

NAUČNO-STRUČNI ČASOPIS ŽELEZNICA SRBIJE • UDK 656.2 (05) • ISSN 0250-5138

ŽELEZNICE

VOL. 62 • BROJ 1 • STRANA 1-76 • BEOGRAD • JANUAR 2017. GODINE



ZGOP je jedino srpsko preduzeće opremljeno potrebnom mehanizacijom i opremom za gradnju, remont i održavanje pruga, kao i za održavanje pružne mehanizacije. Osnovano je 1957. godine u okviru tadašnjih železnica. Od svog osnivanja do 1989. godine poslovalo je u sastavu ŽTP Novi Sad i ŽTP Beograd kao samostalna sekcija. Organizacioni status promenjen je 1989. godine, kada izlazi van sastava ŽTO Novi Sad i posluje kao samostalni privredni subjekt.

Organizaciono i statusno od osnivanja do danas preduzeće je preživelo niz promena, koje su delovale različito na poslovanje preduzeća.

Za proteklih 59 godina preduzeće je izgradilo i remontovalo više od 6.000 km pruga, na području bivše Jugoslavije, a najveći deo u Srbiji.

ZGOP je uspešno učestvovao na gradnji značajnih infrastrukturnih objekata kao što su: gradnja pruge Beograd-Bar, gradnja ranžirnih stanica u Beogradu, Nišu i Novom Sadu, rekonstrukcija i gradnja Beogradskog železničkog čvora, modernizaciji i rekonstrukciji magistralnih pruga jugoslovenskih i srpskih Železnica.

Za radove na gradnji, remontu i održavanju pruga ZGOP raspolaže mehanizacijom i opremom, čija je nabavna vrednost preko 20 miliona USA dolara. Radovi na gornjem stroju železničkih pruga izvršavaju se primenom: portalnih kranova za demontažu i polaganje koloseka, sistemom kranova za polaganje skretnica, mašina za regulisanje smera i nivelete koloseka, mašina za ugradnju tucanika i planiranje zastorne prizme, mašina za rešetanje tucanika zastorne prizme, mašina za elektrotupo zavarivanje šina, lokomotiva i drezina razne snage namenjenih za vuču, univerzalnih šinsko-drumskih bagera i sitne mehanizacije za rad sa kolosečnim materijalom.

Za zemljane radove na donjem stroju železničkih pruga ZGOP raspolaže građevinskim mašinama: buldozeri, utovarivači i valjci, različite snage i radnih karakteristika. Betonski radovi, u zoni pružnog pojasa, izvršavaju se pomoću specijalizovane opreme za proizvodnju betonske mase stacionirane na vagonu.



Transport kolosečnog materijala, šinskih polja, otpadnog zastornog i zemljanog materijala vrši se specijalnim vagonima; platoima, kiper vagonima i kiper vagonima sa montažnim transportnim trakama.

Za zavarivanje šina aluminotermijskim postupkom, ZGOP raspolaže sa četiri kompletne mobilne garniture kojima rukuju kvalifikovani i iskusni varioci.

Savremen radionički kompleks površine oko 4 ha u Novom Sadu, namenjen je za investiciono i redovno održavanje pružne, građevinske mehanizacije i opreme. Centralni objekat je radionica sa šest kolosečnih radnih kanala, površine 2.300 m² zatvorenog radnog prostora sa specijalizovanim odeljenjima za hidrauliku, pneumatiku, elektriku, elektroniku i proizvodnju rezevnih delova.

Kolosečni kapaciteti dužine 2,4 km namenjeni su za: probu mašina, utovar, istovar i uskladištenje materijala i opreme, gariranje mašina i uspostavljanje veze sa železničkom stanicom Novi Sad putnička.

ZGOP trenutno upošljava oko 270 radnika, od kojih većina svoj rad obavlja na terenu – gradilištima. Većina zaposlenih su građevinske i mašinske struke sa pretežnim srednjim, višim i visokim obrazovanjem.

Aktivnosti uvođenja sistema upravljanja kvalitetom u poslovanje ZGOP-a započete su 1996. godine, a završene dobijanjem sertifikata o priznavanju sistema upravljanja kvalitetom, dana 12.03.2001. godine, od strane Saveznog zavoda za standardizaciju, kojim se potvrđuje da je sistem upravljanja kvalitetom koji sprovodi ZGOP u saglasnosti sa zahtevima standarda ISO 9001.

Stečeno iskustvo, imidž, stručni kadrovi, moderna mehanizacija uz savremenu tehnologiju i stalno usavršavanje organizacije, predstavljaju osnovu za visoku ocenu osposobljenosti ZGOP-a za uspešno poslovanje u tržišnim uslovima privređivanja.

NAUČNO-STRUČNI ČASOPIS ŽELEZNICA SRBIJE • UDK 656.2 (05) • ISSN 0250-5138

ŽELEZNICE

VOL. 62 • BROJ 1 • STRANA 1-76 • BEOGRAD • JANUAR 2017. GODINE

IZDAJE



Društvo diplomiranih inženjera
železničkog saobraćaja Srbije (DIŽS)
Beograd, Nemanjina 6

Odgovorno lice izdavača

Danko Trninić, dipl. inž. saob.
predsednik

REDAKCIJA

Glavni urednik

Prof. dr Milan Marković, dipl. inž. saob.

Odgovorni urednik

Vesna Gojić Vučićević, dipl. nov.

Tehnički urednik

Miodrag Ivanović, dipl. inž. saob.

Lektor

Ksenija Petrović, dipl. fil.

Dizajn korica

mr Nenad Vojičić, akad. slik.

TIRAŽ

300 primeraka

ŠTAMPA

Copy Link Studio d.o.o.
Beograd, Admirala Geprata 3

KONTAKT

tel. +381 11 3613 219
E-mail: casopis-zeleznice@dizs.org.rs
www.dizs.org.rs
www.zeleznicesrbije.com

Uvodna reč glavnog urednika 5

Intervju sa generalnim direktorom „Železnica Srbije” ad 6

Uvodna reč predsednika Društva diplomiranih inženjera
železničkog saobraćaja Srbije (DIŽS) 8

ORIGINALNI NAUČNI RAD

Miroslav Pejić, Sanjin Milinković, Slavko Vesković

Simulacioni modeli za analizu organizacije saobraćaja
vozova na industrijskoj železnici „TENT” 10

PREGLEDNI RADOVI

Nenad Kecman, Života Đorđević

Restrukturiranje Železnica Srbije ad 21

Rajko Ković

Organizacija projektnog portfolija u firmama železnice 31

PRETHODNA SAOPŠTENJA

Snežana Mladenović, Slavko Vesković, Slađana Janković,
Slaviša Aćimović, Irina Branović

Softver za rešavanje poremećaja u železničkom redu vožnje 41

Željko Stević, Marko Vasiljević, Gordan Stojić, Ilija Tanackov

Integrisani Fazi model za rešavanje lokacijskog problema 49

STRUČNI RADOVI

Života Đorđević, Jovan Tepić

Model za unapređenje održavanja železničkih voznih
sredstava primenom dijagnostičkih sistema 57

Željko Valentić

Međunarodne železničke organizacije: nastanak – uticaj na
železnice – prilagođavanje okruženju 67

REDAKcioni odbor

Miroslav Stojčić, dipl. inž. saob. (predsednik)

Danko Trninić, dipl. inž. saob.

Dušan Garibović, dipl. ekon.

Josip Ujčić, dipl. inž. saob.

Jugoslav Jović, dipl. inž. maš.

mr Ljubomir Bečejac, dipl. inž. maš.

Milutin Ignjatović, dipl. inž. geol.

Milutin Milošević, dipl. inž. saob.

mr Miodrag Poledica, dipl. inž. saob.

Momčilo Tunić, dipl. inž. saob.

Nenad Kecman, dipl. inž. saob.

Nikola Tomić, dipl. soc.

mr Petar Odorović, dipl. prav.

mr Rajko Ković, dipl. ekon.

Sponzor broja:



Uređivački odbor

dr Aleksandar Radosavljević, dipl. inž. maš.

Prof. dr Bojan Ilić, dipl. ekon.

Doc. dr Borna Abramović, dipl. inž. saob.

Prof. dr Božidar Radenković, dipl. inž. org.

Prof. dr Branislav Bošković, dipl. inž. saob.

Akademik Branislav Mitrović, dipl. inž. arh.

Prof. dr Dragomir Mandić, dipl. inž. saob.

Prof. dr Dragutin Kostić, dipl. inž. elek.

Prof. dr Dušan Stamenković, dipl. inž. maš.

dr Ešref Gačanin, dipl. inž. maš.

Prof. dr Goran Marković, dipl. inž. saob.

Prof. dr Goran Simić, dipl. inž. maš.

Prof. dr Gordan Stojić, dipl. inž. saob.

Prof. dr Ilija Tanackov, dipl. inž. saob.

dr Kire Dimanoski, dipl. inž. saob.

Prof. dr Marko Vasiljević, dipl. inž. saob.

Prof. dr Milorad Kilibarda, dipl. inž. saob.

Prof. dr Miloš Ivić, dipl. inž. saob.

Prof. dr Nebojša Bojović, dipl. inž. saob.

dr Peter Verlič, dipl. inž. građ.

dr Rešad Nuhodžić, dipl. inž. saob.

Prof. dr Slavko Vesković, dipl. inž. saob.

Prof. dr Snežana Mladenović, dipl. mat.

Doc. dr Stanislav Jovanović, dipl. inž. građ.

dr Vesna Pavelkić, dipl. fiz. hem, prof. str. st.

Prof. dr Vojkan Lučanin, dipl. inž. maš.

Prof. dr Zdenka Popović, dipl. inž. građ.

Prof. dr Zoran Avramović, dipl. inž. elek.

dr Zoran Bundalo, dipl. inž. saob, prof. str. st.

dr Zoran Milićević, dipl. inž. elek.

dr Zorica Milanović, dipl. inž. saob, prof. str. st.

dr Života Đorđević, dipl. inž. maš.

UPUTSTVO AUTORIMA I SARADNICIMA ČASOPISA „ŽELEZNICE“

1. OPŠTE ODREDBE

Autori su obavezni da radove pripreme i dostave Redakciji časopisa prihvatajući i poštujući sva pravila navedena u ovom uputstvu i odgovorni su za njihovu originalnost i kvalitet, kao i verodostojnost rezultata.

Radovi mogu biti na maksimalno 12 stranica A4 formata uključujući i sve priloge, a preporuka je da nisu kraći od 8 strana. Pisati ih u programu Microsoft Word fontom Cambria sa proredom 1 („single“) i vrednostima „0“ u opcijama „before“ i „after“. Između svakog naslova, podnaslova i pasusa ostaviti po jedan prazan red. Koristiti mod „justify“. Gornja i donja margina treba da su 3 cm, a leva i desna 2,2 cm.

Radove pripremiti u dve verzije: crno-beloj za štampano i kolor za elektronsko izdanje. Kompletne radove, sa svim prilogima, dostaviti Redakciji časopisa na sledeći način:

- dva odštampana crno-bela primerka na belom papiru formata A4 (original i jednu kopiju) na adresu „Društvo diplomiranih inženjera železničkog saobraćaja Srbije, Beograd, Nemanjina 6“,
- obe verzije (crno-belu i kolor) poslati na e-mail „casopis-zeleznice@dizs.org.rs“ ili predati na elektronskom mediju.

Za obe verzije, slike i fotografije posebno dostaviti u JPG, TIFF ili PNG formatu minimalne rezolucije 300 dpi.

Autori su obavezni i da za svaki rad posebno Redakciji časopisa dostave u štampanom obliku potpisanu „Izjavu o autorstvu i originalnosti rada“.

Svi radovi podležu recenziji. Autorima se neće saopštavati imena i prezimena recenzenata.

2. TEHNIČKA PRIPREMA

Puna imena i prezimena autora, sa fusnotom, napisati velikim „bold“ slovima uz desnu marginu.

Naslov rada može biti najviše u dva reda. Napisati ga velikim „bold“ slovima veličine 18 na sredini stranice. Naslov se mora dati i na engleskom jeziku.

Rezime rada (kratak pregled istraživanja i ostvarenih rezultata) obima 100–200 reči, napisati malim slovima veličine 10, a potom u novom redu navesti do 7 ključnih reči. Oba dela moraju se dati i na engleskom jeziku.

U fusnoti za svakog autora navesti akademsku titulu, ime, prezime i zvanje, naziv i adresu institucije u kojoj je zaposlen i e-mail adresu.

Poglavlja i potpoglavlja pisati u dve kolone (stupca) razmaka 8 mm. Naslove pisati slovima veličine 11: velikim „bold“ ako su sa jednim, malim „bold“ ako su sa dva i malim „bold italic“ ako su sa tri arapska broja. Tekstove poglavlja i potpoglavlja pisati slovima veličine 10. Zbog dvostubačnog prikaza, u svakom pasusu dozvoljeno je po jedno nabranje i podnabranje formatizovano u alineje.

Jednačine po pravilu pisati u jednoj koloni, a one duže mogu da budu i preko obe kolone. Numerisati ih uz desnu marginu u malim (okruglim) zagradama i na te brojeve se pozivati u tekstu. Simboli koji se koriste u jednačinama moraju da budu definisani pre ili neposredno posle njih. Promenljive se pišu „italic“ slovima.

Tabele, grafikone, crteže i fotografije ubaciti na mesta gde se o njima govori u tekstu. Mogu da budu u jednoj koloni ili preko obe kolone. Numerišu se redom kako se pojavljuju i pišu „italic“ slovima. Njihovi nazivi treba da su uz levu marginu iznad tabela, a na sredini ispod grafikona, crteža i fotografija.

Upotrebljavati **osnovne jedinice SI (MKS)** mernog sistema. Ako se moraju koristiti neke druge, obavezno ih naznačiti. **Skraćenice i akronime** definisati kada se prvi put upotrebe u tekstu, čak i ako su već date u rezimeu. Opšte poznate skraćenice ne treba da se obrazlažu.

U **zaključku** ne ponavljati deo opisan u rezimeu. U njemu objasniti značaj rada ili predložiti moguće primene ostvarenih rezultata i navesti preporuke za dalja istraživanja na određenoj problematici.

Ako je predviđena „**ZAHVALNICA**“ za pomoć u radu, napisati je kao posebno poglavlje pre literature. Zahvalnica ne treba da bude numerisana.

Literatura se u tekstu navodi u srednjim [uglastim] zagradama po redosledu citiranja. Spisak iste daje se u poslednjem poglavlju rada, pod nazivom „**LITERATURA**“. Sve navedene relevantne reference iz posmatrane oblasti treba da budu tačne i kompletne, t.j. da potpuno opisuju izvore podataka.

3. PRIMER FORMATIZOVANJA RADA

JOVAN JOVANOVIĆ¹, PETAR PETROVIĆ²

NASLOV RADA (NAJVIŠE DVA REDA) NASLOV RADA NA ENGLESKOM JEZIKU

Rezime: Rezime rada obima 100 do 200 reči

Ključne reči: vreme, transformacija, koncentracija

Summary: Prevesti rezime rada obima od 100 do 200 reči na engleski jezik.

Key words: time, transformation, concentration

1 Prof. dr Jovan Jovanović, dipl. inž. saob, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Vojvode stepe 305, Beograd, j.jovanovic@sf.bg.ac.rs

2 Mr Petar Petrovic, dipl. ekon, Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, petar.petrovic@uns.ac.rs

1. POGLAVLJE

1.1. Potpoglavlje

1.1.1. Potpoglavlje

Primer za formulu:

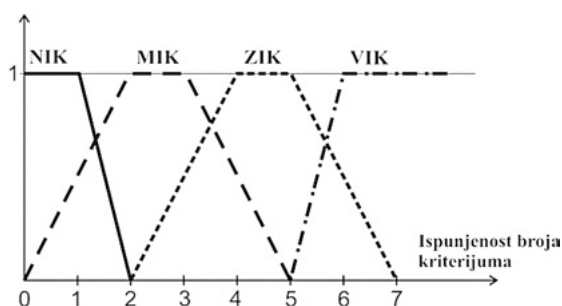
$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (1)$$

Primer za tabelu:

Tabela 1. Trajanje simulacija i zauzeće memorije

	sr. broj vozova	iskorišćenje skladišta	sr. vreme zadržavanja (min)	max. br. vozova u skladištu
V. 1	0,349	1,7%	81,9	2
	0	0	0,0	1
V. 2	0,51	2,60%	90,2	2
	0	0	0,0	1

Primer za grafikon, crtež i fotografiju:



Slika 5. Funkcije pripadnosti fuzzy promenljive B

Primer navođenja literature za rad objavljen u časopisu [1], knjigu [2], poglavlje u monografiji (knjizi) sa više autora [3], rad objavljen u zborniku radova sa konferencije [4] i članak preuzet sa veb sajta [5]:

- [1] Rongrong, L., Yee, L.: *Multi-objective route planning for dangerous goods using compromise programming*, Journal of Geographical Systems, Vol. 13. No. 3, pp. 249-271, 2011.
- [2] Law, A.: *Simulation Modeling and Analysis*, McGraw-Hill Inc, New York, 2007.
- [3] Stojić, G.; Tanackov, I.; Vesković, S.; Milinković, S.: *Modeling Evaluation of Railway Reform Level Using Fuzzy Logic*, Proceedings of the 10th International Conference on Intelligent Data Engineering And Automated Learning, Ideal '09. Burgos, Spain, Springer-Verlag Berlin, Germany. 5788: pp. 695-702, 2009.
- [4] Mladenović, S., M. Čangalović, D. Bečejski-Vujaklija, Marković, M.: *Constraint programming approach to train scheduling on railway network supported by heuristics*, 10th World Conference on Transport Research, CD of Selected and Revised Papers, Paper number 807, Abstract book I, pp. 642-643, Istanbul, Turkey, 2004,
- [5] Tod, L., Tom. R.: *Evaluating Public Transit Accessibility 'Inclusive Design' Performance Indicators For Public Transportation In Developing*, 2005., (10.09.2015), dostupno na: <http://www.vtpi.org/tranacc.pdf> (2005)

UVODNA REČ GLAVNOG UREDNIKA



Poštovani čitaoci,

Posle nešto više od jedanaest godina pauze, zahvaljujući pre svega upornosti grupe entuzijasta, pretežno članova Društva diplomiranih inženjera železničkog saobraćaja Srbije (DIŽS), koji su razumeli neophodnost postojanja jednog ovakvog časopisa, novi broj časopisa „Železnice“ je pred vama.

Naučno-stručni časopis „Železnice“ je časopis sa dugom tradicijom. Izlazio je 61 godinu, od 1945. godine pa sve do juna 2005. godine.

Osnovao ga je Ministarstvo saobraćaja FNRJ pod nazivom „Saobraćaj“. Pod tim imenom je izlazio u periodu od 1945–1949. godine, zaključno sa brojem 6/1949.

U toku 1949. godine časopis kao pravni sledbenik preuzima Ministarstvo železnice FNRJ i isti dobija naziv „Železnice“. Od broja 7/1949 časopis izlazi neprekidno sve do poslednjeg izdanja dvobroja 5–6/2005. godine.

Časopis je te daleke 1945. godine bio zamišljen kao mesto na kome će stručnjaci najrazličitijih profila, sa železnice, instituta, univerziteta i iz privrede, iznositi svoja znanja i iskustva, kao i iskustva drugih železničkih uprava, a sve u cilju stalne edukacije zaposlenih na železnici, kao i onih čiji je rad bio vezan za železnicu.

Prestanak izlaženja časopisa stvorio je čitav niz negativnih posledica. Najmanje je bila pogođena oblast naučnog delovanja eksperata koji su se bavili železnicom. Oni su rezultate svojih naučnih istraživanja objavljivali u mnogobrojnim inostranim naučnim časopisima, ali su, za ne mali deo domaće stručne javnosti, ovi rezultati ostali nedostupni, što je velika šteta, jer su se neka od ovih istraživanja odnosila na Železnice Srbije. Pojavila, se isto tako, velika praznina u edukaciji jednog šireg kruga eksperata zaposlenih na železnici. Ovo se naročito odnosi na znanja vezana za savremena tehničko-tehnoloških rešenja koja se primenjuju, ili će u bliskoj budućnosti biti primenjena na našoj železnici i to kako u oblasti infrastrukture, tako i u oblasti prevoza. Ovaj problem nastaje iz razloga što jedan uzak krug eksperata koji se upoznaje sa određenim tehničko-tehnološkim rešenjem prilikom njegovog uvođenja, nema pogodan način da sa istim upozna širi krug stručnjaka koji bi za ova znanja bio zainteresovani. Pored svega iznetog, možda je najnegativnija posledica neizlaženja časopisa bila ta što jedan broj eksperata zaposlenih van železnice, nije imao pogodan medij da iznese svoje viđenje pojedinih tehničko-tehnoloških i drugih rešenja koja su se na železnici uvodila i sprovodila, a da to ostane strogo u okvirima struke i nauke.

Časopis je ponovo pokrenut sa idejom da se stvori medijski prostor u kome bi širok krug eksperata čija je oblast naučnog i stručnog interesovanja železnica, mogao da publikuje rezultate svojih naučnih istraživanja, da iznese svoje stručne stavove i predloge rešenja za neke konkretne probleme naše železnice i da upozna širi krug zainteresovanih stručnjaka sa savremenim tehničko-tehnološkim, organizacionim i drugim rešenjima u oblasti železničkog saobraćaja i transporta.

Prof. dr Milan Marković

Miroslav Stojčić, generalni direktor „Železnica Srbije“ ad, povodom ponovnog pokretanja časopisa „Železnice“:

DOPRINOS NAUČNOM RAZVOJU I OBJEDINJAVANJU ŽELEZNIČKOG SEKTORA



„Železnice Srbije“ ad u procesu reforme i restrukturiranja železničkog sektora imaju važnu i programski definisanu ulogu, u kojoj je pomoć institucionalnom razvoju jedan od naših važnijih strateških ciljeva u narednom periodu. Imajući to u vidu, prepoznali smo značaj ponovnog izdavanja naučno-stručnog časopisa „Železnice“, kao doprinos tehničko-tehnološkom razvoju celokupnog železničkog sektora. Cilj nam je da na taj način nauku i tehniku vratimo u središte železničke javnosti i ponovo pokrenemo teorijski i istraživački rad stručnjaka saobraćaja, mašinstva, elektrotehnike, građevinarstva i drugih oblasti iz Srbije i regiona, izjavio je za „Železnice“ Miroslav Stojčić, generalni direktor „Železnica Srbije“ ad, koje su i pokrenule ponovno izdavanje ovog naučno-stručnog časopisa.

– Istovremeno, kaže Stojčić, časopis „Železnice“ pružiće mogućnost stručnjacima iz svih železničkih kompanija i celokupnog železničkog sektora da predstave svoja istraživanja, znanja i iskustva, bez obzira da li je reč o putničkom i teretnom saobraćaju i infrastrukturi ili o reformama, finansijskim, pravnim ili drugim poslovima. „Železnice Srbije“ ad na taj način daju svoj doprinos funkcionalnom objedinjavanju celokupnog železničkog sektora, u skladu sa svojim reformskim zadacima, jer su nauka i tehnologija kompleksne oblasti koje ne poznaju organizaciona, poslovna ili druga ograničenja. Rukovođeni ovakvim ciljevima, ponovo smo pokrenuli „Železnice“, sa iskrenim željama da one postanu naučno-stručni časopis celokupnog železničkog sektora i da na taj način damo novi i jak tehničko-tehnološki vetar u leđa sveobuhvatnom razvoju i napretku železnice u Srbiji.

Tehnologija ne poznaje granice

Stojčić podseća da već godinu i po dana postoje tri poslovno samostalne železničke kompanije koje su se u okviru reformskih procesa izdvojile iz sastava tadašnjih jedinstvenih „Železnica Srbije“ ad i to Društvo za prevoz putnika „Srbija Voz“, Društvo za prevoz robe „Srbija Kargo“ i Društvo za upravljanje javnom železničkom infrastrukturom „Infrastruktura železnice Srbije“. Ove četiri kompanije čine danas železnički sektor u Srbiji pod nadležnošću Ministarstva građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture, sa programski konkretno definisanim poslovnim zadacima, obavezama i ciljevima, koji treba da omoguće funkcionalno tehničko-tehnološko jedinstvo ovog saobraćajnog sistema.

– Reforma srpskih železnica bila je neophodna kako bi čitav sistem postao moderan, poslovno efikasan, racionalan i tržišno opredeljen. Sve nadležne institucije u Srbiji, počev od resornog Ministarstva, kao i Svetska banka i MMF, pohvalili su napredak u reformama srpskih železnica i istakli da to može predstavljati i model za druga javna preduzeća u našoj zemlji. Ukoliko je u prvim danima nakon osnivanja novih železničkih kompanija možda i bilo nerazumevanja, danas je veliki broj međusobnih obaveza i odgovornosti definisan i jasan, što doprinosi napretku funkcionisanja čitavog saobraćajnog sistema. Na putu sveobuhvatne reforme celokupnog železničkog sektora u Srbiji načinili smo velike korake, ali reč je o procesu koji će još dugo trajati i najveći poslovni projekti i izazovi tek su pred nama. U toj podeli zaduženja i „Železnice Srbije“ ad imaju svoj odgovoran i veliki posao, kaže Stojčić i dodaje da menadžment kompanije ima punu

podršku i pomoć Skupštine „Železnica Srbije“ ad, na čelu sa predsednikom Zoranom Anđelkovićem.

Prema rečima Stojčića, poslovna vizija „Železnica Srbije“ ad je da za novoosnovana društva, privredu i državu budu pouzdan partner, prepoznatljiv po kvalitetu svojih usluga, kao i da budu nadgradnja i kohezioni faktor celokupnog železničkog sektora, preuzimajući na sebe misiju njegovog objedinjavanja i istovremeno nastavljajući tradiciju srpskih železnica dugu 133 godine.

Predstoje brojni i ozbiljni zadaci

– Da bi smo takvu poslovnu viziju ostvarili, pred „Železnicama Srbije“ ad je u dužem narednom periodu niz ozbiljnih i odgovornih zadataka, sa ciljem da se državi pruži podrška u rešavanju istorijskih dugova železnice, viška imovine i institucionalnom razvoju celokupnog železničkog sektora u Srbiji. Suština reforme je da se izmire obaveze prema poveriocima, a ka tome vodi i deobni bilans. Iako ima i pokušaja, istina pojedinačnih, da se osporavaju značaj i uloga „Železnica Srbije“ ad u reformiskim procesima, podsetio bih samo na neke od značajnih aktivnosti naše kompanije. „Železnice Srbije“ ad pružaju punu podršku poslovanju novoosnovanih železničkih kompanija, pored ostalog, prebacivanjem odgovornosti za poslovne procese koji se tiču železničkog saobraćaja na nova društva, popisom i primopredajom imovine, obaveza i potraživanja, zatim korekcijama deobnog bilansa, razdvajanjem obaveza i potraživanja iz tekućeg poslovanja i redefinisanjem odgovornosti i uloga u realizaciji kreditnih aranžmana, kao i popisom i arhiviranjem dokumentacije značajne za nastavak poslovanja novih kompanija. Tome treba dodati asigniranje nekoliko hiljada eksternih ugovora, zatim oko devet hiljada aktuelnih sudskih sporova, kao i specijalnih obaveza. Pored toga, komercijalizacijom viška imovine, ali i dodatnim nepristrasnim izdvajanjem „non-core“ delatnosti iz novoosnovanih železničkih kompanija, „Železnice Srbije“ ad mogu da pokriju svoje osnovne potrebe. Pored toga, „Železnice Srbije“ ad upravljaju i procesom restrukturiranja zavisnih preduzeća čiji smo osnivač, a to su: Saobraćajni institut CIP, Železnički integralni transport, Zavod za zdravstvenu zaštitu radnika „Železnica Srbije“, Beograd čvor i Zaštitne radionice. Kada se tome doda i podrška na usklađivanju zakonskih propisa, jasno je da je pred „Železnicama Srbije“ ad u narednom periodu veliki i odgovoran posao, koji zahteva izuzetnu stručnost, znanje i angažovanost svih zaposlenih u našoj kompaniji, izjavio je Stojčić.

– Časopis „Železnice“ je za generacije železničara i stručnjaka decenijama predstavljao izvor najnovijih znanja i istraživanja. Za „Železnice Srbije“ ad zato ponovno pokretanje časopisa predstavlja profesionalnu obavezu i odgovornost, ali i lično zadovoljstvo što ćemo opet celokupnom železničkom sektoru kao i stručnjacima iz državnih organa, privrede, ustanova i institucija omogućiti nove naučne i tehnološke informacije i iskustva i time doprineti sveobuhvatnom napretku srpskih železnica. Uveren sam da ćemo realizacijom tog cilja osigurati dug i uspešan novi život časopisa „Železnice“, poručio je generalni direktor „Železnica Srbije“ ad Miroslav Stojčić.

Nenad Stanisavljević

UVODNA REČ PREDSEDNIKA DRUŠTVA DIPLOMIRANIH INŽENJERA ŽELEZNIČKOG SAOBRAĆAJA SRBIJE (DIŽS)



Poštovane kolegice i kolege železničari,

Časopis „Železnice“ je u prošlosti bio, a i danas je opet, jedini naučno-stručni časopis u Srbiji koji se bavi isključivo železnicom.

Vlasnici časopisa su se više puta menjali, a poslednji pri prekidu izdavanja bila je, na osnovu rešenja Ministarstva za informacije Republike Srbije iz 2000. godine, Zajednica železnica Srbije i Crne gore. Po istom rešenju, poslednji izdavač bilo je Preduzeće za železničku novinsko-izdavačku delatnost „Želnid“.

Društvo diplomiranih inženjera železničkog saobraćaja Srbije (DIŽS) je osnovano polovinom 2005. godine, sasvim slučajno baš u periodu kada je izašao poslednji broj časopisa.

Ovom prilikom želim da se zahvalim „Železnicama Srbije“ ad što je našem Udruženju poverilo izdavanje časopisa. Kako je ovo bila želja još pri osnivanju DIŽS, naše Udruženje je u Agenciji za privredne registre Republike Srbije, između ostalog, registrovano i za izdavačku delatnost.

Primenjeni model, po kome su pravni sledbenik časopisa „Železnice Srbije“ ad (kao izvorno privredno društvo), a izdavač DIŽS (kao strukovno udruženje), analogan je sličnim modelima u regionu.

Nakon prekida izdavanja zbog finansijskih i organizacionih problema, ali i nemotivisanosti autora za pisanje, zadovoljstvo mi je što smo ovaj posao, koji nije bio lak, ipak priveli kraju i što je naše Udruženje došlo u priliku da uz podršku „Železnice Srbije“ ad „vaskrsne“ časopis. Moralo je da se uradi puno toga: pravne, ekonomske, administrativno-tehničke aktivnosti, pisanje radova, recenzija, priprema za štampu, štampa, ...

U časopisu su oduvek objavljivani kvalitetni radovi koji se odnose na sve aspekte vezane za funkcionisanje železnice, kao i sistema koji kooperiraju i koordiniraju sa njom. Kako je on bio vodeći nacionalni časopis u regionu iz ove oblasti, bitno je uticao na razvoj znanja, ali i značaja železnice za društvo u celini. Naše Udruženje je spremno, da sa svojim stručnim i organizacionim resursima, okupi efikasan tim koji će pripremati časopis, obavljati recenziju radova i organizovati njegovo izdavanje, sa vizijom i misijom da dostigne i prestigine nivo koji je nekada imao, a koji svakako zaslužuje.

Shodno navedenom, pozivam železničare svih struka i nivoa obrazovanja da se priključe kreiranju i implementaciji časopisa, koji treba da bude glasilo u funkciji progressa železnice. Naše Udruženje već nekoliko godina pokušava i uspeva da proširi aktivnosti sa svim saobraćajnim inženjerima i železničarima, ali i ostalim stručnjacima u Srbiji, pa i u regionu. Kao primer takvog pristupa je struktura radova u ovom broju, jer je od ukupno njih sedam, samo kod dva prvi autor član DIŽS.

Za realizaciju časopisa zaduženi su redakcioni odbor, uređivački odbor, glavni urednik, odgovorni urednik i tehnički urednik.

Zadatak redakcionog odbora je da kreira strategiju i sadržaj časopisa, kao i da iz svog domena obezbedi stabilnu finansijsku sigurnost za nekoliko brojeva unapred, ukoliko je slab priliv novca od drugih izvora. Iz navedenih razloga, u njegovom sastavu su odgovorni predstavnici najvažnijih institucija (privrednih društava, državne uprave, ...) čija je pretežna delatnost železnica, sa izuzetkom predstavnika univerziteta.

U uređivačkom odboru su najveći stručni autoriteti iz svih oblasti koje su direktno ili indirektno vezane za železnicu (saobraćaja, mašinstva, građevine, elektrotehnike i drugih). Reč je o profesorima, doktorima nauka i ekspertima respektivnih akademskih kvalifikacija, predstavnicima svih univerziteta, fakulteta i katedri u Srbiji, a delom i iz bivše Jugoslavije. Time su obezbeđeni visoki naučni standardi i široka interdisciplinarna pokrivenost svih struka, specijalnosti i delova železničkog sistema, ali i zastupanje svih regiona. Zadatak uređivačkog odbora je iniciranje radova, njihova recenzija, obezbeđenje stručnosti i kvaliteta, kao i promocija i marketing časopisa.

Zaduženja glavnog urednika su kontaktiranje redakcionog odbora, odgovornog urednika i odgovornog predstavnika DIŽS, priprema i vođenje sednica uređivačkog odbora, definisanje koncepta, izgleda i sadržaja časopisa, određivanje recenzenata i radova za objavljivanje, kao i zastupanje časopisa pred drugim pravnim i fizičkim licima.

Zaduženja odgovornog urednika su kontaktiranje glavnog urednika, tehničkog urednika, odgovornog predstavnika DIŽS i autora, prikupljanje radova i njihovo odobravanje za štampu ako zadovolje sve procedure, praćenje regulative oko naučno-stručnih časopisa, kao i aktivnosti vezane za Narodnu biblioteku Srbije.

Zaduženja tehničkog urednika su kontaktiranje odgovornog urednika i odgovornog predstavnika DIŽS, vizuelni izgled celog časopisa i pojedinih rubrika, prelom teksta i elektronsko-tehničko oblikovanje časopisa, kao i priprema časopisa u formatu za štampu.

Naše Udruženje će omogućiti svu potrebnu logistiku da časopis živi i bude dostupan svim relevantnim subjektima. Osim izdavanja, DIŽS će da obezbeđuje finansijska sredstva, promociju, marketing i distribuciju časopisa, podstiče pisanje radova i prikuplja ih zajedno sa odgovornim urednikom.

Rukopisi originalnih radova se dostavljaju na recenziju. Kada se odobri njihovo objavljivanje, prolaze jezičku lekturu, slaganje sloga i referentnu validaciju kako bi se obezbedio najviši mogući kvalitet publikacije.

Za početak, časopis će biti u pravnom smislu nacionalni, a faktički regionalni. Ideja je da vrlo brzo postane međunarodni.

Časopis će izlaziti kvartalno (4 puta godišnje) u štampanoj i elektronskoj formi. Deliće se besplatno. Biće formata A4, sa koricama u boji i crno-belim knjižnim blokom u štampanom izdanju, dok će elektronsko izdanje biti kompletno u boji.

Časopis će se finansirati na osnovu državnih fondova za naučno-stručne časopise i strukovne aktivnosti, donacija, sponzorstava i oglasa – reklama, za šta je usvojen i odgovarajući cenovnik sa pravima i obavezama.

Časopis ima sledeće celine: uvodnik; originalni naučni radovi; pregledni radovi; kratka ili prethodna saopštenja; naučne kritike, odnosno polemike; stručni radovi; informativni prilozi; prikazi; tehničke zanimljivosti; izjave i intervjui.

Pozivam sve stručnjake u okruženju železnice da pišu radove i time doprinesu kako vaskrsenju železnice u celini (koja je spala na niske grane), tako i da afirmišu institucije u kojima rade i sebe lično.

Takođe, pozivam odgovorna lica privrednih društava da putem oglasa – reklama, sponzorstava i donacija pomognu da se časopis realizuje predviđenom dinamikom. On će omogućiti da se kreira naučna i stručna misao (za šta bi trebalo posebno da budu zainteresovana tri nova železnička privredna društva), ali i da železnička industrija reklamira svoje proizvode.

Na kraju, ukoliko imate bilo kakvih pitanja, primedbi, sugestija i predloga u vezi časopisa, nemojte oklevati da nas kontaktirate, jer nam je cilj da budemo bolji.

S verom u železnice.

Danko Trninić

SIMULACIONI MODELI ZA ANALIZU ORGANIZACIJE SAOBRAĆAJA VOZOVA NA INDUSTRIJSKOJ ŽELEZNICI „TENT“

SIMULATION MODELS FOR THE ANALYSIS OF THE TRAIN TRAFFIC ON „TENT“ INDUSTRIAL RAILWAYS

Datum prijema rada: 17.5.2016. god.
UDK: 656.33.01:517.876.5

REZIME

U ovom radu predstavljeno je pet simulacionih modela za utvrđivanje optimalne organizacije saobraćaja vozova na industrijskoj železnici „TENT“. Prva tri modela odnose se na deo jednokolosečne pruge između stanice Stubline i stanica Obrenovac i Vorbis, dok je u druga dva modela razvijena celokupna mreža pruge i staničnih koloseka na industrijskoj železnici „TENT“ sa posebnim osvrtom na deo pruge između stanica Brgule i Vreoci. Simulacioni modeli saobraćaja vozova definisani su u softverskom paketu Matlab – SimEvents. Planovi za povećanje proizvodnje u „TENT“ zahtevaće pažljivo planiranje saobraćaja vozova, gde bi prva tri modela imala primenu kod strateških odluka, dok bi se druga dva modela mogla koristiti kao alati za podršku u odlučivanju kod operativnog upravljanja saobraćajem vozova. **Ključne reči:** Industrijska železnica, organizacija saobraćaja vozova, simulaciono modeliranje.

SUMMARY

We present five simulation models for analysis of the train traffic on „TENT“ industrial railway. First three models are for the single track railway line (Stubline – Obrenovac, Vorbis), and other two models are for the entire network with special emphasis on the section Brgule – Vreoci. Simulation models are developed in Matlab – SimEvents. Plans for the increase of the production in „TENT“ will require a detailed analysis of the train traffic, where three models could be used for the strategic planning, and other two for operational decision making of train management. **Key words:** Industrial railways, train traffic management, simulation modelling

1. UVOD

Industrijska železnica „TENT“, kao deo Elektroprivrede Srbije, predstavlja složen sistem unutar kog se saobraćaj vozova odvija nezavisno od saobraćaja na prugama javne železničke infrastrukture.

Na prugama industrijske železnice „TENT“ saobraćaju teretni, službeni i pomoćni vozovi sa osnovnim zadatkom da se preveze određena količina uglja

između površinskih kopova - ogranka RB „Kolubara“ i termoelektrana - ogranka „TENT“. Pored uglja na industrijskoj železnici „TENT“ obavlja se i prevoz raznog materijala i opreme, kako za potrebe industrijske železnice, tako i za potrebe rada termoelektrana.

U ovom radu razvijeno je pet modela za utvrđivanje optimalne organizacije saobraćaja vozova na industrijskoj železnici „TENT“. Prva tri modela odnose

1 Miroslav Pejić, dipl. inž. saob, EPS – Ogranak TENT, Bogoljuba Uroševića – Crnog 44, Obrenovac, miroslav.pejic1983@gmail.com

2 Doc. dr Sanjin Milinković, dipl. inž. saob, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, s.milinkovic@sf.bg.ac.rs

3 Prof. dr Slavko Vesko, dipl. inž. saob, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, veskos@sf.bg.ac.rs+

se na deo jednokolosečne pruge između stanice Stubline i stanica Obrenovac i Vorbis, dok je u druga dva modela razvijena celokupna mreža pruge na industrijskoj železnici „TENT“ sa posebnim osvrtom na deo pruge između stanica Brgule i Vreoci. Kao programski paket korišćen je Matlab – SimEvents. Prva tri modela korišćena su kod rada „Simulacioni model za analizu varijantnih rešenja organizacije saobraćaja vozova na industrijskoj pruzi „TENT“, koji je objavljen na Simpozijumu o operacionim istraživanjima 2010. godine na Tari [1,2,3]. U ovom radu su pomenuti modeli [1,2,3] dorađeni i na taj način su približeni realnom sistemu.

U okviru mreže pruga industrijske železnice „TENT“ nalaze se dve posebne celine:

- mreža pruge normalnog koloseka širine 1435 mm, pozicionirana desno od pruge Beograd – Bar
- mreža pruge uzanog 900 mm i upletenog koloseka širine 1435/900 mm, pozicionirana levo od pruge Beograd – Bar (slika 1).

S obzirom na to da je predmet našeg istraživanja deo pruge koji se nalazi u okviru mreže pruge normalnog koloseka, u daljem tekstu ćemo se baviti samo pomenutom mrežom pruge.

Mrežu pruge normalnog koloseka čine dve utovarne (Vreoci i Tamnava), dve istovarne (granične stanice, Obrenovac i Vorbis) i dve međustanice (Stubline i Brgule) koje su istovremeno i stanice prelaza sa dvokolosečne na jednokolosečnu prugu, odnosno odvojne stanice (u daljem tekstu međustanice).

Jednokolosečni saobraćaj:

- od međustanice Stubline ka istovarnim stanicama Obrenovac i Vorbis;
- od međustanice Brgule ka utovarnim stanicama Vreoci i Tamnava.

Dvokolosečni saobraćaj je na delu pruge između međustanica Stubline i Brgule. Na pomenutom delu pruge ugrađen je uređaj za automatsko regulisanje saobraćaja uzastopnih vozova (u daljem tekstu APB). Međustanice Stubline i Brgule uključene su u uređaj telekomande.

Za potrebe rada termoelektrana, definisana je moguća količina uglja, neophodna za rad termoblokova, koja na dnevnom nivou iznosi:

- „TENT“ A u Obrenovcu – 37 vozova, odnosno
- „TENT“ B u Ušću – 26 vozova.

Svaki teretni voz koji je tovaran, prevozi oko 1.500 tona uglja, što prema teorijskoj mogućnosti iznosi oko

94.500 tona za 24 časa, odnosno na mesečnom nivou oko 2.800.000 tona. Ovaj podatak svrstava industrijsku železnicu „TENT“ među najopterećenije pruge u Evropi.

2. OPŠTE O REGULISANJU SAOBRAĆAJA VOZOVA

Uzastopni vozovi mogu da slede jedan za drugim samo u prostornom razmaku [4,5]. Prostorni razmaci mogu da budu stanični, odjavni i blokovni ako su pruge opremljene APB-om.

Blokovni prostorni odsek

Oslobađanje prvog prostornog odseka na prugama opremljenim APB-om od voza koji se otpremi iz stanice, što se na određeni način prikazuje na postavnici, predstavlja odjavu za dati voz. Uzastopni voz može se opremiti iz stanice čim se ispune uslovi iz prethodnog stava, imajući u vidu i propisane intervale sleđenja [4].

Sve to ukazuje da vozovi prema propisima iz Saobraćajnog pravilnika, mogu da slede u međusobnom razmaku od jednog prostornog odseka, tj. na signalni znak „oprežno, očekuj stoj“. Ne bi bilo dobro da to bude pravilo na svim prostornim (blok) odsecima. Ovo može biti izuzetak, ili čak pravilo, ali samo na polaznom odseku ako će na sledećim odsecima doći do povećanja prostornog razmaka, odnosno ako će vozovi nastaviti vožnju u međusobnom razmaku od dva prostorna odseka, tj. na signalni znak „slobodno, očekuj slobodno ili oprežno“.

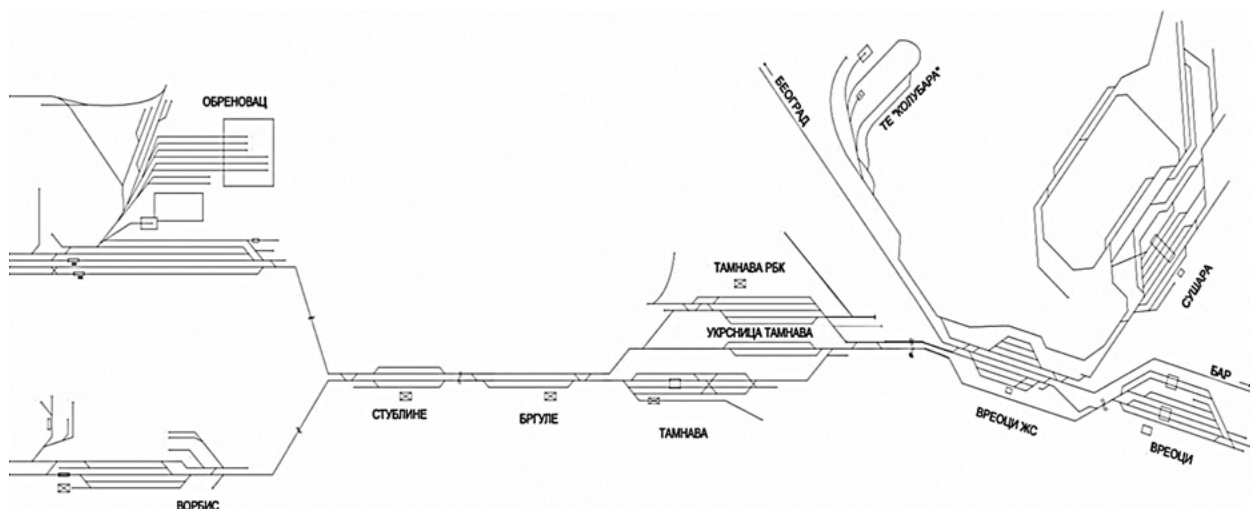
Pri vožnji na signalni znak „oprežno, očekuj stoj“ mašinovođa je dužan da vozi takvom brzinom da može da stane ispred sledećeg prostornog signala ako je on u položaju „stoj“. To znači da će doći do izrazitog smanjenja brzine kretanja voza, a time i do produžavanja vremena vožnje. Ako bi se na svim prostornim odsecima vozilo na signalni znak „oprežno, očekuj stoj“, tada bi vreme vožnje bilo znatno produženo. Po pravilu, mašinovođa mora da bude siguran da ima dovoljan deo pruge slobodan, kako bi mogao da vozi maksimalno dozvoljenom brzinom, a to mu omogućuje minimum dva slobodna blok-odseka, tj. vožnja na signalni znak „slobodno, očekuj slobodno ili oprežno“.

Odjavni prostorni odsek

Odjavni prostorni odsek je prostorni odsek između stanice i odjavnice, ili između dveju odjavnica ili između odjavnice i stanice koje regulišu sleđenje uzastopnih vozova. Uzastopni voz se može otpremiti tek kada je prethodni voz prošao pored signala na odjavnici.

Stanični prostorni odsek

Prilikom regulisanja saobraćaja vozova u staničnom razmaku, uzastopni voz se može otpremiti tek kada



Slika 1. Mreža pruge industrijske železnice „TENT“

je prethodni voz napustio međustanično rastojanje, i smestio se unutar međika koloseka naredne stanice ili ukrsnice, odnosno na prugama sa elektrolejnim osiguranjem bez APB-a, kada je voz potpuno i ceo ušao u stanicu i kada je za njim ulazni signal postavljen da pokazuje signalni znak „Stoj“. U stanicama i ukrsnicama, može se vršiti ukrštavanje vozova. Pod ukrštavanjem se podrazumeva sastajanje dva voza iz suprotnih smerova pri jednokolosečnom saobraćaju.

3. MODELI ZA SIMULACIJU SAOBRAĆAJA VOZOVA U MATLAB – SIMEVENTS

Za potrebe ovog rada razvijeno je pet modela korišćenjem programskog paketa Matlab – Simevents. Pomenutim modelima se u određenoj meri oponaša rad industrijske železnice „TENT“. Ovde je važno napomenuti da nisu uzete u obzir sve okolnosti pod kojima se odvija saobraćaj na industrijskoj pruzi (saobraćaj pružnih vozila, dodavanje ispravnih kola vozovima, isključivanje kola iz saobraćaja, zamena vučnih vozila, saobraćaj službenih vozova, itd.) . Kao što smo na početku napomenuli, industrijska železnica „TENT“ predstavlja složen sistem, te bi za apsolutno reprezentativan model bilo neophodno s jedne strane utrošiti mnogo vremena kako bi se svi mogući događaji prikazali kroz model, a sa druge strane, neophodno bi bilo korišćenje savršenijih programskih paketa [6,7], koji pružaju mogućnost detaljnijeg opisivanja železničkih sistema, kao što je npr. OpenTrack.

Prva tri modela odnose se na deo pruge između međustanice Stubline i istovarnih stanica Obrenovac i Vorbis u cilju utvrđivanja propusne moći pruge između međustanice Stubline i istovarne stanice Vorbis. U ovim modelima nije prikazana industrijska pruga normalnog

koloseka u celosti, već je model koncipiran tako da oponaša rad samo dela pruge između pomenutih stanica. Tok vozova koji dolaze u međustanicu Stubline iz susedne međustanice Brgule, može se apsolutno smatrati tokom gde vozovi pristupaju nezavisno jedan od drugog u sistem opsluživanja. Osobina da klijenti pristupaju u sistem nezavisno jedan od drugog jeste osobina odsustva posledica.

Za potrebe prva tri modela, korišćeni su podaci iz stvarnog grafikona saobraćaja vozova, odabranih, u periodu kada je obim saobraćaja vozova znatno veći, kao i podaci iz teorijskog (maksimalnog) grafikona saobraćaja vozova. Na osnovu analize podataka uzetih iz stvarnog grafikona reda vožnje, došlo se do rezultata prikazanih na slici 5. Dolasku vozova u međustanicu Stubline, najviše odgovara Eksponencijalna raspodela. Analiza rezultata rađena je u softverskom paketu ExpertFit.

Za razliku od prva tri modela, gde su entiteti generisani na osnovu semena generatora slučajnih brojeva, u druga dva modela određen broj entiteta nastaje u trenutku puštanja u rad simulacije, nakon čega se pomenuti entiteti kreću kroz model simulirajući pri tom kretanje vozova, utovar, istovar garnitura, kao i rad manevarskih lokomotiva na utovaru i istovaru.

Svih pet modela obuhvataju objekte, a to su elementi pruga i stanica (prostorni odseci, koloseci u stanicama, ulazno-izlazne skretničke zone) i vozovi sa svojim atributima i međusobne odnose objekata i njihovih atributa kroz koje se obezbeđuje funkcionisanje modela.

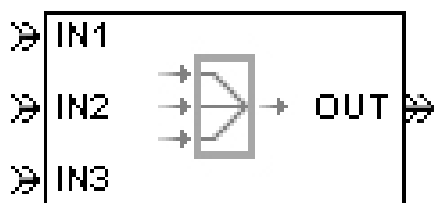
Modeli se sastoje iz niza podsistema i pomoćnih podsistema koji predstavljaju međustanice Stubline i Brgule, istovarne stanice Vorbis i Obrenovac, utovarne

stanice Tamnavu i Vreoce, ukrsnicu Grabovac, ukrsnicu Tamnava kao i podsistema delovi pruge, prostorni blok odseci, skretnice itd.

Model saobraćaja vozova na jednokolosečnoj pruži aktiviranjem ukrsnice Grabovac – razvijen je tako da simulira saobraćaj vozova na jednokolosečnoj pruži između međustanice Stubline i istovarnih stanica Vorbis i Obrenovac, korišćenjem ukrsnice Grabovac na delu pruge Stubline – Vorbis. Sastoji se iz podsistema Stubline, Vorbis i Obrenovac, pomoćnog podsistema Stubline, a čine ga još i podsystemi koji predstavljaju delove jednokolosečne pruge, kao i podsystemi skretnice.

Da bi se zadovoljio zahtev da se između stanica može naći samo jedan voz, u modelu su korišćeni podsystemi, koji dozvoljavaju prolaz samo jednom vozu u datom trenutku vremena. Podsystem ima dva inputa, preko kojih vozovi odlaze u red. Zatim odlaze u blok Path Combiner (slika 2.) i onaj voz koji je prvi došao u ovaj podsystem, odlazi u blok Singl Server (slika 3.), dok voz koji je došao kao drugi, ostaje da čeka u redu dok se kanal ne oslobodi od prethodnog voza. Dalje se voz upućuje u blok Output Switch (slika 4.) gde se na osnovu kriterijuma From attribute (entitet koji dolazi u ovaj blok, napušta ga kroz izlazni port koji odgovara vrednosti atributa po izboru korisnika), upućuje na jedan od dva outputa.

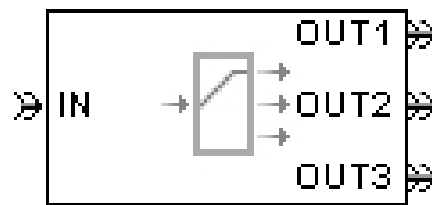
Kada voz dođe do ukrsnice Grabovac, ukoliko je njegov smer kretanja ka Vorbisu, onda se on na skretnici upućuje u pravac, dok se voz u smeru ka Stublinama upućuje u skretanje. Ideja je bila da se tovarnim vozovima zbog veće težine, omogući prolaz u pravac kroz ukrsnicu Grabovac.



Slika 2. Path Combiner blok- prihvata entitete kroz bilo koji od ulaznih portova, a otprema ih kroz jedan izlazni port



Slika 3. Singl Server blok - opslužuje jedan entitet u toku određenog vremena, nakon čega pokušava da pošalje entitet kroz OUT port



Slika 4. Output Switch blok- prima entitete kroz jedan ulazni port, koje će dalje otpremiti kroz jedan od izlaznih portova

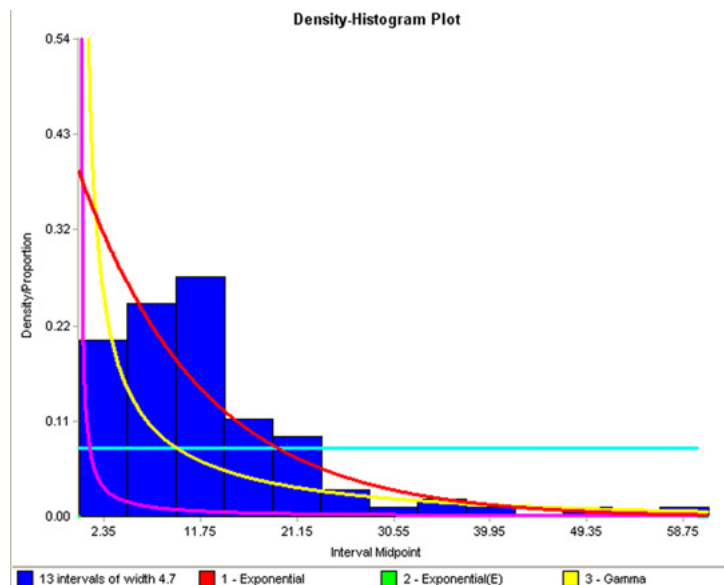
Model saobraćaja vozova na dvokolosečnoj pruži u staničnom razmaku u smeru Stubline-Vorbis i odjavnom razmaku u smeru Vorbis-Stubline – razvijen je tako da simulira saobraćaj vozova na dvokolosečnoj pruži između međustanice Stubline i Vorbis i jednokolosečnoj pruži između Stubline i Obrenovca. U smeru Stubline – Vorbis, saobraćaj se odvija u staničnom razmaku, dok je u smeru Vorbis – Stubline uvedena odjavnica Grabovac. Osnovna ideja postavke ovog modela, bila je da se uvođenjem odjavnice u smeru Vorbis – Stubline, brže prazne stanični kapaciteti istovarne stanice Vorbis.

Model se sastoji iz niza podsistema međusobno povezanih, čiji je zadatak da prikažu efekte uvođenja drugog koloseka i odjavnice u smeru Vorbis – Stubline. Pored podsistema koji su zajednički za sve modele, u ovom modelu, nalaze se još podsystemi delova koloseka. U smeru Stubline – Vorbis, nalazi se jedan podsystem koji predstavlja deo koloseka, u kojem je smešten jedan blok Singl Server (slika 3.), što znači da se u ovom smeru može naći samo jedan voz. Suprotan smer Vorbis – Stubline, karakteriše postojanje tri ovakva podsistema, sa po jednim blokom Singl Server (slika 3.). Na ovom delu koloseka u smeru ka Stublinama, može se naći tri voza u nekom trenutku vremena. Na taj način, omogućeno je da se stanični kapaciteti znatno brže oslobađaju od vozova.

Model saobraćaja vozova na dvokolosečnoj pruži sa APB-om – razvijen je tako da simulira saobraćaj vozova na dvokolosečnoj pruži koja je opremljena APB – om. Ovakav način regulisanja saobraćaja vozova omogućava da se poveća propusna moć pruge otpremanjem vozova po utvrđenom minimalnom intervalu.

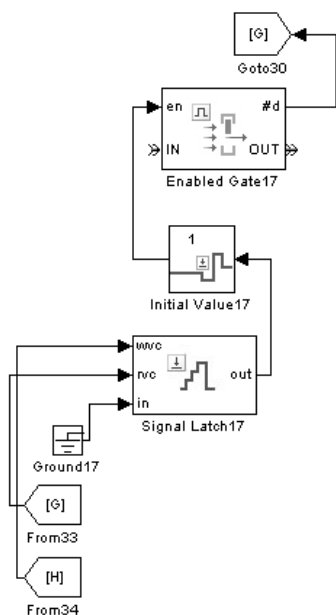
Ovaj model pored zajedničkih podsistema koje imamo u svim razvijenim modelima, čini još i veći broj signala i podsistema Blok odsek.

Sleđenje vozova koji se kreću u istom smeru u modelu rešeno je po principu saobraćaja vozova u blok odsecima. Kada voz napusti pomoćni podsystem Stubline u smeru ka podsystemu Vorbis, „zatvara se“ izlazni signal, i tek pošto voz napusti treći podsystem Blok odsek, stvoren je uslov za puštanje narednog voza. Na taj način se vozovi u modelu kreću na rastojanju od dva slobodna podsistema Blok odsek (sleđenje na „zelenu“ svetlost).



Slika 5. Dolasci vozova u međustanicu Stubline-Histogram

Da bi se simuliralo sleđenje vozova na zelenu svetlost, u modelu su korišćene kapije, Enabled Gates koje puštaju vozove kada prime pozitivan signal iz bloka Initial Value. Na svakom serveru, izlaz „#d“, koji predstavlja broj vozova koji su prošli kroz server, povezan je sa blokom Signal Latch, koji je dalje povezan sa blokom Initial Value. Kada voz prođe neki posmatrani server, ta informacija stiže u Signal Latch, a preko njega i do Initial Value bloka, koji u tom trenutku uzima vrednost 1 i otvara kapiju koja je povezana sa drugim po redu prethodnim serverom. Izgled signala, korišćenog pri izradi ovog modela, prikazan je na slici 6.



Slika 6. Šematski prikaz prostornog signala, korišćenog u modelima sa APB-om

Model saobraćaja vozova na postojećim pružnim i staničnim kapacitetima – razvijen je tako da simulira saobraćaj vozova i rad manevarskih lokomotiva sa u ovom trenutku raspoloživim pružnim i staničnim postrojenjima na industrijskoj železnici „TENT“ (slika 8). U početnom trenutku vremena rada simulacije, u podsistemima Vreoci, Tamnava, Vorbis i Obrenovac nastaju sledeći entiteti:

- **Podsistem Obrenovac – dva entiteta** koja predstavljaju tovarne garniture sa po 27 kola (koji čini redovan broj kola u sastavu garnitura koje saobraćaju na industrijskoj pruzi TENT, a koji odgovara kriterijumima definisanim Saobraćajnim pravilnikom 2, Uputstvom o kočenju vozova 233 i korisnim dužinama staničnih koloseka na industrijskoj železnici „TENT“), spremne za prolazak kroz Singl Server blok (slika 3.) koji simulira rad istovarnog mesta; **dva entiteta** koja predstavljaju dve prazne garniture sa po 27 kola, spremne za otpremu iz pomenutog podsistema; **dva entiteta** koja predstavljaju dve manevarske lokomotive koje se nakon prolaska kroz blok Entity Combiner (slika 7.) spajaju sa entitetima koji predstavljaju tovarne garniture i na taj način formiraju dva nova entiteta koja predstavlja manevarske sastave za istovar i **dva entiteta** koji predstavljaju dve vozne lokomotive, koje se takođe nakon prolaska kroz gore pomenuti blok spajaju sa praznim garniturama i na taj način formiraju dva nova entiteta koja predstavlja dva prazna voza za otpremu.
- **Podsistem Tamnava – dva entiteta** koja predstavljaju prazne garniture sa po 27 kola, spremne za prolazak kroz Singl Server blok (slika 3.) koji simulira rad utovarnog mesta; **dva**

entiteta koja predstavljaju dve tovarene garniture sa po 27 kola, spremne za otpremu iz pomenutog podsistema; **dva entiteta** koja predstavljaju dve manevarske lokomotive koje se nakon prolaska kroz blok Entity Combiner (slika 7) spajaju sa entitetima koji predstavljaju prazne garniture i na taj način formiraju dva nova entiteta koja predstavlja manevarske sastave za utovar i **dva entiteta** koji predstavljaju dve vozne lokomotive, koje se takođe nakon prolaska kroz gore pomenuti blok spajaju sa tovarenim garniturama i na taj način formiraju dva nova entiteta koja predstavlja dva tovarena voza za otpremu.



Slika 7. Entity Combiner blok generiše jedan novi entitet za svaki niz entiteta koji dolaze u ovaj blok kroz nekoliko ulaznih portova

- **Podsistem Vorbis – jedan entitet** koji predstavlja tovarenu garnituru sa 27 kola, spremnu za prolazak kroz Singl Server blok (slika 3.) koji simulira rad istovarnog mesta; **jedan entitet** koji predstavlja jednu praznu garnituru sa 27 kola, spremnu za otpremu iz pomenutog podsistema; **jedan entitet** koji predstavlja jednu manevarsku lokomotivu koja se nakon prolaska kroz blok Entity Combiner (slika 7.) spaja sa entitetom koji predstavlja tovarenu garnituru i na taj način formira novi entitet koji predstavlja manevarski sastav za istovar i **jedan entitet** koji predstavlja jednu voznu lokomotivu, koja se takođe nakon prolaska kroz gore pomenuti blok spaja sa praznom garniturom i na taj način formira novi entitet koji predstavlja prazan voza za otpremu.
- **Podsistem Vreoci – dva entiteta** koja predstavljaju prazne garniture garniture sa po 27 kola, spremne za prolazak kroz Singl Server blok (slika 3.) koji simulira rad utovarnog mesta; **dva entiteta** koja predstavljaju dve tovarene garniture garniture sa po 27 kola, spremne za otpremu iz pomenutog podsistema; **dva entiteta** koji predstavljaju manevarske lokomotive koje se nakon prolaska kroz blok Entity Combiner (slika 7.) spajaju sa entitetima koji predstavljaju prazne garniture i na taj način formira nove entitete koji predstavljaju manevarske sastave

za utovar i **jedan entitet** koji predstavlja voznu lokomotivu, koja se takođe nakon prolaska kroz gore pomenuti blok spaja sa tovarenom garniturom i na taj način formira novi entitet koji predstavlja tovaren voza za otpremu. Ostali podsistemi u modelu imaju zadatak da sve entitete koji dolaze iz gore pomenutih podsistema prosleđuju ka podsistemima sa kojima su povezani, a na osnovu kriterijuma koji su definisani u određenim blokovima i atributa koje entiteti nose.

Model saobraćaja vozova sa ukršnicom Tamnava – razvijen je tako da simulira saobraćaj vozova na celokupnoj mreži pruga industrijske železnice „TENT“. Model funkcioniše po istom principu kao prethodno opisan model, s tom razlikom što je između podsistema Brgule i Vreoci dodat podsistem Ukrsnica_Tamnava u cilju povećanja propusne moći pruge. (slika 9.)

4. ANALIZA REZULTATA

S obzirom na to da su razvijeni modeli svrstani u dve grupe, na taj način će biti prikazani i rezultate modela. Kod prva tri modela zastupljene su stohastičke veličine, dok se kod druga dva modela radi o determinističkim veličinama.

4.1. Stohastički modeli

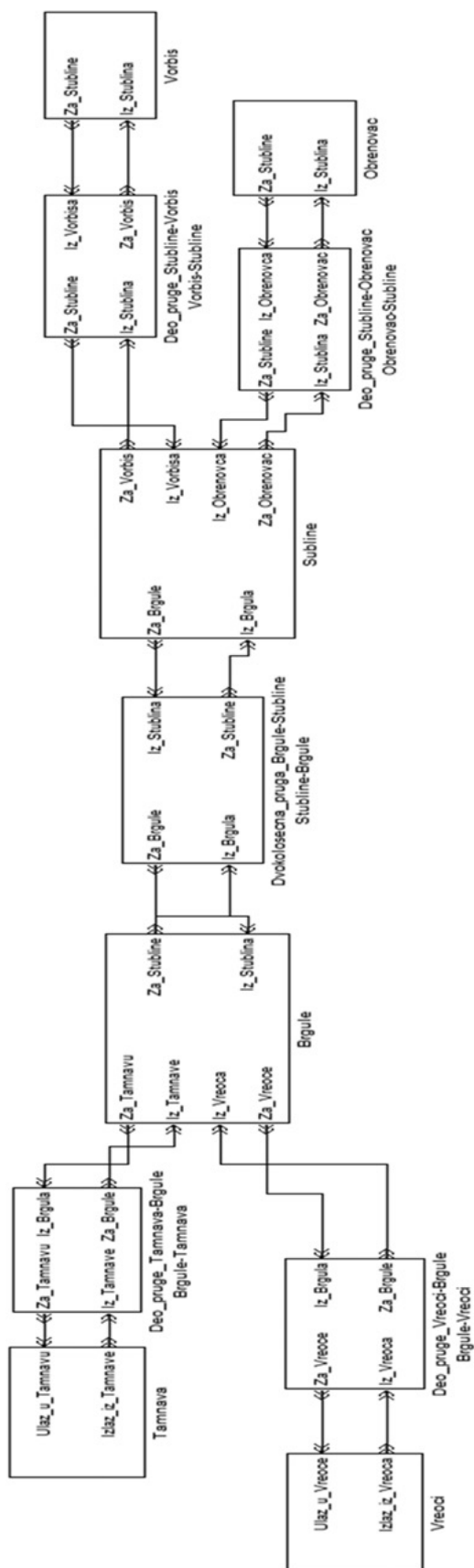
Ulazni podaci koji podrazumevaju spiskove vozova, vremena polazaka i sl. pripremani su u softverskom paketu Excel. Pri formulisanju ulaznih podataka, uzete su u obzir informacije o realnom broju vozova koji saobraća na industrijskoj pruzi „TENT“, zatim kao što je u prethodnom poglavlju utvrđeno, intervali polazaka vozova generisani su po Eksponencijalnoj raspodeli (1) za vrednosti

$$t = - \frac{1}{\lambda} * \ln(\gamma_i) [s] \quad (1)$$

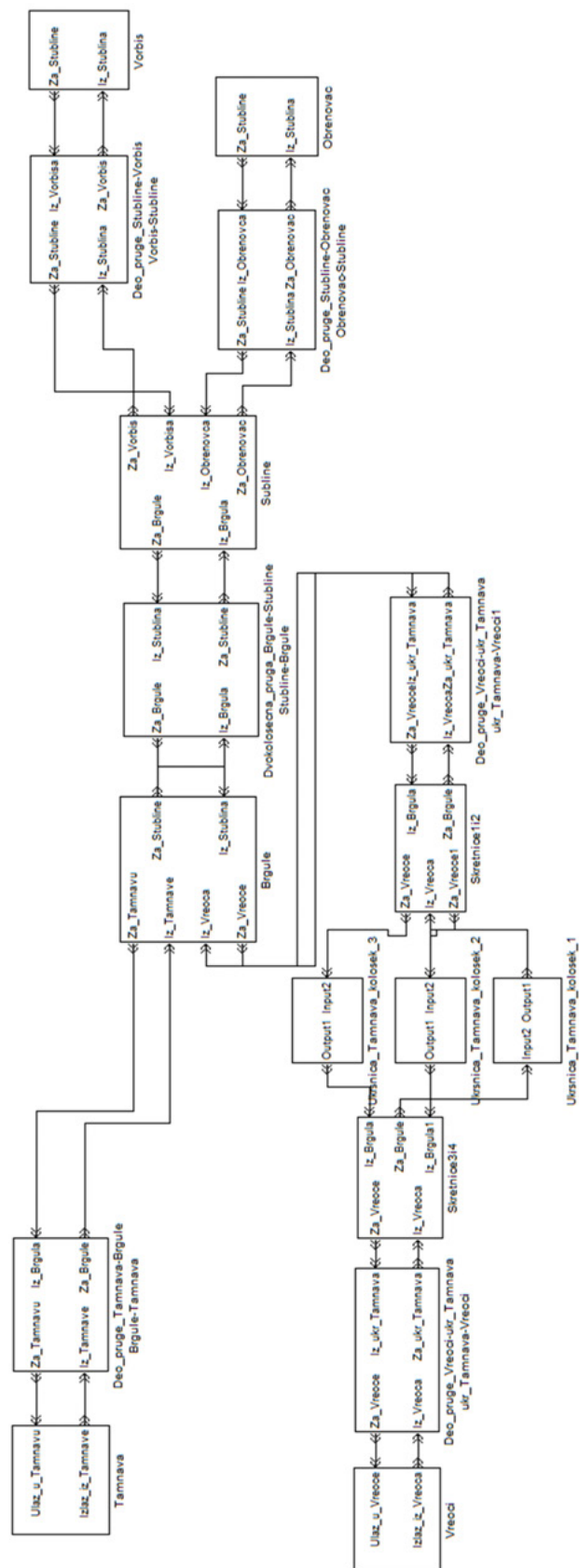
Da bi dobijeni rezultati bili što uverljiviji, neophodno je sprovesti značajan broj simulacija. Na kraju svake simulacije, obrađivani su podaci o ukupnom broju zaustavljenih vozova kao i o vremenu čekanja vozova u periodu od 24 sata.

Rezultati simulacije u slučaju saobraćaja vozova na jednokolosečnoj pruzi aktiviranjem ukrsnice Grabovac

U narednoj analizi biće dat grafički pregled rezultata na osnovu 50 ponovljenih simulacija. U svakoj od ovih 50 ponovljenih simulacija, kao izlazni red vožnje dobijali smo različite vrednosti vremena polazaka na osnovu različitih grupa slučajnih brojeva.

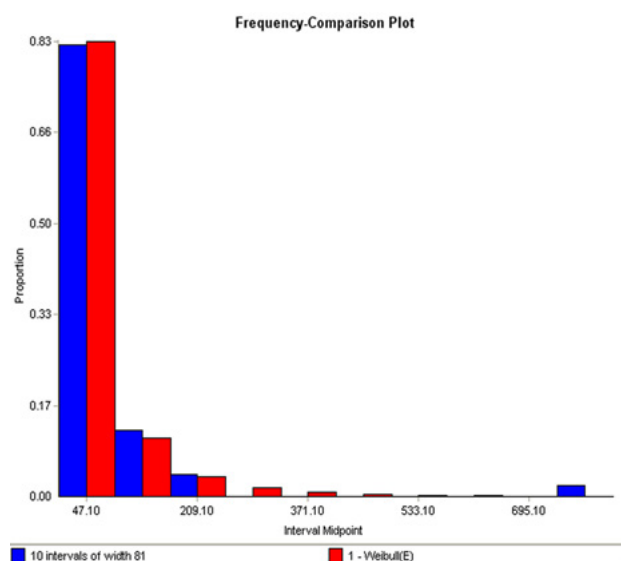


Slika 8. Model industrijske železnice „TENT“- postojeće stanje



Slika 9. Model saobraćaja vozova sa ukrsnicom Tamnava

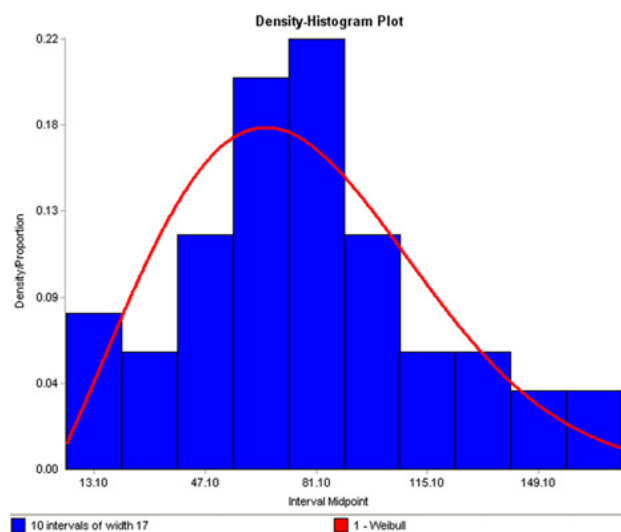
a) Čekanje vozova u Stublinama



Slika 10. Raspodela vremena zadržavanja vozova u podsistemu Stubline

Na slici 10., kao i na svim ostalim slikama koje će biti prikazane iza slike 10. plavom bojom označeni su rezultati koje smo dobili puštanjem simulacije u rad, dok su crvenom bojom predstavljene vrednosti odgovarajuće raspodele. Izlazni rezultati vozova koji čekaju u Stublinama, odgovaraju raspodeli Weibull(E)-a.

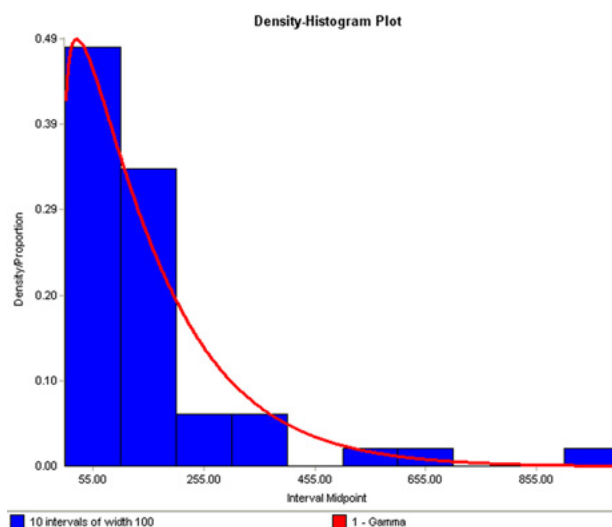
b) Čekanje na ukrštavanje (Grabovac-Stubline)



Slika 11. Raspodela vremena zadržavanja vozova zbog čekanja na ukrštavanje (Grabovac-Stubline)

Na slici 11. vidimo, izlazni rezultati vozova koji čekaju na ukrštavanje u ukrsnici Grabovac u smeru ka Stublinama, ponašaju se po raspodeli Weibull-a.

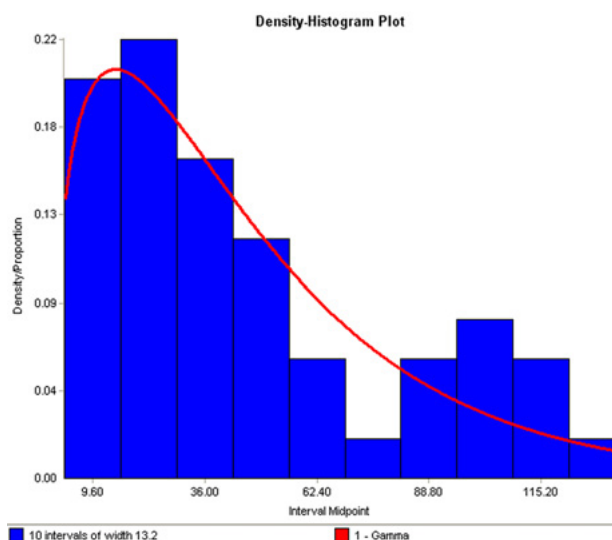
c) Čekanje na ukrštavanje (Stubline-Grabovac)



Slika 12. Raspodela vremena zadržavanja vozova zbog čekanja na ukrštavanje (Stubline-Grabovac)

Na slici 12. vidimo, izlazni rezultati vozova koji čekaju na ukrštavanje u Stublinama u smeru ka Grabovcu, ponašaju se po Gamma raspodeli.

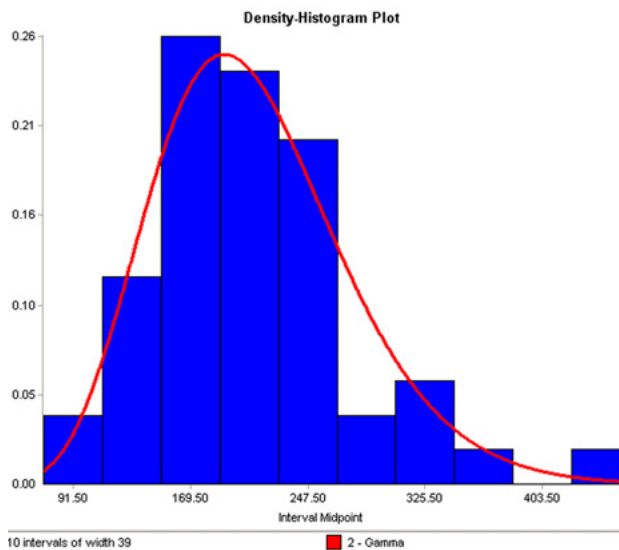
d) Čekanje na ukrštavanje (Grabovac-Vorbis)



Slika 13. Raspodela vremena zadržavanja vozova zbog čekanja na ukrštavanje (Grabovac-Vorbis)

Na slici 13. vidimo, izlazni rezultati vozova koji čekaju na ukrštavanje u ukrsnici Grabovac u smeru ka Vorbisu, ponašaju se po Gamma raspodeli.

e) Čekanje u smeru (Stubline-Obrenovac)

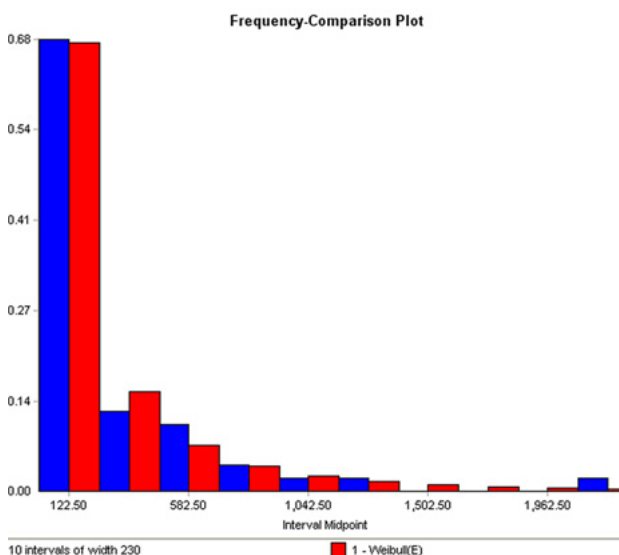


Slika 14. Raspodela vremena zadržavanja vozova u smeru (Stubline-Obrenovac)

Na slici 14. vidimo, izlazni rezultati vozova koji čekaju u Stublinama u smeru ka Obrenovcu, ponašaju se po Gamma raspodeli.

Rezultati simulacije u slučaju saobraćaja vozova na dvokolosečnoj pruzi u staničnom razmaku u smeru Stubline-Vorbis i odjavnom razmaku u smeru Vorbis-Stubline

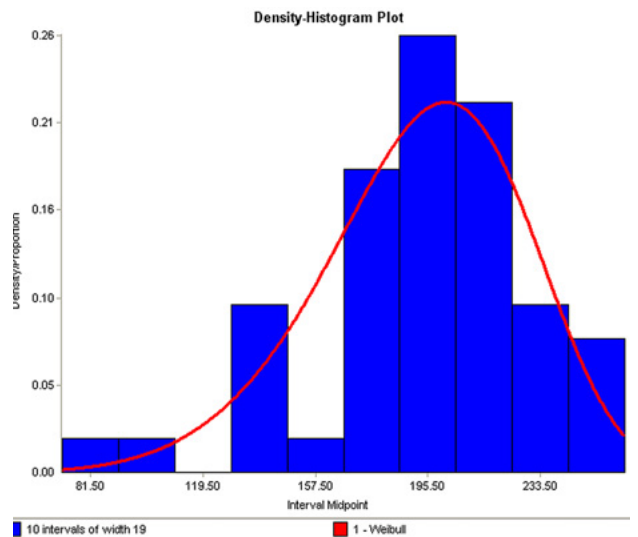
a) Čekanje vozova u Stublinama



Slika 15. Raspodela vremena zadržavanja vozova u podsistemu Stubline

Na slici 15. vidimo, izlazni rezultati vWozova koji čekaju u Stublinama, ponašaju se po raspodeli $Weibull(E)$ -a.

b) Čekanje u smeru (Stubline-Obrenovac)

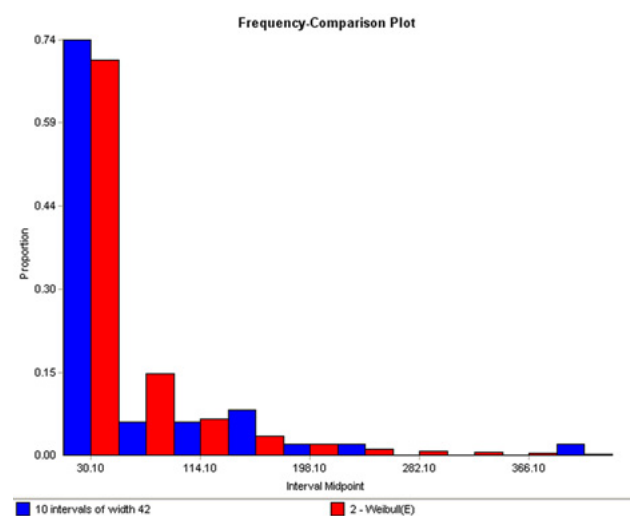


Slika 16. Raspodela vremena zadržavanja vozova u smeru (Stubline-Obrenovac)

Na slici 16. vidimo, izlazni rezultati vozova koji čekaju u Stublinama u smeru ka Obrenovcu, ponašaju se po raspodeli Weibull-a.

Rezultati simulacije u slučaju saobraćaja vozova na dvokolosečnoj pruzi sa APB-om

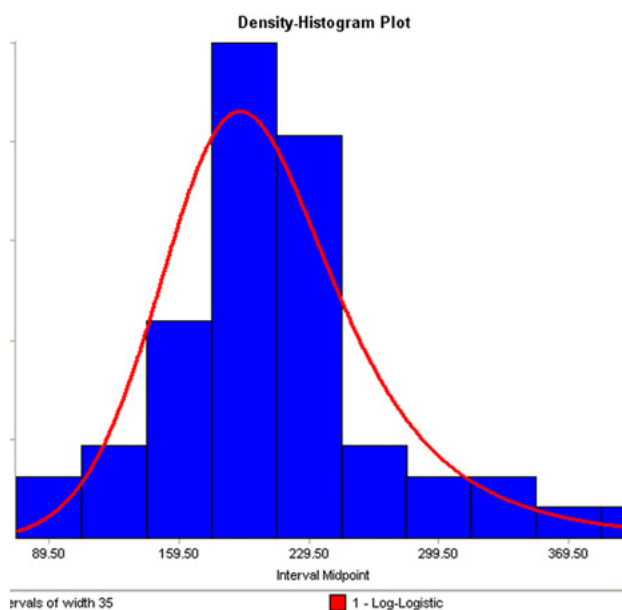
a) Čekanje vozova u Stublinama



Slika 17. Raspodela vremena zadržavanja vozova u podsistemu Stubline

Na slici 17. vidimo, izlazni rezultati vozova koji čekaju u Stublinama, ponašaju se po raspodeli $Weibull(E)$ -a.

b) Čekanje u smeru (Stubline-Obrenovac)



Slika 18. Raspodela vremena zadržavanja vozova u smeru (Stubline-Obrenovac)

Na slici 18. vidimo, izlazni rezultati vozova koji čekaju u Stublinama u smeru ka Obrenovcu, ponašaju se po raspodeli Log-Logistic.

Čekanja vozova u Stublinama razlikuju se kod prethodna tri modela, zavisno od primenjene organizacije saobraćaja.

Najduža čekanja vozova u Stublinama su u slučaju jednokolosečnog saobraćaja aktiviranjem ukrsnice Grabovac, što je i bilo za očekivati. Međutim, interesantno je primetiti da vozovi u slučaju dvokolosečnog saobraćaja sa APB-om nešto duže čekaju od vozova kod načina organizacije saobraćaja sa istim brojem koloseka bez APB-a. Razlog za to je taj što model radi

Tabela 1. Prosečna vremena čekanja vozova na ukrštavanju u oba modela za 24 časa izražena u minutima

Model	u Stublinama ka Vorbisu	u Stublinama ka Obrenovcu	u Brgulama ka Tamnavi	u Brgulama ka Vreocima	u Vreocima ka Brgulama
bez ukrsnice Tamnava	5,2	3,2	0,3	9,5	2,6
sa ukrsnicom Tamnava	4,3	3,5	0,7	3,1	0

Tabela 2. Broj utovareni/istovarenih vozova u graničnim stanicama za 24 časa

Model	Vorbis	Obrenovac	Tamnava	Vreoci
bez ukrsnice Tamnava	28	36	40	24
sa ukrsnicom Tamnava	29	38	41	26

po principu čim se ukaže prilika, voz (entitet) se upućuje, čime nastaje veliki broj vozova koji ne odgovara realnom sistemu. To bi bio nedostatak ovih modela, jer u realnom sistemu, otpravnici vozova – TK dispečeri upućuju voz ka jednom od pravaca na osnovu nekoliko kriterijuma (potreba istovarnih mesta za ugljem sa određenog utovarnog mesta, broj termoblokova koji se nalazi u radu, saobraćajna situacija u stanicama upućivanja vozova, stanje deponija, plan dovoza uglja, itd.).

4.2. Deterministički modeli

Ono što je karakteristično za ove modele je to da na početku rada simulacije nastaje određen broj entiteta u podsistemima Obrenovac, Vreoci, Vorbis i Tamnava, na način opisan u poglavlju 3. Vozovi nastali iz složenih entiteta kruže kroz model i na taj način formiraju deterministički red vožnje.

Prosečna vremena čekanja vozova u međustanicama Stubline i Brgule, kao i u utovarnoj stanici Vreoci prikazana su u tabeli 1. Na isti način za oba modela prikazan je i broj „obrađenih“ vozova u graničnim stanicama u periodu od 24 časa (tabela 2.).

Iz tabele 1. vidimo da se adaptacijom ukrsnice Tamnava prosečno vreme zadržavanja vozova smanjuje u stanici Brgule u smeru ka Vreocima, dok se u suprotnom smeru ono u potpunosti izgubilo. Smanjilo se i vreme čekanja vozova u Stublinama ka Vorbisu, ali se ne može tvrditi da je ono poledica adaptacije ukrsnice Tamnava, već je ono rezultat odgovarajuće raspodele vozova prema istovarnim stanicama.

Tabela 2. nam pokazuje za koliko bi se povećao broj vozova samo adaptacijom postojeće ukrsnice. Na dnevnom nivou taj broj bi bio tri utovarena i tri istovarena voza više. Ako bismo ovaj broj vozova posmatrali kao istovarenu količinu uglja na

termoelektranama, na dnevnom nivou bi bilo za oko 4500 tona uglja više, odnosno na mesečnom za oko 135.000 tona.

Ovde je važno pomenuti dve stvari. Prvo, u ovom radu nije razmatrana mogućnost aktuelne ideje da se ukrsnica Tamnava dvema skretnicama poveže sa stanicom Tamnava. U tom slučaju bi ovaj broj vozova svakako bio viši, ukoliko bi to dozvolila tehnološka vremena utovara i istovara vozova. Drugo, kao nedostatak razvijenih modela, treba pomenuti njihovu ograničenost u optimalnoj raspodeli vozova prema utovarnim odnosno istovarnim stanicama.

5. ZAKLJUČAK

Razvijeni modeli mogli bi da predstavljaju polaznu osnovu kod donošenja različitih odluka.

Njihova primena je dvojaka. Prva tri modela bi se mogla koristiti za strateške odluke, gde se simulacija koristi sa stohastičkim veličinama za analizu kapaciteta sistema, dok bi se druga dva modela mogla koristiti kod operativnog planiranja, gde se simulacioni model koristi za testiranje konkretnog determinističnog reda vožnje.

Kod prva tri modela razmatrali smo tri slučaja organizacije saobraćaja vozova. Najpre smo adaptirali ukrsnicu Grabovac, zatim smo kroz model predstavili dvokolosečnu prugu između stanica Stubline i Vorbis, iskoristivši postojeći kolosek kod ukrsnice Grabovac za smer Vorbis – Stubline, i na kraju smo u model implementirali uređaj APB. Rezultati simulacija su nam pokazali da se vreme čekanja u Stublinama smanjuje sa uvođenjem drugog koloseka, što je i očekivano. Raspodele vremena zadržavanja vozova prikazane su na mestima koji su „pogođeni“ promenama organizacije saobraćaja. Simulacija je ponavljana 50 puta, kako bi uzorak bio što reprezentativniji.

Kod druga dva modela analizirali smo kako rad industrijske železnice sa postojećim staničnim i pružnim kapacitetima, tako i sa adaptacijom ukrsnice Tamnava.

Adaptacijom ukrsnice Tamnava kao rezultat smo dobili smanjenje prosečnog zadržavanja vozova u stanici Brgule i povećanje broja tovarenih i praznih vozova.

Razvijeni modeli bi se mogli ili dalje usavršavati, ili bi se ideja na kojoj su oni zasnovani mogla preneti u drugi programski paket koji pruža mogućnost detaljnijih kako ulaznih, tako i izlaznih podataka. Kako bi rezultati bili još primenljiviji, neophodno bi bilo da se u modele uključi i višekriterijumsko odlučivanje kod izbora pravaca.

LITERATURA

- [1] Pejić, M., Stanojević, M., Vesković, S., Milinković, S., *Simulacioni model za analizu varijantnih rešenja organizacije saobraćaja vozova na industrijskoj pruzi „TENT“*, SYMOPIS - 2010, Tara, Srbija, pp. 717-720.
- [2] Pejić, M., *Simulacioni model za analizu varijantnih rešenja organizacije saobraćaja vozova na industrijskoj pruzi „TENT“*, Završni rad, Saobraćajni fakultet, Beograd 2010.
- [3] Pejić, M., *Simulaciona analiza efekata izgradnje ukrsnice Tamnava na industrijskoj železnici „TENT“*, Master rad, Saobraćajni fakultet, Beograd 2013.
- [4] Marković, M., *Osnovi funkcionisanja železnice*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1998.
- [5] Čičak, M., Vesković, S., Mladenović, S., *Modeli za utvrđivanje kapaciteta železnice*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2002.
- [6] Čičak, M., *Modeliranje u železničkom saobraćaju*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2003.
- [7] Radenković, B., Stanojević, M., Marković, A., *Računarska simulacija*, Fakultet organizacionih nauka i Saobraćajni fakultet, Beograd, 2009.

NENAD KECMAN¹, ŽIVOTA ĐORĐEVIĆ²**RESTRUKTURIRANJE ŽELEZNICA SRBIJE AD****RESTRUCTURING OF SERBIAN RAILWAYS JSC**

Datum prijema rada: 15.6.2016. god.

UDK: 656.2:330.342(497.11)

338.47:656.2(497.11)

REZIME

Proces restrukturiranja „Železnica Srbije“ ad započet je 1991. godine i zbog različitih razloga nije realizovan do 2015. godine. Posle 25 godina „pripreme“ realizovan je na način koji će samo formalno zadovoljiti Vladu, Svetsku banku, MMF i EU - a suštinski će kompaniju dovesti u još veću neizvesnost i borbu za opstanak. U poslednjih 25 godina železnica je od strane Države bila zapostavljena i zaboravljena. Cilj je bio samo da se obezbedi socijalni mir i namire partijski kadrovi. U zadnje četiri godine se vrše značajnija ulaganja, ali kompanija nije pripremljena da se taj kapital oplemeni i valorizuje na transportnom tržištu. **Ključne reči:** „Železnice Srbije“ ad, Vlada Srbije, MMF, Svetska banka, Evropska unija, restrukturiranje.

SUMMARY

The restructuring process of „Serbian Railways“ JSC (SR) was launched in 1991 and due to various reasons has not been implemented until 2015. After 25 years of „preparation“ restructuring process was carried out in a way that only formally satisfy the government, World Bank, IMF and the EU and essentially will lead the Company to even greater run certainty and struggle for survival. During the last 25 years, the railways has been neglected and forgotten by the State. The aim was only to ensure social peace and the settlement of party cadres. In the last two years significant investments are going on, however the Company is not prepared to enrich the capital and valorizes it on the transport market. **Keywords:** „Serbian Railways“ JSC, Serbian Government, IMF, World Bank, European Union, Restructuring.

1. UVOD

Železnice predstavljaju jedinstven organizacioni i tehničko – tehnološki sistem. Neprilagođavanje železnice tržišnim uslovima, ekspanzija drumskog saobraćaja, nedovoljan kvalitet i potpunost transportnih usluga, visoki troškovi poslovanja, veliki gubici, neadekvatna organizovanost sistema i dr. su uticali da se pokrenu procesi transformacije železnice.

Zemlje Evropske Unije, sagledavajući značaj železnice u saobraćajnom sistemu u odnosu na kapacitet (količinu)

prevoza, bezbednost, manju potrošnju energije, manju cenu prevoza, ekološke prednosti, mali procenat učešća u eksternim troškovima, mogućnost automatizacije, uticaja na razvoj privrede i znanja preduzele su odgovarajuće mere s ciljem da povrate njen položaj na transportnom tržištu.

Evropska unija je kroz direktive postavila osnove i smernice restrukturiranja železničkog sistema i železničkih kompanija još 1991. godine (Direktiva 91/440/EEC o razvoju železnica u budućnosti). Polazna osnova je bila: povećanje kvaliteta i obima

1 Nenad Kecman, dipl.inž.saob, „Železnice Srbije“ ad, Nemanjina 6, Beograd, Srbija, nenad.kecman@srbrail.rs

2 Dr Života Đorđević, dipl.inž.maš, „Železnice Srbije“ ad, Nemanjina 6, Beograd, Srbija, zivota.djordjevic@srbrail.rs

usluga i smanjenje troškova poslovanja. Regulativom je izvršeno razdvajanje najmanje na dve funkcije, i to: „upravljanje infrastrukturom“ i „transport“. Upravljanje infrastrukturom vrši **„upravljatelj infrastrukture“**, a transport organizuje jedno ili više **„transportnih preduzeća (prevoznika)“** ili **„operatera“**.

ŽTP Beograd je otpočeo pripremne aktivnosti za proces restrukturiranja već 1991. godine, ali zbog sankcija međunarodne zajednice i ratova na prostoru bivše SFRJ te aktivnosti su zamrznute. Nastavak procesa restrukturiranja je ponovo pokrenut 2002. godine, ali zbog nespremnosti železnice i nekoliko vlada Republike Srbije nije bilo značajnijih pomaka. Potpisivanjem memoranduma između Svetske banka i Vlade Republike Srbije 2014. godine definisan je model organizacije, kao i planirani rokovi za formiranje i samostalan rad novoformiranih železničkih preduzeća. Angažovanjem konsultantske kuće iz Londona „Planet“ sačinjena su dokumenta koja razrađuju sam proces restrukturiranja. Odlukom Vlade Republike Srbije izvršene su dezintegracione promene i 10.8.2015. godine formirane su tri nove kompanije koje treba da se bave kor biznisom i to:

- „Infrastruktura Železnica Srbije“ ad – održavanje infrastrukture i regulisanje saobraćajem
- „Srbija Kargo“ ad – organizovanje robnog prevoza
- „Srbija Voz“ ad – organizovanje putničkog prevoza

Postojeće preduzeće „Železnica Srbije“ ad treba da se bavi:

- Rešavanjem istorijskih dugova
- Restrukturiranjem radne snage
- Restrukturiranjem zavisnih preduzeća
- Institucionalnim razvojem železničkog sektora
- Zavisna društava kapitala „Železnica Srbije“ ad su:
- Saobraćajni institut „CIP“ d.o.o.
- Društvo za prevenciju invalidnosti i radno osposobljavanje invalida „Zaštitna radionica“ d.o.o. Beograd
- Društvo za kombinovani transport „Srbijakombi“ d.o.o. Beograd
- Železnički integralni transport Beograd d.o.o. Beograd
- Preduzeće za izgradnju železničkog čvora Beograd d.o.o. Beograd
- Zdravstvena ustanova – Zavod za zdravstvenu zaštitu radnika „Železnice Srbije“ ad Beograd

2. KRATAK PRIKAZ POSTOJEĆEG STANJA ŽELEZNICA SRBIJE AD

„Železnice Srbije“ ad su u proces restrukturiranja ušle nespremnosti, iako je u periodu od 2002. – 2015. godine više konsultanata radilo na različitim segmentima

programa restrukturiranja. Većina tih programa bila je uslovljena dobijanjem kredita EBRD ili EIB. Menadžment „Železnica Srbije“ ad je, po pravilu, ta dokumenta usvajao kao preporuke i tako izbegavao obavezu njihove implementacije. Sa druge strane nije ni na nivou Vlade Republike Srbije u tom periodu bilo kritične mase za promene u železničkom sektoru.

U periodu od 2000. – 2012. godine nije bilo ni spremnosti da se pokrenu investicioni ciklusi na železnici, tako da je stanje infrastrukture i vozni sredstva bilo u stanju tehničke otpisanosti. Sa druge strane značajan uticaj aktuelne politike na formiranje strateškog, taktičkog čak i operativnog menadžmenta uticalo je na gubitak ekspertskog znanja, pošto je krenuo „lov“ za funkcije posle svakih parlamentarnih izbora. U dugom periodu stvoren kontinuitet u razvoju znanja, poštovanja tehnoloških procesa i važeće regulative se urušio tako da preduzeće funkcioniše po principu inercije i letargije („Neko drugi će rešiti problem“). Veliki priliv „menadžerskih“ kadrova koji su svoja znanja stekli odlaskom na fakultete samo za vreme „ispita“. Odsustvo „Brainstorming“, po kome je železnica bile poznata, čak i njegovo sistematsko gušenje po principu „ne talasaj“ dovelo je do značajnog smanjenja i onako malog broja entuzijasta na kojima je sistem godinama egzistirao.

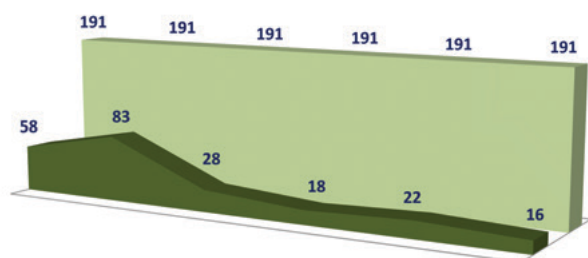
Osnovni pokazatelji železnice kao sistema ogledaju se u sledećem:

- Finansijski pokazatelji:
 - Veliko učešće subvencija (prosečno oko 55% od ukupnih troškova)
 - 2008. – 2015: podrška države u proseku 0.88% BDP-a.
- Operativne performanse:
 - Produktivnost radne snage: 30% od EU-28 proseka
 - Intenzitet saobraćaja: 30% od EU-28 proseka
 - Intenzitet putničkog saobraćaja: 11% od EU-28 proseka
 - Intenzitet teretnog saobraćaja: 54% od EU-28 proseka
 - Produktivnost lokomotiva: 30% od EU-28 proseka
 - Produktivnost teretnih vagona: ~40 % od EU-28 proseka
- Imovina - tehničko stanje:
 - 85% lokomotiva starije od 35 god
 - 65% putničkih kola starije od 35 god
 - 70% teretnih vagona starije od 35 godina
 - 70% pruga remontu nisu rađeni 30 godina
 - 80% KM, SS i TT sistemi stariji od 30 god

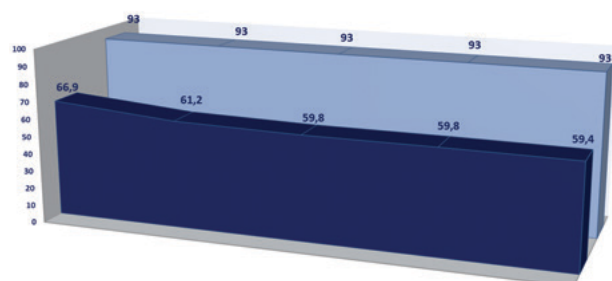
Takođe, treba istaći i sledeće karakteristike:

- Nedovoljan nivo ekspertskih znanja i veština – u dužem periodu u kompaniji nije adekvatno valorizovan i stimulisan stručni rad.
- Nedovoljan nivo menadžerskog znanja.
- Česte promene menadžmenta onemogućuju stratejski pristup upravljanju kompanijom.
- Ne postoje razvijeni instrumenti za rukovođenje (pomoću ciljeva, putem rezultata, obračuna i sl.).
- Nerazvijeno projektno upravljanje.
- Nije implementiran QMS i IMS.
- Ne postoji jedinstven informacioni sistem kao osnovna podrška u procesu odlučivanja klase ERP, DMS i MIS.

Analiza stanja infrastrukture pokazala je da je u poslednjih 25 godina realizovano samo 11 % planiranih radova na remontu pruga (slika 1.), a da je stvarna prosečna brzina za oko 36 % niža od projektovane (slika 2.).

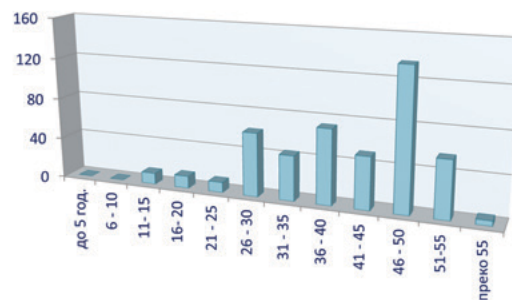


Slika 1. Odnos planiranih i izvedenih radova na remontu pruga

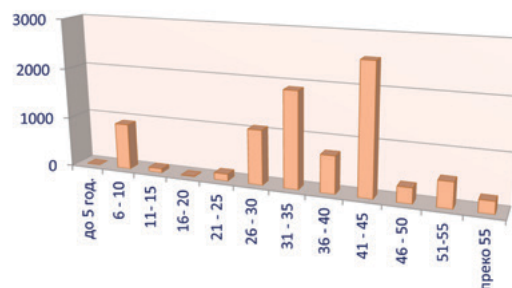


Slika 2. Odnos stvarne i projektovane prosečne brzine

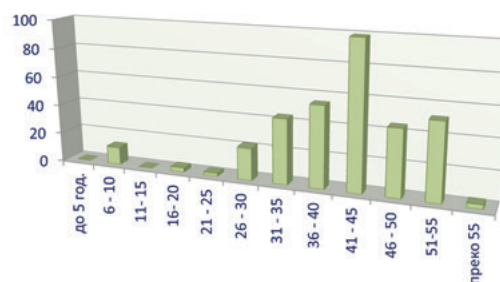
Sa slika 3 do 5 uočljivo je da je starosna struktura voznog parka veoma nepovoljna. Naime najveći broj putničkih kola i lokomotiva (preko 90 %) je starosti od 26 do 55 godina, a teretnih kola od 26 do 55 godina.



Slika 3. Broj putničkih kola po godini starosti

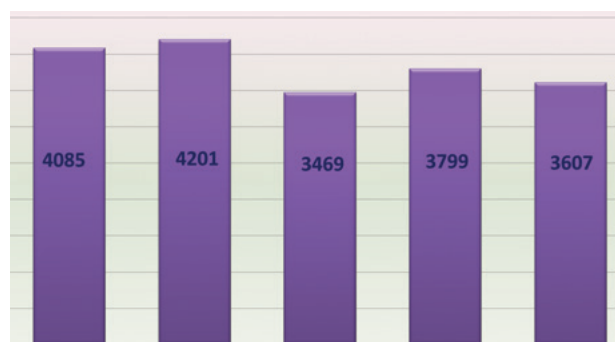


Slika 4. Broj teretnih kola po godini starosti

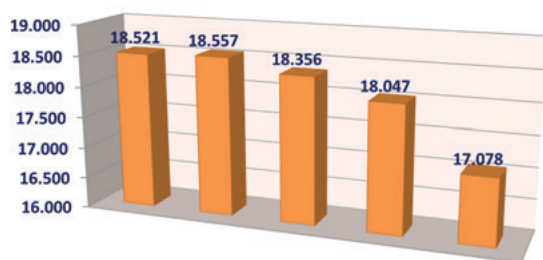


Slika 5. Broj lokomotiva po godini starosti

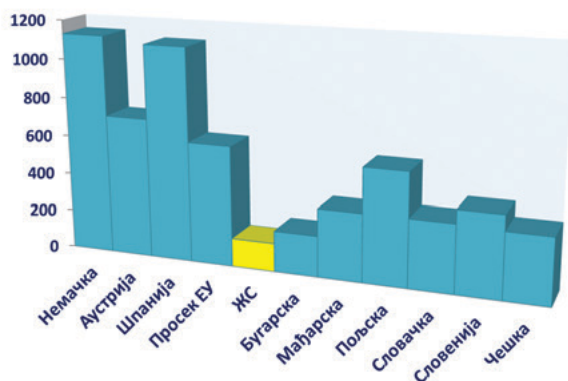
Analiza obima rada u poslednjih 5 godina pokazala je blagi pad u odnosu na 2012. godinu (slika 6.). Što se tiče produktivnosti iako se broj zaposlenih smanjuje iz godine u godinu (slika 7.) produktivnost je u odnosu na države članice EU značajno niža (slika 8.).



Slika 6. Realizacija redukovanih tonskih kilometara u poslednjih 5 godina [10⁶]

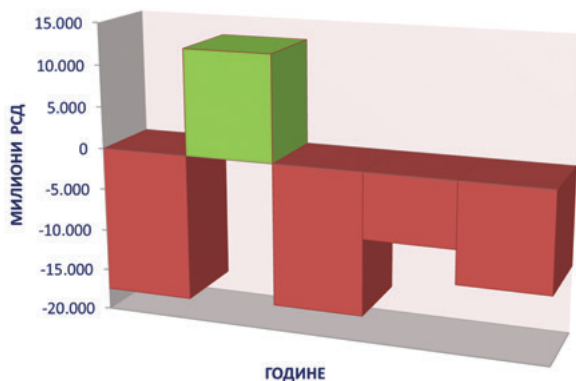


Slika 7. Broj zaposlenih u poslednjih 5 godina



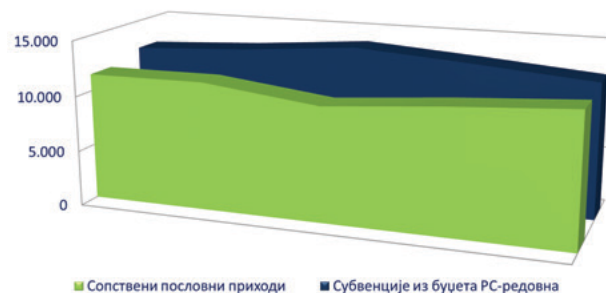
Slika 8. Produktivnost u 2015. godini x 1000 PKM

Kada je u pitanju analiza finansijskog stanja preduzeća uočljivo je da je samo 2012. godine ostvaren pozitivan bilans¹ (slika 9.). Takođe treba istaći da su sopstveni poslovni prihodi, osim u 2013. godini, bili na nivou redovnih subvencija iz budžeta Republike Srbije (slika 10), kao i da su, osim u 2013. i 2014. godini, približno na nivou isplaćenih zarada zaposlenima (slika 11.).

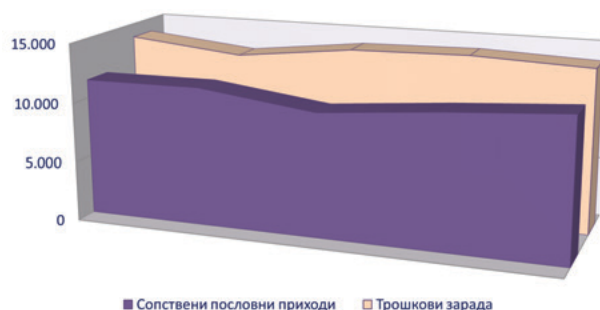


Slika 9. Dobitak/gubitak u poslednjih pet godina

1 Pozitivan finansijski rezultat u 2012. god. je posledica promene amortizacione stope, a ne poslovnih rezultata



Slika 10. Odnos sopstvenih poslovnih prihoda i subvencija u poslednjih pet godina



Slika 11. Odnos sopstvenog prihoda i troškova zarada u poslednjih pet godina

Svi pokazatelji prikazanim na slikama od 1. do 11. odnose se na prihod od 2010. – 2014., onosno poslednjih pet godina funkcionisanja integrisanog preduzeća „Železnica Srbije“ ad.

3. PRETHODNI RAD KONSULTANATA ANGAŽOVANIH OD STRANE ŽS, MINISTARSTVA SAOBRAĆAJA I VLADE RS

Na izradi programa restrukturiranja JP „Železnica Srbije“ ad, učestovalo je više konsultantskih kuća angažovanih na 6 projekata:

3.1 Projekat rekonstrukcije ŽS Institucionalna studija – Konsultant Booz Allen & Hamilton

Konsultant na ovom projektu izradio je sledeća dokumenta:

- Plan poslovanja 2005–2009. god.;
- Plan razvoja ljudskih resursa;
- Preporuke za poboljšanja u finansijskom menadžmentu i izveštavanju;
- Finalne preporuke;
- Osnovni finansijski izveštaji za 2003. godinu po MRS sa napomenama;
- Finalni izveštaj.

Komisija Upravnog odbora je navedena dokumenta usvojila 2008. godine uz napomenu da sva sačinjena dokumenta predstavljaju samo preporuku za JP „Železnice Srbije“ u daljem procesu restrukturiranja Preduzeća i da ista nisu obavezujuća za Preduzeće.

3.2 Projekat „Kreiranje režima pristupa infrastrukturi i katalog podataka o mreži za železnički sektor u Srbiji“ – Konsultant Booz Allen & Hamilton

Konsultant na ovom projektu izradio je sledeća dokumenta:

- Izveštaj o organizaciji rada na izradi režima naknada za korišćenje infrastrukture;
- Osnove naknada i proračun;
- Katalog podataka o mreži;
- Pregled regulatornog priručnika;
- Akcioni plan;
- Priručnik za korisnike.

Vlada Republike Srbije je usvojila podzakonski akt kojim se definiše Metodologija za vrednovanje elemenata na osnovu kojih će upravljač infrastrukture utvrđivati visinu naknade za korišćenje železničke infrastrukture, organizovanje i regulisanje železničkog saobraćaja („Sl. Glasnik RS“, br. 14/10).

3.3 Projekat „Pomoć pri restrukturiranju“ – Konsultant BCEOM

Konsultant na ovom projektu izradio je sledeća dokumenta:

- Početni izveštaj;
- Metodologija za interno fakturisanje između sektora i izradu internih bilansa uspeha
- Izrada internih bilansa uspeha;
- Metodologija izračunavanja troškova prevoza: Metodologija za utvrđivanje opravdane pune cene koštanja prevoza;
- Inovirana metodologija za analizu profitabilnosti usluga prevoza robe i putnika;
- Izrada Plana aktivnosti na redukciji nerentabilnih usluga;
- Pregled procedura za implementaciju OJP;
- Pregled potencijalnih organizacionih opcija;
- Plan aktivnosti potrebnih za organizaciono restrukturiranje;
- Akcioni plan za stručno usavršavanje i osposobljavanje zaposlenih; Akcioni plan za samozapošljavanje i prekvalifikaciju zaposlenih.

Dokumenta su usvojena od strane Izvršnog odbora direktora, u formi preporuke, na sednicama u toku 2009. i 2010. godine. Usvajanje Metodologije za OJP je bila ključna obaveza za operativnost novog Ugovora o zajmu, potpisanog sa EBRD-om u toku 2009. godine. Metodologiju za izračunavanje opravdane pune cene koštanja prevoza (Metodologija za OJP) je u septembru 2009. godine usvojila i donela kao podzakonski akt Vlada Republike Srbije („Sl. Glasnik RS“, br. 76/09).

3.4 Projekat „Izrada 5-godišnjeg Plana poslovanja za Železnice Srbije ad., i Ugovora između države i upravljača železničkom infrastrukturuom o nivou usluga za pružanje usluga korišćenja železničke infrastrukture u Srbiji“ – Konsultant ROLAND BERGER i SPECHT

Konsultant na ovom projektu izradio je sledeća dokumenta:

- Početni izveštaj;
- Konačni izveštaj o Planu poslovanja - Konsolidovani Plan poslovanja koji se odnosi na sve delove „Železnice Srbije“ a.d.;
- Konačni parcijalni izveštaj o Planu poslovanja – „Železnice Srbije“ a.d.;
- Konačni parcijalni izveštaj o Planu poslovanja – Preduzeće za upravljanje železničkom infrastrukturuom;
- Konačni parcijalni izveštaj o Planu poslovanja – Preduzeće za putnički saobraćaj;
- Konačni parcijalni izveštaj o Planu poslovanja – Preduzeće za robni saobraćaj;
- Konačni parcijalni izveštaj o Planu poslovanja – Preduzeće za upravljanje imovinom;
- Nacrt Ugovora o upravljanju železničkom infrastrukturuom (prema učinku);
- Izveštaj o izvršenom zadatku;
- Nacrt Ugovora o kontroli i upravljanju;
- Nacrt Ugovora o poslovnim odnosima unutar ugovorne grupe Železnice Srbije sa uputstvom i obrazloženjem.

Upravni odbor „Železnice Srbije“ ad je prihvatio u formi preporuke u toku 2011. godine.

3.5 Projekat „Tehnička pomoć „Železnicama Srbije“ ad, pri restrukturiranju odabranih oblasti“ – Konsultant AT Kearney & Trademco

Konsultant na ovom projektu izradio je sledeća dokumenta:

- Organizaciona reforma;
- Ekonomska pomoć (status računa, naknada za pristup infrastrukturi i OJP);
- Tehnička pomoć pri dodeli kapaciteta.

Konsultant je u saradnji sa stručnim službama „Železnice Srbije“ ad i predstavnicima Ministarstva saobraćaja izradio predlog modifikovane Metodologije za izračunavanje naknada za pristup infrastrukturi, kao i predlog postupaka za dodelu kapaciteta u skladu sa EU direktivama.

3.6 Projekat „Pomoć pri restrukturiranju“ – Konsultant Price waterhouse Coopers Consulting doo (PWC)

Konsultant na ovom projektu izradio je sledeća dokumenta:

- Izrada Plana za upravljanje imovinom budućeg društva za upravljanje železničkom imovinom;
- Plan komercijalizacije za buduće matično društvo i zavisna društva u okviru Grupe;
- Podrška pri izradi ugovora između društava koja posluju u okviru Grupe.

Projektni zadatak definisan je 2012. godine na četiri zavisna društva, a sa konsultantom je dogovoreno da se dokumenti urade u skladu sa Planom podele „Železnice Srbije“ ad, odobrene od Odbora direktora sa sednice od 10. maja 2013. godine.

4. PROJEKTNI ZADATAK IZMEĐU SVETSKJE BANKE I VLADE RS²

Vlada Republike Srbije je zaključila Stand-by aranžman za finansijsku podršku Međunarodnog monetarnog fonda (MMF) u cilju podrške rastu i stvaranju radnih mesta, u okviru koga je ugovorena sveobuhvatna reforma železničkog sektora koja je trenutno u toku. Reforma koja se primenjuje zasnovana je na Akcionom planu za reformu železnice, koji su zajednički pripremili Ministarstvo građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture Republike Srbije (MGSI) i Svetska Banka.

U sklopu trenutne revizije napretka strukturalnih reformi u Srbiji po osnovu Stand-by aranžmana, u prvoj reviziji programa koju je izvršio MMF izneto je da se program u velikoj meri kreće u pravom smeru, da su kriterijumi u pogledu performansi i indikativni ciljevi ispunjeni u značajnoj meri, da su svi strukturalni reperi primenjeni i sprovedene sve aktivnosti koje su prethodile. U tom kontekstu Vlada Republike Srbije naročito želi da ostvari dalji napredak u pogledu reforme svog železničkog sektora, kako je predviđeno programom reforme.

Vlada Republike Srbije zahteva komercijalnu efikasnost u železničkom sektoru i već je sprovela značajnu transformaciju svog železničkog sektora u smeru potpunog razdvajanja, u skladu sa evropskim modelom. Transformacija se obavlja u kontekstu nacionalnog železničkog sektora kao celine, i shodno tome, zahtevaju se unapređenja u operativnim i finansijskim performansama kroz institucionalno i korporativno unapređivanje. Nakon značajnog reformski orijentisanog obima rada finansiranog od strane međunarodnih finansijskih institucija (MFI) u železničkom sektoru u Srbiji od 2002. godine, Vlada Republike Srbije je fokusirana na ostvarivanje „najbolje vrednosti za novac“ od svojih investicija u železnički sistem kroz obezbeđivanje godišnjeg finansiranja za različita železnička društva.

2 Kompletan tekst u ovoj tački preuzet je iz ANEX II: Projektni zadatak – Tehnička pomoć Ministarstvu građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture (MGSI) i železničkim kompanijama u državnom vlasništvu u Srbiji – Sveobuhvatna reforma železnice

Cilj reforme železnice je unapređivanje operativnih i finansijskih performansi železničkog sektora u Srbiji. Namere reforme su da se cilj ostvari formiranjem održivih tržišno orijentisanih železničkih kompanija čija su uloga i funkcije, odnosi sa Vladom Republike Srbije, i međusobni odnosi između njih, u potpunosti u skladu sa Direktivama EU za železnički sektor i relevantnim srpskim zakonodavstvom. U skladu sa programom koji su 2014. godine definisale Vlada Republike Srbije i Svetska banka u okviru Akcionog plana za reformu železnice, i po završetku ubrzanog projekta finansiranog od strane EU u 2015. godini, planovima za reformu železnice predviđaju se četiri zasebna društva: nekadašnje vertikalno integrisano železničko društvo u državnom vlasništvu Železnice Srbije ad, i tri nova društva, nastala razdvajanjem aktivnosti i formiranjem novih društava (korporativno odvajanje), koja su u vlasništvu Države:

- Akcionarsko društvo „Železnice Srbije“;
- Akcionarsko društvo za upravljanje javnom železničkom infrastrukturu „Infrastruktura železnica Srbije“, Beograd, nastalo razdvajanjem i osnivanjem u cilju preuzimanja dela sredstava i delatnosti Železnica Srbije ad koji se odnose na održavanje infrastrukture;
- Akcionarsko društvo za železnički prevoz putnika „Srbija Voz“, Beograd, nastalo razdvajanjem i osnivanjem u cilju preuzimanja dela sredstava i delatnosti Železnica Srbije ad koji se odnose na prevoz putnika;
- Akcionarsko društvo za železnički prevoz robe „Srbija Kargo“, Beograd, Beograd, nastalo razdvajanjem i osnivanjem u cilju preuzimanja dela sredstava i delatnosti Železnica Srbije ad koji se odnose na prevoz robe.

Prema projektnom zadatku višegodišnji ugovor za infrastrukturu trebalo je da bude uveden od 01.01.2016. kao sredstvo za uspostavljanje dugoročnog komercijalnog sporazuma između Upravljača infrastrukture i Vlade Republike Srbije u cilju pružanja jasnih smernica za Upravljača infrastrukturu, u pogledu nivoa finansijske podrške u toku kontrolnog perioda od 3-5 godina i kvaliteta u skladu sa kojim je potrebno održavati infrastrukturu, sa podsticajima za bolji učinak.

Nakon formiranja Upravljača infrastrukturu „Železnica Srbije“ a.d., ova kompanija je preuzela odgovornost da obezbedi da železnička mreža bude „raspoloživa“ za korisnike. Sredstvo za to je naknada za korišćenje infrastrukture koja se zasniva na „ponudi usluga infrastrukture“ opisanoj u Izjavi o mreži Upravljača infrastrukturu.

5. STAVOVI MENADŽMENTA „ŽELEZNICA SRBIJE“ AD U VEZI PROCESA RESTRUKTURIRANJA

Odbor direktora „Železnica Srbije“ ad je u februaru 2015. godine usvojio dokument pod nazivom PLAN AKTIVNOSTI U PROCESU RESTRUKTURIRANJA „ŽELEZNICA SRBIJE“ AD sa sledećim stavovima:

- Restrukturiranje „Železnice Srbije“ ad treba obaviti u rokovima definisanim u Akcionom planu reformi koji je pripremila Svetska banka (WB) sa Ministarstvom građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture.
- Restrukturiranje „Železnice Srbije“ ad treba obaviti u skladu sa direktivama Evropske unije, Memoranduma o razumevanju o razvoju centralne regionalne transportne mreže jugoistočne Evrope i na osnovu projekata i studija izrađenih u sklopu pomoći EU (Generalni master plan saobraćaja u Srbiji, Strategija razvoja železničkog, drumskog, rečnog, avio i intermodalnog saobraćaja u Republici Srbiji 2008–2015).
- Restrukturiranje „Železnice Srbije“ ad ima za cilj da železnički sektor u Srbiji učini ekonomski odgovornim, efikasnim i sposobnim u uslovima liberalizovanog železničkog transportnog tržišta u Srbiji.
- Finansiranje železničkog sektora Država treba da usmeri kroz ugovorni odnos (razvoja i održavanja železničke infrastrukture i organizovanja železničkog saobraćaja, obaveza javnog železničkog prevoza putnika i razvoja intermodalnog robnog prevoza).
- Restrukturiranje „Železnice Srbije“ ad treba izvoditi fazno, na osnovu definisanih planova korporativnog i finansijskog restrukturiranja, uvažavajući specifičnosti železničkog tržišta i železničkog nasleđa u Srbiji. Restrukturiranje „Železnice Srbije“ ad podrazumeva sledeće složene procese:
 - tehničko-tehnološko restrukturiranje,
 - restrukturiranje organizacione strukture,
 - restrukturiranje ljudskih resursa – razvoj menadžerskih i ekspertskih znanja,
 - modernizaciju modela upravljanja poslovanjem,
 - uvođenje IMS (integrisanje: QMS, EMS, SMS, EnMS, ISMS),
 - uvođenje informacionih sistema klase: ERP, DMS, MIS, DSS),
 - finansijsku konsolidaciju,
 - socijalni program.
- Korporativno restrukturiranje „Železnice Srbije“ ad podrazumeva izradu organizacione strukture, koja podrazumeva četiri poslovna društva, koja obuhvataju različite tehnološko-poslovne celine:
 - Holding

- Društvo za upravljanje železničkom infrastrukturom
- Društvo za prevoz robe
- Društvo za prevoz putnika
- U kasnijim fazama, ukoliko studije opravdanosti pokažu, uvođenje autsorsing preduzeća za: održavanja železničkih vozničkih sredstava, održavanje kontaktne mreže, signalno-sigurnosnih i telekomunikacionih sistema, za razvoj intermodalnih centara, za gazdovanje imovinom i komercijalizacijom stanica, za pružanje pravnog supporta i sl.
- Nova društva treba da startuju sa zdravim bilansom stanja i bez obaveza i istorijskih dugova, koje treba da preuzme na sebe Država.
- Nova društva treba da startuju bez viška zaposlenih i viška imovine. Definisanje viška zaposlenih treba da bude izvršeno na osnovu Studije radne snage, a definisanje viška imovine na osnovu Deobnog bilansa.
- Višak imovine i višak zaposlenih treba da prihvati Holding. Holding, zajedno sa Državom, višak zaposlenih treba da reši kroz Socijalni program, a višak imovine treba da se komercijalizuje i služi za otplatu istorijskih dugova i za finansiranje Holdinga.
- Holding društvo treba da ima koordinirajuću i kontrolnu ulogu u odnosu na društva profita, kao i da organizuje korporativne funkcije (strategija i razvoj, konsolidovano planiranje, vođenje poslovnih knjiga, izrada finansijskih izveštaja i ekspertiza, integrisana nabavka, pravno zastupanje, usklađivanje međusobnih odnosa i arbitraža i sl.) ukoliko se pokaže da je njihovo postojanje u društvima profita skuplje i neefikasnije. Funkcije Holdinga i rok njegovog trajanja treba posebno dobro proučiti, kako bi se izbegle greške nekih železničkih kompanija u okruženju.
- Kompletan proces restrukturiranja „Železnice Srbije“ ad treba da bude izveden u tesnoj saradnji sa resornim Ministarstvom građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture, ali i sa Ministarstvom privrede, Ministarstvom finansija, Ministarstvom pravde, Ministarstvom za rad, zapošljavanje, boračka i socijalna pitanja i Direkcijom za imovinu Republike Srbije.

6. AKTIVNOSTI MEĐURESORNE VLADINE KOMISIJE

U cilju upravljanja procesom reforme „Železnica Srbije“ ad Vlada Republike Srbije formirala je međuresornu komisiju koju su sačinjavali predstavnici: Ministarstva građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture, Ministarstva privrede, Ministarstva finansija, Ministarstva za rad, zapošljavanje, boračka i socijalna pitanja, Direkcije za železnice i „Železnica Srbije“ ad.

Komisija je prevashodno radila na formalnim uslovima za realizaciju obaveza iz Projektnog zadatka koji su se odnosila na izradu normativnih akata. Stručne službe „Železnica Srbije“ad su izradile sva neophodna dokumenta za otpočinjanje statusne promene Društva.

7. AKTIVNOSTI KONSULTANTSKE KUĆE „PLANET“ KOJA JE RADILA PLAN RESTRUKTURIRANJA

Vlada Republike Srbije je u maju 2015. godine angažovala konsultantsku kuću „PLANET“ iz Londona da izradi program restrukturiranja. Finalni izveštaj od 9.10.2015. godine Vlada Republike Srbije usvojila je kao okvirni program sprovođenja reforme restrukturiranja železničkog sektora Srbije.

Institucionalna poboljšanja projektovana su tako da usklade železnički sektor u Srbiji sa zakonima EU uključuju sledeće:

- Ograničavanje mogućnosti Vlade Republike Srbije da interveniše u svakodnevnom poslovanju železnice na osnovu planiranog uvođenja PSO (Public Service Obligation/Obaveza javnog prevoza), MAIC (Multi Annual Infrastructure Contract/Višegodišnji infrastrukturni ugovor) i IAC (Infrastructure Access Contract/Ugovor o korišćenju infrastrukture) ugovora od 01/01/2016.
- Oslobođanje od „istorijskog“ duga zasnovano na tome da Vlada RS preuzme odgovornost za njegovo otplaćivanje.

Uz činjenicu da je ukupni povraćaj troškova u železnici 55% (prihod od RSD 12,3 milijardi, ukupni trošak RSD 22.4 milijarde u 2014.), potrebno je u narednom periodu postići finansijska i poslovna poboljšanja kroz ključne strategije:

- Racionalizaciju železničke mreže na osnovu njihovog doprinosa bilansu uspeha poslovanja. Ovo takođe uključuje i eliminisanje prevoza koji generiše gubitak, ukoliko on nije posebno finansiran od strane Vlade RS.
- Reorganizaciju aktivnosti na osnovu potreba za strukturalnim promenama, fokusom na klijente, bolje definisanu odgovornost poslovnog rukovodstva i decentralizaciju nivoa nadležnosti i odgovornosti.
- Novoformirana preduzeća treba da se oslobode vanosnovnih delatnosti i nefunkcionalane imovine koja prodajom ili komercijalizacijom treba da obezbedi sredstva za vraćanje istorijskih dugova koje nije preuzela Država.
- „Železnice Srbije“ ad treba da preuzmu višak radne snage, tako da ne opterećuju poslovni rezultat novo formiranih preduzeća.
- Strategiju održavanja koja treba da nadoknadi premala ulaganja u održavanje tokom protekle decenije.

- Investicionu strategiju koja se fokusira na prioritne oblasti i strogo je usklađena sa planovima za restrukturiranje.
- Strategiju za ljudske resurse, kao ključni element za izvođenje ostalih strategija.

Poslovne strategije koje će poboljšati poslovni učinak:

- Povećati efektivnost i efikasnosti poslovanja.
- Tražiti prilike da se razviju izvori dodatnih prihoda posredno u vezi sa dodatnim uslugama u prevozu putnika i robe.
- Modernizovanje poslovnih procesa i unapređenje prodaje.
- Povećanje produktivnosti povećanjem rada i smanjenjem broja zaposlenih za 6151 u periodu do 2020. godine, gde Država treba da obezbedi 39 miliona EUR za socijalni program.
- Država bi trebalo da preuzme sve obaveze za međunarodne kredite za koje je dala garancije u iznosu od 81,4 milijardi RSD i obaveze prema državnim preduzećima u iznosu od 5,36 milijardi RSD.
- U narednih pet godina realizovati plan investicija u iznosu od:
 - 274 miliona EUR za „Srbija Voz“, pri čemu će se investicije fokusirati na vozni park (90%), novi sistem izdavanja karata (5%), i informacione sisteme (5%).
 - 458 miliona EUR za „Srbija Kargo“, pri čemu će se investicije fokusirati na vozni park (98%), i informacione sisteme (2%).
 - 3.95 milijardi EUR za „Infrastrukturu železnica Srbije“, pri čemu će se investicije fokusirati na obnovu (69%), modernizaciju (29), stanice i informacione sisteme (2%).
- Formirati profesionalni menadžment u svim preduzećima.

8. ŠTA JE URAĐENO U 2015. GODINI

Planom za reformu železnice (po Projektnom zadatku između MGSI, SB i MMF) je predviđeno postojanje četiri odvojena železnička preduzeća:

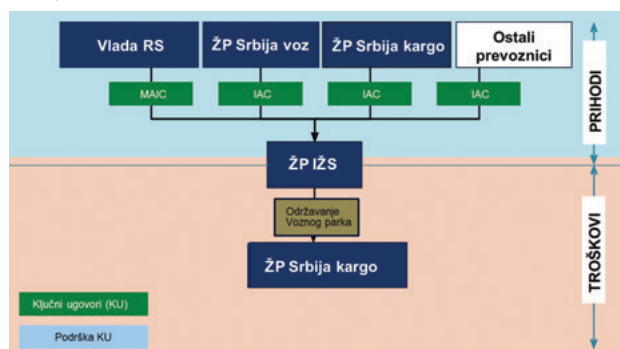
- ŽP Upravljač železničke infrastrukture (ŽP Infrastruktura železnica Srbije – IŽS),
- Železničko preduzeće Srbija Voz, koje pruža usluge prevoza putnika),
- Železničko preduzeće Srbija Kargo, koje pruža usluge prevoza robe),
- ŽP Železnice Srbije AD.

Uloga, funkcije i obaveze ŽP Infrastruktura železnica Srbije

ŽP IŽS je nacionalni upravljač železničkom infrastrukturom. Preduzeće će preuzeti odgovornost za jasno i transparentno upravljanje imovinom železničke infrastrukture. U ovom pogledu, upravljanje imovinom

železničke infrastrukture je definisano kao kombinacija upravljanja, finansijskih, ekonomskih i inženjerskih poslova koje se tiču fizičke imovine sa ciljem pružanja optimalnog nivoa infrastrukturnih usluga korisnicima, i to na najekonomičniji način.

Za korišćenje železničke infrastrukture će se za to plaćati naknada – Naknada za korišćenje infrastrukture (TAC). Iz ovog razloga ŽP IŽS će prestati da bude tehničko telo koje je zaduženo za troškove, već će postati pravi „upravljlač“ čiji opseg obaveza uključuje donošenje odluka o raznim pitanjima, uključujući prihod, plan potrošnje i troškova čime će ono preuzeti punu odgovornost za svoj bilans uspeha. Na slici 12 prikazani su ključni finansijski tokovi ŽP Infrastruktura železnica Srbije.

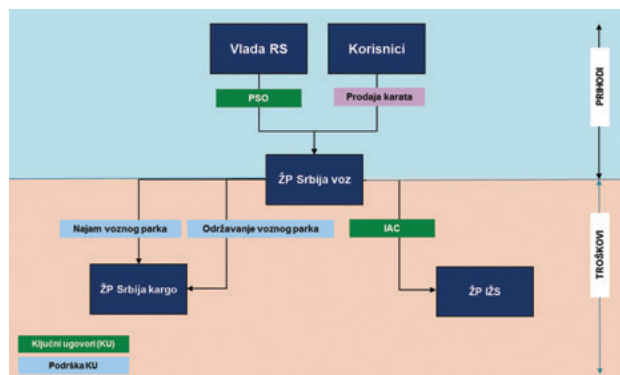


Slika 12. Ključni finansijski tokovi ŽP Infrastruktura železnica Srbije

Uloga, funkcije i obaveze ŽP Srbija Voz

ŽP Srbija Voz je uspostavljen kao nacionalno železničko preduzeće za pružanje usluga prevoza putnika. Preduzeće će preuzeti odgovornost za pružanje usluga prevoza putnika (međunarodnog, regionalnog i prigradskog) i održavanje svog voznog parka.

Kao železnički prevoznik putnika, ŽP Srbija Voz će posedovati sopstvene lokomotive, vagone, EMU i DMU, i ostalu imovinu.



Slika 13. Ključni finansijski tokovi ŽP Srbija Voz

Dva ključna izvora prihoda za ŽP Srbija Voz su (1) prodaja karata korisnicima i (2) PSO ugovor sa Vladom RS i ugovor sa Gradom Beogradom o prevozu na širem gradskom području Beograda.

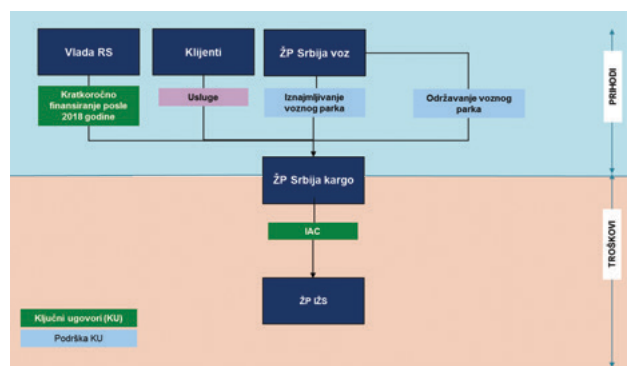
Na slici 13 prikazani su ključni finansijski tokovi ŽP Srbija Voz.

Uloga, funkcije i obaveze ŽP Srbija Kargo

ŽP Srbija Kargo je uspostavljeno kao nacionalno železničko preduzeće za pružanje usluga prevoza robe. Preduzeće će preuzeti odgovornost za pružanje usluga prevoza robe, uključujući i održavanje sopstvenih lokomotiva u vagona manjeg obima.

Kao železnički prevoznik putnika, ŽP Srbija kargo će posedovati sopstvene lokomotive i vagone, kao i ostalu imovinu.

ŽP Srbija Kargo će u početku imati dva osnovna izvora prihoda – (1) prodaju korisnicima i (2) ugovor o finansiranju sa Vladom RS od 2018. godine za podsticaj razvoja intermodalnog saobraćaja. Na slici 14 prikazani su ključni finansijski tokovi ŽP Srbija Kargo.



Slika 14. Ključni finansijski tokovi ŽP Srbija Kargo

9. OSNOVNI PROBLEMI U SPROVOĐENJU PROCESA RESTRUKTURIRANJA

Dezintegracijom železničkog sektora u Srbiji samo je otpočet proces restrukturiranja. Nažalost, Ministarstvo građevine, saobraćaja i infrastrukture smatra da je proces restrukturiranja železnice uspešno završen, što je predstavljeno javnosti, predstavnicima MMF i WB. Izuzev formiranja novih preduzeća, značajniji pomaci nisu napravljeni. Osnovne karakteristike procesa restrukturiranja ogledaju se u sledećem:

- Deobnim bilansom nekretnina i obaveza novoformirana preduzeća nisu startovala bez viška imovine van osnovnih delatnosti, nefunkcionalne imovine i istorijskih dugova.
- Višak zaposlenih nije prebačen u „Železnice Srbije“ ad, pošto Država nije obezbedila sredstva za socijalni program, tako da je višak radnika i dalje na teretu novoformiranih preduzeća.

- Obezbeđeno je samo oko 50% sredstava za obaveze javnog prevoza putnika, na osnovu metodologije koju je usvojila Vlada Republike Srbije, uz obavezu organizovanja prevoza na celoj mreži. „Srbija Vozu“ a.d. nije dozvoljeno da po tržišnom principu formira cene prevoza, iako su one 2–3 puta niže od autobusnog prevoza za isti ili bolji kvalitet usluge. Sve ovo će direktno uticati na kvalitet održavanja vozniha sredstava, njihovu pouzdanost – odnosno direktno na kvalitet usluge.
- Liberalizacija tržišta koja je izvršena 8.2.2016. godine direktno će ugroziti i opstanak „Srbija Kargo“ a.d. već u 2017. godini, pošto je nespreman (tehnički, tehnološki, organizaciono, kadrovski i informatički) za tržišnu utakmicu. Oko 70% prihoda „Srbija Kargo“ ad ostvaruje od međunarodnog prevoza koje strani operatori dovoze na ulazu u našu zemlju i preuzimaju na izlasku iz zemlje.
- Država nije izradila petogodišnji Nacionalni program razvoja i održavanja železničke infrastrukture, tako da nije poznato koliko sredstva je opredeljeno za tu namenu.
- Za 2016. godinu Država nije obezbedila dovoljno sredstava za održavanje infrastrukture i regulisanje saobraćaja. Sredstva kojima raspolaže „Infrastruktura železnica Srbije“ ad, su dovoljna samo za regulisanje saobraćaja i havarijsko održavanje. Sve ovo će dovesti do daljeg pada parametara neremontovanih pruga, što će direktno uticati na pad kvaliteta usluge prevoza robe i putnika, bitnog ugrožavanja bezbednosti i značajnog povećanja troškova po brutotonskom ili putničkom kilometru.

10. ZAKLJUČAK

Restrukturiranje železnice treba shvatiti kao dinamički i kontinuiran proces. Na osnovu iskustva zemalja članica EU možemo zaključiti da je u primeni takozvani pristup „učenje na greškama“. Zbog kompleksnosti železnice, stvaranje adaptivnog privrednog organizama koji je sposoban da se prilagođava tržišnim uslovima, a sa druge strane da ostane čvrst i stabilan kada je u pitanju bezbednost, pouzdanost i kvalitet usluge – je vrlo teško. Pre svega, potrebno je stvoriti kritičnu masu za upravljanje promenama, na znatno viši nivo podići znanje i odgovornost svakog zaposlenog.

Aktivnosti u vezi sa restrukturiranjem ne treba shvatiti samo kao defanzivan proces (smanjenje broja zaposlenih, smanjenje troškova i sl.), već kao potencijal za razvoj ljudskih resursa i novih tehnologija, koji preduzeću mogu obezbediti stabilne uslove privređivanja i tržišnu borbu sa nadolazećom konkurencijom. To je permanentna aktivnost koja se usklađuje prema konkretnim promenama u okruženju.

Iz iskustva zemalja EU možemo uočiti da preovlađuje holding kao model organizovanja. Dezintegrisan model organizovanja je uglavnom primenjen u zemljama kandidatima za ulazak u EU sa nametnutim obavezama:

- Povećanja kvaliteta infrastrukture pomoću inostranih kredita, gde se po pravilu izvođenje radova i oprema poveravaju kompanijama iz visokorazvijenih zemljama EU. Izgradnja infrastrukture po standardima EU je direktna posledica prekomernog zaduženja svih država kandidata.
- Plaćanja minimalnih troškova zakupa infrastrukture od strane operatora (najnovija regulativa EU), tako da najveći deo troškova održavanja infrastrukture snosi Država.
- Liberalizacija tržišta, sa posebnim akcentom na robni prevoz, gde su strani operatori u puno boljoj poziciji i na taj način jedini direktno profitabilan segment železnice zadržavaju za sebe.
- Brza liberalizacija tržišta (pre ulaska u EU) ima za direktnu posledicu dovođenje nacionalnog operatora u podređeni položaj u odnosu na strane i privatne operatere, a indirektno na smanjenje aktivnosti železničke privrede.

LITERATURA

- [1] European Commission: *“Whitepaper – European Transport Policy for 2010 - Time to Decide”*, Luxembourg, 2001.
- [2] European Commission: *“The Western Balkans in Transition”*, DG for Economic and Financial Affairs, Brussels, 2004.
- [3] The World bank group: *Railway Reform in the Western Balkans*, Washington, 2005.
- [4] United Nations: *The restructuring of railways*, New York, 2003.
- [5] The World bank group: *Public and Private Sector Roles in the Supply of Transport Infrastructure and Services*, Washington, 2004.
- [6] CER: *Reforming Europe’s Railways - Learning from Experience*, Bruxelles, 2011.
- [7] The World bank group, IMF and Government of Republic of Serbia: *ANNE XII: Terms of Reference – Technical assistance to the Ministry of Construction, Transport and Infrastructure (MgSi) and railway companies in state ownership in Serbia – Comprehensive reform of railways*, Belgrade, 2014.
- [8] PLANET S.A.: *Framework contract for technical assistance to the mocti and sr jsc in preparation of the corporate and financial restructuring plan of the serbian railways*, Contract No. 2015/ 356585 – Inception Report Fina, Belgrade, 2015.

RAJKO KOVIĆ¹**OPTIMIZACIJA PROJEKTOG PORTFOLIJU U FIRMAMA ŽELEZNICE****OPTIMIZATION OF PORTFOLIO PROJECTS IN RAILWAYS COMPANIES**

Datum prijema rada: 29.10.2016. god.

UDK: 625.11:005

REZIME

Tematski naslov Optimizacija projektnog portfolija u firmama železnice kreiran je u skladu sa holističkim shvatanjem železničke firme kao otvorenog sistema. Redizajn organizacione strukture savremenih železničkih firmi uslovljavaju promene u okruženju. Ove promene karakterišu: primena informacionih i komunikacionih tehnologija u poslovanju, nova znanja i intelektualni kapital koji se danas sve više javljaju kao glavni strateški resursi razvoja, a takođe i tranzicione direktive Evropske unije. U tim uslovima, najbolje rešenje je da se upravljanje promenama u firmama železnice ostvaruje multiprojektно, sa dekomponovanjem strateških u operativne ciljeve preko projektnog portfolija menadžmenta. Dat je pregled dostignutih saznanja o savremenim konceptima firme i portfolija konceptu. Teorijska razmatranja projektnog portfolija menadžmenta (PPM) predstavljena su kroz komparativnu analizu sa praksom projektnog menadžmenta (PM) i naglaskom na odnos upravljanja pojedinačnim projektom i portfolijom projekata. Pokazano je da PPM nije nastao kao negacija PM, već se razvio na rešavanju njegovih nedostataka i na njegovim dobrim osobinama. Portfolio koncept se prikazuje kao poslovna mapa različitih projekata, koji su selektovani prema svojoj korisnosti za ostvarivanje organizacione misije i strateških ciljeva firme i efikasnosti u kombinaciji raspoloživih strateških resursa. Portfolio menadžment, kroz primenu računarskih tehnologija u poslovanju, omogućava da se postojeće analize integralno obrađuju, a mnoštvo dobijenih informacija svede na najbitnije i rezultati vizualizuju primenom odgovarajućih softverskih paketa. **Ključne reči:** projekat, projektni menadžment, portfolija menadžment, portfolija koncept, koncept firme, železnice, strateško planiranje, selekcija projekata.

SUMMARY

Thematic title „Optimization of portfolio projects in railway companies” is created in accordance with holistic understanding of a railway company as an open system. Redesign of organizational structures of modern railway companies is governed by the changes in its environment. These changes feature: the usage of informational and communicational technologies in business, new knowledges and intellectual capital, growing main strategic resources of development, and transitional EU directives, also. In these conditions, the optimal solution is to manage the changes in a company through multiprojects with decomposition of strategic resources into operational goals through project portfolio management. This study will present an overview of the achievements in modern company theory and project portfolio management. Theoretical considerations of project portfolio management (PPM) are presented via comparative analysis with project management (PM) practice and with stress on the relations between managing a single project and a portfolio project. It is shown that PPM hasn't occurred as a negation of PM, but has developed on solutions of its deficiencies and PM's fine qualities. Portfolio concept is presented as a business map of different projects, which are selected according to their usefulness for substantiation of mission organization and strategic goals of the company and efficiency in combining available strategic resources. Portfolio management enables, through usage of informational technologies in business, for present analysis to be processed integrally, to reduce the multitude of acquired information to the most important data and to visualize the results, using the corresponding software packages. **Key words:** project, project management, portfolio management, portfolio concept, company theory, railways, strategic planing, projects selection.

1 Mr Rajko, Ković, dipl.ekon, „Železnice Srbije” ad., Nemanjina 6., Beograd, rajko.kovic@srbrail.rs

1. UVOD

Nakon aktuelnih izmena u organizacionoj strukturi sistema železnica u Srbiji, objektivno se nameće potreba da nove železničke firme postanu ekonomski efikasne i konkurentno sposobne na dugi rok. Druga faza restrukturiranja železnice obavezno se mora odnositi na pitanja upravljanja ograničenim resursima u cilju postizanja kvaliteta ekonomije u poslovanju. Ovaj zahtev otvara prostor za primenu projektnog portfolio menadžmenta (PPM) u firmama železnice, kao jednog od savremenih rešenja za postizanje ekonomske efikasnosti.

Implementacija modela projektnog portfolio menadžmenta u firmama železnice Srbije posebno je aktuelna u sadašnje vreme, kada država vrši restrukturisanje „Železnice Srbije“ ad u nekoliko tehnološki zavisnih firmi koje su u jednom lancu snabdevanja, ali koje se prvi put u svojoj istoriji suočavaju sa potpuno samostalnim poslovanjem na transportnom tržištu ili sa drastičnim smanjenjem subvencija iz budžeta. Za nove firme železnice to neizostavno podrazumeva i redefinisane odnose sa glavnim konstituentima šireg poslovnog okruženja, uključujući i dobavljače i remontere i lokalnu zajednicu i državnu upravu, sa kojima poslovne organizacije železnice treba da funkcionišu na principima dugoročne saradnje i poverenja.

Tranzicija železnice će se u sledećoj fazi oslanjati na opšti trend izgradnje inteligentnih firmi zasnovanih na specijalističkim znanjima menadžera i zaposlenih i na specijalizaciji programa poslovanja, što u prvi plan ističe upravljanje transakcionim troškovima, među kojima su najznačajniji troškovi finansiranja nabavke. Logistički karakter nabavke upućuje na značaj upravljanja lancem snabdevanja sa stanovišta finansiranja projektnog portfolija nabavke. U tom smislu, u savremenoj ekonomskoj teoriji se tretiraju novi pojmovi efikasnog odgovora potrošaču (ECR) i elektronske saradnje (EC). Projektni portfolio u oblasti nabavke savremen je instrument upravljanja finansiranjem nabavke, koji efikasno povezuje finansijski menadžment sa menadžmentom nabavke putem usklađivanja konfliktnih kriterijuma finansiranja, tako što internu rentabilnost projekata preko jačanja sopstvenih izvora finansiranja dovodi u vezu sa ciljnim nivoom likvidnosti.

Paradigma multiprojektnog upravljanja nabavkom može se translatorno preneti i na druge poslovne funkcije, s obzirom da je projektni portfolio univerzalan upravljački alat. Otuda se u skoroj budućnosti mogu očekivati dalje promene u organizacionoj strukturi železničkih firmi nakon reorganizacije izvršene u 2015 godini. Dalje promene svakako ne uključuju reverzibilnost sadašnjeg procesa, pogotovo ne njegovog smera, koji će ići ka daljem outsorsingu ekonomski

održivih celina (npr, održavanje železničkih vozila i pruga, nabavka, skladištenje, vođenje poslovnih knjiga, istraživanje tržišta, intermodalni transport i sl.), ali i sa mogućnostima merđžera, tamo gde je to ekonomski opravdano. Odnosi među novim firmama, pogotovo između firmi infrastrukture i firmi operatera, po aktuelnom konceptu EU, ostaju obavezno obligacioni.

2. PORTFOLIO KONCEPT

Upravljanje projektima u poslednjoj deceniji XX veka i danas dovodi se u vezu sa *portfolio konceptom*, koji na osnovama strateškog planiranja, omogućava primenu kombinovanih kriterijuma za optimizaciju streteških resursa firme, sa ciljem efikasne realizacije različitih i višebrojnih projekata i preko toga ostvarivanje misije i strateških ciljeva firme kao celine.

Portfolio teoriju uveo je 1952. godine Harry Markowitz u svom radu „*Portfolio Selection*“ i za to dobio Nobelovu nagradu (1992. godine). Ova teorija, poznata još kao „*portfolio teorija*“ ili „*portfolio management theory*“, polazi od sklonosti vlasnika portfolija (investitora) da ne rizikuju, odnosno da pri konstantnom (poznatom, datom) nivou rizika maksimiziraju koristi, svesni da svaki viši prinos nosi i viši rizik. Glavni kriterijumi za evaluaciju portfolia kod odluka o finansijskim investicijama su „*očekivana dobit*“ i „*stepen rizika*“.

Portfolio koncept je oblik organizovanja više projekata u jednu specifičnu celinu u kojoj su definisani resursi u funkciji ostvarenja misije i strateških ciljeva firme. Organizovanje savremenog poslovanja na portfolio konceptu *okuplja* na svakom projektu *sve funkcije* poslovne organizacije, od početka do kraja realizacije projekta, na jedinstvenom cilju: *optimizacija poslovnog rezultata*. Elementi jedinstvenog menadžment-procesa u firmi kao celini: stratejsko planiranje, stratejsko organizovanje, stratejsko rukovođenje i stratejska kontrola, jednako su primenljivi i u upravljanju projektnim portfolijom. Strateški ciljevi firme su istovremeno strateški ciljevi projekta. Projekat u portfolio konceptu zadržava sve osobine firme (resurse, ciljeve, organizaciju, strategiju, responsibilnost u odnosu na organizacijsku okolinu i senzibilitet u donosu na organizacijsko okruženje). Atraktivnost portfolio koncepta jeste u samoj portfolio paradigmi: *ono što važi za projekat kao celinu, važi i za celinu kao projekat*.

Portfolio koncept tretira lepezu različitih projekata kao *jedinstven* projekat i tako na jednostavan način savladava objektivnu kompleksnost i višedimenzionalnost upravljanja poslovanjem firme, počev od uticaja na smanjenje troškova (princip rentabilnosti), na smanjenje obima sredstava potrebnih za finansiranje poslovnih aktivnosti (princip likvidnosti), na jačanje finansijske

stabilnosti i razvoja poslovnog sistema, pa do uticaja na organizacionu strukturu firme i poslovno okruženje. Mnoštvo projekata, u različitim stanjima, fazama i nivoima razvijenosti, čine jedinstven projektni portfolio, koji predstavlja skup velikog broja istorodnih projekata, koji predstavljaju jednu logičku celinu.

U klasičnom konceptu poslovanja svi sektori preduzeća, koji se formiraju kao organizacione celine njegovih pojedinih poslovnih funkcija (proizvodnja, nabavka, prodaja, održavanje, finansije, plan, itd.) imaju, uslovno rečeno, autonoman položaj, koji se ogleda u optimiziranju sektorske funkcije. Poslovni uspeh preduzeća posmatra se kao rezultanta vektorskog sabiranja pojedinačnih sektorskih uspeha. Sektorska alokacija resursa predpostavlja postojanje definisanih budžeta za svaku poslovnu funkciju, odnosno za svaki sektor. Finansijska funkcija se iscrpljuje na iznalaženju modaliteta finansiranja sa ciljem obezbeđivanja stabilnih sektorskih budžeta, kao pretpostavke realizacije sektorskih strategija i ostvarivanja sektorskih ciljeva.

Portfolio koncept, s druge strane, podrazumeva *neprestanu konkurenciju projekata*, kao razvijenih poslovnih ideja. Projektni portfolio se predstavlja kao *interno tržište projekata*, koje odražava impulse sa stvarnog tržišta u svoj njegovoj dinamici i zato portfolio nije tek prost skalarni skup radi optimizacije izbora. Konkurencija projekata unutar portfolija nije samo u fazi izbora projekata, već traje *permanently* u svim životnim fazama projekata. Iz ugla finansiranja to znači pravi „mali rat“ između projekata oko realokacije ograničenih finansijskih sredstava, njihovog operativnog obima, namene, kvaliteta i dinamike. Nosioći projekata (projekt menadžeri, sektorski menadžeri) moraju izuzetno dobro osmisliti svoje projekte u svim njihovim dimenzijama (vreme trajanja, dinamika, ljudski, finansijski, materijalni resursi...), kako bi oni bili konkurentni. To obezbeđuje savremenoj firmi *konstantnu dinamičku reakciju* na turbulentne promene u okruženju i visok stepen *prilagodljivosti i fleksibilnosti organizacione strukture* firme. Takođe, operativno se reaguje sa preduzimanjem proaktivnih koraka kojima se osigurava i efikasno upravljanje promenama, fokusiranjem na resurse sa zacrtanim projektnim ciljevima.

Glavne karakteristike projektnog portfolija pogodne su za primenu matematičkih modela optimizacije. Polazeći od toga da je optimizacija u suštini svake ekonomije, projektni portfolio se posmatra kao kombinacija serije projekata organizovanih u jedinstven projekat koji teži ka optimizaciji odnosa između uložених resursa i postignutog rezultata.

Ovakav pristup upravljanju savremenim poslovanjem u novim firmama železnice je neophodan, jer su železnice specifičan i složen sistem, koji je istovremeno: (a)

tehnički raznovrstan, (b) prostorno distributivan, (c) responzivna (osetljiv na unutrašnje odnose) i (d) strateški (senzibilan na interakcije sa okruženjem).

3. KORESPONDENCIJA PORTFOLIO KONCEPTA SA KONCEPTOM FIRME

Savremena istraživanja na ovu temu daju, između ostalog, odgovore i na pitanje kako glavne poslovne performanse *projekta* korespondiraju sa konceptom *firme*, kao savremenom paradigmom poslovne celine, koju čine *čovjek, organizacija* (kao proces), *tehnologija i okolina*, čije koordinate definišu ambijentalno mikrookruženje ili *kontekst* i spoljašnju okolinu ili šire *okruženje*.

Mnogobrojne analize i empirijska istraživanja poslovanja kompanija u savremenim uslovima (primena informacionih i komunikacionih tehnologija i globalizacija) pokazuju da se vizija i misija savremenih preduzeća pomeraju ka ostvarivanju *strateških* ciljeva, koji se mogu integralno opisati kao *zadovoljenje interesa svih stakeholdera* (akcionara, zaposlenih, dobavljača, kupaca, države). Ovo pomeranje se dešava zato što se u savremenom poslovanju uspeh postiže zahvaljujući angažovanju različitih poslovnih resursa, od kojih se mnogi ne daju kvantifikovati i čiji su nosioći različiti. Skup svih resursa preduzeća (finansijskih, materijalnih, informacionih, organizacionih i resursa opštih i specijalističkih znanja, sposobnosti i veština) naziva se *strateški resursi*. Strateški resursi doprinose maksimizaciji rezultata poslovanja na dugi rok, u jedinstvenom logističkom toku poslovanja koji se zove lanac snabdevanja, na čijem je vrhu krajnji korisnik – potrošač. Otuda *strateški cilj savremenog preduzeća nije maksimizacija dobiti, već maksimizacija dobiti pri kojoj se najbolje zadovoljavaju interesi potrošača*. U ostvarivanju ovako postavljenog strateškog cilja, savremena preduzeća su prinuđena da budu jednovremeno veoma osetljiva na unutrašnje okruženje (responzivna) i senzibilna na spoljašnje okruženje (strateška). Ovakvo definisana savremena preduzeća nazivaju se *firme* i na ovim premisama razvijene su različite savremene teorije firme. Savremene teorije firme su objasnile i konceptualne (doktrinarne) razloge aktuelnog *pomeranja upravljanja firmom sa projektnog na portfolio menadžment*. Portfolio menadžment se razvija kao upravljanje projektnim portfolijom sa *aspekta ostvarivanja strateškog cilja firme*.

Savremene teorije firme polaze od, u višestrukim istraživanjima, dokazanog pravila da ekonomska efikasnost firme raste sa veličinom firme. Velike korporacije (akcionarska društva) ostvaruju najviše profite, dok su u malim firmama, jedno-vlasničkim ili ortačkim, profiti znatno niži a rizici ulaganja veći. Velike korporacije ostvaruju čak 90% ukupnog profita u USA

i motor su razvoja američke i svetske ekonomije. Došlo se do zaključka da su velike korporacije najuspešnije organizaciona forma, ali se ukazuje na problem da u ovoj formi poslovne organizacije dolazi do razdvajanja vlasništva i upravljanja, da menadžeri imaju značajnu diskreciju u pogledu informacija i donošenja odluka, da vlasnici (akcionari) marginalno utiču na upravljanje, a firma se sve manje rukovodi samo interesima akcionara (vlasnika).

Savremena firma mora, uz probleme ekonomske efikasnosti, da se bavi i odnosima korporacije i društva, odnosno setom pitanja koja se zajedno zovu: društvena odgovornost korporacije. Ovaj pristup približava javna preduzeća (železnice) savremenom modelu firme i olakšava objašnjavanje misije, vizije i ciljeva javnih preduzeća. U praksi poslovnog sistema železnice razvijaju se pojedine molekularne organizacije, poznate kao firme-kćerke ili, u novije vreme, kao samostalna društva sa definisanim predmetom poslovanja. Jedna od železničkih firmi može biti i firma za nabavku.

Za savremenu poslovnu organizaciju upotrebljava se termin firma upravo da bi se naglasila potreba da se objasne svi atributi savremenog preduzeća koje posluje u turbulentnom okruženju. Savremena firma kao celina funkcioniše i ostvaruje se kroz optimizaciju projektnih portfolija, odnosno u savremenoj firmi prednosti projektnog portfolija menadžmenta mogu se najbolje pokazati. Zato se u ovom radu koristi termin firma, kao sinonim za savremeno preduzeće.

4. PORTFOLIO PROJEKTI MENADŽMENT (PPM)

Na prikazanom portfolio konceptu u razvijenim ekonomijama u poslednjih desetak godina razvio se najsavremeniji model upravljanja poslovnim sistemima, koji se zove *projektni portfolio menadžment* (PPM). *Portfolio menadžment* obuhvata sledeća problemska pitanja: evaluacija postojećih portfolija; izbor projekata; formiranje portfolija; optimizacija veličine portfolija; održavanje portfolija; organizovanje izvođenja projekata; alokacija resursa projekata; izbor PPM softvera; implementacija portfolija; procena i provera menadžmenta portfolija; otkazivanje neuspešnih projekata na vreme.

Project Portfolio Management – PPM je nastao nakon višedecenijskog vladajućeg *Project Management – PM* koncepta, a pojavio se krajem prošlog veka u SAD. Razvijen je kao novi menadžment-protokol orijentisan na ispunjenje kompleksnih zahteva prakse u upravljanju sve većeg broja projekata. Početkom novog milenijuma postoji ogroman broj projektno baziranih aktivnosti u svim sferama života i rada, pa projekat i projektni menadžment se javljaju kao kao kritični faktori uspeha

u svim sektorima privrede i društva i kao odgovor na brojne izazove i pitanja, kojim se pre svega rešavaju problemi *brojnosti alternativnih projekata i ograničenosti resursa za njihovu realizaciju*. Najčešća pitanja su: da li su projekti usaglašeni sa ciljevima firme, odnosno u kojoj su meri pokazatelji uspešnosti projekata u vezi sa ostvarivanjem poslovnih ciljeva, koja kombinacija projekata najbolje koristi raspoložive resurse, da li se projektima ostvaruje organizaciona vizija? Istovremeno je uočeno i ogromano rasipanje resursa i slabljenje privrednih i društvenih potencijala zbog neadekvatne selekcije projekata. Nastala je potreba da se, koristeći informacione tehnologije, izgradi novi, detaljniji i suptilniji model projektnog menadžmenta, koji bi mogao da uspešnije rešava probleme optimalne selekcije mnoštva projekata i optimalne alokacije ograničenih resursa.

Na kongresu koji je održan u Kankunu 2007. godine, pod nazivom *Novi PM trendovi*¹ prikazani su prvi radovi i iskustva iz oblasti projektnog portfolija menadžmenta (PPM). Ukazano je da su *projekti posmatrani kao celina* najbolji pokazatelj profitabilnosti firme, koja se dostiže kroz proces selekcije projekata i njihovo permanentno praćenje, evaluaciju i redizajniranje. Računarska tehnologija je omogućila takvo posmatranje projekata, pa je razvijen niz standardizovanih i automatizovanih softverskih protokola za odabir i praćenje projekata. Osnovna upravljačka korist novog pristupa je prevazilaženje jaza (*gap-a*) između operativnog menadžmenta i upravljanja projektima. Putem novog menadžment protokola ostvareno je povezivanje operativnog planiranja i upravljanja projektima. PPM je tako postao mnogo više od modifikacije PM, odnosno postao je *jezgro svih aktivnosti* firme. Danas se u teoriji strateškog menadžmenta PPM opisuje kao *celovit sistem upravljanja integrisanom dinamičkom celinom svih projekata organizacije sa jedinstvenim ciljem realizacije ukupnih koristi i ukupne strategije*.

Projektni portfolio menadžment usmerava pažnju na procenu investicije, izbor portfolija i ponovnu procenu investicije. *Pretpostavlja se da postoji dovoljan broj predloženih investicija, i da su definisani strateški ciljevi*. Portfolio menadžment se *fokusira na strateške resurse* kod odabira najbolje investicije. Investicija označava nešto u šta se resursi ulažu, investiraju, i nakon toga njima se upravlja kao projektom. Uspešan projektni portfolio menadžment maksimizira koristi, pa je posle selekcije projekata za portfolio glavni cilj portfolija menadžmenta da održi portfolio koji maksimizira koristi za sve stejkholdere. Portfolio menadžeri razmatraju dostupnost i dinamiku ograničenih resursa

1 PMI Global Congress, Papers on PPM within the theme: *New PM trends*. Cancun, Mexico, 2007.

na način koji omogućava firmi da optimizira resurse za portfolio. PPM obezbeđuje firmi, stejkholderima, operativnim i top menadžerima permanentnu, preciznu, aktuelnu i podacima vođenu, sposobnost za procenu, prioritetizaciju i praćenje pojedinačnih mogućnosti za ulaganje. Na taj način PPM prevazilazi jaz između operativnog i strateškog upravljanja u organizacijama, a zatim i između operativnog planiranja i totalnog upravljanja pojedinim projektima, što je inače jedan od osnovnih problema u realizaciji projektnog menadžmenta.

Portfolio svake firme definiše njene finansijske mogućnosti i potrebe i treba da bude usklađen sa sadašnjim i projektovanim finansijskim položajem i ciljevima. U konstruisanju portfolija postoje četiri osnovna koraka: (1) Analiza finansijskih mogućnosti, (2) Alokacija strateških resursa, (3) Evaluacija i selekcija projekata za portfolio i (4) Merenje performansi.

Postoji nekoliko opštih zahteva koje treba da zadovolji uspešan projektni portfolio, a to su: da bude *jednostavan i lak za upotrebu, transparentan, ekstenzivan, konzistentan, interaktivan*. Projektni portfolio je interaktivan sa strategijom. To znači da portfolio ne treba jednostavno da uzima strategiju kao nešto „zdravo za gotovo“, nego i da ukaže na njene nedostatke. Na ovim pojedinačnim odlukama omogućava se da se projekti sakupe u organizacioni portfolio koji može kreirati konkurenciju za ograničene resurse među raspoloživim mogućnostima investiranja. To je put koji vodi ka optimizaciji organizacionog portfolija preko stratejskih, finansijskih i ciljeva rizika.

Portfolio koncept se ostvaruje kroz različite *modele optimizacije portfolija*, kojom se vrši permanentna realokacija ograničenih resursa firme na izabrane projekte. U portfoliju mnoštvo projekata stalno konkuriše za ograničene strateške resurse firme u neprekidnom procesu optimizacije. Firma živi (postoji, posluje i ostvaruje se) kroz neprekidni proces optimizacije projektnog portfolija.

Portfolio koncept je veoma podesan za postavljanje poslovnog modela upravljanja projektima nabavke, uključujući i finansiranje nabavke. Dve najbitnije dimenzije funkcije nabavke u velikim tehnološko-ekonomskim sistemima poput željeznica su: *ekonomsko-finansijska i distributivno-logistička*. Istraživanja pokazuju da *ekonomsko-finansijska funkcija nabavke* u velikim poslovnim sistemima ima najbolje efekte ako je centralno organizovana. Razlog je očigledno u ekonomiji obima. To podrazumeva velike kupovine i povoljan položaj na tržištu u odnosu na dobavljače. Efekti se ogledaju u velikim uštedama, što direktno povoljno utiče na tekuću likvidnost i poslovni rezultat. S druge strane, ovako organizovana nabavka obezbeđuje

stabilnost funkcionisanja poslovnog sistema. Centralno organizovana nabavka u velikim poslovnim sistemima ima sposobnost da na različite načine i gotovo bezbrojnim poslovnim kombinacijama, obezbeđuje dodatne izvore finansiranja nabavke, nezavisno od centralnog budžeta.

U dugom postojanju i razvoju tehničko-poslovnog sistema željeznica u regionu, tehničkim i saobraćajnim funkcijama poklanjana je znatno veća pažnja, dok su ekonomsko-komercijalne funkcije (nabavka, finansiranje, prodaja, marketing, istraživanje tržišta, planiranje i razvoj) ostale relativno nerazvijene i sa organizacionom strukturom koja nije kompatibilna sa celinom poslovnog sistema. Ovaj funkcionalni i organizacijski *disbalans* jeste realna smetnja adekvatnom razvoju novih željezničkih firmi.

5. PROJEKTNI MENADŽMENT (PM) I PORTFOLIO PROJEKTNI MENADŽMENT (PPM)

PPM se smatra najvećim napretkom u oblasti projektnog menadžmenta od pronalaska TPM metoda 1950. godine. Pri tome je važno primetiti da PPM nije nastao kao negacija PM, već se razvio na rešavanju njegovih nedostataka i na njegovim dobrim osobinama. PPM nije još jedna PM tehnika, on obuhvata PM.

Najznačajnije novine u upravljanju firmama koje je PPM doneo ogledaju se u sledećem:

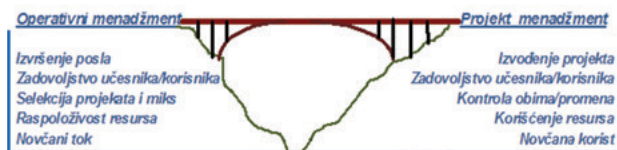
- a) PPM uspeva da sinhronizuje realizaciju projekata i strategije firme, odnosno da premosti jaz između projektnog menadžmenta i operativnog (funkcijskog) menadžmenta,
- b) PPM je praktičan, tj. ne bazira se na visokoj, teoremskoj nauci, već na logici i zdravom razumu. PPM je relativno lak za uvođenje i primenu, jer se može uvoditi fazno i prilagođavati specifičnostima firme, zahteva relativno niske izdatke, i kratku obuku osoblja za rukovanje softverom.
- c) Istraživanja su pokazala da firme koje su usvojile PPM koncept ostvaruju bolje poslovne rezultate.²

Grafički opis integrativnih osobina PPM dat je u *Slici 1*.

Integrativne osobine PPM mogu se sublimirati u sledeće tri izjave:

1. PPM je most između operativnog upravljanja i upravljanja projektima.
2. PPM je most između operativnog planiranja i upravljanja portfolijom.
3. PPM je most, jezgro i faktor integracije svih aktivnosti organizacije.

² Harvey Levine: *Project Portfolio Management*, Jossey-Bass. Wiley Imprint, USA, 2005.



Slika 1. PPM kao most između operativnog i projektnog menadžmenta³

Glavni izazov projektnog menadžmenta je *postizanje ciljeva projekta*, uz postojanje klasičnih problema sa kojima se suočava neki projekat-obim, kvalitet, vreme i novac. Drugi, i možda značajniji izazov, je optimiziranje alokacije i integracije resursa neophodnih za postizanje definisanih ciljeva. Mnoge organizacije smatraju da je projekat uspešan ako je završen na vreme i sa određenom sumom novca. Ali šta ako je to bio potpuno pogrešan projekat ili ako njegovi rezultati ne zadovoljavaju očekivanja korisnika ili same organizacije? Projektni menadžment ima razvijene tehnike kontrole izvršenja projekta, putem kojih se gleda da projekat bude završen u roku i u okviru odobrenih sredstava, ali ne odgovara na pitanje da li i kako projekti mogu da daju rezultate koji zadovoljavaju očekivanja akcionara, odnosno koji doprinose ostvarivanju starteških ciljeva firme.

Portfolio menadžment se razvio na rešavanju nedostataka koncepta projektnog menadžmenta. Upravljanje portfolijom ima bitno drugačije osobine od upravljanja projektom. To proističe iz bitno drugačijih osobina portfolija. Životni vek portfolija počinje mnogo ranije i mnogo je duži nego svakog pojedinačnog projekta. Portfolio "traje" permanentno i njegov razvoj se kontinuirano prati, dok se izolovani projekat može pratiti ad hoc. Upravljanje portfolijom zahteva posebnu pažnju u prve tri faze veka portfolija: selekcija projekata (biznis planova) sa stanovišta poslovnih ciljeva, konceptualna selekcija projekata (konceptna faza) i planiranje i izvršenje odabranih projekata.

Projektni menadžment počinje sa fazom donošenja odluke o realizaciji pojedinačnog projekta, u kojoj se sagledavaju njegove performanse (obim, trajanje, dinamika, resursi), koje se zatim stavljaju u odnos sa ciljevima projekta i time se meri stepen efektivnosti projekta, koji se optimizira. Portfolio koncept počinje posmatranjem projekata znatno ranije, selektujući prethodno projekte kao razvijene biznis ideje sa stanovišta organizacione vizije i strateških ciljeva preduzeća. U protokolu PPM vrši se sagledavanje performansi odabranih projekata tek nakon njihove **prethodne selekcije u odnosu na poslovne ciljeve firme**.

Tako se obezbeđuje da se, u fazi realizacije izabranih projekata, automatski i istovremeno sa ostvarivanjem projektnih ciljeva automatski i istovremeno realizuju ciljevi organizacije.

Osobine PPM se najbolje mogu objasniti uporednom analizom sa osobinama PM.

- 1) **PPM uvodi strateški pristup projektima**, postavljajući portfolio projekata obavezno u funkciju ostvarivanja startegijskih ciljeva firme, dok PM projekte posmatra samo sa stanovišta operativne realizacije projektnih ciljeva.
- 2) **Portfolio obezbeđuje simultano odvijanje projekata unutar portfolia**, što daje veći prostor operativnom i projektnom menadžmentu za saradnju na kombinovanju raspoloživih resursa firme (najčešće finansijskih i ljudskih) prema trenutnim potrebama realizacije pojedinačnih projekata, koji su po pravilu u različitim fazama životnog veka, dok se PM bazira na sekvencijalnom odvijanju projekata, opredeljujući angažovanje resursa prema njihovoj dinamici u svakoj fazi projekta, bez obzira na stanje sa drugim projektima.
- 3) **PPM koncept se zasniva na saradnji među projektima** unutar projektnog portfolia, dok se u PM konceptu projekti tretiraju kao izolovane, međusobno nezavisne akcije, čiji ciljevi mogu čak biti i suprotstavljeni.
- 4) **Planiranje, praćenje i kontrola portfolia daje višestruko veće efekte**, kako na sniženje ukupnih troškova menadžmenta tako i na znatno povećanje poslovnog rezultata, nego planiranje, praćenje i kontrola pojedinačnih projekata. Izbegava se multiplikovanje troškova upravljanja, koje je kod upravljanja pojedinačnim projektima neizbežno.
- 5) **Portfolio objedinjuje projektni i operativni menadžment** na istom zadatku, dok je u realizaciji pojedinačnih projekata projektni menadžment često suprotstavljen operativnom menadžmentu. Realizacija pojedinačnih projekata najčešće deluje kao remetilački faktor ustaljenom algoritmu operativnog menadžmenta.
- 6) Organizacija PM je dvodimenzionalna i njegovi efekti se mogu na Gaussovom dijagramu uvek postaviti kao odnos input:output (sredstva/dobit, troškovi/dobit i sl.), dok je **organizacija portfolija obavezno trodimenzionalna**, jer uključuje i uticaje okoline kao treću dimenziju.
- 7) Projektni menadžment realizuje izabrani projektni tim, dok je **portfolio menadžment nezamisliv bez interdisciplinarnog multifunkcionalnog tima**,

³ Preuzeto iz: Biljanja Madić: PPM koncept, stanje u nekim organizacijama u Srbiji i predlozi za implementaciju i unapređenje, Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet Bor, 2009.

što zahteva objedinjavanje projektnog tima sa operativnim menadžerima.

- 8) Projektni menadžment vezan je za osobine projekta kao privremenog procesa, dok je **portfolio menadžment kontinualan proces** stalne selekcije novih projekata i njihovo uključivanja u projektni portfolio. Permanantno redizajniranje portfolia upućuje na PPM kao proces poslovanja firme.

PM i PPM su nerazdvojni delovi iste naučne suštine. Teorijska i empirijska istraživanja odnosa PM i PPM su pokazala, da pored evidentnih razlika, postoji potreba za integracijom PM u PPM, koja je logična, neophodna i moguća.⁴ PPM integriše PM kao svoj esencijani alat, koji predstavlja ciklični proces smenjivanja četiri osnovne faze: iniciranje, planiranje, izvršenje i kontrola. U PPM procesu pojedinačni projekat počinje i završava se u određenom periodu, dok se PPM proces iznova ponavlja u vidu iterativnog ciklusa.⁵ Empirijska istraživanja su potvrdila visok stepen korelacije i uticaja PM na efikasnost PPM.⁶

Osnovne komponente PPM modela, koje su istovremeno i neophodni preduslovi za sprovođenje tog koncepta u praksi, čine:

- a) Strateško planiranje i upravljanje resursima,
- b) Posebna organizaciona struktura,
- c) Informacioni sistem sa specifičnim alatima i
- d) Posebna kultura i kadrovi.

Poseban značaj za realizaciju PPM modela ima **strateško planiranje**. Strateško planiranje predstavlja precizno i jasno definisanje vizije, misije i strategija firme, što je preduslov dobrih taktičkih poteza u selekciji i evaluaciji projekata za portfolio, održavanju i upravljanju portfoliom. Strateško planiranje i PPM proces dolaze u dodir već kod formiranja portfolija, a najveći značaj ima primena elemenata strateškog planiranja (ciljeva, kriterijuma, pokazatelja) u fazi selekcije projekata za portfolio.

6. SELEKCIJA PROJEKATA ZA PORTFOLIO

Formiranje projektnog portfolija vezano je za selekciju projekata – kandidata za portfolio. Selekcija projekata za portfolio je prva i najvažnija faza (komponenta) PPM procesa. Selekcija projekata za portfolio polazi od jasno

definisane organizacione misije, kao ograničene liste opštih ciljeva i težnji firme kojom se definiše njen smisao, organizacione vizije, kao mentalne mape puteva kojim se realizuju misija organizacije i strategijski ciljevi, kao skup jasnih izjava o očekivanim rezultatima u nekom određenom razdoblju. Odgovore na ključno pitanje, kako viziju i misiju firme, kao konceptualne oblike, možemo da realizujemo u praksi, odnosno kako da nađemo pravac, načine i metode za to, daje *strategija*, kao skup operativnih mera i taktika za ostvarivanje ciljeva. Strategija organizacije je *plan po kome se postiže određeni cilj i ostvaruju misija i vizija organizacije*.⁷

Strateški ciljevi mogu biti vezani za modernizaciju firme (npr. kupovina opreme za novu proizvodnu liniju, modernizacija IS, kupovina PPM softvera), za poboljšanje tržišne pozicije firme (npr. ostvariti ukupan prihod za 20% veći u odnosu na prethodnu godinu, povećati tržišni udeo na 10% i sl.). U firmama koje su hronično nelikvidne strateški cilj je obično podizanje nivoa likvidnosti (npr. izmirivanja obaveza do 30 dana od dana dospeća, smanjenje zaduženosti za 50% i sl.). U firmama koje posluju sa gubitkom, strateški cilj je postizanje rentabilnosti poslovanja.⁸

Posmatrajući strateške ciljeve firma sastavlja inventar raspoloživih resursa i preduzima strateško planiranje, koje obuhvata i strateške analize tržišta. Strateški ciljevi omogućavaju formiranje prethodne slike o optimalnom projektnom portfoliju, koji je pre svega definisan raspoloživim resursima, odnosno resursima koje, pored sopstvenih, firma može pribaviti iz eksternih izvora (kredit, zajmovi, koncesije i sl.). Strateško planiranje povezuje strateške ciljeve i strateške resurse, a projektni portfolio organizuje strateške resurse na način da oni izvršavaju strateške ciljeve. Organizovanje raspoloživih strateških resursa firme preko projektnog portfolija vrši se putem evaluacije pojedinačnih projekata i njihove selekcije u portfolio i određivanjem optimalne veličine portfolija.

Strateško planiranje i PPM proces su vezani preko projektnog portfolija, kao do sada najbolje izvedenog organizacionog oblika za upotrebu strateških resursa

4 Pennypacker JS, Sепate P, *Integrating Project and Portfolio Management*, 2002, 48:4.

5 Wideman Max, *A Management Framework for Project, Program and Portfolio Integration*. Chapter 8-A: Model with portfolio potential. Trafford Publishing, Victoria, BC, Canada., 2004.

6 Martinsuo M, Lehtonen P, *Role of single-project management in achieving portfolio management efficiency*, Int. J. Project Manage., 2007, str.25(1): 56-65.

7 Dr Dragan Djuranović, Strategijski menadžment, Saobraćajno tehnički fakultet Doboj 2007, str.167.

8 Postavljanje likvidnosti i rentabilnosti kao strateških ciljeva poboljšava strukturu angažovanih sredstava u korist sredstava iz sopstvenih izvora, a u slučaju „Železnice Srbije“ smanjuje njihovu zavisnost od dotacija iz državnog budžeta, što dovodi do podizanja stepena sposobnosti za izmirenje dospelih obaveza o roku (likvidnost). Osim toga, postavljanjem osnovnih kriterijuma finansiranja kao strateških ciljeva obezbeđuje se definisanje finansijskog aspekta aktuelne transformacije firmi železnice. Međusobna konfliktnost i uslovljenost kriterijuma likvidnosti i rentabilnosti odražava složenost upravljanja ukupnim poslovanjem firmi, ali s druge strane, oni se mogu tačno preslikavati na projektni portfolio. Time se omogućuje jednostavno postavljanje kriterijuma za evaluaciju i selekciju projekata kandidata za portfolio i određivanje optimalne veličine portfolija, što je osnov za formiranje portfolija.

firme za ostvarivanje strateških ciljeva i organizacione misije. PPM dovodi u najužu međuzavisnost strateško planiranje sa raspoloživim strateškim resursima. Ta veza se ostvaruje upravo preko projektnog portfolija.

Odgovornost za selekciju mora biti strogo definisana, jer greške u selekciji se u kasnijim fazama multiplikuju sa nesagledivim posledicama, pa selekcija mora biti proizvod multidisciplinarnog i multifunkcionalnog tima. Selekcija projekata je najvažnija faza PPM procesa koja se zasniva na procesu evaluacije.

Polazeći od indikatora kojim se kvantifikuju strateški ciljevi, projekti kandidati za portfolio u procesu selekcije prolaze kroz tri filtera evaluacije:

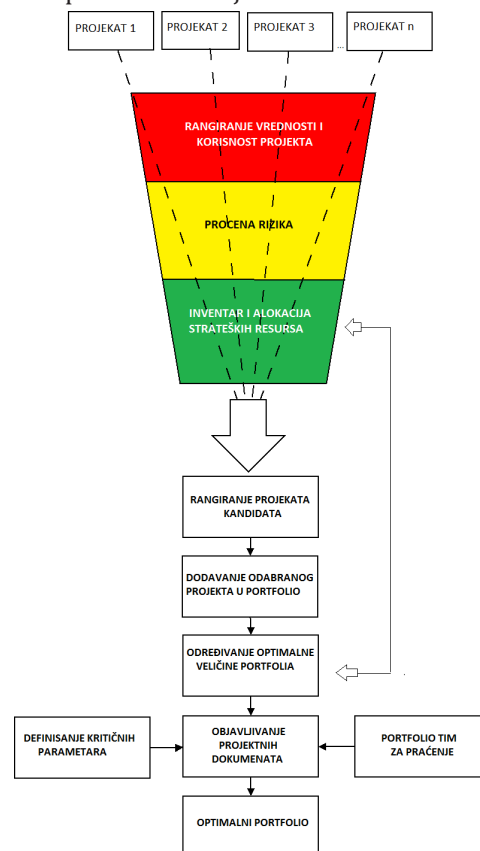
- Ocena projekata prema kriterijuma vrednosti i korisnosti za firmu,
- Procena rizika vezanih za ostvarivanje projekata,
- Ocena projekata u odnosu na raspoložive strateške resurse. (Slika 2).

Kriterijumi evaluacije projekata kandidata za portfolio su mnogobrojni i tiču se veličine koristi za firmu i visine rizika za ostvarivanje tih koristi. Koristi se obično prikazuju kao vrednosni, finansijski kvantifikovani rezultati poslovnog uspeha (obim prodaje, ukupan prihod, dobit, obim uštede-obim sniženja troškova i sl.). Koristi se, takođe, mogu prikazati i kao postizanje kvaliteta (proizvoda, procesa proizvodnje, kontrole) ili kao koristi u vremenu (npr. skraćanje vremena proizvodnje, roka isporuke, tj. nabavke i prodaje ili kao pravovremena isporuka). Važna grupa koristi je vezana za postizanje strateške pozicije firme na tržištu (postizanje tržišnog udela ili leaderske pozicije, osvajanje tržišne niše, formiranje brenda, razvoj novog proizvoda, postizanje položaja jedinog ili ekskluzivnog isporučioaca i sl.). Kriterijumi ocene rizika su povezani sa vremenom trajanja projekta, visinim vrednosti projekta i strukturom njegovog finansiranja (načinima, izvorima i dinamikom), potrebom i visinom angažovanja svih strateških resursa firme i vremenom njihovog povrata, uticajima okruženja i sl. Zajednički imenilac svih kriterijuma evaluacije projekata kandidata za portfolio jeste stepen kojim rezultati evaluacije zadovoljavaju poslovnu viziju i poslovne ciljeve firme. Projekti kandidati za portfolio se rangiraju upravo po ovom stepenu.

Kritični parametri su obično pokazatelji uspeha projekta (npr. stopa rentabilnosti projekta, vreme povrata uloženi sredstava) i parametri usaglašenosti sa poslovnom vizijom i ciljevima firme (npr. procenat tržišnog udela). Kada su u pitanju projekti nabavke radi se o indikatorima kojima se prikazuje visina postignute uštede u finansijskim sredstvima (npr. jedinična cena, vrednost, procenat rabata, visina avansa,

način plaćanja, troškovi transporta i sl.) ili uštede u vremenu (rok isporuke, način isporuke, paritet isporuke i sl.) ili uspostavljanja dugoročno povoljnih odnosa sa dobavljačem (dužina valutnog perioda, vrednost odgođenog plaćanja, stopa promene cena, vrednost konsignacionog lagera i sl.).

Izvori informacija o kriterijumima su strateški planovi firme, odnosno planski indikatori. Informacije o kriterijumima za selekciju projekata nabavke mogu se dobiti i iz ponuda dobavljača.



Slika 2. Algoritam procesa optimizacije projektnog portfolija

Ukoliko projekat kandidat za portfolio „prođe“ evaluaciju po osnovu koristi za firmu i rizika za ostvarenje tih koristi, on se ne može „ubaciti“ u portfolio dok se ne utvrdi da li firma raspolaže resursima za njegovu realizaciju ili je značaj projekta za firmu takav da se isplati posegnuti za tuđim resursima. Ocena projekata u odnosu na strateške mogućnosti firme, kao treći filter selekcije, zahteva od projektnog portfolio menadžmenta da sastavi inventar raspoloživih strateških resursa i njihove alokacije. U ovoj fazi evaluacija projekata se vrši merenjem odnosa strateških mogućnosti firme sa parametrima iz ponuda dobavljača. Kada se proceni da je projekat koristan za firmu i da je rizik ostvarivanja koristi mali, projekat može biti odobren i ubačen u portfolio samo pod uslovom da firma

raspoláže resursima za njegovu realizaciju. U slučaju da su procenjeni efekti korisnosti projekta za firmu veliki, firma donosi odluku o pozajmljivanju resursa iz eksternih izvora.

Sinteza evaluacije projekata kandidata za portfolio u tri koraka (korist, rizik i resursi) opredeljuje prihvatljivu ili optimalnu veličinu portfolija. S druge strane, veličina portfolia vezana je i za razne tehničke i finansijske faktore, kao supsdijarne. Optimalna veličina portfolija nije data ili propisana, već je očigledno najuže vezana za stratejske ciljeve firme.

U portfolio timu precizno se utvrđuje šta će se i kojom dinamikom meriti u procesu selekcije portfolija, kao i podela zaduženja u praćenju i merenju performansi projekata. U toku realizacije portfolija neprestano se kontroliše da li projekti odstupaju od kriterijuma selekcije, odnosno koliko doprinose ostvarivanju strateških ciljeva firme. S obzirom da je PPM proces iterativan, odnosno da je evaluacija i selekcija projekata za portfolio neprekidan proces, moguće je da se pojedini projekti redizajniraju ili obustave, a u portfolio se dodaju novi selektovani projekti.

7. ZAKLJUČCI

1. Reforma železnice u Srbiji ne iscrpljuje se na aktuelnim procesima restrukturiranja. Nove železničke firme primorane su i na restrukturiranje raspoloživih strateških resursa u cilju dostizanja permanantne ekonomske efikasnosti i konkurentne sposobnosti na dugi rok u otvorenom saobraćajnom tržištu.
2. Naredna faza restrukturiranja železnica obavezno se mora odnositi na pitanja upravljanja ograničenim strateškim resursima, s obzirom na ogromno rasipanje resursa i slabljenje privrednih i društvenih potencijala železnice u dugom vremenskom periodu, računajući i dugotrajnu neadekvatnu selekciju projekata. Ovaj zahtev železnicama ne postavlja samo država, već i tržište. Vladajući instrument za upravljanje resursima u firmama razvijenih zemalja jeste PPM – projektni portfolio menadžment, pa se uvođenje celovitog sistema upravljanja celinom svih projekata sa jedinstvenim ciljem realizacije ukupnih koristi i ukupne strategije postavlja danas i pred železničke firme u Srbiji.
3. Novim železničkim firmama potreban je PPM kao efikasan upravljački alat, kojim je moguće mnoštvo projekata matrično preslikati u jedan, tako da su svi projekti kao celina usmereni na ostvarivanje strateških ciljeva firme. Ovakav pristup upravljanju u novim firmama železnice je neophodan,

jer organizaciono podeljene železnice ostaju specifičan i složen sistem, koji je istovremeno tehnički raznovrstan, prostorno distributivan, responzivan (osetljiv na unutrašnje odnose) i strateški (senzibilan na interakcije sa okruženjem). PPM se javlja kao kritični faktor uspeha.

4. Vizija i misija savremenih preduzeća pomeraju ka ostvarivanju strateških ciljeva, koji se mogu integralno opisati kao maksimizacija dobiti pri kojoj se najbolje zadovoljavaju interesi svih stakeholdera. Savremena firma mora, uz probleme ekonomske efikasnosti, da se bavi i odnosima korporacije i društva, odnosno setom pitanja koja se zajedno zovu: društvena odgovornost korporacije. Ovaj pristup približava javna preduzeća (železnice) savremenom modelu firme i olakšava objašnjavanje njihove uloge. S obzirom da se portfolio menadžment razvija kao upravljanje sa aspekta ostvarivanja strateških ciljeva firme, za nove firme železnice to neizostavno podrazumeva i redefinisane odnose sa glavnim konstituentima šireg poslovnog okruženja, uključujući i dobavljače i remontere i lokalnu zajednicu i državnu upravu, ali i dalje organizacione transformacije u traženju ekonomije poslovanja.
5. Implementacija savremenih modela upravljanja poslovanjem neće biti jednostavan zadatak, s obzirom da je u dugom razvoju železnica tehničkim i saobraćajnim funkcijama poklanjana znatno veća pažnja, dok su ekonomsko-komercijalne funkcije ostale relativno nerazvijene i sa organizacionom strukturom koja nije kompatibilna sa celinom poslovnog sistema, a pogotovo sa zahtevima savremenog tržišta. Ovaj disbalans jeste realna smetnja tranziciji novih železničkih firmi u ekonomski efikasne poslovne sisteme.
6. Potrebe podizanja profitabilnosti i optimizacije svih troškova u skoroj budućnosti mogu dovesti do daljih promena u organizacionoj strukturi železničkih firmi ka daljem outsourcingu ekonomski održivih celina (npr. održavanje železničkih vozila, održavanje pruga, signala, telekomunikacija, kontaktne mreže, zatim nabavka, skladištenje, vođenje poslovnih knjiga, istraživanje tržišta, intermodalni transport, bezbednost i kontrola i sl.). Integrisana železnička nabavka, sa implementiranim PPM modelom upravljanja, ne pokazuje dobre ekonomske efekte samo u ekonomiji obima, već i u postizanju povoljnijeg položaja na tržištu na dugi rok i sniženju transakcionih i ukupnih troškova, što direktno povoljno utiče na tekuću likvidnost i poslovni rezultat.

LITERATURA

- [1] Arnold U, Shmidt B, *Integrating Sustainability into Strategic Purchasing An Advanced Purchasing Portfolio Approach*, "Exploring the Leading Edge in SCM", Toronto, Ontario, Canada, September 26–28. 2010.
- [2] Bobera D., *Projektni menadžment*, Ekonomski fakultet Subotica, 2004.
- [3] Božičković Ranko, Nikolić Ilija, *Metode optimizacije*, Saobraćajno-tehnički fakultet Doboj, 2007.
- [4] Bursać Suzana, *Projektno finansiranje infrastrukture u zemljama u razvoju*, VII Majska konferencija 26-28.05.2011., Zaječar.
- [5] Gasek S., *The Unified Portfolio Management Model*, PMI Global Congress, 2007..
- [6] Greer Michael, *Project Management Resources web stranice. What Is Project Portfolio Management (PPM)?*, A Web-Published Article by Michael Greer Web, (C) Copyright 2009
- [7] Ishizaka A, Labib A, *Analytic Hierarchy process and Expert Choice: benefits and Limitations*, ORInsight 22(4), p.201-220, 2009. (userweb.post.ac.uk).
- [8] Levine, H.A. *Project Portfolio Management*, Jossey-Bass, a Wiley Imprint, USA, 2005.
- [9] Madić Biljana, *Projektni portfolio menadžment koncept u nekim organizacijama u Srbiji i predlozi za implemetaciju i održavanja*, magistarska teza, Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet Bor, 2009.
- [10] Marchwerka T. Jack, *Information Technology Project Managament*, John Wiley&Sons, Chichester-England, 2006.
- [11] Markowitz Harry, *Selected Works*, World Scientific-Nobel Laureate Series: Vol.1. Hackensack, New Jersey, 2009.
- [12] Markowitz Harry, *Portfolio selection*, The Journal of Finanace 7(1),(77-91),1952.
- [13] Martinsuo M, Lehtonen P, *Role of single-project management in achiving portfolio management* Int. J. Project Manage., 2007.

SNEŽANA MLADENOVIĆ¹, SLAVKO VESKOVIĆ²,
SLAĐANA JANKOVIĆ³, SLAVIŠA AĆIMOVIĆ⁴, IRINA BRANOVIĆ⁵

SOFTVER ZA REŠAVANJE POREMEĆAJA U ŽELEZNIČKOM REDU VOŽNJE

SOFTWARE FOR SOLVING DISTURBANCES IN TRAIN TIMETABLE

Datum prijema rada: 4.4.2016. god.

UDK: 656.022.5:004.4

REZIME

Rešavanje poremećaja reda vožnje je svakodnevni zadatak operativnog železničkog upravljanja. Oporavak reda vožnje je najčešće značajno složeniji zadatak od inicijalnog projektovanja reda vožnje koje se obavlja na nivou taktičkog planiranja. Razlozi za to su sledeći: ovaj zadatak zahteva visok stepen hitnosti, ne postoji univerzalni optimizacioni kriterijum primenljiv u svim situacijama, neke potrebne informacije mogu biti nedostupne, najčešće se radi o problemu kombinatorne optimizacije velikih dimenzija. U radu je problem operativne rekonstrukcije reda vožnje modeliran kao job shop scheduling problem i rešavan raspoloživim constraint programming softverskim alatom. Poređena su rešenja do kojih je došao realizovani softver sa rešenjima iskusnog dispečera. Eksperimenti su potvrdili sposobnost modela i softvera da pruže podršku operativnom železničkom upravljanju. **Ključne reči:** železnica, red vožnje, poremećaj, operativno upravljanje, softver, job shop scheduling problem

SUMMARY

Solving timetable disturbances is a daily task of operational railway control. The timetable recovery usually represents a significantly more complex task of designing the initial timetable, which is done at the level of tactical planning. The reasons for this are the following: this task requires a high degree of urgency; there is no universal optimization criterion applicable to all the situations; some necessary information may be unavailable; it is mostly about a large size combinatorial optimization problem. In this paper, the problem of the operational reconstruction of timetable is modeled as a job shop scheduling problem and solved by the available constraint programming software tool. The solutions obtained by the implemented software are compared with the solutions of experienced dispatchers. Experiments have confirmed the ability of the model and software to support the operational railway control. **Key words:** railway, timetable, disturbance, operational control, software, job shop scheduling problem

1. UVOD

Problem raspoređivanja trasa vozova (engl. *train scheduling*) je poznat kao NP-težak problem, odnosno nije poznat algoritam za rešavanje ovog problema koji će se okončati u polinomijalnom vremenu [1]. Problem raspoređivanja trasa vozova za veći fragment

železničke mreže, za duži vremenski period i veći broj vozova je deo projektovanja reda vožnje koje se obavlja na nivou taktičkog planiranja na železnici. Inicijalni red vožnje često mora biti modifikovan zbog saobraćajne nezgode, prirodne katastrofe, tehničkih problema, ljudskog faktora, itd. Operativno upravljanje u železničkom saobraćaju treba da koriguje aktuelni

1 Prof. dr Snežana Mladenović, dipl. mat, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Vojvode stepe 305, Beograd, snezananam@sf.bg.ac.rs

2 Prof. dr Slavko Vesko, dipl. inž. saob, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Vojvode stepe 305, Beograd, veskos@sf.bg.ac.rs

3 Doc. dr Slađana Janković, dipl. inž. saob, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Vojvode stepe 305, Beograd, s.jankovic@sf.bg.ac.rs

4 Slaviša Aćimović, dipl. inž. saob, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Vojvode stepe 305, Beograd, s.acimovic@sf.bg.ac.rs

5 Dr Irina Branović, dipl. inž. elek, Matematički Institut Srpske akademije nauka i umetnosti, Knez Mihailova 35, Beograd, ibranovic@ieee.org

red vožnje uzimajući u obzir složenu dinamičku interakciju među događajima, odabranu funkciju cilja i procenu budućeg stanja u sistemu. Ovaj tip zadatka je poznat pod nazivima: preraspoređivanje trasa vozova, preraspoređivanje vozova (engl. *train rescheduling*), preraspoređivanje reda vožnje (engl. *timetable rescheduling*) i vrši se na manjem fragmentu železničke mreže, u kraćem periodu planiranja, kao odgovor na nastale poremećaje.

U prošlosti, iskusni dispečeri su rešavali ovaj zadatak ad-hoc, koristeći jednostavna pravila otpreme (engl. *dispatching rules*) i trenutno dostupne informacije. Ovakav pristup svakako nije zadovoljavajući jer se problem preraspoređivanja tretira lokalno. Neki od prvih softvera za preraspoređivanje trasa vozova samo su proveravali da li je rešenje koje je predložio korisnik-dispečer izvodljivo, a nisu išli na kompletnu regeneraciju rasporeda [2].

U današnje vreme softverski sistemi i računari ogromne procesne snage sposobni su da do oporavljenog reda vožnje dođu u realnom vremenu. U ovom radu će biti prezentiran upravo jedan takav softverski sistem.

Ostatak rada organizovan je na sledeći način: u sekciji 2 dat je kratak pregled relevantne literature. U sekciji 3 ukratko je prikazan predloženi model i njemu odgovarajući softver za oporavak reda vožnje. U cilju validacije modela i softvera sprovedeno je više tipova eksperimenata i oni su opisani u sekciji 4, dok je u poslednjoj sekciji dat zaključak i pravci daljeg istraživanja.

2. PREGLED LITERATURE

Planiranje železničkih redova vožnje (engl. *train timetabling planning*) je problem koji je dosta razmatran u prisutnoj literaturi. Na ovom mestu spomenućemo pregledne radove [3], [4] i [5]. U radu [3] dat je obiman pregled modela i metoda, pri čemu se razlikuje standardna i robusna – otporna na otkaze (engl. *fault-tolerant*) verzija problema. Standardni problem ima dve glavne varijante: periodičnu (cikličnu, red vožnje se ponavlja u zadatom vremenskom periodu, npr. svakog sata, svakog dana) i neperiodičnu (necikličnu). Putnički saobraćaj se najčešće obavlja po periodičnom redu vožnje [4]. U radu [5] dat je sveobuhvatan pregled metoda i modela alokacije elemenata železničke mreže na strategijskom, taktičkom i operativnom nivou. Osim problema reda vožnje, rad razmatra i probleme rutiranja (engl. *routing*), otpreme (engl. *dispatching*) i ulaska vozova na stanične perone (engl. *platforming*). U radu [6] prezentiran je periodični red vožnje implementiran za Berlinski metro koji koristi formulaciju celobrojnog programiranja za rešavanje problema periodičnog raspoređivanja događaja.

Veliki broj novijih radova razmatra problem preraspoređivanja u realnom vremenu u železničkom saobraćaju. Na početku, spomenućemo vrlo obiman, skorašnji pregledni rad [7] o modelima i algoritmima železničkog preraspoređivanja. Autori daju pregled velikog broja radova koji diskutuju tri tipa preraspoređivanja: reda vožnje, voznih sredstava i lokomotivskog osoblja. Za naše istraživanje posebno su interesantni radovi koji se bave preraspoređivanjem reda vožnje. Autori inicijalno ove radove klasifikuju prema tome da li rešavaju problem poremećaja (manjih smetnji u odvijanju saobraćaja) ili prekida (većih incidenata koji dovode do otkazivanja određenog broja vozova koji su planirani redom vožnje). U skladu sa ovom klasifikacijom, naše istraživanje rešava problem poremećaja. Naše preraspoređivanje je zapravo odlaganje vremena prispeća i otpostavljanja za neke od vozova, što za posledicu može imati promenu prvobitno planiranih preticajnih i stanica ukrštavanja. Druga podela koju prezentiraju autori ovog rada tiče se nivoa detaljnosti pri posmatranju železničkog sistema. Makroskopski nivo posmatra železničku mrežu na višem nivou; uređaji kao sastavni delovi pruga i stanica i signali ne uzimaju se u razmatranje. Mikroskopski pristup, kakav je prisutan i u našem istraživanju, uzima u obzir stvarne signale koji ograničavaju uređaje. Istraživanja mogu biti orijentisana na vozove (zakasnele, otkazane), što je slučaj i u ovom radu, ili na putnike ili robu.

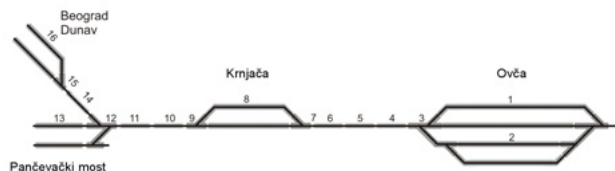
3. MODEL I SOFTVER

3.1 Model mreže

Elementi železničke mreže su sastavni delovi pruga i stanica: uređaji ili resursi. Prema osobinama koje se tiču mogućeg broja istovremeno prisutnih vozova na uređaju, broja ulaznih i izlaznih tačaka uređaja i mogućnosti međusobnog povezivanja, razlikujemo tri tipa uređaja: prostorne odseke, ulazno-izlazne uređaje i stanične koloseke. U jednom momentu samo jedan voz može zauzimati prostorni odsek ili ulazno-izlazni uređaj, dok je broj vozova na staničnim kolosecima određen kapacitetom stanice. Međustanično rastojanje podeljeno je na više prostornih odseka i ulazno-izlaznih uređaja ograničenih signalima, tako da više vozova koji se kreću u istom smeru može istovremeno biti prisutno na njemu. Na međustaničnom rastojanju mogu postojati rasputnice. Primer železničke mreže (deo Beogradskog železničkog čvora – BŽČ) prikazan je na slici 1. Prostorni odseci su resursi numerisani sa: 4, 5, 6, 10, 11 i 14, ulazno-izlaznih uređaji su numerisani 3, 7, 9, 12 i 15 (uređaj 12 je Rasputnica „Pančevački most”), a stanični koloseci sa 1, 2, 8, 13 i 16.

Ovakav realističan model železničke mreže, koji uzima u obzir stvarne signale koji ograničavaju resurse, daje

mogućnost definisanja realne, prostorne distance između vozova koji se slede, a ne aproksimativne vremenske, što je slučaj u nekim radovima.



Slika 1. Model dela BŽČ

3.2. Model kretanja vozova

Realni put vožnje je niz svih stanica preko kojih voz mora da prođe od izvorišta do odredišta. U ovom radu se pojam puta vožnje posmatra u nešto modifikovanom smislu. Put vožnje je niz uređaja preko kojih voz mora da prođe na putu od izvorišta do odredišta. Umesto vremena prispeća i otpravljanja za svaki voz i svaki uređaj u njegovom putu vožnje, smatraćemo da nam je poznato idealno trajanje zauzimanja svakog uređaja vozom u njegovom putu vožnje. To zauzimanje obuhvata kako kretanje tako i eventualno planirano bavljenje (stajanje). Ako nam je poznato planirano vreme prispeća voza na prvi uređaj u putu vožnje, planirano generisanje voza, na osnovu idealnog trajanja zauzimanja možemo smatrati da nam je poznat i idealni red vožnje voza. Trenutak (stvarnog) generisanja voza može da bude veći od planiranog; tada kažemo da voz ima upadno kašnjenje. Vožnja voza je niz partikularnih vožnji – operacija zauzimanja uređaja koji se nalaze u putu vožnje voza. Voz se kreće u neparnom smeru ako redni brojevi uređaja u njegovoj ruti rastu; u suprotnom, kreće se u parnom smeru. Dakle, svakom vozu se na jedinstven način pridružuje vožnja.

Kretanje vozova na železničkoj mreži često je u literaturi modelirano kao job shop problem raspoređivanja: vožnje vozova su poslovi koji se raspoređuju na elemente infrastrukture – resurse [8]. Ovako uspostavljena korespondencija daje nam pravo da pojmove „voz“, „vožnja“ i „posao“ posmatramo kao sinonime u ovom radu. Međutim, autori uglavnom imaju pristup koji se donekle razlikuje od našeg. Tako, u [8] stanice se modeliraju kao uređaji beskonačnog kapaciteta što se značajno razlikuje od našeg realističnog pristupa. Rad [9] modelira kretanje vozova kroz metro stanice kao job shop problem raspoređivanja bez čekanja (engl. *no-wait job-shop scheduling problem*). Ovaj model je za nas neprihvatljiv jer zabranjuje čekanje na uređajima, tj. u našem slučaju produženo bavljenje vozova u stanicama. Dopušteno produženo bavljenje i neplanirano zaustavljanje u stanicama neophodno je u uslovima preraspoređivanja kada se stanice preticanja i ukrštavanja određuju dinamički. U našem modelu vozovi

se slede na tzv. blokovskom razmaku, tj. između svaka dva voza koji se slede na međustaničnom rastojanju nalazi se bar jedan prostorni odsek i iza njega još jedan uređaj u smeru kretanja tih vozova. U našem istraživanju put vožnje, ruta, je fiksna nasuprot istraživanju opisanom u [10] gde su rute promenljive.

Konflikti između vozova nastaju kada broj vozova koji istovremeno treba da koriste neki resurs nadmašuje njegov kapacitet ili kada su narušena neka od nametnutih ograničenja koja se tiču regulisanja kretanja vozova. U opštem slučaju, rešavanje konflikata zahteva unošenje odlaganja u bar jednu od konfliktnih vožnji.

3.3. Ograničenja

Problemi raspoređivanja i preraspoređivanja trasa vozova zapravo su optimizacioni problemi zadovoljenja ograničenja (engl. *constraint satisfaction optimization problem* – CSO problem): cilj je da se pronađe rešenje koje zadovoljava sva postavljena ograničenja i optimizira odabranu funkciju cilja. Stoga je sledeći korak u našem istraživanju bilo definisanje ograničenja.

U našem modelu razlikujemo nekoliko klasa ograničenja:

1. **konjunktivna ograničenja** – vozovi zauzimaju resurse unapred poznatim redosledom, predviđenim njihovim putem vožnje;
2. **disjunktivna ograničenja** – broj vozova trenutno prisutnih na nekom resursu ograničen je njegovim kapacitetom;
3. **bezbednosna ograničenja** – sve poznate regulative koje važe za kretanje vozova u realnom železničkom sistemu. U našem modelu to su: Pravilo o brzinama, Pravilo zaustavljanja, Pravilo o zauzimanju i oslobađanju unarnih resursa, Pravilo o zauzimanju i oslobađanju staničnih koloseka, Pravilo sleđenja, Pravilo ukrštavanja, Pravilo bavljenja u stanici i Pravilo nejednovremenog dolaska u stanicu;
4. **ograničenja preraspoređivanja** – Pravilo o ulasku u sistem bez čekanja zabranjuje „nagomilavanje“ vozova na granicama sistema posmatranja. U preraspoređivanju, posmatrana železnička mreža je samo mali fragment realne mreže i početne i krajnje stanice modela, u najvećem broju slučajeva, samo su prolazne stanice u realnom sistemu;
5. **specijalna ograničenja** – pružaju mogućnost planiranja vrlo specifičnih saobraćajnih situacija. Mogućnosti definisanja ovakvih dodatnih ograničenja su neiscrpne i zavise od zahteva postavljenih pred sistem raspoređivanja. Npr. jedno od takvih ograničenja je Pravilo istovremenog boravka u

stanici koje obezbeđuje da dva voza istovremeno borave u nekoj stanici određeni vremenski period (npr. zbog presedanja putnika).

Sva nabrojana ograničenja precizno su formulisana u našem radu [11] u matematičkoj notaciji koja omogućava jednostavno preslikavanje u optimizacioni programski jezik u fazi implementacije.

Rešenje našeg CSO problema je niz početnih trenutaka zauzimanja svakog uređaja koji se nalazi u putu vožnje voza, za svaki od posmatranih vozova. Dakle, početni trenuci zauzimanja uređaja su naše promenljive odlučivanja.

3.4. Optimizacioni kriterijumi

U slučaju oporavka reda vožnje podesni optimizacioni kriterijumi (ciljne funkcije) su svakako oni koji uzimaju u obzir kašnjenja i utvrđene prioritete (ponderi) različitih kategorija vozova. U našem dosadašnjem istraživanju posmatrana je minimizacija po sledećih sedam kriterijuma: maksimalno kašnjenje, maksimalno ponderisano kašnjenje, ukupno kašnjenje, ukupno ponderisano kašnjenje, maksimalan zasto, broj vozova sa kašnjenjem i *makespan* (maksimum završnih trenutaka svih poslova).

U ovom radu za nas su interesantni ponderisani kriterijumi. Odlučivanje dispečera, koliko god je *ad hoc*, u uslovima mešovitog saobraćaja ipak je i ponderisano: pri rešavanju konflikta on prednost daje "važnijem" vozu, onom kome je dodeljen veći ponder.

3.5. Heuristike za ubrzavanje

Grčki glagol „*heuriskein*“ znači „otkriti“. Heuristika označava znanje o otkrivanju i pronalaženju tehnika za rešavanje problema, s tim što za takav proces rešavanja problema obično nema strogih garancija da će biti uspešan. Cilj heuristika pri rešavanju optimizacionih problema je da se brzo dođe do rešenja koje je dovoljno dobro za problem koji se rešava. Constraint programming softverski alati obavljaju sistematsko pretraživanje i kao takvi vremenski su zahtevni, ali su sposobni da nađu optimalna rešenja saglasno zadatoj funkciji cilja. Zbog vremenske performanse, oni po pravilu nisu podesni za zadatke preraspoređivanja. Međutim, mi smo, bazirajući se na poznavanju realnog problema, formulisali heurističke algoritme koje treba da „ubrzaju“ raspoloživi Constraint programming alat.

Algoritmi izdvajanja izdvajaju minimalne skupove operacija koje jedna na drugu utiču, i kao takve, moraju se raspoređivati zajedno. Algoritmi ograničavanja treba da ograniče domene promenljivih odlučivanja, a

algoritmi pretraživanja usmeravaju potragu za rešenjima u delove prostora pretraživanja, gde, na osnovu ispunjenja nekih uslova, verujemo da se nalaze „dobra“ dopustiva rešenja. Ovakav pristup je aproksimativan, problem se rešava „deo po deo“, da bi se ostvarila zadovoljavajuća vremenska performansa u problemu preraspoređivanja. Stoga ne postoji nikakva garancija u pogledu kvaliteta, a pogotovo optimalnosti, nađenog rešenja.

Kompletniji opis inicijalno korišćenih heuristika za naš problem preraspoređivanja trasa vozova može se naći u radu [12], mada su ovi algoritmi u više iteracija unapređivani i posle publikovanja referenciranog rada.

3.6. Implementacija softvera

U cilju eksperimentalne verifikacije predloženog pristupa, projektovan je i implementiran odgovarajući softverski sistem. Windows aplikacija, implementirana u Visual Basic-u, komunicira sa SQL Server bazom podataka koja sadrži podatke o početnom redu vožnje i železničkoj mreži, kao i ažurne dinamičke podatke o realizaciji aktuelnog reda vožnje. Zamišljeno je da u realnim uslovima dinamički podaci pristižu od sistema za monitoring realizacije reda vožnje. Za potrebe testiranja, razvijen je poseban softverski modul koji generiše realno moguće dinamičke podatke i šalje ih u SQL Server bazu podataka.

Sam optimizacioni model, koji se sastoji od definisanja ulaznih podataka, promenljivih odlučivanja, ciljne funkcije, ograničenja, koda heuristika i lokacije eksportovanja rezultata, iskodiran je u OPL-u (*Optimization Programming Language*). OPL je baziran na deklarativnoj programskoj paradigmi, što omogućava lako kodiranje kompleksnih ograničenja koja se javljaju u našem problemu. Primera radi, ograničenja su iskodirana u oko 400 linija OPL koda, a u radu [13] opisan je softver u kome su vrlo slična ograničenja iskodirana sa oko 3400 linija TURBO Pascal koda! Constraint programming je vrlo rasprostranjena tehnologija za rešavanje optimizacionih problema uopšte, pa i za probleme raspoređivanja u železničkom saobraćaju [2, 8, 10, 14], zahvaljujući pre svega prisustvu komercijalnih Constraint programming alata koji programersku produktivnost značajno povećavaju. I naš model je rešen korišćenjem Constraint Programming solvera CP Optimizer-a, koji je deo integrisanog razvojnog okruženja ILOG CPLEX Optimization Studio Community Edition V12.6.3 for Windows x86-64 Multilingual (probna verzija dostupna na: <https://www.ibm.com/developerworks/downloads/ws/ilogcplex>).

Nađeni rezultat, oporavljeni red vožnje u tabelarnom obliku, eksportovan je u Excel radni list i automatski

vizualizovan u formi modifikovanog Gantt-ovog dijagrama kakav se može videti na slikama 2–7. Ovakva vizualizacija reda vožnje uobičajena je i prepoznatljiva u železničkom saobraćaju i poznata je pod nazivom „grafikon reda vožnje”.

4. ANALIZA REZULTATA

Eksperimenti su sprovedeni na realnom fragmentu železničke mreže (deo Beogradskog železničkog čvora, jednokolosečna pruga na relaciji Beograd Centar – Pančevo) sa realnim kategorijama vozova koji tu saobraćaju: međunarodni daljinski vozovi – kategorija 1, prigradski vozovi – kategorija 3, gradski vozovi (vozovi sistema „BEOVOZ”) – kategorija 4 i teretni vozovi – kategorija 5. Kategorijama vozova su pridruženi ekspertski ocenjeni ponderi 4, 2, 2 i 1, respektivno, uz uvažavanje činjenica da se raspoređivanje obavlja u periodu koji ne obuhvata vršni čas, da se obavlja van reona gde daljinski vozovi završavaju svoje kretanje i da nema posebnih kategorija teretnih vozova.

Izabrana železnička mreža bila je za nas posebno interesantna tokom proteklih godina iz više razloga:

- Raspoređivanje vozova na jednokolosečnoj pruži je posebno složen problem jer pored sleđenja i preticanja vozova koji se kreću u istom smeru mora da reši i problem ukrštavanja vozova koji se kreću u suprotnim smerovima.
- Posmatrani fragment mreže karakteriše visok stepen mešovitosti. Na njoj saobraćaja više kategorija putničkih vozova, kao i teretni vozovi. Struktura vozova je vrlo promenljiva u toku dana.
- Na ovom delu Beogradskog železničkog čvora je i Rasputnica „Pančevački most” od koje se odvajaju, odnosno spajaju tri pruge: 2 jednokolosečne i jedna dvokolosečna. Ova rasputnica može se svrstati u složene dvokolosečne rasputnice sa kosim ukrštajem.
- Na ovom delu Beogradskog železničkog čvora primenjuju se različiti tehnički sistemi regulisanja saobraćaja vozova.
- Na kraju, mada svakako ne i najmanje važno: raspoređivanje vozova na jednokolosečnoj mreži je predmet interesovanja za neke od autora ovog rada već duži niz godina [13, 15].

Napomenimo da je ovaj deo Beogradskog železničkog čvora u rekonstrukciji od 2014. godine. To svakako ne umanjuje značaj našeg istraživanja jer će svakako i u budućnosti postojati pruge ili delovi pruga na kojima će se odvijati jednokolosečni saobraćaj.

Tokom validacije modela i softvera sprovedeno je više tipova eksperimenata.

Cilj prve grupe eksperimenata je bio ocena korektnosti i efikasnosti. Eksperimenti su pokazali da u većini slučajeva (oko 90%), vremenska performansa zadovoljava potrebe operativnog železničkog upravljanja, tj. dopustivo rešenje biva pronađeno unutar zadatog vremenskog intervala od 30 sekundi, što znači da je realizovani softverski sistem efikasan. Softver je i korektan: ni jedan od generisanih rasporeda nije bio nedopustiv.

Već je bilo reči da naš pristup generisanju oporavljenog reda vožnje nije egzaktna već aproksimativan. Dakle, o njegovom kvalitetu ne možemo suditi na osnovu njega samog, već poredeći ga sa nekim drugim rešenjima za iste konfliktne situacije. Stoga su se sledeći eksperimenti sastojali u poređenju oporavljenih rasporeda koji su generisali iskusni dispečeri sa onima koje je generisao softver za posmatranu železničku mrežu.

Posmatrani su realizovani grafikoni saobraćaja vozova tokom 35 radnih dana u drugom kvartalu 2010. godine. Eksperimentom je bilo obuhvaćeno više od 100 „saobraćajnih situacija”. „Saobraćajna situacija” predstavlja realizaciju trasa kretanja skupa od n vozova u određenom vremenskom periodu koja nema uticaja na neki drugi skup vozova. Pored toga, bar jedan od n posmatranih vozova, učesnik u „saobraćajnoj situaciji”, ulazi u posmatrani sistem (generisan je) sa određenim kašnjenjem u odnosu na postojeći red vožnje. To potencijalno može da dovede do konfliktne situacije pa je neophodna intervencija dispečera koja dovodi do promene trase kretanja voza u odnosu na trasu planiranu redom vožnje. Dakle, realizovani grafikon saobraćaja vozova u svakoj „saobraćajnoj situaciji” posledica je intervencija i odluka dispečera. Iste saobraćajne situacije rešavao je i implementirani softver, za izabrani optimizacioni kriterijum minimizacija maksimalnog ponderisanog kašnjenja. Ponderisano kašnjenje svakog pojedinačnog voza je njegovo stvarno kašnjenje pomnoženo ponderom koji je pridružen njegovoj kategoriji. Izbor ovog kriterijuma baziran je na pretpostavci da dispečer daje prednost „važnijem” vozu, tj. onom sa većim ponderom. Zaista, dispečeri uobičajeno odlučuju saglasno FCFS (First Come First Serve) pravilu otpreme – resurs dobija voz koji ga je ranije zatražio. U slučaju da više vozova istovremeno traži isti resurs, prednost se daje vozu višeg prioriteta.

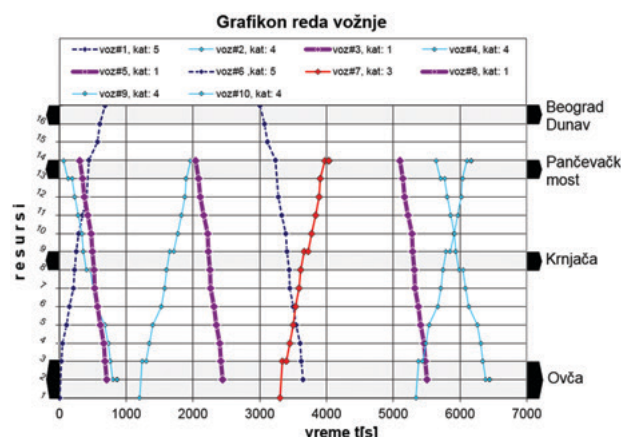
Iz skupa spomenutih saobraćajnih situacija za potrebe ilustracije u ovom radu izdvojene su dve.

Primer 1: Posmatrajmo red vožnje dat u tabeli 1. Bez dublje analize o tome koja su sve ograničenja narušena, na prvi pogled vidljivo je višestruko narušavanje disjunktivnih ograničenja (više vozova treba da bude istovremeno prisutno na unarnim resursima!), slika 2.

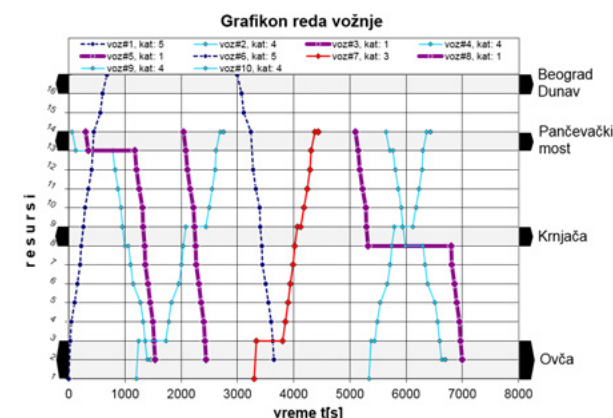
Rešenje dispečera prikazano je na slici 3, a rešenje koji je našao softver za optimizacioni kriterijum minimizacija maksimalnog ponderisanog kašnjenja na slici 4.

Tabela 1. Problem reda vožnje br. 1 za železničku mrežu sa slike 1.

Posao vožnja voz	Redosled resursa put vožnje	Trenutak generisanja	Vremena procesiranja operacija	Kategorija	Ponder
#1	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16	0	28, 21, 56, 46, 54, 21, 30, 29, 63, 57, 36, 125, 38, 75	5	1
#2	13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2	60	129, 40, 50, 56, 22, 108, 39, 47, 130, 50, 31, 100	4	2
#3	13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2	300	45, 28, 50, 56, 13, 26, 9, 47, 40, 50, 18, 24	1	4
#4	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	1200	100, 48, 50, 130, 47, 29, 108, 59, 56, 50, 18, 129	4	2
#5	13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2	2040	45, 28, 50, 56, 13, 26, 9, 47, 40, 50, 18, 24	1	4
#6	16, 15, 14, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2	3000	75, 38, 125, 36, 57, 63, 14, 30, 10, 54, 45, 56, 21, 28	5	1
#7	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	3300	100, 48, 50, 40, 47, 29, 108, 59, 56, 50, 18, 129	3	2
#8	13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2	5100	45, 28, 50, 56, 13, 26, 9, 47, 40, 50, 18, 24	1	4
#9	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	5340	100, 48, 50, 130, 47, 29, 108, 59, 56, 50, 18, 129	4	2
#10	13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2	5640	129, 40, 50, 56, 22, 108, 39, 47, 130, 50, 31, 100	4	2



Slika 2. Red vožnje br. 1 sa disjunktivnim konfliktima

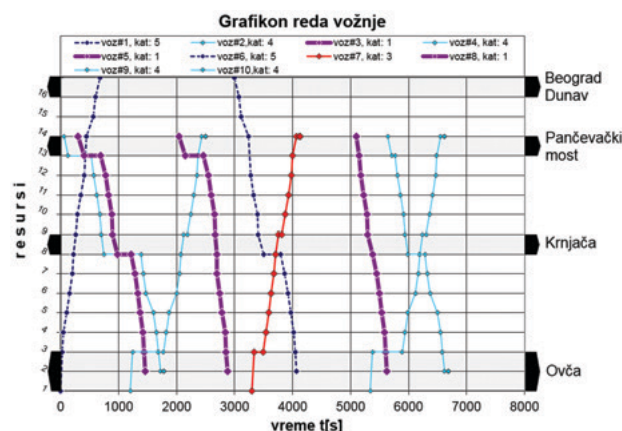


Slika 3. Oporavljeni red vožnje sa slike 2 – dispečersko rešenje

Primer 2: Posmatrajmo red vožnje dat u tabeli 2. I u njemu je prisutno više disjunktivnih konflikata, slika 5.

Rešenje dispečera prikazano je na slici 6, a rešenje koje je našao softver za optimizacioni kriterijum minimizacija maksimalnog ponderisanog kašnjenja na slici 7.

Pregled parametara dispečerskih i softverskih rešenja za oba primera dat je u tabeli 3. Jedini kriterijum po kome je dispečersko rešenje u oba primera u prednosti nad softverskim je manji broj vozova sa kašnjenjem. Međutim, ako bi ove saobraćajne situacije rešili



Slika 4. Oporavljeni red vožnje sa slike 2 – softversko rešenje

optimizacionim modelom kome je ciljna funkcija minimizacija broja vozova sa kašnjenjem, za primer 1 broj vozova sa kašnjenjem bi bio smanjen na 7, a za primer 2 čak na 4. Dakle, softversko rešenje značajno zavisi od odabranog optimizacionog kriterijuma što je moglo i da se očekuje.

Sumarnim posmatranjem došlo se do sledećih zaključaka:

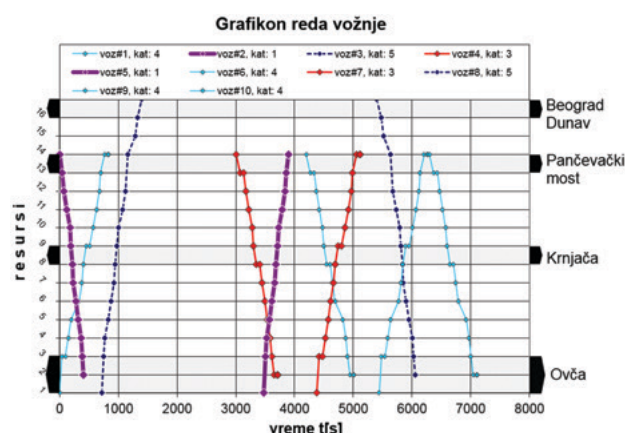
- softver je postigao smanjenje maksimalnog ponderisanog kašnjenja u proseku za oko 40%;
- softver je predložio bolja rešenja od rešenja koja je implementirao dispečer u oko 80% slučajeva, dok su u oko 15% slučajeva i softver i dispečer pronašli ista rešenja;
- u oko 3% slučajeva, rešenja dispečera bila su neznatno bolja (za manje od 60 s). Razlog može biti u tome što se vremena prispeća vozova u kontrolne tačke beleže u dispečerskim knjigama i grafikonima saobraćaja vozova zaokružena na 0,5 min, pa je akumulacija grešaka zaokruživanja dovela do ovakvog rezultata;
- u oko 2% slučajeva softver nije uspeo da ponudi dopustiv raspored. Naknadnom analizom je ustanovljeno da su to bili slučajevi poremećaja koji su rešeni otkazivanjem vozova, za šta softver nema kompetenciju.

Na kraju, interesovalo nas je mišljenje dispečera kao potencijalnih korisnika softvera. Dispečeri su visoko ocenili osobinu softvera da za isti poremećaj mogu dobiti više potencijalno različitih oporavljenih redova vožnje. Što se tiče mogućnosti potpunog oslanjanja na rešenja koja je ponudio softver, može se zaključiti da oni ipak najveće poverenje imaju u sopstvenu obučenost i iskustvo. Međutim, čak i ako ne želi da se potpuno osloni na ponuđena softverska rešenja, iskusni dispečer ima vremena da „baci pogled“ na jedno ili više njih i donese najbolju odluku u datoj saobraćajnoj situaciji (vršni čas, radni/neradni dan, specijalni zahtevi).

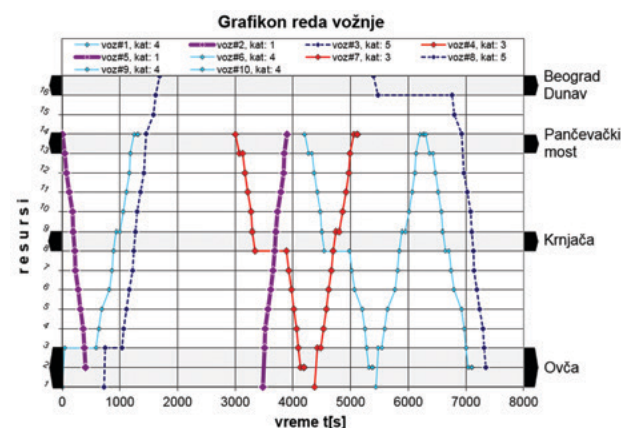
Dakle, svi tipovi eksperimenata potvrdili su sposobnost modela i softvera da pruže podršku operativnom železničkom upravljanju.

Tabela 2. Problem reda vožnje br. 2 za železničku mrežu sa slike 1.

Posao voznja voz	Redosled resursa put vožnje	Trenutak generisanja	Vremena procesiranja operacija	Kategorija	Ponder
#1	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	0	100, 48, 50, 130, 47, 29, 108, 59, 56, 50, 18 129	4	2
#2	13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2	0	45, 28, 50, 56, 13, 26, 9, 47, 40, 50, 18, 24	1	4
#3	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16	720	28, 21, 56, 46, 54, 21, 30, 29, 63, 57, 36, 125, 38, 75	5	1
#4	13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2	3000	129, 40, 50, 56, 22, 108, 39, 47, 40, 50, 31, 100	3	2
#5	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	3480	24, 18, 50, 40, 47, 21, 26, 29, 56, 50, 12, 45	1	4
#6	13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2	4200	129, 40, 50, 56, 22, 108, 39, 47, 130, 50, 31, 100	4	2
#7	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	4380	100, 48, 50, 40, 47, 29, 108, 59, 56, 50, 18 129	3	2
#8	16, 15, 14, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2	5400	75, 38, 125, 36, 57, 63, 14, 30, 10, 54, 45, 56, 21, 28	5	1
#9	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	5440	100, 48, 50, 130, 47, 29, 108, 59, 56, 50, 18 129	4	2
#10	13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2	6300	129, 40, 50, 56, 22, 108, 39, 47, 130, 50, 31, 100	4	2



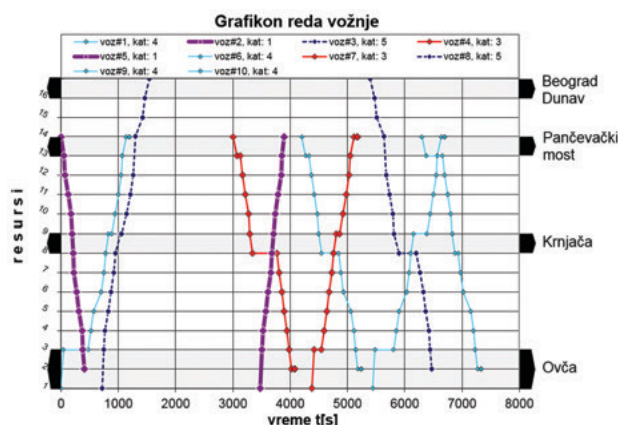
Slika 5. Red vožnje br. 2 sa disjunktivnim konfliktima



Slika 6. Oporavljeni red vožnje sa slike 5 – dispečersko rešenje

Tabela 3. Pregled parametara dispečerskih i softverskih rešenja za primere 1 i 2

		maksimalno kašnjenje	maksimalno ponderisano kašnjenje	ukupno kašnjenje	ukupno ponderisano kašnjenje	maksimalni zastoj	makespan	broj vozova sa kašnjenjem
primer 1	dispečersko rešenje	1488	5952	4561	13760	1428	6994	7
	softversko rešenje	920	3024	3901	9999	578	6681	9
primer 2	dispečersko rešenje	1290	1290	2926	4270	1290	7342	5
	softversko rešenje	432	864	2254	3950	372	7330	8



Slika 7. Oporavljeni red vožnje sa slike 5 – softversko rešenje

5. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljen softver koji rešava konflikte u železničkom redu vožnje preraspoređivanjem trasa vozova. Testiranja su potvrdila da je softver primenljiv u operativnom železničkom upravljanju zbog: zadovoljavajuće vremenske performanse, kvaliteta nadenog rešenja i visoke pozitivne ocene od strane potencijalnih korisnika – dispečera.

Rešavanje problema preraspoređivanja trasa vozova pruža širok prostor za više tipova istraživanja u budućnosti:

- razvoj tehnika za prepoznavanje poremećaja u realnom vremenu. Savremene informaciono-komunikacione tehnologije i inteligentni uređaji mogu obezbediti neprekidan priliv podataka o lokaciji vozova što praktično znači da softver za oporavak rasporeda može biti pokrenut u trenutku nastanka poremećaja;
- razvoj efikasnih algoritama za optimizaciju, koje će, dopunjeni ogromnom procesnom snagom savremenih računara, biti sposobni da daju optimalan ili bar „dovoljno dobar“ oporavljeni raspored u limitiranom vremenskom intervalu;
- razmatranje i drugih ciljnih funkcija, npr. minimizacija odstupanja od inicijalnog rasporeda, minimizacija kašnjenja putnika, minimizacija broja ili troškova neplaniranog zaustavljanja vozova, itd.; razvoj softverskih sistema sa dispečer-friendly korisničkim interfejsom. Bez odličnog korisničkog interfejsa, čak i fantastični rezultati algoritama raspoređivanja neće naći svoje mesto u praksi, posebno ako se radi o sistemu koji treba da radi u realnom vremenu. Poželjna osobina korisničkih interfejsa je omogućavanje dispečeru-korisniku da interaktivno edituje raspored (grafikon reda vožnje) generisan od strane softvera, uzimajući u obzir njegovo iskustvo i, eventualno, informacije koje generator

rasporeda nije imao na raspolaganju. Kada planer edituje raspored, poželjno je da je u mogućnosti da prati uticaj svojih promena na različite mere performanse, da upoređuje različite rasporede i obavlja analize tipa „šta – ako“. Idealno bi bilo da koristeći tehniku „odvuci i spusti“ („*drag&drop*“) uz pomoć miša, korisnik ima mogućnost da „pomera“ voz od jednog do drugog položaja. Obezbeđenje interfejsa sa sposobnošću klika i povlačenja nije jednostavan zadatak. „Menjanje“ položaja određenog voza, u stvari je menjanje početaka procesiranja za njegove operacije, a možda i redosleda kojim vozovi zauzimaju resurse. Sve to, naravno, može da dovede do konfliktnog reda vožnje. „*Drag&drop*“ tehnika nužno zahteva da softver ima funkcionalnost da proveriti da li je rešenje koje predlaže korisnik-dispečer izvodljivo.

ZAHVALNICA

Ovaj rad delimično je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, u okviru projekta pod brojem 036012.

LITERATURA

- [1] Cai, X., Goh, C.J.: *A fast heuristic for the train scheduling problem*, Computers and Operations Research, Vol. 21, Issue 5, pp. 499-510, 1994.
- [2] Chiu, K., Chou, C. M., Lee, J. H. M., Leung, H. F., Leung, Y. W.: *A constraint-based interactive train rescheduling tool*, Constraints, Vol. 7, Issue 2, pp. 167 – 198, 2002.
- [3] Cacchiani, V. and Toth, P.: *Nominal and robust train timetabling problems*, European Journal of Operational Research, Vol. 219, Issue 3, pp. 727 – 737, 2012.
- [4] Caprara, A., Kroon, L. G. and Toth, P.: *Optimization Problems in Passenger Railway Systems*, Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science, Vol. 6, pp. 3896 – 3905, 2011.
- [5] Lusby, R., Larsen, J., Ehrgott, M., Ryan D.: *Railway track allocation: models and methods*, OR Spectrum, Vol. 33, Issue 4, pp. 843 – 883, 2011.
- [6] Liebchen, C.: *The First Optimized Railway Timetable in Practice*, Transportation Science, Vol. 42, Issue 4, pp. 420 – 435, 2008.
- [7] Cacchiani, V., Huisman, D., Kidd, M., Kroon, L.G., Toth, P., Veelenturf, L.P., Wagenaar, J.C.: *An Overview of Recovery Models and Algorithms for Real-time Railway Rescheduling*, Transportation Research Part B: Methodological, Vol. 63, pp. 15–37, 2014.
- [8] Oliveira, E., Smith B.M.: *A hybrid constraint-based method for single-track railway scheduling problem*, Rep 2001.04. School of Computing, University of Leeds, (12. 1. 2016.) dostupno na: https://www.engineering.leeds.ac.uk/computing/research/publications/reports/2001/2001_04.pdf, 2001.
- [9] Mannino, C., Mascis, A., *Optimal real-time traffic control in metro stations*, Operation Research, Vol. 57, Issue 4, pp. 1026 – 1039, 2009.
- [10] Rodriguez, J.: *A constraint programming model for real-time train scheduling at junctions*, Transportation Research Part B: Methodological, Vol. 41, Issue 2, pp. 231 – 245, 2007.
- [11] Mladenović, S., Vesković, S., Branović, I., Janković, S., Aćimović, S.: *Heuristic Based Real - Time Train Rescheduling System*, Networks, Vol. 67, Issue 1, 2016, pp. 32-48, 2016.
- [12] Mladenović, S., Čangalović, M.: *Heuristic approach to train rescheduling*, Yugoslav Journal of Operations Research, Vol. 17, No. 1, pp. 9-29, 2007.
- [13] Mladenović, S., Vesković, S., Čičak, M.: *SIZES programski sistem za utvrđivanje kapaciteta jednokolosečne pruge*, XLIV Konferencija za ETRAN, Bukovička Banja, Zbornik radova, Sveska III, str. 63-66, 2001.
- [14] Mladenović, S., M. Čangalović, D. Bečejski-Vujaklija, Marković, M.: *Constraint programming approach to train scheduling on railway network supported by heuristics*, 10th World Conference on Transport Research, CD of Selected and Revised Papers, Paper number 807, Abstract book I, pp. 642-643, Istanbul, Turkey, 2004.
- [15] Čičak, M., Vesković, S., Mladenović, S.: *Modeli za utvrđivanje kapaciteta železnice*, Saobraćajni fakultet i Želznid, Beograd, 2002.

ŽELJKO STEVIĆ¹, MARKO VASILJEVIĆ², GORDAN STOJČIĆ³, ILIJA TANACKOV⁴

INTEGRISANI FAZI MODEL ZA REŠAVANJE LOKACIJSKOG PROBLEMA

INTEGRATED FUZZY MODEL FOR SOLVING LOCATION PROBLEM

Datum prijema rada: 6.7.2016. god.

UDK: 658.72:78:510.64

REZIME

Rezime – Lokacijski problemi danas predstavljaju široko polje interesovanja, stoga metode koje doprinose njihovom rešavanju našle su svakodnevnu primenu. Cilj rada je stvaranje modela koji podrazumeva integraciju Fuzzy Analitičko Hijerarhijskog Procesa (FAHP) i ARAS metode, pomoću kojeg se obavlja rangiranje tri potencijalne lokacije za izgradnju logističkog centra na teritoriji Republike Srpske. Izbor lokacije logističkog centra zasniva se na integrisanim odlukama koje predstavljaju veoma bitnu stavku pri izboru najpovoljnije lokacije. Rangiranje se obavlja na osnovu šest kvalitativnih i kvantitativnih kriterijuma koji se međusobno porede na osnovu fuzzy trougaonih brojeva (TFN) i primenom Čengove proširene analize dobijaju se vrednosti značaja svakog kriterijuma koji umnogome utiču na konačan rang alternativa. **Ključne reči:** višekriterijumska analiza, fazi AHP, ARAS, logistički centar, lokacija

SUMMARY

Problems related to locations nowadays represent the wide field of interest, so methods contributing to their solving are already in day-to-day use. The aim of this paper is to create the model that mean the integration of fuzzy AHP and ARAS methods which enables us to estimate and value three potential locations for logistics center construction in the territory of Republic of Srpska. The choice of the logistics center location is based on an integrated decisions and risk methodology for the selection of the best locations. Valuating is done on the base of six qualitative and quantitative criteria compared between each other based on fuzzy triangular numbers (TFN) and by applying Chang's extent analysis, what gives us high valued values for each criteria, that greatly influence final rank of alternatives. The choice of the logistics center location is based on an integrated decisions and risk methodology for the selection of the best locations. **Key words:**, multi-criteria analysis, fuzzy AHP, ARAS, logistics center, location

1. UVOD

Danas u poslovanju bilo kog sistema logistika je itekako prisutna i logistički troškovi imaju znatan udeo u ukupnim troškovima poslovanja. Stoga racionalizacijom logističkih sistema, aktivnosti i procesa omogućava se smanjenje troškova, povećanje kvaliteta i smanjenje vremena trajanja isporuke robe ili vremena trajanja neke od logističkih operacija i sl. što u suštini predstavlja logistički trougao. Zadovoljenje i ispunjenje ovih zahteva

može se postići razvojem i izgradnjom logističkih centara na povoljnim lokacijama koje su podobne i sa aspekta saobraćajne povezanosti i sa aspekta korisnika. Formiranjem logističkog centra vrši se konsolidacija robnih tokova, a funkcionisanje logističkog sistema bez toga je danas neshvatljivo, neprihvatljivo i potpuno neracionalno, posebno ako se uzme u obzir količina robnih tokova koja se uvozi iz raznih zemalja Evrope i sveta. Način racionalizacije troškova jeste

1 Željko Stević, dipl. inž. saob, Univerzitet u Istočnom Sarajevu - Saobraćajni fakultet Dobo, Vojvode Mišića 52, Dobo, zeljkostevic88@yahoo.com

2 Prof. dr Marko Vasiljević, dipl. inž. saob, Univerzitet u Istočnom Sarajevu - Saobraćajni fakultet Dobo, Vojvode Mišića 52, Dobo, drmarkovasiljevic@gmail.com

3 Prof. dr Gordan Stojčić, dipl. inž. saob, Univerzitet u Novom Sadu - Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, gordan.stojic@gmail.com

4 Prof. dr Ilija Tanackov, dipl. inž. saob, Univerzitet u Novom Sadu - Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, ilijat@uns.ac.rs

kontejnerizovanje robe i primena intermodalnog transporta, a opet to zahteva postojanje logističkog centra sa svim pratećim podsistemima.

Posmatrajući logistiku Republike Srpske i logistiku okruženja ili samo zemalja sa kojima se naša država graniči, nemoguće je ne primetiti veliki zaostatak u razvoju logističke mreže, deficit logističkih kompanija, nepostojanje logističkih centara, veliki deo neracionalnog obima transporta i sl. Sve je to posledica nedovoljne logistike, odnosno nedostatak infrastrukture. Na primer Srbija uveliko radi na izgradnji logističkih centara, odnosno stvaranju mreže logističkih centara, što i jeste poenta same logistike. Primeri su logistički centri Batajnica, Apatin, Šabac i sl. Takođe, Hrvatska je dobar primer razumevanja neophodnosti postojanja logističkog/ih centra/ara i pokušaju praćenja evropskih trendova, primer logistički centar u Zagrebu. Stoga poseban akcenat se stavlja na teritoriju Republike Srpske kao područje koje ne poseduje logistički centar, a koje ima povoljan geografski položaj tj. povoljne predispozicije za izgradnju modernog logističkog centra koji bi umnogome koristio celokupnoj privredi. Zahtevi za transportom se modifikuju vremenom, tako da kada su u pitanju robni tokovi i isporuke trend je da su iste sve manje, a frekventnije tj. sve manje količine robe se prevozi u jednom dostavnom transportnom sredstvu, a sve češće. To je još jedan od razloga za postojanjem odnosno izgradnjom logističkog centra koji bi izvršio konsolidaciju robnih tokova i tako racionalizovao transport.

Razvoj lokacijske teorije u literaturi se uglavnom vezuje za agronomiju i geografiju, pa se kao začetnici ove oblasti najčešće navode nemački agroekonomista Johann Thunen, [1] odnosno Alfred Weber [2] koji razmatra industrijsku proizvodnju. Tako se Thunenu pripisuje prva od lokacijskih teorija bazirana na razmatranju troškova i rastojanja, gde se za pogone poljoprivredne proizvodnje kaže da se u odnosu na tržište prodaje moraju locirati tako da minimiziraju transportne troškove. Weber prepoznaje značaj sirovina u odvijanju proizvodnih procesa i u tome uticaj lokacije. Ipak, posmatrano sa aspekta matematičke formulacije, smatra se da je čuveni Ferma početkom XVII veka započeo razmatranje lokacijskih problema ukazujući na sledeći problem „Za zadate tri tačke u ravni pronaći četvrtu, tako da zbir rastojanja između četvrtе tačke i zadate tri, bude minimalan“. Detaljnije o lokacijskim problemima u [3].

Do sada, brojne metode višekriterijumske analize se primenjuju u istraživanju pri izboru najpogodnije lokacije logističkog centra. U [4] je korišćen fazi klaster analiza za utvrđivanje lokacije LC-a. Li i dr. u [5] su primenili *axiomatic fuzzy set* i metodologiju Topsis

metode da reše lokacijski problem logističkog centra. Fazi AHP i Topsis u [6] je korišćen za proučavanje evaluacije o izboru lokacije logističkog centra. Erkaiman [7] uz pomoć fazi Topsis pristupa razvio je model za izbor LC lokacije. U [8] se primenjuje faza ARAS za određivanje najbolje lokacije logističkog centra.

2. POSTAVKA PROBLEMA I METODOLOGIJA

Izbor lokacije logističkog centra zasniva se na integrisanim odlukama koje predstavljaju veoma bitnu stavku pri izboru najpovoljnije lokacije. Proces integracija podrazumeva opšte korake kao što je navedeno u nastavku:

- Početni korak formira skup rasporeda i prihvatljivih prostornih alternativa.
- Korak 1 definiše set kriterijuma za donošenje odluka.
- Korak 2 identifikuje početne težine relevantnih kriterijuma koristeći FAHP metodu kao jednu od tehnika za višekriterijumsko odlučivanje (Multi Criteria Decision Making (MCDM)).
- Korak 4 obrazuje rang listu alternativa, koristeći ARAS metodu
- Završni korak bira najpogodniju alternativu.

2.1. Lokacijske alternative logističkih centara

Definisanje više lokacijskih alternativa logističkih centara je neophodno da bi se sagledale različite tehničko-tehnološke strane problema i obavilo njihovo poređenje. Alternative su prvo definisane na značajnim čvorištima saobraćajnih i robnih tokova (makro i mikro nivo). Dakle, inicijalno je formiran prihvatljivi skup lokacijskih alternativa da bi se izabrala optimalna alternativa u sledećim koracima. Za bolje poređenje dozvoljenih alternativa neophodno je definisati i kvantifikovati prostorne, saobraćajne i geografske parametre i kriterijume.

2.2. Relevantni kriterijumi i njihove težinske vrednosti

Postoji veliki broj kriterijuma koji se može proučavati u vezi izbora ili rangiranja alternativa. U cilju definisanja relevantnih kriterijuma ustanovljene su hijerarhijske strukture, definisanjem grupnih kriterijuma na visokom nivou i kriterijumima na nižem nivou. Hijerarhijska struktura kriterijuma korišćenih u ovom radu za izbor lokacije logističkog centra sastoji od tri grupna kriterijuma i šest kriterijuma (Tabela 1). Kriterijumi su izabrani u skladu sa standardima definisanja skupa kriterijuma koji se koriste pri rešavanju ovakvih problema.

Tabela 1. Hijerarhijska struktura relevantnih kriterijuma

Grupni kriterijumi	Nivo kriterijuma	Tip
Prostorni	raspoloživa površina	Numerički
	cena zemljišta	
Geografski	geografski položaj	Lingvistički
	makro-mikro nivo lokacije	
Saobraćajni	pripadnost vidu transporta	Numerički
	pristupačnost prilaza transportnih sredstava	Lingvistički

Jedna od glavnih i najvažnijih karakteristika više-kriterijumskog odlučivanja je da kriterijumi ne mogu imati jednaku važnost. Da bi se izbegao subjektivitet u procesu određivanja relativnih težina kriterijuma standardizacija je, za potrebe ovog rada, izvršena ekspertskom procenom koja se koristi za identifikaciju početne težine relevantnih kriterijuma.

Istraživanje je obuhvatilo saobraćajne, građevinske inženjere i prostorne planere. Dva pristupa su korišćena u ovom procesu: Eksperti za oblast i svi stručnjaci za sve oblasti. Slučaj Ekspert za oblast je jednostavniji jer stručnjaci procenjuju kriterijume iz svojih stručnih oblasti. Drugi model je složeniji jer je grupa eksperata heterogena. Ovde se utvrđivanje vrednosti kriterijuma vrši uzimajući u obzir interese sukobljenih, a to bliže odgovara realnim uslovima. Određivanje relativne težine kriterijuma je veoma važno za konačne rezultate procesa.

3. METODE

3.1. Klasična AHP metoda

Tvorac analitičko hijerarhijskog procesa je Tomas Saaty [9] i prema istom autoru AHP je teorija merenja kroz poređenje parova i oslanja se na mišljenje stručnjaka za izvođenje prioriternih skala. Sa AHP metodom, prema istom autoru [9], moguće je izvršiti identifikaciju relevantnih činjenica i povezanosti koje postoje među njima. Ova metoda se sastoji iz dekompozicije problema, gde se cilj nalazi na vrhu, zatim kriterijumi i podkriterijumi i na kraju hijerarhije su potencijalna rešenja.

Definisana su četiri aksioma na kojima se AHP zasniva: Aksiom recipročnosti. Ako je element A n puta značajniji od elementa B, tada je element B $1/n$ puta značajniji od elementa A. Aksiom homogenosti. Poređenje ima smisla jedino ako su elementi uporedivi npr. ne može se porediti težina komarca i težina slona. Aksiom zavisnosti. Dozvoljava se poređenje među grupom elemenata jednog nivoa u odnosu na element višeg nivoa, tj. poređenja na nižem nivou zavise od elementa višeg nivoa. Aksiom očekivanja. Svaka promena u strukturi hijerarhije zahteva ponovno računanje prioriteta u novoj hijerarhiji.

Neki ključni i osnovni koraci u metodologiji AHP prema [10] su: definisati problem, proširiti problem uzimajući u obzir sve aktere, cilj i ishod, identifikacija kriterijuma koji utiču na ishod, strukturirati problem u već objašnjenu hijerarhiju, porediti svaki element sa svakim na odgovarajućem nivou, pri čemu je ukupno potrebno $n(n-1)/2$ poređenja, proračunati maksimalnu vrednost sopstvenog vektora, indeks konzistentnosti i stepen konzistentnosti.

AHP na određen način rešava problem subjektivnog uticaja donosioca odluke tako što meri stepen konzistentnosti (CR) i o tome obaveštava donosioca odluka.

Ukoliko je stepen konzistentnosti u opsegu do 0,10 rezultati se smatraju se validnim, neki autori uzimaju čak i veći stepen konzistentnosti kao validan što naravno nije preporučljivo. U zavisnosti od veličine matrica preporučuje se vrednost ovog koeficijenta, pa se u [11, 12] može naći da je maksimalni dozvoljeni stepen konzistentnosti za matrice 3×3 0,05, za matrice 4×4 0,08, a za veće matrice 0,1. Ukoliko izračunati CR nije zadovoljavajuće vrednosti, potrebno je ponovo izvršiti poređenje da bi isti bio u željenom opsegu.

3.2. Fazi AHP metoda

Teoriju fazi skupova prvi je predstavio Zadeh, [13], čijom primenom je omogućeno donosiocima odluka da na efikasan način izađu na kraj sa neizvesnostima. Fazi skupovi generalno koriste trouglaste, trapezoidne i Gausove fazi brojeve, koji konvertuju neizvesne brojeve u fazi brojeve. Fazi skup je prema [14] klasa objekata okarakterisana funkcijom pripadnosti, u kome se svakom objektu dodeljuje stepen pripadnosti na intervalu (0,1). Trouglasti fazi brojevi (TFN) koji se u ovom radu i koriste se označavaju kao (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) . Parametri (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) predstavljaju najmanju moguću vrednost, najperspektivniju vrednost i najveću moguću vrednost koja opisuje neki fazi događaj, respektivno.

Trouglasti fazi brojevi se takođe dosta primenjuju u sledećim okolnostima [15]:

- kada postoji veća kompleksnost izračunavanja kao posledica složenosti funkcija,
- kada se pojednostavljaju fazi matematičke operacije usled korišćenja trouglastih fazi brojeva;
- kada se teže definišu funkcije pripadnosti kao posledica složenosti fazi brojeva;
- kada trouglasti fazi brojevi efikasno reprezentuju procene koje su donete od strane većeg broja donosilaca odluka.

Operacioni zakoni dva trougaona fazi broja $\check{A}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ i $\check{A}_2 = (l_2, m_2, u_2)$ definisani su na sledeći način [16]:

Sabiranje fazi brojeva:

$$\check{A}_1 + \check{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) + (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (1)$$

Množenje:

$$\check{A}_1 \times \check{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) \times (l_2, m_2, u_2) = (l_1 l_2, m_1 m_2, u_1 u_2) \quad (2)$$

za $l_1 l_2 > 0; m_1 m_2 > 0; u_1 u_2 > 0$

Oduzimanje:

$$\check{A}_1 - \check{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) - (l_2, m_2, u_2) = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2) \quad (3)$$

Deljenje:

$$\frac{\check{A}_1}{\check{A}_2} = \frac{(l_1, m_1, u_1)}{(l_2, m_2, u_2)} = \left(\frac{l_1}{u_2}, \frac{m_1}{m_2}, \frac{u_1}{l_2} \right) \text{ za } l_1 l_2 > 0; m_1 m_2 > 0; u_1 u_2 > 0 \quad (4)$$

Recipročna vrednost fazi broja:

$$\check{A}^{-1} = (l_1, m_1, u_1)^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1} \right), \quad (5)$$

za $l_1 l_2 > 0; m_1 m_2 > 0; u_1 u_2 > 0$

Chang-ova proširena analiza se široko primenjuje u različitim oblastima za donošenje odluka. Kao jedan od nedostataka ove proširene AHP analize smatra se prema [14], neuzimanje u obzir stepena konzistentnosti odnosno neračunanje njegove vrednosti, međutim postoje pristupi koji omogućavaju proračun konzistentnosti ove metode.

Neka je $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ skup objekata, a $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ skup ciljeva. Prema metodologiji proširene analize koju je postavio Čeng [17] za svaki uzeti objekat vrši se proširena analiza cilja u_j . Vrednosti proširene analize m za svaki objekat mogu biti predstavljene na sledeći način:

$$M_{gi}^1, M_{gi}^2, M_{gi}^m, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (6)$$

gde su $M_{gi}^j, j = 1, 2, \dots, m$, fazi trougaoni brojevi.

Chang-ova proširena analiza sadrži sledeće korake:

Korak 1: Vrednosti fazi proširenja za i -ti objekat date su jednačinom:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (7)$$

Da bi se dobilo izraz:

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (8)$$

potrebno je izvršiti dodatne fuzzy operacije sa m vrednostima proširene analize, što je predstavljeno sledećim izrazima:

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (10)$$

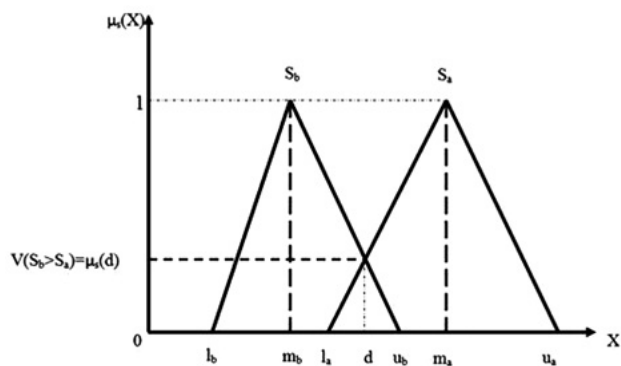
Zatim je potrebno izračunati inverzni vektor:

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left[\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right] \quad (11)$$

Korak 2: Stepen mogućnosti $S_b \geq S_a$ je definisan:

$$V(S_b \geq S_a) = \begin{cases} 1, & \text{ako je } m_b \geq m_a \\ 0, & \text{ako je } l_a \geq u_b \\ \frac{l_a - u_b}{(m_b - u_b) - (m_a - l_a)}, & \text{ostalo} \end{cases} \quad (12)$$

gde je d ordinata najvećeg preseka u tački D između μ_{Sa} i μ_{Sb} kao što je prikazano na slici 1.



Slika 1. Presek između S_a i S_b

Za poređenje S_1 i S_2 , potrebne su obe vrednosti

$$V(S_1 \geq S_2) \text{ i } V(S_2 \geq S_1).$$

Korak 3: Stepen mogućnosti da konveksni fuzzy broj bude veći od k konveksnog broja S_i ($i = 1, 2, \dots, k$) može se definisati izrazom:

$$V(S_i \geq S_1, S_2, \dots, S_k) = \min V(S_i \geq S_k), = w'(S_i) \quad (13)$$

$$d'(A) = \min V(S_i \geq S_k), \quad k \neq i, \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (14)$$

Težinski vektor je dat sledećim izrazom:

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T, \quad (15)$$

Korak 4: Putem normalizacije, težinski vektor se svodi na izraz:

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T, \quad (16)$$

gde W ne predstavlja fazi broj.

3.3 ARAS metoda

ARAS (Additive Ratio Assessment) metoda je razvijena od strane grupe autora 2010. godine [18]. Iste godine je razvijen i fazi oblik ove metode [8].

Prema [18] prva faza ove metode je formiranje početne matrice odlučivanja. U diskretnoj optimizaciji u oblasti višekriterijumskog odlučivanja svaki problem se može predstaviti preko početne matrice odlučivanja, gde su preferencije za m alternativa (redovi) procenjeni na osnovu n kriterijuma (kolone):

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & \dots & x_{0j} & \dots & x_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}; i = \overline{0, m}; j = \overline{1, n} \quad (17)$$

gde je m – broj alternativa, n – broj kriterijuma koji opisuju svaku alternativu, x_{ij} – vrednost koja predstavlja karakterističnu vrednost alternative u uslovima j kriterijuma, x_{0j} – optimalna vrednost j kriterijuma. Ako je optimalna vrednost kriterijuma nepoznata onda:

$$\begin{aligned} x_{0j} &= \max_i x_{ij}, \text{ ako se } \max_i x_{ij}, \text{ preferira} \\ x_{0j} &= \min_i x_{ij}^*, \text{ ako se } \min_i x_{ij}^*, \text{ preferira} \end{aligned} \quad (18)$$

U drugoj fazi početne vrednosti za sve kriterijume su normalizovani – definisane vrednosti $\bar{x}_{ij}$ normalizovane matrice odlučivanja $\bar{X}$:

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{01} & \dots & \bar{x}_{0j} & \dots & \bar{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{i1} & \dots & \bar{x}_{ij} & \dots & \bar{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{m1} & \dots & \bar{x}_{mj} & \dots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix}; i = \overline{0, m}; j = \overline{1, n} \quad (19)$$

Kriterijumi koji preferiraju maksimalne vrednosti su normalizovani na sledeći način:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (20)$$

Kriterijumi koji preferiraju minimalne vrednosti su normalizovani primenjujući dvofaznu proceduru:

$$x_{ij} = \frac{1}{x_{ij}^*}; \bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (21)$$

Treća faza u ovoj metodi je definisanje otežane normalizovane matrice – $\hat{X}$. Moguće je vrednovati kriterijume sa težinama $0 < w_j < 1$. Samo dobro osnovane težine treba koristiti, jer težine su uvek subjektivne i utiču na rešenje. Vrednosti težine w_j se obično određuju metodom ekspertske procene. Zbir pondera w_j su ograničene kao što sledi:

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (22)$$

$$X = \begin{bmatrix} \hat{x}_{01} & \dots & \hat{x}_{0j} & \dots & \hat{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{i1} & \dots & \hat{x}_{ij} & \dots & \hat{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{m1} & \dots & \hat{x}_{mj} & \dots & \hat{x}_{mn} \end{bmatrix}; i = \overline{0, m}; j = \overline{1, n} \quad (23)$$

Vrednosti otežane normalizovane matrice za sve kriterijume se računaju na sledeći način:

$$\hat{x}_{ij} = \bar{x}_{ij} w_j; i = \overline{0, m}, \quad (24)$$

gde je w_j težina (značaj) za j kriterijum i $\bar{x}_{ij}$ je normalizovana procena za j kriterijum. Sledeći zadatak je utvrđivanje funkcije optimalnosti i to na sledeći način:

$$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij}; i = \overline{0, m}, \quad (25)$$

gde je S_i vrednost optimalne funkcije za i alternative.

Najveća vrednost je najbolja, dok najmanja predstavlja najlošije rešenje. Uzimajući u obzir celokupni proces proračuna, funkcija optimalnosti S_i ima direktnu i proporcionalnu vezu sa vrednostima x_{ij} i težinama w_j istraživanih kriterijuma i njihovog relativnog uticaja na konačan rezultat. Stoga veća vrednost optimalnosti funkcije S_i je efikasnija alternativa. Prioriteti alternativa mogu se odrediti upravo prema vrednosti S_i . Zbog toga je pogodno da se izvrši vrednovanje i rangiranje alternativa kada se koristi ova metoda.

Stepen korisnosti alternativa se računa poređenjem varijanti koje su analizirane sa idealnom koja se označava S_0 . Jednačina koja se koristi za proračun stepen korisnosti za alternative data je u nastavku.

$$K_i = \frac{S_i}{S_0}; i = \overline{0, m}, \quad (26)$$

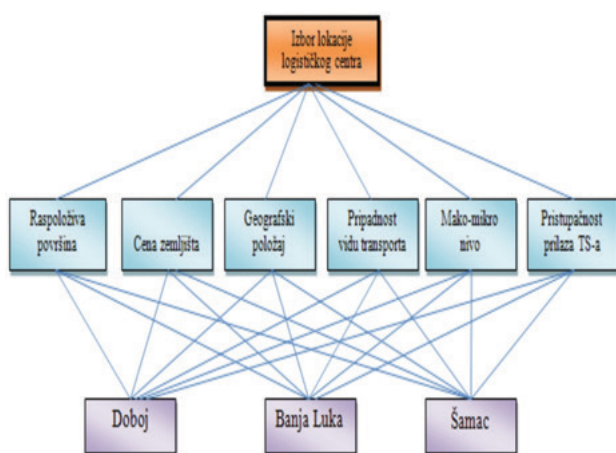
gde su S_i i S_0 vrednosti kriterijuma i optimalna vrednost kriterijuma respektivno, proračunate na osnovu jednačine (25).

Jasno je, da se proračunate vrednosti K_i kreću u interval $[0, 1]$ i mogu se poredati prema rastućem nizu, što je željeni red prioriteta.

4. PRAKTIČAN PRIMER

Danas je veoma bitno sučeljavanje vidova transporta tj. mesta na kojima će dolaziti do konverzije jednog vida transporta u drugi. Zbog toga se u svetu ali i u okruženju, logistički centri grade uz luke kako bi jednostavno mogli koristiti i rečni transport. Upravo iz toga razloga u radu se posmatra i potencijalna lokacija luke Šamac koja predstavlja neiskorišćeni resurs, jer transport putem reke Save nije iskorišćen ni približno u meri njenih potencijala. Pored ove lokacije u radu se razmatraju još dve lokacije: Banja Luka kao glavni grad republike i lokacija Doboj kao pogodno drumsko-železničko čvorište. Definisani kriterijumi su naravno zajednički za sve tri lokacije kako bi se moglo izvršiti njihovo poređenje. Hijerarhijska postavka za dati lokacijski problem prikazana je na slici 2.

Hakon opisane metodologije za donošenje odluke primenom proširene AHP metode tj. fazi AHP da bi se dobili neophodni rezultati potrebno je izvršiti poređenje kriterijuma na bazi fazi trougaonih brojeva (TFN), što je prikazano u tabeli 3. Poređenje je izvršeno na osnovu skale prikazane u tabeli 2 definisane u [17].



Slika 2. Hijerarhijska postavka za dati lokacijski problem

Tabela 2. Trougaona fazi skala

Lingvistička skala	Trougaona fazi skala	Trougaona fazi recipročna skala
Samo jednako	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Jednak značaj	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
Malo važnije	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
Strogo važnije	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
Veoma strogo važnije	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
Apsolutno važnije	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)

Nakon poređenja kriterijuma međusobno, proračunate su njihove težinske vrednosti, što je prikazano u nastavku. Upravo te vrednosti igraju veoma važnu ulogu

u budućoj implementaciji ARAS metode, jer se na osnovu njihovog značaja dobija rangiranje alternativa.

Tabela 3. Poređenja kriterijuma na bazi fazi trougaonih brojeva

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	(1,1,1)	(1,3/2,2)	(1/2,1,3/2)	(1/2,1,3/2)	(1,3/2,2)	(3/2,2,5/2)
K2	(1/2,2/3,1)	(1,1,1)	(2/3,1,2)	(2/3,1,2)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)
K3	(2/3,1,2)	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(1,3/2,2)
K4	(2/3,1,2)	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(1,3/2,2)
K5	(1/2,2/3,1)	(1,1,1)	(2/3,1,2)	(2/3,1,2)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)
K6	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,2)	(1/2,2/3,1)	(1/2,2/3,1)	(2/3,1,2)	(1,1,1)

Da bi se odredilo fazi proširenje kombinacija za svaki kriterijum, prvo je potrebno proračunati $\sum_{j=1}^n M_{gi}^j$ vrednosti za svaki red matrice.

$$C_1 = (1+1+1/2+1/2+1+3/2; 1+3/2+1+1+3/2+2; 1+2+3/2+3/2+2+5/2) = (5.5; 8; 10.5) \text{ itd.}$$

$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M_{gi}^j$ vrednosti su izračunate na sledeći način:

$$(5.5; 8; 10.5) + (4.333; 5.667; 8.5) + (4.667; 6.5; 9) + (4.667; 6.5; 9) + (4.333; 5.667; 8.5) + (3.533; 4.833; 7.667) = (27.033; 37.167; 53.167)$$

$$\text{Onda, } S_i = \sum_{j=1}^n M_{gi}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M_{gi}^j \right]^{-1}:$$

$$S_1 = (5.5; 8; 10.5) \times (1/53.167; 1/37.167; 1/27.033) = (0.103; 0.215; 0.388) \text{ itd.}$$

Sada, vrednosti V (određivanje prioriteta) se izračunava pomoću sledećih vektora.

$$V(S_1 \geq S_2) = 1 \quad V(S_1 \geq S_3) = 1 \quad V(S_1 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_1 \geq S_5) = 1 \quad V(S_1 \geq S_6) = 1$$

$$V(S_2 \geq S_1) = \frac{0.103 - 0.314}{(0.152 - 0.314) - (0.215 - 0.103)} = 0.770$$

$$V(S_2 \geq S_3) = \frac{0.088 - 0.314}{(0.152 - 0.314) - (0.175 - 0.088)} = 0.907$$

$$V(S_2 \geq S_4) = \frac{0.088 - 0.314}{(0.152 - 0.314) - (0.175 - 0.088)} = 0.907$$

$$V(S_2 \geq S_5) = 1 \quad V(S_2 \geq S_6) = 1 \text{ itd.}$$

Težine prioriteta su izračunate:

$$d' = (C1) \min (1; 1; 1; 1; 1) = 1$$

$$d' = (C2) \min (0.770; 0.907; 0.907; 1; 1) = 0.770$$

$$d' = (C3) \min (0.852; 1; 1; 1; 1) = 0.852$$

$$d' = (C4) \min (0.852; 1; 1; 1; 1) = 0.852$$

$$d' = (C5) \min (0.770; 0.907; 0.907; 1; 1) = 0.770$$

$$d' = (C6) \min (0.680; 0.902; 0.813; 0.813; 0.902) = 0.680$$

Primenjujući jednačinu (15) dobijaju se težinske vrednosti, a iz jednačine (16) dobijaju se normalizovane težinske vrednosti kriterijuma:

$$W' = (1; 0.770; 0.852; 0.852; 0.770; 0.680)$$

$$W = (0.20; 0.16; 0.17; 0.17; 0.16; 0.14)$$

Nakon izvršenog proračuna jasno je da prvi kriterijum raspoloživa površina u datom primeru ima najveći prioritet i predstavlja najznačajniji kriterijum za vrednovanje potencijalnih lokacija.

Za procenu i rangiranje potencijalnih lokacija koristi se ARAS metoda, pa u tabeli 4 je prikazana početna matrica za donošenje odluka sa optimalnim vrednostima koje su dobijene na osnovu primene jednačine (18). U tabeli 5 su predstavljene normalizovane vrednosti dobijene primenom jednačina (20) i (21) u zavisnosti od orijentacije kriterijuma. Nakon proračuna normalizovanih vrednosti da bi se izračunala otežana normalizovana matrica potrebno je vrednosti iz tabele 5 pomnožiti sa težinama kriterijuma koje su dobijene primenom fazi AHP metode, što je prikazano u tabeli 6. Primenjujući jednačine (25) i (26) dobija se funkcija optimalnosti odnosno stepen korisnosti na osnovu kojih se vrši rangiranje što je prikazano u tabeli 7.

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆
A ₀	40	1	9	3	9	8
A ₁	10	1	9	2	9	8
A ₂	6	6	6	2	4	5
A ₃	40	4	4	3	5	4
Optimization direction	max	min	max	max	max	max

Tabela 4. Početna matrica odlučivanja

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆
A ₀	0.417	0.414	0.321	0.300	0.333	0.320
A ₁	0.104	0.414	0.321	0.200	0.333	0.320
A ₂	0.063	0.069	0.214	0.200	0.148	0.200
A ₃	0.417	0.103	0.143	0.300	0.185	0.160
w	0.20	0.16	0.17	0.17	0.16	0.14

Tabela 5. Normalizovana matrica

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆
A ₀	0.083	0.066	0.055	0.051	0.053	0.045
A ₁	0.021	0.066	0.055	0.034	0.053	0.045
A ₂	0.013	0.011	0.036	0.034	0.024	0.028
A ₃	0.083	0.016	0.024	0.051	0.030	0.022

Tabela 6. Otežana normalizovana matrica

	S	K	Rang
A ₀	0.353	1	
A ₁	0.274	0.776	1
A ₂	0.146	0.414	3
A ₃	0.226	0.640	2

Tabela 7. Rezultati i rangiranje lokacija

U tabeli 7 su prikazani rezultati koji su dobijeni primenom dvofaznog pristupa višekriterijumske analize i prema istim najprihvatljivije rešenje prema definisanim kriterijumima i njihovim značajem je lokacija jedan.

Kada je u pitanju prvi kriterijum, odnosno raspoloživa površina logističkog centra onda najbolje vrednosti ima alternativa tri tj. lokacija Šamac, jer poseduje površinu od oko 40 ha, dok alternativa dva poseduje oko 6 ha odnosno alternativa jedan oko 10 ha.

Pri poređenju alternative u odnosu na drugi kriterijum tj. cenu zemljišta, najpovoljnija je lokacija jedan, zatim sledi lokacija tri i na kraju lokacija dva. Takav redosled rezultata posledica je i položaja samih lokacija, odnosno lokacija dva (Banja Luka) kao prestonica Republike Srpske naravno ima najveću cenu zemljišta što je posledica nešto većeg standarda nego u ostalim delovima entiteta. Kada je u pitanju lokacija tri cena zemljišta je skuplja za nijansu u odnosu na cenu zemljišta lokacije jedan, prvenstveno iz razlog, a jer je to zemljište uz reku Savu.

Kada je u pitanju i treći kriterijum alternativa jedan ima najbolji rezultat, a to je pre svega posledica ukrštanja saobraćajnica, što drumskih, to i železničkih.

Pripadnost vidu transporta predstavlja četvrti kriterijum datog lokacijskog problema i alternativa tri ima daleko najveći vektor prioriteta po ovom kriterijumu, jer radi se o lokaciji Luka Šamac koja ima pripadnost na tri vida transporta: drumski, železnički i rečni, dok preostale dve lokacije imaju pripadnost drumskom i železničkom transportu.

U odnosu na peti kriterijum lokacija jedan ima najveći vektor prioriteta, jer se u suštini radi o lokaciji koja ima takav geografski položaj da može sa velikim uspehom opsluživati kako mikro tako i makro okruženje.

5. ZAKLJUČAK

Železnica i drum Republike Srpske i BiH povezuju značajnije gradove i privredne kapacitete BiH i sučeljavaju se na severu sa dve rečne luke na Savi (Šamac i Brčko), na zapadu sa lukama Rijeka i Kopar i na jugu sa lukom (Ploče) na Jadranskom moru, ali nemaju logističkih centara kao generatora racionalnih tokova roba. Kroz ovaj rad je upravo cilj staviti akcenat na mogućnosti izgradnje logističkog centra i povoljnosti pojedinih lokacija za njihovu izgradnju.

Postojeći obim rada u intermodalnom režimu na Železnicama Republike Srpske je neznan zbog zaostajanja razvoja logističkih centara, odnosno pretovarnih i skladišnih kapaciteta koji omogućavaju jeftino i brzo upravljanje tovarnim jedinicama.

Poboljšanja koja nastaju izgradnjom logističkog centra su mnogobrojna i smanjuje se niz negativnih uticaja koji se pojavljuju u gradu. Smanjuje se broj teretnih dostavnih vozila koji ulaze u grad, samim tim smanjuje se buka, vibracije, emisija štetnih gasova, zakrčenje ulične mreže, duži je životni vek infrastrukture u gradu, manje se oštećuje asfaltna podloga i još niz raznih prednosti. Ostarivanjem ovih navedenih ušteda dolazi i do uštede samog novca, jer lokalne vlasti izdvajaju svaki određeni period određena novčana sredstva za održavanje gradske infrastrukture. Taj period održavanja bi se znatno produžio, odnosno ređe bi se izdvajala sredstva za to smanjenjem broja teretnih dostavnih vozila u gradu. Kompromisno rešenje je subvencija gradskih vlasti za izgradnju logističkog centra, što bi predstavljalo jedan vid finansija. Naravno potrebne su velike investicije, međutim postoji i određeni broj inostranih logističkih kompanija koje polako ulaze na transportno tržište Republike Srpske i one predstavljaju potencijalne investitore.

Buduća istraživanja vezana za ovaj rad mogu se odnositi na veći broj kriterijuma koji će se razmatrati i veći broj lokacija, gde bi poželjno bilo stvaranje mreže logističkih centara.

ZAHVALNICA

Autori se zahvaljuju svim osobama koje su doprinele svojim komentarima da ovaj rad dobije svoj konačan oblik.

LITERATURA

- [1] Thunen J. H.: *Der Isolierte Staat in Beziehung auf Land-wirtschaft und Nationalökonomie*, Berlin Schumacher-Zarchlin, 1875.
- [2] Weber, A.: *Über den Standort der Industrien*, University of Chicago, 1929.
- [3] Vidović, M., Miljuš, M. *Lokacijski problemi-značaj, vrste i načini rešavanja*, Vojnotehnički glasnik, Vol. 52, No. 5, pp. 445-457, 2004.
- [4] Ren, Yong-chang, Tao Xing, Qiang Quan, and Guo-qiang Zhao. "Fuzzy cluster analysis of regional city multi-level logistics distribution center location plan." In *Quantitative Logic and Soft Computing 2010*, pp. 499-508, Springer Berlin Heidelberg, 2010.
- [5] Li, Ye, Xiaodong Liu, and Yan Chen. "Selection of logistics center location using Axiomatic Fuzzy Set and TOPSIS methodology in logistics management." *Expert Systems with Applications* Vol. 38, No. 6, pp. 7901-7908, 2011.
- [6] Wang, Shengyuan, and Peide Liu. "The evaluation study on location selection of logistics center based on fuzzy AHP and TOPSIS." In *2007 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, pp. 3779-3782. IEEE, 2007.
- [7] ErKayman, Burak, et al. "A fuzzy TOPSIS approach for logistics center location selection." *Journal of Business Case Studies (JBSC)* Vol. 7, No. 3, pp. 49-54, 2011.
- [8] Turskis, Zenonas, and Edmundas Kazimieras Zavadskas. "A new fuzzy additive ratio assessment method (ARAS-F). Case study: The analysis of fuzzy multiple criteria in order to select the logistic centers location." *Transport* Vol. 25, No. 4, pp. 423-432, 2010.
- [9] Saaty, T. L. "The Analytic Hierarchy Process", Mc Graw-Hill, New York 1980.
- [10] Vaidya, O. S. & Kumar S. "Analytic hierarchy process: An overview of applications." *European Journal of operational research* Vol. 169, No. 1, pp. 1-29, 2006.
- [11] Lee, A. H., Chen W.C., Ching-J. C. "A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan." *Expert systems with applications* Vol. 34, No. 1, pp. 96-107, 2008.
- [12] Anagnostopoulos, K. P., Gratziou M., Vavatsikos A. P. "Using the fuzzy analytic hierarchy process for selecting wastewater facilities at prefecture level." *European Water* Vol. 19, No. 20, pp. 15-24, 2007.
- [13] Zadeh, L.A., *Fuzzy sets*. Information and Control, Vol. 8, No. 3, pp. 338-353, 1965.
- [14] Xu, Z., & Liao, H., *Intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process*. Fuzzy Systems, IEEE Transactions on, Vol. 22, No. 4, pp. 749-761, 2014.
- [15] Montes, A. & Helvacioğlu, I.H. *Fuzzy decision support system for spread mooring system selection*. Expert systems with application, Vol. 39, No.3, pp. 3283-3297, 2012.
- [16] A. Kaufmann, M.M. Gupta, *Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1985.
- [17] Chang, D. Y. *Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP*. European journal of operational research, Vol. 95, 3, pp. 649-655, 1996.
- [18] Zavadskas, E. K. & Turskis Z. "A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making." *Technological and Economic Development of Economy* Vol. 16, No. 2. pp. 159-172. 2010.

ŽIVOTA ĐORĐEVIĆ¹, JOVAN TEPIĆ²

MODEL ZA UNAPREĐENJE ODRŽAVANJA ŽELEZNIČKIH VOZNIH SREDSTAVA PRIMENOM DIJAGNOSTIČKIH SISTEMA

THE MODEL FOR THE IMPROVEMENT OF MAINTENANCE OF RAILWAY ROLLING STOCK USING THE DIAGNOSTIC SYSTEMS

Datum prijema rada: 29.4.2016. god.

UDK: 629.4.083

REZIME

Blagovremenim uočavanjem neispravnosti na voznim sredstvima, ali i infrastrukturi predupređujemo naknadna oštećenja, vanredne događaje i smetnje u saobraćaju što neminovno povećava bezbednost i pruža mnogo prednosti za obavljanje železničkog saobraćaja. Prvi korak u procesu praćenja i upravljanja održavanjem vozniha sredstava je definisanje kritičnih parametara (identifikacijom najuticajnih parametara na stanje radne ispravnosti železničkih vozila i infrastrukture). Praćenje tih, određenih parametara u jednoj tački u železničkoj terminologiji poznato je kao „merna stanica“ za dinamičku kontrolu tehničkog stanja, pre svega vozniha sredstava. Drugi korak je obrada i analiza podataka prikupljenih sa mernih stanica, a treći korak je konkretna primena prikupljenih podataka u funkciji održavanja prema tom dijagnostifikovanom stanju. U ovom radu prikazana je baza podataka koja omogućava skladištenje i analizu podataka prikupljenih sa mernih stanica. Arhivira se niz podataka: identifikacioni broj, datum i vreme saobraćanja voza, ime merne opreme, broj koloseka, masa kola, masa po osovini i točku, ravne površine na krugu kotrljanja točka, detekcija pregrejanih ležajeva i blokiranih kočnica, itd. Nad bazom podataka generisani su brojni upiti čiji rezultati predstavljaju ulazne parametre u procesu optimizacije održavanja vozniha sredstava. Ovim se stvaraju i uslovi za novi pristup održavanju na osnovu stanja. **Ključne reči:** vozna sredstva, dinamičko praćenje, merna stanica, baza podataka, upravljanje održavanjem.

SUMMARY

Early recognition of technical failure and subsequent avoidance of damage to rolling stock offers many advantages for the performance of rail transport: increased security, interference avoidance in traffic, reducing costs by avoiding accidents, extension of time limits and maintenance wagon review, optimization of maintenance of rolling stock. The first step in the process of monitoring and managing the maintenance of the rolling stock is installing monitoring stations for dynamic control of the technical state of the wagon. The second step is the processing and analysis of data collected from the monitoring stations. In this paper we developed a database that enables the storage and analysis of collected data from the measuring station. The following data is stored: ID, date and time of the train, the name of the measuring equipment, number of the track, wagon weight, weight per axle, the weight on each wheel, the flat surface of garland point, detection of overheated bearings, detection of locked brakes, etc. Over the database were generated numerous queries whose results can represent the input parameters in the optimization of maintenance of rolling stock. Also displayed is a complex model to optimize the location of monitoring stations on the railway network based on fuzzy logic and MCD. **Key words:** rolling stock, dynamic monitoring, measuring station, database, maintenance management.

¹ Dr Života Đorđević, dipl. inž. maš, Železnice Srbije“ ad, Nemanjina 6, Beograd, zivota.tks@gmail.com

² Prof dr Jovan Tepić, dipl. inž. maš, Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, jovan.tepic@uns.ac.rs

1. UVOD

Železničke usluge postaju sve zahtevnije. Povećanje mase i brzine vozova uslovljava snažnije lokomotive, što izaziva povećanje osovinskog opterećenja i dovodi do povećanog opterećenja na šinama i svih elementa na pruži. Održavanje vozila i infrastrukture je značajno promenjeno sa zahtevima dostupnosti i pouzdanosti tehničkih sistema, a zasniva se na razvoju preventivnog održavanja.

Našim prugama saobraća veliki broj različitih tipova teretnih kola, čije tehničko stanje uglavnom zavisi od zemlje od koje su ona uvrštena u kolski park. Našu zemlju i zemlje „tranzicije” – istočne Evrope karakterišu kola velike starosti i loše održavanje, što železnički teretni transport dovodi u fazu funkcionisanja sa smanjenim efektom. Kada se tome pridoda i zapuštena infrastruktura, zastareli pogoni za održavanje, tehnološki zaostatak u odnosu na razvijene železnice, velika inertnost sistema, onda se polako kompletira slika o železnici, koja ukazuje da je to sistem koji treba temeljno rekonstruisati.

2. DEFEKTI TERETNIH KOLA I USLOVI EKSPLOATACIJE

Vek trajanja voznih sredstava zavisi, pre svega, od kvaliteta ugrađenih komponenti u procesu izgradnje. Do promene stanja železničkih vozila u eksploataciji dolazi: usled habanja, korozije, zamora, starenja, preopterećenja, greške u samom delu, uslova korišćenja, pogrešnog rukovanja itd. Ako vozila tokom eksploatacije nisu izložena preopterećenju i ekstremnim uslovima, te ako je dobro održavanje i vremenski efikasno, vek vozila će biti duži, a istovremeno se povećava dostupnost vozila za efikasno obavljanje prevoza.

Uslovi eksploatacije obuhvataju čitav kompleks uzajamno povezanih događaja koji utiču na tehničko stanje vozila. Glavni parametri koji utiču na uslove eksploatacije železničkih teretnih kola su: profil pruge, transportno opterećenje, broj zaustavljanja voza, kvalifikacija i umešnost mašinovođe, sezonske promene klimatskih uslova i režima rada, stanje proizvodne baze preduzeća i obezbeđenje rezervnim delovima i materijalima, itd.

Prema sadašnjim iskustvima, postojećim studijama i analizama, kod nas i u svetu, najveći procenat vanrednih događaja u železničkom saobraćaju, koji su direktno uticali na bezbednost, posledica su neispravnosti trčućeg stroja i kočnica.

Brojne su neispravnosti prethodno navedenih podsistema, a osnovne grupe neispravnosti su:

- oštećenje na površini kotrljanja točkova preko kojih se ostvaruje neposredno kretanje vozila po šinama koloseka,
- pregrevanje točkova usled nepravilnog kočenja ili neispravnosti kočnica (najčešće blokiranje),
- pregrevanja kočionih diskova kod vozila sa disk-kočnicama zbog prethodno navedenih razloga,
- pregrevanje ležišta, osovinskih sklopova preko kojih se težina sanduka vozila i težina tereta prenosi na točkove, a preko njih na šine i
- ostala oštećenja osovinskih sklopova uslovljenih napred navedenim osnovnim neispravnostima njihovih elemenata (labavost točkova, promena geometrijskih mera i dr.).

Pored navedenih neispravnosti bezbednost saobraćaja, može biti ugrožena i prekoračenjem dozvoljenog osovinskog opterećenja, odnosno opterećenja po točku, kao i prekoračenjem dozvoljenog tovarnog profila. Na slici 1 dat je prikaz oštećenja na točku.



Slika 1. Oštećenja bandaža točka

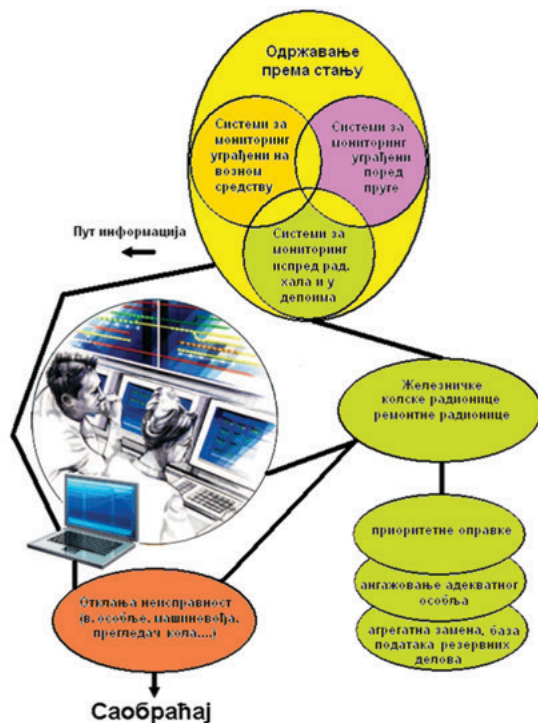
3. SAVREMENI KONCEPT ODRŽAVANJA ŽELEZNIČKIH VOZILA

Modernizacija održavanja železničkih vozila u Srbiji je, pored izgradnje i rekonstrukcije železničke infrastrukture, proces koji može da podigne železnički transport na viši nivo i da tako poveća efikasnost i konkurentnost. Da bi se utvrdili predlozi razvoja i unapređenja održavanja železničkih vozila, a time i železničkog transporta u celini, neophodno je izvršiti identifikaciju uticajnih parametara na stanje radne ispravnosti železničkih vozila, analizu otkaza železničkih vozila uopšte, istraživanje savremenih tehnologija monitoringa i dijagnostičkih metoda i na kraju definisati predlog za razvoj dijagnostičkog sistema na prugama za nadzor železničkih vozila u toku eksploatacije.

Najveći broj oštećenja na vozilima moguće je utvrditi u dinamičkim uslovima, a ne samo kada su vozila u stanicama. Dakle, celishodno je da se obavi praćenje stanja, pojedinih delova i sklopova još u fazi vožnje. Razvoj elektronike, senzora i računarske tehnologije, omogućio je uvođenje on-board dijagnostike. Merni sistemi instalirani su u vozilu, a koriste se za

kontinuirano praćenje uređaja u radu. Stacionarni dijagnostički sistemi se pak koriste za povremene periodične sigurnosne kontrole železničkih vozila i oni su instalirani duž pruge.

Moderni dijagnostički sistemi [1] poboljšali su značajno stalni nadzor železničkih vozila i povećali efikasnost održavanja. Pored toga, neophodno je da se registrovani merni podaci snimaju i sistematizuju kako bi se, na osnovu njih, donosile odluke za sprovođenje određenih aktivnosti održavanja. Suština savremenog pristupa održavanju šinskih vozila je u dijagnostici i pouzdanom tretmanu sistematizovanih mernih podataka, kao i razvoju sistema održavanja prema stanju, a ne prema vremenskim kategorijama (slika 2).



Slika 2. Savremeni koncept održavanja teretnih kola

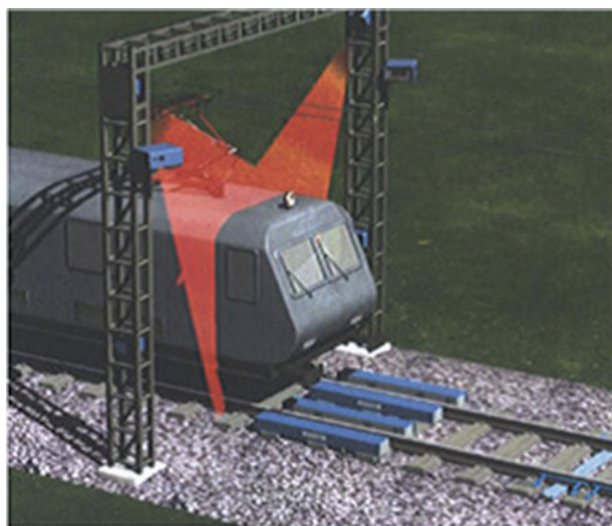
4. SAVREMENE TEHNOLOGIJE ZA PRAĆENJE ŽELEZNIČKIH VOZILA

Stacionarni dijagnostički sistemi, instalirani na pruži ili u depoima, mere više parametara i predstavljaju mernu stanicu za dinamičku kontrolu železničkih vozila. Ovakva kontrola vozila, u okviru redovnog rada, izvodi se bez njihovog zaustavljanja. Prvi stacionarni dijagnostički sistemi na prugama razvijeni su u šezdesetim godinama XX veka u SAD, ali je njihova upotreba višestruko porasla u poslednjih 20 godina. Prvi instalirani tipovi detektora, bili su detektori buke ležajeva, bočnog pomeranja, performansi obrtnih postolja i profila točka. U zemljama EU dolazi do intenzivnog razvoja uređaja za praćenje, što je dovelo do vrlo povoljnih rezultata u smanjenju defekata vozila.

Merne stanice, instalirane duž pruge obično imaju za cilj sledeće:

- detekciju pregrevanja ležajeva i točkova,
- otkrivanje delova kola van tovarnog profila,
- proveru podignutosti pantografa,
- akustično otkrivanje defektiranih ležajeva,
- praćenje istrošenosti kočionih umetaka,
- praćenje stanja profila i prečnika točkova,
- praćenje geometrije obrtnog postolja i dr.

Kontrola – merenje profila voza se obavlja preko sistema za merenje, zasnovanog na merenju laserskim daljinomerom, u kombinaciji sa visokim frekvencijama skeniranja (slika 3). Ovaj dijagnostički sistem meri profil voza u pokretu i može odrediti meru tovarjenja teretnog voza.



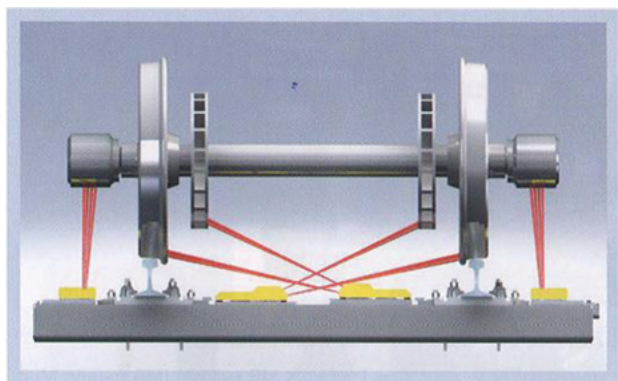
Slika 3. Sistem dijagnostike tovarnog profila voza

Tehnologija aplikacije akustičnih metoda koristi mikrofone za snimanje zvuka vozila koja prolaze. Akustični sistem za detekciju "TADS" razvijen je u SAD kao preventivni sistem za merenje osovinskog opterećenja i identifikovanje ležajeva sa unutrašnjim kvarovima u ranim fazama oštećenja, pre "katastrofalnog" defekta. Sistem čini niz mikrofona postavljenih u kućište sa obe strane koloseka koji beleže podatke zvučnog zapisa svakog ležišta (slika 4).



Slika 4. Akustični sistem za detekciju

Toplotna radijacija iz objekata može da se detektuje infracrvenim kamerama. Ova tehnologija omogućava da se označi koja su to područja sa visokim ili niskim temperaturama. Sistem koristi „thermal imager” tehnologiju i digitalnu obradu slike. FUS II – Detekcija pregrejanih točkova, ležajeva i blokiranih kočnica ima jedan linearni infracrveni detektor sa četiri piksela (slika 5).



Slika 5. FUS II sistem za detekciju zagrejanih točkova, ležajeva i blokiranih diskova

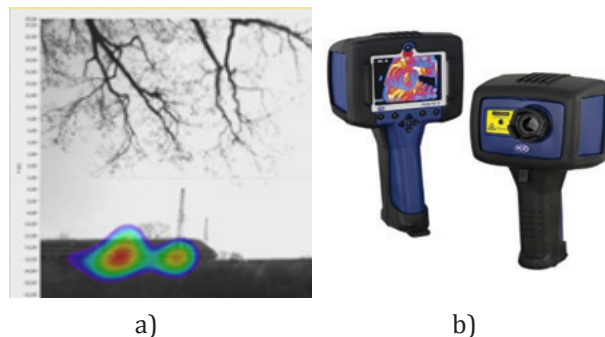
Ovaj sistem (upravno na pravac kretanja) može da skenira pri brzinama do 500 km/h. U standardnoj konfiguraciji, celokupan sistem se sastoji od tri do četiri modularna skenera koji pokrivaju ležajeve osovina i kočione diskove.

Ova vrsta detektora namenjena je za otkrivanje grešaka na površini venca točka, za merenje dinamičke vertikalne sile na šinu tokom kompletnog kruga kotrljanja točka. Ako postoji oštećenje na vencu, kao npr. ravne površine, tokom kotrljanja preko glave šine može da se javi visoki uticaj sile u kontaktu točak/šina što može da dovede i do oštećenja koloseka-infrastrukture. Merenje profila točka laserskom tehnologijom i kamerama predstavljaju bezkontaktne metode za merenje stanja točkova [2]. Ova metoda je zasnovana na optičkom trouglu između laserskih zraka i visoke rezolucije digitalne kamere za snimanje.

Što se tiče pregrejanih ležajeva i točkova glavni problem je bio u stvaranju uslova za bezkontaktno merenje temperature. Osnova bezkontaktnog merenja temperature je činjenica da svako telo koje ima temperaturu iznad apsolutne nule emituje elektromagnetno zračenje u zavisnosti od njegovog stanja zagrejanosti. Intenzitet zračenja i talasna dužina (λ) u kojima intenzitet ovog zračenja ima maksimum zavisi od odgovarajuće temperature tela. Takođe, priroda i karakteristike površine emitira imaju uticaj na emitovanje energije. Samo na višim temperaturama ($> 500\text{ }^{\circ}\text{C}$), deo zračenja se oslobađa kao vidljiva svetlost. Tehnologija koja se koristi kod detektora pregrejanosti ležaja razvila se od analognog sistema sa brzim termo otpornicima do digitalizacije signala, od

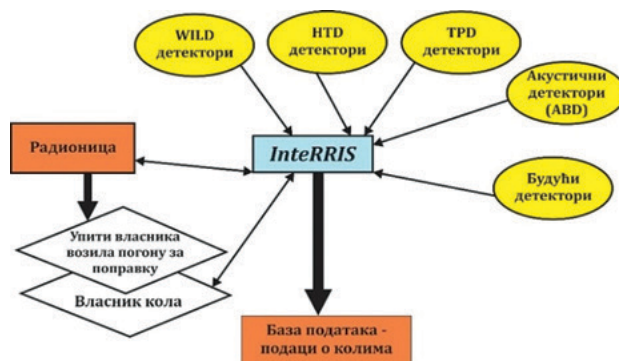
piro elektroničkih senzora do naprednih foton skenera velike brzine.

Zračenje toplote iz objekata može da se detektuje i infracrvenim kamerama (slika 6, a i b). Sistem koristi termovizijske i digitalne obrade slike za skeniranje točka i predviđa da li će točak da klizi umesto da se kotrlja. Pri normalnom kočenju brzina se smanjuje i sam točak se i dalje kotrlja i ravnomerno zagreva duž oboda točka.



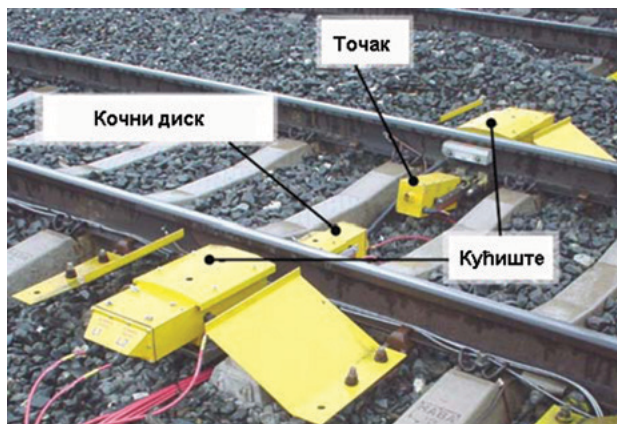
Slika 6. Merenje temperatura u pokretu a) motor, b) termovizijska kamera

Pojavom većeg broja različitih vlasnika infrastrukture kao i operatera, pojavio se problem kako objediniti sve sisteme. Udruženje američkih železnica (AAR), je započelo razvoj integrisanog informacionog sistema železnice (InterRRIC™) u 2000. godini (slika 7). Integrisani sistem ostvaruje mogućnost korišćenja informacija za monitoring većeg broja detektora i mogućnost proširenja drugim sistemima.



Slika 7. Integrisani informacioni sistem

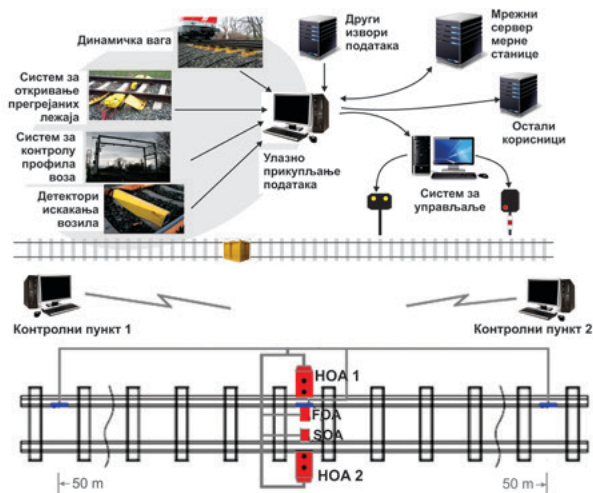
Sistem omogućuje stvaranje baze podataka o karakteristikama vozila dobijenih iz pojedinačnih izvora koja je namenjena da prikupi merenja iz svih detektora stanja/karakteristika, a ona je, pak, povezana sa bazom podataka koja sadrži podatke o održavanju vozila. Sistem za otkrivanje pregrejanih osovinskih ležajeva (slika 8) korišćen u Austriji od strane ÖBB Infrastrukture sastoji se od opreme sa strane koloseka, jedne jedinice za ocenu i upravljanje, opreme za prenos podataka i jedinice sa vizuelnim prikazivanjem.



Slika 8. Uređaj za merenje temperatura točkova, (osovina) osovinskih ležajeva i kočionih diskova

Oprema uz kolosek sastoji se od za šinu pričvršćene merne opreme sa infracrvenim senzorima za snimanje temperature osovinskog kućišta, temperature točka i brojača osovina i elektronike za upravljanje i ocenu koja se smešta u neposrednoj blizini u kontejner [3].

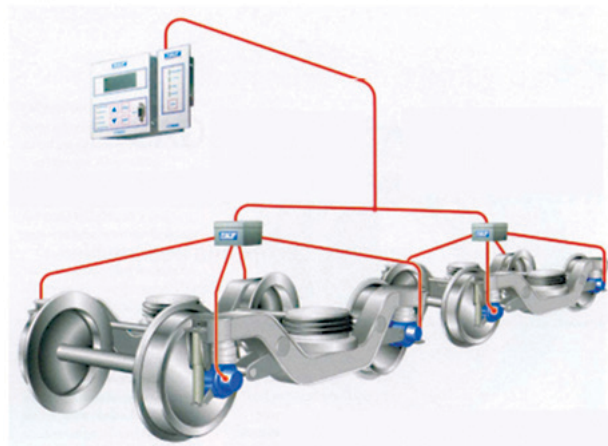
Na slici 9 prikazana je jedna savremena merna stanica za praćenje stanja železničkih vozila sa strane pruge u toku kretanja voza [4].



Slika 9. Prikaz rešenja nezavisne merne stanice

Svi navedeni sistemi su u osnovi stacionarni sistemi monitoringa i dijagnostike i uglavnom se nalaze pored pruge i na samom koloseku ili u depoima i radionicama za opravku. Stacionarni sistemi vrše periodično uvid u stanje vozila ili njegovih komponenti, dok sistemi u vozilima/vozovima rade kontinualno tokom eksploatacije.

Sistem (ATC) je sistem automatske kontrole voza koji putem senzora daje informaciju o brzini i pravcu rotacije. Merenje temperature ležajeva je zasnovano na termosenzorima koji su prilagođeni istom električnom kolu kao senzori za brzinu/pravac kretanja (slika 10). Ovo omogućava direktnu detekciju temperature ležaja.



Slika 10. Sistemi kontinualne detekcije temperature

Kako je merno mesto blizu ležaja, ovo merenje omogućava superiorniju detekciju koja je u odnosu na sisteme koji su udaljeniji. Već desetine hiljada ležajeva je ušlo u eksploataciju, a opremljeni su sa različitim tipovima integralnih senzora. "Pendolino" porodica brzih motornih vozova, sa prinudnim naginjanjem sanduka pri prolasku kroz krivine, zatim italijanski voz velikih brzina ETR500, kao i nekoliko italijanskih i poljskih lokomotiva, nekoliko tipova vozila masovnog transporta, koriste ove ležajeve.

5. IZBOR SISTEMA ZA MONITORING

Svi ponudeni sistemi u osnovi imaju, manje više, slične komponente i karakteristike sa istim ciljem da uoče – detektuju, a ako je to moguće i izmere određene veličine. Danas je to veliki spektar proizvoda za praćenje stanja na voznim sredstvima i proizvoda koji su direktno montirani na kola, lokomotive ili su instalirani pored pruge (tzv. pružni sistemi za praćenje).

Koji će sistem monitoringa biti primenjen, u kom kapacitetu i gde će biti lociran zavisi pre svega od:

- analize isključenja voznih sredstava (posebno teretnih kola), sa posebnim osvrtom na razloge i učestalost istih,
- karakteristike pruge (brdske, ravničarske, specifični uslovi korišćenja kočionog sistema – kočenje na dugim padovima),
- klimatskih uslova (ekstremno visoke temperature, nanosi peska ili pak ekstremno niske i nanosi snega i sl.),
- karakteristika vrste robe koja se prevozi (rude, građevinski materijal, RID materije, razne konstrukcije i sl.),
- karakteristika kola koja saobraćaju tim deonicama,
- metoda održavanja (da li su vozna sredstva u sistemu "Entity in Charge of Maintenance – ECM" ili ne?) i

- prevoznog puta transporta najzastupljenije vrste prevezene robe.

Pronalaženje razlike u dinamičkom ponašanju vozila, što se ranije uglavnom koristilo samo kao sredstvo za zaštitu infrastrukture od većih oštećenja, sada bi se odslikavalo i na cenu pristupa, ali istovremeno i na planiranje održavanja i voznih sredstava i same infrastrukture. Kontrolisano stanje kola i pruge, kao i programi za praćenje stanja, u kombinaciji sa modelima za predviđanje troškova mogu se koristiti kako bi se odredila strategija za održavanje u cilju smanjenja ukupnih troškova održavanja. Pored toga, egzaktno je deklarisan i promovisan sistem održavanja železničkih vozila i infrastrukture prema stanju, a na osnovu vrednosti relevantnih parametara stanja vozila i infrastrukture prevashodno dobijenih pomoću stacionarnih sistema za dinamički monitoring vozila. Kao podrška novoj koncepciji održavanja, potrebno je dizajnirati bazu podataka za rezultate dinamičkog merenja vrednosti odgovarajućih parametara stanja železničkih vozila, na nivou železničke mreže [5].

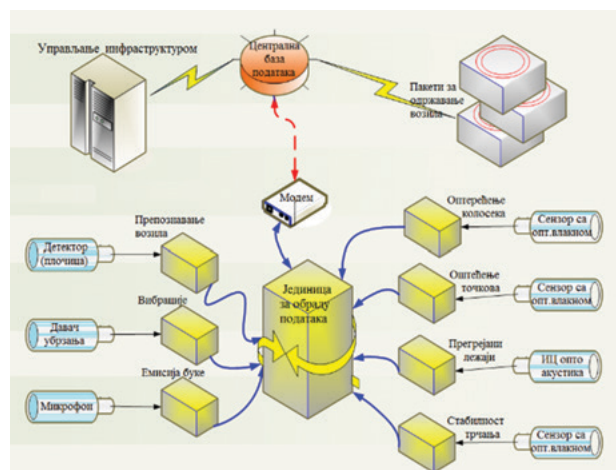
Evropska unija je, u cilju objedinjavanja i međusobnog usklađivanja nacionalnih železničkih propisa, ustanovila novi sistem standardizacije u železničkoj oblasti: Tehnička specifikacija za interoperabilnost (Technical Specification on Interoperability – TSI). Za sprovođenje aktivnosti na usaglašavanju postojećih nacionalnih železničkih propisa u okviru sistema TSI, kao i na donošenju novih propisa zadužena je Evropska železnička agencija (European Railway Agency – ERA).

Koncepcija održavanja podrazumeva načela po kojima se realizuju plan i program održavanja. Program utvrđuje vrstu aktivnosti i obim radova koje treba sprovesti, a planom se određuje trenutak i periodičnost u kome se predviđeni postupci sprovode. Osnovna karakteristika preventivnog održavanja je da se proces održavanja sprovodi pre pojave otkaza, sa ciljem da se spreči ili odloži pojava otkaza.

Korektivno održavanje se sprovodi kada je nastupio otkaz u cilju njegovog otklanjanja.

Posebno treba imati na umu da se u izradi železničkih vozila i njihovog održavanja neprekidno ugrađuju nove ideje, oprema i uređaji, kao i sve veću prisutnost novih metoda i tehnologija rada. Cilj svega toga, međutim, uvek je isti: eliminisati ili smanjiti opasnost od otkaza sistema u toku njegovog korišćenja. Ovim se obezbeđuje da se sva potrebna održavanja izvrše u najprikladnijem trenutku, ne remeteći definisane turnuse voznih sredstava, ako su u pitanju vučna sredstva [6].

Kod novih tipova železničkih vozila, koja su opremljena dijagnostičkim sistemima, intervencije održavanja planiraju se na osnovu obrade signala sa senzora vozila i memorisanih parametara.



Slika 11. Konfiguracija sistema sa mernim modulima i elementima za prenos i obradu podataka

Praćenje stanja je u upotrebi više decenija, ukoliko posmatranja od strane čoveka (pregledača kola) smatramo kao praćenje u eksploataciji. Da bi izvršio procenu stanja voznih sredstava, pregledač kola koristi vizuelni i čulni efekat, znanje i iskustvo. Uz pomoć nove tehnologije sada postoji mogućnost, kontinuiranog, automatizovanog praćenja stanja (slika 11), što je ogromna prednost, koja se ogleda pre svega u slučajevima brzog prelaska od greške do kvara ili npr. kada je potrebno posmatrati veliki broj jedinica kada je reč o železnici sa velikim brojem vozila.

6. BAZA PODATAKA ZA SKLADIŠTENJE PODATAKA SA MERNIH STANICA

Merne stanice opremljene su industrijskim PC koji su namenjeni za skladištenje, obradu i prikaz podataka dobijenih sa mernih uređaja. Za prikaz izmerenih podataka i izveštavanje o neregularnostima koristi se Windows aplikacija koju isporučuje proizvođač merne opreme zajedno sa opremom. Za svaki voz koji prelazi preko merne stanice prikazuju se podaci dobijeni sa različitih mernih uređaja. U slučaju pojave neke neregularnosti na vozu koji prelazi preko merne stanice, aplikacija se oglašava zvučnim alarmom i vizuelno prikazuje registrovane neregularnosti. Na taj način rad merne stanice direktno utiče na podizanje nivoa bezbednosti železničkog saobraćaja koji se odvija na datoj pruzi. Međutim, postojeća aplikacija ne omogućava generisanje novih upita nad izmerenim podacima. Da bi rad merne stanice bio u službi optimizacije održavanja voznih sredstava, trebalo bi omogućiti periodične složenije analize podataka dobijenih sa merne stanice [7]. Kako postojeća aplikacija ne omogućava takve analize izmerenih podataka, u okviru ovog rada projektovana je i kreirana baza podataka koja bi to omogućila. Baza koja će biti opisana u nastavku omogućila bi prihvatanje i obradu podataka i sa drugih mernih stanica, koje bi se u budućnosti postavile (rad delom koristi podatke sa bivše merne stanice Batajnica).

6.1. Struktura baze podataka

Osnovna ideja bila je da se projektuje baza podataka koja će s jedne strane dosledno modelirati mernu stanicu i fizičke veličine koje ona meri, a s druge strane omogućiti generisanje novih upita po potrebi. Na osnovu podataka koje prikazuje postojeća aplikacija, razvijen je relacioni model podataka, a zatim prema tom modelu formirana relacionala baza podataka **DIJAGNOSTIKA VOZNIH SREDSTAVA ZS**. Baza je kreirana u relacionom sistemu za upravljanje bazama podataka **Microsoft Access 2013**. Struktura novoformirane baze podataka prikazana je na slici 12.

Osnovni entiteti relacionog modela podataka su: pruga, uređaj, merna oprema, voz i alarm. S obzirom na to da različita merna oprema generiše različite podatke o vozu koji nailazi preko nje, pojmu voz iz realnog sistema odgovaraju dva entiteta u relacionom modelu: **VOZ** i **VOZ – GRD**. Slično, pojmu alarma (upozorenja na neregularnost) iz realnog sveta odgovaraju čak tri entiteta u relacionom modelu: **ALARM**, **ALARM – GRD** i **ALARM – GRD – RAVNA MESTA**. Navedeni entiteti modeliraju različite vrste alarma, koje generišu različiti uređaji. Slede opisi struktura tabela baze podataka, iz kojih se mogu uočiti pomenute različitosti sličnih entiteta.

Entitet **PRUGA** modelira istoimeni pojam iz realnog sistema mreže pruga ŽS. Ima za cilj da omogući analizu registrovanih neregularnosti tehničkog stanja vozničkih sredstava sa aspekta pruge na kojoj je neregularnost otkrivena. Ovaj entitet modeliran je osnovnim atributima: Broj pruge i Naziv pruge, koji se koriste na mreži pruga ŽS.

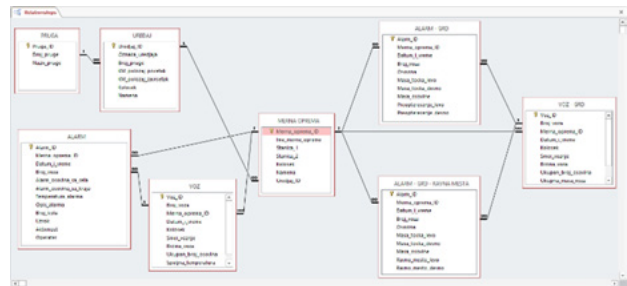
Entitet **UREĐAJ** modelira različite vrste uređaja koji se nalaze na koloseku. Uređaji se sastoje od različite merne opreme i omogućavaju merenja određenih parametara tehničkog stanja vozničkih sredstava. Ova tabela omogućava analizu registrovanih neregularnosti tehničkog stanja vozničkih sredstava sa aspekta koloseka i kilometarskog položaja na koloseku na kojem je neregularnost otkrivena. Takva analiza mogla bi da identifikuje pružne deonice na kojima se neregularnosti registruju češće nego na ostalim, ukoliko takve deonice postoje.

Entitet **MERNA OPREMA** modelira različite vrste merne opreme, kao što su:

- Oprema za otkrivanje pregrevanih ležišta osovinskih sklopova (**HOA**), koja meri temperaturu ležišta osovinskog sklopa;
- Oprema za detekciju blokiranja osovinskog sklopa pri kočenju (**FOA**), koja meri temperaturu tela točka 2 cm iznad GIŠ-a;

- Oprema za detekciju pregrevanih disk kočnica (**SOA**), koja meri temperaturu disk kočnica.

Oprema za merenje mase kola i osovine (**GRD**), koja meri silu kojom točak deluje na šinu na mestu kontakta točka



Slika 12. Šema baze podataka **DIJAGNOSTIKA VOZNIH SREDSTAVA ZS**

i šine i detektuje ravna mesta na točku ukoliko postoje.

Entitet **VOZ** modelira vozove koji prelaze preko merne opreme za detekciju pregrevanja (**HOA**, **FOA**, **SOA**). Značajni atributi ovog entiteta su: broj voza, datum i vreme, kolosek, smer vožnje, brzina voza i spoljna temperatura. Entitet **VOZ – GRD** modelira vozove koji prelaze preko opreme za merenje mase kola i osovine i identifikovanje ravnih mesta na točku, ukoliko postoje (**GRD**). Entitet **VOZ – GRD** ima atribut ukupna masa voza, koji entitet **VOZ** nema.

Entitet **ALARM** modelira alarme – upozorenja, koja generišu merenja merne opreme: **HOA**, **FOA** i **SOA**. Važni atributi ovog entiteta su: datum i vreme, alarm osovina sa čela voza, alarm osovina sa kraja voza, temperatura alarma i opis alarma. Alarm osovina je redni broj osovine kod koje je izmerena neregularna temperatura. Temperatura alarma je izmerena temperatura: ležišta osovinskog sklopa, točka ili disk kočnice, pri kojoj se aktivirao alarm. Atribut opis alarma pokazuje o kojoj vrsti merenja je reč: **HOA**, **FOA** ili **SOA** i koja vrsta pregrevanja je u pitanju: toplo ili vruće. Svaka instanca entiteta **ALARM** povezana je sa jednom instancom entiteta **VOZ** i jednom instancom entiteta **MERNA OPREMA**, tako da se za svako upozorenje zna koji voz ga je izazvao i koja merna oprema je izmerila neregularne vrednosti [8].

Entitet **ALARM – GRD** modelira alarme – upozorenja, koja generišu merenja osovinskih opterećenja. Važni atributi ovog entiteta su: datum i vreme, osovina, masa točka levo, masa točka desno, masa osovine, preopterećenje levo i preopterećenje desno. Svaka instanca entiteta **ALARM – GRD** povezana je sa jednom instancom entiteta **VOZ – GRD** i jednom instancom entiteta **MERNA OPREMA**. Entitet **ALARM – GRD – RAVNA MESTA** modelira alarme – upozorenja, koja generiše detekcija ravnih mesta na točkovima. Važni

atributi ovog entiteta su: datum i vreme, osovina, ravno mesto levo i ravno mesto desno. Svaka instanca entiteta **ALARM – GRD – RAVNA MESTA** povezana je sa po jednom instancom entiteta **VOZ – GRD** i entiteta **MERNA OPREMA**.

6.2. Upiti nad bazom podataka

Baza podataka **DIJAGNOSTIKA VOZNIH SREDSTAVA ZS** kreirana je sa ciljem da podaci dobijeni sa mernih stanica postanu dostupni za dalju upotrebu i obradu. Kolika je upotrebnost vrednost ove baze podataka postaje jasno tek kada se nad njom kreiraju upiti. Na slici 13 prikazani su rezultati izvršavanja četiri izabrana upita iz ove baze podataka. Prvi upit generiše spisak svih mernih uređaja, grupisanih po prugama i kolosecima. Drugi upit kreira spisak svih alarma prouzrokovanih raznim vrstama pregrevanja osovininskih sklopova vozila. Treći upit formira spisak svih vozova koje detektuje uređaj za merenje osovininskih opterećenja. Četvrti upit generiše spisak svih alarma prouzrokovanih preopterećenjima osovine ili ravnim mestima na točkovima. Ukupan broj upita koji je kreiran nad bazom je mnogo veći od prikazanog, a što je još važnije, neograničen je. Upiti se stalno mogu dodavati, modifikovati, brisati, prema potrebi.

The screenshot displays four separate query result windows from a database application. Each window shows a table of data with various columns representing vehicle components, measurement dates, and values. The queries are: 1. 'Uređaji za dijagnostiku vozničkih sredstava' (Vehicle diagnostic devices), 2. 'Spisak alarma' (Alarm list), 3. 'Spisak vozova' (Vehicle list), and 4. 'Spisak alarma' (Alarm list) with different filters.

Slika 13. Rezultati izvršavanja 4 upita nad bazom podataka **DIJAGNOSTIKA VOZNIH SREDSTAVA ZS**

Nad ovom bazom kreirano je mnoštvo izveštaja, a prema potrebama mogu se kreirati novi izveštaji ili modifikovati postojeći. Izveštaji su veoma moćan alat koji omogućava grupisanje i sortiranje zapisa, kao i prikaz izabranih podataka prilagođen za štampanje. Izveštaj na slici 14 prikazuje za svaka kola ukupan broj alarma određene vrste, koji se kod njih javio.

Izveštaj na slici 14 omogućava lako identifikovanje kola sa najvećim brojem alarma, dok izveštaj na slici 15 prikazuje detaljnije podatke o alarmima, grupisane

This screenshot shows a report titled 'Ukupan broj alarma prema vrsti alarma i broju kola'. It is a table with three columns: 'Opis alarma' (Alarm description), 'Broj kola' (Vehicle number), and 'Ukupan broj alarma' (Total number of alarms). The data is grouped by alarm type (HOA - desno, HOA - levo, SOA - pregrevanje) and vehicle number.

Opis alarma	Broj kola	Ukupan broj alarma
HOA - desno razlika u temperaturi	50 80 2173 225 1	1
HOA - levo razlika u temperaturi	50 80 2134 234 3	2
SOA - pregrevanje	50 81 2312 124 2	3

Slika 14. Izveštaj **Ukupan broj alarma prema vrsti alarma i broju kola**

prema vrsti alarma i broju kola. Za svaka kola mogu se videti podaci o svim alarmima koji su se kod njih javili: datum i vreme javljanja alarma, broj voza i temperatura alarma. Temperatura alarma je temperatura određenog dela osovininskog sklopa na kojem je registrovana neregularnost.

This screenshot shows a report titled 'Spisak alarma prema vrsti i broju kola'. It displays a list of alarms for a specific vehicle (50 80 2173 225 1). The table includes columns for 'Opis alarma' (Alarm description), 'Datum i vreme' (Date and time), 'Broj voza' (Driver number), and 'Temperatura alarma' (Alarm temperature). The data is grouped by alarm type (HOA - desno, HOA - levo, SOA - pregrevanje).

Opis alarma	Datum i vreme	Broj voza	Temperatura alarma
HOA - desno razlika u temperaturi	12.11.2012. 10:54:12	1	213
HOA - levo razlika u temperaturi	30.10.2012. 10:54:23	2	215
SOA - pregrevanje	29.10.2012. 10:55:45	2	222
HOA - desno razlika u temperaturi	23.11.2012. 10:50:13	1	267
HOA - levo razlika u temperaturi	28.10.2012. 10:58:45	2	235
SOA - pregrevanje	12.10.2012. 10:56:39	2	243
SOA - pregrevanje	25.10.2012. 10:13:23	5	256
SOA - pregrevanje	23.10.2012. 10:15:24	5	209
SOA - pregrevanje	12.10.2012. 10:17:50	5	224

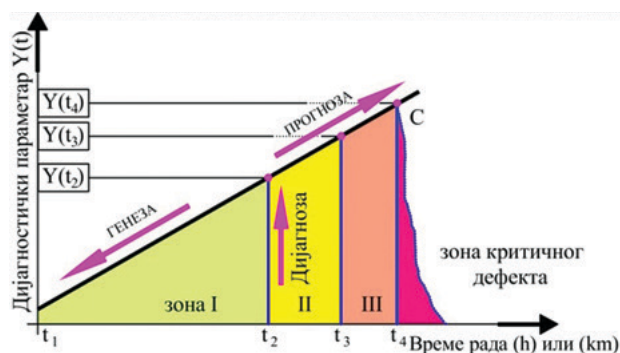
Slika 15. Izveštaj **Spisak alarma prema vrsti i broju kola**

7. ZAKLJUČAK

Informacija o određenoj performansi vozila, kao i o njegovom trenutnom stanju, npr. o profilu točka, može se dobiti na osnovu direktnog merenja kada se konstatuje obim stvarnog habanja točka. Ako je reč o merenju sila kojom osovine dejstvuju na prugu (šine) ili uglu osovine, onda se informacija koju smo konstatovali kao stvarno stanje upoređuje sa performansama vozila. Nakon toga donosi se odluka o statusu tog voznog sredstva, a pri tom su stvoreni uslovi za analizu uzroka koji su doveli do odstupanja od propisanih parametara. Zapravo, cilj svih metoda je da se detektuje poremećaj radne ispravnosti,

čime definišemo tačku $A(Y_2, t_2)$ (slika 16) kada i otpočinje druga faza – faza upravljanja održavanjem

Upravljanje održavanjem svodi se na donošenje niza odluka koje imaju jedinstven cilj, npr. kod odluke da li je potrebno isključiti kola iz saobraćaja prethodi niz usmerenih odluka [3]: **zašto** isključiti, **kada** isključiti, da li **odmah** ili u **krajnjoj stanici**, **pre** ili **posle** istovara, **šta** raditi na kolima, **kako** ih osposobiti, **gde** izvršiti opravku (u samom vozu – bez otkaćivanja, na koloseku opravke, radionici i sl.), **koliko** će kola biti van saobraćaja, tj., koliko će trajati opravka. Ove nedoumice su uključene u skoro sve komponente sistema zasnovanih na znanju i iskustvu, a uz pomoć adekvatne baze podataka, donosi se konkretna odluka, da li postoje uslovi za fazu III ili ne.



Slika 16. Zadatak monitoringa dijagnostičkih parametara

Šta dalje sa takvim voznim sredstvom treba da bude predmet odluke eksperata sa sedištem u operativnom centru – oblast prognoza (procena vremenskog razvoja neispravnosti i mogućnost nastavka u sastavu voza odnosno postojanje uslova za faze II i III). Analiza zašto se pojavila ta neispravnost – oblast geneza (retrospektive otkaza voznog sredstva) je stvar struke i odluke eksperata, sa sedištem u direkciji.

Iskustvo koje je proizašlo realizacijom pilot projekta, merna stanica Batajnica kod identifikacije odgovarajućih parametara omogućilo je definisanje tačke $A(Y_2, t_2)$ [1]. Ona je određena za temperaturu tela točka, diska i osovinskih ležišta; preopterećenja, odnosno ravna mesta na krugu kotrljanja točka [3]. Dalji postupak i odluku donosi pregledač kola na bazi važećih propisa. Svaki od ovih parametara za praćenje voza sa strane pruge može biti korišćen kao samostalno rešenje za železničku eksploataciju.

Koje ćemo parametre pratiti i u kom kilometarskom položaju zaključujemo na osnovu analize razloga isključenja kola, što zavisi od niza faktora. Najuticajniji su sigurno: karakteristike pruge (ravničarske, brdske, sa dugim padovima, tunelima i sl.), klimatski uslovi, karakteristike robe i destinacije prevoza i sl. Za određivanje razumnog razmaka između uređaja za

otkrivanje pregrejanih ležajeva stoji na raspolaganju nekoliko scenarija, pri čemu je određivanje na osnovu najnepovoljnijeg slučaja neprihvatljivo sa ekonomske tačke gledišta.

Stvaranjem baze podataka, raznim upitima sužavaju se razlozi nastanka odgovarajuće neispravnosti po vrstama neispravnosti, serijama kola, vlasnicima, načinu održavanja, načinu upotrebe i sl. Na taj način potpomažemo u datom trenutku donošenje pravovremene i pravilne odluke eksperata u operativnom centru.

Identifikacija tehničkog rizika i procena da li može doći do incidenta na voznom sredstvu, odnosno infrastrukturi, glavni je cilj sistema za detekciju. Sa odgovarajućim brojem mernih uređaja, umreženih i organizovanih kao operativni centar dodatno se obezbeđuje:

- obogaćivanje mernih podataka sa voznim podacima (poreklo i određište voza, sastav voza, broj telefona mašinovođe, itd), tako da se optimizovani interventni proces može pravovremeno pokrenuti za određeni voz,
- značajno smanjeno zaustavljanje za vozove sa neispravnim kočnicama zahvaljujući podršci mašinovođe od strane osoblja operativnog centra,
- rano otkrivanje problema na vozu, što omogućava zakazivanje zaustavljanja voza na lokaciji koja ima najmanji uticaj na zauzetost koloseka,
- praćenje vozova i vozila na mreži,
- sposobnost podešavanja alarma po vozilu u zavisnosti od specifikacije ili njegovog specifičnog opterećenja,
- nezavisnost sistema od modela proizvođača, tako da se kolosečni senzorski sistemi za praćenje mogu nabaviti po tržišnim uslovima uz izbegavanje ogromnih troškova za integrisanje novi senzorskih sistema i
- postojanje strategije preventivnog održavanja pošto se date aktivnosti održavanja zasnivaju na stanju voznog sredstva i infrastrukture.

Uključivanje kompjuterske tehnike u upravljanje – regulisanje kretanja vozova (saobraćaja) doprinosi efikasnosti železničkog transporta, validnosti zabeleženih podataka, a istovremeno ga čini sigurnim i bezbednim. Informacione tehnologije doprinose povezivanju kompanija prevoznika i kompanija klijenata, što doprinosi smanjenju troškova i vremena prevoza, kao i eventualnih šteta u prevozu zbog bolje među informisanosti i koordinacije u razmeni informacija.

Realizacijom projekta ugradnje mernih stanica za dinamičku kontrolu tehničkog stanja voznih sredstava železničke uprave su uključene u savremeni evropski transportni sistem, pa tako i „Železnice Srbije” značajno

podizu nivo pouzdanosti i kvalitet usluga. Savremeni merni sistemi mogu dinamički da utvrde 75% uzroka za isključenje kola iz saobraćaja na mreži „Železnica Srbije”[1].

Takođe, uočava se nemogućnost ispunjenja zahteva savremenim potrebama, nedostatak interoperabilnosti između mreža i sistema upravljanja. Za železnička preduzeća po pitanjima interoperabilnosti najznačajniji su standardi TSI, koji obuhvataju područja: infrastrukturu, vozna sredstva, energetiku, podsisteme upravljanja i održavanja, vozne podsisteme, signalizaciju, eksploataciju i druge vidove. Neke karakteristike voza i voznih sredstava nije moguće proveriti sadašnjim metodama (optički ili akustički), jer brzina razvoja i usložnjavanja tehničkih sistema, uslovljava odgovorniji i veći značaj nadzora i održavanja. U tom kontekstu u radu su analizirani karakteristični sistemi, sa ukazivanjem na mogućnosti detektovanja karakterističnih parametara i njihovih specifičnosti. U radu su pomenuti modeli razvoja koncepcije monitoringa i dijagnostike sklopova železničkih vozila u postupku definisanja efikasnijeg sistema za održavanje železničkih vozila. U sklopu istog predlaže se i dizajniranje operativnog centra sa objedinjenim – umreženim mernim stanicama.

Dizajnirana baza podataka dijagnostifikovanih podataka voznih sredstava ŽS omogućava, da uz pomoć višekriterijumske analize, pratimo tehničko stanje voznih sredstava „Železnica Srbije”. Alati koje baza nudi su upiti, izveštaji i grafikoni. Za korišćenje ovih alata nisu potrebna posebna znanja iz oblasti informatike. Baza je kreirana u relacionom sistemu MS Access koji je deo široko rasprostranjenog programskog paketa MS Office, tako da nije potrebna kupovina novih licenci i instaliranje novog softvera. Osim baze podataka, u istom okruženju moguće je kreirati i aplikaciju koja bi predstavljala frontalni user-friendly deo softvera. Razvoj aplikacije nad ovom bazom podataka biće predmet nekog od budućih istraživanja autora.

Ovim se omogućava prelazak na novi pristup održavanju na osnovu stanja, čime se stvaraju uslovi za dizajniranje sasvim novog funkcionalnog operativnog centra, a i upravljanje celokupnog sistema ima sasvim nov i sveobuhvatan pristup.

LITERATURA

- [1] Đorđević Ž., *Model za unapređenje održavanja železničkih vozila primenom savremenih dijagnostičkih sistema*, doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2015.
- [2] Schöbel A., Karner J., *Components for wayside train observation in Austria*, Proceedings of XII Scientific-Expert Conference on Railways, pp. 25-27, 19-20 October 2006, Niš.
- [3] Đorđević Ž., Karner J., Schöbel A., Mirković S., *Batajnica checkpoint for wayside train monitoring*, Proceedings of XIV Scientific-Expert Conference on Railways, pp. 189-192, 07-08 October 2010, Niš.
- [4] Karner J., Maly T., Schöbel A., *TK99-the austrian solution for hot box detection*, Proceedings of XIII Scientific-Expert Conference on Railways, pp. 57-60, 09-10 October 2008, Niš.
- [5] Đorđević Ž., Vesković S., Mirković S., Aćimović S., Radosavljević A.: *Measuring Points System for Wayside Dynamic Control of Vehicles on Serbian Railway Network*, ICEST 2011, Univerzitet u Nišu - Elektronski fakultet, pp 736-739, Niš, 2011., ISBN: 978-86-6125-032-3
- [6] Radosavljević A., Đorđević Ž., Mirković S., *Concept for Wayside Train Monitoring At Serbian Railways - Pilot Project Batajnica*, RTR Special, 2011, pp. 6-11.
- [7] Vesković, S., Đorđević, Ž., Ivić, M., Stojić, G., Tepić, J., Tanackov, I., *Necessity and effects of dynamic system for railway wheel defect detection*, Metalurgija, Croatian Metallurgical Society, No.51/3, 2012, ISSN: 0543-5846
- [8] Janković S., Đorđević Ž., Mladenović S., Vesković S., Branović I., *Baza podataka za dinamičko praćenje stanja voznih sredstava*, 4. međunarodni naučno-stručni simpozijum Novi horizonti saobraćaja i komunikacija 2011, Doboj. 24. i 25.11.2013.
- [9] Đorđević, Ž., *Razvoj dijagnostičkog sistema za održavanje teretnih kola*, magistarski rad, Mašinski fakultet u Nišu, 2012.

MEĐUNARODNE ŽELEZNIČKE ORGANIZACIJE: NASTANAK – UTICAJ NA ŽELEZNICE – PRILAGODAVANJE OKRUŽENJU

INTERNATIONAL RAILWAY ORGANIZATIONS: OCCURRENCE – IMPACT ON RAILWAYS – ADJUSTMENT TO THE ENVIRONMENT

Datum prijema rada: 22.8.2016. god.
UDK: 341.217:656.2

REZIME

Železnica je veoma brzo posle nastanka shvatila i razvila svoju međunarodnu dimenziju koju je realizovala posredstvom međunarodnih organizacija. Međunarodne organizacije, pre svega Evropska unija kao supranacionalna međunarodna organizacija, pokrenule su i igranju ključnu ulogu u istorijskoj promeni načina funkcionisanja i organizovanja železničkog saobraćaja, pri čemu liberalizacija tržišta usluga železničkog saobraćaja, predstavlja jedan od osnovnih ciljeva. U ovom procesu radikalnih promena neke ugledne međunarodne železničke organizacije i institucije, zbog nesnalaženja u novim uslovima, nestale su sa železničke scene, neke su redefinisale razloge svog postojanja, svoje misije i vizije, dok su se iz novog pravno-institucionalnog ambijenta pojavile i mnoge železničke organizacije, koje do tada nisu postojale nudeći klijentima nove korisnički orijentisane koncepte i usluge. Pri tome, ove organizacije, primenile su savremene metode i menadžerske matrice funkcionisanja, uključujući i one koje koriste uspešne profitne organizacije. Na saobraćajnoj sceni, kao posledica novog pravno-institucionalnog okvira, pojavljuje se sve veći broj entiteta koji se bave železničkim saobraćajem (upravljajući infrastrukturu, železnički preduzetnici, državna regulatorna tela i drugi). Ovo pojačava potrebu unapređenja saradnje i koordinacije kompleksnih aktivnosti na međunarodnom planu. Bolja međunarodna saradnja u celokupnom železničkom sektoru i razumevanje suštine i načina funkcionisanja međuvladinih i železničkih međunarodnih organizacija, neophodni su jer, konkurentnost ne isključuje saradnju. Naprotiv, železnički saobraćaj na međunarodnom planu, u savremenim uslovima, nije moguć bez međunarodnih organizacija i uloge, koje one imaju u ovim procesima. **Ključne reči:** međunarodne, železnica, organizacije, prilagođavanje, promene, opstanak

SUMMARY

Railways soon after formation realized and developed its international dimension, which was implemented through the international organization. International organizations, primarily the European Union as supranational international organization, initiated and play a key role in the historical changes of the functioning and organization of rail transport, whereby the liberalization of the market of rail transport services represents one of the basic goal. In this process of radical changes some reputable international railway organizations and institutions, due to the inability to adapt to new conditions, disappeared from the railway scene, some have redefined their *raison d'être*, mission and vision, while the new legal and institutional environment has enabled the emergence of many railway organizations that did not exist before, offering to the customers a new user-oriented concepts and services. In doing so, these organizations have implemented modern management methods and matrix operation, including those used by successful profit organizations. At the railway scene, as result of the new legal institutional framework, there are a growing number of entities that are engaged in rail transport (Infrastructure managers, railway undertakings, regulatory bodies, etc.). This reinforces the need to improve cooperation and coordination of complex activities at the international level. Better international cooperation in the railway sector as well as better overall understanding of the essence and functioning of intergovernmental and international railway organizations, are crucial because competition does not exclude cooperation. On the contrary, rail transport at the international level, in contemporary terms is not possible without the international organizations and the role they play in this process. **Key words:** international, railway, organization, adjustment, change, survival

1 Mr Željko Valentić, dipl. pol. „Železnice Srbije”ad., Nemanjina 6., Beograd, zeljko.valentic@srbrail.rs

1. UVOD

U domaćoj i inostranoj literaturi, oblast međunarodnih organizacija predstavlja nedovoljno istraženo područje, sa veoma oskudnim teorijskim osnovom. Nešto više pažnje, malobrojni autori, posvetili su međunarodnim političkim organizacijama, dok je delovanje nevladinih međunarodnih organizacija, čiji razlog postojanja predstavljaju razni aspekti privrede, ostalo van domašaja značajnijih pokušaja ne samo teorijskog utemeljenja, već i naučne deskripcije, kao i empirijskog, praktičnog delovanja ovih organizacija. Ipak, postoje, radovi, koji mogu poslužiti kao osnova opšte teorije međunarodnih organizacija, čiji zadatak je da posebnu pažnju posveti proučavanju opštih obeležja takvih organizacija, da stvori pregledan sistem, da utvrdi načela na osnovu kojih deluju, da ustanovi zakonitosti njihovog razvoja i da kritikuje postojeće organizacije sa gledišta istinskih potreba međunarodne saradnje i težnje za ostvarivanjem istinskih vrednosti. Danas, u vreme nepredvidivog i brzog razvoja savremene tehnologije, treće informatičke revolucije, procesa globalizacije, teško bi bilo pronaći značajniju oblast ljudskog delovanja, koja ne poseduje međunarodni aspekt. U svetu sveopšte međuzavisnosti i uslovljenosti, bez međunarodne saradnje u obliku međunarodnih organizacija nije moguć racionalan, efikasan, smisao i održiv razvoj.

Prateći razvoj međunarodnih organizacija istraživači uočavaju da je najpre, počeo proces uobličavanja organizacija za očuvanje bezbednosti i održavanje mira, dok se u XIX veku, dinamiziranjem aktivnosti koje su prevazilazile državne granice, stvaraju stalna sedišta za koordinaciju. Nakon toga, pojavljuju se međunarodni upravni savezi. To je omogućilo da se ubrzo formiraju i međunarodne organizacije u oblasti saobraćaja, ali i u drugim značajnim oblastima, kao što su komunikacije, zdravstvo itd. Za nastanak i razvoj međunarodnih organizacija značajni su međunarodni kongresi, proistekli iz prakse „višestranke diplomatije“, kao medij političke interakcije, ne više samo dve, već nekoliko zainteresovanih strana.

Saobraćaj predstavlja oblast koja po svojoj suštini ne trpi granice. Specijalizovane organizacije sa ograničenim i praktičnim ciljevima mogu svojim najranijim prethodnicama smatrati rečne komisije. Prevoz robe rekama, oduvek je smatran povoljnim i ekonomičnim, mada, prilično otežan kada vođeni tok preseca granice ili deli teritorije više zemalja. Iako je načelo slobode plovidbe međunarodnim rekama počelo da se potvrđuje još Vestfalskim mirom, prevozioci su bili izloženi neusklađenim i nepredvidljivim preprekama prilikom svakog prelaska granice. Kao ilustracija ove činjenice navodi se, da su, krajem XVIII veka, na reci Rajni, samo između Strazbura i holandske granice, postojale 32

stanice za naplatu raznih dažbina.¹ Francuska i Nemačka, potpisale su 1804. godine sporazum o reci Rajni, koji je značajan i po tome što je njime otvoreno radno mesto prvog međunarodnog službenika u istoriji. Generalni direktor, kako se i danas zovu šefovi sekretarijata mnogih međunarodnih organizacija, nadzirao je izvršenje ugovora i naplatu taksi, a potpisnice su ga zajednički postavljale i plaćale. Kada je reč o saobraćaju odnosno privrednom aspektu međunarodnih organizacija mnogi smatraju da se ne može zaobići uspostavljanje međunarodne kontrole nad Dunavom, odnosno, Komisije, što se dogodilo na Pariskom Kongresu 1856. godine. Evropska komisija smatra se prvim međunarodnom organizacijom sa naddržavnim obavezama. To znači, da je ova Komisija imala pravo da nezavisno donosi pravilnike, koji su pojednici morali obavezno da primenjuju, a bila je predviđena i mogućnost kažnjavanja za prekršaje. Uopšteno posmatrajući, oblast saobraćaja kao celinu, Međunarodni ured telegrafskih ustanova iz 1868. godine, sa sedištem u Švajcarskoj, kome je prethodila Međunarodna telegrafska konvencija, omogućio je da se 1874. godine, osnuje Opšta poštanska unija.

2. DEFINICIJA MEĐUNARODNE ŽELEzničke ORGANIZACIJE

U našoj literaturi, koja se bavi međunarodnim organizacijama, definicija međunarodnih organizacija, prema kojoj su one višestranim ugovorima osnovani trajni oblici institucionalizovanog opštenja tri ili više država, s posebnim statusom i stalnim organima, u okviru kojih se, na način predviđen statutima i drugim osnovnim dokumentima organizacija, odvijaju procesi multilateralnog pregovaranja i zajedničkog odlučivanja država članica u odgovarajućim oblastima međunarodne saradnje, smatra se dovoljno sveobuhvatnom, ali i sposobnom da pomogne razgraničenju ovog fenomena savremenih međunarodnih odnosa od drugih oblika multilateralnog opštenja država, kao i od raznorodnih oblika međunarodne saradnje, čiji nosioci nisu države, nego fizička i pravna lica sa državljanstvom različitih država. Ova definicija, međutim ne zadovoljava potrebe analiziranja i određivanja međunarodnih železničkih organizacija, koje se bave železničkim saobraćajem, koje nisu osnovale vlade dve ili više država, pogotovo, što u praksi postoje ili su postojale i međunarodne organizacije mešovitog karaktera, čije članice su bile ili jesu i države i određeni privredni profitni ili neprofitni entiteti. Stoga, kao koristan instrumentarij za ovu priliku, može se navesti i definicija prema kojoj su međunarodne organizacije ustanove koje osnivaju države, institucije

1 Račić, O.,/Dimitrijević, V., Međunarodne organizacije, četvrto izdanje: Savremena Administracija, izdavačko-štamarsko knjižarska radna organizacija, Beograd, 1998., str.5

ili pojedinci, sa ciljem da na međunarodnom planu ostvaruju zadatke od zajedničkog interesa.² Ova definicija, po svojoj širini i fleksibilnosti dozvoljava da njome budu obuhvaćene i međunarodne vladine železničke organizacije, kao i međunarodne železničke organizacije koje organizuju same železnice ili drugi zainteresovani entiteti, koji nisu države ili njeni organi.

Železničke nevladine organizacije imaju i obeležje interesnih grupa koje svojim aktivnostima obavljaju manje ili više eksplicitan pritisak na donosiocje stručnih političkih i ekonomskih odluka, sa namerom da se utiče na poboljšanje njihovog položaja ili pojačanje uticaja. Ovu klasifikaciju ne bismo mogli u potpunosti primeniti na železničke organizacije uprkos činjenici da postoje i međunarodne privatne organizacije, čiji su članovi ustanove ili preduzeća, kao na primer, Međunarodno udruženje za vazdušni prevoz (IATA), kao što je Međunarodna železnička unija (UIC) specifično nelukrativno, udruženje evropskih i svetskih kompanija za železnički prevoz. Kako neke od ovih ustanova mogu biti državni organi ili državna i poludržavna preduzeća, ove međunarodne nevladine organizacije predstavljaju prelaz ka međuvladinim organizacijama iako nisu zasnovane na međunarodnim ugovorima.

3. NASTANAK MEĐUNARODNIH ORGANIZACIJA ŽELEZNIČKOG SAOBRAĆAJA

Železnički saobraćaj svrstava se u one delatnosti koje su se veoma brzo suočile sa potrebom međunarodne saradnje i njene institucionalizacije u obliku međunarodnih organizacija i otuda je i među prvima razvio svoju međunarodnu dimenziju. Železnički saobraćaj postao je jedan od prvih sektora koji je identifikovao i razumeo potrebu za harmonizacijom transportnog prava, tehnike i tehnološkog procesa, bez obzira na političke i ekonomske razlike u Evropi. To shvatanje rezultiralo je činjenicom da su države i nacionalne železnice za ostvarivanje ovih ciljeva odnosno, interesa ustanovile institucije i organe na međuvladinom i nevladinom nivou i železnički saobraćaj na međunarodnom planu, u savremenim uslovima, nije moguć bez međunarodnih organizacija. Od pronalazjenja točka bilo je jasno da će saobraćaj postati univerzalna ljudska aktivnost, jedna od osnovnih poluga i instrumenata ekonomskog i društvenog i kulturnog razvoja svake zemlje. Veoma brzo, potreba povezivanja geografski udaljenih tržišta i razvoj novih tehnologija, pokazali su da nacionalne granice predstavljaju prepreku razvoju ne samo saobraćaja, nego i ekonomskog i društvenog razvoja. Takođe, postalo je jasno da ukupni saobraćajni potencijali železnice

prevazilaze nacionalne granice i da železnice, prirodno, teže da pevaziđu ne samo nacionalne granice, već i brojna druga ograničenja, kako bi se formirao jedinstven saobraćajni sistem, koji će svim učesnicima omogućiti nesmetanu poslovnu, ekonomsku, društvenu i kulturnu komunikaciju sa najudaljenijim geografskim prostorima i tržištima. Železnički saobraćaj, kao multidisciplinarni tehničko-tehnološki sistem svojim zahtevnim i preciznim procedurama predstavlja visoko regulisan i normiran sistem i zato je veoma rano iskazao potrebu usklađivanja i standardizacije tehničko-tehnoloških, pravnih, ekonomskih, finansijskih procedura, čak i kulturoloških obrazaca, kako bi se prevazišla ograničenja koja nameću nacionalne granice. Organizaciono, funkcionalno i politički, ove funkcije, mogle su da preduzmu samo odgovarajuće međunarodne organizacije, koje je trebalo osposobiti potrebnim kapacitetom za tako složen zadatak. Vizija o ujedinjenoj Evropi i aktiviranju njenih razvojnih potencijala ne mogu se, u punoj meri realizovati, jer za to, pored faktora podrške postoji i veliki broj ograničenja, počev od prepreka koje proističu iz razlika u nivou ekonomskog, tehnološkog, finansijskog, obrazovnog nivoa i razvoja, pa sve do različitosti u kulturnim obrascima i njihovoj primeni u poslovnoj filozofiji i procedurama. Nije sporno da saobraćaj, uključujući i železnički, predstavlja jedan od osnovnih uslova za ekonomski razvoj i realizaciju sveukupnih integracionih procesa Evropske unije. Međutim, istovremeno, saobraćaj predstavlja i jedan od značajnih ograničenja ovog procesa. Upravljanje ovim procesom, odnosno upravljanje promenama u razvojnoj politici Evropske unije (EU) pretpostavljalo je najpre, preciznu identifikaciju ovih procesa, uz korišćenje svih raspoloživih teorijskih metoda i modela, kao i empirijskih iskustava. Korišćenje široke lepeze naučnog instrumentarija bilo je neophodno i prilikom utvrđivanja nove vizije, misije i ciljeva razvoja sveukupnog evropskog prostora, kao i načina kako da se utvrđena vizija realizuje. U vezi sa generalnim pristupom i predloženim rešenjima, do nedavno nije bilo bitnijih razmimoilaženja i ovaj proces je posedovao prilično stabilan tempo. Nedavna politička događanja (izbeglička kriza, izlazak Velike Britanije iz članstva u EU i drugi problemi), na dnevni red stavili su redefinisane načina funkcionisanja EU.

4. RAZVOJ INTERESNOG POVEZIVANJA U OBLASTI ŽELEZNIČKOG SAOBRAĆAJA

Interesno povezivanje u oblasti železničkog saobraćaja počinje u 19. veku. Mrežu najstarijih organizacija u grupi „Upravni savezi“, Račić/ Dimitrijević 1988) predstavlja **Međunarodni biro uprava za telegrafske usluge**, koja je formirana 1865. godine. Sledi **Opšti poštanski savez**, formiran 1874 godine. Sedamdesetih godina prošlog veka, ili preciznije, 1872. godine, ustanovljen

² Grupa autora, Politička enciklopedija, Savremena administracija, Beograd, 1975., str.550

je prvi institut u oblasti železnica odnosno, Evropska konferencija reda vožnje vozova u putničkom saobraćaju (CEN), kako bi se došlo do usklađenih redova vožnje u međunarodnom putničkom saobraćaju. Godine, 1882., sledi formiranje **Tehničkog udruženja (Technical Unity)** sa zadatkom da izradi osnove u oblasti standardizacije železničke opreme i vozila. Međunarodno udruženje železničkog kongresa (IRCA) formirano je 1887. godine, sa zadatkom prikupljanja i posredovanja, odnosno razmene informacija o tehničko-tehnološkom razvoju železnica u svetu. **Konvencija o međunarodnom prevozu robe železnicom stupila je na snagu 1893. godine.** Kraljevina Srbija bila je među prvim potpisnicama tada osnovane Konvencije, **dok je 1902. godine došlo do osnivanja, za železnice, takođe, posebno značajne organizacije za prevoze železnicom, Međunarodnog železničkog komiteta (CIT).** Međunarodna saradnja železnica u oblasti tehničko-tehnološke harmonizacije uspostavljena je osnivanjem Međunarodne železničke unije (UIC) 1922. godine. Pod pokroviteljstvom UIC, nastao je zatim, niz evropskih specijalizovanih železničkih organizacija. Kao izvestan pandam Međunarodnoj železničkoj uniji (UIC), koja je uglavnom, okupljala članice takozvanog, „Zapadnog” političkog bloka, 1957. godine, železnice država nekadašnjeg „Istočnog bloka”, osnovale su Organizaciju za saradnju železnica (OSŽD). Potreba za formiranjem jedinstvenih pravila u oblasti međunarodnog železničkog saobraćaja dovela je **1980. godine** do formiranja prve i najvažnije **međuvladine organizacije za međunarodne prevoze železnicama (OTIF) (L'organisation Intergouvernementale pour les transport internationaux ferroviaires).**

U periodu velikih političko-geografskih promena (raspad istočnog bloka, nastanak novih država na području nekadašnjeg Sovjetskog saveza),³ uprkos tome što su železnice SSSR bile jedne od osnivača Međunarodne železničke unije, one su posle II Svetskog rata istupile iz članstva i sa drugim članicama istočnog bloka 1957. godine, osnovale svoju međunarodnu železničku organizaciju OSŽD. Posle raspada istočnog bloka, očekivalo se da će železnice država nekadašnjeg SSSR zatražiti aktivno članstvo u UIC. To se međutim, nije dogodilo, sve do 2007. godine, kada su Železnice Rusije, postale punopravni član UIC.

3 U zajednici Nezavisnih država, koje nisu potpisnice Konvencije važe pravila transportnog prava utvrđena Sporazumom o međunarodnom železničkom robnom saobraćaju (SMGS), kao i sporazumom o međunarodnom železničkom putničkom saobraćaju (SMPS). Potpisnice oba ova sporazuma su takođe i druge države, preko kojih se ostvaruje tranzit za države nekadašnjeg Sovjetskog saveza, među kojima su i: Albanija, Bugarska, Mađarska, Vijetnam, Poljska i dr.

5. INTERAKTIVNO DEJSTVO MEĐUVLADINI I ŽELEZNIČKIH ORGANIZACIJA

Na međunarodnoj sceni uslovno posmatrano, danas postoje i deluju dve osnovne vrste međunarodnih organizacija čiji razlog postojanja predstavljaju različiti aspekti železničkog saobraćaja. Reč je o međuvladinim železničkim organizacijama i međunarodnim železničkim organizacijama koje su osnovale železnice ili drugi zainteresovani nevladini entiteti. Odnos između ove dve osnovne grupacije međunarodnih železničkih organizacija može se posmatrati i analizirati sa različitih aspekata, međutim on prevashodno potiče iz samog karaktera određene vrste organizacija. Međuvladine organizacije uglavnom, raspolazu prerogativima i deluju uz pomoć autoriteta država, koje su ih osnovale i svoju aktivnost snažno usmeravaju prema međunarodnim železničkim organizacijama odnosno, železnicama, njihovim članicama, sa jasno izraženom namerom da usmeravaju, sugerišu, kreiraju ili da snagom zakonskih propisa nametnu određene procedure i ponašanja u oblasti železničkog saobraćaja. S druge strane, sledeći ovu dihotomnu, pojednostavljenu i ne baš sofisticiranu podelu, nalaze se međunarodne železničke organizacije, koje svoju snagu i kompetenciju crpe iz železnica članica. Međutim, odnos ove dve vrste organizacija sa tako velikim razlikama u kompetencijama kada je reč o donošenju značajnih odluka u vezi sa funkcionisanjem železničkog sistema, nije tako jednostavan i samo dihotoman. Naprotiv, uspostavljanje ovog odnosa započelo je odavno, samim formiranjem oba tipa međunarodnih organizacija, prolazeći kroz različite faze evoluiranja, da bi danas bili svedoci međusobno interaktivnog odnosa koji ima i svoje institucionalizovane oblike saradnje i međusobnog uticaja. Međuvladine železničke organizacije na različite načine i različitim intenzitetom utiču na poziciju i poslovanje železničkih kompanija, u zavisnosti od njihove osnovne misije, kompetencija i efikasnosti mehanizama sa kojima raspolazu u procesu implementacije svojih odluka, preporuka, smernica ili nekih drugih instrumenata svog delovanja. Počevši od Organizacije ujedinjenih nacija, odnosno UN ECE, ECMT, neke odluke organizacija ili njenih tela, nemaju karakter obaveznosti u primeni. Uprkos tome, sam autoritet organizacije na međunarodnom planu obezbeđuje visok stepen uvažavanja rezultata aktivnosti ovih organizacija, što se posebno može uočiti na primeru UN ECE. Poseban status, kada je reč o međunarodnim organizacijama pripada EU i njenim telima, koja se bave železničkim saobraćajem.

S druge strane, međunarodne železničke organizacije, kao interesne organizacije, koje se zalažu za promociju železničkog saobraćaja, saradnju železnica, kao i za zaštitu interesa svojih članica, primenjujući savremene

metode organizacije i menadžmenta i komunikacione kanale, vrše snažan uticaj na međuvladine železničke organizacije. Ovo se, pre svega, odnosi na Zajednicu evropskih železnica i infrastrukturnih kompanija (CER), Međunarodnu železničku uniju (UIC), kao i na druge međunarodne železničke organizacije, kao što su (RailNetEurope, Forum Train Europe, EIM..).

6. NEKI EFEKTI UTICAJA MEĐUNARODNIH ORGANIZACIJA NA ŽELEZNIČKE KOMPA NIJE

Uticaj međunarodnih organizacija na železničke kompanije od presudnog je interesa za njihov razvoj i opstanak u novom okruženju. Osnovni uticaj međunarodnih železničkih međuvladinih organizacija ogleda se u činjenici da su ove organizacije, posebno Evropska unija i njena tela, kreatori novog pravno institucionalnog sistema za funkcionisanje železnice u Evropi i železničkih kompanija, odnosno sistemskog okvira, koji iz temelja menja prethodnu poziciju nacionalnih železničkih preduzeća, pretvarajući ih iz državnih javnih preduzeća, integrisanih monopola u tržišnog subjekta, koji bi svoju egzistenciju, trebalo da ostvaruju u slobodnoj tržišnoj utakmici, ali uz prethodnu pripremu, koja, pre svega, podrazumeva njihovu finansijsku, ekonomsku, tehnološku, kadrovsku i celokupnu konsolidaciju. Pri tome, konkretan uticaj međunarodnih organizacija na železnička preduzeća ima svoje različite instrumente i pojave oblike, od preporuka, rezolucija, memoranduma, pa do propisa EU, čija primena je obavezujuća za sve članice EU.

Kao posledicu navedenih procesa posebno treba potencirati važnost i neophodnost aktuelnog procesa realokacije značaja, statusa i realne snage železničkih, međuvladinih i drugih organizacija koje se bave železničkim saobraćajem u Evropi, odnosno neophodnost redefinisavanja kategorija strateškog menadžmenta (vizije, misije i ciljeva, promene u organizaciji i načinu delovanja), kako bi se prilagodile novim zahtevima okruženja. Kada je reč o međuvladinim organizacijama, kao što je već istaknuto, EU i njene institucije, preuzela je apsolutnu dominaciju u kreiranju pravno-institucionalnih i drugih uslova za funkcionisanje železničkog saobraćaja u Evropi, implementirajući saobraćajnu politiku Evrope i svoje inicijative u evropsku legislativu iz oblasti železničkog saobraćaja, koja je u određenom delu, obavezna za zemlje članice EU, ali koju, zbog interoperabilnosti i nesmetanog železničkog saobraćaja u Evropi, delimično primenjuju i druge države, koje nisu članice EU.

Aktivnosti Evropske unije i njene saobraćajne politike u oblasti železničkog saobraćaja rezultirali su, ne samo manje ili više uspešnim i često diskutabilnim organizacionim restrukturiranjem klasičnih železničkih preduzeća. Analize pokazuju da su efekti ovog uticaja

imali i brojne druge, raznovrsne pozitivne rezultate, koji su doprineli da se železnička preduzeća bolje prilagode i pozicioniraju na transportnom tržištu:

- Kompanije su promenile svoju celokupnu poslovnu finansijsku, marketinšku organizacionu i svaku drugu filosofiju;
- Redefinisale su svoje vizije, misije i ciljeve, koji sada više odgovaraju savremenim tržišnim uslovima, odnosno korisnicima železničkog prevoza;
- Pojačana je svest o potrebi promena i da bez promena ovaj sistem nema budućnost, kao i o tome da, usvajanjem novih koncepata i pravila, železničke kompanije mogu da postanu lideri u prevozu na dužim relacijama i u kombinaciji sa drugim vidovima sobračaja;
- U odnosu na prethodni period, može se konstatovati bitna promena odnosa sa klijentima. Nacionalne železničke kompanije, koje su u prošlosti poslovale na stari način, koje su bile uglavnom, tehnički orijentisane, postale su više korisnički orijentisane;
- Železnička preduzeća sve više postaju učešće organizacije (learning organizations), koje teže kontinuiranim radikalnim promenama, u kojima i pojedinci uče u kontinuitetu, koje sve više svesno, u neprestanom procesu restrukturiranja, koriste savremene naučne i menadžerske metode prilagođavanja uslovima okruženja;
- Organizaciona struktura železničkih kompanija menja se ka onoj, koja omogućuje brže i efikasnije donošenje odluka;
- Železničke kompanije počinju da primenjuju menadžerske matrice i rešenja iz prakse uspešnih kompanija iz drugih sektora privrede;
- Došlo je do promene menadžerske strukture i do istorijske smene generacija, koje vode železničke kompanije u Evropi. Vremenom, u železničkim preduzećima pojavljuje se generacija mlađih menadžera, koji nisu opterećeni starim navikama i percepcijom železnice, kao velikog tromog državnog sisema. Ovi menadžeri sposobni su da sagledaju suštinu globalnih promena i da u tom pravcu usmere i razbude, do tada rigidne ogromne državne kompanije. Oni danas dolaze, ne samo iz železničkih kompanija, nego i iz drugih uspešnih kompanija iz drugih delatnosti, donose nove, sveže ideje i metode, hrabrije poteze i spremniji su na poslovne rizike;
- Međutim, u tom procesu primetan je i izvestan diskontinuitet u mnogim železničkim kompanijama, odnosno „gep“ stvoren prirodnim odlaskom eksperata koji su nekada vodili i organizovali železničke kompanije i dolaskom mlađih menadžera bez empirijskog iskustva na železnici, ali sa novom energijom i saznanjima. Ovaj „gep“

još nije premošćen i kao posledicu ima određene negativne implikacije u kontinuitetu poslovanja železničkih preduzeća;

- Železnička preduzeća pojačavaju komunikaciju sa okruženjem, sa svim ciljnim grupama od kojih zavisi njihovo poslovanje i položaj na transportnom tržištu, preduzimaju akcije lobiranja za interese preduzeća na mestima na kojima se donose strateške ekonomske i političke odluke u vezi sa železničkim saobraćajem, kako na nacionalnom tako i na međunarodnom planu. Otvoreni su novi načini i kanali komunikacije i povećana je otvorenost prema javnosti, kao dvosmerna komunikacija međusobno zavisnih aktera, otvorenost i transparentnost u poslovanju, idejama, planovima razvoja i s druge strane, obezbeđenje podrške javnosti za takve planove;
- Preduzeća obavljaju monitoring tržišnog, ekonomskog i političkog okruženja i agresivnije nastupaju prema tržištu, ali i prema državi, zahtevajući odlučnije od nje da ispuni svoje obaveze prema nacionalnim operatorima, sadržane i u direktivama EU pre svega, one koje se odnose na realizovanje finansijske i tehnološke konsolidacije, kao preduslova za njihovo ravnopravno učešće na liberalizovanom tržištu;
- Savremene železničke kompanije osposobljavaju kadrove za međunarodnu dimenziju poslovanja železnice, zbog sve veće međuzavisnosti sve većeg broja subjekata koji se u različitim aspektima bave železničkim saobraćajem. Stoga je povećan opšti dinamizam unutar preduzeća koja nastoje da privuku mlade obrazovane stručnjake u sve intenzivnijoj borbi za modernizaciju i sustizanje konkurencije;
- Preduzeća uspostavljaju interaktivan odnos sa svim ciljnim grupama, posebno sa donosiocima važni političkih i ekonomskih odluka posebno imajući u vidu da naročito političari, nemaju uvek iste ciljeve kao i železničke kompanije. Kompanije za cilj imaju profit i društvenu odgovornost, što se uvek ne podudara sa onim što političari u određenom trenutku smatraju prioritetom u ovoj oblasti;
- Sve veći značaj dobijaju Internet, kao globalni medij sa još nedovoljno istraženim i iskorišćenim mogućnostima. Ovo važi, kako u komercijalnoj oblasti (na primer, korišćenje interneta za prodaju karata i informisanje korisnika, ali i za dvosmernu komunikaciju sa korisnicima i drugim ciljnim grupama preduzeća).⁴

4 Ž. Valentić, Nove tendencije u razvoju međunarodnih organizacija železničkog saobraćaja i uticaj na evropske železnice, magistarski rad, str.135. Univerzitet „Braća Karić“, Beograd, 2010.

7. PROMENE U SKLADU SA OKRUŽENJEM

Neke, svojevremeno veoma značajne i uticajne međunarodne organizacije, zbog nesnalaženja i nemogućnosti prilagođavanja dinamičnim i radikalnim promenama u okruženju, nestale su sa evropske železničke scene, kao na primer, Međunarodno udruženje železničkih kongresa (AICCF), jedna od najstarijih i najuglednijih međunarodnih železničkih organizacija, kao i Evropski institut za železnička istraživanja (ERRI), takođe, svojevremeno jedan od najuglednijih evropskih istraživačkih instituta. Neke međunarodne železničke organizacije opstaju, uz mnogo napora, dok se određen broj međunarodnih železničkih organizacija uspešno prilagodio zahtevima okruženja i korisnika prevoza, pre svega već navedena Zajednica evropskih železnica i infrastrukturnih kompanija (CER), kao organizacija za lobiranje i zaštitu interesa evropskih železnica u odnosu prema EU, a pojavljuju se i nove, kao što je Evropska železnička agencija (ERA), koju je Evropska komisija ustanovila kao telo zaduženo za uspostavljanje zajedničkih evropskih standarda u oblasti interoperabilnosti i bezbednosti železničkog saobraćaja.

Evropske agencije za železnice (ERA), praktično, preuzela je ulogu koju je do tada imala Međunarodna železnička unija (UIC), kao najznačajnija međunarodna železnička organizacija. Agencija je savetodavno telo, ona ne donosi propise, već ih priprema i predlaže Evropskoj komisiji, koja je nadležna za njihovo donošenje. Međutim, u formiranju Agencije ostali akteri prepoznali su koncentraciju upravljanja ovim procesima od strane EU, a Četvrtim železničkim paketom za ERA su predviđene još veće ingerencije u pogledu sertifikacije vozila i bezbednosti.⁵ Kada je reč o železničkim organizacijama, takođe, pojavile su se nove organizacije koje su svojim članicama ponudile i nove usluge.

U eri opštih, brzih i uglavnom, nepredvidivih promena, snažnu transformaciju, kao uslov uspešnosti i opstanka, doživele su i najznačajnije međuvladine organizacije. Ako bismo identifikovali opštu neformalnu hijerarhiju međuvladinih organizacija, koje se bave železničkim saobraćajem, onda se na samom vrhu piramide nalazi Ekonomska komisija Ujedinjenih nacija za Evropu (UN ECE). Formalno, Ekonomska komisija Ujedinjenih nacija za Evropu (UN ECE) ima generalni opšti uticaj na globalnu saobraćajnu politiku u evropskim državama članicama UN, odnosno državama članicama EU, kao i onima koje to nisu. Ova međunarodna organizacija izvor je najopštije politike, odnosno smernica, preporuka i mnogih aktivnosti i dokumenata o načinima i pravcu promena koje bi trebalo da se konkretizuju i realizuju posredstvom politika i zakonodavstva država Evrope i

5 Regulation (EU) 2016/796 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on the European Union Agency for Railways and repealing Regulation (EC) No 881/2004

posredstvom njihovih železničkim kompanijama, kako bi sveukupan saobraćajni sistem bio u funkciji bržeg i jefitnijeg ekonomskog razvoja svake zemlje Evrope i pojedinih regiona.⁶

Tokom svog postojanja UN ECE preduzela je nekoliko pokušaja reorganizacije i reforme, da bi tek poslednjih godina uspjela da svoj rad učini efikasnijim i u skladu sa promenama u okruženju. Danas UN ECE uspešno radi na kreiranju jedinstvenog železničkog zakona za prevoze između Evrope i Azije.

Konferencija ministara saobraćaja (ECMT), koja je u izvesnoj meri redefinisala svoju ulogu i promenila ime u Međunarodni Forum za saobraćaj (ITF), donedavno je u formalnoj hijerarhiji predstavljala, sledeći institucionalni stepen u evropskoj hijerarhiji kreiranja saobraćajne politike i operacionalizacije osnovnih smernica UN ECE.

Organizacija za međunarodne prevoze železnicama OTIF (L'organisation Intergouvernementale pour les transport internationaux ferroviaires), osnovana 1985. godine, takođe je uočila da više ne postoji okruženje koje bi tolerisalo funkcionisanje velikih državih železnica kao monopolista i da se propisi koji regulišu železnički transport više ne mogu donositi na takvoj osnovi. Sveobuhvatne i kompleksne promene, koje su u toku u okviru reforme evropskih železnica, reflektovale se su se i u COTIF i OTIF, tako da se gotovo posle 100 godina međunarodno železničko pravo modernizuje, reguliše na nov način i prilagođava novim uslovima.

Donedavno najznačajnija i najuglednija međunarodna železnička organizacija, Međunarodna železnička unija (UIC), već dve decenije, bez mnogo uspeha, prolazi kroz proces reforme i redefinisanja svoje uloge i načina delovanja. Ni poslednja reforma, koja je formalno okončana marta 2009. godine, nije dala očekivane efekte jer ova organizacija, odnosno njen menadžment, nisu dobro razumeli promene koje su se dogodile u okruženju, nisu precizno identifikovali zahteve železnica članica, nisu imale jasnu predstavu o tome šta su to vizija i misija ove organizacije u bitno izmenjenim okolnostima i koju vrstu usluga UIC treba da pruži svojim članicama, kako bi im obezbedila dodatnu vrednost. Ipak, u pokušajima da povrati ugled i značaj iz prethodnog vremena, UIC je uspeo da se nametne kao svetska organizacija za promociju železničkog saobraćaja čiji član su, posle niza godina, postale i Železnice Ruske Federacije (RŽD).

S druge strane, postoje međunarodne železničke organizacije, koje su jasno identifikovale prirodu svog uslužnog posla, koje su u novim uslovima uspele da definišu ispravnu viziju, misiju i ciljeve, sa kojima su se mnoga železnička preduzeća identifikovala. Ove

međunarodne železničke organizacije, transformišu se u snažne institucije, koje na mestima donošenja značajnih odluka uspešno lobiraju za interese svojih članova. Ovaj trend najbolje ilustruje transformacija Zajednice evropskih železnica i infrastrukturnih kompanija (CER), koja je iz asocijacije od dvanaest železnica zemalja članica EU, koja je na početku svog delovanja, formalno funkcionisala pod okriljem Međunarodne železničke unije, prerasla u uticajnu i efikasnu organizaciju za lobiranje za interese železnice u EU, sa sedištem u Briselu, gde već deluju brojne profesionalne agencije za lobiranje. Pojedine železnice, shvatajući i uvažavajući sve više značaj ove aktivnosti, takođe uspostavljaju svoje institucionalne i personalne veze sa sedištem EU. CER je, uz pomoć železničkih preduzeća, članica, na ovaj način postala nezaobilazan deo sistema donošenja pravno-institucionalnog okvira funkcionisanja železnica Evrope, vršeći na njega značajan uticaj. Ovo je postignuto izuzetnom kompetentnošću, savremenom i efikasnom organizacijom, ali i posebno značajnom ulogom lidera ove specifične železničke međunarodne organizacije.

Značajne promene realizovane su i u Međunarodnom komitetu za železnički transport CIT (International Rail Transport Committee, **Comité International des Transports ferroviaires**, čiji je osnovni zadatak jedinstvena primena i realizacija Konvencije o međunarodnim prevozima železnicama COTIF, koju ratifikuju, odobravaju ili prihvataju države članice Međuvladine organizacije za međunarodne prevoze železnicama – OTIF, koja ima sedište u Bernu. **CIT** je svoje delovanje redefinisao, u skladu sa novonastalom situacijom na železničkom tržištu, koju karakteriše pojava velikog broja novih preduzeća, kao posledica primene evropske legislativne i podele mnogih preduzeća na prevoz i infrastrukturu, kao i zbog pojave sasvim novih preduzeća koja se bave železničkim prevozima.⁷

8. „NOVE“ MEĐUNARODNE ŽELEZNIČKE ORGANIZACIJE

Danas na međunarodnoj sceni deluju i organizacije koje ranije nisu postojale i koje su proizvod novonastalog pravno-institucionalnog okvira za funkcionisanje železnice. Cilj ovih organizacija je da se prilagode novoj situaciji. Među njima je i SEETO, regionalna transportna organizacija uspostavljena 11. juna 2004.g. posredstvom MoU o razvoju Glavne regionalne transportne mreže. Potpisnice MoU su vlade: Albanije, Bosne i Hercegovine, Hrvatske, Makedonije, Crne Gore, Srbije, Misije UN na Kosovu i Evropske komisije. Cilj SEETO je promocija saradnje na razvoju glavne i pomoćne infrastrukturne multimodalne SEETO mreže i jačanje lokalnih kapaciteta

6 The ECE in the age of changes, United Nations, New York and Geneva, 1998., page, 100

7 Ž. Valentić, Nove tendencije u razvoju međunarodnih organizacija železničkog saobraćaja i uticaj na evropske železnice, magistarski rad, str.134. Univerzitet „Braća Karić“, Beograd, 2010.

za primenu investicionih programa, prikupljanje podataka i analiza SEETO mreže.

Forum Train Europe (FTE), predstavlja novu, odnosno transformisanu železničku organizaciju, koja je nastala iz nekadašnje Konferencije reda vožnje u okviru UIC. Asocijacija evropskih operatera i kompanija (sedište u Bernu) koja promoviše prekogranični robni i putnički saobraćaj u Evropi. Kao koordinaciono telo železničkih kompanija, FTE harmonizuje produkcione planove/ organizaciju saobraćaja i zahteve za dodelu trasa za evropski saobraćaj. FTE je razvio niz novih proizvoda za svoje članove, koji im uz pomoć informacionih tehnologija znatno ubrzavaju i olakšavaju posao.⁸

RailNetEurope, takođe je proizvod novonastalih okolnosti u svetu železničkog saobraćaja. Predstavlja novu železničku organizaciju osnovanu u Beču 2004 u skladu sa Direktivom 2001/14/EC, radi ostvarenja saradnje u vezi sa izradom i dodeljivanjem međunarodnih trasa u međunarodnom saobraćaju. Članovi su preduzeća koja upravljaju evropskom infrastrukturuom i tela za dodelu trasa iz više od 37 različitih zemalja. Novim načinom razmišljanja i uvođenjem savremenih informacionih tehnologija i servisa RNE doprinosi povećanju obima železničkog saobraćaja na evropskoj mreži železničke infrastrukture, omogućavanju lakog i brzog pristupa evropskoj železničkoj infrastrukturi poboljšanje kvaliteta prevoza železnicom i poboljšanje efikasnosti redova vožnje i upravljanja saobraćajem.⁹

Da bi promovisao brz i lak pristup svojim proizvodima, RailNetEurope je, pored ostalog, uveo sistem „one stop shop“ – jedno lice, odnosno jedno mesto za sve korisnike. Svaki od članova RailNetEurope je napravio jedno mesto za međunarodnu prodaju kao podršku poslovanju korisnika sa brzim odgovorom, boljim informacijama i savetodavnim uslugama. Ne tako nove, ali takođe, značajne međunarodne železničke organizacije su i: **EIM** – Udruženje preduzeća koja upravljaju infrastrukturuom iz Evropske unije i jednog preduzeća u EFTA, osnovano je 2001.g., sa ciljem da predstavlja „glas“ za preduzeća koja upravljaju infrastrukturuom, **Savez Koridor X PLUS** – „Savez za unapređenje transevropskog železničkog saobraćaja na jugoistočno-evropskoj saobraćajnoj osi“, osnovan je krajem 2008. godine kod nadležnih državnih organa u Republici Austriji (Beč). **SERG** – Grupa železnica jugoistočne Evrope Group (specijalna grupa UIC, osnovana 11-12. Jula, 1989, u Beogradu, **UITP** – svetsko udruženje operatera gradskog i regionalnog putničkog saobraćaja, njihovih organa vlasti i proizvođača (isporučilaca), **ERFA** – Evropsko udruženje novih operatera za

železnički robni saobraćaj, pretežno privatne i nezavisne kompanije, **ERFCP**, platforma za realizacija jedinog, korisnički orjentisanog železničkog robnog tržišta u Evropi. Cilj **ERFCP** jeste da promoviše troškovno efikasna rešenja za železnički robni saobraćaj.

9. MEĐUNARODNE ŽELEZNIČKE ORGANIZACIJE KAO PROFITNE ORGANIZACIJE

Neprofitne međunarodne organizacije, međuvladine i druge železničke organizacije, kao i profitne, takođe, ne deluju u ekonomskom, društvenom i političkom vakumu i uprkos brojnim razlikama, među njima se mogu uočiti i određene sličnosti. Kao i profitne organizacije, međunarodne organizacije, međuvladine i druge železničke organizacije, maksimalno su izložene uticajima turbulentnih promena u okruženju. Da bi opstale i razvijale se i ove organizacije slede slične strategijske matrice kao i profitabilne organizacije. To, pored ostalog, znači da ove organizacije u sve većoj meri prate promene u okruženju i u kontinuitetu im se prilagođavaju, da su sve više korisnički orijentisane i da primenjuju metode savremenog strategijskog menadžmenta, koje primenjuju i profitne organizacije, odnosno kompanije iz oblasti proizvodnje i pružanja usluga. Međunarodne železničke i nevladine organizacije deluju u određenim sektorima privrede, društva i politike. Njihovo funkcionisanje, pored ostalog, zahteva postojanje i racionalno trošenje ljudskih, materijalnih i drugih resursa. Efekti njihovih aktivnosti često su i egzaktno merljivi i one podležu strogim pravilima finansijske discipline, njihovi osnivači ili klijenti, od njih zahtevaju minimizaciju trošenja svih resursa i maksimalizaciju rezultata. Neophodno je postojanje i funkcionisanje vrhunski obučenog menadžmenta i kompetentnog osoblja. I međunarodne organizacije moraju da imaju precizno definisanu viziju misiju i ciljeve svog postojanja i delovanja.

Veća demokratičnost u radu i na posredan način veće učešće javnosti u radu međuvladinih organizacija, predstavlja, takođe, jedan od novih elemenata menadžmenta ovih organizacija. Iako u samoj organizacionoj strukturi tehnički posmatrano, u nekim međunarodnim organizacijama nije došlo do suštinskih promena, one su se ipak dogodile i pažljivom analizom jasno su identifikovane:

- redefinisane misije, u smislu njenog prilagođavanja savremenim promenama i potrebama zemalja članica,
- fokusiranje na specifične probleme pojedinih zemalja, odnosno članica,
- sve izraženiji karakter uslužne organizacije,
- veća mogućnost inicijative članica u rešavanju specifičnih problema,

⁸ Dostupno na <http://www.forumtraineurope.org/home/>

⁹ Dostupno na <http://www.rne.eu/>

- stavljanje članicama na raspolaganje menadžerskih alata, odnosno značajnih podataka za izbor pravih odluka u identifikovanju i rešavanju problema sa kojima se suočavaju.¹⁰

10. NERAVNOPRAVNOST „MALIH“ I „VELIKIH“

Unutar međunarodnih organizacija, bilo da je reč o nadnacionalnim, međuvladinim ili nevladinim, uvek se postavlja pitanje alokacije moći, ostvarivanja interesa svake članice pojedinačno, dominiranja većih nad manjima. Uloga i značaj članica međunarodnih organizacija proizilazi iz geopolitičkog položaja, vojne i ekonomske razvijenosti i finansijske sposobnosti.

U procesu, ispoljavanja novih trendova i tendencija međunarodnih organizacija železničkog saobraćaja, uprkos nastojanju da se kroz institucionalne mere ublaži situacija i osećaj podređenosti, odnosno nadređenosti, vidljiva je neravnopravnost svih učesnika. Analizom statutarne dokumentacije, kao i empirijskim istraživanjem delovanja ovih organizacija, uočava se da ovaj proces kreiraju i njime upravljaju ekonomski razvijenije i politički moćnije zemlje i njihove železnice, dok ostali učesnici ovog procesa imaju ulogu implementacije postavljenih standarda i pravila. Uticaj manjih železničkih kompanija na odlučivanje u međunarodnim železničkim organizacijama, odnosno broj glasova sa kojim raspolažu prilikom glasanja o pojedinim značajnim pitanjima, uglavnom, upravno je proporcijalan visini članarine koju plaćaju za članstvo u određenoj međunarodnoj organizaciji.

Mogućnost i primer pokušaja, da se prilikom odlučivanja o značajnim pitanjima, nadoknadi mali glasački kapacitet nerazvijenih železnica, predstavljala je regionalna organizovanost u okviru Međunarodne železničke unije UIC, gde je Grupa balkanskih železnica (SERG), koristeći statutarne odredbe UIC, institucionalizovala svoju saradnju unutar Grupe železnica jugoistočne Evrope (SERG). Poslovodni odbor, činili su predstavnici pojedinih regionalnih grupa, tako da se sastojao od ukupno najviše 20 članova. Svaka regionalna grupa imala je broj glasova koji je bio jednak zbiru svih glasova članica unutar regionalne grupe.¹¹ Postoje i međunarodne železničke organizacije koje odluke donose konsenzusom i u kojima prilikom odlučivanja važi princip jedan član, jedan glas (Zajednica evropskih železnica i infrastrukturnih kompanija), ali u praksi i ovde odlučuju najveće i najrazvijenije železnice.

11. ZAKLJUČAK

U okolnostima rastuće sveopšte međuzavisnosti i sve većeg broja subjekata, koji učestvuju u proizvodnji i prodaji železničke usluge na međunarodnom planu, kao i pojave sve većeg broja međunarodnih organizacija koje značajno utiču na železnički saobraćaj, identifikovanje, saznanje i razumevanje promena i novih tendencija u organizaciji, načinu rada funkcionisanja sistema međunarodnih organizacija, koje se bave železničkim saobraćajem, uslov je za prilagođavanje evropskih, što znači i srpskih železnica, novom pravno-institucionalnom okviru, koji stvara Evropska unija, kao i uslov opstanka na integrisanom konkurentnom transportnom tržištu. U tom smislu, neophodno je nastaviti istraživanja i proučavanja prakse, posebno imajući u vidu, činjenicu prema kojoj u domaćoj i inostranoj literaturi, oblast međunarodnih organizacija predstavlja nedovoljno istraženo područje, sa veoma oskudnim teorijskim osnovama i nedovoljno istraženim praksama i potencijalima. Nastavak istraživanja posebno bi trebalo da bude usmeren na identifikovanje i iskorišćavanje potencijala međunarodnih železničkih organizacija, koristi koje se mogu postići članstvom i aktivnostima u ovim organizacijama, jer one mogu da budu veoma značajne, ne samo za međunarodno pozicioniranje železničkih kompanija, nego i za poboljšanje poslovnih performansi i prihoda.

Železnički sistem, odnosno železnička preduzeća u Evropi, posebno u Srbiji, koja vodi intenzivne aktivnosti pridruživanja Evropskoj uniji, koristeći nova saznanja, prateći, razumevajući i učestvujući u radu međunarodnih železničkih organizacija, po principu korisnosti, od članstva u njima, trebalo bi:

- Da u uslovima sve većeg broja međunarodnih organizacija koje se, u različitim aspektima, bave železničkim saobraćajem i rastućeg broja železničkih preduzeća, poboljša eksternu, međunarodnu poslovnu komunikaciju i poveća konkurentsku sposobnost.
- Da identifikuju spoznaju i bolje razumeju funkcionisanje sistema međunarodnih organizacija, koje se bave železničkim saobraćajem, kao uslovom za kreiranje i realizaciju strategije međunarodnih odnosa železničkih entiteta.
- Da iz pasivnog, pređu u aktivan odnos prema međunarodnim institucijama i kreiranju institucionalnog okvira funkcionisanja železničkog saobraćaja.
- Da povećaju efektivnosti i efikasnosti međunarodne saradnje.
- Da permanentno unapređuju organizacione procese i koordinaciju međunarodnih aktivnosti u složenom i promenljivom okruženju.

10 Ž. Valentić, Nove tendencije u razvoju međunarodnih organizacija železničkog saobraćaja i uticaj na evropske železnice, magistarski rad, str.132., Univerzitet „Braća Karić“, Beograd, 2010.

11 UIC International Regulations A6: 2 Edition.

- Da kvalitativno unapređuju svoje odnose sa značajnim međunarodnim železničkim institucijama koje donose važne političke, ekonomske i tehnološke odluke.
- Da redefinišu i unaprede odnose sa nacionalnim nadležnim državnim organima, koji donose značajne odluke u vezi sa železničkim saobraćajem.
- Da iskoriste i ovladaju međunarodnim instrumentima za poboljšanje sistemskog položaja železnice na međunarodnom i domaćem transportnom tržištu.
- Da osposobljavaju kadrove za međunarodnu dimenziju poslovanja železnice, zbog sve veće međuzavisnosti sve većeg broja subjekata koji se u različitim aspektima bave železničkim saobraćajem. Stoga je potreban povećan opšti dinamizam unutar preduzeća koja nastoje da privuku mlade obrazovane stručnjake u sve intenzivnijoj borbi za modernizaciju i sustizanje konkurencije.

LITERATURA

- [1] O. Račić, V. Dimitrijević: *Međunarodne organizacije*, četvrto izdanje: Savremena Administracija, izdavačko-štamarsko knjižarska radna organizacija, Beograd, 1998., str. 5
- [2] Grupa autora, *Politička enciklopedija*, Savremena administracija, Beograd, 1975., str. 550
- [3] UIC International Regulations A6: 2 Edition
- [4] *The ECE in the age of changes*, United Nations, New York and Geneva, 1998., page, 100
- [5] REGULATION (EU) 2016/796 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 11 May 2016 on the European Union Agency for Railways and repealing Regulation (EC) No 881/2004 (Text with EEA relevance)
- [6] RailNet Europe, <http://www.rne.eu/>
- [7] Dostupno na <http://www.fte.org/home/>
- [8] Benett, A. LeRoy, (Seventh Edition) *International Organizations, Principles and Issues*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall
- [9] *Bulletin de l'Union Internationale des Chemins de Fer* (No I, Novembre 1924), Publie par le Secretariat General. Paris, XVI, UIC

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

656.2(497.11)

ŽELEZNICE : naučno-stručni časopis Železnica Srbije
/ glavni urednik Milan Marković ; odgovorni urednik
Vesna Gojić Vučićević. - god. 5, br. 7 (1949)- god. 61,
br. 5/6 (maj/jun 2005) ; god. 62, br. 1 (2017)- . - Beograd :
Društvo diplomiranih inženjera železničkog saobraćaja Srbije
(DIŽS), 1949-2005; 2017- (Beograd : Copy link studio).
- 29 cm

Tromesečno.

- Je nastavak: Саобраћај (Београд. 1945) = ISSN 2560-3566
ISSN 0350-5138 = Железнице
COBISS.SR-ID 959492

ŽIT BEOGRAD doo

11 000 Beograd, Savski trg 2



Direktor
Fax:
e-mail

3618–304, 3616–832
3616–847
momcilo.tunic@zitbgd.rs
zitbgddi@ptt.rs

Komercijala
Fax:

3618–426, 2646–094
3616–847

Finansijska i Pravna služba
Fax:
e-mail

616–810, 3616–873
3616–847
dpzit@mts.rs



RJ "Terminal"
Fax:
e-mail

3616–844, 3616–842
3616–842
zitbgd@ptt.rs
zitbgdkt@gmail.com

RJ "Transport"
Fax:

3618–318
3618–321

RJ "Održavanje"

2628–731

"Železnički integralni transport Beograd" (ŽIT BEOGRAD) je zavisno društvo Železnica Srbije a.d.

Dve osnovne delatnosti kojima se ŽIT BEOGRAD bavi su:

1. Prevoz kontenera u međunarodnom saobraćaju iz Jadranskih luka do ŽIT-ovog Terminala u stanici Beograd Ranžirna i obratno, kao i razvoz kontenera sopstvenim kamionima do krajnjih korisnika.
2. Prevoz kamena i drugih rasutih materijala u "open top" kontenerima iz kamenoloma i rudnika do uputnih stanica, a zatim pretovar kontenera specijalnim dizalicama i razvoz kamionima do krajnje destinacije.



Pored ove dve osnovne delatnosti ŽIT BEOGRAD se bavi svim poslovima utovara, istovara, pretovara, kontenerizacijom pošiljki, pretovarom i istovarom tečnih tereta i dr.



Za obavljanje ovih poslova ŽIT BEOGRAD raspolaže potrebnom mehanizacijom:

- Viljuškarima: 2,5 – 12,5 t.
- Autodizalicama: 30 – 100 t.
- Reachstackerom: 20 – 40" (45 t.)
- Plato kamionima različitih dimenzija (18 tegljača MAN)
- Poluprikolicama za prevoz različitih vrsta tereta (do 30 t.)
- Niskonosećim prikolicama za prevoz teških i vangabaritnih tereta.
- i manjim dostavnim vozilima.

138 GODINA POVERENJA.



SAOBRAĆAJNI INSTITUT

CIP

Saobraćajni institut CIP d.o.o.
 Generalni direktor
 Milutin Ignjatović, dipl.inž.
 11000 Beograd, Nemanjina 6/IV
 Tel: 011/361-69-29, 361-82-87
 Faks: 011/361-67-57
 E-mail: office@sicip.co.rs
 www.sicip.co.rs



Kroz dugu tradiciju svog postojanja, rada i razvoja Saobraćajni institut CIP d.o.o. je izrastao u jednu od najvećih istraživačko-projektnih kompanija u regionu. Osnovan za projektovanje prve železničke pruge u Kneževini Srbiji, projektovao je sve pruge u Srbiji i bivšoj Jugoslaviji. Danas, Saobraćajni institut CIP d.o.o. pokriva kompletne usluge od izvođenja geodetskih radova, geoloških istraživanja, laboratorijskih ispitivanja iz oblasti zaštite životne sredine, izrade studijske, planske i tehničke dokumentacije, stručne i tehničke kontrole tehničke dokumentacije, ispitivanja konstrukcija, stručnog nadzora u toku izgradnje objekata, tehničkog pregleda objekata, inženjering - konsalting usluga. Projekti železničke i drumske infrastrukture, gradskih saobraćajnih sistema, objekata visokogradnje, sportskih i specijalnih objekata, stalne su aktivnosti na kojima se dokazuje visokim kvalitetom i kratkim rokovima. Navedene aktivnosti se odvijaju u okviru 13 organizacionih jedinica, a izvode u skladu sa odgovarajućim dokumentima Integrisanog sistema menadžmenta ISO standarda, zakonom o planiranju i izgradnji, ostalim referentnim zakonima i podzakonskim aktima, kao i opštim aktima Saobraćajnog instituta CIP d.o.o.

