborom principa potrebno ispuniti, pa se često žele ispuniti i protivurečni ciljevi. Takođe, izbor principa zahteva jasnu strategiju koja će omogućiti prioritete po ciljevima prilikom izbora principa što često izostaje prilikom odlučivanja.

Pri izboru naknada neophodno je uzeti u obzir delovanje većeg broja faktora koji su najčešće kompleksni i dinamički. To je jedan od razloga što izabrane principe naknada nije moguće zauvek formulisati. Biraju se u složenim tržišnim uslovima, kombinovanjem više ciljeva i uz pomoć brojnih kriterijuma. Višekriterijumski pristup problemu izbora naknada omogućava svestranije i realnije sagledavanje prilikom odlučivanja.

3. PRINCIPI NAKNADA ZA ŽELEZNIČKU INFRASTRUKTURU

Pregled do sada primenjenih principa u Evropi je pokazao da postoje tri osnovna principa: princip marginalnih troškova (marginal cost pricing), princip ukupnih troškova (full cost pricing) i princip marginalnih troškova uvećan za *mark up* (dodatak). Sve ostalo predstavlja njihove modifikacije. Detaljnije o ovim principima i njihovoj upotrebi može se naći u radovima [1,3,5].

Prema ekonomskoj teoriji, u slučajevima prirodnih monopolističkih mrežnih sistema, princip definisanja cena koji se smatra efikasnim je princip baziran na marginalnim troškovima. Međutim, železničku infrastrukturu odlikuju veliki fiksni troškovi, i primenom samo ovog principa nije moguće pokriti ukupne troškove pa je potrebno ispitati i druge principe.

4. GENERISANJE KRITERIJUMA

Sa liberalizacijom železničkog tržišta, i uvođenjem naknada na tržištu, za izbor principa, sistema i visine naknada je zainteresovano više aktera sa različitim interesima: država, upravljač infrastrukture, domaći i međunarodni transportni operatori. Za državu, naknada je istovremeno i instrument za ispunjenje **strateških transportnih ciljeva** koji su definisani kao: povećanje učešća i konkurentnosti železnice na transportnom tržištu, povećanje konkurencije na železničkoj infrastrukturi, usmeravanje UI na komercijalni pristup u poslovanju, smanjenje subvencija, povećati efikasnost poslovanja UI, efikasnije korišćenje infrastrukture, efikasnije investiranje i razvoj infrastrukture, poboljšati kvalitet usluge UI, efikasniji operator itd.

U skladu sa gore navedenim ciljevima postavlja se više pitanja. Da li postoje kriterijumi na osnovu kojih se može egzaktno izvršiti izbor principa naknada i koji su? Ako postoje, koje su relacije između kriterijuma i principa? Na osnovu kojih kriterijuma je do sada definisano „najbolje rešenje“ koje se primenjuje u drugim zemljama? Prema analizama, na ova pitanja se mora odgovoriti negativno.

Kriterijumi za ocenu principa naknada mogu se grupisati u dve celine: (1) oni koji odražavaju efikasno korišćenje mreže i (2) oni koje ukazuju na politiku razvoja tržišta. Efikasnost korišćenja železničke mreže moguće je pratiti kroz analizu: kompleksnosti mreže,

produktivnosti UI i OP i stepena iskorišćenja kapaciteta mreže. Kriterijumi koji reflektuju politiku razvoja tržišta mogu se pratiti kroz: dominantnu(e) kategoriju transportnih usluga, strategiju države u pogledu davanja subvencija železnici, usklađenosti razvoja naknada sa tržištem u okruženju itd.

5. KRITERIJUMI ZA IZBOR PRINCIPA

Složenost relacija između principa i kriterijuma, kako kriterijumi odražavaju interese aktera na tržištu kao i povezanost između njih, u ovom radu su dati kroz detaljniji prikaz dva kriterijuma kao ilustracija kompleksnosti izbora principa naknada. To su: kompleksnost železničke mreže i produktivnost UI i OP.

5.1. Kompleksnost železničke mreže

Postavlja se pitanje da li i kako karakteristike železničke mreže utiču na izbor principa naknada i kako definisati kriterijum. Drugim rečima da li dužina železničke mreže, dužina koloseka otvorene pruge, **kompleksnost mreže** (odnos ukupne dužine železničke mreže i dužina koloseka otvorene pruge), gustina mreže (km/1000km^2) ili pokrivenost prostora železničkom mrežom (km^2/km), itd. imaju uticaja na izbor principa naknada.

Nabrojane karakteristike mreže se reflektuju kroz različit obuhvat i visinu troškova koji UI uzima u obzir prilikom definisanja i pružanja usluga. Preciznije, odražava se kroz različit obuhvat kategorija troškova i procenat varijabilnosti troškova. Što je kompleksnija mreža to je složeniji i model mreže odnosno kategorizacija pruga i objekata. Karakteristični su primeri Nemačke, gde postoji 11 kategorija pruga i 15 objekata, Mađarske, gde postoje tri kategorije pruga i posebne grupe objekata za ranžiranje, Francuske gde je definisano 10 elementarnih deonica i 4 osnovne pruge, itd.

Analiza primenjenih principa u zemljama EU je pokazala da, Vlade i UI prilikom opredeljenja o obuhvatnosti troškova vode računa istovremeno i o kompleksnosti i gustini mreže i da li se veći deo mreže nalazi na koridorima ili ne. Sa druge strane troškovi železničke infrastrukture su u velikoj meri pod uticajem tehničkih karakteristika pruga. Što je mreža kompleksnija to je visina troškova veća pa definisanje naknada je na bazi MC+ ili FC principa. Da je to tako ukazuje i činjenica da se uvode težinski faktori, ponderi, u strukturi naknada odnosno do koje visine će se ići iznad marginalnih troškova u funkciji je od kategorije pruge.

Da li i kako gustina mreže, geografska pozicija i reljef zemlje utiču na izbor principa naknade? Austrija i Mađarska su dve susedne zemlje centralne Evrope, kroz koje prolazi mnogo koridora, ali sa potpuno različitim reljefom što utiče na visinu troškova održavanja, obnove i investiranja u železničku infrastrukture a takođe i na obuhvat troškova. Kao posledica takvog prostiranja mreže postoji dilema da li u okviru obuhvata troškova ići u pravcu obuhvata svih troškova održavanja ili delimično obuhvatiti i investicije.

Tsang i Ho (2006) ukazuju da je "*naknada "formula" koja se zasniva na osnovnoj jediničnoj ceni korišćenja infrastrukture i podizanje osnovne cene može biti prema eksploatacionim karakteristikama infrastrukture ili usluga koje se nud*e" bez direktne analize tražnje za uslugom koja ukazuje na sposobnost operatora da plati uslugu.

Na osnovu svega rečenog potrebno je definisati kriterijum koji odražava karakteristike mreže. Kako je obuhvat troškova direktno povezan sa principom naknada to je kompleksnost mreže kriterijum koji najbolje odražava karakteristike mreže. Prema ovom kriterijumu što je veća kompleksnost mreže to bi trebalo izabrati princip naknada koji obuhvata više (vrsta) troškova.

Na evropskom prostoru kompleksnost mreže prema statističkim podacima objavljenim u ECMT (2005) ide od 2,41 do 1,06 i moguće ih je kategorisati u pet grupa. Zemlje koje imaju kompleksnost mreže u vrednosti od 1 do 1,4 gde ukupna dužina koloseka otvorene pruge čini 40% ukupne dužine pruge, može se smatrati da je kompleksnost mreže vrlo mala. Sa druge strane ako je vrednost kompleksnosti mreže od 2,0 i više, ukupna dužina otvorene pruge je dva puta manja ili više od ukupne dužine pruge, tada se kompleksnost mreže može definisati kao "vrlo velika". Ovo je kriterijum sa linearnom preferencijom. U tom pogledu, Srbija po kompleksnosti pripada slabo kompleksnim mrežama sa vrednošću 1,07.

5.2. Produktivnost upravljača infrastrukture i operatora

U transportu produktivnost se iskazuje kao odnos između ostvarene mase transportnih usluga (putničkih i tonskih km) i mase uloženog živog rada izražene u vremenu. Kod železničkog transporta se uloženi živi rad može meriti i brojem zaposlenih jer je zbog uskih specijalnosti zaposlenih veoma malo povremeno angažovanje radne snage.

Ostvareni rad OP na železničkom tržištu se vrednuje putničkim i tonskim kilometrima dok se ostvareni rad UI izražava u voznim kilometrima. Međutim, ukupna produktivnost svih učesnika na mreži određuje njihovu poziciju na transportnom tržištu a time i visina troškova infrastrukture koju OP može da snosi a da ostane konkurentan na transportnom tržištu. Zato se mora posmatrati produktivnost UI sa operatorima a ne samo UI. Prema rečenom, manja produktivnost, zbog održavanja konkurentnosti OP, zahteva manji obuhvat troškova infrastrukture. I obrnuto, veća produktivnost omogućava primenu principa naknada sa većim

obuhvatom troškova infrastrukture.

Crozet (2004) takođe ukazuje da je produktivnost veličina koja ukazuje i na dugoročne ciljeve UI pa tako i treba sagledavati njenu značajnost u odnosu na izbor principa. Princip i sistem naknada je jedan od instrumenata koji, s jedne strane podstiče operatore da povećaju produktivnost i poboljšaju svoje poslovanje, a sa druge strane omogućava vlasniku infrastrukture da investira u podizanje kvaliteta infrastrukture

Veća produktivnost omogućava primenu principa sa većim obuhvatom troškova. Pojedini autori, ukazuju na okolnosti kada je adekvatno ostvariti veći obuhvat troškova uvođenjem *mark up* (Nash and Matthew, 2003; Nilsson Jan-Eric, 2002) odnosno pod kojim okolnostima se odlučiti za izbor MC+ principa.

Produktivnost se izražava u tzv. redukovanim tkm po 1 zaposlenom. Opšte je prihvaćeno da redukovani tkm predstavljaju sumu putničkih kilometara i tonskih kilometara u odnosu 1:1 zbog približne vrednosti usluge kod 1 pkm i 1 tkm. Produktivnost pojedinih železnica u Evropi se u 2005. kretala od $230 \cdot 10^3$ do $4.970 \cdot 10^3$ rtkm/1 zaposlenom.

6. ZAKLJUČAK

Na izbor principa naknada utiče više aktera sa različitim i suprostavljenim interesima. Sprovedena analiza ukazuje da se radi o višedimenzionalnom problemu koji zahteva višekriterijumski pristup u izboru.

Osnovna pitanja na koja treba odgovoriti prilikom definisanja kriterijuma koji utiču na izbor principa naknada su: u kom okruženju se donosi odluka o izboru principa, ko su akteri železničkog tržišta i kakve su njihovi interesi (relacije) u odnosu na izbor kriterijuma i kakva je strategija i politika društva u odnosu na otvaranje tržišta.

Kriterijumi za ocenu principa naknada mogu se grupisati u dve celine: (1) oni koji odražavaju efikasno korišćenje mreže i (2) oni koje ukazuju na politiku razvoja tržišta. Efikasnost korišćenja železničke mreže moguće je pratiti kroz analizu: kompleksnosti mreže, produktivnosti UI i OP i stepena iskorišćenja kapaciteta mreže. Kriterijumi koji reflektuju politiku razvoja tržišta mogu se pratiti kroz: dominantnu(e) kategoriju transportnih usluga, strategiju države u pogledu davanja subvencija železnici, usklađenosti razvoja naknada sa tržištem u okruženju itd.

LITERATURA

[1] Adler N., Nash C. etc, Barriers of Efficient Cost based Pricing of Rail, Air and Water Transport Infrastructure in Europe, IMPRINT-EUROPE Thematic Network "Implementing Pricing Policies in Transport and Packaging", Brussels, May, 2003

[2] Andersson M., Marginal Cost of Rail Infrastructure wear and tear for reight and passenger trains in Sweden, Procedings from 12th WCTR 2010, Lisabon, Portugal, pp. 1-21, 2010.

[3] Bugarinović M., Bošković B., Marginalni troškovi kao princip u određivanju naknada za korišćenje železničke infrastrukture", Zbornik radova naučno - stručne konferencije o železnici "ŽELKON'08", ISBN 86-80587-59-1, pp.243-246, CD izdanje, Niš, 2008.

[4] Gaudry M., Quinet E.: Rail track wear and tear costs by traffic class in France, First Conference on Railroad Industry Structure, Competition and Investment at the Institut D'Économie Industrielle (IDEI), pp. 1-26, Toulouse, 2003.

[5] Rothengatter W.: How good is first best? Marginal cost and other pricing principles for user charging in transport, *Transport Policy*, pp 121-130, 2003.

[6] Tsang C., Ho T.: Conflict Resolution through negotiation in a Railway open access market: a multi-agent system approach, *Transportation Planning and Technology* Vol. 29, No. 3, pp. 157-182., 2006.

[7] Wheat P., Smith A.: Assessing the marginal infrastructure wear and tear costs for Great Britain's railway network, *Journal of Transport Economics and Policy 42 (Part 2),* pp 189-224, 2006.

THE CHOICE OF THE RAILWAY INFRASTRUCTURE ACCESS CHARGES PRINCIPLE - MULTICRITERIA APPROACH

Mirjana BUGARINOVIĆ,
Branislav BOSKOVIC,

Abstract – There are more economic principles for definition of the access charges for the use of the railway infrastructure. The requests for access charges are very different: they need to cover IM cost, to enable the operator to offer competitive services and goverment to stands out the least subsidy. Multidimensionality and multiplicity of interests, states of infrastructure and transport markets in one country requires a research for a choosing of access charges principles. How to research defined issue, which criteria select for evaluation of the economic principles, by which methods to do principles evaluation?For the introduction of access charges these are the key questions that are needed to be answered. Some of the answers are presented in this paper.

Key words – rail infrastructure, access charges, multicriteria approach, criteria

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

JEDAN POGLED NA STVARANJE NOVOG KONCEPTA PREVOZA PUTNIKA ŽELJEZNICOM NA RELACIJI BAR-BEOGRAD

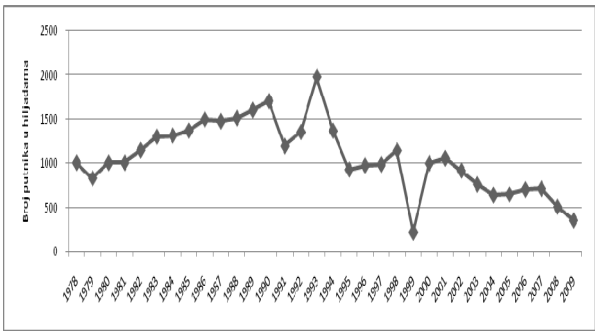
Rešad NUHODŽIĆ [1]

Rezime *– Relacija Bar-Beograd je najkonkuretnija relacija u prevozu putnika železnicom za Crnu Goru ali i za Srbiju. Međutim, trend smanjenja broja putnika započet 1991. godine još nije zaustavljen. Postavlja se pitanje šta treba raditi u budućnosti. Da li je potrebno samo obnavljati vozna sredstva i infrastrukturu ili je potrebno istovremeno mijenjati i koncept prevoza putnika na ovoj relaciji. U radu je izvršena analiza dosadašnjih trendova i date preporuke za novi koncept baziran na aktuelnim ulaznim parametrima koji su istraživani u okviru ovog rada.*

Ključne riječi – koncept, prevoz putnika željeznicom, trendovi, analiza

1. UVOD

Obim prevoza u putničkom saobraćaju na pruzi Bar-Beograd je od njenog završetka izgradnje (1976.) do 1992. godine je neprekidno rastao (slika 1). Međutim, od 1993. godine do danas obim prevoza neprekidno opada i ovaj trend još nije zaustavljen. Postavlja se pitanje šta je potrebno uraditi u narednom periodu da bi se negativni trend zaustavio i ostvario rast. Takođe, da li je to zaista moguće u današnjim tržišnim uslovima. Da li je potrebno samo obnavljati vozna sredstva i infastrukturu ili je potrebno istovremeno mijenjati i koncept prevoza putnika na ovoj relaciji.



Slika 1. Broj prevezenih putnika na relaciji Bar-Beograd u periodu od 1978-2009. godine

U odgovoru na ovo pitanje prvo je potrebno istražiti postojeće stanje i uzroke negativnih trendova i to kako u kapacitetima infrastrukture tako i voznih sredstava, odnosno pokazatelje njihovog stanja. Takođe, potrebno je izvršiti analizu pokazatelja nekadašnjeg i sadašnjeg koncepta prevoza putnika (frekvencije vozova, vremena polazaka, prosečni broj putnika po vozu, odnosi pojedinih kategorija putnika i dr.) kao i promjene koje su nastupile sa osamostaljivanjem Crne Gore kao države (smjena lokomotiva i lokomotivskog osoblja, i sl.).

Da bi se došlo do realno ostvarivog koncepta prevoza koji će privući putnike potrebno je provjeriti nekadašnje pretpostavke, bazirati se na današnjim ulaznim parametrima a zatim stvoriti novi koncept ili inovirati stari. Tom prilikom treba se fokusirati na nekoliko sledećih grupa problema i rješavati ih:

- Koji su to korisnici odnosno putnici na koje željeznica treba da se orijentiše u budućnosti;
- Izvršiti procjenu broja putnika po pojedinim segmentima tržišta;
- Izvršiti procjenu mogućnosti željezničke infrastrukture u narednih 5-10 godina u pogledu konkurentnih vremena prevoza, dinamike održavanja i prekida saobraćaja usljed održavanja koje će imati kao posledicu, održivosti reda vožnje, i sl.
- Definisati tehnološke zahtjeve za kvalitetnijom uslugom u pogledu: smjene lokomotiva i lokomotivskog osoblja, vremena polazaka i dolazaka vozova, zadržavanja u graničnim stanicama, i dr.

2. TRENDOVI U ŽELJEZNIČKOJ INFRASTRUKTURI

Željeznička infrastruktura je danas svakako najslabija karika u prevozu putnika na relaciji Bar-Beograd. Od momenta puštanja pruge u saobraćaj pa do sada, pruga nikada nije bila u lošijem stanju i nikada nije izvršen jedan cjeloviti generalni remont pruge. Pruga je jednokolosečna, dužine 454,8 km, većom dužinom je izgrađena u veoma teškim

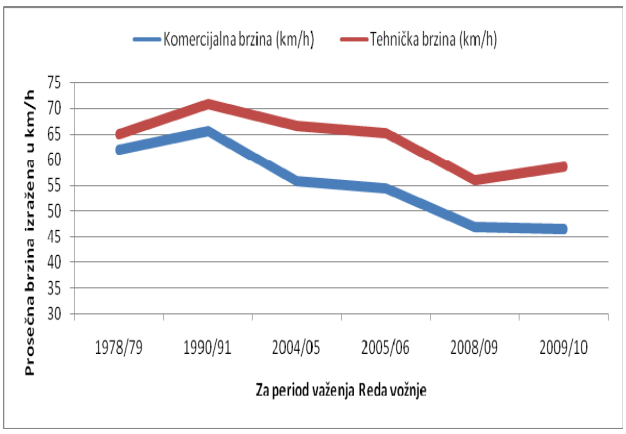
[1] mr Rešad NUHODŽIĆ, Željeznički prevoz Crne Gore, A.D., Podgorica, resad.nuhodzic@zpcg.com.

terenskim uslovima, sa velikim brojem objekata na pruzi što zahtijeva značajna sredstva i vrijeme za redovno održavanje.

Loše održavanje pruge dovodi do toga da se na određenim dionicama koje su u lošem stanju, zbog bezbjednosti saobraćaja, uvode lagane vožnje kao privremena mjera redukovanja redovne brzine kretanja vozova. Uzimajući u obzir da je najniža projektovana brzina na pruzi bila 70 km/h i da su lagane vožnja u prosjeku između 10 i 30 km/h, onda današnja ukupna dužina laganih vožnji od približno 118 km (26% dužine pruge) predstavlja takvu prepreku, koja željezničkim prevoznicima onemogućava konkurentnost u odnosu na vazdušni saobraćaj a i na drumski saobraćaj s obzirom na pogodnosti koje on pruža.

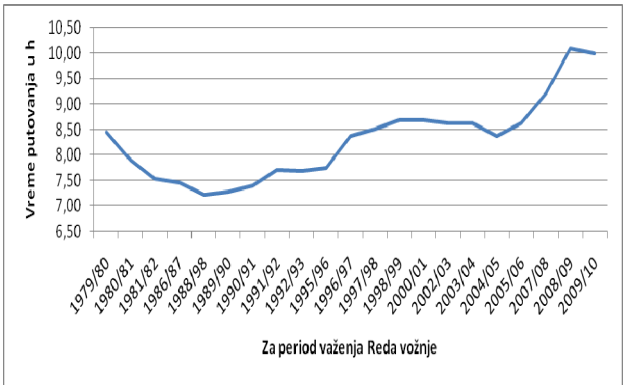
Dužina i broj laganih vožnji je svake godine u porastu, a kada se one ne saniraju na vrijeme, lagana vožnja kao privremena mjera prelazi u trajnu meru. Ako uz dionice pod laganom vožnjom dodamo i dionice sa ograničenom brzinom, kao i dionice kod kojih je izvedena brzina niža od projektovane (npr. zbog malog poluprečnika krivine), imamo situaciju da je na pruzi veoma mali broj dionica na kojima je dozvoljeno kretanje vozova projektovanom brzinom. (Na slici 3 je prikazan trend opadanja komercijalne i tehničke brzine između 1978. i 2009. godine.) U 2009. godini, prosječna komercijalna brzina je iznosila 42 km/h što je smanjenje za 33% u odnosu nekadašnju najveću komercijalnu brzinu (1989. godine).

U skladu sa tim, produžilo se i prosječno vrijeme putovanja svih vozova na pruzi (slika 4). Pored toga, česta su zakašnjenja vozova kao posledica sve većeg broja otkazivanja signalno-sigurnosnih uređaja, kontaktne mreže ali i loše organizacije železničkog saobraćaja (nerealni redovi vožnje i turnusi lokomotiva u odnosu na stanje voznih sredstava). Stanje signalno-sigurnosnih (SS) i telefonsko-telegrafskih (TT) uređaja i kontaktne mreže najbolje ilustruje podatak da je dužina smetnji samo na dijelu pruge kroz Srbiju na godišnjem nivou oko 700.000 minuta ili na dnevnom nivou oko 32 sata.



Slika 2: Uporedni prikaz prosječnih tehničkih i kom. brzina u periodu 1978-2009. Godine

Pored ovoga, treba naglasiti da je, od sticanja nezavisnosti Crne Gore, došlo do promjene tehnologije rada na graničnim stanicama Prijepolje teretna i Bijelo Polje koje su postale granične stanice. U pomenutim stanicama se vrši smjena lokomotiva i voznog osoblja, kao i carinski pregled i pregled putnih isprava što je produžilo vrijeme vožnje za dodatnih 30 minuta počevši od Reda vožnje za 2007/08. godinu.



Slika 3: Prosječno putovanje putničkih vozova na relaciji Bar-Beograd u periodu 1979-2009. god.

Svi navedeni pokazatelji ukazuju da će biti potrebno mnogo sredstva i napora da bi se u nekom narednom periodu i razumnom roku pruga vratila samo u projektovano stanje, bez ikakve modernizacije ili izgradnje drugog kolosijeka na pruzi.

3. TRENDOVI KAPACITETA VOZNIH SREDSTAVA

Trendovi kod voznih sredstava prate trendove u infrastrukturi. Višedecenijsko neulaganje u kolski park, dovelo je do znatnog smanjenja kapaciteta i kvaliteta usluge. Prosječna starost sredstava je izuzetno velika. Kolski park običnih kola ŽS (1. i 2. razreda) danas je praktično prepolovljen u odnosu na 1982.godinu. Međutim, stanje otežava činjenica da su, i ona kola koja su u saobraćaju, pretrpjela (i danas trpe) značajna oštećenja enterijera. Oštećenja i otuđenja inventara kola su česta dok je voz u pokretu i dok su kola garirana na kolosijecima tehničko-putničkih stanica, zbog slabe zaštite. Takođe, nenaplata nastalih šteta i opravke ovih kola, te kvarovi na uređajuma za grijanje kola i osvjetljenja, nehigijena, predstavljaju osnovne uzroke drastičnog opadanja kvaliteta i komfora.

Za razliku od ŽS, ŽPCG je u poslednje dvije godine napravio značajne korake ka poboljšanju putničkog kolskog parka za daljinski saobraćaj. U 2009. je izvršen remont 10 putničkih kola 1. i 2. razreda koja se isključivo koriste za daljinski saobraćaj. Ova kola zajedno čine dve garniture i koriste se za dnevni InterCity saobraćaj (nastavak poslovnih vozova na istoj relaciji) između Beograda i Bara.

Negativni trendovi su nešto blaži kod kola sa

ležajevima (Ac i Bc), spavaćih kola (WLAB), bife kola i kola restorana (BR i WR). Železnicki prevoz Crne Gore u svom parku nije posedovao ova putnička kola sve do 2000. godine kada su od Francuskih železnica kupili 19 kola sa ležajevima i 10 spavaćih kola koja se koriste isključivo na relaciji Bar-Beograd.

4. POKAZATELJI DOSADAŠNJEG KONCEPTA PREVOZA

Analiza stanja železničke infrastrukture i stanja voznih sredstava jasno pokazuje da su koncept i organizacija željezničkog saobraćaja bili uslovljeni prvenstveno stanjem osnovnih sredstava a ne potražnjom korisnika željezničkog saobraćaja. Tokom godina su se sastavi vozova dosta izmijenili prvenstveno uslovljeni ispravnošću kola.

Nekada (1984. godine) putnička kola 1. i 2. razreda su činila 89% od ukupnog dnevno ponuđenog kapaciteta u vozovima na relaciji Bar-Beograd. Vremenom se ovaj procenat učešća smanjivao, tako da su 2007. godine ova kola po kapacitetu bila zastupljena sa 54%. Primjer kola 1. razreda je izrazit: 1984. godine činila su 19% od ukupnog kapaciteta u vozovima dnevno, 2007. godine oko 6%, a danas i ne postoje u ponudi. Danas iz ove kategorije ponude postoje samo kola 2. razreda, čime se značajno smanjio ponuđeni komfor u vozovima i time smanjio izbor potencijalnih putnika.

Sezonske oscilacije su izrazite a špic je tokom ljetne sezone. Za ljetne mjesece (juli i avgust) koeficijent neravnomernosti je oko 2. S obzirom na veličine mreža Crne Gore i Srbije i broj relacija, ovako visoke neravnomernosti predstavljaju značajan problem u planiranju i efikasnom korišćenju kapaciteta za prevoz putnika. Ovo se naročito odnosi na ŽPCG AD.

5. PRETPOSTAVKE ZA NOVI KONCEPT PREVOZA

Prethodna analiza ukazuje na sledeće činjenice u odnosu na putnički saobraćaj na relaciji Bar-Beograd:

1) Pruga Bar-Beograd je najkonkurentnija relacija u prevozu putnika željeznicom i za Srbiju i za Crnu Goru i to u odnosu i na vazdušni i na drumsku saobraćaj.
2) Negativni trendovi kako u odnosu na broj prevezenih putnika, pokazatelje stanja infrastrukture, pokazatelje stanja mobilnih kapaciteta, tako i kvaliteta ponuđene usluge još nisu zaustavljeni.
3) Jake sezonske neravnomjernosti u postojećim uslovima onemogućavaju efikasno korišćenje kapaciteta.
4) Procesi restrukturiranja su u toku u obe države što ukazuje na nedostatak resursa za zajedničko djelovanje. Pri tome je dinamika restrukturiranja neusklađena što onemogućuje zajedničke projekte u putničkom saobraćaju koji su neminovnost ukoliko se želi povećanje obima prevoza na ovoj relaciji.

U ovakvim uslovima se postavlja pitanje da li je potrebno samo obnavljati vozna sredstva i infrastrukturu ili je potrebno istovremeno mijenjati i koncept prevoza putnika na ovoj relaciji.

U odgovoru na ovo pitanje pošlo se od istraživanja postojećeg stanja i uzroka negativnih trendova. Sveukupne promjene u zadnjih 20 godina (raspad SFRJ i osamostaljivanje države Crne Gore, granični prelazi kao nove tačke prekida saobraćaja, tranzicija društva i Srbije i Crne Gore, restrukturiranje i privatizacija privrede, značajne migracije stanovništva i u Srbiji i u Crnoj Gori) ukazuju na to da su se promijenili generatori putovanja na ovoj relaciji. Dakle, promijenili su se tokovi, struktura i zahtjevi putnika i stoga je potrebno jedno cjelovito istraživanje svih uticajnih faktora sa kvantifikacijom pojedinih parametara, tokova i objektivna modal-split analiza na relaciji.

Samo prethodno nabrojane činjenice ukazuju da se renesansa željezničkog putničkog saobraćaja na ovoj relaciji ne može očekivati samo kupovinom novih mobilnih kapaciteta (garniture i kola) i podizanjem kvaliteta infrastrukture već da se mora osmisliti novi koncept i ponuda na ovoj relaciji. U izgradnji novog koncepta prevoza putnika na relaciji Bar-Beograd potrebno je bazirati se na novim pretpostavkama. Fokus mora da bude na nekoliko grupa problema koje je potrebno istraživati i rešavati:

- Izvršiti objektivnu procjenu mogućnosti železničke infrastrukture u narednom periodu u pogledu konkurentnih vremena prevoza, dinamike održavanja i prekida saobraćaja koji će za posledicu imati poremećaje u redu vožnje i slično.
- Istražiti uticaj opredjelenja Crne Gore u pogledu razvoja turizma i njene zahtjeve u tom pogledu u odnosu na prugu Bar-Beograd.
- Istražiti i doći do relevantnih odgovara na pitanje koji su to korisnici odnosno putnici na koje željeznica treba da se orijentiše u svojoj ponudi budućnosti.
- Izvršiti procjenu broja putnika po pojedinim segmentima tržišta;
- Definisati tehnološke zahtjeve za kvalitetnijom uslugom u smislu: vremena polazaka i dolazaka vozova, zaustavljanja i zadržavanja u pojedinim stanicama, zadržavanja u pograničnim stanicama, eliminisanje vremenskih gubitaka zbog smjene lokomotiva i lokomotivskog osoblja, i dr.

Uzimajući u obzir sva globalna kretanja, kako u društvu tako i na železnici, preliminarni odgovori na ova pitanja, za koja su potrebna dublja istraživanja, ukazuju na sledeće **elemente novog koncepta**:

1) Bar-Beograd je dugolinjska relacija i putnički saobraćaj može biti konkurentan u dnevnim periodima samo sa značajnim skraćenjem vremena putovanja što zahtijeva pojačanu rehabilitaciju i rekonstrukciju infrastrukture.
2) Poboljšanje infrastrukturnih pretpostavki se ne može realizovati u kraćem roku pa je potrebno zadržati i razviti kvalitetnu ponudu u noćnim vozovima sa kolima sa ležajevima.
3) Povećanje obima prevoza je nemoguće realizovati bez povećanja frekvencije vozova i to je pretpostavka za povećanje prevoza putnika.
4) Zbog različite strukture putnika i njihovih zahtjeva, poboljšanje udobnosti (komfora) u vozovima se mora razvijati u ponudi sa više klasa.
5) U skladu sa prethodnim neophodno je ići na diferenciranje cena kao načinom upravljanja uslugom i podsticanjem mušterija da plate za udobnost.
6) Ponuda različitih klasa usluge znatno povećava složenost usluge i, opet, ima opravdanje samo na frekventnim relacijama.
7) Uvesti sistem rezervacija koji će biti jednostavan i koji će omogućiti željeznici da bolje planira kapacitete.
8) Gdje god je moguće obogatiti sadržaje želj. stanica sa razvijanjem komercijalnih sadržaja.
9) Postići dogovor dvije države o zajedničkoj realizaciji "obaveze javnog prevoza" (OJP) na ovoj međunarodnoj relaciji koja će omogućiti razvoj frekvencije i kvalitetne ponude u vozovima do momenta postizanja konkuretnosti željezničke usluge.
10) Omogućiti potpunu odgovornost jednog prevoznika na cijeloj relaciji za usluge, stvoriti na taj način prepoznatljivost davaoca usluge u vozu, i time razvijati tržište na ovoj relaciji koje će dovesti do poboljšanja usluga i racionalizacije troškova.

6. ZAKLJUČAK

Rezimirajući sprovedene analize, istorijski razvoj Srbije i Crne Gore i njenih privreda i veza, konkurentnost i prespektive željezničke i drumske infrastrukture na relaciji Bar-Beograd kao i razvoj vazdušnog saobraćaja može se zaključiti sledeće:

- Negativni trendovi u prevozu putnika na relaciji Bar-Beograd nisu još zaustavljeni.
- Potrebno je realno sagledati planove i mogućnosti u razvoju željezničke i druge transportne infrastrukture na ovoj relaciji.
- Segmentirati i kvantifikovati tržište kao i zahtjeve putnika.
- Stvoriti realan, ali agresivan, koncept putničkog saobraćaja na dugoročnoj osnovi sa fazama realizacije.
- Mada se radi o daljinskoj i međunarodnoj relaciji, u prvoj fazi obezbijediti podršku vlada Srbije i Crne Gore za definisanje kvalitetne ponude kroz obavezu javnog prevoza.
- Otvoriti tržište na pruzi (relaciji) kroz jedinstvenu uslugu prevoznika i na taj način omogućiti podizanje kvaliteta usluge.

LITERATURA:

[1] "Biznis plan "Željeznice Crne Gore" A.D. za period 2006.-2010. Godina", Agencija "RS" – Beograd, 2006., Knjiga 3: Biznis plan ŽCG – "Prevoz" DOO
[2] "General Master Plan for Transport in Serbia", Italferr –Italia, Witteveen Bos – Netherlands, NEA–Netherlands, Insitute for Research and Design in Commerce &Industry–Belgrade, Ref. EuropeAid/125976/D/SER /YU, Belgrade, 2009.
[3] Jugoslovenske železnice, Izvodi knjižica reda vožnje od 1979/80 do 2005/06, Želnid, Beograd;
[4] „Studija opravdanosti nabavke EMG za lokalni željeznički saobraćaj u Crnoj Gori", Institut Saobraćajnog fakulteta, Beograd, 2009.
[5] "Strategija restrukturiranja Željeznica Crne Gore A.D.", Vlada Republike Crne Gore, 2007.
[6] Statistike JŽ za 1982-2005. godinu, Želnid, Beograd;
[7] Železnice Srbije, Izvodi knjižica reda vožnje za 2007/08, 2008/09, 2009/10, Želnid, Beograd;
[8] Železnice Srbije, Izveštaj o poslovanju za 2006. i 2007., Beograd, Srbija;
[9] Železnice Srbije, STU uz redove vožnje deo A, za 1984, 2002, 2007 i 2010. godinu, Želnid, Beograd;
[10] Željeznički prevoz Crne Gore AD, Saobraćajno transportno uputstvo (STU – ŽPCG), uz redove vožnje deo A, za 2008, 2009 i 2010. godinu; Podgorica;

ONCE REVIEW ON GENERATION A NEW CONCEPT RAILWAY PASSENGER TRANSPORT ON RAILWAY LINE BAR - BELGRADE

Rešad NUHODŽIĆ

Abstract - Bar-Beograd is the most competitive railway passenger line for Montenegro and also Serbia. However, number of passengers in trains, since 1991. to present day is still declining. To stop negative trend what are possible solutions and options in future. Is right way to purchase rolling stock and renewal infrastructure only, or in the same time make some changes in concept of passenger transport on this line. In this paper was analised trends and recommendation for a new transport concept which is based on real condition and parameters which are investigating in this paper.

Key words – koncept, railway passenger transport, trends, analysa

XIV НАУЧНО-СТРУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА О ЖЕЛЕЗНИЦИ ЖЕЛКОН '10

АКТУЕЛНА ПРОБЛЕМАТИКА УКРШТАЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ И ДРУМСКЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ

Александар НАУМОВИЋ[1]
Синиша МАРИЋ[2]

Резиме *– Законске основе. Начини укрштања железничке и друмске инфраструктуре. Неусклађеност прописа. Примери непознавања и непоштовања прописа од стране јавних предузећа. Најчешћи проблеми који се јављају у пракси вазано за денивелисане укрштаје. Најчешћи пробелеми који се јављају у пракси везано за укрштаје у нивоу.*

Кључне речи –железничка пруга, пут, укрштај, путни прелаз, подвожњак, надвожњак

1. УВОД

Железничка пруга и пут, иако спадају у "сувоземну" саобраћајну инфраструктуру, по њима се, услед суштински различитих возних средстава, обављају два веома тешко упоредива вида саобраћаја.

Док су услови одвијања друмског саобраћаја релативно флексибилни (чак и на аутопутевима), железнички саобраћај се одвија под веома крутим и захтевним условима. Ово произилази из тога што код железнице, маса возила, дужина зауставног пута, као и елементи плана и профила железничке пруге имају вредности од 10 до 100 веће него што је то случај код друмских саобраћајница.

Самим тим, укрштања железничке пруге и пута је далеко сложенији проблем него што је међусобно укрштање две друмске саобраћајнице.

2. ЗАКОНСКЕ ОСНОВЕ

Укрштање железничке и друмске инфраструктуре у Републици Србији регулисана је следећим законима:

- Законом о железници (Службени.гласник Републике Србије број 18/2005)
- Законом о безбедности у железничком саобраћају (Службени .лист СРЈ број 60/1998)
- Законом о јавним путевима (Службени гласник Републике Србије број 101/2005)
- Законом о безбедности саобраћаја на путевима (Службени.гласник Републике Србије број 41/2009)
- Правилником о начину укрштања железничке пруге и пута - Правилник 322 (Службени лист СРЈ број 72/1999)
- Интерним железничким правилницима.

3. НАЧИНИ УКРШТАЊА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ И ДРУМСКЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ

Укрштање железничке пруге и пута може се остварити денивелисано или у нивоу.

Укрштај ван нивоа (денивелисан укрштај) се може остварити изградњом друмског моста (надвожњака) изнад железничке пруге, или изградњом железничког моста (подвожњака) тако да се пут проведе испод железничке пруге. Приликом планирања и изградње денивелисаног укрштаја, невезано да ли се ради о надвожњаку или подвожњаку, потребно је тежити да се укрштај изведе под правим углом. Наиме, што је угао укрштања различитији од правог угла, компликују се услови и расту трошкови изградње моста.

Основна предност денивелисаног укрштаја пруге и пута огледа се у потпуном раздвајању железничког и друмског саобраћаја, чиме се гарантује дугорочан висок ниво безбедности и поузданости на месту укрштаја. Негативан аспект денивелисаног укрштаја се огледа у знатним инвестиционим трошковима изградње.

Укрштај у нивоу - путни прелаз, услед мањих

[1] Александар НАУМОВИЋ, дипл.грађ.инж, ЈП "Железнице Србије", Сектор за стратегију и развој, Београд, Немањина 6, aleksandar.naumovic@srbrail.rs.
[2] Синиша МАРИЋ, дипл.саобр.инж, ЈП "Железнице Србије", Сектор за стратегију и развој, Београд, Немањина 6, sinisa.maric@srbrail.rs.

инвестиционих улагања потребних за изградњу, краткорочно представља знатно приступачније решење од денивелисаног укрштаја. С друге стране, путни прелаз представља слабо место у колосеку, а услед пресецања токова друмског и железничког саобраћаја, на путном прелазу, без обзира на примењени ниво осигурање и предузете мере за очување безбедности саобраћаја, увек може доћи до ванредног догађаја.

Дозвољени угао укрштања пруге и пута на путном прелазу не сме бити мањи од 60^0.

За разлику од денивелисаних укрштаја, где не постоје ограничења у смислу броја колосека, ранга пута или густине саобраћаја, путни прелази нису дозвољени у следећим случајевима:

- код укрштања железничке пруге и аутопута,
- код укрштања пруге и пута у станичном простору између улазних, односно излазних скретница од којих почињу станични колосеци,
- код укрштања пруге и пута који нема својство аутопута, али је саобраћај на путу врло густ (више од 7.000 моторних возила у току 24 часа) или ако је железнички саобраћај на прузи учестао (више од 120 возова у току 24 часа на једноколосечној односно више од 250 возова на двоколосечној прузи), према Правилнику 322,
- код укрштања железничке пруге и државног пута првог реда (према Закону о јавним путевима),
- укрштање некатегорисаних путева са железничком пругом изводи се усмеравањем истих на најближи јавни пут који се укрешта са односном железничком инфраструктуром (ако то није могуће, потребно је извршити међусобно повезивање више некатегорисаних путева и извести њихово укрштање са железничком инфраструктуром на једном месту).

4. НЕУСКЛАЂЕНОСТ ПРОПИСА

Што се тиче напред наведене законске основе, постоје две врсте неусклађености прописа:

- међусобна неусклађеност железничких прописа и
- неусклађеност прописа из области железничког и друмског саобраћаја.

Чланом 31. Закона о железници, прописано је да размак између два укрштања железничке инфраструктуре и јавног пута не може бити мањи од 2.000 метара. Овако формулисан размак између два укрштаја односи се и на укрштаје ван нивоа и на укрштаје у нивоу, али је у пракси неприменљив.

С друге стране, Чланом 9. Правилника 322, растојање од 2.000 метара између два суседна путна прелаза се односи само на магистралне пруге на којима је највећа допуштена брзина до 100km/h (изузетно 1.500 метара), док је за магистралне пруге са највећом допуштеном брзином већом од 100km/h ово растојање повећано на 2.500 метара (изузетно 2.000 метара). Истим чланом Правилника 322, на осталим железничким пругама се прописује минимално растојање између два суседна путна прелаза од 1.000 метара (изузетно 700 метара).

Док Закон о железници, Закон о безбедности железничког саобраћаја и Правилник о начину укрштања железничке пруге и пута дозвољавају укрштаје у нивоу железничких пруга и државних путева првог реда, Чланом 32. Закона о путевима то је изричито забрањено (што се у пракси примењује само код аутопутева, а не и код осталих државних путева првог реда).

Чланом 153. Закона о безбедности саобраћаја на путевима, прописано је да се на путном прелазу са савременим коловозним застором морају поставити семафори којима се најављује приближавање воза. Истим чланом Закона о безбедности саобраћаја на путевима је прописана обавеза постављања браника или полубраника, којима могу бити придодати уређаји за давање звучних знакова који упозоравају на спуштање браника, односно полубраника. Ово је, осим што је нерационално са аспекта безбедности, непримерено актуелној ситуацији (на мрежи пруга ЈП "Железнице Србије" на мање од 25% путних прелаза постоје браници или полубраници), такође и у супротности са Чланом 6. Правилника 322, којим се дефинишу следећи начини осигурања путних прелаза:

- саобраћајним знаковима на путу и троуглом прегледности,
- светлосним саобраћајним знаковима и саобраћајним знаковима на путу,
- полубраницима са светлосним саобраћајним знаковима и саобраћајним знаковима на путу,
- браницима и саобраћајним знаковима на путу,
- непосредним регулисањем саобраћаја на путном прелазу и посебним мерама у одређеним случајевима,
- оградама или другим уређајима на путним прелазима за пешаке и бициклисте.

Напред наведене неусклађености, у пракси често служе као изговор за непоштовање прописа, првенствено од стране локалних самоуправа, али и од стране ЈП "Путеви Србије".

Најчешћи пример непоштовања прописа је

лоцирање путних прелаза на растојањима краћим од минимално дозвољених. На нашој мрежи пруга постоји велики број путних прелаза лоцираних неусаглашено са важећим прописима. Јавна предузећа локалних самоуправа, уместо да планирају свођење постојећих путних прелаза на број усклађен са законом прописаним минималним растојањем између два суседна путна прелаза, доста често према ЈП "Железнице Србије" иступају са захтевима за отварање нових путних прелаза на растојањима краћим и од изузетно дозвољених минималних вредности. При томе се позивају на неусклађеност прописа и недостатак финансијских средстава за изградњу денивелисаних укрштаја.

Такође, није редак случај да јавна предузећа локалних самоуправа наступају са ставом да их интерни железнички правилници не обавезују. То би можда формално правно и било тачно, да се у највећем број случајева не ради о непризнавању Правилника 322, који није интерни железнички правилник, већ подзаконски акт објављен у Службеном листу СРЈ, те је стога обавезујући за све. С друге стране, када је према Правилнику 322 на путном прелазу довољан ниво осигурања троугловима прегледности и саобраћајним знаковима на путу, тада се од стране локалне самоуправе оберучке прихвата Правилник 322, а не Закон о безбедности саобраћаја на путевима, који априори захтева минимум полубранике на путном прелазу.

ЈП "Путеви Србије" се, приликом издавања за реконструкцију и модернизацију железничке инфраструктуре, чврсто држе одредби Закона о путевима, захтевајући од ЈП "Железнице Србије" да о свом трошку денивелише постојеће укрштаје у нивоу железничке инфраструктуре и државних путева првог реда, а с друге стране, када врши радове на својој инфраструктури, позива се на одредбе Правилника 322, избегавајући денивелацију путних прелаза. Дешава се и да се у оквиру радова на државној друмској инфраструктури игнорише путни прелаз, с формалним образложењем да је то део железничке пруге, а не пута, па се радови изведу до и од путног прелаза. Најдрастичнији пример представља реконструкција државног пута првог реда Панчево - Вршац (раније магистрални пут М-1.9), када реконструкцијом није обухваћен путни прелаз код Алибунара, тако да је на њему профил пута редукован, а путни прелаз није ни реконструисан ни денивелисан (угао укрштања око 45^0, путни прелаз осигуран механичким браницима), што се негативно одражава, како на ниво услуге на путу, тако и на безбедност одвијања оба вида саобраћаја.

5. НАЈЧЕШЋИ ПРОБЛЕМИ КОЈИ СЕ ЈАВЉАЈУ У ПРАКСИ ВЕЗАНО ЗА УКРШТАЈЕ ЖЕЛЕЗНИЧКЕ И ДРУМСКЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ

Мада се на први поглед код денивелисаних укрштаја железничке пруге и пута не очекују проблеми, то у пракси није тако.

Код подвожњака се проблеми јављају углавном везано за висину светлог отвора подвожњака. Вангабаритна друмска возила приликом проласка кроз подвожњак оштећују конструкцију објекта. Код армирано-бетонских подвожњака, оштећења се углавном своде на оштећења бетонске кошуљице, док је код челичних конструкција, услед својстава материјала, проблем далеко озбиљнији. Приликом удара друмског возила у челичну конструкцију железничког моста, обавезно долази до деформације конструкције, што аутоматски повлачи и деформацију колосека на мосту, чиме се директно угрожава безбедност одвијања железничког саобраћаја.

Основни проблем везан за друмске надвожњаке изнад електрифицираних железничких пруга односи се на висину коте доње ивице конструкције надвожњака изнад коте горње ивице шине на прузи. Чланом 10. Закон о безбедности у железничком саобраћају је прописано да железничку пругу, између осталог чини и пружни појас са обе стране пруге и ваздушни простор висине 12 метара изнад горње ивице шине. Како је Чланом 46. Закона о железници дата изузетна могућност (под одређеним условима) изградње објеката и постављање инсталација на удаљености мањој од 25m од осе крајњег колосека (па и у пружном појасу), у пракси се надвожњаци изнад железничке пруге граде на висини мањој од 12m по правилу, а не изузетно (изузетно се граде на већој висини).

У циљу уштеде приликом изградње новог надвожњака (односно приликом електрификације пруге испод постојећег надвожњака), пројектанти и инвеститори надвожњака теже томе да предметна висина буде ограничена висином слободног профила за електрифициране пруге, што износи 6,00m (изузетно 5,80m). С друге стране, у пракси је доказано да се, код изградње и одржавања друмских надвожњака изнад железничких пруга са висинама коте доње ивице конструкције изнад коте горње ивице шине мањих од 7,30m, поред неопходности примене специјалних решења контактне мреже (што се негативно одражава на експлоатацију железничке инфраструктуре), услед немогућности постављања фиксних скела (како за извођење радова, тако и за заштиту железничке пруге, а нарочито за заштиту елемената контактне мреже) обавезно јављају значајни проблеми везани за очување редовитости

и безбедности одвијања железничког саобраћаја.

Проблеми везани за путне прелазе су везани првенствено за безбедност одвијања саобраћаја.

Законом о безбедности саобраћаја на путевима непоштовање саобраћајне сигнализације на путном прелазу и пролаз возила преко путног прелаза у тренутку када су спуштени браници или полубраници санкционише само прекршајно, иако судар воза и друмског возила на путном прелазу не може а да не буде кобан. Иначе, чак 12% укупног броја ванредних догађаја на нашој националној железничкој мрежи се дешава на путним прелазима.

Иако су Законом о безбедности саобраћаја н аутопутевима учесници у друмском саобраћају обавезани да пропусте воз који наилази на путни прелаз, по правилу се, након удеса на путном прелазу, у медијима као кривац означава машиновођа.

Непоштовање спуштених полубраника се негативно одражава на безбедност и услед тога што оштећење мотки полубраника избацује уређај путног прелаза из система осигурања, тако да, до поправке уређаја на путном прелазу не постоји адекватан ниво осигурања.

Посебан проблем представљају постојећи путни прелази, који су лоцирани и/или изграђени тако да не задовољавају законом прописане стандарде. Код реконструкције железничке инфраструктуре, ако такав путни прелаз није могуће укинути или га реконструисати у складу са прописима, мора се прибећи непрописним решењима, што дугорочно може имати негативан утицај са аспекта безбедности одвијања железничког саобраћаја.

Као посебан проблем потребно је навести укрштање пешачких и бициклистичких стаза са железничком инфраструктуром. Пешачке стазе се могу укрстити денивелисано (пасарела изнад пруге или потходник испод пруге) или у нивоу (пешачки прелаз). Услед неадекватног санкционисања непрописног прелажења пруге од стране пешака, код нас се у пракси денивелисани укрштаји слабо користе а пешаци масовно прелазе железничке колосеке непосредно уз пасареле или потходнике. На тај начин пешачки прелази, иако представљају укрштаје у нивоу, практично постају безбеднији од пасарела и потходника.

6. ЗАКЉУЧАК

Из претходног текста може се уочити да проблеми везани за укрштање железничке и друмске инфраструктуре углавном леже у неусклађености прописа из ове области.

Превазилажење наведених проблема неће бити могуће без потпуног међусобног усаглашавања законске регулативе из предметне области, као ни без усаглашавања са савременом европском законском регулативом, али уз уважавање реалног стања и потреба.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Закон о железници, Службени.гласник Републике Србије број 18/2005
[2] Закон о безбедности у железничком саобраћају, Службени лист СРЈ број 60/1999
[3] Закон о јавним путевима, Службени гласник Републике Србије број 101/2005
[4] Закон о безбедности саобраћаја на путевима, Службени гласник Републике Србије број 41/2009
[5] Правилник о начину укрштања железничке пруге и пута, Службени лист СРЈ број 72/1999

CURRENT PROBLEMS REGARDING RAILWAY AND ROAD INTERSECTION INFRASTRUCTURE

Aleksandar NAUMOVIC
Sinisa MARIC

Abstract: Legal basis. Manner of intersection of the railway and road infrastructure. Examples of ignorance and disregard of regulations by public enterprises. Most frequent practical problems occurring in regard to difference of level intersection. Most frequent practical problems occurring in regard to f level track intersection.

Key words - railway, road, level crosssing, underpass, overpass

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

AERODINAMIČKI EFEKAT VOZA NA OSOBE NA PERONU

Dragan MILKOVIĆ[1]
Goran SIMIĆ[2]

Rezime *– Aerodinamički efekat koji stvara voz pri prolasku kroz stanicu može predstavljati potencijalnu opasnost za ljude i objekte koji se nalaze u njegovoj blizini. U ovom radu je dat prikaz analize jednog nesrećnog slučaja koji se desio na ŽS. U okviru sprovedene analize mereni su intenzitet aerodinamičke sile na putnika, brzina kretanja voza, kao i buka koju voz emituje pri prolasku. Data je ocena objektivnih i subjektivnih uticaja na putnika.*

Ključne reči – aerodinamička sila, putnik, peron, nesrećni slučaj

1. UVOD

Aerodinamički efekat koji proizvodi voz pri kretanju može biti potencijalna opasnost za opremu i ljude koji se nalaze u njegovoj blizini [1]. S obzirom da se u prethodnom periodu desio veći broj nesrećnih slučajeva u različitim zemljama izazvanih ovim efektom, u ovom radu je predstavljena analiza jednog nesrećnog slučaja i ispitivanje kojim se procenjuju subjektivni i objektivni uticajni faktori. Kako će ovakav događaj uticati na putnike koji stoje na staničnom peronu uglavnom zavisi od dve grupe faktora:

1. nivoa aerodinamičkog strujanja i indukovane pritisne sile,
2. stabilnosti putnika izloženog ovom efektu.

1.1. Nivo indukovane pritisne sile

Nivo indukovane pritisne sile zavisi od:

- brzine voza,
- površine poprečnog preseka voza,
- oblika čeone površine voza,
- sastava voza (po tipovima vagona),
- pozicije, oblika i veličine objekata u blizini,
- rastojanja od prolazećeg voza,
- površina poprečnog preseka fugure putnika u odnosu na front udarnog talasa,
- uzdužne ose putnika u odnosu na pravac kretanja voza, itd.

1.2. Stabilnost putnika

Stabilnost putnika zavisi od:

- visine težišta putnika,
- površine oslanjanja na podlogu i pravac prema osi strujanja,
- fizička konstitucija, pol, starost,
- stepen pripremljenosti za prijem udara,
- raspoloživ prostor za iskoračivanje u cilju prilagođavanje kritične ivice prema pravcu dejstva pritiska,
- ostali psihofizički uticaji, kao što su buka, vizuelni efekti, bliskost drugih osoba ili predmeta, itd.

Slika 1. Lutka za ispitivanje postavljena na peron

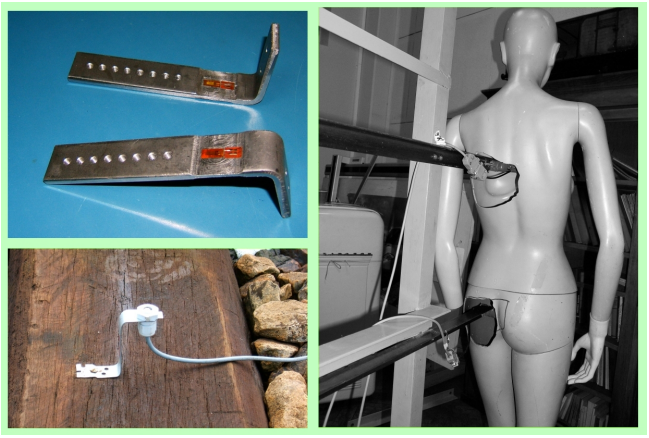
[1] mr Dragan MILKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu - Mašinski fakultet, Kraljice Marije 16, dmilkovic@mas.bg.ac.rs.
[2] Prof. dr Goran SIMIĆ, Univerzitet u Beogradu - Mašinski fakultet, Kraljice Marije 16, gsimic@mas.bg.ac.rs.

2. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

Da bi se odredila merodavna sila aerodinamičkog udara, kao najsigurnija metoda je izabrano direktno merenje sile pomoću lutke koja je opremljena odgovarajućim instrumentima za merenje sile. Upotrebljena je lutka ženske osobe prosečnih konfekcijskih mera. Da bi se isključili svi ostali uticaji, lutka je okačena na odgovarajuću konstrukciju sa kojom je povezana samo preko mernih uređaja, tako da su joj stopala odvojena od podloge [2] (slika 1). Korišćeni davači za merenje sile su jednoosni davači na bazi mernih traka, specijalno napravljeni za ovu namenu (slika 2- levo). Pre ugradnje davači su kalibrisani etalon tegovima. Davači sile sa težištem lutke čine vertikalu čime se eliminiše uticaj sopstvene težine na merenje sile udara (slika 2- desno).

Za postizanje reprezentativne površine i uslova na spoljašnjim površinama, lutka je obučena u mantil.

Za merenje brzine voza u pokretu korišćen je merni sistem sa dva optička davača postavljena na kolosek na poznatom izmerenom rastojanju (slika 2 - levo).



Slika 2. Lutka sa davačima

Pored merenja sile i brzine voza merena je i buka u visini ljudskog uha na rastojanju od 0,6 m od ivice perona. Merenje je vršeno davačem za merenje nivoa buke SLM2230 proizvodnje Brüel & Kjaer. Cilj merenja nivoa buke je određivanje jednog od dopunskih psihofizičkih uticaja na putnike na peronu.

Širina perona na kome je vršeno merenje je 1600 mm. Prilikom izbora mesta za postavljanje lutke, cilj je bio da se ona postavi na minimalno bezbedno rastojanje i frontalno okrenuta prema vozu koji prolazi. Na peronima se obično postavlja crta koja označava sigurnosno rastojanje na 500 mm od ivice perona. Lutka je postavljena tako da odgovara tom položaju, tj. njena vertikalna osa je bila na 580 mm od ivice perona, ili 1430 mm od uzdužne ose koloseka.

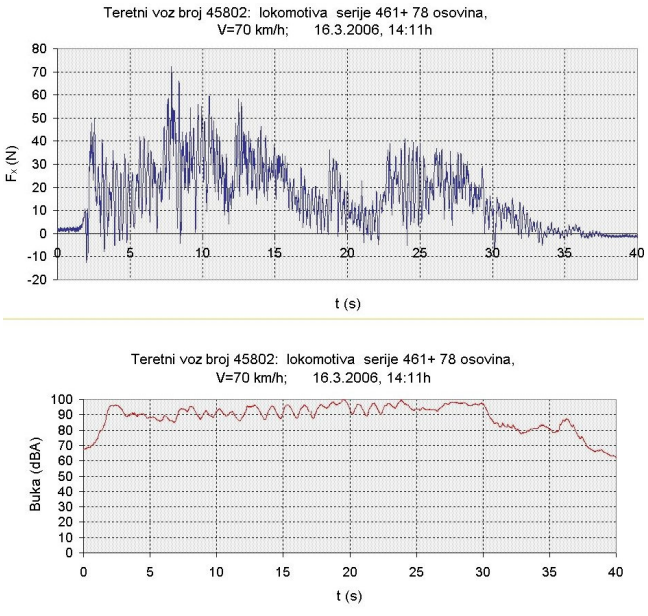
Pošto veličina sile aerodinamičkog udara znatno opada sa udaljenjem od voza, u navedenom položaju je moguće izmeriti najveću očekivanu silu u odnosu na ostale moguće položaje prema vozu.

Snimljen je prolazak ukupno osam vozova. Veći broj od tih vozova se zaustavljao u stanici, pa zbog male brzine prolaska nije interesantan za analizu.

Tabela 1. Izmerene veličine za različite vozove

Tip voza	Brzina voza (km/h)	Izmerena maks. sila (N)	Buka (dBA)
Teretni	70	78,0	98,0
Putnički	73	58,7	94,0
Teretni	70	72,3	100,0

U tabeli 1 su prikazane izmerene vrednosti za tri različita voza. Rezultati merenja pokazuju da vozovi sa aerodinamičnijom linijom (putnički u odnosu na teretne), proizvode niže aerodinamičke sile i nivoe buke pri jednakim brzinama. Takođe, za prvi voz (teretni voz), uočeno je da najveća sila nije izmerena pri prolasku čela voza već pri prolasku poslednje trećine kompozicije. Jedan od razloga je povećanje brzine kretanja, a drugi razlog je sastav kompozicije u kojoj je u poslednjoj trećini bilo više vagona samoistresača čija je promenljiva površina poprečnog preseka uzrokovala pojavu većih sila. Najveća izmerena vrednost sile, pri brzini vagona koji je prolazio sa V = 70 km/h, je iznosila 78,0 N. Za brzinu od 80 km/h pri kojoj se desio nesrećni slučaj ekstrapolacijom, s obzirom da sila raste približno sa kvadratom brzine, može se doći do vrednosti udarne sile od oko 100N.



Slika 3. Izmerene vrednosti pri prolasku trećeg voza

Rezultati ispitivanja i izmerene sile su korišćeni kao ulazni podaci biomehaničke analize za ocenjivanje uticaja takvog događaja na stabilnost osobe na peronu.

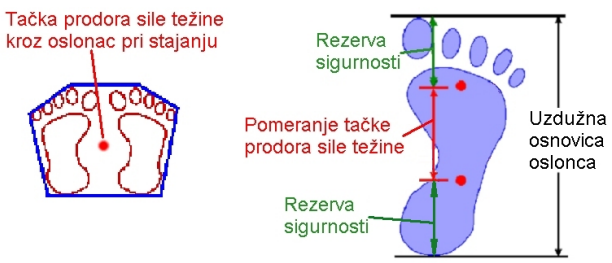
Na slici 3 je prikazan dijagram sa izmerenim veličinama za treći voz.

3. PROCENA STABILNOSTI PUTNIKA IZLOŽENOG AERODINAMIČKOM UDARU VAZDUHA

Stabilnost putnika ćemo najpre oceniti posmatrajući putnika kao kruto telo. Visina težišta ljudi se može odrediti na bazi antropometrijskih podataka. Za žensku populaciju se prema literaturi težište tela nalazi na 0,55 h, gde je h visina osobe. U konkretnom slučaj, na osnovu podataka, visina nastradale osobe je iznosila 161cm. Na osnovu visine se dobija visina težišta h_c= 0,55·1610 = 886 mm od podloge. Telesna masa je bila m=54kg, odnosno težina G=m·g= 54·9,81=529,7N. Na osnovu broja cipela 38 određuje se minimalna uzdužna baza površine oslanjanja na podlogu (slika 4- levo). Prema antropometrijskim podacima dužina stopala za broj obuće 38 iznosi 242,5 mm. U svakom drugom položaju stopala (manje ili veće raskoračenje) granice površine oslanjanja su razmaknutije, što je povoljnije u pogledu stabilnosti. Osoba u cipelama sa ravnim i proširenim đonom ima povećanu površinu oslanjanja i veću stabilnost. Osoba u cipelama sa visokim potpeticama, ima manju površinu oslanjanja i istovremeno podiže težište tela, što je nepovoljnije za njenu stabilnost.

Ukoliko osoba očekuje udar, prirodno se naginje u susret očekivane sile, čime se prodor pravca težine kroz oslonac pomera, što je prikazano na slici 4 (desno). Time se zauzima povoljniji položaj u trenutku dejstva sile.

Pretpostavićemo da se u trenutku udara vertikala iz težišta nalazi na sredini uzdužne dimenzije površine oslanjanja, što znači da osoba normalno stoji i da je uzdužna baza oslanjanja jednaka dužini stopala, tj. b=242,5mm.



Slika4. Površina oslanjanja i prodor pravca težine kroz oslonac

Sila aerodinamičkog udara deluje u tešištu T površine konture čoveka (slika 5). Ova tačka je za odevenu osobu neznatno iznad težište tela C, tj. u ovom slučaju na približno h_T = 900mm od podloge. Da bi rezultujuća sila R izašla iz granica konture oslonca, frontalna sila F_x mora da bude veća od:

$$F_x^{'} = G \cdot tg\alpha \tag{1}$$

Za taj slučaj je:

$$tg\alpha = \frac{b/2}{h_T} \tag{2}$$

$$F_x^{'} = 529,7 \cdot \frac{242,5}{2 \cdot 900} = 71,4\ \text{N} \tag{3}$$

Pošto je merodavna maksimalna sila aerodinamčkog udara (F_{xmax} = 100N) veća od ove vrednosti, čovek posmatran kao kruto telo bi se prevrnuo oko linije koja spaja pete stopala. S obzirom da čovek prirodno reaguje na poremećaje raskoračivanjem nogu, odredićemo potreban minimalni iskorak unazad da bi se obezbedila granica stabilnosti. Iz odnosa sa slike 5 sledi:

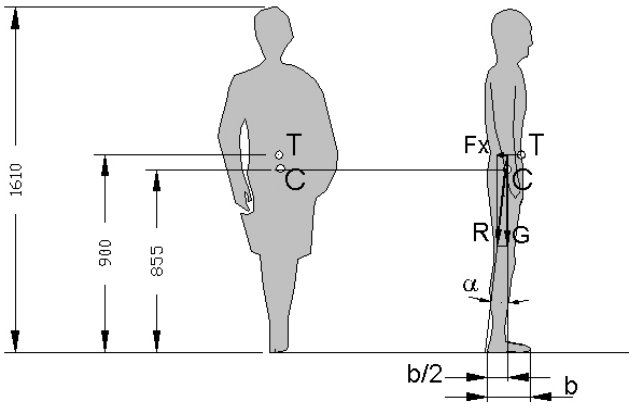
$$\left(\frac{b}{2}\right)_{\min} = h_T \cdot tg(\alpha_{\min}) \tag{4}$$

$$\alpha_{\min} = arctg\frac{F_{x\max}}{G} = arctg\frac{100}{529,7} = 10,7^{o} \tag{5}$$

$$\left(\frac{b}{2}\right)_{\min} = 900 \cdot tg\left(10,7^{o}\right) = 170\ \text{mm} \tag{6}$$

Potreban minimalni iskorak iznosi:

$$b_{min} - b = 2 \cdot 170 - 242,5 = 97,5\ \text{mm} \tag{7}$$



Slika 5. Plan sila koje deluju na osobu

S obzirom da čovek sasvim lako može da iskorači 150 do 200 mm, može se zaključiti da se na taj način može stvoriti dovoljna rezerva sigurnosti od obaranja osobe aerodinamičkim udarom. Istovremeno, pretpostavljena stajna tačka osobe na 580 mm od ivice perona duž koje prolazi voz, omogućava takav iskorak

unazad bez opasnosti da se iskorači sa perona na suprotnu stranu. Sa udaljavanjem osobe od ivice perona pored koje prolazi voz, sila areodinamičkog udara naglo opada ispod granične vrednosti koja zahteva iskoračenje. Osoba koja bi stajala npr, na sredini perona bila bi izložena mnogo manjoj sili i ne bi imala potrebu ni da iskorači.

Prethodno razmatranje posmatra čoveka kao predmet i ne uzima u obzir druge prisutne psihofizičke uticaje koji mogu značajno da utiču na reakciju čoveka u opisanoj situaciji. Pri razmatranju problema aerodinamičkog uticaja na putnike u literaturi se ističe značaj i drugih uticaja, kao što su: vizuelni utisak nailazećeg voza koji je znatno viši od čoveka, buka, podizanje prašine, prisustvo u blizini drugih predmeta ili osoba itd. Izmereni nivo buke pri prolasku teretnog voza dostiže na uskom peronu do 100dB(A). Taj nivo odgovara glasnoj muzici u disko klubu i onemogućava razgovor između ljudi.

4. ZAKLJUČAK

Ako se poštuje zamišljena sigurnosna zona od 500mm od jedne i druge ivice perona (koja na peronima u većini stanica nije obeležena), na peronu širine 1600 mm ostaje traka širine 600mm na sredini gde bi putnici pri mimoilasku vozova trebalo da se smeste. To je izuzetno mali prostor koji je za prosečnog putnika u situaciji mimoilaska dva voza brzinama od po 80 km/h, čak i kada nije gužva, potpuno neodgovarajući.

Slika 6. Položaj putnika pri mimoilasku dva voza

Ovo je ilustrovano fotografijom sa merenja (slika 6) na kojoj je snimljena situacija kada teretni voz prolazi sa oko 70 km/h, a Beovoz ubrzava krećući se sa približno 40km/h. Ukoliko se javi strah nije teško zamisliti da u toj situaciji reakcija putnika bude takva da on na trenutak izgubi iz vida činjenicu da je peron veoma uzan i da udaljavajući se od voza koji vidi zapadne na susedni kolosek.

Ovakva situacija bi u buduće morala da bude obuhvaćena propisima Železnica Srbije. Putnici bi morali da budu obavešteni da se zbog opasnosti sklone sa uskih perona, odnosno morala bi da se definiše minimalna širina perona na kome smeju da stoje putnici pri prolasku vozova određenim brzinama. Takođe, na svim peronima bi morale biti iscrtane bezbednosne linije.

Sa apekta biomehaničke stabilnosti pri brzinama do 80 km/h je dovoljan iskorak od oko 100 mm [2] za postizanje stabilnog položaja za osobu sa prosečnim biomehaničkim karakteristikama.

Na osnovu prethodno izloženog može se zaključiti da je do nesreće, došlo usled sklopa nepovoljnih psihiofizičkih uticaja koji su doveli do toga da osoba u jednom trenutku nije mogla da oceni raspoloživi prostor iza svojih leđa, pa je zapala na susedni kolosek.

LITERATURA

[1] H. Lee, "Assessment of Potential Aerodynamic Effects on Personnel and Equipment in Proximity to High-Speed Trains Operations", DOT/FRA/ORD-99/11, December 1999.

[2] Simić G., Lučanin V., Milković D.,"Veštačenje po predmetu Drugog opštinskog suda u Beogradu", Mašinski fakultet, 13.04.-044a, Beograd 2006.

AERODYNAMIC EFFECT ON PERSONS AT RAILWAY STATION PLATFORM (IN ENGLISH)

Dragan MILKOVIĆ
Goran SIMIĆ

Abstract – Aerodynamic effect created by train passing trough station can be potential hazard for human and object in its vicinity. In this paper is presented analysis of one accident that has happened at ŽS. Within performed analysis, intensity of aerodynamic force on passenger, trains running speed, as well as noise level during its passing were measured. Assessment of objective and subjective influential factors on passenger is given.

Key words – aerodynamic force, passenger, platform, accident

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

PRISTUP PROCENI RIZIKA PRIMENOM FMEA METODE SA RAZLIČITIM RELATIVNIM VAŽNOSTIMA FAKTORA RIZIKA

Milovan ILIĆ[1]
Srđan STOJIČIĆ[2]

Rezime *– U radu se, polazeći od kritičkog osvrta na procenu rizika primenom FMEA – metode analize uticaja i posledica grešaka i njenog značaja, daje prilog rešavanju problema određivanja prioritetnih rizika primenom različitih važnosti faktora rizika. Kod klasične FMEA metode prioriteti rizika se određuju primenom tzv. prioritetne vrednosti rizika (Risk Priority Number), kao proizvod značaja posledica, verovatnoće nastajanja i verovatnoće otkrivanja. RPN metod za procenu rizika je vrlo uprošćen, npr. ozbiljnost, pojavljivanje i detekcija se tretiraju podjednako iako nemaju podjedanku težinu u odnosu na rizik, tako da neki scenariji kreiraju R-ove koji su manji od drugih ali su mnogo rizičniji. Relativna važnost između težine, verovatnoće pojavljivanja i otkrivanju se ne uzima u obzir. Pretpostavlja se da su, ova tri faktora rizika podjednako važna. Timski pristup je vrlo bitan za identifikaciju FMEA elemenata. U radu je predložen postupak koji omogućava i dodeljivanje važnosti svakom članu tima. Primena predloženog modela prikazana je na primeru istraživanja pouzdanosti obrtnih postolja lokomotive serije 461.*

Ključne reči – FMEA, prioritetne vrednosti rizika, grupno odlučivanje, pouzdanost, obrtna postolja, lokomotiva.

1. UVOD

Metoda FMEA – Failure Mode and Effects Analysis se obično definiše kao sistemski proces za identifikaciju potencijalnih otkaza u proizvodu i/ili usluzi i/ili poslovno – proizvodnim procesima pre njihovog pojavljivanja, sa ciljem njihove eliminacije ili minimiziranja rizika koji je u vezi sa njima. Sa stanovišta predmeta analize mogu da se razlikuju FMEA procesa, projekta i usluga mada suštinskih razlika u samom sprovođenju analize nema.

Kod klasične FMEA metode prioriteti rizika se određuju primenom tzv. prioritetne vrednosti rizika (Risk Priority Number) – faktora rizika R, kao proizvod značaja posledica (faktor rizika R_1), verovatnoće nastajanja (faktor rizika R_2) i verovatnoće otkrivanja (faktor rizika R_3).

Utvrđivanje prioritetnih rizika vrši se i u fazi otkrivanja potencijalnih grešaka i u fazi njihovog sprečavanja prikladnim merama, što je cilj korišćenja FMEA metode. Timski pristup je vrlo bitan za identifikaciju FMEA elemenata.

U predloženom modelu koriste se subjektivne ocene (faktora rizika i njihove važnosti) članova tima izražene ocenom od 1 do 10 i omogućava dodeljivanje relativne važnosti – težine svakom članu tima.

Rad se sastoji iz sledećih celina: (i) uvod, (ii) koncept FMEA metode, (iii) model procene rizika kod FMEA metode sa različitim važnostima faktora rizika, (iv) aplikacija FMEA metode za istraživanje pouzdanosti obrtnih postolja lokomotive, (v) zaključak i (vi) literatura.

2. KONCEPT FMEA METODE

FMEA metoda je široko korišćena inženjerska tehnika za određivanje i sprečavanje poznatih i/ili potencijalnih otkaza u projektovanju, u poslovno – proizvodnim procesima i/ili uslugama, pre nego što dopru do korisnika.

Posle ustanovljavanja predmeta analize, funkcija i modova otkaza, sledeći korak u FMEA procesu je identifikacija potencijalnih konsekvenci prilikom pojave moda otkaza. Pošto se identifikuju konsekvence, one se unose u FMEA model kao posledice.

U toku analize rizika vrši se i procena faktora rizika, R_k, k=1,...,3. Vrednosti koje mogu da se dodele kreću se u granicama od 1 do 10 i prikazani su u tabelama 1, 2 i 3.

[1] dr Milovan ILIĆ, Fakultet informacionih tehnologija, Tadeuša Košćuška 63, Beograd, ilic.milovan@gmail.com.
[2] mr Srđan STOJIČIĆ, AD "MIN Lokomotiva", Šumadijska 1, Niš, srdjanstojicic@gmail.com.

Tabela 1: Vrednosti faktora značaja greške za kupca

Značaj (posledica za kupca)	Procena
Nema uticaja	1
Greška je malo bitna	2-3
Greška je prilično bitna	4-6
Teška greška	7-8
Vrlo teška greška	9-10

Tabela 2: Vrednosti faktora za verovatnoću nastajanja

Verovatnoća nastajanja	Procena
Vrlo velika: otkaz je skoro neizbežan	10
	9
Velika: ponovljeni otkazi	8
	7
Umerena: povremeni otkazi	6
	5
	4
Neznatna: relativno malo otkaza	3
	2
Mala: otkaz je neverovatan	1

Tabela 3: Vrednosti faktora za verovatnoću otkrivanja

Verovatnoća otkrivanja greške	Procena
Vrlo verovatno	1
Prilično verovatno	2-5
Malo verovatno	6-8
Vrlo malo verovatno	9
Nije verovatno	10

Klasičan metod za procenu rizika je vrlo uprošćen. Neke od kritika [1], [2], [3], [5], [6], [7], [8] i drugi ukazuju da:

- ozbiljnost, pojavljivanje i detekcija nemaju podjedanku težinu u odnosu na rizik,
- različita permutacija R_k faktora može dati istu vrednost R, ali njihovo značenje može biti i potpuno različito. Npr. za scenarja $R_1 - R_2 - R_3$ 2 – 3 – 3 i 4 – 1 – 3 isti je R = 12,
- neujednačenost se još više komplikuje nelinearnom prirodom pojedinih skala za određivanje stepena rizika. Kao rezultat, toga neki scenariji kreiraju R-ove koji su manji po veličini od drugih, ali su mnogo rizičniji. Relativna važnost između težine, verovatnoće pojavljivanja i otkrivanju se ne uzima u obzir, pretpostavlja se da su podjednako važni,
- faktore R_k je teško precizno definisati.

3. MODEL PROCENE RIZIKA KOD FMEA METODE SA RAZLIČITIM VAŽNOSTIMA FAKTORA RIZIKA

Za prevazilaženje navedenih problema, mnogi autori, predlažu primenu fazi logike.

Najčešće se primenjuju fazi ako-onda (*fuzzy if-then)* pravila za utvrđivanje prioriteta rizika. Ovo zahteva veliku količinu ekspertskog znanja i mnogo vremena. Kompletna baza znanja ima više stotina pravila. Da bi izbegli izgradnju velike baze pravila neki modeli fazi FMEA metode koriste redukovanu bazu ako-onda pravila, što prouzrokuje nove probleme, npr. ako se dva ako-onda pravila sa različitim prethodnicima kombinuju ili redukuju tada konsekvence ova dva pravila moraju biti iste, a to znači da ekspert ne može da pravi razliku između dva različita moda otkaza. Takođe, različiti eksperti mogu da imaju različita znanja i ocene, a kada su njihove ocene nekonzistentne skoro da je nemoguća kombinacija ili redukovanje pravila.

Umesto korišćenja ako-onda pravila predlaže se npr. u [8] upotreba lingvističkih promenljivih i korišćenje fazi prioritetne vrednosti rizika (FRPN) generisane kao Fuzzy Weighted Geometric Mean (FWGM) u FMEA metodi. Faktori rizika, kao i njihove relativne važnosti se opisuju funkcijom pripadnosti u obliku trapezoida i trougla.

U radu se predlaže model koji koristi subjektivne ocene članova FMEA tima izražene ocenom od 1 do 10 i omogućava dodeljivanje važnosti – težine svakom članu tima, kao i relativne važnosti svakom faktoru rizika.

Faktori rizika za svaki mod otkaza, kao i njihove težine, se određuju težinskom sumom ocena. Utvrđivanje prioritetnih vrednost rizika vrši se na osnovu težinske geometrijske sredine (Weighted Geometric Mean – WGM) ([4], [8]), svakog moda otkaza.

Neka postoji n moda otkaza, MO_i, (i=1,...,n), za evaluaciju i rangiranje koje vrši multidisciplinarni tim od m eksperata, T_j, (j=1,..., m). Neka se relativna važnost svakog eksperta T_j određuje težinskim koeficijentima u intervalu od 1 do 10, a posle normalizacije na inteval od 0 do 1 važi:

$$\sum_{j=1}^{m} t_j = 1 \text{ i } t_j \geq 0 \text{ za svako } j = 1,...,m.$$

Naka su ocene faktora rizika označene sa R^k_{ij} . Za svaki od faktora rizika R_k svaki član tima eksperata T_j određuje težine v^k_j (u intervalu od 1 do 10).

Agregacija ocena faktora rizika i njihove važnosti, koju procenjuje svaki član tima eksperata, vrši se sledećim izrazima:

$$\bar{R}_i^k = \sum_{j=1}^{m} t_j R_{ij}^k, \text{ i} = 1,...,n, k = 1,2,3.$$

$$\bar{v}^k = \sum_{j=1}^{m} t_j v_j^k$$

Prioritetne vrednosti rizika FR_i za svaki mod

otkaza se određuju izrazom:

$$R_i = (\bar{R}_i^1)^{\frac{\bar{v}^1}{\bar{v}^1+\bar{v}^2+\bar{v}^3}} \cdot (\bar{R}_i^2)^{\frac{\bar{v}^2}{\bar{v}^1+\bar{v}^2+\bar{v}^3}} \cdot (\bar{R}_i^3)^{\frac{\bar{v}^3}{\bar{v}^1+\bar{v}^2+\bar{v}^3}}$$

4. APLIKACIJA FMEA METODE ZA ISTRAŽIVANJE POUZDANOSTI OBRTNIH POSTOLJA LOKOMOTIVE

Aplikaciju predloženog modela prikazana je na primeru primene FMEA analize obrtnog postolja lokomotive serije 461. Obrtno postolje predstavlja trčeći deo lokomotive pomoću kojeg se ostvaruje uzajamna veza između lokomotivskog sanduka i koloseka. Obrtna postolja primaju na sebe težinu lokomotive, zatim vučne i kočne sile kao i sva vertikalna i horizontalna opterećenja usled kretanja lokomotive po pravom delu pruge i u krivini. Od kvaliteta izrade kao i ukupne pouzdanosti navedenog sklopa zavisi kompletna radna sigurnost lokomotive kao i njena mirnoća hoda i dinamičke osobine u eksploataciji.

Lokomotiva serije 461 ima dva troosovinska obrtna postolja, koja su međusobno spojena, radi povoljnijeg upisivanja lokomotive u krivinu. Oba obrtna postolja su jednaka, sa izuzetkom davača brzinomera koji se nalazi na drugom obrtnom postolju (na 6. osovini) s desne strane. Obrtno postolje se sastoji iz više konstruktivnih podgrupa.

Tabela 4 predstavlja izgled dokumenta klasične FMEA analize podsklopa: pogonski osovinski sklop, za ovu priliku prikazanog bez dela koji se odnosi na preporučene mere za poboljšanje i ocenu poboljšanog stanja.

Neka se FMEA tim sastoji od 4 eksperata koji treba da ocene 6 potencijalnih moda otkaza iz tabele 4 procenjivanjem faktora rizika prema tabelama 1, 2 i 3. Svaki član tima, ocenama od 1 do 10, procenjuje i važnost svakog od faktora rizika, 1 (vrlo mala) do 10 (vrlo velika). Neka su relativne težine članova tima: 2, 3, 4 i 1, slika 1.

Procena 6 moda otkaza FMEA tima sa četiri člana prikazana je na slici 1. Prema generisanim prioritetnim vrednostima vrši se rangiranje 6 otkaza $MO_2 > MO_3 > MO_1 > MO_4 > MO_5 > MO_6$, dakle mod otkaza 2 je prioritetan.

Tabela 4: FMEA analiza podsklopa – osovinsko ležište 461001002000

Red. br.	Šifra	Naziv dela	Potencijalna greška	R_1	R_2	R_3	R
1	461001002004	Samopodesivi ležaj	Greška pri montaži	3	4	4	48
			Greška pri održavanju	7	4	9	252
			Greška pri izradi ležaja	2	4	10	80
2	461001002005	Kućište osovinskog ležišta	Greška pri izradi	4	3	2	24
3	461001002006	Četkica za uzamljenje	Greška u materijalu	2	2	1	4
4	461001002010	Davač brzinomera	Istrošenje davača	2	1	1	2
			Srednja vrednost R faktora za sklop				68

E23 =F23*G23*H23

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Faktor rizika	tezina eksperta	tezina faktora	mod otkaza 1	2	3	4	5	6
2	R1	2	5	3	7	3	4	3	1
3		3	7	3	7	2	4	2	2
4		4	0.5	5	7	2	4	2	2
5		1	10	2	3	3	7	5	4
6	agregacija	10	22.5	3.7	6.6	2.3	4.3	2.5	2
7			4.3						
8	R2	2	10	3	4	3	4	2	1
9		3	7	4	6	5	3	4	1
10		4	10	3	4	4	3	3	2
11		1	7	5	4	4	4	2	1
12	agregacija	10	34	3.5	4.6	4.1	3.3	3	1.4
13			8.8						
14	R3	2	3	5	8	10	1	1	1
15		3	3	5	9	8	3	1	2
16		4	3	4	9	8	2	1	1
17		1	5	4	9	10	2	3	2
18	agregacija	10	14	4.5	8.8	8.6	2.1	1.2	1.4
19			3.2						
20			16.3						
21	mod otkaza	R1	R2	R3	R				
22	1	3.7	3.5	4.5	3.7313	1.4122	1.9667	1.3435	4.7224
23	2	6.6	4.6	8.8	5.7468	1.6451	2.2793	1.5326	5.457
24	3	2.3	4.1	8.6	4.0711	1.2457	2.142	1.5257	4.9134
25	4	4.3	3.3	2.1	3.2382	1.4693	1.9052	1.1568	4.5313
26	5	2.5	3	1.2	2.3884	1.2734	1.8096	1.0364	4.1195
27	6	2	1.4	1.4	1.5381	1.2006	1.1992	1.0683	3.4681
28									

Slika 1: Postupak FMEA analize podsklopa – osovinsko ležište 461001002000 prema predloženom modelu

5. ZAKLJUČAK

FMEA metoda je vrlo aktuelna, ima široku oblast primene i postaje sastavni deo savremenih sistema kvaliteta.

U radu se, polazeći od kritičkog osvrta na slabosti FMEA metode daje prilog rešavanju problema određivanja prioritetnih rizika primenom relativne važnosti faktora rizika i efikasnije primene FMEA tima eksperata.

Primena predloženog modela prikazana je na primeru istraživanja pouzdanosti obrtnih postolja lokomotive serije 461. Predloženi model omogučava jednostavnu, praktičnu, efikasniju i fleksibilniju evaluaciju rizika primenom FMEA metode.

U poređenju sa klasičnim FMEA konceptom predloženi model omogućava:

- uključivanje relativne važnosti faktora rizika (značaja posledica, verovatnoće nastajanja i verovatnoće otkrivanja) u proces procene rizika, a time *finije* određivanje i razlikovanje scenarija otkaza. Npr. scenariji sa različitim permutacijama faktora rizika se razlikuju, jer kreiraju različite R vrednosti,
- efikasniju primenu FMEA tima eksperata za procenu FMEA parametara,
- praktičnu i fleksibilniju primenu FMEA metode i u fazi otkrivanja potencijalnih grešaka i u fazi njihovog sprečavanja prikladnim merama, što je cilj korišćenja FMEA metode,
- jednostavnu implementaciju u praksi.

LITERATURA

[1] A. Pillay, J. Wang: *Modified failure mode and effects analysis using approximate reasoning*, Reliability Engineering & System Safety 79 (2003) 69-85.

[2] C.L. Chang, P.H. Liu, C.C. Wei: *Failure mode and effects analysis using grey theory*, Integrated Manufacturing Systems 12 (3) (2001) 211-216.

[3] J. B. Bowles: *An assessment of PRN prioritization in a failure modes effects and criticality analysis*, Journal of the IEST 47 (2004) 51-56.

[4] J. Wu, Q. Cao, J. Zhang: *Some properties of the induced continuous ordered weighted geometric operators in group decision making*, Computers & Industrial Engineering, Volume 59, Issue 1, August 2010, Pages 100-106

[5] K. S. Chin, Y. M. W., G. K. K. Poon, J. B. Yang: *Failure mode and effects analysis using a group-based evidential reasoning approach*, Computers & Operations Research, Volume 36, Issue 6, June 2009, Pages 1768-1779

[6] N. R. Sankar, B.S. Prabhu: *Modified approach for prioritization of failures in a system failure mode and effects analysis*, International Journal of Quality & Reliability Management 18 (3) (2001) 324-335.

[7] W. Gilchrist: *Modelling failure modes and effects analysis*, International Journal of Quality & Reliability Management 10 (5) (1993) 16-23.

[8] Y. M. Wang, K. S. Chin, G. K. K. Poon, J.B. Yang: *Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean,* Expert Systems with Applications, Volume 36, Issue 2, Part 1, March 2009, Pages 1195-1207.

APPROACH TO RISK ASSESSMENT USING THE FMEA METHOD WITH THE RELATIVE IMPORTANCE OF DIFFERENT RISK FACTORS

Milovan ILIĆ
Srđan STOJIČIĆ

Abstract – ***The paper, based on a critical review of risk assessment using FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) method, gives support to solving problems of determining the priority of risk using different importance of risk factors. In traditional FMEA method the priorities of risks are determine by applying the so-called priority value of risk (Risk Priority Number), as a product of significant consequence, probability of occurrence and probability of detection. RPN method for assessing risk is very simplified, for example: severity, occurrence and detection are treated equally even though they have not equal weights in relation to risk, so some scenarios created R's that are smaller than others but they are much riskier. The relative importance among severity, occurrence and detection is not taken into consideration. The three risk factors are assumed to be equally important.A team approach is very important to identify the elements of FMEA. The paper proposes a procedure that allows importance assignment of each team member. Application of the proposed model is shown in the example of the reliability of bogies of the locomotive series 461.***

Keywords – FMEA, Risk Priority Numbers, Group Decision Making, Reliability, Bogies, Locomotive.

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

UPRAVLJANJE BUKOM U ŽELEZNIČKOM SAOBRAĆAJU GRADSKIH I PRIGRADSKIH ZONA

Aleksandar ZLATKOVIĆ[1]
Mirjana AREŽINA[2]
Srđan RUSOV[3]

Rezime *– Procena je da polovina građana EU živi na prostorima koji ne obezbeđuju akustički komfort za stanovanje. Upravljanje bukom je jedan od značajnih problema skoro svih zemalja u Evropi. Rad predstavlja END direktivu koja je povezana sa analiziranjem i upravljanjem buke u životnoj sredini. Takođe, u radu se opisuje strategija EU za kontrolu buke u životnoj sredini.*

Ključne reči – buka kod železničkog saobraćaja, upravljanje bukom, END direktiva, SILENCE projekat

1. UVOD

Buka u životnoj sredini je opisana kao "neželjeni ili štetan zvuk koji je stvorila ljudska aktivnost, uključujući buku izazvanu drumskim, železničkim i avio saobraćajem kao i buka industrijskih postrojenja". Buka u životnoj sredini predstavlja dugoročni problem, od transportnih i industrijskih izvora do izgradnje zgrada, tržnih centara i sl.

Za Evropsku uniju, a pogotovo za železnički saobraćaj, najbitnija direktiva je 2002/49/EC, tzv. END direktiva koja je povezana sa analiziranjem i upravljanjem buke u životnoj sredini, a usvojena je u Evropskom Parlamentu 2002. godine.

2. END DIREKTIVA

Glavna težnja ove direktive je pronalaženje osnovnih mera redukcije buke u EU, oslanjajući se na 4 osnovna principa: Upravljanje bukom u životnoj sredini: odgovorni nadležni organi država članica su dužni da naprave "strategijske zvučne mape" za glavne saobraćajnice, aerodrome i aglomeracije, koristeći usklađene zvučne indikatore L_{den} (ekvivalentni nivo buke za dan, veče i noć) i L_{night} (ekvivalentni nivo buke noću). Ove mape će se iskoristiti za procenu broja ljudi u EU koji pate od smetnji izazvanih bukom; Informisanje javnosti i davanje saveta: javnost mora biti informisana o emisiji buke i njenih posledica, kao i mera za njenu redukciju; Adresiranje lokalnih problema vezanih za buku: bazirani na rezultatima zvučnih mapa, odgovorni nadležni organi su dužni da razviju akcioni plan za redukciju buke gde je to potrebno i da očuvaju kvalitet života po pitanju buke na mestima gde je dobar. Direktiva nije podesila nikakve limite niti je odredila mere koje će se korisititi za određeni akcioni plan; Razvijanje dugoročne strategije EU uključuje smerove za smanjenje broja ljudi pogođenih bukom imajući u vidu osnovu za usavršavanje politike zajednice za smanjenje buke.

3. STVARANJE ZVUČNIH MAPA

Strategija koja je data u END direktivi je prvi korak u kontroli buke u životnoj sredini. Sastoji se u sakupljanju informacija o broju tačaka koje su izložene većoj ili manjoj emisiji buke i predstavljanje kolekcije dobijenih informacija na karti regije. END direktiva opisuje stvaranje zvučnih mapa kao "prezentaciju podataka o postojećoj i predviđenoj situaciji, broju ljudi ugroženih bukom i veličini područja ugroženog bukom".

Zvučne mape dozvoljavaju vizuelnu prezentaciju dobijenih podataka kroz sledeće aspekte: buka u životnoj sredini s'obzirom na pouzdane indikatore buke; prevazilaženje limita; procena broja građevina, škola i bolnica u ugroženim područjima i procena broja ljudi izloženih emisijom buke većom od dozvoljene.

Mape tako identifikuju i stvaraju skalu problema sa bukom na lokalnom nivou i daju informacije planerima o mestima gde su granice dozvoljenog nivoa buke prekoračeni, a samim tim ljudi ugroženi. Ovo je osnova za razvoj akcionog plana na lokalnom nivou. Procena područja sa povećanim nivoom buke

[1] Aleksandar ZLATKOVIĆ, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, zlatkovic1984@gmail.com.
[2] Mirjana AREŽINA, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, m_arezina@yahoo.com.
[3] Prof. dr Srđan RUSOV, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, s.rusov@sf.bg.ac.rs .

takođe uzima u obzir i broj ljudi ugroženih bukom i postavlja prioritetna područja ispred područja sa manjim značajem. Zvučne mape su alat za pronalaženje tačaka za redukciju buke i za još efektivniju kontrolu novih izvora buke, zaštitu novih osetljivih područja i identifikaciju, zaštitu i stvaranje novih tihih područja.

3.1. Definisanje kritičnih tačaka, lociranje i analiziranje istih i redukcija buke na datim tačkama

Da bi se definisale zvučne mape potrebno je prvo odrediti kritične tačke. Kritična tačka se definiše na više načina, kao što je "oblast sa velikom koncetracijom stanovništva gde emisija buke prevazilazi dozvoljeni nivo" ili "oblast gde je nivo buke vrlo visok".

END direktiva je utvrdila uslove o stvaranju zvučnih mapa koje su značajne za emitovanu buku pored glavnih saobraćajnica i svih oblasti gde postoji potencijalno prekoračenje emisije buke. Prilikom detekcije kritičnih tačaka moraju se uzeti u obzir svi izvori buke. Ako se nivo buke različitih izvora buke računaju uz pomoć softvera tj. modeliranja, softver može integrisati sve izvore i pokazati prosečan nivo buke.

Sledeći korak je poređenje nivoa zvučnog pritiska na svim područjima koja predstavljaju potencijalne kritične tačke. Ova područja bi morala imati nivo buke ispod svih granica na nacionalnom i regionalnom nivou. Poređenje realne vrednosti emitovane buke i dozvoljene vrednosti rezultuje razliku, koja se može predstaviti u specijalnim mapama. Svaka od tih mapa predstavljaju oblasti gde su dozvoljene vrednosti prekoračene, ali ove mape ne pokazuju da li su mesta gusto naseljena ili su to industrijske zone. Za detekciju kritičnih tačaka i određivanje prioriteta za intervenciju, neophodno je podatke o emisiji buke porediti sa brojem stanovnika ugroženih povećanom emisijom buke. Takođe, END zahteva da akcioni plan prezentuje broj ugroženih ljudi pre i posle izvršenja mera smanjenja buke.

Za planiranje i izvršavanje adekvatnih mera redukcije buke na kritičnim tačkama mora se vršiti analiza različitih izvora zvuka i rasprostiranje zvuka oko izvora.

U slučaju šinskih vozila, postoje više izvora koji emituju buku: aerodinamička, buka izazvana kotrljanjem, kretanjem vozila kroz krivinu i kočenjem, kao i buka vučnih motora, klima uređaja i sl.

Prilikom razvoja strategije redukcije buke u urbanoj sredini ne sme se zaboraviti na zaštitu oblasti gde ne postoji problem sa bukom. END direktiva zahteva da se definiše plan za redukciju buke u tihim područjima, odnosno da se one zaštite. Pod "tihim" područjima se podrazumevaju različiti delovi grada kao na primer parkovi, stambeni kompleksi, bolnički centri, igrališta ili groblja.

4. STVARANJE LOKALNOG AKCIONOG PLANA ZA REDUKCIJU BUKE

Akcioni plan je potrebno doneti da bi se definisale kritične tačke odnosno zvučne mape i sistemi redukcije buke primenili, tj. implementirali.

Različite uprave mogu biti odgovorne za različite aspekte redukcije buke. Danas je smanjenje železničke buke u nadležnosti više uprava (uprava planiranja saobraćaja, uprava prostornog planiranja i sl.) što često predstavlja barijeru za efektan trud i za nedostatak kvalitetnih rezultata.

Akcioni plan mora imati finansijske informacije: budžet, troškovne efikasnosti i cost-benefit analizu. Razvijanjem lokalnog akcionog plana za redukciju buke i izvršavanje izabranih mera zahteva izvesna finansijska sredstva. Ključna ideja, sa gledišta uprava sa malim budžetom, je optimizacija korišćenja postojećih resursa sinergijom između različitih mera i strategija (kao što su program smanjenja buke i aerozagađenja).

Potrebno je popisati sve postojeće limite na regionalnom i nacionalnom nivou i indikatore buke koji se koriste. Dostupnost relevantnih podataka se mora proceniti, kao na primer procena dodatnih mera smanjenja buke na određenom području. Mere smanjenja buke koje se već koriste moraju se istaknuti na mapi, kao i svi konflikti prethodnih planova sa ostalim programima koje gradska uprava sprovodi.

Granične vrednosti moraju biti različite za različite tipove buke (drumski, železnički i vazdušni saobraćaj, industrijska buka i sl.), različita okruženja i različite osetljivosti populacije; one mogu biti različite i za promenu trenutne situacije (promena izvora buke ili okruženja). To znači da uprava odgovorna za izradu akcionog plana mora da odredi granične vrednosti u zavisnosti od trenutne situacije, a vođena END direktivom.

END je utvrdila dva različita indikatora zvuka koji se mogu koristiti za izradu zvučnih mapa, L_{den} ($L_{day\text{-}evening\text{-}night}$) i L_{night}. L_{den} je dugoročni prosečni nivo zvuka danju, predveče i noću za godinu dana, a L_{night} pokriva samo period noću. END naznačuje da period dana traje 12 sati, predvečerje 4, a noć 8 sati.

Popisivanje postojećih mera za smanjenje buke je integralni deo akcionog plana za redukciju buke. Relevantne mere uključuju sve mere za redukciju emisije buke, ali i mere koje kao sekundarni učinak imaju smanjenje emisije buke.

Pored angažovanja gradskih vlasti, potrebno je i angažovanje investitora pri uklanjanju izvora buke. Investitore možemo podeliti, gledano iz perspektive lokalne samouprave, na spoljašnje i unutrašnje.

Uloga unutrašnjih investitora je vrlo bitna, jer se od njih očekuje preispitivanje strategija transportnog planiranja, procenjivanje potencijalnog smanjenja

buke pri aktiviranju novih mera organizacije i protoka saobraćaja, kao i izvršavanje mera smanjenja buke. Ovi investitori, koji se bave problematikom razvoja okoline i redizajniranjem glavnih saobraćajnica mogu dosta redukovati postojeću emisiju buke.

Spoljašnji investitori imaju ulogu kod železničkih vozila i operacija sa njima koja predstavljaju bitan izvor buke. Železnički operateri prikupljanjem podataka o emisiji buke, kvalitetnim održavanjem šina uz korišćenje vozila sa manjim intenzitetom buke i prikazom operacija u depoima zbog eventualne modifikacije u cilju smanjenja buke mogu dosta pomoći u redukciji buke u područjima oko železničkih stanica.

END direktiva zahteva učešće javnosti u praćenju procesa izrade akcionog plana. Kada se dođe do definisanja i detektovanja kritičnih tačaka, kvantitativna mera ne predstavlja merilo, već se taj problem rešava se primenom anketa. Anketiranje građana i utvrđivanje smetnji koje im buka stvara dovode do određivanja prioritetnih tačaka za intervenciju.

Mera buke se određuje tako što se sakupljaju reprezentativni podaci ili klasično ispitivanje stanovnika o njihovom viđenju kritičnih tačaka. Ovako dobijeni podaci se kombinuju sa kvantitativnm podacima dobijenim merenjem, i tako kombinovani podaci ulaze u naučnu analizu o interakciji između akustičkih, estetskih i socijalnih opažaja za određenu zonu. Opšteprihvaćena analiza se naziva "zvuk koji se kreće" ("soundwalks").

5. PRIMENA EU DIREKTIVA- PROJEKAT SILENCE

SILENCE projekat je rezultat FP 5 i finansiran je od strane EU. U okviru njega je uključeno više država (Francuska, Nemačka, Italija, Velika Britanija...) i više eminentnih kompanija. Projekat obuhvata implementaciju direktiva u okviru koje su posmatrani drumski i šinski sistemi. SILENCE projekat ima za cilj izvršavanje evropskih direktiva koje se direktno i indirektno odnose na buku na objektivan način, analizirajući i označavajući buku izazvanu transportom u gradskim zonama.

Za železnički saobraćaj su posebno značajna sledeća istraživanja, delovi SILENCE projekta: CALM-Community Noise Research Strategy Plan, HEAVEN- Healthier Environment through the Abatement of Vehicle Emissions and Noise, Analiza opravdanosti uvođenja šinskih sistema u transportni sistem gradova Evrope, Izrada softvera za optimizaciju buke kod dizel-vučnih vozila, Merenje emisije buke železničkih vozila u Milanu, Parizu, Berlinu i sl.

6. ZAKLJUČAK

Za Evropsku uniju, a pogotovo za železnički saobraćaj, najbitnija direktiva je 2002/49/EC, tzv. END direktiva. Države članice su morale obezbediti strategijske zvučne mape za aglomeracije sa preko 250 000 stanovnika i glavne železničke pravce sa preko 60 000 putnika godišnje, i za svoju teritoriju moraju napraviti akcione planove za kontrolu i upravljanje bukom.

Zvučne mape identifikuju i stvaraju skalu problema sa bukom na lokalnom nivou i daju informacije planerima o mestima gde su granice dozvoljenog nivoa buke prekoračeni, a samim tim ljudi ugroženi. Akcioni plan je potrebno doneti da bi se definisane kritične tačke odnosno zvučne mape i sistemi redukcije buke primenili, tj. implementirali.

SILENCE projekat ima za cilj izvršavanje evropskih direktiva koje se direktno i indirektno odnose na buku na objektivan način, analizirajući i označavajući buku izazvanu transportom u gradskim zonama.

LITERATURA

[1] Berglund H., Tick prevention in a population living in a highly endemic area, Fields 2003., pp. 33;

[2] Graovac S., Zlatković A., Rusov S., Pavlović N., Milinković S., Marković M., "Noise sources at railway vehicles and reduction measures", Ecologica, vol 16, br 54, pp 261-266, (2009);

[3] D. Cvetković, M. Praščević, Strategic directions in implementation of enviromental noise directive in international and national legislation, Facta universitatis, Vol. 4, No 1, 2006, pp. 21–34

[4] Direktiva 2002/49/EC Evropskog Parlamenta

[5] Direktiva SRA/DS/WG5, 2002, pp. 34

[6] Zlatković A., Analiza upravljanja bukom kod železničkih vozila, diplomski rad, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2010;

[7] Zlatković A., Pavlović N., Marković M., Rusov S., "Analysis of rolling stock vibration influence on the noise emision at railway vehicles", 12th DQM International Conference, Belgrade, Serbia (2009), pp 234-240;

[8] Iwnicki S., Handbook of railway vehicle dynamics, Taylor & Francis Group, London & New York, 2006;

[9] Silence team, Practitioner Handbook for Local Noise Action Plans, Silence Project,2008.

[10] CALM Network (Community noise research strategy plan), project ID 2002, pp. 17;

RAILWAY NOISE CONTROL IN URBAN AND SUBURBAN AREAS

Aleksandar ZLATKOVIĆ
Mirjana AREŽINA
Srđan RUSOV

Abstract - It is estimated that half of EU citizens live in areas that do not ensure acoustic comfort for the living. Noise control is a significant problem for almost all countries in Europe. This paper deals END directive which is associated with analyzing and managing noise in the environment, Also, the paper describes an EU strategy for controlling noise in the environment.

Key words – Noise, Noise Management, END Directive, SILENCE Project

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

RAZVOJ LJUDSKIH RESURSA-KLJUČ USPEHA SAVREMENE ORGANIZACIJE

Nataša MARKIĆEVIĆ [1]

Rezime – *U situaciji munjevitih promena u spoljnjem i unutrašnjem okruženju i povećanja globalne konkurencije organizacija akcenat mora staviti na ljudski kapital, na brzinu i načine na koji taj «kapital» stiče znanja. Da bi obuka i razvoj doveli do poslovnog uspeha, utvrđeno je da bi ih trebalo povezati sa poslovnom strategijom. Razvoj ljudskih resursa nije samo put ostvarivanja poslovne strategije, već i sredstvo za uspostavljanje osnovne kompetentnosti u dužem periodu što može doprineti sveukupnom razvoju organizacije, obezbeđujući joj određenu konkurentsku prednost. Razvoj ljudskih resursa se mora planirati a osnovni cilj HR planiranja je blagovremeno obezbeđenje ukupnih ljudskih potencijala (znanja, veština, ponašanja) za realizaciju planiranih poslovnih aktivnosti. Tokom planiranja trebalo bi uvažiti princip integracije koji podrazumeva da zaposleni poznaju i prihvataju razvojne potrebe organizacije i istovremeno da menadžment organizacije upozna i uvažava razvojne potrebe pojedinca. Plan razvoja ljudskih resursa treba da pruži odgovor na pitanje kako će biti premošćen jaz između postojeće kompetentnosti i kompetentnosti potrebne za novo železničko okruženje. Odabrani pristupi i metode razvoja moraju biti najefikasniji za ostvarivanje sposobnosti i kompetencija neophodnih poslovnoj organizaciji. Osim toga moraju biti u skladu sa kulturom organizacije, promovisati organizacionu tradiciju ili pak promovisati inovativnost.*

Ključne reči – ljudski resursi, razvoj, plan, železničko okruženje

1. UVOD

U situaciji mnogobrojnih promena u spoljnjem i unutrašnjem okruženju stalno inoviranje znanja i učenje novog predstavlja imperativ razvoja, i ne samo razvoja već i samog opstanka organizacije. Tradicionalni „faktori proizvodnje " zemlja, radna snaga i kapital nisu nestali ali su postali sekundarni u prvi plan je izbilo *znanje* koje predstavlja *ključ uspeha*. Terminom *„Organizacija koja uči "* (OKU) - nazivaju se one organizacije koje deluju u turbulentnoj sredini, koja zahteva transformaciju postojećih metoda rada i koje kontinuiranim obučavanjem i razvojem svojih zaposlenih olakšavaju uvođenje tih novih metoda. Za OKU se kaže da su otkrile „ključ" karakterističan za svaku sredinu i situaciju (delatnost i okruženje) i da se osposobljavaju za dalji uspešan rad (Bennett R., 1997.) Međutim uvek treba imati u vidu složenost ideja koje termin *„Organizacija koja uči "* za sobom nosi. Hawkins (1994) ističe da je intenzitet kojim se onima koji još nisu *„inicirani "* preporučuje koncept organizacije koja uči i TQM, „intenzitet ravan intenzitetu jevanđelja". Njegova zabrinutost zbog komercijaizacije ovih ideja je u tome što one tako postaju površne. On smatra da se može pretpostaviti da je svako učenje, šta god da se uči, dobro ali je vrednost učenja u onome do čega nas ono dovodi. Cilj obrazovanja i obučavanja u organizaciji nije sticanje znanja samo po sebi već razvoj ljudskih resursa koji bi trebalo da se prepozna kroz uspešniji rad zaposlenih. Na nivou organizacije efekti obrazovanja treba da dođu do izražaja u:

- Većoj iskorišćenosti radnih resursa (mašina i ljudi)
- Većoj ekonomičnosti rada
- Većoj konkurentnosti na tržištu
- Većem zadovoljstvu potrošača i korisnika usluga
- Manjem broju povreda , nesreća, bolovanja i napuštanja posla

2. RAZVOJ LJUDSKIH RESURSA - PUT KA OSTVARIVANJU POSLOVNE STRATEGIJE

Teško je dokazati uzročno-posledičnu vezu razvoja ljudskih resursa i rezultata rada organizacije jer se

[1]Nataša MARKIĆEVIĆ, diplomirani psiholog, JP „Železnice Srbije", Beograd, Nemanjina 6, natasamarkicevic@yahoo.com.

isplativost ulaganja u obrazovanje i obučavanje zaposlenih, odnosno u razvoj ne može sagledati u kraćem vremenskom periodu. Da bi obuka i razvoj doveli do poslovnog uspeha, utvrđeno je da bi ih trebalo povezati sa poslovnom strategijom. Lam i Schaubroeck (1998) definišu tri specifična slučaja u kojima je planiranje ljudskih resursa od značaja za strategiju, jer prepoznaje:

1. nedostatke u kapacitetima koji bi onemogućili uspešno implementiranje strategije, odnosno manjak pravih sposobnosti, ljudi, znanja i sl. u organizaciji
2. skrivene kapacitete koji mogu omogućiti efikasnost i dati odgovor - drugim rečima sposobnosti, ljudi i znanja koji su možda zanemareni, te organizacija može videti nove mogućnosti i poslovne poduhvate koji će se zasnivati na ovim ljudskim resursima, tj. uticati na strategiju ili je oblikovati
3. slabo iskorišćavanje ljudi u organizaciji što navodi na neodgovarajuće prakse ljudskih resursa koje treba iznova preispitati i zameniti

Vlada Republike Srbije donela je Strategiju razvoja železničkog i intermodalnog transporta u Republici Srbiji za period od 2008. do 2015.godine. JP « Železnice Srbije » trebalo bi da raspolaže kapacitetima koji će omogućiti uspešnu implementaciju ne samo pomenute Strategije već i realizaciju planiranih poslovnih aktivnosti. Iz pomenute situacije proistekle su potrebe za uspostavljanjem adekvatne strukture i broja zaposlenih što bi trebalo da bude razrađeno u okviru Plana razvoja Ljudskih resursa JP « Železnice Srbije». Pogrešno bi bilo razvoj ljudskih resursa doživeti isključivo kao put ostvarivanja poslovne strategije. Razvoj ljudskih resursa je i sredstvo za uspostavljanje osnovne kompetentnosti u dužem periodu što može doprineti sveukupnom razvoju organizacije, obezbeđujući joj određenu konkurentsku prednost. Većini evropskih zemalja je postalo jasno da u situaciji munjevitih promena i povećanja globalne konkurencije akcenat mora biti na ljudskom kapitalu u organizaciji, na brzini i načinima na koji taj «kapital» stiče znanja. Zemlje u tranziciji naročito su postale svesne značaja ljudskog kapitala kada je trebalo sprovesti mnoge odluke u delo a ispostavilo se da zaposleni ne poseduju potrebne kompetentnosti.

3. PLAN RAZVOJA LJUDSKIH RESURSA

Ljudski resursi su daleko složeniji za planiranje od finansijskih resursa. Ljudi poseduju hijerarhiju motiva, različite sisteme vrednosti i osobine ličnosti i stoga svako planiranje ljudskih resursa zahteva kompleksan pristup. Kaže se da je osnovni cilj HR planiranja blagovremeno obezbeđenje ukupnih ljudskih potencijala (znanja, veština, ponašanja) za realizaciju planiranih poslovnih aktivnosti. Pored ovog osnovnog cilja D. Vujić (2008) navodi sledeće tipične ciljeve savremenog planiranja ljudskih resursa:

- privlačenje i zadržavanje potrebnog broja ljudi sa odgovarajućim kompetencijama, znanjima i veštinama
- predviđanje problema potencijalnih viškova i nedostataka osoblja
- razvijanje dobro obučene i fleksibilne radne snage, koja će doprineti da se organizacija prilagodi na neizvesne i promenljive uslove okruženja
- redukovanje zavisnosti od pribavljanja osoblja spolja, razvijanjem veština zaposlenih
- povećanjem korišćenja potencijala zaposlenih i radnog vremena uvođenjem fleksibilnih formi rada

JP « Železnice Srbije » je u procesu restrukturiranja i neophodno mu je osoblje koje će posedovati kompetentnosti potrebne za novo železničko okruženje, osoblje spremno za obavljanje budućih zadataka u oblasti savremenog upravljanja železnicom, marketinga, upravljanja ljudskim resursima, kvalitetom, finansijama i računovodstvom, elektronskim poslovanjem, zaštite životne sredine, savremene prakse ugovaranja, znanje jezika itd... Biće neophodno da JP « Železnice Srbije » definiše kompetentnosti za svako radno mesto, ponašanja i znanja koja će biti potrebna zaposlenom za uspešno obavljanje zadataka. Plan razvoja ljudskih resursa treba da pruži odgovor na pitanje kako će biti premošćen jaz između postojeće kompetentnosti i kompetentnosti potrebne za novo železničko okruženje. Cilj Plana razvoja ljudskih resursa je da :

- Definiše načine na koje će se doći do potrebne kompetentnosti putem obrazovanja i obučavanja, odnosno razvoja zaposlenih
- Identifikuje korake koje je neophodno načiniti kako bi se omogućila realizacija prethodnog navedenog cilja i prepozna osobe koje će omogućiti realizaciju obuke i profesionalnog razvoja

Ključni faktori koje treba uzeti u obzir tokom usklađivanja i odlučivanja o planovima jesu prihvatljivost planova, kako za više menadžere tako i za ostale zaposlene, prioritet svakog plana, ključni ljudi na koje će morati da se utiče i faktori koji će doprineti, odnosno biti prepreka uspešnoj implementaciji.

4. OBRAZOVANJE I OBUČAVANJE ZAPOSLENIH U FUNKCIJI RAZVOJA ORGANIZACIJE

Iskorišćavanje potencijala ljudi zahteva nov način organizacije celoživotnog obrazovanja. Organizacije uče i razvijaju se preko pojedinca. Ako zaposleni nisu dovoljno motivisani za izazove i promene, onda neće biti rasta ni razvoja, a samim tim ni poslovne izvrsnosti. Ipak mora se konstatovati i izvestna promena stava prema obrazovanju kod zaposlenih.

Turbulentnost i neizvesnost današnjeg poslovnog okruženja pred zaposlene postavlja zahtev da se razvijaju, tj. kontinuirano obrazuju i obučavaju kako bi zadržali svoje poslove na duži rok. Okviri i uslovi rada velikog broja ljudi u periodu tranzicije značajno su se promenili a njihova poslovna budućnost postala je krajnje neizvesna. Sve češće sami zaposleni zahtevaju obuku i razvoj. Mogućnost obuke i razvoja mogu biti presudne prilikom regrutovanja i zadržavanja, a smatraju se nagradom kada su unapređenje ili novčane nagrade manje raspoloživi.

Potrebe za obrazovanjem i obukom utvrđuju se na dva nivoa, nivou pojedinca i na nivou organizacije. Dobrila Vujić (2003) smatra da racionalno ponašanje organizacije podrazumeva usklađivanje ove dve vrste potreba na obostranu korist. Vujić D. definiše potrebu za obrazovanjem kao *razliku* između *postojećih* i *potrebnih* znanja, veština i različitih sposobnosti za realizaciju tekućih i planiranih poslova i organizacijskih uloga. U konceptu obrazovanja po «meri» preduzeća, pored objektivnih, stručnih analiza zahteva posla, organizacijskih uloga i standarda rada i ponašanja naročit značaj se pridaje postupku koji se naziva **kooperativna dijagnoza obrazovnih potreba**. Kooperativna dijagnoza obrazovnih potreba je procena potrebnog znanja od strane većeg broja kompetentnih subjekata u organizaciji: top menadžmenta, linijskih rukovodilaca svih nivoa po hijerarhiji, zaposlenih, kupaca, klijenata i drugih subjekata. Na ovaj način, kooperativnom dijagnozom , povećava se broj izvora i učesnika u utvrđivanju potreba za obrazovanjem, što doprinosi objektivnosti i primenjivosti sadržaja učenja u praksi. Kao što je napred navedeno, utvrđivanje potreba za obrazovanjem je uvek poređenje potrebnog stanja u pogledu znanja, veština i ponašanja zaposlenih i trenutnog stanja u toj oblasti.

Do **potrebnog** , odnosno planiranog i očekivanog , stanja dolazi se analizom:

- ciljeva organizacije,
- planova organizacije,
- problema u organizaciji i delovima organizacije koji sprečavaju efektivne tokove,
- realizacije planova, ostvarenja kvaliteta,
- zahteva radnih i rukovodećih uloga...

Izvori podataka su planovi, projekti, koncepti i druga organizaciona dokumenta.

Trenutno stanje utvrđuje se pomoću različitih tehnika i izvora informacija:

- ispitivanje rukovodilaca odgovarajućih nivoa i zaposlenih,
- ispitivanje kupaca, klijenata,
- posmatranje radnih mesta i uloga,
- upotreba postojećih analiza i podataka u organizaciji,
- dodatna izrada različitih ciljnih analiza (škarta, primedbi potrošača reklamacija)
- analiza različitih podataka po oblastima...

Nakon uvida u postojanje razlike između potrebnog i trenutnog stanja u pogledu znanja, veština i ponašanja zaposlenih procesi obrazovanja i obučavanja se realizuju kroz sledeće faze (Vujić D., 2003):

- iniciranje,
- planiranje,
- organizacija i realizacija,
- procena rezultata,
- evidencija rezultata i izdavanje certifikata
- korektivne mere.

Na kraju obrazovnog procesa organizacija mora proceniti upravo one sposobnosti i kompetencije koje je želela da razvije kod zaposlenih. Osim značaja za samu organizaciju ova evaluacija ima značaja i za zaposlenog koji je bio deo obrazovnog procesa a na ovaj način utičemo na njegovu motivaciju i posvećenost.

5. ZAKLJUČAK

Teško je dokazati uzročno-posledičnu vezu razvoja ljudskih resursa i rezultata rada organizacije jer se isplativost ulaganja u obrazovanje i obučavanje zaposlenih, odnosno u razvoj ne može sagledati u kraćem vremenskom periodu. Iskorišćavanje potencijala ljudi zahteva nov način organizacije celoživotnog obrazovanja.

JP «Železnice Srbije» je u procesu restrukturiranja i neophodno je osoblje koje će posedovati kompetentnosti potrebne za novo železničko okruženje, osoblje spremno za obavljanje budućih zadataka u oblasti savremenog upravljanja železnicom, marketinga, upravljanja ljudskim resursima, kvalitetom, finansijama i računovodstvom, elektronskim poslovanjem, zaštite životne sredine itd. Od izuzetnog značaja je utvrđivanje obrazovnih potreba što se postiže poređenjem potrebnog stanja u pogledu znanja, veština i ponašanja zaposlenih i trenutnog stanja u toj oblasti. Plan razvoja ljudskih resursa treba da pruži odgovor na pitanje kako će biti premošćen jaz između postojeće kompetentnosti i kompetentnosti potrebne za novo železničko okruženje. Ključni faktori koje treba uzeti u obzir tokom usklađivanja i odlučivanja o planovima jesu prihvatljivost planova, kako za više menadžere tako i za ostale zaposlene, prioritet svakog plana, ključni ljudi na koje će morati da se utiče i faktori koji će doprineti, odnosno biti prepreka uspešnoj implementaciji. Razvoj treba da se zasniva na integraciji ciljeva razvoja pojedinca i ciljeva razvoja organizacije. Princip integracije podrazumeva da zaposleni poznaju i prihvataju razvojne potrebe organizacije i istovremeno da menadžment organizacije upozna i uvažava razvojne potrebe

pojedinca.

Ljudski resursi su daleko složeniji za planiranje od finansijskih resursa. i zato zahtevaju kompleksan pristup u svakoj organizaciji.

LITERATURA

[1] Grinberg Dž.,Baron R., *Ponašanje u organizacijama* , Želnid, Beograd., 1998.

[2] Maslov A.*, Psihologija u menadžmentu*, Graph Style, Novi Sad, 2004.

[3] Pajević D., *Psihologija rada* , Liber, Beograd, 2006.

[4] Pržulj Ž., *Menadžment ljudskih resursa,* Institut za razvoj malih i srednjih preduzeća, Beograd , 2002.

[5] Torington D., Hall L., Taylor S., *Menadžment ljudskih resursa*, Data status Beograd , 2004.

[6] Vujić D., *Menadžment ljudskih resursa i kvalitet*, Centar za primenjenu psihologiju Društva psihologa, Beograd, 2003. i 2008.

[7] Vujić D., *Obrazovanje i obučavanje*, u knjizi Čizmić S. i Kondić V.: Psihologija rada u formuli uspeha organizacije , Centar za primenjenu psihologiju, Beograd , 2003.

DEVELOPMENT IN HUMAN RESOURCES - KEY OF SUCCES IN MODERN ORGANIZATION

Nataša MARKIĆEVIĆ

Abstract – In situation of rapid change in outside and inside environment and increment of global concurrent organization we must put an accent on human capital, rapidness and methods on that capital get knowledge. For the business success of tuition and development, it is established that it is necessary related with business strategy. Development of human resources is not only route for realize business strategy, although an instrument for restution elementary competency in long period that can contribute all in development organization, providing certain competitive advantage. Development of human resources must be planed and principal aim of HR planning a timely providing total human potential (knowledge, ability, behavior) for realization planning business activity. Development plan of human resources should be provide answer on question how it will be bridged a gap between present and necessary competency for new railway environment. Choice approaches and method must be the most effective for relise capability and competency necessary business organization. Moreover must be in accord with culture organization, promote, organization tradition or innovation of promotion.

Key words – Human Resources, Development, Plan, Railway Environment

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

ISTRAŽIVANJE PONAŠANJA VOZAČA NA PUTNOM PRELAZU

Sandra KASALICA [1]
Radisav VUKADINOVIĆ [2]
Nikola DRAGOVIĆ [3]

Rezime *- U ovom radu predstavljeni su rezultati posmatranja neposrednog ponašanja učesnika u drumskom saobraćaju na putnom prelazu koji se nalazi u naseljenom mestu, gde se ukrštaju lokalni put sa magistralnom prugom, obezbeđen samo drumskom signalizacijom. Zapažanja su urađena na 68 vozača drumskih vozila u trenutku približavanja voza. Trideset pet vozača je prešlo ispred nailazećeg voza, iako ga je uočilo. Pokazano je da verovatnoća prelaska varira u zavisnosti sa udaljenošću voza i vremenom koje je vozaču preostalo da pređe putni prelaz. Takođe je uočeno je da je prisutan veliki broj rizičnih prelazaka ispred nailazećeg voza.*

Ključne reči – pasivan putni prelaz, ponašanje vozača, bezbednost

1. UVOD

U periodu od 2001. do 2008. godine preko 120 lica je usmrćeno na putnim prelazima Železnica Srbije od čega 21% na putnim prelazima sa signalno-sigurnosnim uređajima i 79% sa saobraćajnim znacima drumskog saobraćaja. Uzroci nastanka vanrednih događaja se u 95% slučajeva odnose na učesnike u drumskom saobraćaju, a u 5% slučajeva na subjektivne propuste zaposlenih na železnici i tehnički faktor.

U ovom radu je sprovedena studija posmatranja ponašanja učesnika u drumskom saobraćaju na putnom prelazu koji je obezbeđen pasivnom signalizacijom, pri nailasku voza. Na putnim prelazima, vozač je u funkciji „detektora signala“, a voz je signal. Kada se približava pasivnom putnom prelazu vozač je odgovoran da uoči nailazeći voz, a zatim da proceni da li je bezbedno da nastavi prelazak ili je potrebno da se zaustavi. Ovaj rad istražuje (1) u kom obimu vozači zanemaruju nailazeći voz i prelaze ispred njega; (2) ako su odlučili da pređu, koliku su bezbedonosnu marginu sebi dopustili; i (3) da li na bezbedonosnu marginu utiču i udaljenost voza od putnog prelaza i varijacije u brzini voza; (4) procena rizičnog prelaska kod prelaska vozila ispred nailazećeg voza.

2. METODOLOGIJA

Opis posmatranog putnog prelaza

Putni prelaz se nalazi u južnom delu Srbije, u naseljenom mestu Čapljinac u blizini grada Niša. Naselje je ruralno, a put je lokalnog karaktera. Snimljeni uzorak saobraćaja u toku jednog dana (8 do 17 časova) je pokazao sledeću strukturu učesnika: 242 putnička automobila, 15 autobusa, 11 kamiona, 49 traktora, 20 motora i 50 biciklista.

Pruga je magistralna, jednokolosečna, i pripada međunarodnom Koridoru 10. Saobraćaj na pruzi je mešoviti (putnički i teretni). Realizovani broj vozova je oko 20 vozova dnevno. Pruga se nalazi u horizontali (0‰). Dozvoljena brzina na pruzi je 100 km/h. Izmerena brzina vozova preko putnog prelaza se kretala u rasponu od 30 do 95km/h. Pružna opomenica za putni prelaz se nalazi na udaljenosti od 500m s obe strane putnog prelaza.

Putni prelaz je obezbeđen drumskim saobraćajnim znacima (Andrejin krst i znak Stop) sa obe strane. Na istočnoj, kao i na zapadnoj strani drumska signalizacija se nalazi na oko 5m od šina. Sa istočne strane put i pruga se nalaze u istoj ravni, dok je sa zapadne strane put u laganom usponu prema pruzi. Put i pruga se seku pod uglom od 60 stepeni. Ovaj prelaz spada u putne prelaze koji nemaju sve trouglove preglednosti. Zbog objekata koji se nalaze u neposrednoj blizini pruge postoje samo dva trougla preglednosti, po jedan sa obe strane. Sa daljine zaustavnog puta ispred znaka obaveznog zaustavljanja sa istočne strane ka jugoistočnoj strani nalaze se objekti, kao i sa zapadne ka severozapadnoj strani. Voz koji nailazi sa severa na 1000m od putnog prelaza je uočljiv drumskom vozilu koje nailazi sa

[1] mr Sandra KASALICA dipl. ing. saobr., Visoka železnička škola, Beograd, sandra.kasalica@gmail.com
[2] dr Radisav VUKADINOVIĆ dipl. ing. saobr., Mašinski fakultet, Niš
[3] Nikola DRAGOVIĆ ing. informatike., Visoka železnička škola, Beograd

istočne strane u trouglu preglednosti, dok je vozilu koje nailazi sa zapadne strane, uočljiv u dužini preglednosti od 1000m sa mesta gde je postavljen Andrejin krst. Voz koji nailazi sa juga uočljiv je vozilu koje nailazi sa zapadne strane u trouglu preglednosti na 900 m, dok je vozilu koje nailazi sa istočne strane na 900 m uočljiv u dužini preglednosti sa mesta gde je postavljen Andrejin krst.

U poslednjih deset godina na ovom putnom prelazu se dogodilo više udesa, a tri su bila sa fatalnim posledicama. Prema planovima Železnice Srbije, na ovom putnom prelazu je predviđena ugradnja svetlosne signalizacije sa automatskim polubranicima.

Subjekti istraživanja

Učesnici u drumskom saobraćaju koji su se našli na putnom prelazu od trenutka uočavanja nailaska voza do dolaska voza na putni prelaz su bili subjekti ovoga rada. Posmatranje je trajalo nedelju dana, tokom proleća, u različitim dnevnim periodima koji su birani prema intenzitetu saobraćaja vozova. Vremenske prilike su bile dobre, sa dobrom preglednošću.

Procedura

Informaciju o nailazećem vozu istraživači su dobijali vizuelnim osmatranjem svetlosne signalizacije na pruzi. Prema severu na udaljenosti od 500 m od putnog prelaza se nalazi ulazni signal u železničkoj stanici koja se nalazi na oko 1,5 km od prelaza, dok se na južnoj strani na sličnoj udaljenosti, nalazi prostorni signal automatskog pružnog bloka. Daljina uočavanja voza, od strane istraživača na putnom prelazu, iznosila je 1.000m prema severu i 900m prema jugu. Ukoliko voz saobraća od severa ka jugu prostorni signal pokazuje signalni znak za dozvoljenu vožnju, a ukoliko saobraća od juga ka severu ulazni signal u stanicu pokazuje signalni znak za dozvoljenu vožnju. Od momenta promene signalnog znaka za dozvoljenu vožnju pa do momenta nailaska voza protekne oko 5 min, pa su istraživači imali dovoljno vremena da se pripreme.

Snimanje ponašanja učesnika drumskog saobraćaja na posmatranom putnom prelazu vršila su istovremeno tri istraživača. Jedan istraživač bi uvek bio na putnom prelazu i posmatrao signalizaciju na pruzi. Nakon uočavanja promene tj. nagoveštaja da će se uskoro pojaviti voz obaveštavao je druga dva istraživača da se pripreme za snimanje kamerama. Prvi istraživač bi uključivao štopericu u trenutku kad opazi voz i merio vreme koje je vozu potrebno da stigne do putnog prelaza. Zatim je na odgovarajući obrazac beležio sledeće: (1) trenutak uočavanja voza, (2) vreme koje je vozu potrebno od trenutka uočavanja do nailaska na putni prelaz, (3) trenutak nailaska voza na putni prelaz, (4) smer kretanja voza sever-jug ili jug-sever kao i (5) vrstu voza. Na osnovu ovih podataka i poznatog rastojanja izračunavana je brzina dolazećeg voza.

U neposrednoj blizini putnog prelaza na severozapadnoj strani na udaljenosti od oko 5 m nalazi se mali službeni železnički objekat (magacin) koji služi za održavanje pruge. Iz ovog objekta su preostala dva istraživača uz pomoć dve postavljene video kamere snimala drumski saobraćaj, tako da nisu bili uočljivi za vozače drumskih vozila, pa na taj način nisu uticali na njihovo ponašanje. Ova dva istraživača su istovremeno, na odgovarajući obrazac, beležili sledeće: (1) trenutak uočavanja voza (2) trenutak nailaska vozila na putni prelaz i vrstu vozila (3) ako je vozač nastavio vožnju ispred nailazećeg voza, trenutak prelaska (4) ponašanje vozača pre prelaska, da li je stao, usporio ili nije stao (5) trenutak nailaska voza.

Daljina uočavanja voza od strane istraživača se poklapa sa dužinom preglednosti sa mesta gde je postavljen Andrejin krst i znak Stop za učesnika u drumskom saobraćaju. Trenutak prelaska drumskog vozila je definisan kao izlazak vozila iz tovarnog profila pruge.

3. REZULTATI SA DISKUSIJOM

Tokom perioda osmatranja zabeleženo je 68 slučajeva. Slučajevi podrazumevaju pojedinačna vozila koja su naišla na putni prelaz od trenutka uočavanja voza do trenutka započinjanja prelaska putnog prelaza od strane voza. Struktura slučajeva je sledeća: 37 automobila, četiri kombija, četiri autobusa, četiri kamiona, sedam traktora, pet motora i sedam biciklista.

Ponašanje vozača

Trideset pet vozača od 68 je prešlo putni prelaz (51,5%) nakon što su uočili nailazak voza. Od vozača koji su prešli 8 vozača nije usporilo pre prelaska (22,8%), 17 je usporilo (48,6%), a 10 vozača je stalo pre prelaska (28,6%). U jednom slučaju vozač se već nalazio na šinama na 8s pre nailaska voza i vratio se u rikverc. Ovde treba napomenuti da je zapaženo loše stanje vozila, a opšta starosna struktura posmatranih drumskih vozila je izuzetno nepovoljna (većina vozila je starija od 10 godina).

Analiza bezbedonosne margine (trenutak kada je voz naišao na putni prelaz minus trenutak kada je završen prelazak vozila u opasnoj zoni) kreće se u opsegu od 10 do 86s. Srednja bezbednosna margina prelaska je 32,7s. Opasni interval (vreme koje drumsko vozilo provede u opasnoj zoni) kreće se od 2 do 4s. Vreme koje najduži voz provede u opasnoj zoni je 26s.

Vremena čekanja drumskih vozila na putnom prelazu imaju Normalnu raspodelu verovatnoća, sa srednjom vrednošću $\mu = 19$ s i standardnim odstupanjem $\sigma = 13$ s. ($\chi 2 = 7.916$, $p > 0.05$).

Verovatnoća prelaska

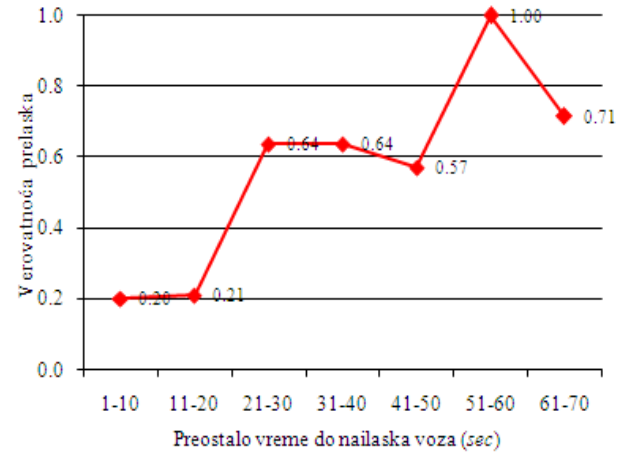
Verovatnoća prelaska drumskog vozila preko putnog prelaza ispred nailazećeg voza utvrđena je u

funkciji od udaljenosti voza od putnog prelaza u trenutku nailaska drumskog vozila, što je prikazano na slici 1.

Slika1. Verovatnoća prelaska drumskog vozila preko putnog prelaza u funkciji od udaljenosti voza od putnog prelaza

Verovatnoća prelaska drumskog vozila preko putnog prelaza u funkciji od udaljenosti voza od putnog prelaza P(L), trebala bi da se monotono povećava sa povećanjem udaljenosti voza od putnog prelaza. U konkretnom slučaju, ovo povećanje ima, približno, linearnu zavisnost u intervalu do 800 metara i to: y = 0,1326x + 0,0694, sa koeficijentom korelacije R= 0,884, pri čemu je *x* redni broj podatka. U ovoj pretpostavci stvarna vrednost Hi kvadrat promenljive iznosi χ^2=4,889, a kritična vrednost za 6 stepeni slobode i stepen značajnosti α = 0,05 iznosi $\chi_k^2 = 12{,}592$. Može se reći da linearna funkcija dobro aproksimira empirijske vrednosti, a vozači dobro procenjuju udaljenost voza.

Na Slici 2 je prikazan uticaj preostalog vremena do nailaska voza na putni prelaz na odluku drumskog vozača na prelazak. Preostalo vreme do nailaska voza predstavlja kombinaciju brzine i udaljenosti voza u trenutku nailaska drumskog vozila.



Slika 2. Verovatnoća prelaska drumskog vozila preko putnog prelaza u funkciji vremena preostalog do nailaska voza

Verovatnoća prelaska učesnika u drumskom saobraćaju preko putnog prelaza u preostalom vremenu P(T) do dolaska voza ima linearnu zavisnost od veličine tog vremena, y = 0,109x + 0,130, sa koeficijentom korelacije R= 0,694. Pokazalo se da ne postoji statistički značajna razlika između upoređivanih obeležja. Stvarna vrednost Hi kvadrat promenljive χ2=6,324, a kritična vrednost χ2 za 6 stepeni slobode i stepen značajnosti α = 0,05 iznosi χ2=12,592 pa se ova predpostavka prihvata.

Niko nije prešao putni prelaz na manje od 10 s pre nailaska voza. Kod vozača koji su odlučili da ne pređu najduže vreme čekanje je 63 s. Ovaj slučaj se desio prilikom nailaska sporog voza (30 km/h). Najmanja udaljenost voza od putnog prelaza, pri kojoj su vozači odlučili da ne pređu, je 40 do 150m.

Verovatnoća prelaska drumskog vozila preko putnog prelaza u funkciji brzine voza P(V) trebala bi da se monotono smanjuje sa povećanjem brzine voza. To nije bio slučaj sa izmerenim vrednostima, pa se može zaključiti da većina vozača koji su prešli preko prelaza ima pogrešnu procenu brzine voza. Ako bi se izračunate verovatnoće aproksimirale linearnom funkcijom, strarna vrednost Hi kvadrat promenljive iznosila bi χ2= 13,964, a kritična vrednost za 6 stepeni slobode i stepen značajnosti α = 0,05 iznosi $\chi_k^2 = 12{,}592$. Iz toga sledi da se navedena pretpostavka odbacuje.

Direktnija mera vozačevog opažanja brzine voza može biti dobijena posmatranjem bezbedonosne margine vozača koji su prešli u funkciji brzine voza.

Izdvojila su se tri intervala brzina kojima je saobraćao najveći broj vozova. Prema tome su vozovi podeljeni u tri grupe (a) spore sa brzinom od 30 do45km/h, (b) vozove srednje brzine od 45 do 75 km/h i (c) brze vozove od 75 do 95km/h. Srednja bezbedonosna margina za spore vozove je 43,87s, za vozove srednje brzine je 31,4s, a za brze vozove 25,3s.

Za očekivati je da će bezbedonosna margina koju će siguran vozač sebi ostaviti pre nego što odluči da pređe biti veća kod bržih vozova, ukoliko je brzina voza dobro procenjena. Međutim, vidi se da su rezultati različiti za različite brzine vozova. Moglo bi se pretpostaviti da ovi vozači kao grupa nemaju dobru percepciju brzine voza.

4. ZAKLJUČAK

Verovatno je značajan zaključak u ovom istraživanju da je polovina vozača prešla neosiguran putni prelaz ispred nailazećeg voza. Jasno je da, nailazeći voz, u našem posmatranju *nije* obično primljen kao signal da je rizik veliki i da vozač ne bi trebao da pređe. Kako je 75% svih putnih prelaza u Srbiji obezbeđeno pasivnom signalizacijom (Andrejin krst), mnogi vozači moraju doneti odluku baziranu na

njihovoj proceni bezbednog vremenskog intervala. Na Slici 1 se može zaključiti da su vozači skloniji da pređu kada je voz na većoj udaljenosti od putnog prelaza. Na Slici 2 se vidi da su vozači više skloni da pređu kada imaju više vremena na raspolaganju pre nailaska voza. Iako brzina voza utiče na raspoloživo vreme za prelazak, pokazalo se da brzina voza ne utiče na odluku o prelasku. Ovo sugeriše da je percepcija brzine voza otežana, pogotovo za vozove koji se nalaze na većoj udaljenosti od putnog prelaza i za vozače koji nemaju trougao preglednosti.

LITERATURA

[1] [1] Åberg, L. (1988) Driver behavior at flashing-light, rail-highway crossing. Accident Analysis & Prevention 20,59-65.

[2] [2] Leibowitz, H. W. (1985) Grade crossing accidents and human factors engineering. American Scientist 73:558-562.

[3] [3] Meeker, F. L.; and Barr, R. A. (1989) An observational study of driver behaviour at a protected railroad grade crossing as trains approach. Accident Analysis &Prevention 21,255-262.

[4] [4] Meeker, F. et. al. (1997) A comparison of driver behavior at railroad grade crossings with two different protection systems. Accident Analysis &Prevention 29,11-16.

AN OBSERVATIONAL STUDY OF DRIVER BEHAVIOR AT RAILROAD GRADE CROSSING

Sandra KASALICA
Radisav VUKADINOVIĆ
Nikola DRAGOVIĆ

Abstract - This paper presents the results of observation of direct behaviour of road traffic participants at a crossing located in a populated area where a local road and a trunk railroad intersect, which is only protected by road signalling devices. The observations covered 68 road vehicle drivers in the moment of train approach. Thirty-five drivers crossed it in front of an approaching train although they spotted it. It was shown that the probability of crossing varies depending on the train distance and the time the driver has left to cross the crossing. It was also observed that there were a large number of risky crossings in front of an approaching train.

Keywords: passive crossing, driver behaviour, safety

XIV НАУЧНО-СТРУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА О ЖЕЛЕЗНИЦИ ЖЕЛКОН '10

ВАНРЕДНИ ДОГАЂАЈИ НА ПУТНИМ ПРЕЛАЗИМА

Чедомир Ј. МИТИЋ[1]
Слободан Р. ГОЈКОВИЋ[2]

Резиме *– Путни прелаз је место на прузи где се пут укрштава са железничком пругом у истом нивоу. Из тог разлога безбедност саобраћаја, како железничког тако и друмског, је перманентно угрожена, а од укупног броја ванредних догађаја на железници знатан број отпада на ванредне догађаје на путним прелазима. Аутори у оквиру изабране теме и понуђеног простора разматрају питања: Ванредни догађаји на путним прелазима; Узроци ванредних догађаја на путним прелазима; Превентивне мере за смањење ванредних догађаја на путним прелазима; Плакат као превентивно средство у смањењу ванредних догађаја на путним прелазима; Понашање учесника у саобраћају, као и других лица на путним прелазима.*

Кључне речи: железнички саобраћај, друмски саобраћај, безбедност железничког саобраћаја, путни прелази.

1. УВОД

Део простора – саобраћајне површине које подједнако користе и железничком и друмском саобраћају су места на коме пут укршта пругу. Та места називају се путни прелази. Ванредни догађаји на путним прелазима деле се на:

а) Ванредне догађаје на путним прелазима за друмска возила на којима је саобраћај обезбеђен сигнално – сигурносним уређајима за затварање друмског саобраћаја, или најављивање приближавања воза (браници, полубраници и светлосни сигнали);

б) Ванредни догађаји на путним прелазима за друмска возила на којима је саобраћај обезбеђен саобраћајним знацима друмског саобраћаја; в) Ванредни догађаји на путним прелазима за пешаке.

На око 3809 километара пруга у Србији има 2138 путних прелаза, од којих је 1582 обезбеђено „Андреиним крстом“, знаком „Стоп“ или неким знаком друмске сигнализације, 267 полубраницима са светлосном саобраћајном сигнализацијом, путно – прелазне бранике има 259 прелаза, 25 је обезбеђено светлосним саобраћајним знацима, а 5 је обезбеђено на остале начине.

„Железнице Србије“ поред знатних финансијских средстава која инвестирају у уређење и савремено обезбеђивање путних прелаза, организовале су у 2008. години врло позитивну и корисну акцију „НИСИ БРЖИ“, како би грађани били информисани, едуковани и подстакнути на одговорније понашање према себи, а и према другима, са циљем повећања нивоа безбедности железничког саобраћаја. Евидентно је драстично повећање ванредних догађаја, а тиме и несрећа на пружним прелазима. Једном речју, сваке године број ванредних догађаја на путним прелазима се повећава, па се из тог разлога као закључак намеће да на путним прелазима сви учесници у саобраћају треба да буду пуно пажљивији зарад своје и безбедности других.

Слика 1. Пружни прелаз без браника и полубраника

[1] Чедомир Ј. МИТИЋ маш. инж., Прешернова 9а 18000 Ниш, ceda.aforizmi@gmail.com.
[2] Слободан Р. ГОЈКОВИЋ маш. инж., Сомборска 59/41 18000 Ниш, draaxa@gmail.com.

2. ВАНРЕДНИ ДОГАЂАЈИ НА ПУТНИМ ПРЕЛАЗИМА

На око 3809 километара пруге у Србији има 2138 путних прелаза. Према подацима „Железница Србије“ од укупног броја путних прелаза око 1582 је у складу са законском регулативом обезбеђено „Андрејиним крстом“, знаком „Стоп“ или неким другим знаком друмске сигнализације, док су остали обезбеђени савременим сигнално – сигурносним уређајима. За обезбеђење савременом сигнално – сигурносном опремом, полубраницима или браницима, свих путних прелаза у Србији потребно је око 350.000.000 евра, према подацима за 2008. годину. Према подацима „Железница Србије“, у периоду од 2000. до 2007. године на путним прелазима у Србији, у око 700 несрећа, живот је сопственом кривицом изгубило 120 људи, а повређено око 274 особе. Несреће на путним прелазима у 99 одсто случајева изазвали су возачи друмских возила или други учесници у друмском саобраћају. „Железнице Србије“ поред огромних финансијских средстава, које инвестирају у уређење и савремено обезбеђивање путних прелаза, покрећу и едукативне акције, како би се грађани информисали и подстакли на одговорније понашање према себи и другима у циљу повећања безбедности железничког саобраћаја. Илустрације ради, овом приликом поменућемо две такве акције. Једна је спроведена у 2008. години под слоганом „НИСИ БРЖИ“, а друга у текућој 2010. под слоганом „ОПРЕЗ – ИЗАБЕРИ ЖИВОТ!“, у склопу обележавања међународног дана безбедности на путним прелазима у оквиру јавног часа о безбедности на путним прелазима и то истовремено у Београду, Нишу, Сремским Карловцима, Лапову и Руми.

Важно је напоменути да је само за првих пет месеци у 2010. години било више ванредних догађаја на путним прелазима него у целој прошлој 2009. години. У 64 несреће настрадало је 27 лица, а 25 их је повређено. У 2009. години било је 62 ванредна догађаја, а то је опет више него у 2008. години, када је било 58 несреће. Вредан је помена податак да ванредни догађаји на путним прелазима чине 12 одсто укупног броја насталих ванредних догађаја што уопште није занемарљив број. Имајући у виду наводе, сматрамо да је образлагати неопходност напред наведених акција и сличних од стране српских железница сувишно. Највећи број наведених ванредних догађаја дешава се због пропуста учесника у друмском саобраћају, њихове непажње и бахатог понашања, чиме се нарушава безбедност и угрожавају животи свих учесника у саобраћају. На основу чињеничног стања ствари, Железница као узрочник ових догађаја, заступљена је у њима занемарљивим процентом.

3. УЗРОЦИ ВАНРЕДНИХ ДОГАЂАЈА НА ПУТНИМ ПРЕЛАЗИМА

Непосредни учесници у извршавању превоза на путним прелазима представљају основни елемент безбедности железничког саобраћаја у целини. Узроци удеса и незгода при вршењу железничког саобраћаја пре свега леже у несавршености људског рада и могућих грешака у току рада. Човек са својим психофизишким особинама, нарочито код већих брзина превоза и велике динамике саобраћаја, мање је способан да све на време региструје и да у сваком тренутку доноси оптималне одлуке. Спроведена истраживања и анализе узрока незгода на путним прелазима, услед пропуста људског фактора, показује да су основни узроци непажња, заборавност, оптерећења разним животним и социјалним проблемима, алкохолисаност и болест.

Непажња представља главни узрок незгода на путним прелазима. Она се може поделити на следеће психолошке разлоге: стање одсутности, погрешна процена ствари, низак степен будности и ризик.

Слика 2. Поштовањем постојеће сигнализације до веће безбедности на путним прелазима

Модернизацијом пруга и возних средстава, увођењем у примену савремене технологије сигнално – сигурносне технике, смањује се и број ванредних догађаја, што указује на велику међузависност техничког и људског фактора.

4. ПРЕВЕНТИВНЕ МЕРЕ ЗА СМАЊЕЊЕ ВАНРЕДНИХ ДОГАЂАЈА НА ПУТНИМ ПРЕЛАЗИМА

У циљу смањења ванредних догађаја на путним прелазима неопходно је и хитно, с обзиром на догађања, предузети одређене превентивне мере у погледу техничко регулативних мера, као и репресивних и васпитно – образовних. Неопходно је приступити увођењу одговарајуће савремене саобраћајне сигнализације на местима где их до сада није било, као и уградњу савремених система заштите и обезбеђење потпуне прегледности на

путним прелазима. Спровести кроз разне наставне програме, програме обуке возача и слично и то на начин предочавања основних елементарних сазнања о томе како се конкретно треба понашати на различитим путним прелазима, зависно од врсте уградње опреме и система.

Посебан и за проблематику коју третитрамо, занимљив сегмент васпитно - образовног рада јесте пропагандна превенција у сврху стварања услова за побољшање безбедности саобраћаја на путним прелазима, а што је основни и најважнији задатак пропагандно – превентивног деловања.

Пре свега, циљеви оваквог деловања су у повећању обима и квалитета знања о безбедном учествовању у саобраћају у зонама путних прелаза, посебно кад су у питању одрасли учесници који нису обухваћени никаквим редовним васпитно – образовним процесом. Разрада пропагандно - превентивне акције треба да буде базирана на узроцима збивања најинцидентнијих ситуација. Садржај мора бити кратак, јасан, недвосмислен и да упућује у оно шта треба да се уради.

5. ПЛАКАТ КАО ПРЕВЕНТИВНО СРЕДСТВО У СМАЊЕЊУ ВАНРЕДНИХ ДОГАЂАЈА НА ПУТНИМ ПРЕЛЗИМА

Како се ни на осигураним путним прелазима не могу избећи ванредни догађаји, то се у циљу смањења ванредних догађаја мора деловати визуелним средствима пропаганде и то плакатом. Плакат у области безбедности у железничком саобраћају има изузетно важну улогу. То потврђује и масовна примена плаката и на железницама других земаља које поседују у многоме савременију железницу од наше. Несумњиво је да плакат психолошки мотивише и повећава личну и колективну одговорност.

Према садржају поруке плакате делимо на: упозоравајуће, забрањујуће, инструктивне и информативне.

Као превентивно средство требало би користити плакат на коме би били обрађивани најкарактеристичнији узроци несреће на путним прелазима. Како је узрок најчешћих несрећних случајева на путним прелазима данас алкохолисаност возача, требало би у школама (када је у питању млађа популација учесника у саобраћају), школама за обуку возача, месним заједницама итд., масовно користити плакате, а све у циљу што боље едукације и стицања позитивних навика у понашању приликом учешћа у саобраћају, а све у циљу подизања нивоа опште безбедности у саобраћају.

6. ПОНАШАЊЕ УЧЕСНИКА У СОБРАЋАЈУ, КАО И ДРУГИХ ЛИЦА НА ПРУЖНИМ ПРЕЛЗИМА

Оно што треба нагласити и истаћи је да је најчешћи узрок ванредних догађа на путним прелазима неодговорност и непримерено понашање трећих лица, која су нажалост усмрћена или повређена личном одговорношћу због непоштовања саобраћајних прописа и упозорења. Значи, одговорност није на железници иако се у јавности, када се тако нешто догоди, она најчешће приписује управо железници и железничким радницима.

Велики проблем представља и неодговорно понашање лица која крађама и демонтирањем појединих виталних делова сс уређаја или елемената контактне мреже, ситноколосечног прибора, не само да наносе штету железници, већ и директно угрожавају њено функционисање, а тиме доводе у питање и безбедност железничког саобраћаја.

Слика 3. Често на мети неодговорних и несавесних лица, што умногоме угрожава безбедност на пружним прелазима

Постојећи саобраћајни знаци на путним прелазима (СЛика 3), често су на мети неодговорних лица, која их или ломе или их уништавају на разне друге начине, што отежава сналажење учесника у саобраћају. Не ретко се дешава да поред саобраћајних знакова и носачи буду или поломљени или ишчупани из лежишта, што отежава њихову замену.

7. ЗАКЉУЧАК

До сада изнети материјал у оквиру теме коју третирају аутори упућује на обавезу свих релевантних чиниоца да се проблему безбедности саобраћаја на путним прелазима мора посветити много већа пажња, а пре свега у побољшању и увођењу нових савременијих и безбеднијих

система заштите путних прелаза.

Чињеница да је дужина зауставног пута воза између 700 и 1000 метара и да се воз у тренутку када је рампа спуштена и када је прелаз у потпуности обезбеђен, налази на око 600 метара од путног прелаза, упућује на обавезан опрез и примену прописа о безбедном преласку путног прелаза. Постоје околности када је уређај путног прелаза у квару, али и тада прописе обавезно морају поштовати једнако и машинско особље на локомотиви воза и возачи друмских возила који су пред путним прелазом.

Едукација грађана је кључ очувања безбедности. Многе железничке управе, па и наша, су потенцијал у спречавању ванредних догађаја на путним прелазима препознале у едукацији грађана медијски оријентисаним кампањама и акцијама, о којима је у тексту већ било речи. Железнице Србије оваквим видом деловања желе да апелују на свест свих учесника у друмском саобраћају да се понашају одговорно и да примењују прописе и поштују све знаке друмске и железничке сигнализације, како не би угрожавали и себе и друге.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Јовановић Ж.: "Приручник о очувању личне безбедности путника у железничком саобраћају", ЖТП Београд, Железничко – образовни центар Београд и Савез заштите на раду ЖТП Београд, Београд, 1990.

[2] Информативни листови: "Пруга", од 2006-2010. ЈП „Железнице Србије“

STATE OF EMERGENCY ON ROADCROSSING

Čedomir J. MITIĆ[1]
Slobodan R. GOJKOVIĆ[2]

Abstract – Road crossing is the place on the road where the road crosses the railroad on the same level. For that reason, safety transportation, railroad transportation as well as highway traffic is permanently endangered and the most cases of state of emergency on crossroads are regarded to these states of emergency. The authors of this topic, according to the offered space, deal with the following questions: State of emergency on crossroads; The causes of the state of emergency on crossroads; Preventive measures in order to reduce states of emergency on road crossings; Poster as a preventive tool in the reduction of states of emergency on road crossings; Conduct of traffic participants as well as other participants on road crossings.

Key words – railroad transportation, highway trafic, safety railroad transportation, road crossings.

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

OCENA ZAVARLJIVOSTI ČELIKA POVIŠENE JAČINE I MOGUĆNOST NJIHOVE PRIMENE U ŽELEZNIČKOJ INDUSTRIJI

Dragan MILOSAVLJEVIĆ [1]
Petar MARINKOVIĆ[2]
Vukić LAZIĆ [3]
Srbislav ALEKSANDROVIĆ[4]
Nada RATKOVIĆ[5]

Rezime *- U ovom radu razmatra se problematika zavarivanja čelika povišene jačine, sa posebnim osvrtom na specijalne niskolegirane čelike. Oni se izrađuju po strogo kontrolisanom hemijskom sastavu i tačno definisanim proizvodnim fazama. To je omogućilo da se ostvare izuzetne povoljne mehaničke osobine sa uskim granicama tolerancija. Razlikuju se dve vrste ovih čelika: konstrukcioni i za sudove pod pritiskom. Spadaju u grupu dobro zavarljivih čelika, ali samo za ploče relativno manjih debljina. Dobijaju se postupkom termomehaničke obrade čeličnih poluproizvoda na visokim temperaturama-valjanje i kontrolisano hlađenje. Primenjuju se za izradu različitih odgovornih čeličnih konstrukcija na železnici.*

Ključne reči – čelici povišene jačine, tehnologija zavarivanja, dodatni materijali, železnica.

1. UVODNE NAPOMENE

U ovom radu razmatra se ocena zavarljivosti čelika povišene jačine i ukazuje na mogućnost njihove primene u železničkoj industriji sa posebnim osvrtom na specijalne niskolegirane čelike klase S 690. Primenjuju se za izradu različitih odgovornih čeličnih konstrukcija kao što su: dizalice, noseće platforme, odgovorne železničke sklopove, transportne cisterne, građevinske mašine i tsl. [1-4, 7-11].

Kvalitet zavarenog spoja zavisi od osobina osnovnog i dodatnog materijala, geometrije žleba, parametara zavarivanja, veštine zavarivača i stanja zavarivačke opreme. Najveći problem koji se odnosi na zavarljivost ovih čelika jeste mogućnost pojave hladnih prslina. Taj problem se može rešiti upotrebom međuslojnih austenitnih elektroda, kontrolisanim unosom toplote ili primenom termičke obrade: prethodne, tekuće i naknadne.

2. OSNOVNI MATERIJAL I PREPORUKE ZA SPREČAVANJE HLADNIH PRSLINA

Postoje tri klase čelika S690 - S690Q, S690QL i S690QL1, koji se uglavnom razlikuju samo u pogledu udarne žilavosti. Hemijski sastav, najvažnije mehaničke osobine i vrednosti udarne žilavosti na sobnim i sniženim temperaturama, date su u odgovarajućoj literaturi [1, 2, 4, 12].

Ovi čelici su skloni ka nastanku hladnih prslina. Pravilno predgrevanje i *interpass*[1] temperatura su samo neke od mera za sprečavanje hladnih prslina. Ovde se navode samo neke veoma važne preporuke [1-4, 7-12] kojih se treba pridržavati pri zavarivanju ove klase čelika:

- Sniziti sadržaj vodonika u spoju (H< 5 *ml*/100 *g*);
- Odabrati odgovarajuću temperaturu predgrevanja (T_p) i *interpass* temperaturu ($T_{interpas}$);
- Primeniti niskovodonične elektrode;
- Odstraniti vlagu i sve nečistoće iz zone zavarivanja i zavarivati pri maloj vlažnosti vazduha i zaštitnog gasa;
- Preduzeti sve mere za smanjenje zaostalih napona u zavarenom spoju;
- Koristiti preporučene dodatne materijale;
- Odabrati najpovoljniji redosled zavarivanja;

[1] *Interpass* je prelazna temperatura do koje se hladi jednoprolazan zavar.

[1] Dr Dragan MILOSAVLJEVIĆ, red. prof., Mašinski fakultet, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac, dmilos@kg.ac.rs
[2] Petar MARINKOVIĆ, Zastava automobili, Trg topolivaca 4, 34000 Kragujevac, petarmar2002@yahoo.com
[3] Dr Vukić LAZIĆ, vanr. prof., Mašinski fakultet, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac, vlazic@kg.ac.rs
[4] Dr Srbislav ALEKSANDROVIĆ, vanr. prof., Mašinski fakultet, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac, srba@kg.ac.rs
[5] Dr Nada RATKOVIĆ, asistent, Mašinski fakultet, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac, nratkovic@kg.ac.rs.

- Usvojiti pravilne zazore u žlebu;
- Gasnim gorionikom pažljivo zagrejati neposrednu zonu spoja i njegovu okolinu pre zavarivanja, bez obzira da li je propisano predgrevanje;
- Održavati maksimalnu *interpass* temperaturu u granicama $T_{interpas} \approx$ 200 do 225ºC, zavisno od krutosti/debljine zavarivanih delova;
- Ako je spoljašnja vlažnost povišena ili je temperatura ispod 5ºC, najniža preporučena temperatura predgrevanja mora biti povećana za 25ºC. Ovo doprinosi čvrstini pripojnih šavova koji se izvode sa unosom toplote oko 10 *kJ/cm*;
- Usvojene temperature predgrevanja i *interpass* temperature ne važe za slučaj da je unos toplote veći od 17 *kJ/cm*, uz pretpostavku da se zavareni spoj hladi na vazduhu sobne temperature (23±5ºC);
- Vreme progrevanja iznosi 2-5 *min/mm* debljine. Delovi se pritom sporo zagrevaju i sporo hlade;
- Ako je debljina zavarivanih ploča 25 *mm* temperatura se meri 2 *min* posle zagrevanja. Ako je ploča debela 12.5 *mm*, temperatura se meri posle 1 *min*.
- Pre zavarivanja u okolini zone spoja, ne i u samoj zoni spoja, naneti zaštitni sprej za lakše skidanje kapljica rastopljenog metala, posebno pri MAG/MIG zavarivanju;
- Pripojne zavare izvesti prema tehnološkoj dokumentaciji, a dužina pripoja treba da se kreće u granicama 40-50 *mm*;
- Posle nanošenja svakog zavara detaljno očistiti površinu gusenice od troske;
- Završnu kontrolu i mašinsku obradu zavarenih spojeva izvoditi tek po isteku 48 *h*.

3. IZBOR DODATNOG MATERIJALA, POSTUPKA I TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA

3.1. Dodatni materijal

Za zavarivanje ove klase čelika (S 690) trebalo bi primeniti bazične sušene elektrode ili uopšteno rečeno postupke zavarivanja koji garantuju da sadržaj vodonika u metalu šava bude ≤ 5 ml/100 g [1-4, 7-12].

Kod višeprolaznih spojeva, naročito je korisno zavarivanje sa dodatnim materijalima različitih jačina. Pripojni šavovi i prvi prolaz zavaruju se sa dodatnim materijalom manje jačine, a zatim ostali prolazi se izvode sa dodatnim materijalom veće jačine. Ova se tehnika primenjuje kad se tehničkim uslovima traže približno ista svojstva otpornosti u svim delovima zavarenog spoja [1-4, 7-12].

Za izvođenje ugaonih šavova na čeliku S 690 se preporučuju dodatni materijali nižeg napona tečenja u odnosu na osnovni materijal [2, 4, 12]. Ne preporučuje se zavarivanje u vertikalnom položaju odozgo nadole (PG).

Dodatni materijal i tehnologija zavarivanja prilagođavani su uvek lošije zavarljivom materijalu. Dakle, primenjivane su različite kombinacije dodatnih materijala, u zavisnosti od primenjenog postupaka zavarivanja (REL, MAG ili MIG). U ovom radu analizana je samo sledeća kombinacija dodatnih materijala: korenski zavari - elektroda E 18 8 Mn B 22 (EN 1600) - (REL) i zavari ispune – elektrodna žica Mn3Ni1CrMo (EN 12534) - (MAG u smeši gasova Ar + 18% CO_2) [1, 4, 13].

3.2. Izbor postupka i parametara zavarivanja

Odgovorne zavarene konstrukcije sadrže uglavnom ugaone i sučeone spojeve različitih debljina. Korenski zavari se izvode postupkom ručnog-elektrolučnog zavarivanja, elektrodom E 18 8 Mn B 22 prečnika Ø3.25 *mm* i Ø2.5 *mm*. Zavari ispune, kao i pokrivni zavari izvođeni su zavarivanjem MAG postupkom u smeši gasova, elektrodnom žicom Mn3Ni1CrMo prečnika Ø1.0 i Ø1.2 *mm*.

Shodno odgovarajućim računskim metodama i preporukama za izbor parametara zavarivanja, moguće je proračunati polazne parametre zavarivanja. Računska metoda za proračun ugaonih šavova data je prema proceduri izvođenja koju su autori ovog rada već testirali u više radova [1, 4, 5, 6] i praktičnih primera.

U tablici 1 dati su: osnovni parametri zavarivanja, pogonska energija i očekivana karakteristična dubina uvarivanja. Usvojeni parametri zavarivanja treba da omoguće ostvarivanje potrebne dubine uvarivanja, zadate geometrije spoja i povoljne mikrostrukture i tvrdoće ZUT-a.

Tablica 1. *Osnovni parametri zavarivanja pri izvođenju ugaonih višeprolaznih spojeva [1, 4]*

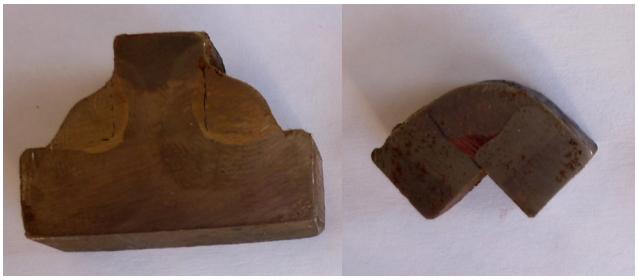
Vrsta zavara	Osnovni parametri zavarivanja					q_l	δ
	I, *A*	U, *V*	v_z, *cm/s*	v_t, *m/min*	Q, *l/min*	*J/cm*	*mm*
Korenski zavari (REL)	120	24.5	0.20	-	-	12000	1.8
Zavari ispune (MAG)	220-250	24-25	0.35-0.40	6-8	15-20	12822-13281	1.8-1.86

4. KONTROLA ZAVARENIH SPOJEVA

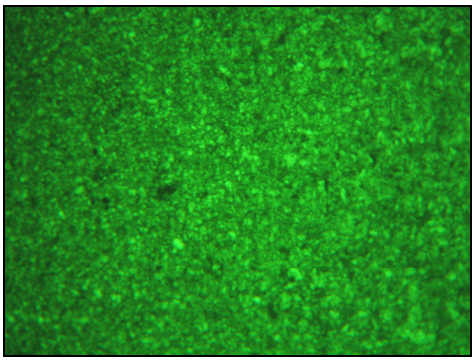
4.1. Metalografska ispitivanja

Odabranom kombinacijom dodatnih materijala i usvojenim parametrima zavarivanja (tab. 1) izvedeno je više proba na karakterističnim ugaonim i sučeonim spojevima [1, 4]. Na tim uzorcima izvršena su makrografska i mikrografska ispitivanja, a indirektno je proveravana i stručna osposobljenost zavarivača. Najpre je izvedeno merenje najvažnijih geometrijskih veličina, a zatim su izmerene tvrdoće pojedinih zona spoja i očitana mikrostruktura tih zona.

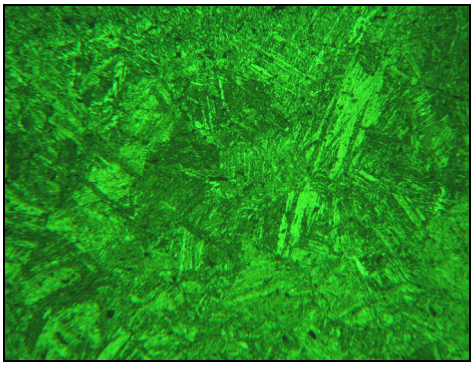
Na slici 1 prikazan je makroskopski izgled samo nekih pripremljenih uzoraka za metalografska ispitivanja, a na slici 2 prikazan je izgled karakterističnih mikrostruktura pojedinih zona zavarenog spoja.



Slika 1. Makroskopski izgled zavarenih spojeva



OM - međufazna struktura poboljšanja



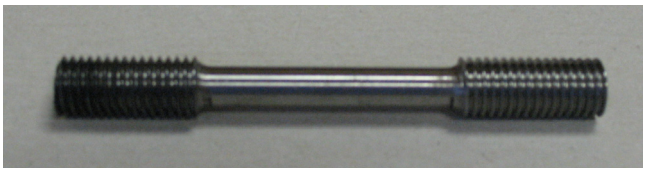
ZUT - međufazna struktura poboljšanja

Slika 2. Mikrostrukture pojedinih zona zavarenog spoja (200x) [1, 4]

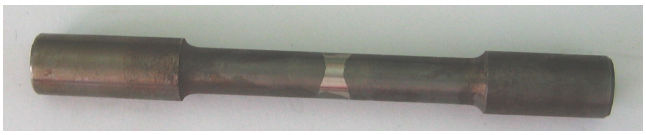
Mikrostruktura osnovnog materijala (OM) ocenjena je kao međufazna struktura poboljšanja, tvrdoće 276-321 HV1. Mikrostruktura metala šava (MŠ) ocenjena je kao otpušteni martenzit, tvrdoće 339-426 HV1. Mikrostruktura zone uticaja toplote (ZUT-a) ocenjena je kao međufazna struktura poboljšanja, tvrdoće 276-290 HV1. Mikrostruktura metala šava korenskih prolaza ocenjena je kao austenitna, tvrdoće oko 224-245 HV1.

4.2. Mehanička ispitivanja

U cilju određivanja najvažnijih mehaničkih karakteristika osnovnog materijala i zavarenog spoja u celini. Izvedena su stndardna ispitivanja zatezanjem i određivanje udarne žilavosti.



Epruveta za ispitivanje zatezanjem osnovnog materijala

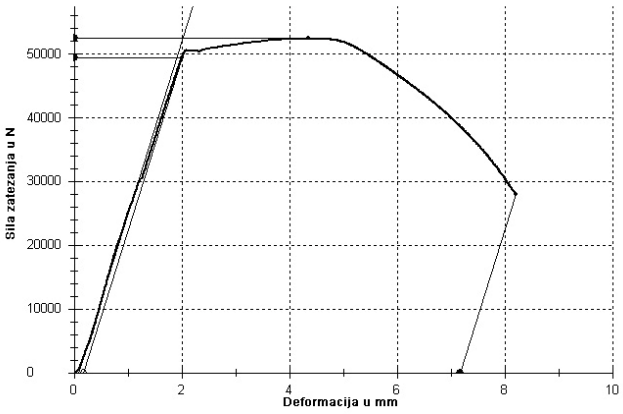


Epruveta za ispitivanje zatezanjem zavarenog spoja

Slika 3. Izgled epruveta za ispitivanje mehaničkih svojstava osnovnog materijala i zavarenog spoja

Ispitivanje zatezanjem

Pripremljene epruvete (iz osnovnog materijala i zavarenog spoja, sl. 3) su zatezane na kidalici ZWICK/ROELL Z 100 mernog opsega 1-100 *kN*. Brzina deformisanja iznosila je 10 *mm/min*. Ispitivanja su izvedena na Mašinskom fakultetu u Kragujevcu. Dobijene vrednosti najvažnijih mehaničkih svojstava OM neznatno se razlikuju od svojstava ZS [1, 4].



Slika 4. Kriva zatezanja OM (epruveta br. 1)

4.3. Ispitivanje udarom – metoda Šarpi

Po sličnoj proceduri, kao i za ispitivanje zatezanjem, pripremljene su epruvete - iz osnovnog materijala i zavarenog spoja koje su ispitivane na Šarpijevom klatnu u akreditovanoj Laboratoriji Zastava automobili. Rezultati ispitivanja žilavosti osnovnog materijala na sobnoj i sniženim temperaturama osnovnog materijala neznatno se razlkuju od žilavosti ZS, što ide u prilog odabranoj tehnologiji zavarivanja [1, 4].

5. ZAKLJUČAK

U cilju postizanja najpovoljnijih osobina zavarenog spoja, bliskih svojstvima osnovnog materijala, neophodno je pridržavati se preporuka proizvođača čelika, rezultata ovog rada, kao i saznanja drugih istraživača koji su se bavili ovom složenom problematikom. Budući da u našoj literaturi ima relativno mali broj referenci iz ove oblasti, ovaj rad je pokušaj da se ustanovi neophodna procedura koja se mora poštovati u cilju izbora najpovoljnije tehnologije zavarivanja pri izradi veoma odgovornih zavarenih konstrukcija koje uglavnom sadrže ugaone i sučeone spojeve.

Dosadašnja iskustva i saznanja ukazuju da je moguća primena ovih čelika povišene jačine u železničkoj industriji, bilo da je reč o zavarenim konstrukcijama izloženih spoljnim statičkim ili dinamičkim opterećenjima. Neke već izvedene zavarene konstrukcija predloženom tehnologijom zavarivanja podvrgnute su rigoroznim testovima i pokazale se veoma pouzdanim.

6. LITERATURA

[1] Jovanović, M., Lazić, V., Uputstvo za zavarivanje čelika povišene jačine, čelik: Weldox 700, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Beograd/Kragujevac, 2008.

[2] Larsson, T. B., Berglund, T., Handbook on welding of Oxelösund steels, October 1992, Sweden.

[3] Hajro, I., et al., Karakterizacija zavarenih spojeva na visokočvrsnom konstrukcionom čeliku S690QL, 26 Savetovanje sa međunarodnim učešćem Zavarivanje 2010, Tara, Zbornik radova-CD, red. br. 66 i u Zbornik rezimea, str. 93.

[4] Jovanović, M., et al., Ocena zavarljivosti i izbor najpovoljnijeg postupka i tehnologije zavarivanja čelika povišene jačine Weldox 700, 26 Savetovanje sa međunarodnim učešćem Zavarivanje 2010, Tara, Zbornik radova-CD, red. br. 55 i u Zbornik rezimea, str. 82.

[5] Jovanović, M., et al., Pregled visokovrednih konstrukcionih čelika i ocena njihove zavarljivosti, Zbornik MF, Kragujevac, 1995., str. 125-132.

[6] Lazić, V., et al., Prilog definisanju graničnih parametara zavarivanja konstrukcionih čelika povišene jačine, Zbornik MF, Kragujevac, 1995., str. 133-140.

[7] European Standard prEN 1011: Guidelines for arc welding of ferritic structural steels.

[8] Determination of suitable minimum preheating temperature for the cold-crack-free welding of steels. IIW-Doc. IX-1631-91.

[9] Determination of the effect of welding on the toughnees in the heat-affected zone of welded joints. IIW-Doc. IX-1340-84.

[10] Determination of the effect of welding on the maximum hardness in the heat-affected zone of welded joints. IIW-Doc. IX-1342-84.

[11] Müsgen, B., High strength quenched and tempered steels-production, properties and applications. Metal Construction (1985), pp. 495-500.

[12] http://www.ssabox.com (2009.)

[13] Katalozi proizvođača dodatnog materijala: SŽ Fiprom Jesenice Slovenija, Piva Plužine Crna Gora, Elavaco Bijeljina Republika Srpska i dr.

EVALUATION OF HIGH STRENTH STEEL WELDABILITY AND POSIBILITIES OF APPLICATION IN RAILWAY INDUSTRY

Vukić LAZIĆ[1]
Petar MARINKOVIĆ[2]
Dragan MILOSAVLJEVIĆ[3]
Srbislav ALEKSANDROVIĆ[4]
Nada RATKOVIĆ[5]

Abstract - In this paper is considered welding of high strength steel problems with special attention devoted to special low alloyed steels. These are produced in strictly defined chemical composition and accurately defined production phases. That allows achievement of exceptionally mechanical properties with narrow tolerance. Here are distinguished two kinds of steel: structural steel and steel for high pressure vessels. They belongs to group of good weldable steels, but for plates of relatively small thickness. They are produced by thermal treatment of semi-finished steel products at high temperatures – rolling and controlled cooling. These may be used in production of very reliable steel structures in railway industry.

Key words - high strength steel, welding technology, filler material, railway.

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

TEMPERATURNA OTPORNOST NR/CSM SMEŠA OJAČANIH ČAĐIMA U INDUSTRIJI ŠINSKIH VOZILA

Gordana MARKOVIĆ [1]
Vojislav JOVANOVIĆ [2]
Suzana SAMARŽIJA-JOVANOVIĆ [3]
Milena MARINOVIĆ-CINCOVIĆ [4]
Jaroslava BUDINSKI SIMENDIĆ [5]

Rezime *– Temperatura starenja ima veliku ulogu u promeni mehaničkih svojstava gumenih smeša za izradu delova za železnicu. Test starenja pri različitim temperaturama je praćen promenom vrednosti prekidne jačine, prekidnog izduženja, tvrdoće, habanja i vrednosti trajne deformacije za blende na bazi prekursora poliizoprenskog i hlorosulfonovanog polietilenskog kaučuka (NR/CSM) ojačanih čađima. Dobiveni rezultati za šest različitih NR/CSM ojačanih sa 0, 20, 40, 60, 80 i 100 phr čađi (CB) su upoređivani. Uočena je zavisnost vrednosti mehaničkih svojstava od temperature starenja. NR/CSM blende ojačane čađima pogodne su za primenu u industriji šinskih vozila.*

Ključne reči: NR/CSM blende kaučuka, čađ, mehanička svojstva, šinska vozila

1. UVOD

Elastomerni materijali ojačani punilima imaju sve širu primenu zbog svoje niske cene. Većinu je bilo nemoguće koristiti bez dodatih punila kao što su čađ i silicijum dioksid. Dodavanjem punila menjaju se zatezna svojstva umreženih materijala kao i otpornost prema starenju. Većina elastomernih materijala koja se koristi u industriji šinskih vozila izložena je toplotnom starenju pri čemu se zatezna svojstva drastično pogoršavaju, a period eksploatacije znatno smanjuje. Da bi se odredila otpornost elastomernih materijala na toplotu koriste se testovi ubrzanog starenja. Većina istraživača proces starenja elastomera posmatra kroz promenu hemijske prirode elastomera pri čemu dolazi do rascepa glavnog polimernog lanca. Oksidativna degradacija se posmatra kao najozbiljniji problem u primeni elastomernih materijala. Toplotna starenja se javljaju i pri istezanju i kompresiji elastomernih materijala. Nunes [1] i saradnici proučavali su uticaj dve vrste silicijum-dioksidnog punila na tvrdoću poliuretanskih elastomera u procesu starenja. Kao što se očekivalo, povećanje koncentracije silicijum-dioksidnog punila povećava vrednosti tvrdoće, kao i otpornost prema starenju. Pandei [2] pokazuje da se loša mehanička svojstva elastomernih materijala mogu poboljšati dodavanjem različitih tipova punila (čađi, silikata i liskuna), što je uslovljeno povećanjem polimer-punilo interakcija. Badavi [3]je proučavao uticaj sadržaja čadji na zatezna svojstva elastomera na bazi butil kaučuka (IIR). Badavi pokazuje da energija jonizacije elastomernih kompozita zavisi od sadržaja punila na različitim temperaturama. Ona se povećava sa povećanjem sadržaja punila. Danas se koriste različite tehnike za određivanje stepena interakcije polimer-punilo koja se odvija tokom mešanja.

Cilj ovog rada je da se utvrdi efekat sadržaja čađi na fizičko-mehanička svojstva gumenih smesa na bazi prirodnog i hlorosulfonovanog polietilenskog kaučuka pri različitim uslovima toplotnog starenja.

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Pri ovim ispitivanjima su korišćeni: Poliizoprenski kaučuk NR (SMR L) proizveden od strane Sungei Krudda Estate (Malezija) i hlorsulfonovani polietilenski kaučuk (CSM), tipa Hypalon 40S, Du Pont CSM (Hypalon 40S; ρ=1.18g/cm^3, Mw=5.52·10^5, Mw/Mn=1.97) proizveden u Goodrich Chemical Co. Komercijalna čađ tipa N550 sa veličinom primarne čestice (36-52 nm) korišćena je kao punilo (Tabela 1).

[1] dr Gordana MARKOVIĆ, Tigar, Nikole Pašića 213, Pirot, gordana1markovic@gmail.com.
[2] mr Vojislav JOVANOVIĆ, PMF u Kosovskoj Mitrovici, Lole Ribara 29, vojani@.sbb.rs.
[3] dr Suzana SAMARŽIJA-JOVANOVIĆ, PMF u Kosovskoj Mitrovici, Lole Ribara 29, vojani@.sbb.rs.
[4] dr Milena MARINOVIĆ CINCOVIĆ, Institut za nuklearne nauke Vinča, milena@vinca.rs.
[5] dr Jaroslava BUDINSKI SIMENDIĆ, Tehnološki fakultet u Novom Sadu, jarkamer@gmail.com.

U kontrolno razvojnoj laboratoriji Tigar Pirot urađena su sledeća ispitivanja: sve smeše su umešane na laboratorijskom dvovaljku. Reološke karakteristike umrežavajućih sistema određene su pomoću Reometra (ALPHA ODR 2000) prema 1S0 3417 na 175°C; vreme početka umrežavanja–scorch (t_{s2}), optimalno vreme umrežavanja (t_{c90}), obrtni momenti (minimalni, M_{min}, i maksimalni, M_{max}, razlika minimalnom i maksimalnog ΔM). ODR obrtni momenat i indeks brzine umrežavanja (CRI), koji ukazuju na stepen reakcije umrežavanja. Zatezna svojstva određena su na Instronu sa brzinom razdvajanja od 500 mm/min po SRPS.G.S2.127. Tvrdoća je ispitivana po SRPS.G.S2.125. Svi sistemi umreženi su pod istim uslovima (20 minuta na 423 K) u laboratorijskoj etažnoj presi. Sastav ispitivanih umrežavajućih sistema je dat u tabeli 1.

Ubrzano starenje je izvedeno u Geer-ovoj komori u atmosferi vazduha na 298, 348, 373, 398 K u toku 48 sati. Sirovinski sastav ispitivanih umrežavajućih sistema je dat u tabeli 1.

Tabela 1. Sastav blendi na bazi NR/CSM kaučuka ojačani čađom N550.

Komponente (phr)*	1	2	3	4	5	6
CSM	50	50	50	50	50	50
NR**	50	50	50	50	50	50
Čadj N550	0	20	40	60	80	100

*masenih delova na 100 delova kaučuka, **Sastav smeše na bazi NR/CSM/N-550 blendi kaučuka (phr): Stearin 2, Tephil naphtene PO 100 10, MgO 4, TMTD 2, S 1,

Tabela 2. Reološka svojstva umrežavajućih sistema na bazi NR/CSM blendi kaučuka sa čađom N550.

Reološka svojstva	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
M_l (dNm)	3	3	5	4	6	6
M_h (dNm)	24	29	33	33	33	38
ΔM(dNm)	21	26	28	29	27	32
t_2 (min)	9	9	9	9	10	12
t_{c90} (min)	15	14	14	14	18	19
CRI (min^{-1})	17	20	20	20	13	14

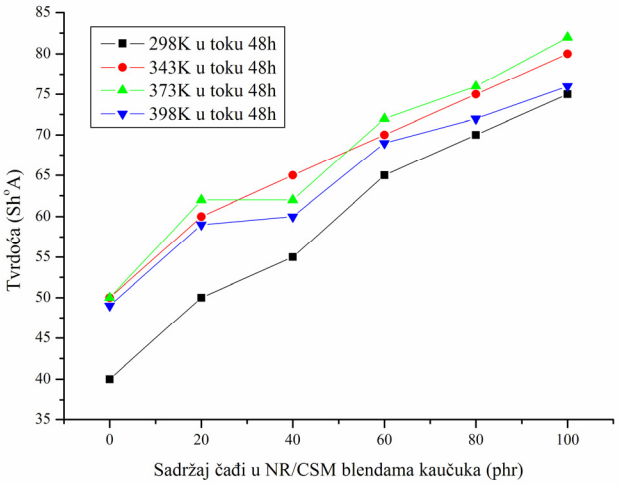
3. REZULTATI I DISKUSIJA

Reološke karakteristike umrežavajućih sistema date su u tabeli 2. Vrednost minimalnog obrtnog momenta M_l ukazuje na viskozitet masticiranog kaučuka. Sa povećanjem sadržaja punila vrednosti se povećavaju. Kao i uvek preterano masticiranje utiče na drastično smanjenje viskoznosti. Maksimalna vrednost obrtnog momenta M_h rezultat je povećanja viskoziteta umrežavajućeg sistema, kao posledica povećanja gustine umreženja.

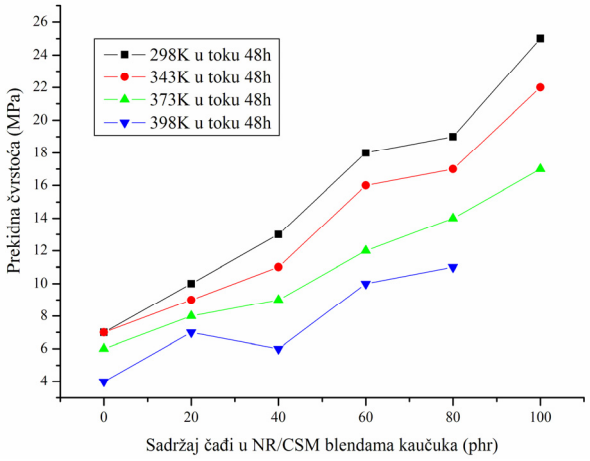
Vrednosti maksimalnog obrtnog momenta M_h, koji su rezultat stepena umreženja za NR/CSM blende kaučuka ojačane čađima se povećavaju sa povećanjem sadržaja punila. Vrednosti razlike obrtnih momenata ΔM se povećavaju sa povećanjem sadržaja punila. Povećanje vrednosti optimuma umreženja t_{c90} ima prednosti jer se sigurnost izrade povećava. I vreme početka umreženja t_{s2} se povećava, što se odražava na period skladištenja umrežavajućih sistema.

Indeks brzine umreženja CRI koji određuje stepen vulkanizacije procesa dat je u tabeli 2. Vidi se da sa povećanjem sadržaja punila, vrednosti CRI se povećavaju do sadržaja čađi od 60 phr, nakon toga opadaju.

Mehanička svojstva NR/CSM blendi kaučuka sa različitim udelima čadji prikazana su na slikama 1-7. Prekidna jačina umreženih materijala, kao mera žilavosti, definiše se kao sila po jedinici površine i zavisi od strukture makromolekula kaučuka, a u najvećoj meri i od ubrzivača. Jasno se uočava da se vrednosti prekidne jačine, tvrdoće, modula 300% i cepanja povećavaju, dok se vrednosti prekidnog izduženja, habanja i compression seta smanjuju sa povećanjem sadržaja punila, saglasno povećanju gustine umreženja.

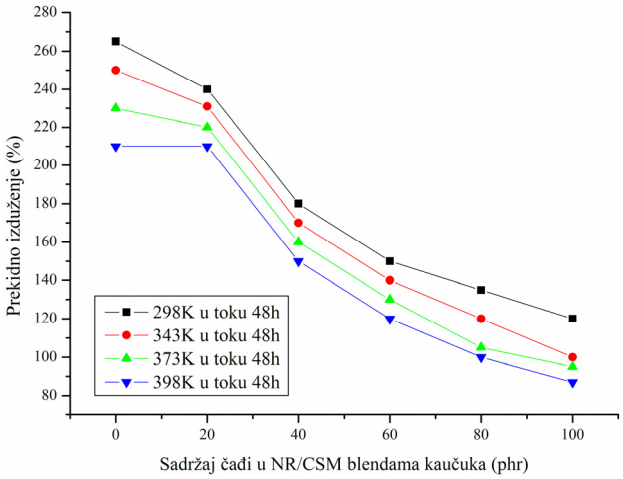


Slika 1. Uticaj sadržaja čađi na tvrdoću u NR/CSM blendama kaučuka pri različitim uslovima starenja.

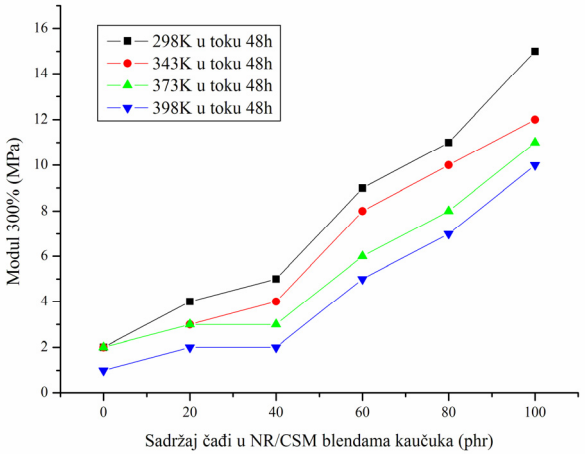


Slika 2. Uticaj sadržaja čađi na prekidnu čvrstoću u NR/CSM blendama kaučuka pri različitim uslovima starenja.

Optimalna količina punila daje optimalna svojstva umreženih materijala. U slučaju čađi N550 vrednosti modula pri 300% izduženja (slika 4) za NR/CSM blende kaučuka se uvećavaju sa povećanjem sadržaja punila, kao i kod prekidne jačine. Kod NR/CSM blendi kaučuka, sa povećanjem temperature smanjuju se vrednosti modula 300%.



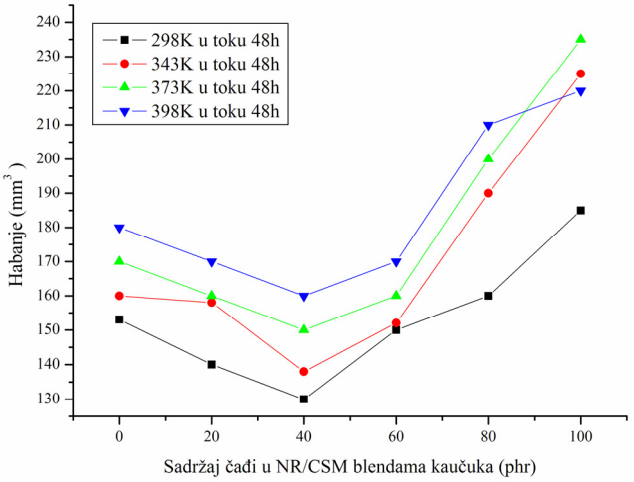
Slika 3. Uticaj sadržaja čađi na prekidno izduženje u NR/CSM blendama kaučuka pri različitim uslovima starenja.



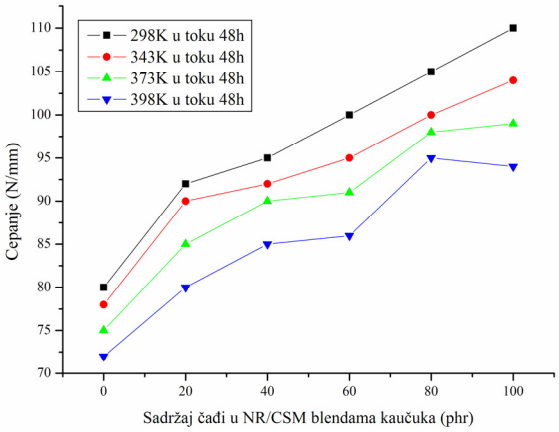
Slika 4. Uticaj sadržaja čađi na modul 300% u NR/CSM blendama kaučuka pri različitim uslovima starenja.

Prekidno izduženje je mera elastičnosti umreženih materijala. Smanjenje vrednosti izduženja je posledica stvaranja dodatne mreže kaučuk-punilo.

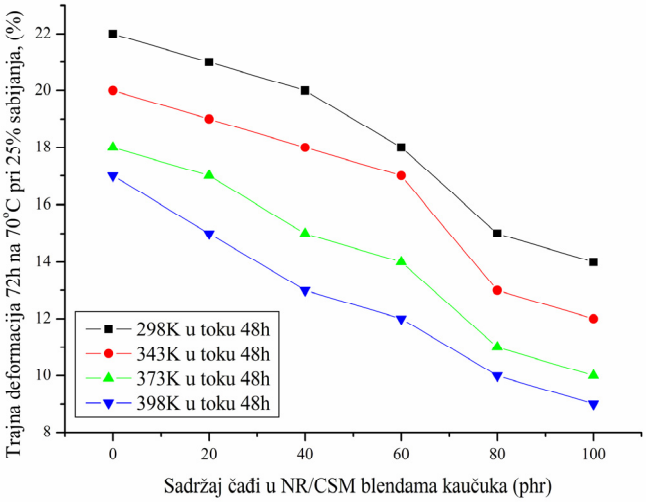
Vrednosti fizičko-mehaničkih svojstava nakon starenja najbolji su pokazatelj efekta starenja umreženih materijala. Test toplotnog starenja, NR/CSM blendi kaučuka ojačanih sa čađom N550, rađen je na temperaturama 298, 343, 373 i 398K. Na slikama 1-7 pokazane su promene vrednosti fizičko-mehaničkih svojstava pri različitim uslovima starenja. Sa povećanjem temperature starenja vrednosti većine fizičko-mehaničkih svojstava se smanjuju. Taj efekat je manji sa povećanjem sadržaja čađi. Sa povećanjem temperature proces umrežavanja se nastavlja kao i stepen interakcije polimer punilo.



Slika 5. Uticaj sadržaja čađi na habanje u NR/CSM blendama kaučuka pri različitim uslovima starenja.



Slika 6. Uticaj sadržaja čađi na cepanje u NR/CSM blendama kaučuka pri različitim uslovima starenja.



Slika 7. Uticaj sadržaja čađi na trajnu deformaciju u NR/CSM blendama kaučuka pri različitim uslovima starenja.

Pri većim temperaturama dolazi do kidanja makromolekulskog lanca. Ovaj proces se pojačava činjenicom da čađ na svojoj površini može da

absorbuje kiseonik čime se proces degradacije katalitički ubrzava. Proces degradacije se smanjuje interakcijom polimer-punilo jer mreža polimer-punilo povećava otpornost na toplotu.

Sa porastom temperature starenja vrednosti tvrdoće se povećavaju. Ovo povećanje tvrdoće u procesu starenja predstavljaju gotovo linearnu zavisnost.

Na slici 7 prikazane su promene vrednosti trajne deformacije za NR/CSM blendi kaučuka ojačanih N550 čađima pri različitim uslovima toplotnog starenja. Vrednosti compression seta se smanjuje sa povećanjem sadržaja punila. Sa povećanjem temperature toplotnog starenja vrednosti se takodje smanjuju kao posledica kidanja makromolekulskog lanca.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata istraživanja za NR/CSM blende kaučuka ojačane sa N550 čađi koje mogu da se koriste u izradi delova za šinska vozila može se zaključiti sledeće:

1. U NR/CSM blendama kaučuka ojačane sa N550 čađi, vrednosti prekidne jačine, tvrdoće, modula 300 i cepanja se povećavaju, dok se vrednosti prekidnog izduženja, habanja i compression seta smanjuju sa povećanjem sadržaja punila, saglasno povećanju gustine umreženja.
2. U NR/CSM blendama kaučuka ojačane sa N550 čađi sa povećanjem temperature toplotnog starenja vrednosti fizičko-mehaničkih karakteristika se smanjuju što se objašnjava oksidativnom degradacijom. Ovaj fenomen je izraženiji na većim temperaturama.
3. Ojačani umreženi materijali imaju veću otpornost na starenje u poređenju sa neojačanim materijalima. Ovo se pripisuje činjenici da čađ formira mrežu polimer-punilo čime se degradacija smanjuje.
4. CSM ima veću otpornost na temperaturnu degradaciju u poređenju sa NR kao posledica strukture makromolekulskog lanca.

LITERATURA

[1] Nunes H.-D. Luginsland, S. Uhrlandt, A. Wehmeier, Degussa internet publikacija, 2004.
[2] D. Pandei, "Reinforcement of Elastomers", Interscience Publish, New York, 1965.
[3] S.Badavi , A. Blume, ACS Dallas 04/2001
[4] M.-J. Wang, Rubber Chem. Technol.71 (1998) 520.

THERMAL STABILITY OF CARBON BLACK REINFORCED NR/CSM RUBBER COMPOUNDS IN RAILWAY VEHICLES

Gordana MARKOVIĆ
Vojislav JOVANOVIĆ
Suzana SAMARŽIJA-JOVANOVIĆ
Milena MARINOVIĆ-CINCOVIĆ
Jaroslava BUDINSKI SIMENDIĆ

Abstract - Aging temperatures play important role in changing the mechanical behavior of rubber compounds for railway vehicles. So thermal aging test under different temperatures was carried out to investigate the effect of aging temperatures on the tensile strength, elongation at break, hardness, abrasion resistance and compression properties of poliysoprene and chlorosulphonated polyethylene rubber blends (NR/CSM) reinforced with different carbon black (CB) loading. The obtained results of six different NR/CSM compositions with 0, 20, 40, 60, 80 and 100 phr of CB were compared. The dependences of the mechanical properties on aging temperature of CB reinforced NR/CSM rubber blends were found. Therefore, those reinforced rubber blends are suitable for railway application.

Keywords: NR/CSM rubber blends, carbon black, mechanical properties, railway vehicle

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

TEORIJSKO-EKSPERIMENTALNA PROCENA RADNOG VEKA NAVARENIH SLOJEVA IZVEDENIH AUSTENITNIM MANGANSKIM ELEKTRODAMA

Vukić LAZIĆ[1]
Milan MUTAVDŽIĆ[2]
Ružica NIKOLIĆ[3]
Srbislav ALEKSANDROVIĆ[4]
Dragan MILOSAVLJEVIĆ[5]

Rezime *– U ovom radu se procenjuje mogućnost reparature delova od austenitnih manganskih čelika. Reč je o trojnoj leguri Fe-C-Mn meke austenitne strukture koja se posle deformacije na hladno, mehanizmom klizanja, transformiše u tvrdu martenzitnu strukturu u plitkim pripovršinskim slojevima. Ovi čelici uglavnom su namenjeni za radne delove izložene jakim udarnim opterećenjima. U građevinarstvu, železnici i ostalim industrijskim granama, neki radni delovi mašina i uređaja izloženi su najčešće udarnom i udarnom abrazivnom habanju, te se i najčešće izrađuju od ovih čelika. U zavisnosti od stepena tog habanja, radni delovi se mogu zameniti novim ili podvrgnuti reparaturnom navarivanju.*

Ključne reči – reparatura, navarivanje, austenitni manganski-Hadfieldovi čelici, železnica

1. UVOD

U cilju izbora najpovoljnije tehnologije reparature radnih delova izloženih udarnom abrazivnom habanju, najpre se izvode modelska ispitivanja na posebno pripremljenim uzorcima, na kojima se uglavnom nanose navari austenitnim manganskim elektrodama i specijalnim elektrodama za tvrda navarivanja. Pritom se najčešće ispituje mikrostruktura i meri tvrdoća karakterističnih zona navara. Navareni realni delovi, različitim dodatnim materijalima i tehnikama, montiraju se na radnu mašinu i povremeno kontrolišu u određenim vremenskim intervalima. Posle određenog vremena rada, u istim radnim uslovima, analizira se stepen pohabanosti novih nenavarenih i različito navarenih radnih delova. Na ovaj način moguće je ustanoviti najpovoljniju tehnologiju reparature uzimajući u obzir ne samo tehničke već i ekonomske faktore [1, 2, 3, 5, 6].

Prikazani model reparature može se primeniti i kod brojnih delova na železnici koji rade u slični radnim uslovima, bilo da je u pitanju reparaturno ili proizvodno navarivanje.

2. OSNOVNI UZROČNICI OŠTEĆENJA RADNIH DELOVA

Istraživanjem uzroka oštećenja različitih delova mašina i uređaja ustanovljeno je da u više od 50% slučajeva oštećenja nastaju usled triboloških procesa u manje-više regularnim uslovima eksploatacije [1, 3, 7]. Pri tome treba imati u vidu da se osim reparature delova pohabanih pri normalnom radu, takođe navaruju i delovi oštećeni zbog havarije, kao i novi odlivci izrađeni sa greškama. Osim toga, danas se sve više navaruju i novi delovi nanošenjem tvrdih legura, što može zameniti tradicionalne postupke cementacije ili nitriranja. To je doprinelo da navarivanje zauzme važno mesto među tzv. naprednim tehnologijama.

3. IZBOR I OSOBINE OSNOVNOG I DODATNOG MATERIJALA

3.1 Osnovni materijali

Najčešće korišćeni materijali za izradu radnih delova izloženih udarnom abrazivnom habanju jesu

[1] Dr Vukić LAZIĆ, vanr. prof., Mašinski fakultet, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac, vlazic@kg.ac.rs.
[2] Mr Milan MUTAVDŽIĆ, Preduzeće za puteve „Kragujevac" a.d., Tanaska Rajića 16, 34000 Kragujevac.
[3] Dr Ružica NIKOLIĆ, red. prof., Mašinski fakultet u Kragujevcu, ruzicarnikolic@yahoo.com.
[4] Dr Srbislav ALEKSANDROVIĆ, vanr. prof., Mašinski fakultet u Kragujevcu, srba@kg.ac.rs.
[5] Dr Dragan MILOSAVLJEVIĆ, red. prof., Mašinski fakultet u Kragujevcu, dmilos@kg.ac.rs.

odlivci od manganskog čelika. Pritom treba posebno obratiti pažnju na mehanizam dejstva abraziva, jer deluju dva osnovna slučaja koja se međusobno dosta razlikuju.

U *prvom slučaju* na kontaktnim površinama radnih delova i abraziva nastaju veliki specifični pritisci i lokalna plastična deformacija tih delova, pri čemu sile usled spoljašnjeg opterećenja imaju udarni karakter. U *drugom slučaju* abraziv je u rasutom stanju, te na kontaktnim površinama radnih delova nastaju samo manji specifični pritisci i ne dolazi do velikih plastičnih deformacija.

Na abrazivno delovanje *prvog tipa* dobru otpornost pokazuju manganski austenitni čelici tzv. Hadfieldovi čelici [1, 2, 3, 4, 8, 9] koji se najčešće isporučuju u livenom, toplo deformisanom ili hladno deformisanom stanju. Pored osnovnog Hadfieldovog čelika (ČL3160), primenjuju se i višestruko legirani manganski čelici (ČL3161, ČL3460, ČL3462 i ČL3463) koji imaju dobru otpornost na udarno habanje. Reparatura navarivanjem delova od ovih manganskih čelika najčešće se izvodi primenom bazičnih manganskih elektroda. Hemijski sastav, mehaničke osobine i mikrostruktura osnovnih materijala (ČL3160 i ČL3460) dati su u tabeli 1 [10].

Tabela 1. Hemijski sastav i namena ČL3160 i ČL3460

Osnovni materijal		Hemijski sastav, %						Mehanička svojstva		Mikrostruktura
		C	Si	Mn	Cr	P	S	Zatezna jačina, R_m, *MPa*	Tvrdoća, HB	
ČL3160	Propisan	1.20	0.50	12.00	-	0.035	0.10	200	≈ 200 posle gašenja	Austenitna
	Analiziran	1.20	0.48	12.35	-	0.025	0.10			
ČL3460	Propisan	1.20	0.50	13.00	1.00	0.040	0.10	200	≈ 200 posle gašenja	Austenitna
	Analiziran	1.20	0.55	13.14	1.12	0.035	0.15			

3.2 Dodatni materijali

Pri izvođenju eksperimentalnih ispitivanja korišćeni su različiti dodatni materijali (E Mn14, E Mn17Cr13, E DUR 600, ABRADUR 58 i INOX B 18/8/6) [5, 10]. Kao dodatni materijali za navarivanje delova izloženih udarnom abrazivnom habanju i dejstvu udarnih opterećenja najčešće se preporučuju austenitne manganske elektrode sa većim sadržajem mangana i ugljenika i dodatkom nekih drugih legirajućih elemenata, najčešće hroma (Cr) a zatim nikla (Ni), molibdena (Mo), vanadijuma (V) i volframa (W) [1, 4, 8, 9, 10].

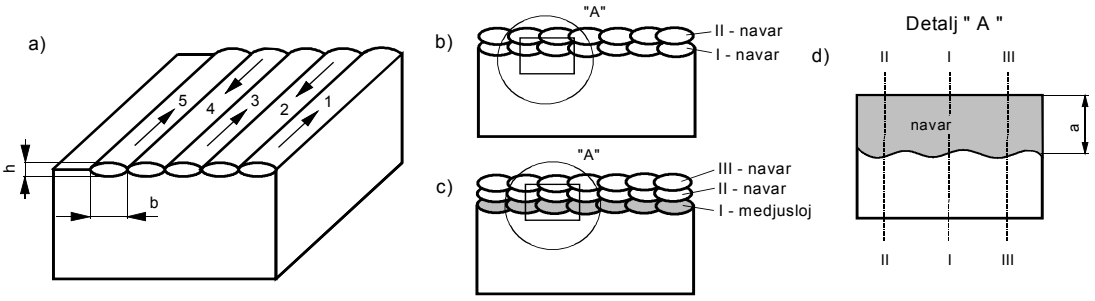
4. OCENA ZAVARLJIVOSTI MANGANSKIH ČELIKA

Manganski čelici austenitne strukture skloni su ka pregrevanju, a pri nanošenju višeslojnih navara veće debljine moguća je i pojava prslina. Zbog toga je potrebno poznavati ponašanje ovih materijala pri unosu veće količine toplote, što omogućuje da se preduzmu mere da se spreči rast austenitnih zrna i formiranje krtih faza. Austenitni manganski čelici imaju nisku plastičnost i usled brzog ojačavanja teško se mehanički obrađuju. Povećanje plastičnosti austenitnih manganskih čelika postiže se termičkom obradom gašenja, koja se sastoji iz zagrevanja na temperaturi 1093°C [8, 9], progrevanja na toj temperaturi i naglog hlađenja u vodi sa ove temperature. Na ovaj način dobija se čista austenitna struktura velike žilavosti. Posle brzog hlađenja, sa temperature livenja ili plastične deformacije na toplo, dobija se austenitna struktura sa česticama kompleksnih karbida gvožđa i mangana izlučenih po granicama austenitnog zrna. Da bi se postigla zadovoljavajuća zavarljivost manganskih austenitnih čelika, potrebno je voditi računa da ne dođe do naglog porasta austenitnog zrna usled prekomerne količine unete toplote. Zbog toga se preporučuje da se navarivanje izvodi kratkim navarima uz pažljiv izbor parametara navarivanja i prinudno brzo hlađenje. U suprotnom, može doći do naglog povećanja austenitnog zrna što pogoršava zavarljivost i mehaničke osobine. Sklonost navara nanetih manganskim elektrodama ka pojavi prslina se smanjuje dodatkom određene količine nikla i hroma, najčešće do 4% [8, 9].

5. MODELSKA ISPITIVANJA

5.1. Izbor tehnologije navarivanja

Za izbor tehnoloških parametara navarivanja izvođene su probe na uzorcima od niskougljeničnog čelika (Č0361) debljine s = 10 mm, koji su navarivani REL postupkom. Zavisno od tipa i prečnika korišćene elektrode, parametri navarivanja kretali su se u preporučenim granicama datim u radovima [1, 2, 3, 5]. Način polaganja navara, redosled i broj nanetih slojeva i izgled modela prikazani su na slici 1.



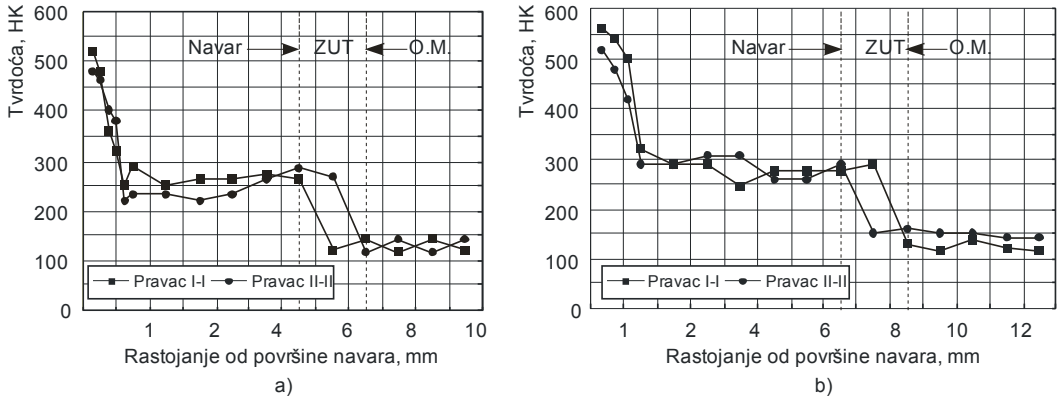
Slika 1. Redosled polaganja navara: a - 1 sloj, b - 2 sloja (E Mn14, E Mn17Cr13), c - 3 sloja (INOX B 18/8/6-E DUR 600, INOX B 18/8/6-ABRADUR 58), d- metalografski izbrusak (blok)

Dvoslojno su navareni uzorci samo elektrodama E Mn14 i E Mn17Cr13 (sl. 1b), dok su troslojno navareni uzorci elektrodama E DUR 600 i ABRADUR 58 (sl. 1c) uz prethodno nanošenje vezivnog međusloja elektrodom INOX B 18/8/6. Pri modelskim ispitivanjima nije primenjivana ni prethodna niti naknadna termička obrada. Uzorci su posle navarivanja hlađeni na mirnom vazduhu, a zatim je brušenjem odstranjen deo materijala zadnjeg sloja [1, 2, 3, 5].

5.2. Metalografska ispitivanja i merenje tvrdoće na modelima

Manganski austenitni čelici imaju relativno malu tvrdoću koja se kreće u rasponu od 180-250 HB. Veoma su otporni prema abrazivnom habanju samo kada se njihovi radni površinski slojevi intenzivno plastično deformišu na hladno pod dejstvom jakih udarnih opterećenja ili mirnog opterećenja pod dejstvom sile pritiska na presi. Međutim, kod ovih čelika do ojačanja površinskih slojeva ne dolazi usled deformacionog ojačanja austenita izazvanog plastičnom deformacijom, već plastična deformacija inicira faznu transformaciju austenita u martenzit. Posle lokalne transformacije austenita u martenzit može se postići tvrdoća površinskog sloja i do 500-520 HK (najčešće se ostvaruje tvrdoća od 330-480 HK). Zbog toga se ovi čelici teže obrađuju rezanjem, već najčešće plastičnom obradom na toplo i hladno kao i livenjem.

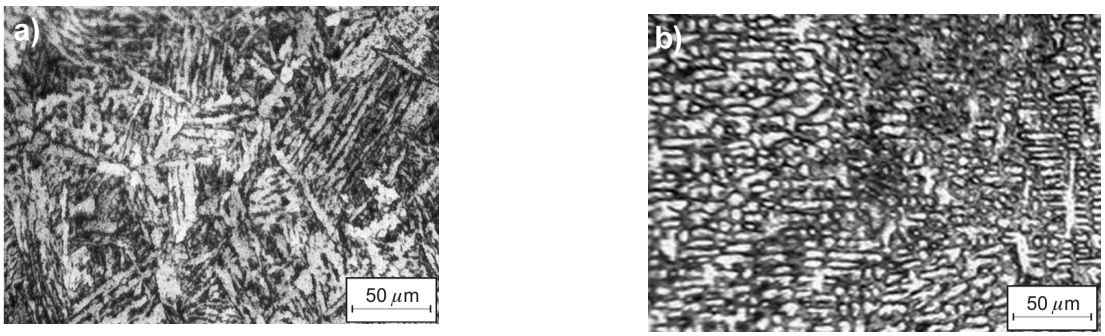
I pored evidentnih teškoća pri merenju tvrdoće i određivanju mikrostrukture navara, odredili smo širinu transformisane zone austenita u martenzit i snimili mikrostrukturu te zone [1, 2, 3, 5]. Ovi podaci mogu imati poseban značaj pri navarivanju različitih radnih delova tehničkih sisitema koji rade u ovakvim ili sličnim eksploatacionim uslovima. Na slici 2 data je raspodela tvrdoće navara posle plastične deformacije pripovršinskog sloja. Korišćeni su dodatni materijali E Mn14 i E Mn17Cr13 [1, 2, 3, 5].



Slika 2. Raspodela mikrotvrdoće po preseku navara posle plastične deformacije: a) E Mn14, b) E Mn17Cr13

Sa slike 2 zapaža se povećenje tvrdoće posle plastične deformacije na hladno kod oba ispitivana dodatna materijala. Upoređivanjem dobijenih rezultata koji se odnose na dodatne materijale E Mn14 i E Mn17Cr13, uočava se da je dobijena nešto veća tvrdoća kod drugog dodatnog materijala. Takođe, može se zaključiti da je širina zone transformisanog austenita u martenzit veća kod navara elektrode E Mn17Cr13. Maksimalna izmerena tvrdoća posle plastične deformacije kod navara od E Mn14 bila je oko 520 HK, dok je širina transformisane zone 0.60 mm. U istim uslovima u slučaju navara od E Mn17Cr13 dobijena je maksimalna tvrdoća 560 HK, a širina zone transformacije austenita u martenzit bila 1.20 mm [1, 2, 3, 5]. Mikrostruktura površinskog sloja zadnjeg navara od E Mn14 pre i posle plastične deformacije na hladno prikazana je na slici 3 [1, 2, 3, 5].

Rezultati raspodele tvrdoće i izgled nastalih struktura u karakterističnim zonama navara za ostale dodatne materijale data je u radovima [1, 2, 3, 5].



Austenitna struktura sa izlučenim karbidima — Martenzitno karbidna struktura

Slika 3. Mikrostruktura zadnjeg sloja navara od D.M.-E Mn14 – pre (a) i posle plastične deformacije (b)

6. ZAKLJUČAK

Sprovedena eksperimentalna ispitivanja su pokazala da vek pravilno navarenih radnih delova izloženih udarnom habanju znatno nadmašuje vek novih delova. Na ovaj način postižu se velike materijalne uštede, povećava produktivnost, smanjuje vreme zastoja, kao i asortiman i količina neophodnih rezervnih delova.

7. LITERATURA

[1] Mutavdžić, M.: Reparaturno navarivanje delova mašina i uređaja građevinske mehanizacije, magistarska teza, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Kragujevac, 2007.
[2] Mutavdžić, M., *et al*.: Izbor optimalne tehnologije reparaturnog navarivanja udarnih greda rotacionih drobilica, Zavarivanje i zavarene konstrukcije, (2/2007), str. 55-67.
[3] Lazić, V: Optimizacija procesa navarivanja sa aspekta triboloških karakteristika navara i zaostalih napona, doktorska disertacija, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Kragujevac, 2001.
[4] Zhang, G. S., Xing, J. D. and Gao, Y. M.: Impact Wear Resistance of WC/Hadfield Steel Composite and its Interfacial Characteristics, Wear, 728, 260, 2006.
[5] Mutavdžić, M., *et al*.: Model investigations of the filler materials for regeneration of the damaged parts of the construction mechanisation, Tribology in Industry, 3&4/2008., pp. 3-9.
[6] Nedeljković, B., *et al*.: Reparatory hard facing of the rotational device knives for terrain leveling, Journal of the Balkan Tribological Association, Vol. 16, No 1. 46-75 (2010).
[7] Ivković, B.: Osnovi tribologije u industriji prerade metala, IRO "Građevinska knjiga", Beograd, 1983.
[8] Dastur, Y. N. and Leslie, W. C.: Mechanism of Work Hardening in Hadfield Manganese Steel, Metall. Trans. A, 749, 12A,1981.
[9] Flinn, A. R., Trojan, K. P.: Engineering Materials and Their Applications, fourth edition, John Wiley&Sons, inc. New York, 1995.
[10] Katalozi: Thyssen Marathon Edelstahl-Vosendorf Železarna Jesenice-Fiprom.

THEORETICAL-EXPERIMENTAL ESTIMATE OF LIFE SPAN OF HARD FACED LAYERS REALIZED BY AUSTENITIC-MANGANESE ELECTRODES

Vukić LAZIĆ
Milan MUTAVDŽIĆ
Ružica NIKOLIĆ
Srbislav ALEKSANDROVIĆ
Dragan MILOSAVLJEVIĆ

Abstract - In this paper is estimated the possibility for reparation of austenitic manganese steels by application of hard facing realized with austenitic-manganese electrodes. The considered material is three elements alloy Fe-C-Mn of the soft austenitic structure, which after the cold deformation, by the sliding mechanism, is being transformed into the hard martensitic structure in the shallow close-to-surface layers. Those steels are mainly aimed for manufacturing the working parts of machines subjected to high impact loads. In civil engineering, railroad engineering and other industrial applications, some working parts of machines are most frequently exposed to impact and impact-abrasive wear, thus they must be manufactured from those steels. Depending on the degree of that wear, the working parts can be replaced by the new ones or can be subjected to the reparatory hard facing in order to restore their original performances

Key words - reparation, hard facing, austenitic-manganese-Hadfield steels, railroad engineering

XIV НАУЧНО-СТРУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА О ЖЕЛЕЗНИЦИ ЖЕЛКОН '10

УПРАВЉАЊЕ РИЗИКОМ ТРАНСПОРТА ОПАСНИХ МАТЕРИЈА ЖЕЛЕЗНИЦОМ

Драгослав УГАРАК [1]
Драгутин ЈОВАНОВИЋ [2]

Резиме: *У раду су дати основни принципи управљања ризиком, са освртом на транспорт опасних материја железницом, који се често појављује у већим количинама. При томе се ризик посматра као вероватноћа настанка удеса са потенцијалним штетним последицама по живот, здравље људи, имовину и животну средину. Опште карактеристике таквих удеса и потенцијалне последице намећу потребу управљања ризиком, како би се створили услови за предузимање таквих мера којима ће се смањити вероватноћа настанка удеса и могуће његове последице са циљем адекватне заштите живота, здравља људи, материјалних добара и животне средине. При томе се управљање ризиком, у овом раду, посматра као процес састављен од анализе и контроле ризика.*

Кључне речи: Железница, Опасна материја, Ризик, Удес, Управљање.

1. УВОД

Опасне материје (ОМ) су супстанце које својим физичко хемијским особинама угрожавају безбедност и здравље људи, животну средину и материјална добра. Неодговарајуће поступање у току транспорта ОМ железницом (превоз, утовар и истовар) може изазвати пожаре и експлозије уз ослобађање запаљивих, отровних и оксидирајућих гасова, разорно високе температуре и притиске, стварање опасних једињења и слично.

Транспорт ОМ железницом је процес високог ризика који са собом носи низ потенцијалних опасности по људе, имовину и околину. Опасности су посебно изражене у случају удеса-акцидента-ванредног догађаја (ВД) током транспорта.

Апсолутно безбедно транспортовање ОМ железницом, ради минимизације ризика од акцидента, намеће железници велики број ограничења и условних поступака. Железница се мора прилагођавати условима које такво транспортовање намеће, ради заштите и очувања здравља, живота, животне средине и материјалних добара. Сва лица која учествују у транспортном процесу као и друга лица која се могу наћи у зони потенцијалног дејства ОМ у току њиховог транспортовања железницом су изложена могућим појавама нежељених последица.

Жеља за избегавањем опасности и могућих последица намеће потребу управљања ризицима који се не могу потпуно елиминисати и неминовно постоје као стални пратилац свих активности. Процес транспорта ОМ железницом прате ризици везани за изворе опасности по здравље и животе радника на железници (професионални ризици) и опасности од удеса у саобраћају, хемијског удеса, пожара и експлозије (еколошки ризици).

2. УПРАВЉАЊЕ РИЗИКОМ ПРИ ТРАНСПОРТУ ОПАСНИХ МАТЕРИЈА

Постојање опасности значи да при транспорту неке ОМ железницом постоје реални ризици од угрожавања људи, материјалних добара и животне средине. Пре транспорта потребно је проценити ризике и утврдити заштитне превентивне мере, као и мере приправности, одговора на ВД и санације последица евентуалног ВД, са становишта свих утврђених опасности које могу да се јаве у току нормалних радних активности или у случају ВД. Ове активности представљају суштинске принципе управљања ризицима.

Ризик се данас узима за озбиљан економски, јавни и друштвени проблем нарочито у заштити лица која раде на радним местима са повећаним

[1] професор др Драгослав УГАРАК, дипл. инж., Висока школа струковних студија- Београдска, dugarak@politehnika.edu.rs
[2] професор др Драгутин ЈОВАНОВИЋ, дипл. инж., Београдска политехника, Београд, Бранкова 17, djovanovic@politehnika.edu.rs.

ризиком и заштити радне околине и животне средине. Процена професионалних ризика и ризика од ВД при транспорту ОМ железницом омогућава успостављање низа превентивних мера и активности ради смањења вероватноће настанка ВД и његових евентуалних последица. Прописивање превентивних мера заштите, као и планова одговора на ВД и санације последица чини целовит систем управљања ризиком транспорта ОМ железницом који подстиче елиминисање (избегавање) свих ризика или њихово свођење на минимално прихватљив ниво.

Општа филозофија управљања ризицима у радним процесима па и транспорту базира се на принципима датим у захтевима стандарда OHSAS 18001. Усклађеност са структуром стандарда ISO 9001 и ISO 14001 указује да је извесност успеха концентрисана у интегрисаним системима менаџмента.

3. МЕТОДОЛОГИЈА УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ

Ризик од опасности при транспорту ОМ железницом представља комбинацију вероватноће настанка ВД и штетних последица по живот и здравље људи, имовину и животну средину. Могућност настанка ВД у току транспорта ОМ железницом, са великим последицама намеће потребу управљања професионалним и еколошким ризиком.

Ризик је комбинација вероватноће и последица опасног догађаја који се дешава. Управљање ризиком је процес који омогућава да се људи и организације изборе са неизвесношћу последица нежељених догађаја, планирањем и извођењем активности којима ће заштитити своје виталне вредности и ресурсе. Само управљање ризиком транспорта ОМ железницом подразумева идентификацију опасности, процену ризика од ВД, планирање и примену адекватних мера и поступака превентиве, приправности и одговора на ВД и санацију последица.

Управљање ризиком транспорта ОМ железницом омогућава смањивање вероватноће настанка ВД и могућих последица чиме се обезбеђује адекватна заштита живота и здравља људи, материјалних добара и животне средине. Оно има за циљ стварање услова за елиминисање опасности или свођење на прихватљив ризик. Прихватљивим ризиком се сматра онај ризик којим се може управљати под одређеним прописаним условима.

Методологија управљања ризиком се начелно састоји од:

- анализе ризика и
- контроле ризика

4. АНАЛИЗА РИЗИКА

Анализа ризика као прва фаза процеса управљања ризиком почиње општим планом за сваки процес који се састоји од следећих фаза:

1. Анализа опасности,
2. Оцена ризика,
3. Одлучивање о прихватљивости ризика
4. Прописивање превентивних мера.

Анализа опасности подразумева утврђивање извора и узрока опасности и ВД, лица и околине изложених опасности, тежине последица ВД, као и вероватноћу настанка штете по живот и здравље људи и околину. При томе се узимају у обзир адекватност и ефикасност примењених мера заштите. Да би се обезбедила довољно објективна анализа опасности неопходно је користити најбоље изворе информација и методе њихове обраде. Извори информација могу да обухватају записе о прошлости, одговарајућа искуства, посматрање процеса, радну праксу, разговор са радницима, одговарајућу литературу, испитивања, експерименте и симулације, одговарајуће моделе и мишљења специјалиста и експерата.

Оцена ризика је карактеризација и утврђивање степена ризика за сваку идентификовану опасност. Карактеризација ризика представља синтезу информација о опасностима добијених анализом опасности, која указује на потребе и интересе носилаца одлучивања и угрожених страна. Одговорни за оцену ризика требало би да примене или развију адекватне методе за оцену ризика. У пракси се користе више десетина општих и специфичних метода прилагођених разним технолошким процесима (AUVA, BG, KINNY, PILC, FTA, HAZOP,...). Постоје квалитативне методе, семи квантитативне методе и квантитативне методе. Квалитативне методе за оцену ризика описно одређују ниво ризика (нпр. незнатан, мали, средњи, висок...). Квантитативне оцене ризика користе нумеричке вредности за вредновање ризика . Један облик матрице оцене ризика дат је у Табели 1.

Одлучивање о прихватљивости ризика или категоризација ризика је разврставање на прихватљиве, условно прихватљиве и неприхватљиве ризике, у односу на оцењене нивое. За оцену и категоризацију ризика често се користе матрице ризика. У матрици је осенчена категорија прихватљивог ризика, односно ризика којим се може управљати под одређеним условима, док ризици чија оцена није осенчена спадају у категорију неприхватљивог ризика.

Табела 1 - Матрица за оцену ризика

Вероватноћа/Последице	Сигурно 5	Врло вероватно' а 4	Вероватно 3	Мало вероватно 2	Скоро немогуће 1
Смрт 5	25	20	15	10	5
Озбиљна повреда 4	20	16	12	8	4
Повреда 3	15	12	9	6	3
Мања повреда 2	10	8	6	4	2
Изгубљено време 1	5	4	3	2	1

Неприхватљиви ризици захтевају дефинисање корективних мера које ће или потпуно отклонити опасност или обезбедити контролу за смањивање ризика на прихватљив ниво. Ризици који нису категорисани сматрају се неодређеним и захтевају предузимање мера које ће обезбедити потребне информације да се реши недефинисаност.

Прописивање превентивних мера је обавеза железнице као превозника у складу са важећом националном регулативом. Ако се при оцени ризика, због неадекватности примењених мера, утврди постојање неприхватљивих ризика, онда је железница у обавези да применом савремених техничких достигнућа, избегавањем опасности на самом извору, заменом опасног мање опасним, применом колективне и личне заштите и слично, примени мере које утврђене неприхватљиве ризике своде на прихватљив ниво.

5. КОНТРОЛА РИЗИКА

Контрола ризика захтева израду одговарајућих планова заштите, пре почетка радних активности, којима ће бити обухваћена примена свих потребних мера за сузбијање ризика или њихово свођење на прихватљив ниво. За израду потребних планова, њихову обухватност, применљивост, ефикасност и ефективност, прописане су бројне норме на међународном и национаном нивоу. Елементи за израду планова заштите обезбеђују се израдом анализе опасноати од ВД. Планови заштите доносе се за сваку локацију и подручје на којем постоје опасне активности, предузеће, путни правац, насеља, општину, град, регион, или државу у целини. Планови заштите су усклађени и међусобно се ослањају и допуњавају.

Контрола ризика у току транспорта транспорта ОМ железницом обухвата примену:

1. Превентивних мера,
2. Мера приправности и одговора на ВД,
3. Мера за отклањања последица ВД (санација).

Превентива је скуп мера и поступака које се предузимају са циљем спречавања и смањивања вероватноће настанка ВД и могућих последица. Мере које се утврђују за спречавање, отклањање или смањење ризика јесу:

- праћење и спровођење законских прописа, мера и поступака,
- одржавање у исправном стању и вршење прегледа и испитивања средстава за рад;
- обезбеђивање прописаних услова за безбедан и здрав рад у радној околини;
- обезбеђивање средстава и опреме за личну заштиту на раду, њихово одржавање и испитивање;
- упућивање запослених на претходне и периодичне лекарске прегледе у складу са оценом службе медицине рада,
- оспособљавање запослених за безбедан и здрав рад и др.

Приправност је достигнуто стање припреме свих субјеката (људских и материјалних) ради предузимања адекватног одговора на ВД уз минималне последице.

Одговор на ВД настао при транспорту транспорта ОМ железницом, обухвата одређени скуп мера и поступака, који требају бити обухваћени и разрађени одговарајућим плановима заштите. У поступку одговора на ВД, мора се вршити: процена обима ВД и његових последица, успостављање сталног осматрања угроженог простора и спровођење потребних мерења, прецизно и садржајно обавештавање о ВД уз давање конкретних упутстава о наредним поступањима, давање елемената за доношење одлуке о потребној евакуацији, координисање рада одговарајућих стручних служби и информисање виших надлежних органа.

Мере и поступци настају на основама спроведене анализе и процене ризика од ВД и његових последица. Они треба да, у складу са планом заштите у случају настанка ВД, зауставе и изолују опасан процес настао у току ВД, ограниче ефекте, минимизирају последице и створе услове за праћење постудесне ситуације, обнављање и санацију животне средине.

У одговору на ВД, зависно од његове тежине и размера а сагласно усклађеним плановима заштите, треба да учествују органи и институције за то надлежни а пре свега кадровски и материјално оспособљени.

У управљању ризиком при транспорту ОМ железницом, посебну улогу имају железничкии радници и то у процесу извештавања и интервенисања. У њему учествују: радник железнице, отправник возова у станици, диспечер телекоманде, шеф станице, диспечер подручне отправне службе, диспечер ЖТП-а, радници техничко-колске службе, вуче возова, ЗОП и ЕТД, саветник за безбедност превоза ОМ и други.

Реадослед активности извештавања и

интервенисања од стране железничког особља је следећи: извештавање о ВД при транспорту ОМ; извештавање шефа станице; извештавање осталих служби и органа; извештавање о ВД већих размера; предузимање неопходних радњи до почетка интервенције; претакање ОМ у интервенцијске цистерне; пражњење ОМ из интервенцијске цистерне и њено упућивање на прање.

Мере за отклањање последица ВД (санација) имају за циљ праћење постудесне ситуације, обнављање и санацију животне средине и уклањање опасности од поновног настанка ВД. Санација обухвата израду плана санације и израду извештаја о ВД.

6. ЗАКЉУЧАК

При транспорту ОМ железницом, почев од утовара, превоза, истовара, укључујући и привремено складиштење и претовар, присутне су бројне потенцијалне опасности по људе и околину. Ради безбедног извршавања транспорта ОМ железницом, посебну пажњу треба посветити индентификацији потенцијалних опасности и процени ризика, са становишта утврђивања свих извора опасности, вероватноће опасног догађаја и могућих последица у току нормалних радних активности, ВД при транспорту, хемијског удеса, пожара, есплозије и слично. У датом процесу треба управљати са постојећим ризицима чиме се обезбеђује адекватна заштита живота и здравља људи, материјалних добара и животне средине.

Управљање ризиком транспорта ОМ железницом посматра се као процес који подразумева процену опасности од ВД, планирање и примену адекватних мера и поступака.

Примењене мере обухватају скуп конкретних и тачно дефинисаних мера, поступака и активности превентиве, приправности и одговора на ВД, као и санације, ради смањења вероватноће његовог настанка и могућих последица.

Управљање ризиком има за циљ стварање услова под којима је ризик прихватљив, односно да се њиме може управљати.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Nigel Bauer & Associates – Заштита здравља и сигурност на раду, Лондон, 2004.
[2] Правилник о начину и поступку процене ризика на радном месту и у радној околини (Сл. гласник РС , број 72/2006).
[3] Станковић Б., Станојевић Љ., Берберовић Д.: Управљање ризиком од хемијског удеса, Ниш, 1996.
[4] Петровић Љ.; Вујановић Д.: Опасне материје-превоз и руковање, „Тригон инжењеринг“ д.о.о., Земун 2008.

RISK MANAGEMENT IN DANGEROUS MATERIALS BY RAIL TRANSPORT

Dragoslav Ugarak
Dragutin Jovanović

***Abstract:** The paper gives the basic principles of risk management, with emphasis on the transport of dangerous materials by means of rail traffic, which often and in large quantities appear. In doing so, the risk is reckoned as the probability of accident emerging with a prospect of harmful consequences regarding life, health, property and the environment. General characteristics of such accidents and the potential consequences impose the need for risk management, in order to create conditions for undertaking such measures by which the probability of incidents will decrease, as well as the possible consequences, with the goal of adequate protection of life, health of people, material goods and the environment. The risk management in this paper is regarded as a process consisting of analysis and control of risk.*

***Key words:** Railway, Hazardous materials, Risk, Accidents, Management.*

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

REGULATOR PUNJENJA BATERIJA I NAPONA POTROŠAČA

Zoran ŽIVADINOVIĆ[1]
Savo JELIĆ[2]
Zoran ICIĆ[3]

Rezime - Inovacioni centar elektrotehničkog fakulteta i firma MSNet Beograd, uz podršku Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Srbije, razvili su novi regulator punjenja baterija i napona potrošača. Oblast primene su instalacije koje se sastoje od obrtnog generatora, akumulatorskih baterija i potrošača. U regulatoru, zasnovanom na mikroračunaru, regulacija se obavlja po karakteristici konstantna struja – konstantan napon. Punjenje se završava kad napon dostigne gornji zadati prag a struja punjenja padne ispod zadate vrednosti. Tada se rad automatski nastavlja u režimu dopunjavanja. Napon punjenja i granični napon pražnjenja su zavisni od temperature elektrolita. Napone napajanja potrošača ograničavaju inteligentni elektronski prekidači koji rade u režimu širinske modulacije. Višestruki merni instrumenti zamenjeni su jednim LCD displejem na kome se, pored vrednosti struja i napona, prikazuju i dijagnostičke poruke.

Ključne reči – punjenje, baterija, lokomotiva

1. UVOD

Regulator kao deo električne instalacije pomoćnog pogona, koju čini razvodna mreža i potrošači napajani iz generatora i akumulatorske baterije, bio je do sada uglavnom okrenut ka generatoru. Regulacija rada generatora, koja je potrebna zbog promene brzine i opterećenja generatora, ostaje i dalje važan zadatak regulatora, ali zbog važnosti baterije kao sekundarnog izvora napajanja potrošača, dobija značajan zadatak ne samo dobrog punjenja nego i zaštite od dubokog pražnjenja baterija. Osim tih zadataka regulator koga ovde prikazujemo rešava i pitanje ograničenja napona na potrošačima u slučajevima kad je napon baterije dovoljno velik da utiče na regularno funkcionisanje i/ili smanjenje veka trajanja potrošača.

Ovaj problem je do sada rešavan tako što se, pri naponu baterija 10% većem od nominalnog, između baterije i potrošača uvrste tri ili više dioda. U svetlu savremenih zahteva za dobro punjenje baterija prilagođeno temperaturi elektrolita i, shodno tome, obavljano i pri naponima većim od uobičajenih, pitanje ograničenja napona na potrošačima postaje teže i važnije, pa je racionalnost njegove zamene regulatorom napona potrošača još izrazitija. Regulator MRR102 obavlja i ovu i funkciju optimalne regulacije pa se zbog toga i naziva „Regulator punjenja baterija i napona potrošača“. Uz regulaciju napona na potrošačima ide i ograničenje njihovog napajanja pri dovoljno niskom naponu baterije, kako bi se ona zaštitila od dubokog pražnjenja.

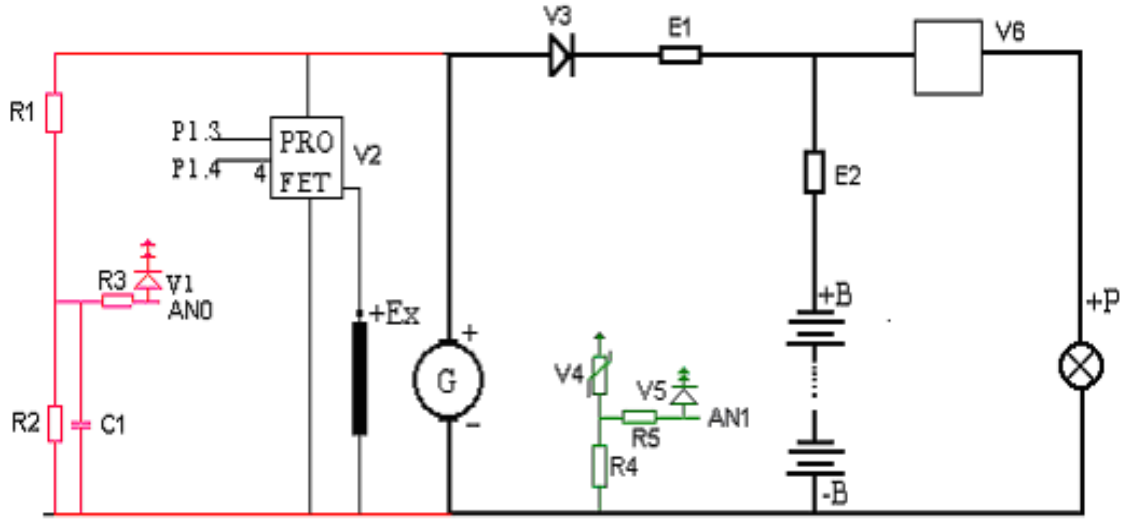
2. OSNOVNO TEHNIČKO REŠENJE

Mesto regulatora u električnoj instalaciji pokazujemo na slici 1 na kojoj su u glavni strujni krug sačinjen od generatora G, baterije B, potrošača P i diode V3 koja sprečava pražnjenje baterije na generator, uvršteni njegovi senzori i izvršni organi (aktori).

Od senzora je ovde, na prvom mestu, senzor napona generatora predstavljen otpornicima R1 i R2 sa čije se srednje tačke, preko R3, vodi podatak o naponu u mikroračunarski priključak AN0. Preko istog takvog razdelnika u mikroračunar se vodi podatak o naponu baterije. Podaci o strujama genertora i baterije uvode se u računar sa senzora E1 odnosno E2. Za E1 i E2 se može reći da su to moderni šentovi, vrlo malog otpora, sa galvanski izolovanim izlazom od ulaza.

Izlazi iz ovih senzora - naponi srazmerni strujama koje kroz njih prolaze – vode se na analogne ulaze mikroračunara. Sa srednje tačke razdelnika V4, R44 (V4 je senzor temperature koji u zavisnosti od nje menja svoju omsku vrednost, a R4 običan otpornik) u računar se uvodi podatak o temperaturi elektrolita. U sastavu mikroračunara je analogno/digitalni konvertor u kome se analogne vrednosti temperature, napona i struja generatora i baterije pretvaraju u cifarske veličine sa kojima računar barata.

[1] Zoran ŽIVADINOVIĆ, dipl.inž. MSnet 18000 Niš, C.Konstantina 82, msnet2@nadlanu.com.
[2] Prof. Dr. Savo JELIC, dipl. inž. 11000 Beograd, Nevesinjska 2, savajelic@nadlanu.com.
[3] Zoran ICIĆ, dipl.inž. Elektronski fakultet Niš, A.Medvedeva 16, 18000 Niš, zoran.icic@elfak.ni.ac.rs.



Slika 1. Kola napajanja potrošača sa elementima novog regulatora

Izvršni organ za regulaciju punjenja baterija označen je sa V2, a aktor ograničenja napona na potrošaču sa V6. Radom V2 i V6 upravlja mikroračunar na osnovu podataka sa senzora i programa koji je u njega upisan. Programom se zadaje jačina struje kojom se puni baterija, granična struja generatora i napon punjenja baterija. Punjenje se vrši po karakteristici konstantna struja ili konstantan napon. Zadati napon zavisi od temperature elektrolita. Napon punjenja pri niskim temperaturama je znatno veći nego pri visokim. Kad se dostigne zadati napon punjenja i struja punjenja padne ispod zadatog nivoa, tj. kad se baterija dobro napuni, onda se prelazi na nešto niži napon dopunjavanja. Regulacijom punjenja upravlja mikroračunar preko aktora V2 tako što impulsno reguliše struju pobude kroz pobudni namotaj generatora Ex.

Regulaciju napona potrošača obavlja mikroračunar preko izvršnog organa V6, tako što ga više desetina puta u sekundi otvara i zatvara za zadatkom da napon na potrošaču bude blizu nominalnom pri svim većim naponima baterije.

Aktor V2, zaštićeni tranzistori sa efektom polja (PROFET– Protected FET), je više od običnog tranzistora. To je integrisano kolo sa upravljačkim i zaštitnim signalima prilagođenim mikroračunarskom upravljanju. Osim zaštitnih vitalnih funkcija (od prenapona, preko struje, nadtemperature, elektrostatičkih smetnji,...) od posebnog značaja je veoma mali - manji od 20 mΩ - otpor izlaznog kola tranzistora. Od ovog otpora direktno zavisi pad napona na tranzistoru kad ovaj provodi, a što je manji taj pad napona to je veći napon na pobudnom namotaju pa se, pošto je elektromotorna sila generatora srazmerna brzini njegova obrtanja i fluksu odnosno struji pobude, generator može pobuditi i davati energiju pri nižim brzinama. To je posebno važno za putnička kola u kojima, zahvaljujući tome, baterije počinju da se pune pri manjim brzinama. Akumulatorske baterije na putničkim kolima su u daleko nepovoljnijem položaju u odnosu na druga vozila zato što se ne pune dok kola stoje i dok ne dostignu određenu brzinu, oko trideset km/h. Za putnička kola je zbog toga posebno važno dobro puniti baterije i ne dozvoliti njihovo duboko pražnjenje.

Aktor koji obavlja regulaciju napona potrošača na slici 1 je prikazan u vidu bloka V6. Takvih regulatora u nekim konstrukcijama ima više. Tako naprimer u konstrukciji namenjenoj železničkim putničkim kolima postoje tri regulatora. Dva od njih objedinjuju funkcije ograničenja napona na potrošačima kad je napon baterije znatno veći od nominalnog, i beskontaktnog releja minimalnog napona kojim prekidač isključuje napajanje potrošača kad napon baterije padne ispod određenog nivoa. Isključenjem napajanja nekih potrošača (na putničkim kolima to su motor-ventilator grejanja i osvetlenje 1/1) baterija se štiti od dubokog pražnjenja. Treći prekidač, preko koga se napajaju potrošači kojima se napajanje ne sme isključivati obavlja samo prvi deo zadatka tj. ograničenje napona na potrošaču kad je napon baterije znatno veći od nominalnog. U zaključku izlaganja o senzorima i aktorima ističemo da su to elektronske beskontaktne i da je ceo regulator oslobođen svih pokretnih delova koji su podložnih habanju i zahtevaju održavanje, opravke i/ili zamene.

Od regulacionih veličina najinteresantnija je regulacija napona punjenja baterija, jer donosi najviše dobiti u punjenju koje je, prema nalazima stranih železnica i domaćih proizvođača baterija, uspešno ako se obavlja u zavisnosti od temperature elektrolita.

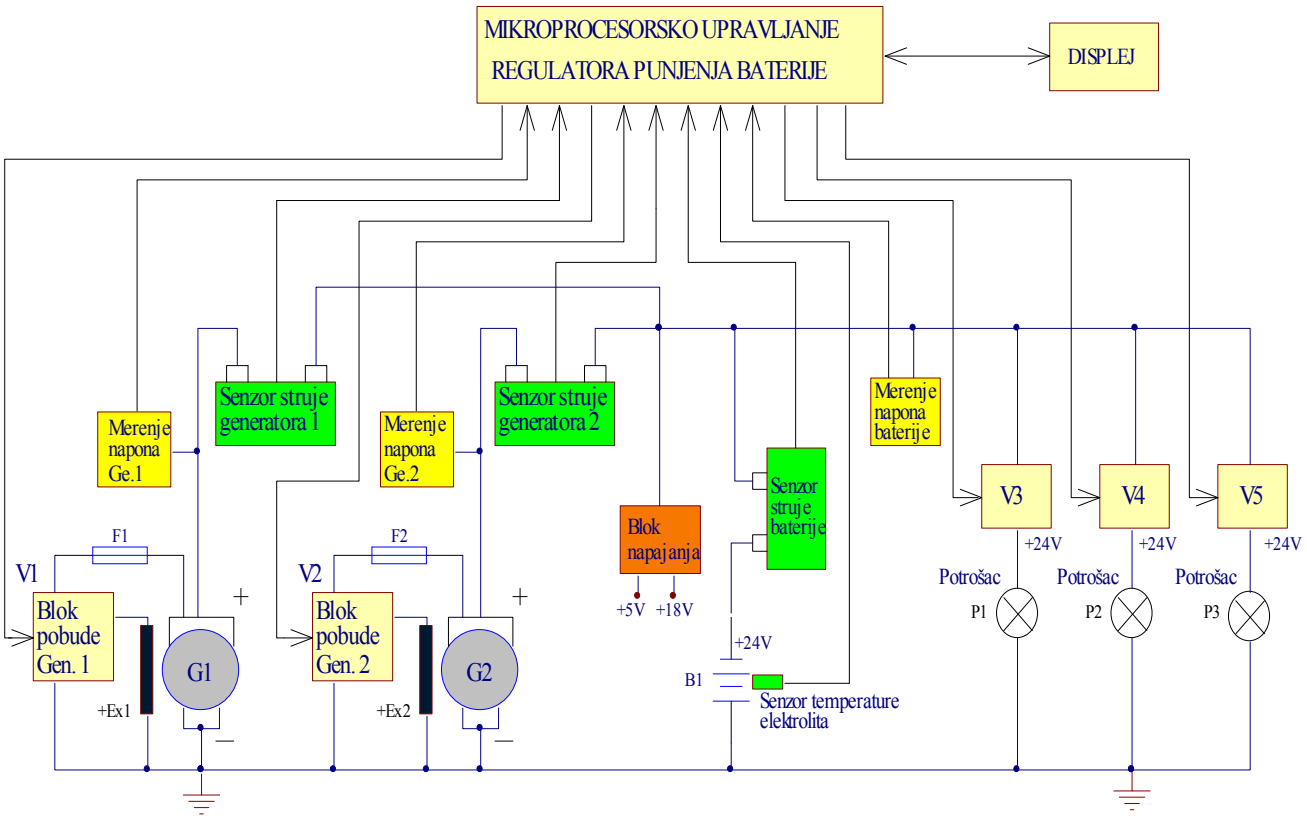
Informatičke funkcije regulatora obuhvataju prikaz napona i struja generatora i baterije, pamćenje važnih događaja i vremena u kome su se odigrali i mogućnost preuzimanja istorije rada u prenosni personalni računar. Prikazom aktuelnih rezultata pojedinih regulacionih veličina na LCD displeju od 2 puta 16

znakova prestaje potreba za korišćenjem ampermetara i voltmetara.

3. TIPSKA ISPITIVANJA

Kao preduslov za ugradnju na vozila izvršena su tipska ispitivanja u ovlašćenoj laboratoriji „Kvalitet“. Regulator je bez oštećenja i promene karakteristika izdržao brojne testove predviđene programom sačinjenim u skladu sa domaćim, evropskim i međunarodnim propisima za elektroniku na vozilima (JUS/IEC 60571, SRPSN.N0.901, EN50155, IEC60077).

Slika 2. Regulator MRR102 za dizel lokomotive



Slika 3. Blok šema regulatora punjenja baterija i napona potrošača MRR102 projektovanog za putnička kola opremljena tandem generatorima.

4. ZAKLJUČAK

Mikroračunarski regulator MRR102 donosi, kao što smo videli, niz funkcionalnih novina od kojih su najznačajnije sveobuhvatnost karakteristika (regulacija struje punjenja baterija, ograničenje struje generatora, regulacija napona punjenja i napon dopunjavanja baterija); potpunije punjenje zahvaljujući regulacija napona punjenja i dopunjavanja u zavisnosti od temperature elektrolita; beskontaktno ograničenje napona potrošača; višestruka poluprovodnička minimalna relea čije delovanje zavisi od temperature elektrolita.

Regulacione karaktristike donose brojne eksploatacione prednosti od kojih je najznačajnija produženje veka trajanja akumulatorskih baterija.

U izradi regulatora korištene su brojne nove komponente od kojih su najistaknutije mikroračunar, savremeni senzori i inteligentni elektronski prekidači.

Među novinama koje donosi regulator su i informatičke funkcije: objedinjeni prikaz regulacionih karakteristika, pamćenje ključnih događaja i vremena u kom su se odigrali, preuzimanje podataka u personalni računar.

Istaknimo na kraju koristi koje donosi novi regulator:

a) podizanje efikasnosti i pouzdanosti sistema napajanja na viši nivo

b) produženje veka trajanja baterija

c) smanjenje troškova tekućeg i investicionog održavanja

d) stvaranje osnova za brzo reagovanje u slučaju kvara i organizovano praćenje ponašanja regulatora i participativnih podsklopova sistema napajanja

e) mogućnost promene karakteristika bez izmena u hardveru

f) mogućnost korišćenja mikrokontrolera koji je sastavni deo regulatora za druge primene u regulaciji, zaštiti i/ili informatici.

LITERATURA

[1] Jelić S. Prvi domaći regulator kolskog električnog osvetlenja, "Železnice" 2/1972.
[2] Jelić S./Čakulev T.: Regulator napona i struje za šinska i druga vozila, "Železnice" 2/1974.
[3] Jelić S. Domaći elektronski regulator EP 214, "Saobraćaj" 11/1978.
[4] Jelić S. Elektronski regulacioni, upravljački i zaštitni uređaji na železničkim dizel-vučnim vozilima, pregledni referat na jugoslovenskom savetovanju o pitanjim dizel vuče, Sl. Brod, 1985, objavljen u časopisu "Železnice" 12/1985.
[5] Jelić S./Živadinović Z.: Regulatori obrtnih mašina nove tehnološke generacije, "Tehnika železničkih vozila" 2000, Niš

BATTERY CHARGING AND CONSUMER VOLTAGE REGULATOR

Zoran ŽIVADINOVIĆ
Savo JELIĆ
Zoran ICIĆ

Abstract – The "Inovacioni centar elektrotehničkog fakulteta" and "MSNet" Belgrade, supported by serbian Minisatary for science and technology, have developed an innovative battery charging and consumer voltage regulator. The application area of the Regulator covers the installations consisting of rotating generators, accu batteries and consumers. In the mikrocontroller based regulator the battery charging is after constant current/constant voltage characteristic. The charging is terminated when the voltage raises a preset upper limit and the battery charging current falls below preset value. At that point the charge status is automatically changed to trickle charge. The charging voltage as well as discharge limits is temperature dependent. The consumer voltage is limited by intelligent electronic switches in pulse modulating mode. Multiple measuring instruments are replaced by single LCD display indicating current & voltage operating values and diagnostic messages.

Key word - battery, charging ,locomotive

XIV НАУЧНО-СТРУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА О ЖЕЛЕЗНИЦИ ЖЕЛКОН '10

РАДИОНИЦА ЗА РЕГЕНЕРИЗАЦИЈУ ДЕЛОВА МЕТАЛИЗАЦИЈОМ

Данило ПАУНОВИЋ[1]

Резиме *– Технолошки развој железнице и увођење нових модернијих и савременијих типова возних средстава условили су битну промену досадашњег класичног (занатског) одржавања возних средстава у експлоатацији, увођење савременог индустријског ремонта и савременије праћење рада возних средстава у експлоатацији на ефикасном, економском принципу.*

Кључне речи – одржавање, возна средства, експлоатација, регенерација делова.

1. УВОД

Досадашњи занатски начин одржавања возних средстава заменом истрошених делова искључиво новим изискивао је велика новчана средства. Нови начин одржавања возних средстава предвиђа и могућност регенерације истрошених делова и њихову поновну уградњу, што знатно смањује трошкове одржавања. Што се тиче века трајања тих делова при експлоатацији након регенерације, скоро да нема никаквих разлика у односу на уградњу новог дела.

У зависности од карактеристика самог дела, материјала од кога је израђен, његове функције и напрезања током експлоатације, одређује се који део железничког возила ће да се регенерише и којим методом.

При анализи услова рада једног дела у склопу возила долази се до података о величини хабања радних површина и веку трајања и олучује о потреби замене новим делом или његовој регенерацији.

Избор делова возила погодних за регенерацију применом поступка метализације зависи од низа повезаних фактора техничко-економске природе:

- Материјала од којег је израђен,
- Примене термичке обраде,
- Врсте и финоће механичке обраде радних површина,
- Величине дела (габаритне мере),
- Функције дела у склопу возила,
- Врсте и величине напрезања у току експлоатације,
- Величине истрошености радних површина,
- Цене регенерације истрошеног дела и др.

За увођење новог вида регенерације делова железничких возила применом метализације потребно је изградити и одговарајућу радионицу са свим неопходним условима и пратећом опремом за квалитетно обављање процеса метализације.

Радионица за метализацију мора бити пројектована и израђена у склопу механичке радионице, а све преостале помоћне операције могу да се изводе на месту процеса израде.

Пратећи објекти као што су магацини и остала складишта, као и просторије за оправку опреме, могуће је сместити у непосредну близину радионице.

Пројекат радионице, као и инсталација неопходних за њен правилан рад захтевају да се узму у обзир:

1. Распоред просторија (разматрано као посебна одељења у радионици);
2. Распоред и постављање машина и уређаја;
3. Смештање мреже за компримовани ваздух с одељењем компресора, резервоарима и пречистачима;
4. Изградња мреже сисајуће инсталације за:
- Радно место метализације и
- Кабине за пескарење;
5. Мрежа вентилације и климатизације (независно од опште мреже за загревање);
6. Мрежа довода електричне енергије за уређаје (посебно мрежа за осветљење);
7. Мрежа водовода и канализације;
8. Смештање радних места за метализацију;
9. Смештање радног места за пескарење;
10. Транспортни уређаји за унутрашњи транспорт;
11. Врсте пиштоља за метализацију;

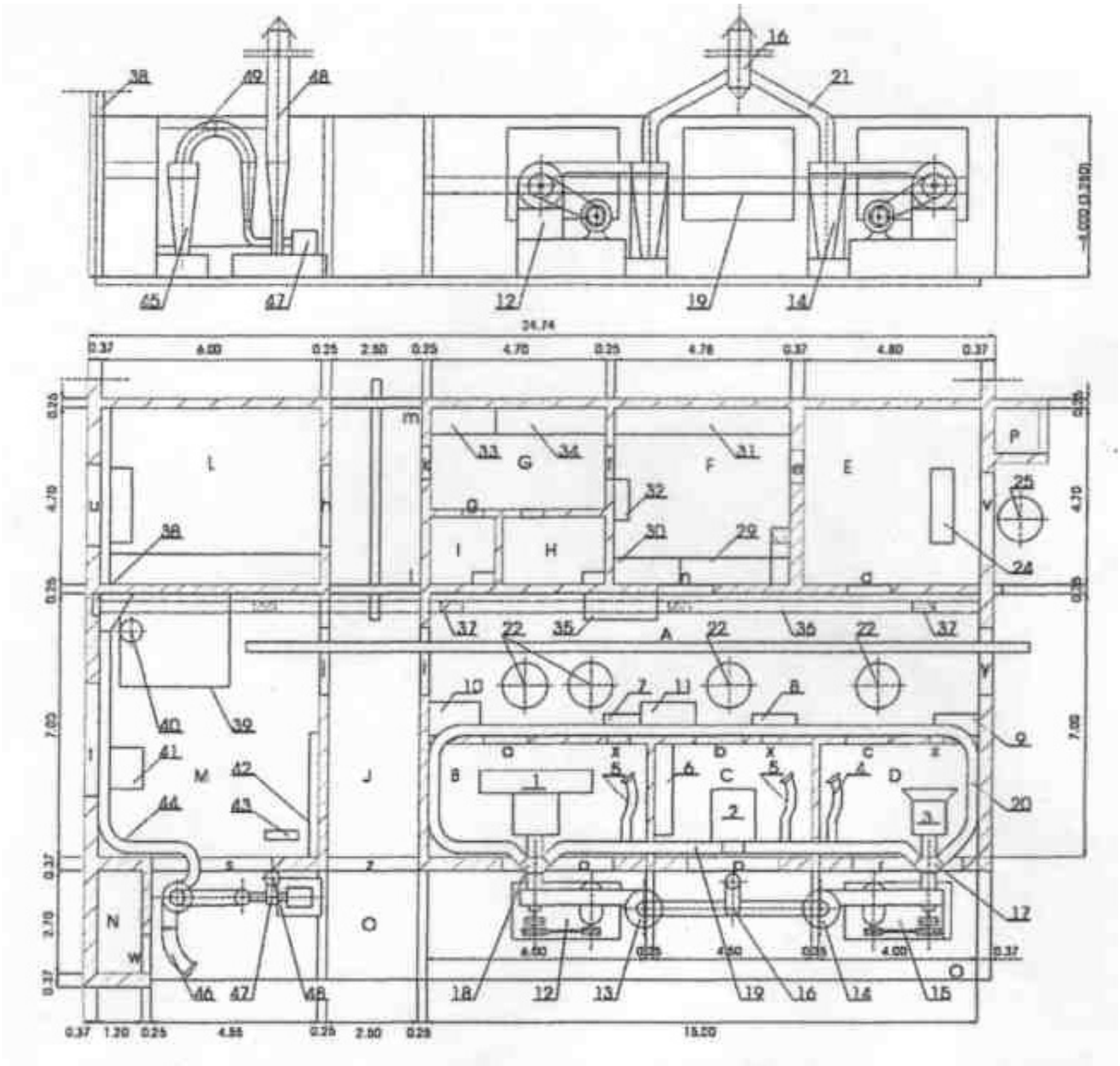
[1] Данило ПАУНОВИЋ, дипл.маш.инж., Његошева 46, Београд, danilopaunovic@gmail.com.

12. Снабдевање гасом и кисеоником;
13. Санитарни уређаји и гардероба;
14. Амбуланта прве помоћи;
15. Противпожарна опрема.

2. РАДИОНИЦА ЗА МЕТАЛИЗАЦИЈУ

Радионица за метализацију захтева: халу за метализацију "А", одељење за пескарење "М", магацин "L", одељење компресора "Е", браварску радионицу "F" и гардеробе, тушеве и тоалет.

Пројектом је предвиђена хала "А", величине 15 x 7 m са три кабине "В", "С" и "D". Величина просторија и број радних места условљавају величине радионице (слика 1).



Слика 1 – Радионица за метализацију

Слика 1 приказује план просторија радионице за метализацију са уређајима и инсталацијом за проветравање.

Постоје следеће росторије:

A – хала за метализацију,
B – кабина са стругом,
C – кабина с орманом за метализацију,
D – херметичка кабина за метализацију,
E – одељење компресора,
F – браварска радионица,
G – гардероба,
H – тушеви,
I – тоалет,
J - унутрашњи ходник,
K – изоловани ходник,
L – магацин,
M – пескарница,
N – магацин за боце,
O – плато – делимично поплочан ~400m^2,
P – трансформатор.

Све радне просторије су опремљене неопходном опремом која обезбеђује исправно и безбедно спровођење поступка метализације.

Радно место бр. 1 (просторија "В") опремљено је стругом /1/ чија је дужина темеља максимално

2.000 mm, а висина шиљка 200 mm и гибљивим проводником /5/ за исисавање.

Ово радно место може се користити за гасну и електричну метализацију. Опремљено је орманима за довод струје до трансформатора електричног пиштоља /10 и 11/, као и опремом за електрични бројач и прекидачима /52, 53, 54/. Са спољне стране зида је место за боце кисеоника и ацетилена када се употребљавају гасни пиштољи /7, 8 и 9/. Према прописима HTZ-a, боца мора бити удаљена најмање четири метара од отвора хале. Приступ до редукционих вентила могућ је само кроз прозорске отворе "x". Зидови ових просторија обложени су лимом дебљине 3 mm.

Спољни прозор кабине "o" је димензије 3 x 2,5 m и израђен је у виду гвозденог или бетонског рама с више малих отвора. Овакво извођење прозора има и слабу страну јер се при евентуалном пожару мора извалити цео прозор.

Кабина "B" опремљена је већим покретним вратима "a" на ваљцима који омогућавају њихово нагло отварање у случају хитне потребе (пожара). Запремина радне просторије је око 60 m^3. Ваздух може да се промени 235 пута на час.

Радно место бр. 2 (просторија "C") опремљено је орманском кабином /2/.

Кабина "C" опремљена је, такође, покретним вратима "b" и отворима "x" и "p" а запремина овог радног места јесте око 44 m^3. Ваздух може да се мења 364 пута на сат. Опрема овог одељења иста је као и предходног, сем што се са стране налази један радни сто са стегом /6/.

Радно место бр. 3 (просторија "D") – херметичка кабина. Кабина је снабдевена сталним /3/ и додатним исисивачем с гибљивим проводником /4/. На овом радном месту предвиђен је рад само с гасним пиштољем. Зидове кабине треба обложити плочицама, а подлога треба да буде од асфалта. Унутар кабине потребно је да сви састави – рогови буду обли ради лакшег чишћења од прашине.Кабина "D" опремљена је покретним вратима "c", има отвор "x", као и прозор "r", а запремина јој је око 40 m^3. Ваздух може да се мења 400 пута на час.

3. ОПРЕМА – ПИШТОЉИ ЗА МЕТАЛИЗАЦИЈУ

За извођење процеса метализације користе се разни типови пиштоља с одговарајућим карактеристикама. У табели 1 дате су карактеристике свих апарата за метализацију по типовима који су данас у примени.

Табела 2 – Техничке карактеристике апарата за метализацију електричног типа

	Тип апарата			
	ЕМ-3А	ЕМ-9	ЕМ-6	ТМ-2
Примена	За све видове метализације при ручној метализацији		Наношење метализационог слоја помоћу супорта	
Маса (N)	24	19	210	300
Пречник жице која се примењује (mm)	1,2-2	1,2-2	1,5-2,5	1,8-2,5
Погон механизма за додавање	Уграђена ваздушна турбина	Уграђени ваздушни обртни мотор	Трофазни електромотор	
Регулисање брзине додавања	Центрифугалним фрикционим регулатором		Без степенастог варијатора фрикционог типа	Са ступњевитим мењачем брзине
Брзина додавања (m/min)	0,6-2,5	0,6-5	0,7-4,5	1,5-4
Притисак компримованог ваздуха (bar)	3-6	4-6	4-5	4-6
Потрошња компримованог ваздуха (m^3/h)	1,0-1,2	1,0-1,1	0,8-0,9	0,8
Извор електричне струје	Једнофазни трансформатор или апарат са варење једносмерне струје			Трофазни трансформатор
Напон (V)	20-30	20-40	20-40	20-40
Струја (A)	до 300	180	до 500	до 900
Максимална продуктивност при распршивању (N/h)				
Цинка	50	60-80	180	50-150
Челика	35	30-50	130	-

Пиштољи који се употребљавају при метализацији деле се у зависности од тога како топе метал на:

- Гасне,
- Електричне.

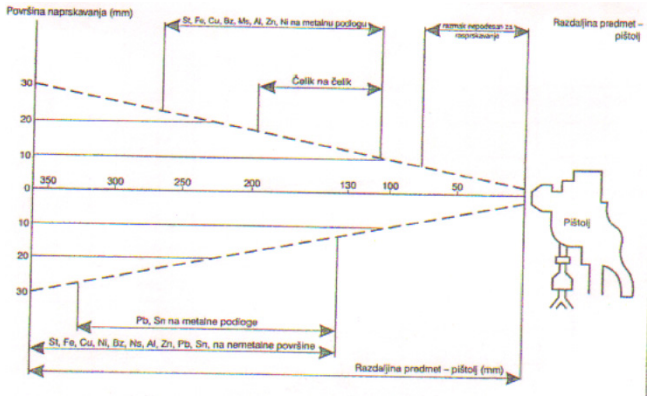
Гасни пиштољи могу да буду:

- Пиштољи са жицом и
- Пиштољи с прахом.

У пиштољима који раде на гас топљење настаје од гасова који сагоревају у присуству кисеоника или ваздуха.

У електропиштољима за топљење метала користи се електрични лук. То је, по правилу, пиштољ с употребом жице. Примена електричне индукције у метализацији напрскавањем налази се у почетном стадијуму развоја.

За распршивање метала код свих типова пиштоља употребљава се ваздух под притиском. Други гасови, с обзиром на трошкове, користе се само за пробе у лабораторијама (слика 2).



Слика 2 Распршивање метала

4. ЗАКЉУЧАК

Према до сада постигнутим резултатима разних железничких управа и групе UIC-ORE E34, чији је члан и наша железничка управа, до данас је обављена метализација на више возила из експлоатације на мрежи СЖ:

1. Путничка и теретна кола,
2. Парне локомотиве,
3. Дизелелектричне локомотиве серије 641,
4. Дизелелектричне локомотиве серије 642,
5. Дизелелектричне локомотиве серије 661,
6. Дизел локомотива серије 731,
7. Дизел моторни воз ‘’Ganc” серије 811,
8. Моторно возило "шинобус" серије 812.

LITERATURA

[1] Приручник метализације напрскивањем, Варшава, 1959.
[2] Metallisation les reparation par rechargement au pistolet metalliseur, Paris, 1959.
[3] Регенерација делова метализацијом, Железнички институт "Кирило Савић", Београд, 1968.
[4] Данило Пауновић, "Регенерација делова железничких возила метализацијом", Железнице, бр. 5, 6, 7 и 8/1992.
[5] Технологија метализације рукавца осовина на колима, Желвоз, Београд, 1995.

WORKSHOP FOR THE REGENERATION OF PARTS BY METALLIZATION PROCESS

Danilo PAUNOVIĆ

Abstract – The technological development of railways and introduction of new, more modern and up-to-date models of traction and trailer stock resulted in a substantial change of the classical method of rolling stock maintenance, the introduction of industrial overhaul and modernized monitoring of rolling stock in operation on an efficient economic principle.

Key words – maintenance, rolling stock, operation, renewal of parts

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE NA ELEKTRIFICIRANIM PRUGAMA „ŽELEZNICE SRBIJE“

Branislav GAVRILOVIĆ[1]
Aleksandar NOVITOVIĆ[2]
Vojislav VUKADINOVIĆ[3]

Rezime *– Rad analizira kvalitativne parametre električne energije u elektrovučnom sistemu 25 KV 50 Hz „Železnice Srbije“ kao što su: faktor snage osnovnog harmonika, faktor snage pri nesimetričnom opterećenju elektrovučnih podstanica sa T spojem na elektroprivrednu trofaznu mrežu, više harmonike napona i struje vuče, pad napona kontaktne mreže, prenapone u mreži prouzrokovne injektiranim višim harmonicima struje u kontaktnoj mreži (flikere) i gubitke srednje vrednosti napona kontaktne mreže. Teorijska razmatranja potvrđena su sa rezultatima merenja koja su obavljena u elektrovučnoj podstanici „Kosjerić“. U cilju postizanja traženog kvaliteta električne energije saglasno odredbama evropske norme EN 50160 u radu su predložena rešenja elektrovučnih podstanica sa statičkim VAR kompenzatorima i aktivnim filterima snage.*

Ključne reči – kvalitet električne energije, železnice.

1. UVOD

Elektroprivredne kompanije koje preko svojih elektroenergetskih sistema napajaju stabilna postrojenja monofaznog elektrovučnog sistema 25 kV, 50 Hz uvek garantuju kvalitet isporučene električne energije, čak i u slučaju kada je pogoršani kvalitet prouzrokovan sa njihovom prenosnom mrežom. Zbog toga između ove dve kompanije (elektroprivrede kao snabdevača i železnice kao potrošača) mora postojati neprekidna koordinacija tokom snadbdevanja električnom energijom železničkog konzuma jer samo na taj način ove dve kompanije mogu zaštititi svoje interese. Pri tome se navedena koordinacija mora oslanjati na poštovanju međunarodnih standarda i merenju promenljivih parametara kvaliteta električne energije.

Parametri koji definišu kvalitet električne energije kao i nivo dozvoljenog elektromagnetnog uticaja u elektrovučnom sistemu nisko i visokonaponskim sistemima determinisani su evropskim standardom EN 50160 “Naponske karakteristike električnog napajanja pomoću javnih elektrodistributivnih sistema” [1]. Na osnovu ovog standarda sledeći parametri se smatraju kao kvalitativni parametri električne energije:

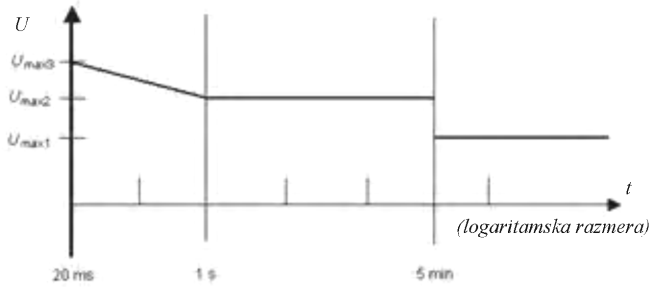
- visina napon,
- kratkotrajni naponski prekidi, padovi i priraštaji u odnosu na nominalnu vrednost napona,
- frekvencija napona i struja,
- prenaponi i propadi napona,
- faktor snage osnovnog harmonika i složeno periodične funkcije,
- sadržaj viših harmonika napona i struje,
- brzina i treperenje napona (fliker)

2. DOZVOLJENA ODSTUPANJA NAPONA I FREKVENCIJE

Na osnovu evropskog standarda EN 50163 „Naponi napajanja elektrovučnih sistema“ za monofazni elektrovučni sistem 25 kV, 50 Hz determinisani su najniži i najviši napon na mestu pantografa i to sa sledećim vrednostima: dozvoljeni najniži Umin2= 17500V (kratkotrajni do 2 minuta) i Umin1= 19000V (trajni) napon odnosno najviši Umax2= 29000V (kratkotrajni do 5 minuta) i Umax1= 27500V (trajni)

Zavisnost maksimalane vrednosti napona kontaktne mreže od dužine njegovog trajanja takođe je definisana ovim standardom i grafički je prikazana na slici 1.

[1]Gavrilović S. BRANISLAV, prof. dr., “Visoka Železnička Škola“, Zdravka Čelara 14, Beograd, Srbija, brane23@sbb.rs.
[2] Aleksandar NOVITOVIĆ, dip. inž. teh..,“Ekosolar” d.o.o. Svetog Save 34, Beograd, Srbija, novitovic@gmail.com.
[3] Vojislav VUKADINOVIĆ, dip. inž. maš.,“Železnice Srbije“, Nemanjina 6, Beograd, Srbija, rajavuk@beotel.rs.



Slika 1. Zavisnost maksimalne vrednosti napona kontaktne mreže od dužine trajanja

Maksimalna vrednost napona kontaktne mreže u iznosu od U_{max3}=38750V dozvoljava se u vremenskom intervalu do 20 ms, a u $0{,}02s \le t \le 1s$ napon se mora sniziti po eksponencionalnom zakonu [2]:

$$U = U_{\max 2} \cdot e^{-0{,}0741} \quad (1)$$

Ovako propisane granice napona moraju biti zadovoljene unutar 95 % perioda merenja koji iznosi najmanje sedam dana, dok su u ostalih 5 % slučajeva granice šire i nisu propisane. Merni isečak u kojem se posmatraju pojedini parametari je 10 min.

Dozvoljena odstupanja frekvencije napona i struja u normalnim uslovima eksploatacije mereni u vremenskom intervalu od 10 s su:

- u sistemu sa sihronim radom energetskih transformatora u elektrovučnim podstanicama: 50 Hz $\pm 1\%$ (tj. od 49,5 Hz do 50,5 Hz) u 95% slučajeva godišnje ili 50 Hz $+4/-6\%$ (tj. od 47 Hz do 52 Hz) u 100% slučajeva godišnje.
- u sistemu bez sihronog rada energetskih transformatora u elektrovučnim podstanicama: 50 Hz $\pm 2\%$ (tj. od 49 Hz do 51 Hz) u 95% slučajeva sedmično ili 50 Hz $\pm 15\%$ (tj. od 42,5 Hz do 57,5 Hz) u 100% slučajeva semično.

Pri normalnim pogonskim uslovima kratki prekidi napona napajanja kontaktne mreže (trajanja kraćeg od 3 minuta na osnovu evropskog standarda EN 50160) mogu se pojaviti s učestalošću od nekoliko desetina do više stotina puta godišnje. Pri tome trajanje oko 70 % kratkih prekida u napajanju trebalo bi biti kraće od 1 sekunde.

Za dugotrajne prekide (duže od 3 minuta) nisu limitirane granice po učestalosti i trajanju, jer su oni obično uslovljeni vanrednim događajima na železnici koji se ne mogu u potpunosti sprečiti i kojih u godini dana može biti manje od 10, ali i više od 50

3. FAKTOR SNAGE

Problem održavanja amplitude napona kontaktne mreže je posebno izražen kod dugih voznih vodova opterećenih vozovima koji pri pokretanju vuku veliku reaktivnu snagu iz mreže. Mogućnost padova napona zbog potrebe za velikom reaktivnom snagom kao i zbog induktivnog karaktera vodova kontaktne mreže dovodi do potrebe za održavanjem amplitude napona u svakoj tačci KM-e. „Železnice Srbije“ (ŽS) su do sada pažljivo kontrolisale i održavale u propisanim granicama amplitude napona u svakoj tačci KM-e. Međutim, pri navedenoj kontroli i regulaciji od „Elektroprivrede Srbije“ se zahteva da u cilju smanjenja energetskih gubitaka u trofaznoj prenosnoj elektroprivrednoj mreži induktivni faktor snage železničkog konzuma bude u opsegu od $cos\varphi$= 0.95-1. Eventualna odstupanja faktora snage od navedenih vrednosti dodatno su povećavali cenu preuzete električne energije iz elektroprivredne mreže zbog čega je očigledan interes železničkih uprava da ovu vrednost faktora snage održava u propisanim granicama.

Na prugama ŽS se koristi monofazni elektrovučni sistem 25 kV 50 Hz. Vodeće serije električnih lokomotiva ove železničke uprave su diodne lokomotive serije ŽS 441 i ŽS 461 i elektromotorni vozovi serije ŽS 412/46 koje su na osnovu niza merenja imaju povoljne vrednosti faktora snage ($cos\varphi \ge 0{,}95$). Međutim u poslednje vreme na ovim prugama se koriste i tiristorizovane lokomotive serije ŽS 444 čije je srednja vrednost faktora snage je niža od diodnih i iznosi oko 0,9 . Sem toga treba imati u vidu da se na elektrificiranim prugama ŽS mogu koristiti još i savremenija elektrovučna vozila sa trofaznim asinhronim vučnim motorima koja mogu imati srednju vrednost faktora snage oko $cos\varphi$ = 0.83.

Reaktivna energija u elektrovučnom sistemu se u najvećoj meri troši za potrebe elektrovučnih vozila. Kod elektrovučnih vozila sa vučnim motorima za jednosmernu talasastu struju koja se trenutno koriste na elektrificiranim prugama ŽS potrebe za reaktivnom energijom su uglavnom determinisane strujom magnećenja i reaktivnim otporom namotaja lokomotivskog transformatora, komutacijom diodnih ili tiristorskih ispravljača kao i induktivnim otporom glavne prigušnice. Kod savremenih elektrovučnih vozila sa trofaznim asihronim vučnim motorima povećava se potrošnja reaktivne energije, a faktor snage još više smanjuje u odnosu na postojeća vozila ŽS pre sve zbog komutacije naponskih ili strujnih invertora u vozilu.

Struja magnećenja i reaktivni otpor namotaja monofaznih transformatora u elektrovučnim podstanicama odnosno reaktivan otpor voznog voda kontaktne mreže slabije utiče na faktor snage $cos\varphi$ u odnosu na opisani uticaj elektrovučnih vozila.

Energetski pretvarači (pre svega ispravljači i invertori) u elektrovučnim vozilima su izvori koji pri promenama stanja vođenja svojih poluprovodničkih elemenata generišu spektar viših harmonika u struji vuče koja se prenosi preko monofaznih transformatora u elektroprivrednu mrežu. Sa povećanjem vrednosti viših harmonika u naponu i struji vuče povećava se uticaj elektrovučnog sistema na elektroprivrednu

mrežu. Ovaj uticaj ogleda se ne samo u izobličenju trofaznog sistema napona već i na povećanje gubitaka i dodatno zagrejavanje uređaja i opreme u trofaznom sistemu kao što su asinhroni motori, sinhroni generatori, energetskii transformatori, energetski kondenzatori, elektroenergetski vodovi i kablova itd.

Sadržaj viših harmonika opisan je i faktorom ukupnog harmoničnog izobličenja THD. Faktor ukupnog harmoničnog izobličenja napona definisan je sledećim izrazom:

$$THDU_{\%} = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{40} U_i^2}}{U_1} \cdot 100\% \qquad (2)$$

Analogan se definiše i faktor ukupnog harmoničnog izobličenja struja, pri čemu odredbama EN 50160 faktor $THDI_{\%}$ nije ograničen.

Na osnovu etandarda EN 50160 viši harmonici u 95 % 10-minutnih proseka faktora ukupnog harmoničkog izobličenja (THD) napona napajanja, koje se izračunava iz svih harmonika (do 40. višeg harmonika) prema izrazu (2) ne sme prelaziti 8 %.

Prividna snaga u monofaznom elektrovučnom sistemu sa izobličenim strujama i naponom dat je sledećim izrazom:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2} = \sqrt{P^2 + P_f^2} \qquad (3)$$

gde je P - *aktivna snaga* dobijena kao zbir aktivnih snaga svih viših harmonika, tj.:

$$P = \sum_{k=0}^{\infty} U_{jk} \cdot I_k \cdot \cos\varphi_k = \sum_{k=0}^{\infty} P_k \qquad (4)$$

Q - *reaktivna snaga* dobijena kao zbir reaktivnih snaga svih viših harmonika, tj.:

$$Q = \sum_{k=0}^{\infty} U_{jk} \cdot I_k \cdot \sin\varphi_k = \sum_{k=0}^{\infty} Q_k \qquad (5)$$

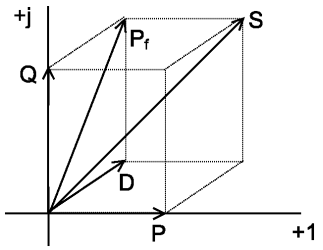
D – deformativna snaga određena izrazom:

$$D = \sqrt{\sum_{k=0}^{\infty} \sum_{i=0}^{0} \left(U_{jk}^2 \cdot I_i^2 + U_{ji}^2 \cdot I_k^2 - 2 \cdot U_{jk} \cdot U_{ji} \cdot I_k \cdot I_i \cdot \cos(\varphi_k - \varphi_i) \right)} \qquad (6)$$

Deformativna snaga D je povezana sa iskrivljenim talasnim oblikom struja i napona u odnosu na harmoničan (sinusni) oblik. Njegova vrednost je jednaka nuli za slučaj kada vremenski izobličene naponske i strujne krive sadrže više harmonike čiji odnos između napona i struja (tj. kompleksna impedansa) svih harmonika ne zavisi od frekvencije. Deformativna snaga D i reaktivna snaga Q osnovnog harmonika su neaktivne snage i ne mogu proizvesti električni rad, ali učestvuju u stvaranju gubitaka.

P_f je fiktivna snaga i jednaka je vektorskom zbiru deformativne i reaktivne snag.

Takođe i u trofaznom sistemu ukupne aktivne i reaktivne snage se mogu predstaviti kao sume odgovarajućih snaga pojedinih harmonika za sve tri faze.



Slika2. Vektorski dijagram snaga

Odnos između aktivne i prividne snage za izobličene i složenoperiodične napone i struja $u(t)$ i $i(t)$ je faktor snage λ. Faktora snage osnovnog harmonika cos φ (indeks „1“) je samo deo faktora snage λ. koji uzima u obzir sve harmonike napona i struje i koji je opisan sledećim izrazom:

$$\lambda = \frac{P}{S} = \frac{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T u(t) \cdot i(t) \cdot dt}{\sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T u^2(t) \cdot dt} \cdot \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T i^2(t) \cdot dt}} = \frac{\sum_{k=0}^{\infty} U_{jk} \cdot I_k \cdot \cos\varphi_k}{\sqrt{\sum_{k=0}^{\infty} U_{jk}^2} \cdot \sqrt{\sum_{k=0}^{\infty} I_k^2}} \qquad (7)$$

gde su $u(t)$ i $i(t)$ trenutne vrednosti izobličenih napona i struje.

Odnos između faktora snage osnovnog harmonika $cos\varphi$ i faktora snage λ dat je sledećim izrazom:

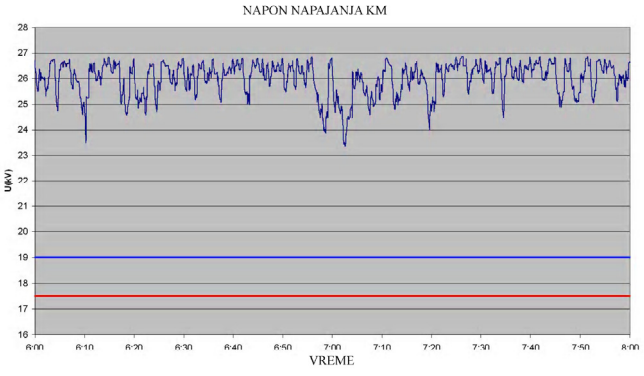
$$\lambda = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}} = g_i \cdot \cos\varphi \qquad (8)$$

gde je g_i faktor izobličenja koji se definiše kao odnos efektivne vrednosti struje osnovnog harmonika i efektivne vrednosti izobličene struje.

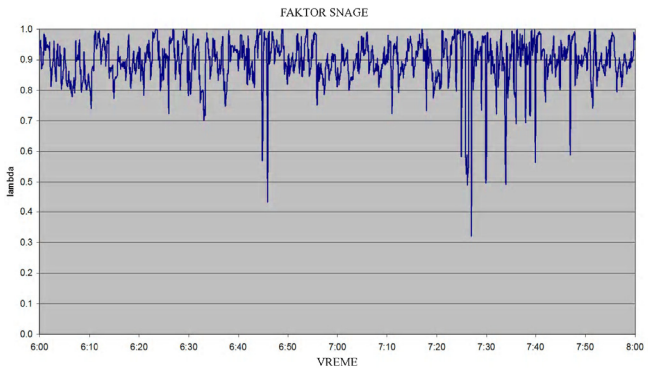
Struja vuče koju uzima elektrovučno vozilo je značajno izobličena sa višim harmonicima, tako da faktor snage λ se dodatno smanjuje za 10 - 15 % u odnosu na faktor snage osnovnog harmonika $cos\varphi$ [2].

4. IZMERENE VREDNOSTI

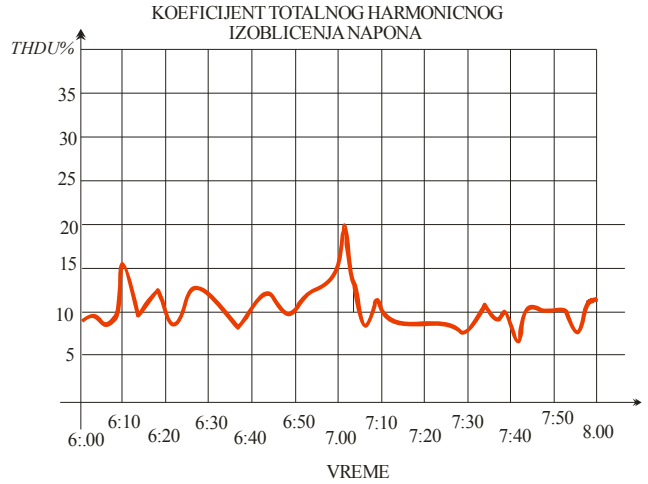
Izmerene vremenske promene napona kontaktne mreže, faktora snage kao i faktora ukupnog harmoničnog izobličenja (sa kompenzacijom *Qc = 1,853 MVAr*), merene krajem novembra 2009. god u EVP Kosjerić na napojnom kraku prema Požezi, prikazana je na sledećim slikama.



Slika4. Napon kontaktne mreže



Slika 3. Faktor snage EVP Kosjerić sa (sa kompenzacijom Qc = 1,853 MVAr)



Slika 5. Izmerena vremenska promena THDU

Izmerena vrednost faktora ukupnog harmoničnog izobličenja napona na elektrificiranoj pruzi Beograd – Bar prikazane na slici 5 nalazi se u opsegu od 6 - 20%. Kako se na osnovu odredaba EN 50160 ova vrednost zahteva da je ispod 8% predlaže se u elektrovučnim podstanicama primena *statički var kompenzator* (SVC). SVC je elektronski uređaj sa tiristorski uklopivim kondenzatorima ili sa nekom od kombinacija kondenzatora i prigušnica, koji se koristi u svrhu razmene kapacitivne ili induktivne struje sa elektrovučnom sistemu kako bi održavao ili upravljao uobičajeno s naponom čvorišta. Pri svom radu statički VAR kompenzator stvara takođe više harmonike zbog čega se u iste ugradjuje dodatni aktivni filtri. Sem toga, iskustva nekih razvijenijih evropskih zemalja pokazuju da se tek primenom SVC sa aktivnim filterom postiže istovremena kompenzacija faktora snage i dozvoljeni elektromagnetni uticaj na okolne uređaje pri svim opterećenjima EVP-a i brzini njihove promene [3].

5. ZAKLJUČAK

Izmerena vrednost faktora ukupnog harmoničnog izobličenja napona THD_U na elektrificiranoj pruzi Beograd – Bar u EVP Kosjerić nalazi se u opsegu od 6 - 20 %. Realno je očekivati da je vrednost ovog koeficijenta i na ostalim prugama „Železnice Srbije“ u približno istim granicama Sem toga iskustva drugih železničkih uprava ukazuju na činjenicu da se u elektrovučnom sistemu „Železnice Srbije“ tek sa primenom SVC sa aktivnim filterom može postići da u svakoj tački KM-e zahtevani nivo faktora ukupnog harmoničnog izobličenja napona THD_U po odredbama evropskog standarda EN 50160 bude ispod 8 %. Primenom i ugradnjom SVC sa aktivnim filterom u elektrovučne podstanice postiže se istovremeno i kompenzacija faktora snage kao i znatno niži elektromagnetni uticaj na okolne uređaje pri svim dozvoljenim opterećenjima EVP-a.

LITERATURA

[1] EN 50160: „Voltage Characteristics of Electricity Supplied by Public Distribution Systems“, 1998

[2] Cene. B., Gavrilovic. B., Vorsic J.: «Matematični model za izračun koeficienta rasti višjih harmonikov vlečnega toka pri napajanju večjega števila elektrovlečnih vozil na elektrificiranih progah železnice Srbije«, *Electrotechnical Review,* Journal of Electrical Engineering and Computer Science, Volume 75, No. 3, pp. 123-128, Ljubljana, Slovenija, 2008.

[3] Dobrucky B, Otcenasova A., Pokornz M., Tabacek. R.: *The New Possibilities of Dynamic Compensation and Regeneration of Energy in Electric Traction,* Communications - Scientiffice Letters of the University of Žilina, No. 1/99, pp 5-12, Zilina, Slovakia, 1999.

QUALITY OF ELECTRIC ENERGY ON ELECTRIFICED WAY TO „SERBIANS RAILWAYS“

Branislav GAVRILOVIC
Aleksandar NOVITOVIC
Vojislav VUKATINOVIĆ

Abstract – The paper analyses the most relevant unfavourable impact of AC electric traction on the quality parameters of supplied electric energy These are: power factor of fundamental harmonic and power factor, voltage a current harmonic components, unbalance and power factors in asymmetrically loaded lines and flicker To confirm some propositions, the paper presents results of measurements in traction transfor-mer substation EVP Kosjeric. Also, the possibilities of unfavourable impact elimination using filtering and compensating substation and power active filters are mentioned.

Key words – Quality of electric energy, railways.

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

SAVREMENI KONCEPTI KONTEJNERSKIH TERMINALA

Zoran MARINKOVIĆ[1]
Dragan MARINKOVIĆ[2]
Danijel MARKOVIĆ[3]
Ivana KLIPA[4]

Rezime *– Rad analizira savremeno organizovane kontejnerske terminale sa Lo-Lo i Ro-Ro mehanizacijom pri rukovanju sa kontejnerima. Posebna pažnja je posvećena novim tendencijama u razvoju mehanizacije kontejnerskih terminala. Razmatrana su automatski vođena vozila (AGVS – Automated Guided Vehicle System) na terminalima. Takođe, analizirani su automatski kontejnerski terminali sa AS/RS sistemom (Automated Storage & Retrieval Systems) i Speedport terminali. Cilj rada je da ukaže kako se danas mogu organizovati efikasni, ekonomični i bezbedni sistemi rukovanja kontejnerima na savremenim terminalima.*

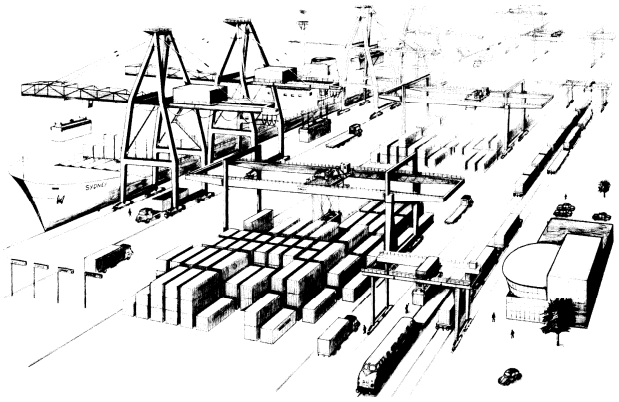
Ključne reči – *transport, železnica, terminal, kontejner*

1. UVOD

U poslednjih nekoliko dekada kontejnerski transport je ostvario veliki napredak u međunarodnom prevozu materijala, roba i tereta. Posebno mesto u infrastrukturi ove vrste savremenog transporta zauzimaju kontejnerski terminali. Terminal je složen, uslužni, dinamički, tehnički i materijalni sistem definisan određenim prostorom, opremom (manipulativnom mehanizacijom) i svojim osnovnim performansama u cilju realizacije odgovarajućih funkcija. Njegove osnovne funkcije su fleksibilnost i efikasnost pri rukovanju sa kontejnerima (utovar, istovar, pretovar, sortiranje, skladištenje itd.). Terminali se organizuju u velikim lukama, železničko-drumskim čvorištima, robno-trgovačkim i distributivnim centrima, kao i u fabrikama i preduzećima koji se snabdevaju repro materijalima i distribuiraju robu tržištu primenom kontejnerskog transporta [1, 2, 3].

2. KONTEJNERSKI TERMINALI

Kontejnerski terminali su mesta na kojima se vrši sučeljavanje različitih nosioca transporta, pretovar kontejnera kao i njihovo skladištenje. Oni moraju da budu opremljeni optimalnim brojem sredstava za pretovar i transport kontejnera u zavisnosti od kapaciteta terminala. Na prostoru terminala vrši se i skladištenje istovarenih kontejnera, pa kako ne bi dolazilo do zastoja, organizacija rada na terminalu mora da bude besprekorna. Najsloženiji su lučki terminali koji povezuju vodni, drumski i železnički transport (sl. 1) [4, 5, 6].



Slika 1. Lučki kontejnerski terminal

Konfiguracija ovog tipa terminala sadrži: osnovnu vodno–drumsku-železničku infrastrukturu (sidrišta, vezovi, saobraćajnice i koloseci), manipulativnu mehanizaciju (za pretovar, transport i skladištenje kontejnera), skladišne i manipulativne površine, zatvorena skladišta za robu, kontejnerske stanice (za pražnjenje i punjenje kontejnera), upravne i druge pomoćne sisteme i zgrade.

Na ovakvom lučkom terminalu (sl. 1) uobičajeno se realizuju šest osnovnih manipulativnih operacija posredstvom kontejnerske mehanizacije i to [1]:

- manipulacije na relaciji brod – operativna obala i obratno, najčešće pomoću portalnih kontejnerskih dizalica (portejnera),
- manipulacije na relaciji operativna obala – kontejnerski skladišni prostor i obratno pomoću kompleksne fleksibilne mehanizacije,

[1] Prof. dr Zoran MARINKOVIĆ, Mašinski fakultet Niš, A. Medvedeva 14 18000 Niš, zoranm@masfak.ni.ac.rs
[2] dr Dragan MARINKOVIĆ, Mašinski fakultet Niš, A. Medvedeva 14 18000 Niš, gagimarinkovic@yahoo.com
[3] dipl. inž. Danijel MARKOVIĆ, Mašinski fakultet Niš, A. Medvedeva 14 18000 Niš, danijel@masfak.ni.ac.rs
[4] dipl. inž. Ivana KLIPA, Mašinski fakultet Niš, A. Medvedeva 14 18000 Niš, ivanaklipa@yahoo.com

- manipulacije na relaciji kontejnerski skladišni prostor – kontinentalni transporteri i obratno, takođe, pomoću fleksibilne mehanizacije.

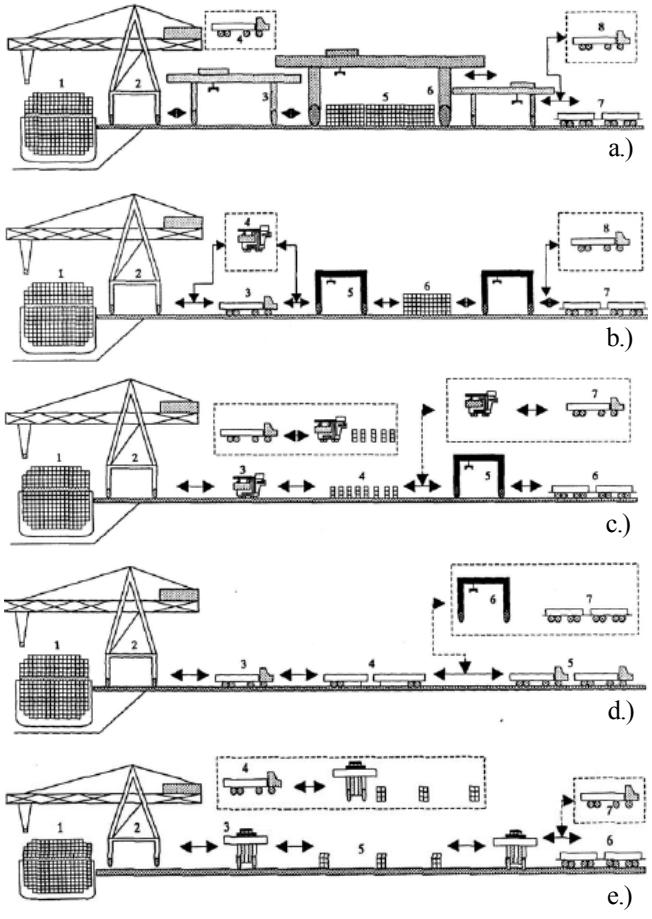
Manje kompleksni kontejnerski terminali se nalaze i u unutrašnjosti kopna gde se ukrštaju važni rečni, železnički i drumski putevi, kao i na utovarno-istovarnim prostorima preduzeća, fabrika, robno-trgovačkih i distributivnih centara i sl. Tako postoje još i rečno-železnički-drumski terminali, železničko-drumski i čisto drumski terminali.

Na svim ovim vrstama terminala su zastupljene dve osnovne tehnologije manipulisanja sa kontejnerima, koje se mogu kombinovati, a to su:

- Lo-Lo (Lift on - Lift off = digni – spusti) sistem pretovara pomoću dizalica,
- Ro-Ro (Roll on - Roll off = dokotrljati – otkotrljati) sistem pretovara pomoću specijalnih vučnih vozila.

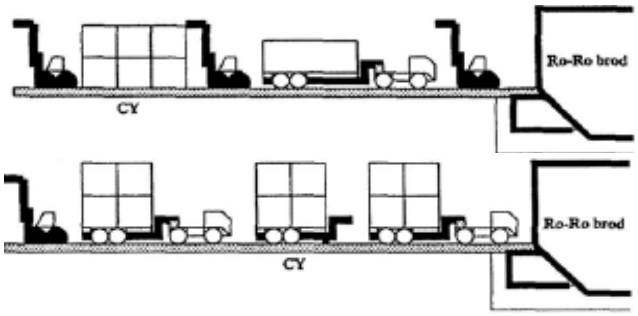
Evolutivni procesi u varijacijama kontejnerskih terminala u zavisnosti od fleksibilne mehanizacije i operativne površine izdvojili su se u dosadašnjem razvoju više tipova terminala sa Lo-Lo tehnologijama od istovara brodova do kontinetalnih transportera i obratno [1]:

- terminali sa portalnim dizalicama na čeličnim točkovima (tranštejneri–RMG) (sl. 2.a) i portalnim dizalicama na gumenim točkovima-RTG (sl. 2.b),
- terminal sa manipulatorima (straddle carrier) (sl. 2.c),
- terminal sistema šasija (traktor-treiler sistem) (sl. 2.d),
- terminal sa viljuškarima (čeoni i bočni) (sl. 2.e).



Slika 2. Tipovi lučkih kontejnerskih terminala sa Lo-Lo tehnologijama pretovara brodova

Slika 3. prikazuje terminal sa Ro-Ro tehnologijom utovara ili istovara brodova. U prvom slučaju je klasičan sistem sa jednim kontejnerom, a u drugom je tzv. LUF sistem sa istovremenom manipulacijom 4 kontejnera od 40 stopa ili 6 kontejnera od 20 stopa [1].



Slika 3. Lučki kontejnerski terminala sa Ro-Ro tehnologijama pretovara brodova

Za više od pola veka primene kontejnerskog transporta obim prevoza materijala i robe se znatno uvećao, jer on omogućava bitnu racionalizaciju usklađenog prevoza u kontejnerima po principu "od vrata do vrata" u odnosu na klasični transport "komad po komad" sa neusklađenim fazama realizacije. Sve ovo je doprinelo unapređenju kontejnerskog transporta u tehničkom, tehnološkom i organizacionom smislu.

3. NOVE TENDENCIJE U RAZVOJU KONTEJNERSKOG TRANSPORTA

Danas tendencije razvoja kontejnerskog transportu su:

- prevoz više kontejnera jednim saobraćajnim sredstvom, obično vozom ili brodom, u cilju smanjenja jediničnih troškova prevoza,
- veliki promet kontejnera kroz terminale, koji zahteva efikasniju manipulativnu mehanizaciju i veće operativne i skladišne površine,
- kraće vreme i niži troškovi manipulacije (utovara, istovara i pretovara) kontejnera na terminalima.

Veliki promet kontejnera zahteva savremena saobraćajna sredstva i odgovarajuću manipulativnu mehanizaciju velikog učinka na terminalima. Za prevoz kontejnera koriste se specijalni kamioni, prikolice, vagoni i brodovi. U cilju železničkog prevoza velikog broja kontejnera, formiraju se kompaktni "*shuttle*" vozovi dužine do 2 km, koji se kreću prugama pouzdanim ritmom i strogo definisanim redom vožnje [4, 6].

U pomorskom saobraćaju napravljeni su kontejnerski brodovi kapaciteta (nosivosti) od 6000 do 8000 TEU, sa trendom povećanja i preko 10000 TEU (*TEU – jedinica ekvivalentna jednom 20-stopnom kontejneru*). Tako danas postoje dva broda sa 14000 TEU. Prognozira se da će u 2015. godini "super mega" brodovi imati nosivost od 18000 TEU, dužine oko 400 m, širine oko 60 m i gaza preko 16 m. Pošto ovakvi brodovi ne mogu da uđu u nijednu luku do veza na doku, za njihovu eksploataciju koristiće se koncepcija *off shore terminala*. Ona podrazumeva postojanja terminala van obale na veštački

stvorenim ostrvima do kojih kontejnere dovoze mega brodovi, a njihova dalja doprema do više bliskih priobalnih luka predviđena je manjim brodovima u tzv. feeder sistemu opsluživanja (*feeder servis*).

Trend porasta svetske trgovine i kontejnerskog transporta, kao i angažovanje saobraćajnih sredstava velikog kapaciteta doprineli su znatnom prometu kontejnera kroz terminale. Tokom 1994. godine u svetskim kontejnerskim lukama ostvaren je prosečan dnevni pretovar samo od 900 TEU. Ovaj prosek te godine je za dvadesetak vodećih luka bio znatno veći i iznosio je oko 9000 TEU. Danas je dnevni pretovar kontejnera nekoliko puta uvećan. Tako u dve najveće svetske luke, Hong Kongu i Singapuru, godišnji promet iznosi preko 20 miliona TEU, odnosno prosečni dnevni pretovar prelazi brojku od 65000 TEU [4, 6].

Ovakav veliki promet kontejnera u okviru terminala zahteva manipulativnu mehanizaciju sa visokim učinkom i nižim troškovima manipulacije, zbog kraćeg zadržavanja saobraćajnih sredstava, tj. brodova i vozova prilikom njihovog utovara ili istovara. Veći učinak mehanizacije, tj. dizalica i viljuškara koji rade ciklično, realizuje se povećanjem radnih ciklusa na čas. U početku za portejnere, koji utovaruju i istovaruju brodove, ustanovljen je prosečan broj 15 cikl/h, zatim je povećan na 25 cikl/h, a sada je standard od 40 cikl/h. Povećanje broja ciklusa na čas se postiže tehnološki sa većim brzinama kretanja pogonskih mehanizama i tehnički povećanjem broja kolica na mostu portejnera. Učinak ovih dizalica značajno se uvećava i pri istovremenom pretovaru dva i više kontejnera [6].

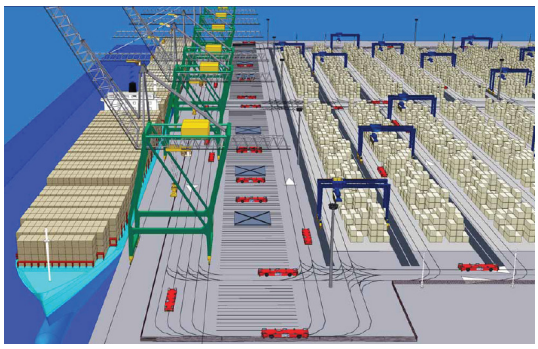
Danas se u cilju još efikasnijeg, ekonomičnijeg i bezbednijeg rada na terminalima uvode novi koncepti tehničkog i organizacionog rešenja savremenih terminala. Neka od tih rešenja su [3, 7, 8, 9, 10]:

- terminal sa automatski vođenim vozilima (AGV),
- terminal sa AS/RS sistemom,
- Speedport terminal.

3.1. Terminal sa automatski vođenim vozilima

Kraće zadržavanje saobraćajnih sredstava na terminalu, pogotovu brodova u luci pri pretovaru predstavlja veoma važan zadatak u organizaciji rada terminala. On je uvek motiv za razvoj novih efikasnih, ekonomičnih i bezbednih tehnologija pretovara kontejnera. Zbog toga se danas razvijaju automatski kontejnerski terminali, koji koriste daljinski vođena vozila (***AGV – Automated Guided Vehicles***) i upravljačko-informacioni sistem. To su vozila bez vozača koja se automatski kontrolišu, sposobna su za utovar, prevoz i istovar bez direktne ljudske intervencije. AGV vozila se kreću duž staza koja se lako modiikuju [3, 8].

Slika 4. prikazuje lučki automatski kontejnerski terminal, koji je podeljen na prihvatni, AGV i skladišni prostor. Prihvatni deo, tj. operativna obala je opremljena portejnerima za utovar i istovar brodova. Veza operativne obale sa skladišnim površinama je realizovana AGV vozilima sa odgovarajućom strategijom rada [3, 7, 8].



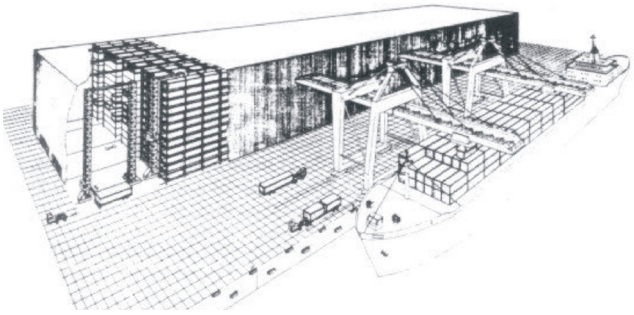
Slika 4. Terminal sa automatski vođenim vozilima

Prednosti automatskog kontejnerskog terminala sa AGV sistemom su niski operativni troškovi, velika raspoloživost vozila, smanjeno održavanje, bezbednost i ekološka čistota rada.

3.2. Terminali sa AS/RS sistemom

Svaki kontejnerski terminal raspolaže adekvatnom skladišnom površinom u cilju skladištenja kontejnera po odgovarajućoj proceduri. Najčešće se to radi slaganjem kontejnera u blok sistemu sa više nivoa (do 5), čime je kod većine kontejnera onemogućena direktna pristupačnost. Povećanje skladišnog kapaciteta terminala podrazumeva povećanje površina kod konvencionalnih teminala, a to znači veće putanje i rad manipulativne mehanizacije.

Danas se povećanje kapaciteta kontejnerskog skladišta ostvaruje uvođenjem automatizovanog regalskog sistema AS/RS (***Automated Storage and Retrieval System***), koji omogućuje slaganje i 15 kontejnera po visini u ćelije regalnog skladišta sa direktnim pristupom [7, 9].



Slika 5. Terminal sa AS/RS sistemom

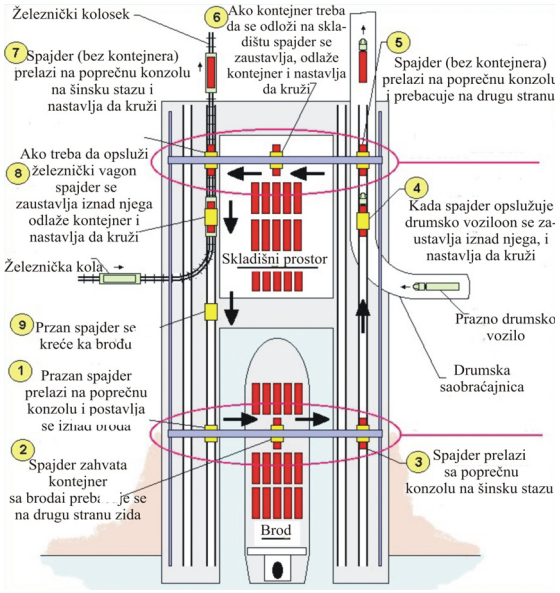
3.3. Speedport terminal

Speedport terminal značajno je drugačiji u odnosu na današnje klasične lučke terminale. Tehnološke novine i rešenja ovog koncepta terminala budućnosti značajno smanjuju vreme pretovara kontejnera i čine ga najbržim i najsigurnijim sistemom do sada iz ove oblasti [7, 10].

Ovaj automatski terminal ima jednostavnu pravougaonu formu sa dva pristanišna mesta i dva blok kontejnerska skladišta, koja ograđuju veoma visoki zidovi iznad najvećih kontejnerskih brodova. U ovom “tunelskom” pristaništu omogućen je efikasan pretovar brodova bez obzira na vremenske prilike. Skladišni blok sistem slaganja kontejnera omogućava njihovo skladištenje u devet nivoa.

Koncept pretovarnog sistema speedport terminala zasniva se na ideji koja podseća na paukovu mrežu. Mrežu u ovom sistemu čini niz pokretnih poprečnih nosača koji prekrivaju celokupan sistem kontejnerskog terminala. Po ovoj mreži se kreće veliki broj nezavisnih transportno-manipulativnih jedinica nazvanih spajderi (*spider* – pauk) koji kontejnere zahvataju uz pomoć specijalnih klešta, a to sve asocira na kretanje pauka po mreži (sl. 6). Ovde se kompletan transport između brodova, kamiona, vozova i skladišta obavlja isključivo uz pomoć spajder vozila, bez upotrebe druge mehanizacije. Svi tokovi kontejnera su iznad navedenih saobraćajnih sredstava, skladišta i saobraćajnica, što omogućava efikasno, brzo i sigurno kretanje kontejnera [10].

Istraživanja putem simulacija su pokazala da ukupno vreme utovara/istovara brodova kapaciteta 6600 TEU u speedport terminalu operativne dužine od 170 m sa 2 veza i 139 spajdera je oko 14 h, što je daleko manje od klasičnih, tj. konvencionalnih lučkih terminala.



Slika 6. Tokovi kontejnera u Speedport terminalu

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu izloženog mogu se izvući sledeći zaključci:

- Zbog visoke efikasnosti kontejnerski transport je postao međunarodni sistem za prevoz robe, koji zahteva specijalna saobraćajna sredstava, jedinstveni informacioni sistem, kadrove i velika ulaganja.
- Kontejnerski terminali su ključni činioci (karike) transportnog lanca, koji su na svetskom nivou povezani u mrežu kontejnerskog transporta.
- Pretovarna oprema na kontejnerskim terminalima za pretovar i sortiranje kontejnera je veoma različita i u stalnom je razvoju, sa težnjom da se klasična zameni novim brzim i pouzdanim pretovarnim sistemima.
- Danas najefikasniji, najekonomičniji i najbezbedniji su automatizovani kontejnerski terminali sa AVG, AS/RS i Speedport sistemima.

LITERATURA

[1] Dragović B.: "Lučki kontenerski terminali", LIBERTAS, Bijelo Polje, 1997.
[2] Stipanić Lj.: "Mehanizacija luka i lučkih terminala", Sveučilište u Rijeci, Istarska naklada, Pula 1882.
[3] Kim K. H., Guenther H-O: "Container Terminals and Cargo Systems", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.
[4] Marinković Z., Jovanović M., Janošević D., Marković S., Mijajlović D.: "Pretovarna oprema kombinovanog transporta na železničkim kontejnerskim terminalima", X jugoslovenska konferencija "Železničko mašinstvo 2002" sa međunarodnim učešćem, Niš 2002., Zbornik radova, Mašinski fakultet u Nišu, Niš, 2002. str. 163 ÷ 168.
[5] Ivković N., Marinković Z.: "Savremene tehnologije kombinovanog transporta", XI naučno stručna konferencija o železnici sa međunarodnim učešćem, "Železkon '04", Niš 2004., Zbornik radova, Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu, Niš, 2004. str. 265 ÷ 270.
[6] Marinković Z., Petrović G., Marinković D., Marković S.: "Logistika pretovara kontejnera na terminalima", XIII naučno-stručna konferencija o železnici, "Železkon '08", Niš 2008., Zbornik radova, Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu, Niš, 2008. str. 129 ÷ 132.
[7] Klipa I.: "Automatski kontejnerski terminali", diplomski rad, Mašinski fakultet u Nišu, Niš, 2010.
[8] http://www.gottwald.com/gottwald/site/gottwald/en/products/agv.html
[9] http://www.metrans.org/research/final/99-14_Final.htm
[10] http://actamaritime.com/page3.html

Napomena: Rad je urađen u okviru projekta br. 14068 Ministarstva nauke Republike Srbije

MODERN CONCEPTS OF CONTAINER TERMINALS

Zoran MARINKOVIĆ, Dragan MARINKOVIĆ, Danijel MARKOVIĆ, Ivana KLIPA

Abstract – The paper analyses modern container terminals involving Lo-Lo i Ro-Ro type of mechanization in handling containers. Special attention is given to new tendencies in mechanization development of container terminals. Automatically guided vehicles (AGVS – Automated Guided Vehicle System), which operate on terminals, are considered. Furthermore, automated storage and retrieval systems (AS/RS systems) as well as Speedport terminals are studied. The aim of the paper is to point out the efficiency, economy and safety in organization of modern terminals.

Key words – transport, railway, terminal, container

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

MERENJE POHABANOSTI ŽELEZNIČKIH ŠINA – VAŽNA AKTIVNOST U PREVENTIVNOM ODRŽAVANJU PRUGA

Svetislav Lj. MARKOVIĆ [1]
Slobodan TANASIJEVIĆ [2]
Svetislav JOVIČIĆ [3]

Rezime *– U radu su prikazani metodologija i sredstva za ispitivanje, kao i rezultati petogodišnjeg praćenja stanja na veoma prometnoj pruzi od Kraljeva do kosovske granice (Rudnica), dugačkoj 79 km. Šine na kojima je merena pohabanost su tipa 49. Dati su rezultati merenja na određenim mernim mestima (stacionažama) u periodu od 2003. do 2007. godine. Pri ispitivanjima su izvođena merenja visinskog i bočnog habanja.*

Ključne reči – železničke šine, habanje, održavanje, ispitivanje.

1. UVOD

Šine su elementi koji služe za vođenje vozila u određenom pravcu i njihovo nošenje, što znači da one primaju najveće opterećenje. One su stoga i najjači element gornjeg stroja, a veliko opterećenje koje primaju u jednoj tački, odnosno maloj elipsastoj površini, prenose preko široke nožice na železnički prag. Kretenje vozila pobuđuje oscilacije šina čija frekvencija može izneti 1000-3000 Hz.

Kretanje vozila po koloseku vrši se putem rotacije i translacije točkova i od znatnog je uticaja na kolosek. Naprezanje elemenata gornjeg stroja, a naročito šina, u neposrednoj je vezi sa stanjem vozne površine šina i samih točkova, kao i sa stanjem geometrije koloseka po svim parametrima. Nedostaci na voznoj površini glave šine i na bandažima točkova, kao i deformacije nivelete koloseka (stabilnost, pragovi „igrači“, sastavi šina...) stvaraju dinamičke uticaje i preopterećenja (uticaji koji se dodaju statičkom opterećenju) u vertikalnom smeru. Deformacije ivice glave šine, kao što je bočna pohabanost, ojedeni venci bandaža točka, varijacije u širini koloseka, dovode do povećanja bočnih sila u koloseku, koje se javljaju i po pravcu. Budući da je izučavanje elemenata gornjeg stroja i promena koje nastaju u njemu tesno vezano sa stanjem voznih sredstava, sva istraživanja danas vrše se upravo na bazi tog stanja i vozila i koloseka.

Štetna kretanja vozila, tzv. parazitna, posebno lokomotiva, mogu se odvijati u tri smera u odnosu na podužnu osu koloseka, i to translatorno, u vidu vijuganja, njihanja i trzanja, i rotaciono sa pojavom galopiranja, ljuljanja i zakretanja.

Na mreži Železnica Srbije ugrađeno je više tipova šina: tip 45, 49, UIC 54E i UIC 60.

2. ISPITIVANJE POHABANOSTI ŠINA NA PRUZI KRALJEVO-RUDNICA

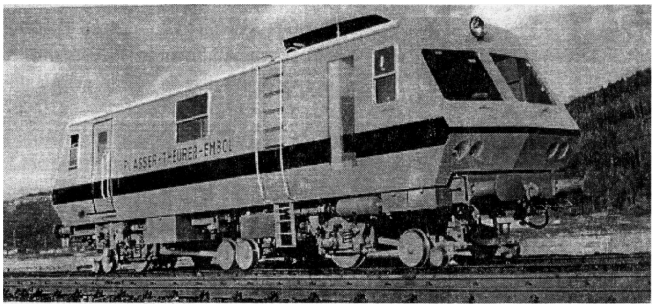
Pruga Kraljevo-Rudnica dugačka je 79 km. Šine na kojima je merena pohabanost su tipa 49. Merenje pohabanosti vršeno je u jesenjem periodu (septembar, oktobar i novembar). Rezultati merenja na određenim mernim mestima (stacionažama) u periodu od 2003. do 2007. godine prikazani su na dijagramima, koji ilustruju poređenja rezultata izmerene pohabanosti i dopuštenog habanja.

Pri ispitivanju izvodi se visinsko i bočno merenje. Na osnovu izmerene visinske pohabanosti očitava se dopušteno habanje i poredi sa izmerenom bočnom pohabanošću. Šine kod kojih je merenjem utvrđeno odstupanje od dopuštenog habanja menjaju se u periodu do 6 meseci.

Merenje habanja izvođeno je mernim kolima *Plasser EM80L* (slika 1 [4]) koja se koriste za utvrđivanje opšteg geometrijskog stanja koloseka pod opterećenjem i opasnih mesta po bezbednost saobraćaja, planiranje radova na održavanju pruga i kontrolu kvaliteta izvršenih

[1] Prof. dr Svetislav Lj. Marković, Visoka škola tehničkih strukovnih studija Čačak, Svetog Save 65, Čačak, Srbija, svetom@nadlanu.com.
[2] Prof. dr Slobodan TANASIJEVIĆ, Mašinski fakultet Kragujevac, Sestre Janjic 6, 34000 Kragujevac, Srbija, irmes2004@kg.ac.rs.
[3] Prof. dr Svetislav JOVIČIĆ, Mašinski fakultet Kragujevac, Sestre Janjic 6, 34000 Kragujevac, Srbija, jsveta@kg.ac.rs.

radova.



Slika 1. Merna kola Plasser EM80L

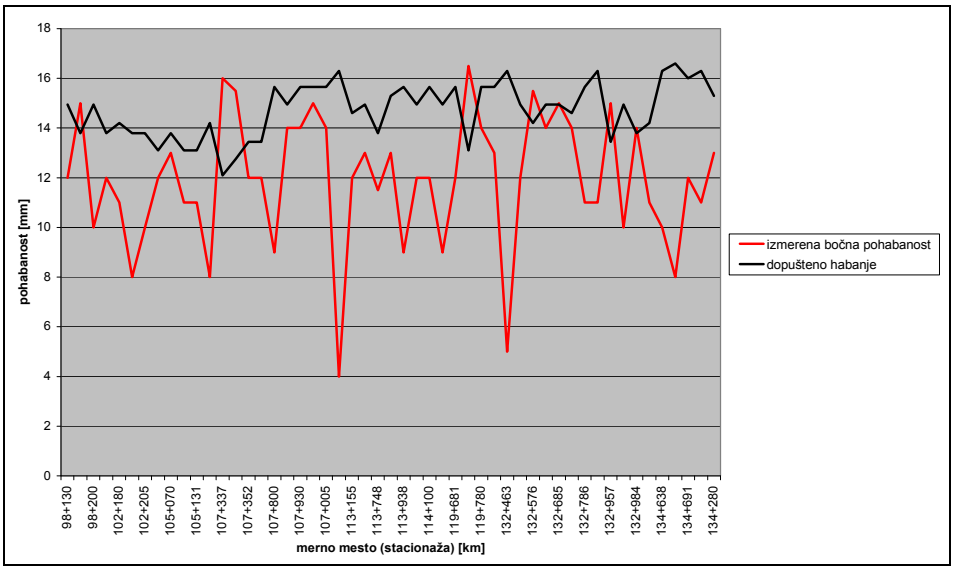
Merna kola su dvoosovinsko samohodno vozilo ukupne težine 330 kN sa prednjom pogonskom osovinom i dodatnih još šest osovina (tri merne, tri usmeravajuće) sa brzinom pri mernoj vožnji 80 km/h. Sem uobičajenih mernih veličina ova kola registruju brzinu vožnje, stacionažu, objekte na pruzi i sledeće podatke:

- greške u smeru i nadvišenju koloseka,
- vertikalna i horizontalna ubrzanja i
- vertikalna i horizontalna oscilovanja sanduka kola.

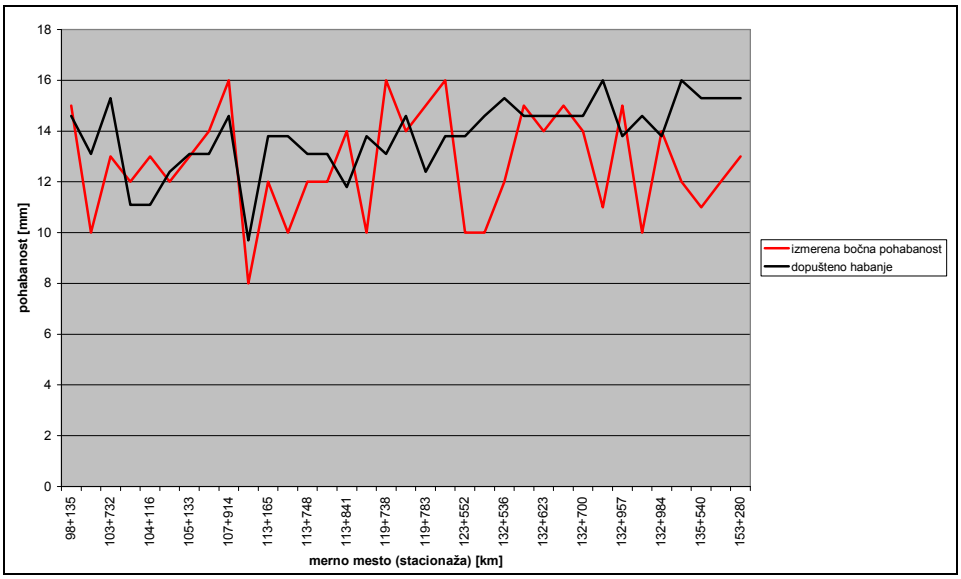
Ispitivanje se vrši u krivinama manjeg poluprečnika (od 300 do 600 m), jer je tu pohabanost najveća. Ispitivanja se ne vrše na krivinama poluprečnika manjeg od 300 m.

Na dijagramima (slike 2-6) prikazani su rezultati merenja pohabanosti šina. Na apscisi je stacionaža krivine [km], na primer: 98+090-304, što znači da se ispitivanje vrši između devedeset osmog i devedeset devetog kilometra date pruge, i to od devedesetog do trista četvrtog metra. Ordinate predstavljaju izmerenu bočnu pohabanost [mm].

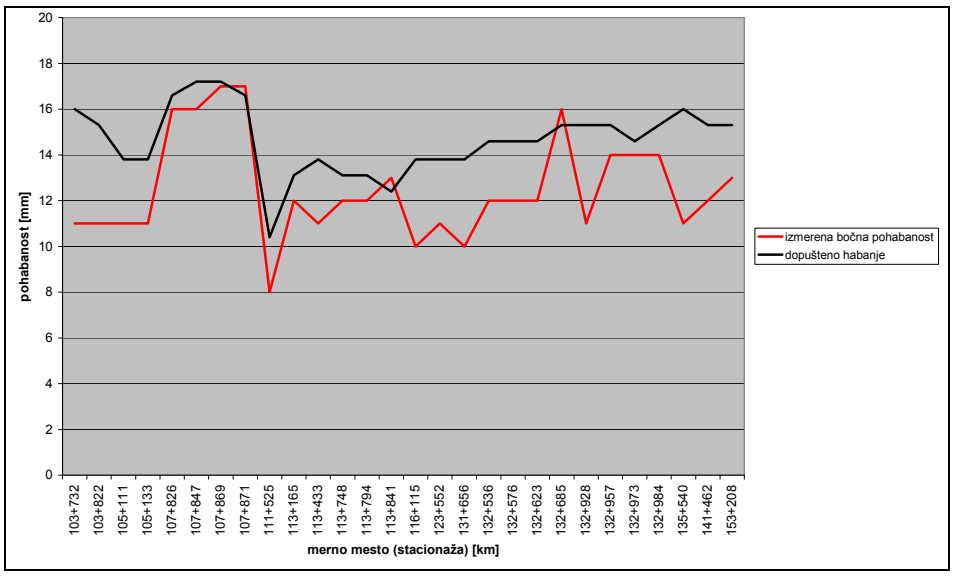
U 2003. godini izmereno je osam odstupanja od propisanog dopuštenog habanja i to na sledećim mernim mestima (stacionažama): 98+137, 107+337, 107+348, 119+740, 132+576, 132+685, 132+957, 132+984.



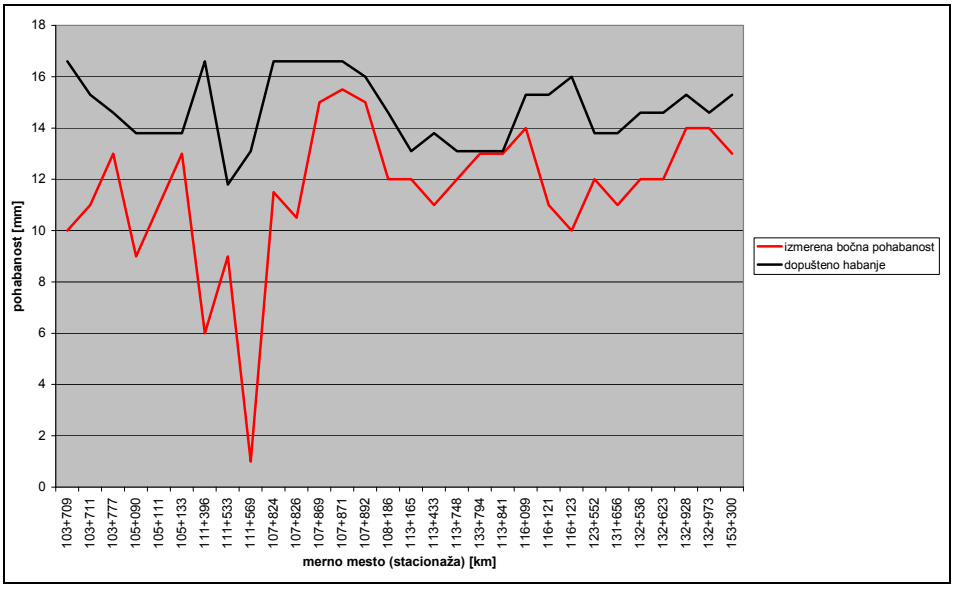
Slika 2. Izmerena pohabanost šina u 2003. godini



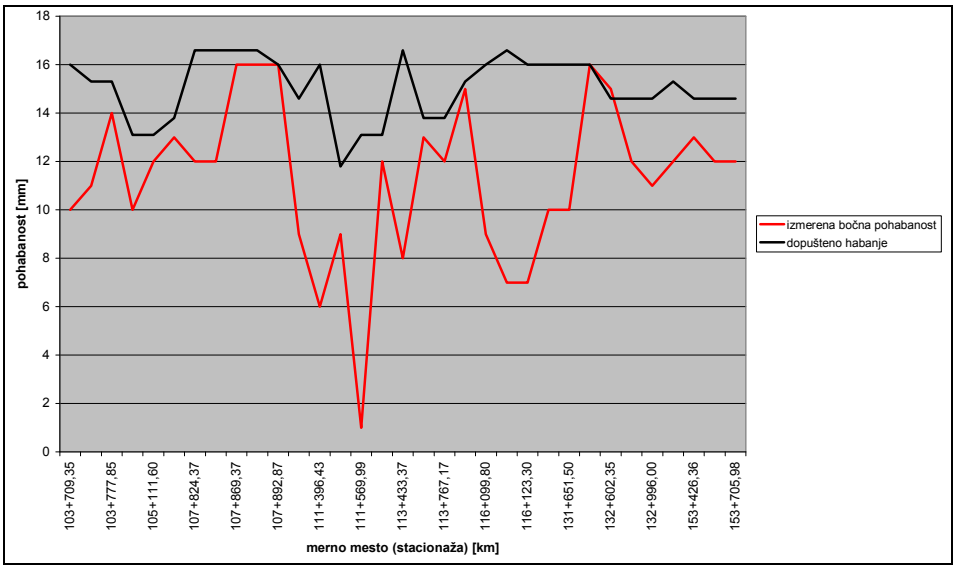
Slika 3. Izmerena pohabanost šina u 2004. godini



Slika 4. Izmerena pohabanost šina u 2005. godini



Slika 5. Izmerena pohabanost šina u 2006. godini



Slika 6. Izmerena pohabanost šina u 2007. godini

Sledeće, 2004. godine izmereno je trinaest odstupanja od propisanog dopuštenog habanja i to na

sledećim mernim mestima (stacionažama): 98+135, 104+026, 104+116, 107+358, 107+914, 113+841, 119+738, 119+783, 119+807, 132+576, 132+685, 132+984, 132+957.

Potom, 2005. godine izmerena su tri odstupanja od propisanog dopuštenog habanja i to na sledećim mernim mestima (stacionažama): 107+871, 113+841, 132+685.

U 2006. godini nije izmereno nijedno odstupanje od propisanog dopuštenog habanja. Na sledećim mernim mestima (stacionažama) izmerena vrednost je približno jednaka dopuštenim vrednostima habanja: 133+794, 113+841. Šina na mernom mestu 113+841 prethodne godine zamenjena je polovnom što se u 2006. godini pokazalo nepovoljno tako da je izmerena vrednost na granici dozvoljene.

Na kraju, 2007. godine izmereno je jedno odstupanje od propisanog dopuštenog habanja i to na mernom mestu (stacionaži) 132+602,35. Na sledećim mernim mestima (stacionažama) izmerene vrednosti su jednake dopuštenim vrednostima habanja: 132+558,05, 107+892,87.

Iz datih dijagrama za navedene godine može se primetiti da je u 2003. i 2004. godini bilo najviše mernih mesta sa prekomernim habanjem, a da se već narednih godina taj broj znatno smanjio. Pojedina odstupanja se ponavljaju na istim mernim mestima što dovodi do zaključka da nije došlo do sanacije svih šina kod kojih je izmereno oštećenje. U 2007. godini izmereno odstupanje i odstupanja koja su jednaka dopuštenim vrednostima habanja se nalaze na različitim mernim mestima u odnosu na prethodne godine, što znači da su oštećene šine zamenjene polovnim ili novim šinama.

3. ZAKLJUČAK

Osnovna karakteristika železničkog saobraćaja jeste prinudno kretanje šinskih vozila po utvrđenom pravcu. S obzirom da se vrlo velika opterećenja (statička uvećana dinamičkim uticajima od vozila) prenose na gornji stroj po vrlo maloj površini kontakta šine i točka, treba ih razložiti na taj način da se specifični pritisak, koji se prenosi na zemljani trup pruge, smanji u dovoljnoj meri, tj. ispod dozvoljene nosivosti materijala od koga je podloga načinjena. S druge strane, potrebno je vibracije koje izaziva pokretno opterećenje amortizovati u dovoljnoj meri na nivou svakog elementa gornjeg stroja, tako da ne dođe do oštećenja trupa pruge ili zgrada u neposrednoj blizini pruge, što je posebno važno kod pruga u području grada, kao i kod brzih gradskih železnica i metroa, koji čine poseban vid železničkog saobraćaja.

Održavanje železničkih pruga radi bezbednosti odvijanja saobraćaja zahteva poznavanje odgovarajućih postupaka i metoda rada kao i korišćenje savremenih mašina i uređaja za izvođenje dijagnostike i popravke.

Zbog razvoja savremenih pruga i velikih brzina, odgovorni zahtevi postavljaju se pred službu za održavanje pruga. Održavanje mora da bude potpuno mehanizovano. Isključuje se ručno održavanje pruge, jer se zahteva strogo poštovanje datih tolerancija, koje su na ovim prugama vrlo oštre i mogu se postići samo mašinskim putem. Izvršeni radovi moraju biti takvog kvaliteta da obezbeđuju duži vremenski ciklus između intervencija na pruzi. Kontrola stanja pruge mora biti na visokom tehničkom nivou, uz primenu savramenih mernih kola i opreme za ispitivanje geometrije koloseka i stanja šina u pogledu unutrašnjih naprslina.

Za konkretnu prugu Kraljevo–Rudnica iz navedenih podataka može se zaključiti da odstupanja pri merenju pohabanosti u periodu od 2003. do 2007. godine postoje. Pohabane šine su zamenjene polovnim ili novim od strane Železnice Srbije u periodu od šest meseci od datuma merenja, tako da opasnost u sprovođenju saobraćaja na navedenoj pruzi ne postoji.

LITERATURA

[1] Milojković T., *Gornji stroj železnica – dopunjeno izdanje*, Beograd, 1986.
[2] Tomić J., *Stručni izveštaj*, Kraljevo, 2009.
[3] Tomičić-Torlaković M., Ranković S., *Gornji stroj železnica*, Beograd, 1996.
[4] Tomičić-Torlaković M., *Održavanje železničkih pruga*, Beograd, 1998.

MEASURING RAILWAY TRACKS´ WEAR-AN IMPORTANT ACTIVITY IN PREVENTIVE RAILWAY MAINTENANCE

Svetislav Lj. MARKOVIĆ
Slobodan TANASIJEVIĆ
Svetislav JOVIČIĆ

Abstract – In this paper we have presented the methodology and the means of the testing, as well as the results of the five-year-long testing of the actual railway. It is a highly often used railway from Kraljevo to Kosovo border (Rudnica) which is 79 km long. The testing of the wear has been done of the railway tracks type 49. We have presented the results which we got on specific points, in the period from 2003 to 2007. The testing included the measurements of the height wear and side wear.

Key words – Railway Tracks, Wear, Maintenance, Testing.

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

UTICAJ SADRŽAJA EPDM KAUČUKA U EPDM/NBR SMEŠAMA OJAČANIH SILICIJUM DIOKSIDOM U INDUSTRIJI ŠINSKIH VOZILA

Suzana SAMARŽIJA-JOVANOVIĆ[1]
Vojislav JOVANOVIĆ[2]
Gordana MARKOVIĆ[3]
Sandra KONSTANTINOVIĆ[4]

Rezime *– U železničkom saobraćaju, i uopšte u industriji šinskih vozila, nezaobilazni deo predstavljaju proizvodi od gume koji su sastavljeni od raznih vrsta kaučuka i imaju razne namene: zaptivni elementi u uređajima kočionog sistema, elementi u sastavu vučne i odbojne opreme (metalnogumene opruge) itd. Gumeni elementii 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 odgovarajućih performansi. 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). Zbog toga je ispitivan uticaj različitog sadržaja EPDM kaučuka (20, 40, 60 i 80 phr) u NBR/EPDM smeši kaučuka ojačanih siliijum dioksidom (50 phr) na mehanička svojstva pre i posle starenja.*

Ključne reči: zaptivni elementi, železnička vozila, NBR i EPDM kaučuk, mehanička svojstva

1. UVOD

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. Mehanizam umrežavanja makromolekula zavisi od strukture odnosno vrste kaučuka. U tehnološkoj praksi najčešće se za umrežavanje koristi sumpor i taj proces je poznat pod nazivom vulkanizacija. Umrežavanje predstavlja proces intermolekulskog povezivanja nezavisnih makromolekula kaučuka poprečnim hemijskim vezama i to rezultuje nastajanjem jedinstvene prostorne mreže odnosno 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. Uz poboljšanje elastičnih i smanjenje viskoelastičnih karakteristika, umreženost povećava toplotnu postojanost elastomera, iako se toplotna svojstva (toplotna provodljivost, specifični toplotni kapacitet) bitno ne menjaju.

Umreženi polimerni materijali imaju veoma značajnu ulogu ne samo u gumarstvu već i u građevinskoj industriji, industriji plastičnih masa, premaza, smola, avionskoj, kao i u industriji šinskih vozila. Fizička svojstva realno umreženog materijala (gume) zavisi pre svega od strukture primenjenih kaučuka i njihovih morfoloških karakteristika. Promene u strukturi, reaktivnosti i funkcionalnosti odabranih komponenti, čak i kada su one minimalne, bitno utiču na konačna mehanička svojstva. Uz poboljšanje elastičnih karakteristika, umreženost povećava toplotnu postojanost elastomera. Da bi se umreženi materijali kasnije koristili u specifičnim uslovima rada, potrebno je dodati niz drugih

[1] dr Suzana SAMARŽIJA-JOVANOVIĆ, PMF u Kosovskoj Mitrovici, Lole Ribara 29, vojani@.sbb.rs.
[2] mr Vojislav JOVANOVIĆ, PMF u Kosovskoj Mitrovici, Lole Ribara 29, vojani@.sbb.rs.
[3] dr Gordana MARKOVIĆ, Tigar, Nikole Pašića 213, Pirot, gordana1markovic@gmail.com.
[4] dr Sandra KONSTATINOVIĆ, Tehnološki fakultet u Leskovcu, Bulevar Oslobođenja 124,sakisandra12@yahoo.com.

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.

Najosetljiviji deo kočionog sistema železničkih kola predstavljaju zaptivni elementi. Zbog specifičnih uslova eksploatacije kao što su: povišena temperatura, uticaj agresivnih medija, svetlosti i ozona ali i mehaničkih osobina kao što su: prekidna čvrstoća, prekidno izduženje, tvrdoća, veoma je bitno izvršiti pravilan izbor elastomera na bazi kojeg će biti izrađeni zaptivni elementi kočionog sistema. Elastomeri od koga se prave zaptivni elementi kočionog sistema su na bazi NBR kaučuka.

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Korišćeni su EPDM (Vistalon 2504,"Exxon" Belgija) i NBR (Kraynac 34-50,"Polysar" Kanada) kaučuci, a kao punilo silicijum dioksid (Tuf i Sil-1). Tuf je prirodni silicijum dioksid koji je u stvari hidrotermalno izmenjena vulkanska stena, piroklastična stena, koja prema prirodi fragmenta stene pripada andenzitskim tufovima. Sadrži oko 94,21 mas.% SiO_2 a srednja veličina čestice iznosi 40 μm. Poreklom je iz Češinova u Makedoniji. Sil-1 predstavlja taložni amorfni silicijum dioksid koji je dobijen specifičnim postupkom koji je razvijen u Institutu za opštu i fizičku hemiju iz Beograda. Za razliku od tufa ima manji sadržaj SiO_2 (oko 90 mas.%) i sastoji se od primarnih čestica prosečne veličine od 12 nm koje formiraju agregate lančaste strukture. Sistem za umrežavanje pored sumpora ("Zorka" Šabac) sadrži i ubrzivače kao što su tetrametil tiuram disulfid (TMTD-"Bayer" Nemačka) i N-cikloheksil-2-benzotiazolsulfenamid (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 EPDM/NBR smeša.

Broj uzorka	Komponente (phr)*								
	EPDM/ NBR	ZnO	Stearin	Tuf	Sil-1	4010 NA	CBS	TMTD	Sumpor
1	20/80	5	1	50		1	1,5	0,5	0,8
2	40/60	5	1	50		1	1,5	0,5	0,8
3	60/40	5	1	50		1	1,5	0,5	0,8
4	80/20	5	1	50		1	1,5	0,5	0,8

*masenih delova na 100 delova kaučuka

3. REZULTATI I DISKUSIJA

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 imaju umreženi materijali na bazi samo NBR ili EPDM kaučuka. Vrednosti mehaničkih svojstava za umrežene materijale na bazi EPDM/NBR smeša date su u tabeli 2. Iz tabele 2 se može videti da sa povećavanjem sadržaja EPDM kaučuka u EPDM/NBR smešama prekidna čvrstoća opada i maksimalnu vrednost pokazuje kod uzorka 1 gde je odnos EPDM/NBR = 20/80 phr koji sadži tuf kao silicijum dioksidno punilo i iznosi 3,63 MPa. Kada se kao punilo koristi Sil-1 vrednosti za prekidnu čvrstoću takođe opadaju i maksimum je takođe kod uzorka 1 (11,1 MPa). Nastale razlike u vrednostima za prekidnu čvrstoću se objašnjavaju različitim stepenom disperzije punila u kaučuku i aktivnošću punila a takođe treba napomenuti da se u ovim slučajevima radi i o veličini primarne čestice punila pri čemu tuf pripada klasi mikro punila a Sil-1 klasi nano punila pa otuda i takva velika razlika u vrednostima za prekidnu čvrstoću. Maksimalna vrednost za ovu karakteristiku se nalazi kod onog uzorka gde je optimalno punjenje i ako 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.

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 54 do 75 Sh^0A.

Tabela 2. Mehanička svojstva umreženih materijala na bazi NBR/EPDM smeša.

Broj uzorka	EPDM/NBR (phr)	Tuf (phr)	Sil-1 (phr)	Prekidna čvrstoća (MPa)		Prekidno izduženje (%)		Tvrdoća (Sh^oA)		Habanje (mm^3)	
1	20/80	50		3,63	11,1	680	850	61	71	219	184
2	40/60	50		1,76	7,88	370	680	59	73	247	226
3	60/40	50		1,27	4,02	280	305	56	75	259	367
4	80/20	50		0,88	2,84	470	150	54	75	129	235

Fizičko-mehanička svojstva materijala nakon starenja data su u tabeli 3, rezultati su izraženi u procentima u odnosu na vrednosti merenih veličina pre starenja, dok je promena tvrdoće data u jedinicama Shore A tvrdoće. Na osnovu rezultata iz tabele 3, može se videti da sa porastom sadržaja EPDM kaučuka u EPDM/NBR smešama, vrednosti prekidne čvrstoće opadaju kod umreženih materijala koji kao punilo sadrže tuf a rastu kod uzoraka koji kao punilo sadrže Sil-1. Ovo se objašnjava time da sumpor iz polisulfidnih veza na povišenoj temperaturi omogućava dodatno umrežavanje kaučuka. Smanjenje vrednosti za prekidno izduženje se objašnjava procesom razgradnje umreženih materijala, odnosno smanjenjem molekulske mase polimera usled kidanja osnovih lanaca, čime se elastičnost gume smanjuje. Tvrdoća kod svih ispitivanih uzoraka raste.

Najmanju promenu prekidne čvrstoće nakon starenja pokazuje umreženi materijal kod koga je odnos EPDM/NBR = 60/40 ukoliko je punilo tuf (uzorak 3) i umreženi materijal kod koga je odnos EPDM/NBR = 40/60 kada je punilo Sil-1 (uzorak 2).

Tabela 3. Mehanička svojstva na bazi EPDM/NBR umreženih materijala nakon starenja.

Broj uzorka	EPDM/NBR (phr)	Tuf (phr)	Sil-1 (phr)	Prekidna čvrstoća (%)		Prekidno izduženje (%)		Tvrdoća (Sh^oA)	
1	20/80	50		-46,0	+23,7	-75,0	-18,8	2	6
2	40/60	50		-11,4	+5,7	-46,4	-42,6	1	4
3	60/40	50		-7,8	+17,0	-50,0	-47,5	0	2
4	80/20	50		-11,3	+45,0	+6,3	-26,7	0	1

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata istraživanja može se zaključiti sledeće:

1. Vrednosti za prekidnu čvrstoću i prekidno izduženje opadaju sa povećavanjem sadržaja EPDM kaučuka u umreženom materijalu na bazi EPDM/NBR smeša. Uzorak 1 kod koga je odnos EPDM/NBR = 20/80 pokazuje najveću vrednosti za prekidnu čvrstoću i ta vrednost je višestuko veća kod umreženih materijala koji kao punilo sadrže Sil-1 što je u skladu sa veličinom primarne čestice punila. Nasuprot tome vrednosti za tvrdoću opadaju sa povećanjem sadržaja EPDM kaučuka u EPDM/NBR umreženom materijalu kada je kao punilo korišćen tuf a rastu kada je kao punilo korišćen Sil-1. Habanje raste sa porastom sadržaja EPDM kaučuka u umreženom materijalu do vrednosti EPDM/NBR = 80/20 kada naglo opada.
2. Najmanju promenu prekidne čvrstoće nakon starenja pokazuje umreženi materijal kod koga je odnos EPDM/NBR = 60/40 ukoliko je punilo tuf (uzorak 3) i umreženi materijal kod koga je odnos EPDM/NBR = 40/60 kada je punilo Sil-1
3. Tvrdoća kod svih umreženih materijala nakon starenja raste.

LITERATURA

[1] I.V.Garmonov, Sinteticheskii kauchuk, "Khimiya", Leningrad, (1983).

[2] B.V.Dogatkin, Himiya elastomerov, "Khimiya", Moskva, (1972).

[3] M. Plavšić, Polimerni materijali-nauka i inženjerstvo, Naučna knjiga, Beograd, (1996).

[4] A. Patel, W. Brown, Rubber World 21,194, (1986).

[5] S.Samaržija, Magistarska teza, Filozofski fakultet, Niš, (1992).

[6] S.Samaržija-Jovanović, Doktorska disertacija, PMF, Kosovska Mitrovica, (2003).

[7] 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.
[8] J. Funt, Rubber World 21,193, (1986).
[9] Z. Šušterič, Fizikalne metode u gumarstvu, DPG, Zagreb, (1988).

THE EFFECT OF EPDM CONTENTS IN EPDM / NBR RUBBER BLEND REINFORCED BY SILICON DIOXIDE IN RAILWAY INDUSTRY

Suzana SAMARŽIJA-JOVANOVIĆ[1]
Vojislav JOVANOVIĆ[1]
Gordana MARKOVIĆ[2]
Sandra KONSTANTINOVIĆ[3]

Abstract – ***Many products, which are composed of various types of rubber and have a variety of purposes: sealing elements in the braking system devices, elements which are parts of the traction and repulsion equipments (rubber metal spring), etc, are unavoidable part in railway industry. Rubber products are always explored to specific conditions. Therefore, designers have to solve many problems of these, like the initial selection of macromolecules which are provided material curing reaction of the corresponding performance. Because of its exceptional elastomer features, the influence of different contents of EPDM rubber (20, 40, 60 and 80 phr) in EPDM/NBR rubber blend reinforced by silicium dioxide (50 phr) on the mechanical properties before and after aging are investigated.***

Key words: Gasket Material, Railway Traffics, Nbr And Epdm Rubber, Mechanical Properties

XIV SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON'10

INTERMODAL TERMINAL

Student: Tsvetan GRIGOROV
Mentor: Maya IVANOVA

Abstract *– The diploma work presents the analysis of the current situation with the railway services provided in the area of the city of Rousse and the adjacent region. Two options of the possible position of the intermodal terminal are compared. The criteria are based on considering the technical and economic advantages of the locations examined. The role of the intermodal terminals of that network is to be the "Locomotive", which has to haul the composition of the combined transport and to contribute to more effective, safe and ecological European traffic. The terminals present the basis where more than two kinds of transport are combined and namely - freight transfer by Ro- Ro and Ro – La technology, changeable carriages, hemi – trailers, containers which all together could facilitate the road traffic. There are more than one thousand intermodal terminals and around 90 freight villages on the map of Europe. There are from four to five terminals in Budapest and Vienne and eleven terminals and two freight villages in Brussels. Intermodal terminals are foreseen to be constructed in the more important transport logistic centers of Republic of Bulgaria. One of them is the city of Russe where trains operate on the two main railway lines as well as on the single riverside railway line. The average annual freight turnover for the last ten years is: Unloaded wagons – 7 570 wagons per year; Loaded wagons – 4 364 wagons per year; Passenger number -546 310 internal passenger number per year; Passenger number – 176 916 international passenger number per year. That analysis includes all the elements and structures of the transport infrastructure in the stations for loading and unloading activities in Ruse. The platform of the modal terminal of option one is completely situated over the old arrival – departure part of marshalling yards – Ruse East. The expropriation land in the area of the platform is approximately 32 867 m^2. The preferred option is number one, chosen on the basis of the elaborated comparing analysis. In this case the station is located completely in straight line (horizontal alignment). In conclusion it could be said that the construction of the intermodal terminal in Ruse will initiate the development of national network from transport – logistic centers and its future integration with the European logistic networks*

.

[1] Student: Tsvetan Grigorov, MSc–Eng., University of Transport "Todor Kableshkov", 158 Geo Milev Street 1574 Sofia Bulgaria, cbg_bg@abv.bg
[2] Mentor: Maya Ivanova, Assoc. Prof.., University of Transport "Todor Kableshkov", 158 Geo Milev Street 1574 Sofia Bulgaria, mai_5e@abv.bg

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

MIRNOĆA HODA ŽELEZNIČKIH VOZILA I GEOMETRIJSKA NEISPRAVNOST PRUGE

Student: Marjan STOŠIĆ[1]
Mentor: Dušan STAMENKOVIĆ[2]

Rezime *– Geometrijska neispravnost pruge je direktno povezana sa mirnoćom hoda železničkih vozila i to u vidu pojave oscilacija koje mogu značajno da smanje vek trajanja pojedinih sastavnih delova vozila i da ozbiljno ugroze sigurnost i komfor putnika, kao i bezbednost robnog transporta. Geometrijsko stanje pruge se snima specijalnim mernim kolima, u propisanim ciklusima i na način na koji to definiše železnička uprava. Sva ispitivanja se obavljaju prema međunarodnom standardu UIC 518 koji propisuje uslove dinamičkog ponašanja železničkih vozila. U okviru ovog rada je prikazano eksperimentalno ispitivanje dinamičkog ponašanja lokomotive ŽS serije 444 u okviru svog redovnog rada.*

Ključne reči – Geometrijsko stanje pruge, mirnoća hoda, oscilacije železničkih vozila, UIC 518.

RUNNING STABILITY OF RAILWAY VEHICLES AND GEOMETRIC IRREGULARITY OF THE RAILWAY

Abstract – *Geometric irregularity of the railway is directly related to the running stability of railway vehicles, especially concerning the occurrence of oscillations which can reduce the life cycle of certain vehicle constituent parts significantly, and seriously compromise passenger safety and comfort, as well as the safety of cargo transport. Geometric state of the railway is recorded using a recording car, in prescribed cycles and in a manner defined by the railway office. All tests are conducted in accordance with the international standard UIC 518 which prescribes the conditions of dynamic behaviour of rail vehicles. In this thesis, the experimental examination of the dynamic behaviour of a Serbian Railways locomotive ŽS 444 during its regular service is presented.*

Key Words – Geometric Track Irregularity,Running Behavior, Railway Vehicle Oscillations, UIC 518.

[1] Student: Marjan Stošić, Mašinski Fakultet Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, mikulaevich@gmail.com.
[2] Mentor: Prof. dr Dušan Stamenković, Mašinski Fakultet Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, dusans@masfak.ni.ac.rs.

XIV НАУЧНО-СТРУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА О ЖЕЛЕЗНИЦИ ЖЕЛКОН '10

ПРОДУКТИВНОСТИ ТЕРЕТНИХ КОЛА НА ЖРС

Студент (Student): Раде ЦВИЈАНОВИЋ[1]
Ментор (Mentor):Бранислав БОШКОВИЋ[2]

Резиме *– Теретна кола представљају значајан део основних средстава жељезничких превозника у теретном саобраћају. Стога је добро управљање и коришћење кола врло важно за економичност и рентабилност пословања превозника. Управљање теретним колима је засновано на плановима и показатељима рада и њиховој анализи. Показатељи коришћења теретних кола, а нарочито показатељи продуктивности, представљају, дакле, основу за добро управљање колима. У раду ће се дати прегледи показатеља рада кола у литератури и пракси жељезничких превозника са посебним осврtом на Жељезнице Републике Српске. Како бих се дошло до што релевантније оцјене продуктивности теретних кола, односно, колико су ЖРС продуктивне по питању теретних кола, извршена је анализа и упоређивање са одабраним страним жељезничким управама.*

Кључне ријечи – теретна кола, превозник, показатељи продуктивности, анализа

THE PRODUCTIVITY OF FREIGHT CARS ON ŽRS

Abstract – *Freight cars are an important part of the fixed assets of railway freight transport carriers. Therefore, it is good management and use of the car is very important for the efficiency and profitability of the business carrier. Managing Wagon is based on work plans and indicators and their analysis. Indicators of use of freight cars, and especially indicators of productivity, are, therefore, the basis for good governance boards. The paper will give an overview of indicators of school in literature and practice of railroad carriers, with special emphasis on the Republic of Serbian Railways. How do I reach the relevant assessment of productivity of freight cars, that is, how ZRS productive in terms of freight car, made an analysis and comparison with selected foreign railway administrations.*

Key words – freight car, carrier, indicators of productivity, analysis

[1] Раде Цвијановић, дипл.инж.саоб., Саобраћајни факултет Добој, Петрово, radecvijanovic@gmail.com.
[2]др. Бранислав З. Бошковић, дипл.инж.саоб., Саобраћајни факултет Београд, Београд; хонорарни професор на Саобраћајном факултету у Добоју, branislav.boskovic@raildir.gov.rs.

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

ANALIZA NAKNADA ZA TERETNE I PUTNIČKE VOZOVE ZA PRISTUP I KORIŠĆENJE ŽELEZNIČKE INFRASTRUKTURE

Student: Nikola STOJADINOVIĆ[1]
Mentor: Branislav Bošković[2]

Rezime *– Naknade za pristup i korišćenje železničke infrastrukture su jedan od uslova za uvođenje i funkcionisanje železničkog tržišta i pojavljivanje većeg broja operatora na njemu. Države članice Evropske unije su već uvele naknade, ali je još uvek rano da bi se doneli jasni zaključci kako one deluju na tržište. Srbiji su takođe potrebne naknade jer se nalazi na putu priključenja Evropskoj uniji, i da bi ispunila deo zahteva podrebno je da se uvedu naknade na železničkoj infrastrukturi Srbije. U ovom trenutku je potrebno sagledati strukture naknada u državama članicama EU, kao i razloge koji su doveli do današnjih struktura naknada, i na osnovu toga dati preporuku za Srbiju, u skladu sa uslovima u kojima se nalazi železnica. Koliko se u stvari razlikuju struktura naknade za putničke i teretne vozove u odnosu na njihovu tržišnu poziciju i konkurentnost? U ovom radu su razmotreni faktori koji utiču na izgled strukture naknade, dat pregled i analiza sadašnjih struktura naknada u odabranim zemljama EU i njihova iskustva i zaključci na ovom polju.*

Ključne reči – naknade, infrastruktura, putnički i teretni saobraćaj

ANALYSIS OF ACCESS CHARGES FOR FREIGHT AND PASSENGER TRAFFIC TO USE OF RAILWAY INFRASTRUCTURE

Abstract *– Charging system for use of Railway Infrastructure is one of the assumptions for introducing and opening of Rail Market and appearance of more traffic operations on it. European Union members had already introduced a charging system, but it is still early to generalize influence of Access Charges on the market. However, Serbia also need to implement access charges for use railway infrastructure, because Serbia is in the process of accession to the EU and issue of Access Charges will be one of the necessary conditions to apply on the way of joining. Therefore, recognation of the way of solving a charging system in European Countries is important for giving a recommendation for Serbian Railways, subject to the conditions in which the nacional railway is. How much should Structure of Access Charges is different for Passenger and Freight trains due to the different market position and competitiveness of Passenger and Freight Traffic? The paper describes performed factors that influence on approach to choose structure for Access Charges, provide an overview and analysis how other countries in Europe are set Access Charges, and regarding that, their expirience and conclusions in this field.*

Key words – access charges, infrastructure, passenger and freight traffic

[1] Nikola Stojadinović, dipl. inž. saob, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, e-mail: n.stojadinovic@sf.bg.ac.rs.
[2] Prof. dr. Branislav Bošković, dipl. inž. saob, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, e-mail: b.boskovic@sezampro.rs.

XIV NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA O ŽELEZNICI ŽELKON '10

TAKSONOMIJA VOZOVA U INTERMODALNOM TRANSPORTU

Student: Uglješa MILOVIĆ[1]
Mentor: Branislav BOŠKOVIĆ[2]

Rezime *– Intermodalni transport predstavlja veliku šansu železnice za povećanje njenog učešća na transportnom tržištu, a pogotovo ukoliko se saobraćaj vozova odvija van ranžirnog sistema. Tokom poslednjih 30 godina pojavio se veliki broj modela vozova u intermodalnom transportu kao posledica različitih koncepata organizacije transportnog procesa, tokova robe i vrste intermodalnih transportnih jedinica kao i mesta njihovog odvijanja saobraćaja. U radu je dat pregled svih modela vozova koji su se pojavili u praksi i literaturi, definisani kriterijumi i, prema istim, izvršena njihova taksonomija.*

Ključne reči –intermodalni vozovi, taksonomija, kombinovani transport,

TAXONOMY OF TRAINS IN INTERMODAL TRANSPORT

Abstract – *Intermodal transport represents a great opportunity for railways to increase its transport market share, especially if it is carried without the train shunting process. During the last 30 years, a large number of train models appeared in intermodal transport as a result of a different concepts. It is necessary to create a review and systematization of all types of trains, with explanations of their concepts. Based on the presented models of trains, it is able to make a choice of the most suitable model of the formation of trains that would adequately meet the region's intermodal flows.*

Key words – intermodal trains, taxonomy, combined transportation

[1] Uglješa Milović, dipl. inž. saob, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, e-mail: ugljesamilovic@yahoo.com.
[2] Prof. dr. Branislav Bošković, dipl. inž. saob, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, e-mail: b.boskovic@sezampro.rs.

INDEKS AUTORA / INDEX OF AUTHORS

A

ALEKSANDROVIĆ, Srbislav 309, 317
ALIVOJVODIĆ, Vesna 235
AREŽINA, Mirjana 293
ATANASKOVIĆ, Predrag 155
ATANASOVSKA, Ivana 95
ATMADZHOVA, Dobrinka 49, 53

B

BABIĆ, Aranđel 177
BANIĆ, Milan 79, 181
BARTOŠ, Dalibor 13
BEČEJAC, Ljubomir 163
BIŽIĆ, Milan 177
BLAGOJEVIĆ, Aleksandar 227
BOJOVIĆ, Nebojša 259
BOŠKOVIĆ, Branislav XI, 247, 271
BRKIĆ, Milan 205
BRKIĆ, Radomir 137
BUDINSKI SIMENDIĆ, Jaroslava 313
BUGARINOVIĆ, Mirjana 243, 271
BUNDALO, Zoran 117, 159

C

CVIJANOVIĆ, Rade 267, 355

Č

ČELEBIĆ, Darko 163

D

DÉNESFALVY, Ágnes 5
DIMITROV, Emil 45
DRAGOVIĆ, Nikola 301
DZHALEVA CHONKOVA, Anna 33

Đ

ĐARMATI, Šimon 235
ĐEKIĆ, Petar 181
ĐELOŠEVIĆ, Mirko 177
ĐORĐEVIĆ, Dragan 155, 159
ĐORĐEVIĆ, Života 189
ĐUKIĆ, Marko 67
ĐURĐANOVIĆ, Miroslav 61
ĐURĐEVIĆ, Emina 155
ĐURIĆ, Danko 163

F

FARKAS, Gyula 9

G

GAJICKI, Aleksandar 113
GAJIĆ, Vladeta 219
GAVRILOVIĆ, Branislav 333
GOJKOVIĆ, Slobodan 305
GOPČEVIĆ, Špiro 159
GRIGOROV, Tsvetan 351

I

ICIĆ, Zoran 325
ILIĆ, Milovan 289
IVANOVA, Maya 41

J

JELIĆ Sava 87, 325
JEVTIĆ, Miroljub 239
JEVTIĆ Nenad 83
JEVTOVIĆ, Branislav 171
JOKSIMOVIĆ, Dejan 223
JOVANOVIĆ ,Dragan 167
JOVANOVIĆ, Dragutin 235, 321
JOVANOVIĆ, Đorđe 213
JOVANOVIĆ, Miomir 91
JOVANOVIĆ, Predrag 133
JOVANOVIĆ, Slobodan 167
JOVANOVIĆ, Vojislav 313, 345
JOVIČIĆ, Dragan I
JOVIČIĆ, Svetislav 341

K

KARAGYOZOV, Kiril 121
KARNER, Johannes 189
KARTALOVIĆ, Nenad 213
KASALICA, Sandra 155, 301
KECMAN, Pavle 133
KLIPA, Ivana 337
KONSTANTINOVIĆ, Sandra 345
KOSTIĆ, Dragutin 83
KOSTIĆ, Stefan 171
KRŽIĆ, Đorđe 95

L

LACZO, Franz 17
LAKUŠIĆ, Stjepan 13
LASICA, Dejan XI
LAZAREVIĆ, Luka 147, 151
LAZIĆ, Vukić 309, 317
LUČANIN, Vojkan 75, 185
LUKOVAC, Vesko 125

M

MANČIĆ, Ivan 101
MANDIĆ, Dragomir XV, 255
MARIĆ, Siniša 279
MARINKOVIĆ, Dragan 337
MARINKOVIĆ, Petar 309
MARINKOVIĆ, Zoran 337

MARINOVIĆ CINCOVIĆ, Milena 313
MARKIĆEVIĆ, Nataša 297
MARKOVIĆ, Danijel 337
MARKOVIĆ, Gordana 313, 345
MARKOVIĆ, Petar 83
MARKOVIĆ, Svetislav 341
MEDEOSSI, Giorgio 105
MENKOVSKI, Mile 57
MICKOSKI, Hristijan 57
MICKOSKI, Ivan 57
MIHAYLOV, Emil 53
MIJAJLOVIĆ Miroslav 61, 181
MIKIĆ, Tatjana 105, 113
MILANOVIĆ, Zorica 105
MILČIĆ, Dragan 61
MILENKOVIĆ, Miloš 259
MILIĆ MARKOVIĆ, Ljiljana 143
MILIĆ, Predrag 91
MILINKOVIĆ, Sanjin 101, 109
MILKOVIĆ, Dragan 285
MILOSAVLJEVIĆ, Dragan 309, 317
MILOSAVLJEVIĆ, Srđan 213
MILOŠEVIĆ, Miloš 29, 79
MILOVIĆ Uglješa 263, 359
MIRKOVIĆ Simo 21, 189
MITIĆ, Čedomir 305
MITIĆ, Dragan 61
MLADENOVA, Rosina 41
MLADENOVIĆ, Srđan 29
MLINARIĆ, Tomislav 121
MUTAVDŽIĆ, Milan 317

N

NASH, Andrew 25
NAUMOVIĆ, Aleksandar 279
NENOV, Nencho 45
NEŠKOVIĆ, Dragana 223
NIKOLIĆ, Ružica 317
NIKOLOV, Vasko 37
NOVITOVIĆ, Aleksandar 333
NUHODŽIĆ, Rešad 275

O

OGRIZOVIĆ, Nadica 117
OKLOBDŽIJA, Danilo 171
OKOLIĆ, Slađana 227

P

PAMUČAR, Dragan 125
PAUNOVIĆ, Danilo 329
PAVIĆ, Milorad 185
PAVLOVIĆ, Nenad 197, 201
PAVŠEK, Aleš 1
PEJČIĆ TARLE, Snežana 129
PEJČIĆ, Nebojša 29
PETROV, Ivan 79
PETROVIĆ, Dragan 177
PETROVIĆ, Emina 210
PETROVIĆ, Miljan 109
PETROVIĆ, Nikola 129
PETROVIĆ, Predrag 239
PLANIĆ, Slaviša 167
POP LAZIĆ, Jelica 247, 251
POPOVIĆ, Zdenka 147, 151
PULETIĆ, Ivan 167
PUZAVAC, Leposava 147, 151
PUZOVIĆ, Larisa 219

R

RADENKOVIĆ, Goran 181
RADENKOVIĆ, Srđan 181
RADOIČIĆ, Dragoslav 29
RADOSAVLJEVIĆ, Aleksandar 21
RAJKOVIĆ, Dragan 193
RANĐELOVIĆ, Ivan 197
RATKOVIĆ, Nada 309
RISTOVIĆ, Andrija 117
ROSIĆ, Slobodan XI
RÜGER, Bernhard 21, 25
RUSOV Srđan 71, 293

S

SAMARŽIJA JOVANOVIĆ, Suzana 313, 345
SARIĆ, Zoran 227
SAVELJIĆ, Zoran 209
SCHÖBEL Andreas 1, 189
SIMIĆ, Goran 25, 285
STAMENKOVIĆ, Dušan 29, 79
STANIŠIĆ, Jasmina 243
STARČEVIĆ, Zorica 95
STEVOVIĆ, Dragana 231
STOJADINOVIĆ, Nikola 357
STOJIČIĆ, Srđan 289
STOŠIĆ, Marjan 353

Š

ŠARČEVIĆ, Marko 223
ŠEMROV, Darja 1
ŠIMIĆ, Mario 205
ŠPILEK, Nedjeljko 121

T

TANASIJEVIĆ, Slobodan 341
TANASKOVIĆ, Jovan 75
TIHOMIROVIĆ, Slađana 259
TKALČEVIĆ LAKUŠIĆ, Višnja 13
TOMOVIĆ, Nena 129
TRKULJA, Siniša XI
TUNIĆ, Momčilo 117

U

UBAVIĆ, Vladica 171
UGARAK, Dragoslav 321

V

VAINHAL, Vladimir 95
VASIN, Ljubislav 125
VESKOVIĆ, Slavko 101, 109
VINCZELLÉR, Erika 9
VUKADINOVIĆ Radisav 137, 310
VUKADINOVIĆ, Vojislav 333
VUKMIROVIĆ, Slobodan 239

W

WIMROITHER, Tomas VII

Z

ZLATKOVIĆ, Aleksandar 71, 293

Ž

ŽIVADINOVIĆ Zoran 325

Organizacioni sekretarijat / Organizing Secretariat

Mašinski fakultet / Faculty of Mechanical Engineering
Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš
Srbija / Serbia
Tel. / Phone: +381-18-500-642; Fax: +381-18-588-199
e-mail: zelkon@masfak.ni.ac.rs
http: //zelkon.masfak.ni.ac.rs/