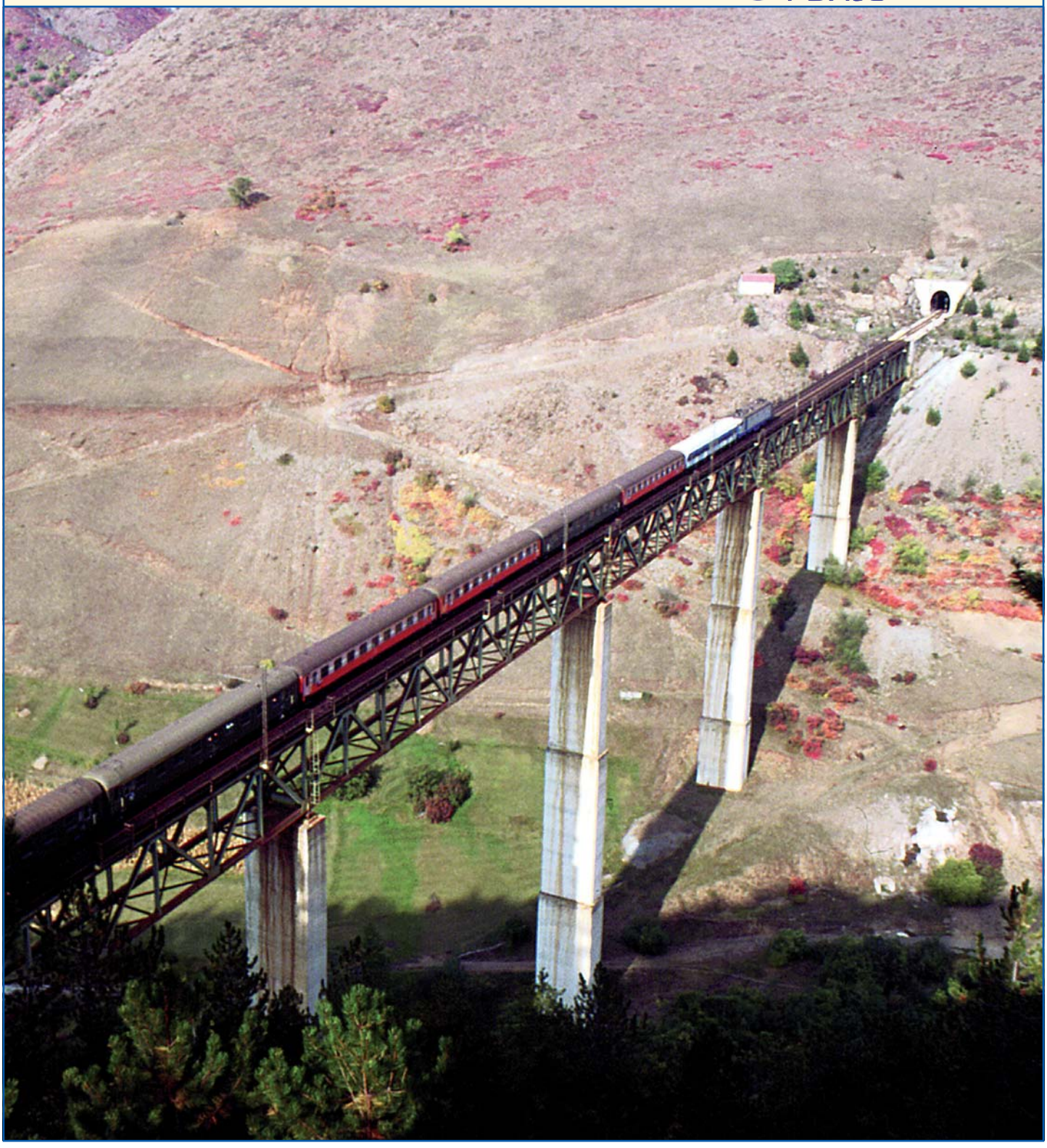
NAUČNO-STRUČNI ČASOPIS ŽELEZNICA SRBIJE • UDK 656.2 (05) • ISSN 0350-5138

ŽELEZNICE

VOL. 63 • BROJ 2 • STRANA 65–128 • BEOGRAD • NOVEMBAR 2018. GODINE

ДИЖС

ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ



NAUČNO-STRUČNI ČASOPIS ŽELEZNICA SRBIJE • UDK 656.2 (05) • ISSN 0350-5138

ŽELEZNICE

VOL. 63 • BROJ 2 • STRANA 65–128 • BEOGRAD • NOVEMBAR 2018. GODINE

IZDAJE

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

Odgovorno lice izdavača

Danko Trninić, dipl. inž.
predsednik

REDAKCIJA

Glavni urednik

Prof. dr Milan Marković, dipl. inž.

Odgovorni urednik

Vesna Gojić Vučićević, dipl. nov.

Tehnički urednik

Predrag Knežević, dipl. inž.

Lektor

Ksenija Petrović, dipl. filol.

PERIODIČNOST

Šestomesečno

TIRAŽ

300 primeraka

ŠTAMPA

JP Službeni glasnik
Beograd, Lazarevački drum 13–15

KONTAKT

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

PREGLEDNI RADOVI

Mira Milutinović, Sanjin Milinković, Slavko Vesković
Simulacija kretanja vozova u slučaju izgradnje dvokolosečne pruge na relaciji Resnik – Valjevo 69

Jelena Mikelić, Borislav Gojković
Savremeni dijagnostički sistemi i nova koncepcija održavanja železničkih vozila: pilot projekat na železnicama u BiH 78

PRETHODNA SAOPŠTENJA

Gordan Stojić, Jovana Marjanović
Modeliranje tehnologije obrade vozova u železničkoj teretnoj stanici: primer stanica Šid 93

STRUČNI RADOVI

Miroslav Stojčić, Nenad Kecman, Željko Valentić, Milena Ilić
Obuka i razvoj zaposlenih u železničkom sektoru Srbije – trenutno stanje, benčmarking i nova rešenja 108

Jakša Popović, Branislav Bošković
Kada očekivati efekte restrukturiranja železnica: iskustvo SAD 117

INFORMATIVNI PRILOZI

Marijana Terzin Stojčić
Glavna železnička stanica Beograd i film 124

REDAKCIONI ODBOR

Miroslav Stojčić, dipl. inž. saobr. (predsednik)
Danko Trninić, dipl. inž. saobr.
Dušan Garibović, dipl. ekon.
Josip Ujčić, dipl. inž. saobr.
Jugoslav Jović, dipl. inž. maš.
mr Ljubomir Bečejac, dipl. inž. maš.
Milutin Ignjatović, dipl. inž. geol.
Milutin Milošević, dipl. inž. saobr.
mr Miodrag Poledica, dipl. inž. saobr.
Momčilo Tunić, dipl. inž. saobr.
Nenad Kecman, dipl. inž. saobr.
Nikola Tomić, dipl. soc.
mr Petar Odorović, dipl. prav.
mr Rajko Ković, dipl. ekon.

UREĐIVAČKI ODBOR

Prof. dr Milan Marković, dipl. inž. saobr. (predsednik)
dr Aleksandar Radosavljević, dipl. inž. maš.
Prof. dr Bojan Ilić, dipl. ekon.
Doc. dr Borna Abramović, dipl. inž. saobr.
Prof. dr Božidar Radenković, dipl. inž. org.
Prof. dr Branislav Bošković, dipl. inž. saobr.
Akademik Branislav Mitrović, dipl. inž. arh.
Doc. dr Danijela Barić, dipl. inž. saobr.
Prof. dr Dragomir Mandić, dipl. inž. saobr.
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. saobr.
Prof. dr Goran Simić, dipl. inž. maš.
Prof. dr Gordan Stojić, dipl. inž. saobr.
Prof. dr Ilija Tanackov, dipl. inž. saobr.
dr Kire Dimanoski, dipl. inž. saobr.
Prof. dr Marko Vasiljević, dipl. inž. saobr.
Prof. dr Milorad Kilibarda, dipl. inž. saobr.
Prof. dr Miloš Ivić, dipl. inž. saobr.
Prof. dr Nebojša Bojović, dipl. inž. saobr.
dr Peter Verlič, dipl. inž. građ.
dr Rešad Nuhodžić, dipl. inž. saobr.
Prof. dr Slavko Vesković, dipl. inž. saobr.
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 ZA PRIPREMU RADOVA ZA ČASOPIS „ŽELEZNICE”

1. OPŠTE ODREDBE

Autori su obavezni da radove pripreme i dostave Redakciji časopisa prihvatajući i poštujući ovo uputstvo i odgovorni su za originalnost i kvalitet radova, kao i verodostojnost rezultata.

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

Radove, sa svim prilozima, dostaviti Redakciji časopisa na sledeći način:

- dva štampana primerka na belom papiru formata A4 predati na adresu „Društvo diplomiranih inženjera železničkog saobraćaja Srbije, Beograd, Nemanjina 6”,
- elektronsku verziju poslati na e-mail „casopis-zeleznice@dizs.org.rs” ili je predati na navedenu adresu snimljenu na digitalnom mediju.

Slike i fotografije u radovima napraviti u JPG, TIFF ili PNG formatu minimalne rezolucije 300 dpi. Pored toga, dostaviti ih i posebno u originalnom formatu.

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

2. TEHNIČKA PRIPREMA

Radovi mogu biti na minimalno 10 strana A4 formata uključujući i sve priloge, a preporuka je da nisu duži od 15 strana.

Radove pripremiti u programu „Microsoft Word”. Gornja i donja margina su po 3,5 cm, a leva i desna po 2 cm. Koristiti mod „Justify” i font „Cambria” sa proredom „Single” i vrednostima „0” u opcijama „Before” i „After”. Između naslova, podnaslova i pasusa ostaviti po jedan prazan red. Početak pasusa je uz levu marginu. Decimalne brojeve odvajati zarezom, a hiljade tačkom. Tačku ne pisati ispred zareza.

Puna imena i prezimena autora i koautora, pisati velikim „bold” slovima veličine 14 uz desnu marginu.

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

Rezime rada, obima 100–200 reči, pisati malim slovima veličine 11, a potom u novom redu navesti do **7 ključnih reči**. Oba dela moraju se dati i na engleskom jeziku.

U **fusnoti**, malim slovima veličine 9, za svakog autora i koautora navesti akademsku titulu, ime, prezime i zvanje, naziv i adresu institucije u kojoj je zaposlen (za penzionere i nezaposlena lica adresu stanovanja) i e-mail adresu.

Poglavlja i potpoglavlja pisati u dve kolone (stupca) razmaka 5 mm. Naslove pisati slovima veličine 12: 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 malim slovima veličine 11. U svakom pasusu dozvoljeno je po jedno nabrajanje i podnabrajanje formatizovano u alineje, koje se spajaju sa pasusima u kojima se najavljuju.

Jednačine po pravilu pisati u jednoj koloni, a one duže mogu da budu i preko obe kolone. Numerisati ih uz desnu marginu u zagradama tipa „(” i „)” 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. Numerisati ih redom kako se pojavljuju i pisati ih „italic” slovima. Njihovi nazivi treba da su uz levu marginu iznad tabela, a na sredini ispod grafikona, crteža i fotografija. Sadržaj tabela pisati „normal” slovima i u njima koristiti zagrade tipa „(” i „)”.

Upotrebljavati **osnovne jedinice SI (MKS)** mernog sistema. Ako se moraju koristiti neke druge, naznačiti ih. Jedinice se navode zagradama tipa „[” i „]”.

Skraćenice i akronime definisati kada se prvi put upotrebe u tekstu, čak i ako su već dati u rezimeu. Opšte poznate skraćenice ne treba da se obrazlažu.

U **zaključku** ne ponavljati deo opisan u rezimeu.

Ako je predviđena „**ZAHVALNICA**” za pomoć u radu, napisati je kao posebno poglavlje pre literature.

Literaturu u tekstu navoditi po redosledu citiranja u zagradama tipa „[” i „]”. Spisak dati 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 JOVANOVIĆ*, PETAR PETROVIĆ**

NASLOV RADA
NASLOV RADA NA ENGLESKOM JEZIKU

Rezime: tekst obima do 150 reči
Ključne reči: vreme, transformacija, koncentracija
Summary: prevod rezimea na engleski jezik
Key words: time, transformation, concentration

1. POGLAVLJE

1.1. Potpoglavlje

1.1.1. Potpoglavlje

Primer za formulu:

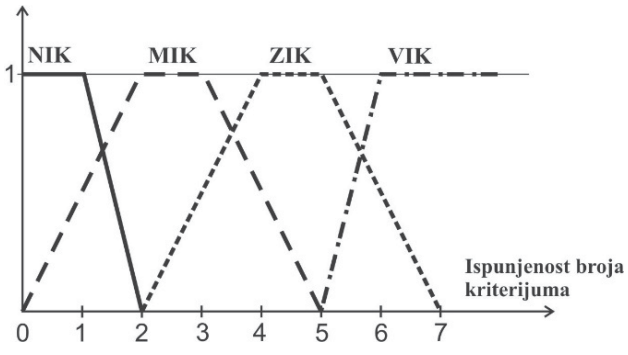
$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \times \left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \right]^{-} \quad (1)$$

Primer za tabelu:

Tabela 1. Naziv

Period dana	Srednji inter. sl. (min)	Iskoriš. kapac. (%)	Broj vozova		
			putnički	teretni	Σ
05–23	12,5	84	28	8	36
23–05	10,7	62	4	10	14
Ukupno			32	18	50

Primer za grafikon, crtež i fotografiju:



Slika 1. Naziv

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]:

LITERATURA

[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, Čangalović M, Bečejski–Vujaklija D, 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*, http://www.vtpi.org/tranacc.pdf, 2005.

* Prof. dr Jovan Jovanović, dipl. inž. saobr, Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305, j.jovanovic@sf.bg.ac.rs

** Mr Petar Petrovic, dipl. ekon, Infrastruktura železnice Srbije, Beograd, Nemanjina 6, petar.petrovic@srbrail.rs

PREGLEDNI RAD

MIRA MILUTINOVIĆ*, SANJIN MILINKOVIĆ**, SLAVKO VESKOVIĆ***

SIMULACIJA KRETANJA VOZOVA U SLUČAJU IZGRADNJE DVOKOLOSEČNE PRUGE NA RELACIJI RESNIK – VALJEVO

SIMULATION OF TRAIN MOVEMENTS IN THE CASE OF THE CONSTRUCTION OF A TWO-TRACK RAILROAD ON THE RESNIK-VALJEVO RELATION

Datum prijema rada: 25.9.2018.
UDK: 656.2+656.33.01:517.876.5

REZIME:

Zbog sve veće potrebe da se manji gradovi „približe" metropolama, javlja se dobra osnova za razvoj kako prigradskog, tako i regionalnog železničkog saobraćaja. Železnica raspolaže velikim kapacitetom transporta što je poželjno naročito u periodu vršnih časova. Takođe, poznato je da važi za jedan od najbezbednijih vidova transporta dok istovremeno svojim putnicima pruža odličan komfor uz relativno niske cene prevoza. Da bi železnica mogla da parira konkurentnom drumskom transportu, kada je reč o prevozu putnika na prigradskom ili regionalnom nivou, neophodno je, pre svega, povećati frekventnost polazaka na određenim linijama. Veća frekventnost polazaka zahteva veću propusnu moć pruge. Jedan od načina povećanja propusne moći pruge jeste izgradnja dvokolosečne trase. U ovom dokumentu biće predstavljen izrađeni model za simulaciju kretanja vozova u slučaju izgradnje dvokolosečne pruge na relaciji Resnik - Valjevo, primenom softverskog paketa Open Track. Cilj je da se simulacijom proračunaju vremena vožnje vozova na ovoj deonici nakon rekonstrukcije trase i uporede podaci sa modelom jednokolosečne trase. Prilikom izrade modela, korišćeni su detaljni podaci o infrastrukturi, kao i elektromotornoj garnituri koja saobraća na ovoj relaciji kako bi se dobili verodostojni podaci koji su bliski realnim.
Ključne reči: železnički saobraćaj, simulacija, Open Track, vozna vremena

SUMARRY:

Need for connecting small towns with metropoles provides great opportunity for development, regional railway passenger transport, with comfort, and it's also known as one of the safest ways of transporting. The railway has a large transport capacity, which is desirable especially during peak hours. If we want to railways to parry with road transporting on intercity or regional level, its necessary to increase frequency of departures on certain lines, and that request a bigger throughput, which is provided with construction of two-track railroad.In this document, a simulation of the movement of trains on reconstructed line Resnik – Valjevo will be performed. The goal is to calculate trains time on this destination after the reconstruction of route, with the aforementioned simulation. When we create model, we will use detailed data of infrastructure elements and EMU which travels on this route, in order to get credible information, close to real one.
Key words: railway transport, simulation, Open Track, trains time

* Mira Milutinović, mast. inž. saobr, Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305, miramilutinovic93@gmail.com
** Prof. dr Sanjin Milinković, dipl. inž. saobr, Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305, sanjin@sf.bg.ac.rs
*** Prof. dr Slavko Vesković, dipl. inž. saobr, Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305, veskos@sf.bg.ac.rs

1. UVOD

U ovom dokumentu prikazana je izvršena simulacija kretanja vozova na rekonstruisanoj dvokolosečnoj pruzi Resnik–Valjevo. Neophodno je napomenuti da je pomenuta relacija trenutno jednokolosečna i da se potreba za njenom rekonstrukcijom nije razmatrala, već se pretpostavilo da je ona izvršena. Trenutni obim saobraćaja na ovoj relaciji ne zahteva veću propusnu moć od postojeće jer je transport putnika i robe u poslednjih nekoliko godina znatno opao. Akcenat ovog rada je na putničkom saobraćaju i simulaciji kretanja vozova koji su nekada saobraćali u sistemu Beovoza i kao takvi bili veoma korisni putnicima koji su odlazili na posao, školu ili fakultet jer je ova linija imala svoj nastavak koji je vodio u sam centar grada. Kada je reč o transportu putnika, železnica bi mogla postati lider na ovoj relaciji, ako bi uspela da obezbedi putnicima brz, ekonomičan i pouzdan transport. Potrebno je pre svega sačiniti red vožnje koji odgovara zahtevima i potrebama putnika uz istovremenu robusnost istog. Izgradnjom dvokolosečne pruge stvorila bi se dobra podloga za organizaciju frekventnog putničkog saobraćaja na ovoj relaciji.

Simulacija je izrađena u softverskom paketu Open Track. Prilikom izrade modela korišćeni su detaljni infrastrukturni podaci i izvršena je mikrosimulacija kretanja voza.

2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA INFRASTRUKTURE I ORGANIZACIJE SAOBRAĆAJA

Pruga Resnik-Valjevo[1] je elektrificirana jednokolosečna pruga dužine 78,169 km. Na relaciji Resnik – Valjevo postoji jedanaest službenih mesta. Dozvoljeno osovinsko op terećenje na celoj deonici iznosi 22,5 t.

Na ovoj deonici postoji 5 tunela i njihove stacionaže su date u tabeli 1. Pregled maksimalno dozvoljenih i ograničenih brzina na pruzi Resnik – Valjevo dat je u tabeli 2.

U tabeli 3 dat je prikaz nekih postojećih vertikalnih, a u tabeli 4 horizontalnih krivina koje se nalaze na ovoj relaciji. U model su unete stacionaže svih vertikalnih i horizontalnih krivina koje postoje na trasi.

[1] http://infrazs.rs/

Tabela 1. Stacionaže tunela

Redni broj tunela	Početak tunela	Kraj tunela	Dužina tunela (m)
1	1+797,29	1+885,33	88,04
2	3+388,08	3+422,27	34,19
3	4+607,79	4+785,66	117,87
4	5+407,71	5+609,38	201,71
5	8+227,47	12+044,00	3816,53

Tabela 2. Pregled brzina

Od km	Do km	Vmax (km/h)	Ograničena brzina	Razlog ograničenja
0+425	7+600	70	/	/
7+600	23+100	85	/	/
8+000	8+238	/	70	Krivina R=400m L=60m
23+100	30+600	90	/	/
30+600	37+200	85	/	/
37+200	77+700	100	/	/

Tabela 3. Prikaz vertikalnih krivina

Od KM	Do KM	Nagib ‰	Dužina (km)
0,425	*0,644*	*1,90*	*0,219*
0,644	*1,150*	*8,10*	*0,506*
1,150	*1,451*	*8,90*	*0,301*
1,451	*1,569*	*11,00*	*0,118*
1,569	*1,729*	*10,00*	*0,160*
1,729	*1,991*	*11,00*	*0,262*
1,991	*2,255*	*6,00*	*0,264*
2,255	*2,700*	*10,60*	*0,445*
...	...	...	...

Na relaciji Resnik–Valjevo saobraćaju regionalni, brzi i međunarodni vozovi, podjednako suzastupljeni i teretni vozovi. U izvršenim proračunima u modelu nisu razmatrani teretni i međunarodne putnički vozove, ali se njihovo implementiranje u program može izvesti na jednostavan način.

Tabela 4. Prikaz horizontalnih krivina

Stacionaža PPK	Stacionaža PKK	Stacionaža KKK	Stacionaža KPK	Radijus	Tip krivine L- leva D-desna	Dužina prelazne krivine (m)	Dužina kružne krivine (m)	Dužina prlelazne krivine (m)	Dužina krivine (m)
0+434	0+514	0+751	0+831	300	L	80	237,00	80	397,00
0+867	0+947	1+354	1+434	300	D	80	407,00	80	567,00
1+468	1+518	1+620	1+670	500	L	50	102,00	50	202,00
1+789	1+849	2+030	2+090	400	L	60	181,00	60	301,00
2+310	2+400	2+572	2+662	300	D	90	172,00	90	352,00
2+876	2+966	3+265	3+355	300	L	90	299,00	90	479,00
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Red vožnje vozova[2] za prevoz putnika koji saobraćaju na ovoj relaciji dat je u tabelama 5 i 6.

Tabela 5. Red vožnje Resnik–Valjevo

Broj i rang voza	Polazak	Dolazak	Vreme putovanja
711 Brzi	06:40	07:46	1:06
2131 Regio	07:38	09:00	01:22
713 Brzi	12:39	13:43	01:04
2133 Regio	15:53	17:05	01:12
715 Brzi	17:24	18:41	01:17
2135 Regio	19:53	21:07	1:14

Tabela 6. Red vožnje Valjevo–Resnik

Broj i rang voza	Polazak	Dolazak	Vreme putovanja
2130 Regio	04:35	05:51	01:16
710 Brzi	06:45	07:59	01:13
712 Brzi	09:06	10:24	07:18
2132 Regio	12:06	10:24	01:18
2134 Regio	17:07	18:30	01:23
714 Brzi	19:59	21:03	01:04

3. ANALIZA INFRASTRUKTURE I ORGANIZACIJE SAOBRAĆAJA NA REKONSTRUISANOJ DVOKOLOSEČNOJ PRUZI RESNIK – VALJEVO

Pretpostavljeno je da je rekonstrukcijom pruge izvršena denivelacija svih putno-pružnih prelaza na ovoj deonici kojih trenutno ima 13 i da se bezbednost kako železničkog, tako i drumskog saobraćaja podigla na viši nivo.

Prilikom izrade rada napravljene su određene modifikacije postojećih stanica dodavanjem određenih skretnica i koloseka prema tehnološkim i bezbednosnim zahtevima u model, kao i celokupna dvokolosečna deonica otvorene pruge. Nije se ulazilo u detalje vezane za mogućnost realizacije izgradnje dodatnog koloseka na terenu, zbog kompleksnosti izrade samog rada, čiji je cilj izrada simulacionog modela.

U model su implementirane ukupno 43 skretnice na celokupnoj deonici od Resnika do Valjeva.

Predviđeno je da vozovi iz smera Resnika saobraćaju po desnom koloseku, a vozovi u suprotnom smeru po levom koloseku.

Vožnje po nepravilnom koloseku nisu predviđene simulacionim modelom, ali ostavljene su kao opcija za eventualnu nadogradju modela.

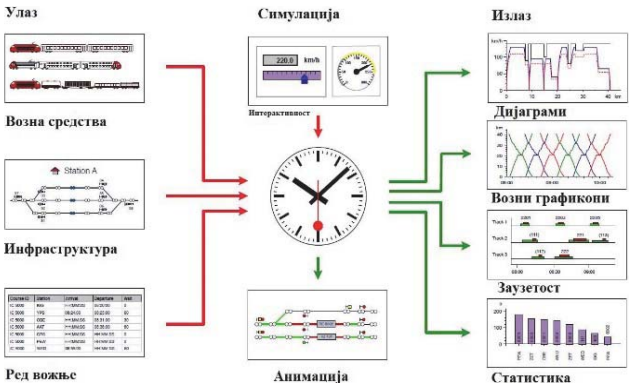
4. ANALIZA RADA SIMULACIONOG MODELA OPEN TRACK

Za izradu simulacionog modela korišćen je softver Open Track [1]. Softver je razvijen još devedesetih godina prošlog veka kao istraživački projekat Švajcarskog Nacionalnog instituta za tehnologiju. Cilj projekta, objektno-orijentisanog modeliranja na železnici, bio je da razvije alat koji može da odgovori na pitanja o železničkim operacijama putem simulacije. Danas se softver Open Track koristi na železnici, u raznim institutima za železnički

[2] http://www.srbvoz.rs/redvoznje.html

saobraćaj i na fakultetima širom sveta. Kao što je prikazano na slici 1, u Open Track-u se ulaznim podacima upravlja preko tri modula: vozna sredstva, infrastruktura i red vožnje. Korisnici unose ulazne informacije u ove module i potom pokreću simulaciju.

Osnovni moduli Open Track-a prikazani su na slici 1.



Slika 1. Open Track proces: Ulaz-Simulacija-Izlaz

Simulacija se zasniva na ulaznim podacima koje definiše korisnik. Prethodno definisani vozovi kreću se po zadatoj kolosečnoj situaciji prema uslovima datim redom vožnje. Open Track koristi mešoviti diskretno/kontinualni simulacioni proces tako da se kod kontinualnih procesa izračunavaju numeričke vrednosti različitih diferencijalnih jednačina kretanja vozila (vozova), a kod diskretnih procesa prate se stanja signala i raspodele kašnjenja.

U okviru simulacionog procesa dobija se širok spektar izlaznih podataka. Open Track omogućava korisniku da ove podatke prikaže u velikom broju različitih formata uključujući „prostorno-vremenske" dijagrame, tabele i grafičke prikaze (slike).

Ovaj simulacioni model izrađen je u demo verziji Open Track programa koji ima određena ograničenja, ali se dobijeni podacimogu smatrati dovoljno tačnim za ovaj nivo studije.

5. ANALIZA I OPIS RADA IZRAĐENOG OPEN TRACK MODELA

Ograničenje koje nameće demoverzija softvera podrazumeva da je maksimalno vreme simulacije sat vremena i da se za to vreme kroz model mogu propustiti samo dva voza.

Na početku rada, najpre se pristupilo prikupljanju podataka o infrastrukturi, zatim vozilima i redu vožnje.

Prilikom izrade rada u već postojeću bazu stanica u model je ubačeno jedanaest novih stanica: Resnik, Bela Reka, Barajevo, Veliki Borak, Stepojevac, Vreoci, Lazarevac, Lajkovac, Slovac, Divci i Valjevo. Takođe, uneti su i podaci za Štadlerovu garnituru serije 413/417, koja već saobraća na pomenutoj deonici pruge.

5.1. Unos infrastrukturnih podataka

Zbog nepostojanja posmatranog projekta u stvarnosti, kolosečna situacija svih 11 stanica je zamišljena kreacija autora simulacionog modela i ne predstavlja stvarnu situaciju na terenu s obzirom na to da je pomenuta trasa trenutno jednokolosečna.

Nakon prikupljanja podataka, pristupilo se objedinjavanju podataka u eksel tabeli respektivnoređajući stacionaže signala, predsignala, skretnica, krivina, tunela, promene nagiba, izolovanih sastava i staničnih zgrada.

Podaci o kolosečnoj situaciji sastoje se od opisa fizičkih parametara infrastrukture koja se simulira. Oni obuhvataju stvarne elemente infrastrukture kao što su: delovi koloseka (koji se u softveru nazivaju „edges"), signali i stanice; kao i virtuelne elemente kao što su verteksi "vertex" (tačke promene vrednosti parametara) i rute.

Ovaj deo izrade simulacionog modela može biti jednostavan i uprošćen ako se izostave podaci o krivinama, tunelima, promenama nagiba i ostalim podacima, koji detaljno opisuju infrastrukturu pomenute relacije. U ovom radu koristili su se i pažljivo unosili detaljni podaci vezani za infrastrukturu. Uneto je blizu 1400 verteksa, odnosno tačaka gde se određeni podaci o infrastrukturi menjaju. Rezultat toga su izlazni podaci bliski realnim.

Deo objedinjenih podataka prikazan je u tabeli 7.

Ređanjem verteksa "iscrtava" se kolosečna situacija svih stanica i otvorene pruge. Izgled svih radnih listova prikazan je na slici 2. Potrebno je napomenuti da dobijene šeme stanica nisu u razmeri na radnom listu, ali da dužine koloseka između verteksa unete u program imaju realne vrednosti.

Tabela 7. Deo objedinjenih infrastrukturnih podataka

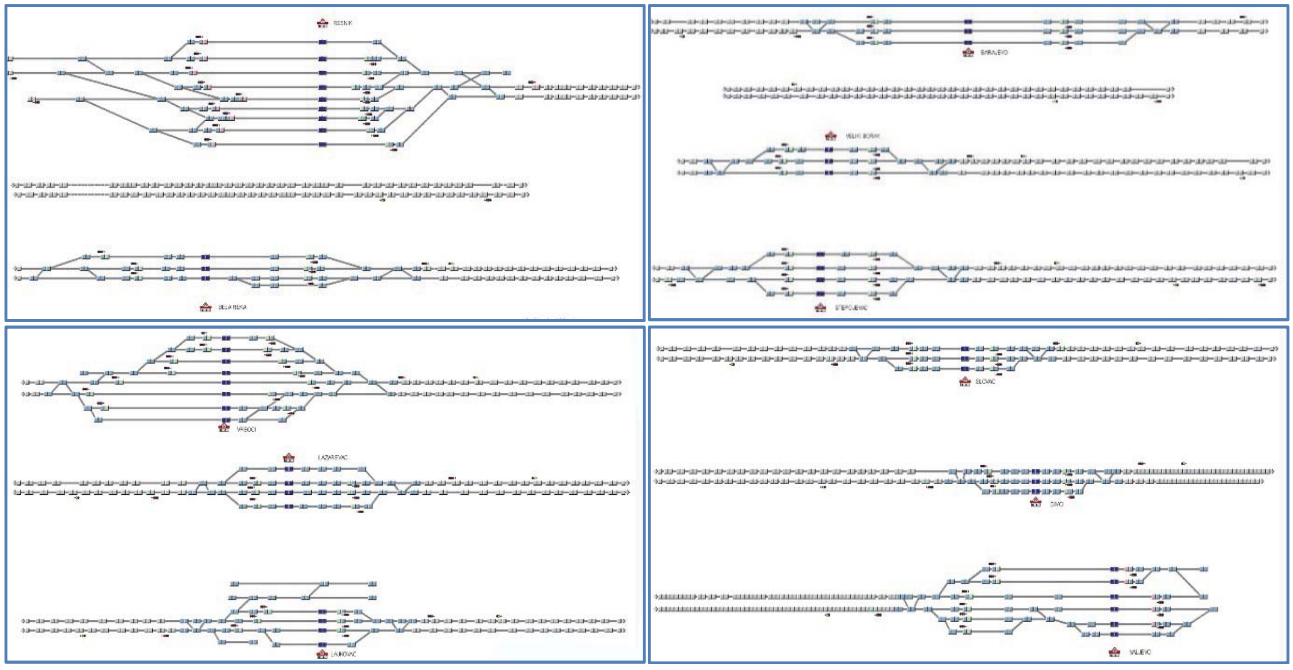
Naziv verteksa	Stacionaža	Vmax	Nagib (‰)	Poluprečnik krivine (m)
Promena nagiba	16,233	70	11,0	0
Izolovani sastav	16,261	70	11,0	0
Početak prelazne krivine	16,293	70	11,0	400
Promena nagiba	16,495	70	6,0	400
Kraj prelazne krivine	16,594	70	6,0	400
Promena nagiba	16,759	70	10,6	0
Početak prelazne krivine	16,814	70	10,6	300
Kraj prelazne krivine	17,166	70	10,6	300
Promena nagiba	17,204	70	8,6	0
Početak prelazne krivine	17,380	70	8,6	300
Promena nagiba	17,554	70	12,1	300
Kraj prelazne krivine	17,859	70	12,1	300
Promena nagiba	17,884	70	10,5	0
...	...	...	...	...

5.2. Unos podataka o elektromotornoj garnituri i vozovima

Nakon definisanja svih neophodnih podataka o infrastrukturi sledeći deo rada odnosi se na podatke o lokomotivama, odnosno elektromotornoj garnituri koja saobraća na ovoj relaciji (slika 3).

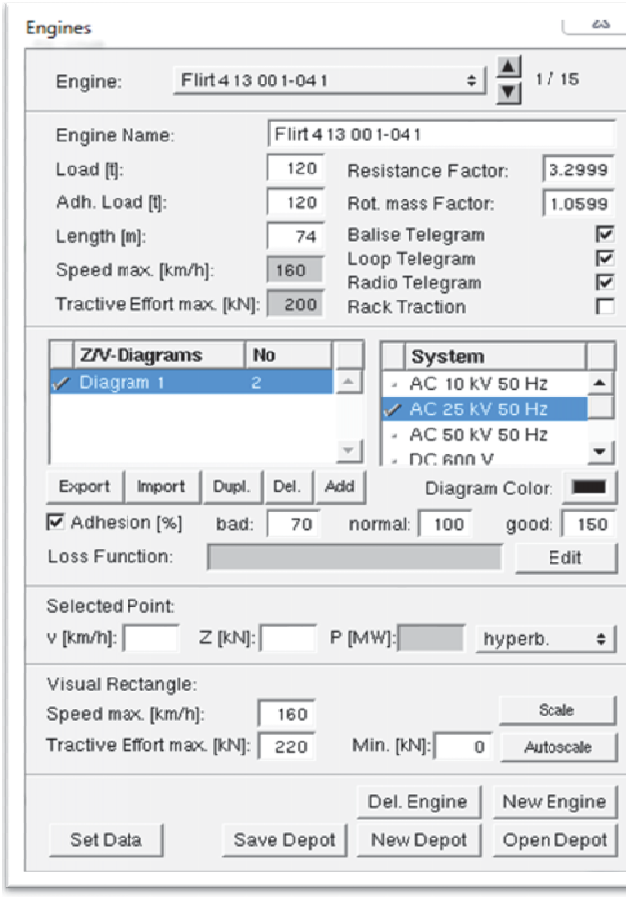
U ovom radu je korišćena elektromotorna garnitura 413 001-041. Štadler Flirt[3] lokomotive koriste se na raznim linijama u više zemalja, kao što su Nemačka, Poljska, Italija i Švajcarska. Osnovna prednost ovih garnitura je prostran dizajn za još veću udobnost putnika, pri čemu je obraćena pažnja i na osobe sa invaliditetom,tako da postoje i rampe. Pažljivo dizajniran hodnik, kao i pogonski sistemi obezbeđuju izuzetno udobnu vožnju i nizak nivo buke.

Pre svega, neophodno je uneti tehničke karakteristike ove garniture u deo koji nosi naziv „engines“. Podaci koje korisnik definiše prilikom definisanja garnituresu: dužina i masa garniture, sistem napajanja, otpori i maksimalna brzina. Dijagram se crta unosom odgovarajuće vučne sile pri nekoj brzini, pri čemu je u ovom slučaju maksimalna brzina 160 km/h.



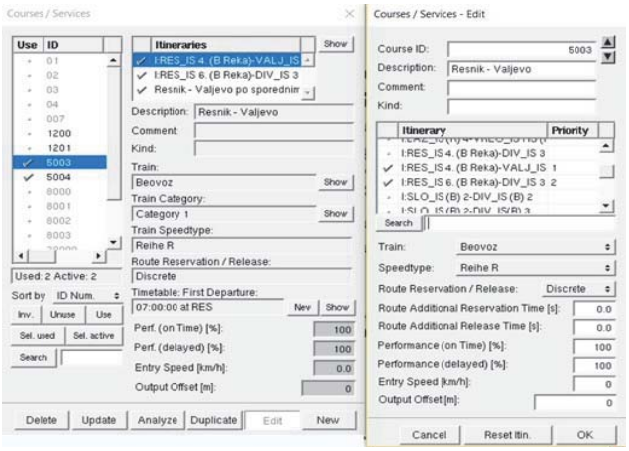
Slika 2. Model pruge predstavljen na četiri radna lista

[3] http://www.srbvoz.rs/page113.html



Slika 3. Izgled prozora za unos podataka o elektromotornoj garnituri

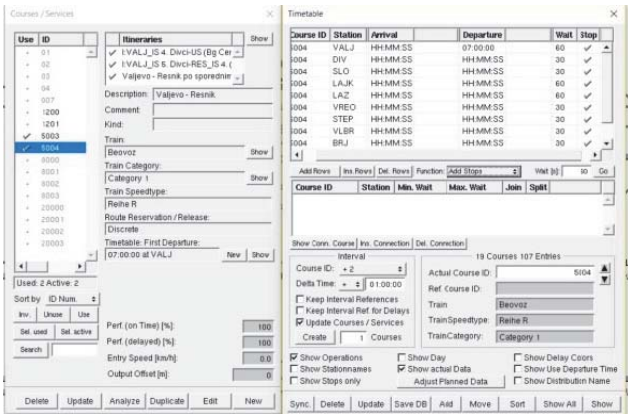
Najpre se unosi ID kursa, nakon toga daje se bliži opis samog kursa. Na slici 4, prikazan je kurs za liniju koja saobraća od Resnika do Valjeva. Nakon toga se vrši izbor itinerera za taj kurs, pri čemu svaki od itinerera ima svoj prioritet koji smo mu dodelili. Itinerer predstavlja skup prethodno definisanih putanja, odnosno ruta u programu.



Slika 4. Izgled prozora za definisanje voza br. 5003

5.3. Definisanje reda vožnje

Prilikom izrade modela, u red vožnje je unet samo prvi polazak iz početne stanice i posmatranoj garnituri je dato zaustavljanje po svim stanicama sa bavljenjem od 30 sekundi, izuzev stanica Resnik, Lazarevac, Lajkovac i Valjevo gde je zadržavanje u svakoj stanici po 60 sekundi, brzim vozovima koji saobraćaju na ovoj deonici definisano je bavljenje od 60 sekundi samo u stanicama Resnik, Lazarevac, Lajkovac i Valjevo. Prozor za unos podataka o redu vožnje je prikazan na slici 5.



Slika 5. Prozor za unos podataka o redu vožnje

U red vožnje upisano je 4 voza, voz broj 5003, 5004, 711 i 712.

Voz broj 5003 saobraća od Resnika do Valjeva i ima bavljenje u svim stanicama. U stanicama Resnik, Lazarevac, Lajkovac i Valjevo vreme bavljenja ovog voza je 60 sekundi. U stanicama Bela Reka, Barajevo, Veliki Borak, Stepojevac, Vreoci, Divci i Slovac bavljenje voza je 30 sekundi.

Voz broj 5004 koji saobraća od Valjeva do Resnika takođe ima bavljenje u svim stanicama. U stanicama Resnik, Lazarevac, Lajkovac, i Valjevo, vreme bavljenja iznosi 60 sekundi, dok je u ostalim stanicama vreme bavljenja 30 sekundi.

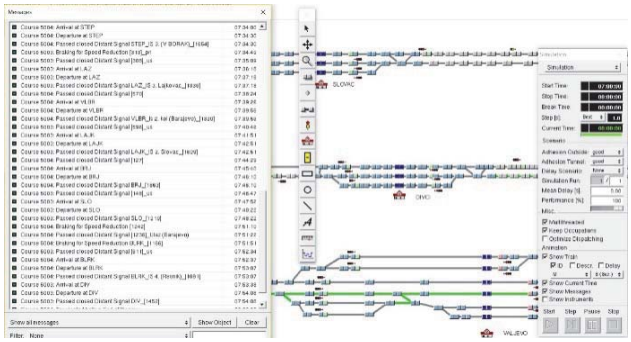
Voz broj 711 saobraća od Resnika do Valjeva i ima bavljenje samo u nekim stanicama na mreži. Bavljenje ovog voza iznosi 60 sekundi u stanicama Lazarevac, Lajkovac i Valjevo. Ovaj voz je uvršten u red vožnje kao brzi voz jer, na ovoj deonici, kao takav i saobraća.

Voz broj 712 saobraća od Valjeva do Resnika i ima bavljenje samo u nekim stanicama na mreži.

Bavljenje ovog voza iznosi 60 sekundi u stanicama Lajkovac, Lazarevac i Resnik.

Kurs voza broj 5003 koji saobraća u smeru Resnik–Valjevo ima na raspolaganju tri itinerera svaki sa odgovarajućim stepenom prioriteta. Tokom simulacije ne menja se prioritetni itnerer jer je verovatnoća da će čekati zbog zauzetosti koloseka ili eventualnog preticanja veoma mala, s obzirom na to da je pruga dvokolosečna i da se model izradio na demo verziji OT softverskog paketa koji ima prethodno pomenuta ograničenja. Takođe, i voz broj 5004, koji saobraća iz smera Valjeva, ne menja svoj prioritetni itenerer iz istih razloga.

Proces simulacije može konstantno da se prati na ekranu računara. Na slici 6, prikazan je izgled menija za pokretanje simulacije (levo) i prozor sa porukama realnih događaja u vremenu (desno).



Slika 6. Izgled menija za pokretanje simulacije i prozor sa porukama realnih događaja u vremenu

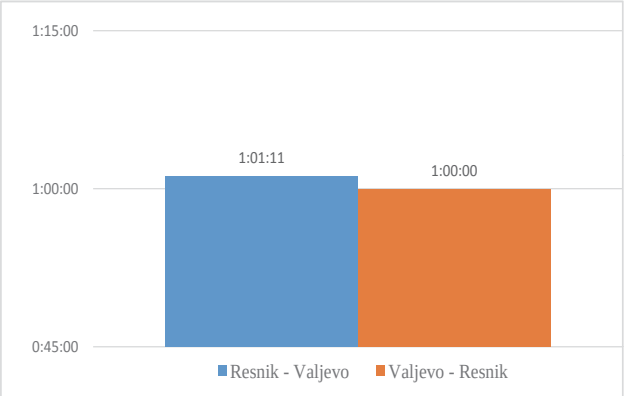
6. ANALIZA REZULTATA SIMULACIONOG MODELA

Prilikom izrade simulacije kretanja vozova na rekonstruisanoj dvokolosečnoj pruzi Resnik – Valjevo, dobijena su određena vremena vožnje koja nisu identična realnim, ali se mogu smatrati veoma korisnim i dovoljno tačnim za ovaj nivo ispitivanja kretanja vozova zbog činjenice da rad sadrži detaljne infrastrukturne podatke.

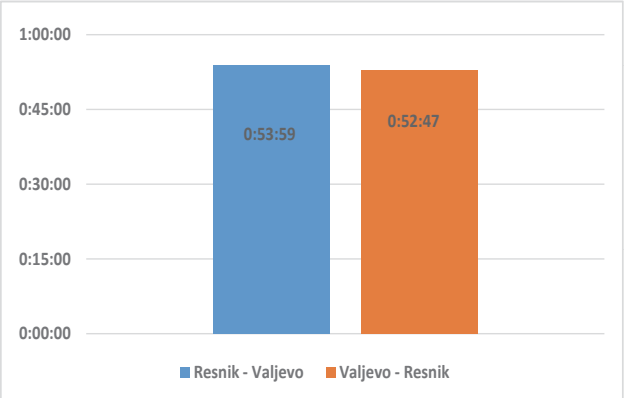
Prosečna brzina kojom se vozovi mogu kretati, svedena na celu deonicu, iznosi oko 90km/h što predstavlja dobru osnovu ako se uporedi sa konkurentnim drumskim saobraćajem, gde se autobusi na istoj relaciji kreću prosečnom brzinom ispod 50 km/h. Treba napomenuti da su korišćene brzine koje su trenutno maksimalno dozvoljene na ovoj relaciji.

Simulacijom su dobijena ukupna vremena vožnje Beovoza koja iznose za smer Resnik Valjevo 1čas i 1 minut,odnosno za smer Valjevo – Resnik 1h, dok su za brze vozove ova vremena u smeru Resnik-Valjevo 53minuta i 49 sekundi i za smer Valjevo-Resnik 52 minuta i 47 sekundi.

Razlika u vremenima se može objasniti činjenicom da ono što predstavlja uspon u smeru Resnik – Valjevo, to predstavlja pad u suprotnom smeru. Ova razlika, za vozove koji saobraćaju u sistemu Beovoza, prikazana je na slici 7, a za brze vozove na slici 8.



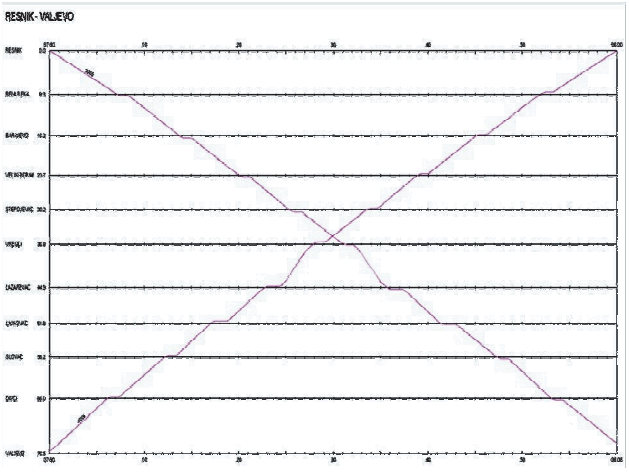
Slika 7. Ukupno vreme vožnje Beovoza po smerovima



Slika 8. Ukupno vreme vožnje brzih vozova po smerovima

Jedan od izlaznih podataka može biti i grafikon reda vožnje. Sa grafikona se može videti vreme kada je koji voz došao u određenu stanicu ili kada je otpremljen iz neke od stanica, kao i koliko je vreme bavljenja imao u svakoj od stanica. Na njemu se takođe može videti kočenje u slučaju nailaska na promenu ograničenja brzine ili promenu nagiba. Pored toga može se videti i ID svakog voza i njegov opis.

Vozovi 5003 i broj 5004 mimoišli na otvorenoj pruzi između stanica Vreoci i Stepojevac (slika 9). Jedan od ova dva voza bi morao da čeka na ukrštaj ili u stanici Vreoci ili u stanici Stepojevac, što bi dodatno poremetilo dalju realizaciju reda vožnje jednog ili oba voza.



Slika 9. Prikaz trasa vozova br. 5003 i 5004 u grafikonu reda vožnje

U tabelama 8, 9, 10 i 11 prikazana su dobijena vremena vožnje svih vozova unetih u model.

Tabela 8. Red vožnje voza br. 5003

Red vožnje voza br. 5003	Polazak	Dolazak	Vreme vožnje
Resnik	07.00.00	/	00:07:38
Bela Reka	07.08.08	07:07:38	00:06:18
Barajevo	07.14.56	07.14.26	00:05:37
Veliki Borak	07.21.03	07.20.33	00:04:57
Stepojevac	07.26.30	07.26.00	00:04:54
Vreoci	07.31.54	07.31.24	00:04:24
Lazarevac	07.37.18	07.36.18	00:04:33
Lajkovac	07.42.51	07.41.51	00:05:01
Slovac	07.48.08	07.47.52	00:05:30
Divci	07:54:08	07.53.38	00:07:11
Valjevo	/	08:01:19	/

Tabela 9. Red vožnje voza br. 5004

Red vožnje voza br. 5004	Polazak	Dolazak	Vreme vožnje
Valjevo	7:00:00	/	0:06:42
Divci	7:07:12	7:06:42	0:05:32
Slovac	7:13:14	7:12:44	0:04:28
Lajkovac	7:18:42	7:17:42	0:04:33
Lazarevac	7:24:15	7:23:15	0:04:18
Vreoci	7:29:03	7:28:33	0:04:57
Stepojevac	7:34:30	7:34:00	0:04:56
Veliki Borak	7:39:56	7:39:26	0:05:44
Barajevo	7:46:10	7:45:40	0:06:27
Bela Reka	7:53:07	7:52:37	0:07:28
Resnik	/	8:00:35	/

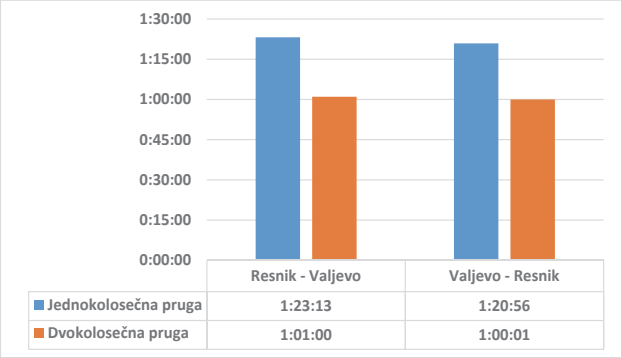
Tabela 10. Red vožnje voza br. 711

Red vožnje voza br. 711	Dolazak	Polazak	Vreme vožnje
Resnik	/	07:00:00	/
Lazarevac	07:31:27	07:31:57	31:27
Lajkovac	07:36:30	07:37:00	04:27
Valjevo	07:53:49	/	16:49

Tabela 11. Red vožnje voza br. 712

Red vožnje voza br. 712	Dolazak	Polazak	Vreme vožnje
Valjevo	/	07:00:00	/
Lajkovac	07:15:34	07:16:04	15:34
Lazarevac	07:20:37	07:21:07	04:33
Resnik	07:52:47	/	31:30

Na osnovu već izrađenih simulacionih modela [2] za saobraćaj vozova na jednokolosečnoj pruzi iste relacije, može se reći da ukupno vreme vožnje identičnog voza iznosi za smer Resnik–Valjevo 1sat i 21 minut, dok za suprotan smer Valjevo–Resnik ovo vreme iznosi 1 sat i 20 minuta. Kada uporedimo te podatke sa dobijenim podacima izvršene simulacije u ovom radu, jasno se vidi razlika u vremenu, koja je prikazana na slici 10.



	Resnik - Valjevo	Valjevo - Resnik
Jednokolosečna pruga	1:23:13	1:20:56
Dvokolosečna pruga	1:01:00	1:00:01

Slika 10. Razlika u vremenima vožnje vozova modela sa jednokolosečnom i modela sa dvokolosečnom prugom

Razlika je dosta manja nego što se na prvi pogled može zaključiti sa grafikona, zbog toga što je vreme bavljenja vozova u stanicama u simulacionom modelu sa jednokolosečnom trasom 2 minuta, a bavljenje vozova u modelu dvokolosečne trase od 30 do 60 sekundi u zavisnosti od stanice. Drugi razlog ove razlike u vremenu jeste vreme čekanja na ukrštaj vozova u modelu sa jednokolosečnom trasom.

Kada bi se vrednosti vremena bavljenja po stanicama izjednačile, došlo bi se do zaključka da je razlika u ukupnom vremenu vožnje oko 9 minuta u korist modela sa dvokolosečnom prugom, jer se upravo toliko čekalo na ukrštaj u simulacionom modelu sa jednokolosečnom trasom.

Oba modela bi bila verodostojnija kada ne bi postojalo ograničenje koje podrazumeva demo verzija, posmatranjem simulacije koja traje 24 sata i propuštanjem svih ostalih vozova koji saobraćaju na ovoj deonici.

7. ZAKLJUČAK

Postoji lepeza operacija u železničkom saobraćaju koje se mogu izračunati, prikazati i na lak način simulirati korišćenjem programskog paketa Open Track, s toga se može zaključiti da je ovaj softver od velike koristi kada je planiranje saobraćaja u pitanju.

Simulacijom je pokazano da će se nakon rekonstrukcije pruge, ukupno vreme vožnje vozova na relaciji Resnik–Valjevo smanjiti, što železnicu može postaviti na mesto lidera kada je ova relacija u pitanju, ako se u obzir uzmu prevelike gužve u centru grada za vreme špica kao i trenutna opterećenost Ibarske magistrale.

Ovaj model, razvijen za potrebe master rada na Saobraćajnom fakultetu u Beogradu, mogao bi da posluži kao dobra podloga za dalja istraživanja. U model su uneti detaljni podaci o infrastrukturi što omogućava dalja testiranja raznih varijanti organizacije železničkog saobraćaja.

Mana modela predstavlja njegova izrada u demo verziji Open Track programa. Pored vremenskog ograničenja trajanja simulacije i ograničenog broja vozova koji se mogu otpremiti tokom nje, postoje ograničenja u alatima koje ne sarži demo verzija (nemogućnost implementiranja brojača osovina, izolovanih sastava i sl) kao i uskraćenost prikaza određenih izlaznih podataka koji su u originalnoj verziji dostupni.

Bilo bi interesantno testirati taktni red vožnje uz ubacivanje ostalih vozova koji saobraćaju na ovoj relaciji i sagledati njihov uticaj. Predlog za eventualnu nadogradnju modela jeste testiranje drugačijeg sistema signalizacije u odnosu na postojeći i oceniti efekte na saobraćaj vozova.

LITERATURA

[1] Huerlimann D., Nash A., "Open Track Simulation of railway network Version 1.3.", Institute for Transport Planning and Systems, Zurich, 2010.

[2] Milutinović V. Mira – „Simulacija kretanja vozova na relaciji Resnik – Valjevo primenom softverskog paketa Open Track" završni rad, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2017.

[3] Milinković S., Mašek J., Vesković S., Marković M., Belošević I., Simulating Train Traffic on a Double Track Railway Line by Petri Nets, Horizons, UDC 656.2.022:004.94(497.11),DOI10.20544/horizons.B.03.1.16.P50, 2016.

[4] Vuković M., Vesković S., Milinković S., Korišćenje simulacionog modela „Open Track" za analizu elemenata planiranog reda vožnje i za konstrukciju trasa reda vožnje, ŽELEZNICE, Vol. 63/1, pp 1-12, UDK: 626.2.519.8, ISSN 0350 – 5138, Beograd, 2018.

[5] http://www.srbvoz.rs/page113.html

[6] http://www.srbvoz.rs/redvoznje.html

[7] http://infrazs.rs/

PREGLEDNI RAD

JELENA MIKELIĆ*, BORISLAV GOJKOVIĆ**

SAVREMENI DIJAGNOSTIČKI SISTEMI I NOVA KONCEPCIJA ODRŽAVANJA ŽELJEZNIČKIH VOZILA: PILOT PROJEKAT NA ŽELJEZNICAMA U BIH

MODERN DIAGNOSTIC SYSTEMS AND NEW CONCEPTION OF MAINTENANCE OF RAILWAY VEHICLES: PILOT PROJECT ON RAILWAYS IN BIH

Datum prijema rada: 19.10.2018.
UDK:656.2+629.4

REZIME:

Stanje željezničkih vozila bitno utiče na bezbjednost saobraćaja zbog rizika iskliznuća vozila i istovremeno smanjuje kvalitet prevoza robe i putnika. Kao posljedice nesreća u željezničkom saobraćaju javljaju se velike štete na vozilima i infrastrukturi, kaoi privremeni zatvori pruga što dovodi do velikih troškova. Postojeći propisi predviđaju vizuelni pregled željezničkih vozila koji se zasniva na ljudskom faktoru i subjektivnoj procjeni stanja vozila.Takva praksa nije dovoljno pouzdana. U cilju kontrole statusa voza, mase i tehničkog stanja vagona željezničke uprave razvijaju koncepte sistema mjernih stanica za dinamičku kontrolu šinskih vozila na prugama. Primjena takvih sistema omogućava sprovođenje nove koncepcije održavanja željezničkih vozila prema stanju. Ovaj rad daje pregled svjetskih iskustava, ali i sistema koji se razvija na Željeznicama Republike Srpske (ŽRS).

Ključne riječi – dinamička kontrola, monitoring, šinska vozila, defekti, dijagnostika, mjerno dijagnostički sistemi, održavanje prema stanju

SUMMARY

The condition of railway vehicles is an important factor for railway safety because there is always a riskthat a vehicle can slipout from railway lines; also, a damaged vehicle can lower the quality of passenger and freight transport. As a result of accidents in rail transport, there is a huge damage to vehicles and infrastructure, as well as temporary closing of railways, which leads to high costs. The existing regulationsen visage a visual inspection of the railway vehicles based on the human factor and the subjective assessment of the condition of the vehicle. Such a practice is not sufficiently reliable. To be able to control train status, its mass and technical conditions of vagons, train companies' directions develop measuring stations that dynamically control railway vehicles. The application of such systems enables the implementation of a new concept of main tenance of railway vehicles according to condition. This paper presents a survey of related work in this area, and describes the system in use in Railways of Republika Srpska (ŽRS).

Keywords – dynamic control, monitoring, railway vehicle, defect, diagnostics, way side monitoring systems, maintenance according to condition.

* Jelena Mikelić, dipl. inž. saobr, Saobraćajni fakultet, Doboj, Vojvode Mišića 52, mikekicjeca@gmail.com
** Prof. dr Borislav Gojković, dipl. inž. maš, Saobraćajni fakultet, Doboj, Vojvode Mišića 52, borislav.gojkovic@sf.ues.rs.ba

1. UVOD

Željeznički sistem, vozna sredstva, infrastruktura i usluge konstantno se razvijaju i unapređuju tokom cjelokupnog perioda svog postojanja. Podiže se kvalitet i raznovrsnost usluga, te kvalitet i pouzdanost voznih sredstava i infrastrukture, a željeznički sistem teži ka efikasnijem i efektivnijem poslovanju. Transportno tržište postavlja zahtjeve za većim brzinama i masama vozova, a time i za snažnijim lokomotivama. Stalno je prisutna neophodnost povećanja kapaciteta pruga i šinskih vozila. Ovizahtjevidoveli su do povećanja osovinskog opterećenja, a time i do povećanog opterećenja na šinama i svim ostalim elementima na pruzi. Sistem i način održavanja voznih sredstava i infrastrukture takođe su značajno promjenjeni. Posljednjih godina, sa ovako povećanim zahtjevima, dostupnost i pouzdanost željezničkog voznog parka zasnovanesuna razvoju sistema preventivnog održavanja, odnosno održavanje prema stanju.

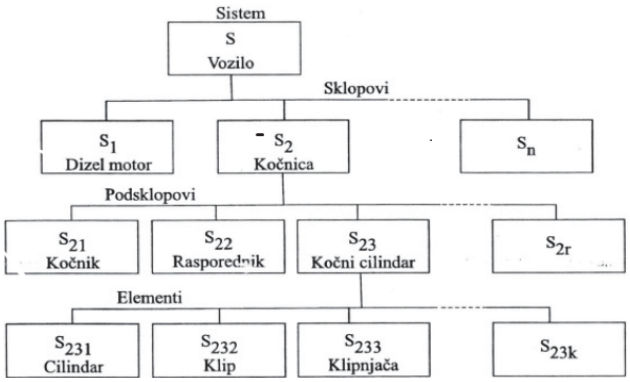
Na našim prugama saobraća veliki broj različitih serija i tipova teretnih kola, čija ispravnost i tehničko stanje, po pravilu, zavisi od zemlje i operatera koji su kola uvrstili u kolski park. Našu zemlju i zemlje u okruženju (regionu) karakterišu kolski parkovi sa kolima koja su veoma stara i koja su uglavnom loše održavana. Samim tim željeznički teretni transport funkcioniše sa smanjenim efektom.

Postojeći sistem ispitivanja i nadzora ispravnosti vitalnih elemenata željezničkog vozila zasnovan je na ljudskom faktoru koji obavlja vizuelni pregled u polaznim i završnim stanicama. Ta vrsta pregleda znači da pregledači kola procjenjuju vidom ili dodirom stanje sklopova kola. Na taj način procjena stanja željezničkih vozila zavisi od subjektivnog stava pregledača. Često pregled ne obuhvata sve vitalne sklopove (osovine, točkovi, kočioni elementi, gibnjevi itd.) svih kola, pa takav sistem dovodi do povećanog rizika pojave željezničkih nesreća s većim ili manjim posljedicama po vozila, infrastrukturu, ali i okolinu. Uvođenje savremenih mjerno-dijagnostičkih sistema u redovnu upotrebu predstavlja ključni korak u prevenciji željezničkih nesreća i smanjenju troškova štete koju neispravna vozila naprave na infrastrukturi.

Nakon uvodnog razmatranja definisano je željezničko vozilo kao složen tehnički sistem sa komponentama i vezama između njih. Takođe, u drugom poglavlju obrađeni su principi održavanja tehničkih sistema i značajni ciljevi održavanja. U narednom poglavlju prikazane su specifičnosti održavanja željezničkih vozila, a zatim postojeće tehnologije održavanja po vremenu i pređenoj kilometraži, kao i savremeni koncept održavanja prema stanju željezničkih vozila. U četvrtom poglavlju dat je kratak prikaz savremenih dijagnostičkih sistema za detekciju i monitoring na prugama u Evropi i svijetu. Na kraju predstavljena je studija slučaja detekcije stanja vozila i primjene savremenih postupaka održavanja željezničkih vozila u BiH, tj. analiza stacionarnog dijagnostičkog sistema „HotBox" instaliranog u stanici Doboj koji se nalazi u probnom radu.

2. ŽELJEZNIČKO VOZILO KAO SLOŽENI TEHNIČKI SISTEM

Svako željezničko vozilo predstavlja tehnički sistem za sebe koji se sastoji od većeg broja podsistema, sklopova, podsklopova i elemenata (slika 1). Rad i ponašanje svakog od njih u direktnoj su vezi sa ukupnom radnom sposobnošću sistema u eksploataciji. Npr. sistem za kočenje predstavlja sistem za sebe, ali je istovremeno i dio sistema vozila.



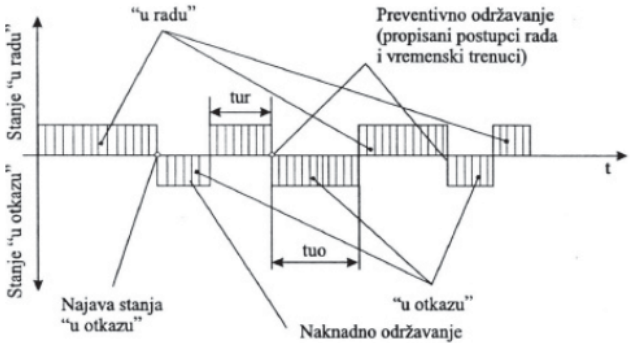
Slika 1. Šema strukture tehničkog sistema, odnosno vozila [1]

Sistem S (vozilo) sastoji se od više sklopova S_1, S_2, ... S_n (dizel- motor, elektromotor, kočnice, itd). Svaki od sklopova sastoji se iz više podsklopova. Tako npr. sklop S_2 (kočnice) sastoji se od više podsklopova S_{21}, S_{22}, S_{23}, ... S_{2r} (kočnik, rasporednik, kočni cilindar, itd).

Svaki tehnički sistem može biti u dva moguća stanja [1] i to:

- stanje sistema u radu,
- stanje sistema u otkazu.

Stanja se ciklično ponavljaju u toku vijeka trajanja sistema. Kada se kaže da je stanje sistema u radu, onda se misli da je ispravan, da funkcioniše i da može da izvršava postavljenu funkciju cilja na propisan način i u propisano vrijeme. Kada se kaže da je sistem u stanju otkaza, smatra se da je neispravan i da ne može da izvršava postavljenu funkciju cilja ili je ne izvršava na propisan način. Efikasno vraćanje sistema iz stanja u otkazu u stanje u radu jeste upravo zadatak održavanja. Na slici 2 šematski je prikazana radna sposobnost vozila. Prelaz iz stanja u radu u stanje u otkazu nastupa pojavom otkaza ili kada se sprovede preventivni postupak održavanja.



Slika 2. Vremenska slika stanja sistema [1]

Otkaz tehničkog sistema može da se definiše kao prestanak vršenja funkcije za koju je projektovan. Smanjenje ili gubljenje radne sposobnosti tehničkog sistema tokom eksploatacije posljedica je raznih faktora koji utiču na početne parametre, izazivajući pri tome različita oštećenja kao što su habanje, deformacija, lomovi, korozija itd.Osnovne komponente koje definišu otkaz su:

- uzrok otkaza – obuhvata starenje, koroziju, habanje, preopterećenje, mehanički lom, izostanak pravilnog rukovanja, čišćenje i podmazivanje,
- manifestacija otkaza – jak šum, previsoke vibracije, temperature, pritisci i neadekvatan rad,
- mjesto otkaza – prenosnici, hidraulični uređaji, pneumatski uređaji, elektroinstalacija, elektronika i drugo,
- način otklanjanja otkaza –podešavanje, podmazivanje, zamjenadijelova, regeneracija i dr.

Uzroci otkaza u širem smislu mogu da se podijele na:

- greške u projektovanju,
- pogrešna upotreba,
- primarni – nastaju prvi,
- sekundarni – nastaju kao posljedica nekih drugih,
- ugrađene mane – greške pri izradi.

Stanje sistema „u otkazu" uvijek je uslovljeno otkazom dijela sistema. Stanje sistema „u otkazu" može biti uzrokovano:

- potpunim otkazom dijela sistema kada radna sposobnost sistema pada na nulu i onemogućeno je vršenje funkcije sistema u cijelini,
- dijelimičnim otkazom dijelova sistema, pri čemu sistem radi, ali ispod donje granice postavljene funkcije.

2.1. Održavanje tehničkog sistema i značajni ciljevi održavanja

Potreba za održavanjem tehničkog sistema proističe iz njihove podložnosti otkazivanja u toku eksploatacije. Uporedo sa racionalizacijom radnih procesa dolazi se do zaključka da nije dovoljno vršiti samo popravku tehničkih sistema kada dođe do otkazivanja, nego da se otkaz predvidi, odnosno da do njega ni ne dođe. Zbog toga su se razvile razne koncepcije održavanja koje vode posebno pažnju o složenosti tehničkog sistema.

U najopštijem smislu može se reći da održavanje tehničkih sistema obuhvata sve postupke koji treba da se poduzmu sa ciljem da tehnički sistem bude što duže u ispravnom stanju, ili da tokom svog životnog ciklusa radi na potrebnom nivou pouzdanosti, ekonomičnosti i produktivnosti. Ovaj cilj nije lako postići, što nam govori podatak, prema istraživanju raznih autora, da za prosječno trajanje bilo kog tehničkog sistema od 10 godina, troškovi održavanja čine oko 60% od vrijednosti njegove investicije. Sa druge strane, kada se analiziraju opšti uzroci oštećenja i otkaza pojedinih dijelova tehničkih sistema, nizak nivo održavanja i sam proces „starenja" čini više od trećine svih uzroka otkaza. Sam proces održavanja predstavlja skup svih aktivnosti koje se sprovode u cilju otklanjanja ili sprečavanja otkaza.

Prva postavljena definicija održavanja data je na kongresu Organizacije za ekonomsku saradnju i razvoj – OECD (Organisation for Economik Cooperation and Development) 1963. godine i glasila je: „Održavanje je funkcija preduzeća kojoj su povjereni

stalna kontrola nad postrojenjima i obavljanje određenih popravaka, pomoćnih postrojenja i ostale opreme" [1, 10].

Ako su poznate osnovne karakteristike pouzdanosti na osnovu kojih se predviđa pojava otkazai vrše prognoze budućih stanja sistema, mogu da se donesu odluke o vrsti postupaka preventivnog održavanja i vremenu njihovog sprovođenja sa ciljem da se spriječe pojave oštećenja i iznenadne pojave otkaza, odnosno neplaniranih zastoja, dodatnih troškova i većih oštećenja (havarije).

Strategija održavanja predstavlja primjenjene metode upravljanja koje se koriste da bi se postigli ciljevi u održavanju. Takođe, treba napomenuti da se najviši nivo održavanja odnosi na strategiju koju utvrđuje rukovodstvo u skladu sa zahtjevima za: osiguranje raspoloživosti tehničkog sistema za obavljanje tražene funkcije uz minimalne troškove, zadovoljenjem bezbjednostizahtjeva, kao i ostvarenjem potrebne pouzdanosti tehničkog sistema i obezbjeđenja kvaliteta usluga. Takođe, troškovi održavanja su u direktnoj vezi sa izabranom strategijom održavanja za svaki konkretni tehnički sistem i ne može se izbijeći održavanje. Osnovne strategije održavanja su:

- strategija „čekaj i vidi", koja predviđa sprovođenje intervencija nakon otkaza sistema,
- strategija „oportunističko održavanje" nadograđuje prethodnu strategiju u smislu sprovođenja i preventivnih aktivnosti bez prethodne pouzdane procjene stanja zamjenjenih elemenata,
- strategija „preventivno održavanje"znači obavljanje održavanja prije nastanka otkaza, a na bazi određenih pokazatelja,
- strategija „održavanja prema stanju" pri čemu se intervencije izvode na bazi utvrđenog stanja korišćenjem metoda tehničke dijagnostike uz praćenje logističkih parametara održavanja (raspoloživost, pogodnost za održavanje, popravljivost i troškovi održavanja).

Ukupna strategija održavanja zasniva se na principu znanja o stanju tehničkog sistema. Pravilan izbor strategije održavanja treba da obezbjedi ostvarenje dugoročnih ciljeva kao što su visoka pouzdanost, poboljšanje stepena korišćenja, smanjenje troškova održavanja, skraćenje vremena intervencija i ekološka prihvatljivost.

3. ODRŽAVANJE ŽELJEZNIČKIH VOZILA

Zadatak održavanja je da obezbjedi željeznička vozila u ispravnom stanju, za bezbjedan, uredan i ekonomičan rad u eksploataciji. Održavanje ima preventivni karatkter, pri čemu se radovi održavanja unapred predviđaju u okviru periodičnih kontrolnih pregleda i redovnih opravki. Radi utvrđivanja stanja dijelova, sklopova, uređaja i agregata vozila u pogledu istrošenosti i oštećenja, kao i radi utvrđivanja promjene tog stanja tokom vremena, treba vršiti sistematska ispitivanja i provjere. Ova ispitivanja i provjere omogućavaju da se dobiju određeni podaci koji služe za utvrđivanje ciklusa i rokova za izvršenje kontrolnih pregleda i redovnih opravki, kao i njihov obim radova. Održavanje željezničkih vozila može biti: [2]

- preventivno (redovno)koje se periodično ponavlja i unapred planira:
  - stalni nadzor,
  - pranje i čišćenje,
  - kontrolni pregledi,
  - redovne opravke,
  - dezinfekcija, dezinsekcija i deratizacija (kod putničkih kola),
- korektivno (vanredno) koje se vrši radi otklanjanja kvarova, nedostataka ili istrošenja:
  - vanredne opravke manjeg obima,
  - vanredne opravke većeg obima,
  - pranje, dezinfekcija, dezinsekcija i deratizacija (kod teretnih kola).

Ciklusi redovnog održavanja podrazumijevaju redosljed vršenja pojedinih kontrolnih pregleda, odnosno redovnih opravki vozila.

Pod rokom redovnog održavanja podrazumijeva se proteklo vrijeme eksploatacije (kalendarsko), pređeni kilometri ili drugi prikladni kriterijumi između dva kontrolna pregleda, odnosno dvije redovne opravke. Rok između dvije redovne opravke kod svake serije vozila određuje se tako da većina vozila te serije mogu biti u eksploataciji do sljedeće redovne opravke bez većeg broja vanrednih opravki. Ciklusi i rokovi redovnog održavanja dati su posebno za svaku vrstu i seriju vozila, pri čemu se vodi računa o njihovim specifičnostima.

Kriterijumi rokova za obavljanje kontrolnih pregleda svih vozila je vrijeme eksploatacije (kalendarsko vrijeme), a kriterijumi rokova za obavljanje

redovnih opravki vozila je izvršeni rad izražen u pređenim kilometrima, odnosno vrijeme eksploatacije. Za pružna vozila kriterijumi za obavljanje kontrolnih pregleda i redovnih opravki može biti, pored vremena, i rad vozila izražen u efektivnim časovima rada.

Za svaku vrstu vozila za koji su propisani rokovi za izvršenje kontrolnih pregleda i redovnih opravki, dozvoljena su i određena odstupanja. Dozvoljena odstupanja od propisanih rokova za izvršavanje pojedinih vrsta redovnog održavanja omogućavaju racionalnu organizaciju održavanja vozila u zavisnosti od raspoloživosti kapaciteta za održavanje i trenutnih potreba za eksploatacijom dotičnih vozila, pri čemu se mora voditi računa da se ovim odstupanjima ne ugroze bezbjednost i pogonska sigurnost vozila.

3.1. Održavanje prema stanju

Održavanje prema stanju u suštini je oblik preventivnog održavanja čija se strategija donošenja odluka o aktivnostima održavanja zasnivana periodičnoj i neprekidnoj kontroli rada datog sistema u procesu eksploatacije. Za razliku od preventivnog održavanja,gdje se aktivnosti održavanja vrše nakon planiranog vremena, kod održavanja prema stanju vrši se dijagnostička kontrola određenih tehničkih parametara stanja i interveniše se samo ako je tehničko stanje izvan propisanih granica (donjih i gornjih). Sam postupak se sprovodi u okviru nekoliko faza [3, 9], a to su:

- izbor dijelova na kojima će se vršiti dijagnostika,
- određivanja mjesta mjerenja,
- izbor metode dijagnostike,
- saopštavanje rezultata mjerenja,
- analiza dobijenih rezultata mjerenja,
- procjenavjerovatnoće i dužine očekivanog ispravnog stanja,
- davanje termina za zamjenu,
- opravka dijelova sistema,
- izrada dokumentacije,
- realizacija datih aktivnosti.

Danas postoje dva koncepta održavanja prema stanju[9]:

- održavanje prema stanju sa kontrolom parametara, ima zadatak stalne i periodične kontrole i mjerenje tehničkih parametara kojim se određuje stanje sastavnih dijelova,
- održavanje prema stanju sa kontrolom nivoa pouzdanosti, sastoji se od sakupljanja, obrade i analize podataka o nivou pouzdanosti sastavnih dijelova sistema i izrade plana aktivnosti održavanja nakon smanjenja nivoa pouzdanosti.

Dijagnostikom se provjerava ispravnost, radna sposobnost, funkcionalnost i istaživanje otkaza (mjesto, oblik i uzrok). Utvrđivanje radnog stanja sastavnog dijela sistema može se odrediti primjenom odgovarajuće opreme i instrumenata, a takođe i čulnim opažanjima obučenih stručnjaka za dijagnostiku.

Kao objektivna metoda utvrđivanja stanja, moderna dijagnostika zasniva se na mjerenju dijagnostičkih parametara i poređenju izmjerenevrijednosti sa prethodno utvrđenim normativima. Upravo iz tih razloga dijagnostika se ne može vršiti u bilo kojim uslovima, pa je uporedo sa mjerenjem dijagnostičkih parametara neophodno kontrolisati uslove u kojima se određuju karakteristike sistema. Zato služe dijagnostičke metode da se od slučaja do slučaja konkretizuju sve specifičnosti odnosa između stanja sistema odgovarajućih pokazatelja za svaki dijagnostički objekat. Opšta podjela obuhvata dva vida dijagnostičkih metoda:

- opšta dijagnostička metoda – koristi se u slučajevima kada se želi utvrditi opšte stanje, bez jasne identifikacije same neispravnosti i njihovih uzroka sa ciljem da se ocjeni da li je sistem u stanju: „u radu" ili „u otkazu",
- lokalna dijagnostička metoda – koristi se u slučajevima kada se želi utvrditi stanje u kome se nalazi dijagnostički objekat i da se odredi vrsta otkaza, mjesto i uzrok njegovog nastanka.

Prema primjeni sredstava opšte metode dijagnostike mogu biti:

- subjektivne - karakteristične su za tehnologiju korektivnog održavanja, a prilikom nastanka simptoma otkaza mora da se uspostavi veza između manifestacije otkaza i mogućih uzroka i vrste otkaza, uz istovremeno davanje preporuke za način otklanjanja otkaza;
- objektivne – ovu vezu vrlo često uspostavlja izvršilac dijagnostike koristeći svoje iskustvo i znanje iakonajčešće on nije u stanju da definiše otkaz, već samo njegovu manifestaciju, odnosno posljedicu; izvršilac dijagnostike uglavnom vrši ispitivanje šuma i buke, vizuelno i optičko

ispitivanje i ispitivanje mirisa i boje, mjerenje pritiska, mjerenje broja obrtaja i brzine

4. SAVREMENI DIJAGNOSTIČKI SISTEMI

Savremeni dijagnostički sistemi značajno su unaprijedili stalni nadzor i kontrolu željezničkih vozila, te na taj način povećali efikasnost samog održavanja vozila. Veoma je složen sistem praćenja i kontrolisanja vučnih i vučenih vozila uz zadatke da se nadzire što više sklopova, uređaja i agregata u toku eksploatacije, a bez zaustavljanja istih. Danas egzistiraju dva savremena dijagnostička sistema[12]:

- on – board dijagnostički sistem,
- stacionarni dijagnostički sistem.

On – board dijagnostički sistemi se ugrađuju u vozilo i imaju zadatak da nadziru rad sklopova, uređaja i agregata u toku procesa eksploatacije. Oni su karakteristični po tome što služe da veoma rano upozore na neke neispravnosti, kao što su npr. stanje amortizera, ležajeva pogonskih agregata i dr. Na taj način kao izlaz dobiju se mjerni podaci na osnovu kojih je moguće poduzimati aktivnosti održavanja.

Stacionarni dijagnostički sistem najčešće se postavlja u radionici ili uz prugu. Ukoliko su dijagnostički sistemi postavljeni u radionici utvrđivanje stanja sklopova, uređaja i agregata vrši se kada je vozilo isključeno iz saobraćaja, najčešće u okviru tehničkog pregleda. To su obično specifično razvijeni dijagnostički sistemi koji trebaju kraće vrijeme za dijagnostiku, a time su efikasniji pri tehničkom pregledu. Po svojoj specifičnosti tu prednjače kontrola točkova ICE vozova, ispituje se gazeća površina točkova bez demontaže, a kontroliše se ultrazvukom i vrtložnim strujama. Svi rezultati računarski se analiziraju i daju konačna riješenja.

Ako su dijagnostički sistemi instalirani uz prugu onda se nadziru sklopovi, uređaji i agregati u toku eksploatacije vozila bez zaustavljanja. Princip dijagnostičkog sistema ogleda se u ugradnji važnih detektora sa primjenom različitih dijagnostičkih tehnologija. Najčešći detektori u upotrebi su za: zagrejanost osovinskih ležajeva i točka, buku ležajeva, bočna pomjeranja, proklizavanja točka, performanse obrtnog postolja, udarna opterećenja točkova, profil točkova, otkrivanje dijelova koji izlaze iz tovarnog profila, video nadzor i kontrolu kola i dr. Tako su razvijene dvije tehnologije stacionarne dijagnostike[13]:

- reaktivni sistemi, detektuju stvarne nedostatke na vozilu, za predviđanje vremena otkaza (karakteristični predstavnici su detektori pregrejanosti osovinskih ležajeva i zagrejanosti točka, proklizavanja točka i detektori za otkrivanje dijelova koji izlaze iz tovarnog profila);
- prediktivni sistemi, osposobljeni za mjerenje, snimanje i predviđanje trendova performansi vozila i specifičnih karakteristika vezanih za vozilo, za predviđanje otkaza i grešaka u budućnosti, a sa ciljem planiranja aktivnosti održavanja (karakteristični primjeri su akustična detekcija otkaza ležaja, mjerenje stanja točkova i performansi vozila kao i video nadzor vozila).

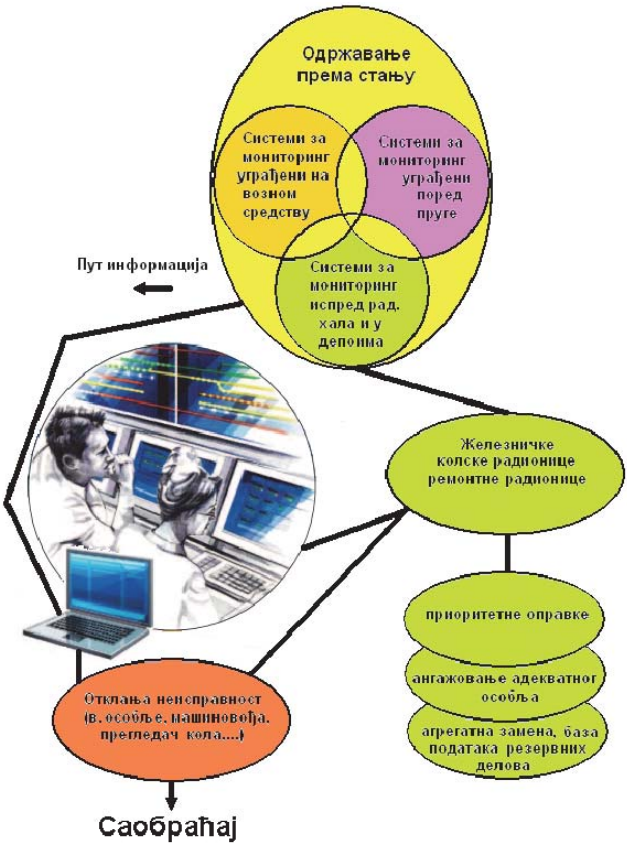
Prilikom odlučivanja o upotrebi sistema za praćenje stanja postoje izvijesni funkcionalni zahtjevi koji su se vremenom nametnuli [4], a to su:

- pružanje informacija o aktuelnom stanju,
- davanje prognoze u vezi sa budućim stanjem,
- detekcija i dijagnostika kvarova u razvoju.

Svi sistemi, u osnovi imaju manje-više slične karakteristike i komponente sa istim ciljem da uoče, tj. da detektuju, a ako je to moguće i izmjere, određene veličine (slika 3). 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 sistem za praćenje).

Koji će sistem biti primjenjen, u kom kapacitetu i gdje će biti lociran, zavisi od [6]:

- analize isključenih voznih sredstava (posebno teretnih kola) sa osvrtom na razlog i učestalost,
- karakteristike pruge (specifični uslovi korišćenja kočionog sistema – kočenje na dugim padovima),
- klimatski uslovi (esktremno visoke ili niske temperature, nanosi pijeska ili snijega),
- karakteristika vrste robe koja se prevozi (rude, građevinski materijal, RID materije, razne i sl),
- karakteristika kola koja saobraćaju na prugama,
- metoda održavanja,
- prevoznog puta transporta,
- najzastupljenije vrste prevezene robe.



Slika 3. Savremeni koncept održavanja teretnih kola [5]

Posebna pažnja posvećuje se glavnim neispravnostima (koje znatno smanjuju upotrebnu sposobnost kola i mogu da ugroze bezbjednost) i kritičnim neispravnostima (neispravnosti koje značajno utiču na bezbjednost saobraćaja zato što naglo nastupa ugrožavanje bezbjednosti) [7], a to su:

- pregrejana ležišta,
- pregrejani točkovi,
- ravna mjesta na površini kotrljanja točkova,
- preveliko (ili poremećeno) osovinsko opterećenje.

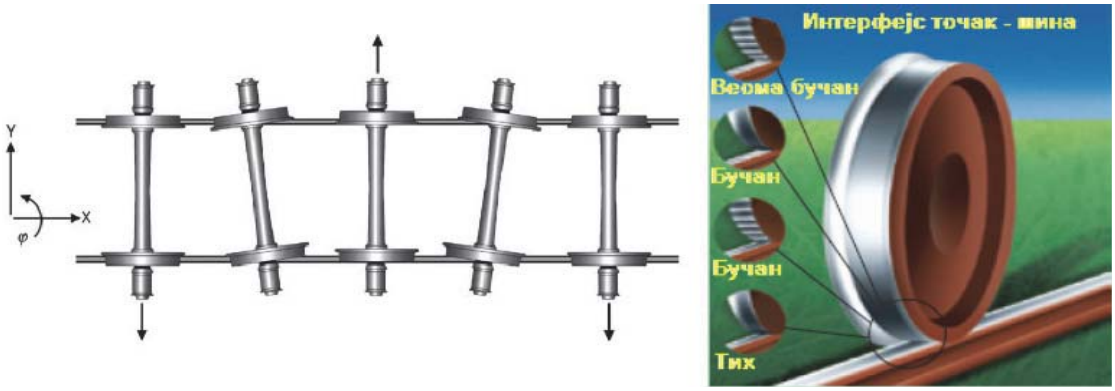
4.1. Sistemi za detekciju i monitoring na prugama

Još početkom sedamdesetih godina prošlog vijeka u SAD bili su uključeni brojni tehnički instituti u analizi iskliznuća, oštećenja točkova, naprslih šina i sl. Rezultat analiza bio je uvođenje „Pravilnika o zamjeni točkova" kojim se definisala obavezna zamjena točka poslije bučnih udara (veći od 400 KN koji je detektovao tadašnji sistem).

Iako tada nisu mjerili silu udara (vertikalnu silu), naročito na mjestima pojave ravnog mjesta vidi se koliko su bili blizu tadašnjoj izmjerenoj veličini granične vrijednosti (450 KN za 60mm ravnog mjesta) ranije definisane RIV-om, a sada OUK/AVV-om. Pojavom detektora koji otkrivaju udare oštećenja točka bila je glavna potpora za identifikaciju točkova kod kojih su trčeće površine bile oštećenje. Sposobnost ovog sistema zavisi od osnovnih elemenata za praćenje stanja i održavanja na osnovu stanja [7], a treba da omogući sledeće:

- sakupljanje podataka,
- analizu i tumačenje podataka,
- upotrebu informacija,
- povratne informacije u pogledu održavanja.

Tako npr. WILD tehnologija zasnovana je na mjerenju vertikalnog opterećenja ispod svakog točka, koje se vrši upotrebom senzora odnosno mjernih traka smještenih na šinama. Pored toga što odmah šalje signal upozorenja u upravljačnicu lokomotive voza da je došlo do prekomjernog udara. Takođe, šalje sve podatke o vertikalnom opterećenju u centralnu bazu radi arhiviranja i dalje analize. Poseban problem predstavlja buka koja se stvara kod udarnih opterećenja i koja nije zanemarljiva sa povećanjem površine ravnog mjesta (slika 4).

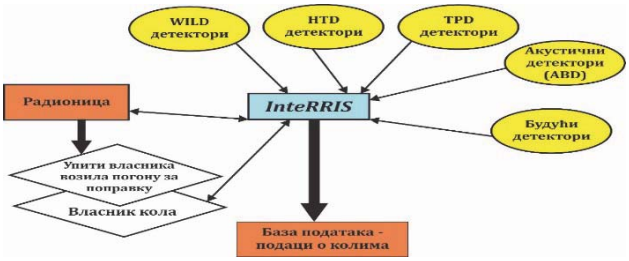


Slika 4. Razlozi nastanka vijugavog kretanja i kategorizacija jačine buke [7]

Sistem praćenja ponašanja obrtnog postolja kola „TPD" razvijen je sredinom devedesetih godina, a detektori za praćenje ponašanja obrtnog postolja uvedeni su u velikom broju na glavnim željezničkim linijama SAD. Detektori „TPD" mjere sile točka/šine pomoću senzornih uređaja za mjerenje deformacije usljed dejstva naprezanja na šine na odabranim „S" krivinama. Pojedini „TPD" detektori mogu da mjere i napadni ugao svake osovine u odnosu na šinu (slika 5). Ovaj parametar u kombinaciji sa izmjerenim vertikalnim i bočnim silama obezbjeđuje mnogo veće pogodnosti za prolazak obrtnog postolja kroz krivine.

Sistem za akustičku detekciju u neposrednoj blizini kolosjeka „TADS" preventivni je sistem održavanja ležajeva i projektovan je da identifikuje ležajeve sa unutrašnjim neispravnostima u ranoj fazi otkaza, prije početka katastrofalnog otkaza usljed povećanih temperatura u toku rada. „TADS" se sastoji od serije mikrofona postavljenih u kućišta sa obje strane kolosjeka koje bilježe vremenske podatke o zapisu zvuka svakog neispravnog ležaja. Habanje prstenova i valjaka, a i sama montaža, odnosno neadekvatna sila pritezanja, mogu da izazivaju i zvukove i zagrijavanje. Dalji prenos ove informacije je uobičajen, kao i klasifikacija kvarova rute računara instaliranog u posebnom prostoru pored pruge. Ležajevi kod kojih se pojavljuju unutrašnje deformacije, ili neke druge neispravnosti, mogu da se zamjene prije nego što dođe do većih defekata. Primjenom ovakvih sistema, omogućava se blagovremena zamjena neispravnih ležajeva i spriječava mogućnost iskliznuća i drugih težih vanrednih događaja.

Udruženje američkih željeznica (AAR) započelo je razvoj integrisanog informacionog sistema željenice (Inter) u 2000. godini. Ogromna korist integrisanog sistema trendiranjae bila je ubrzo evidentna jer otvorena je mogućnost korišćenja informacija za monitoring većeg broja detektora, proširenja drugim sistemima, bolji uvid i potencijalno povezivanje informacija iz različitih vrsta detektora da bi se dobio bolji algoritam za detekciju nepotrebnih kvarova, što je omogućilo stvaranje baze podataka o karakteristikama vozila dobijenih iz pojedinačnih izvora (slika 6).

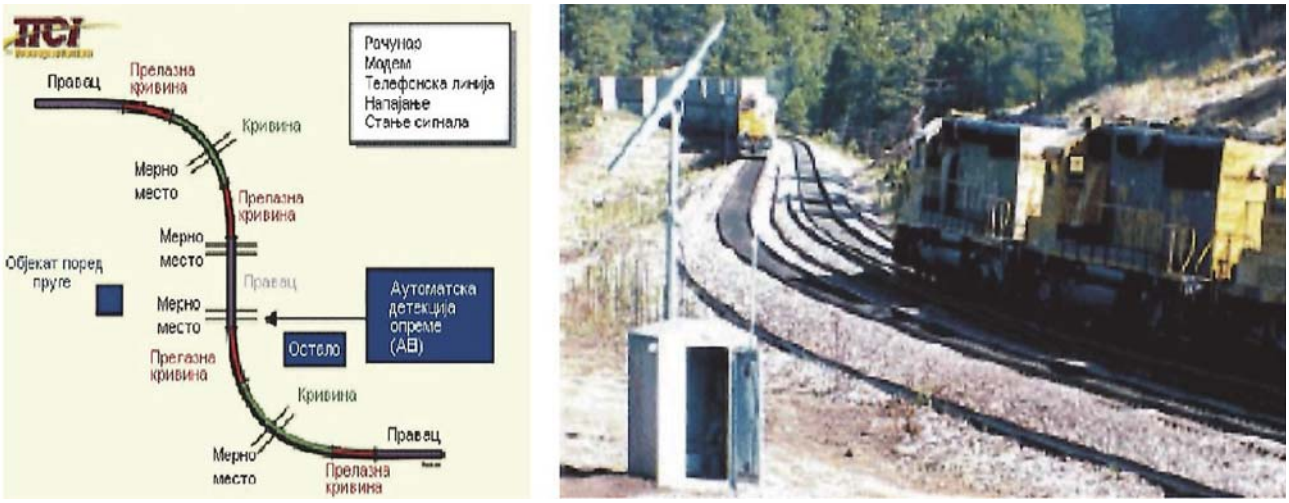


Slika 6. Integrisani informacioni sistem – Inter [4]

Danas Inter ima podatke o tehničkom stanju voznih sredstava na bazi podataka prikupljenim detektorima [4]:

- akustički detektori ležajeva (ABD, TADS),
- detektori vijuganja (HTD),
- detektori tehničkog stanaj kolosjeka (TPD),
- detektori opterećenja od udara točka (WILD).

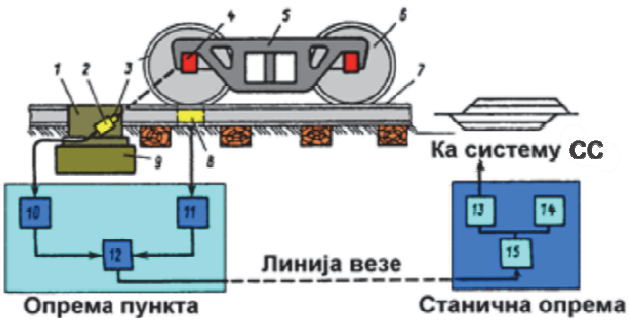
Mnoge željezničke uprave u svijetu na svojim prugama imaju instalirane uređaje za kontrolu pregrijanosti ležišta i za automatsku kontrolu neispravnosti na površini kotrljanja točkova



Slika 5. Mjerna mjesta deformacija u „S" krivinama [7]

železničkih vozila razvijene na prostorima bivšeg SSSR-a. Uređaj tipa KRAP – 2 u stalnoj je eksploataciji od 1982. god. na željezničkoj mreži u bivšem SSSR-u za kontrolu pregrijanosti ležišta, a potom se pojavio PONAB-3. U novije vrijeme razvijena je najnovija generacija sistema za kompleksnu kontrolu tehničkog stanja voza u toku vožnje tipa DISK – BK – C.

Princip detekcije uređaja PONAB – 3 zasniva se na prijemu infracrvenog zračenja kućišta ležišta od strane osjetljivih elemenata, pretvaranju ovog zračenja u električni signal, izdvajanju po određenim kriterijumima od havarisanih (pregrijanih) ležišta i formiranju, predaji i registraciji informacija o položaju pregrijanog ležišta u vozu. Na slici 7 prikazana je šema strukture uređaja za detekciju pregrijanih ležišta.



Slika 7. Šema strukture uređaja za kontolu ležišta kola [4]

Sistem KRAP – 2 namjenjen je za automatsko detektovanje kola u vozovima sa neispravnostima na površini kotrljanja točkova u vidu: ravnih mjesta, čupanja materijala, naljepnica ili neravnomjernog habanja profila. Princip rada uređaja zasniva se na mjerenju i analizi vibracionih i udarnih ubrzanja šina koja nastaju kod prolaza točkova Šema strukture uređaja KRAP – 2 analogna je šemi strukture uređaja PONAB – 3.

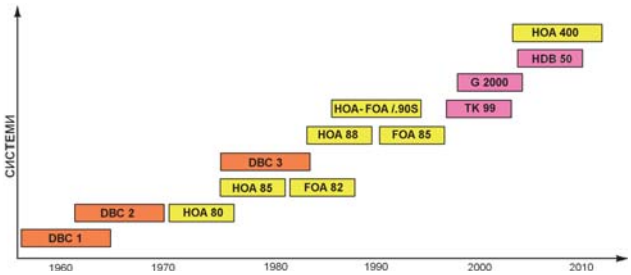
Sistem novije generacije za kompleksnu kontrolu tehničkog stanja voza u toku vožnje je tipa DISK – BK – C [7], koji u sebe uključuje podsisteme za:

- otkrivanje neispravnosti na površini kotrljanja točka,
- otkrivanje pregrijanih ležišta,
- otkrivanje djelova voza koji se vuku po kolosjeku,
- otkrivanje blokiranih točkova,
- kontrolu tovarnog gabarita kola,
- preopterećenja kola,
- određivanje granične vrijednosti habanja točkova,
- otkrivanje oštrih vjenaca točkova,
- drugih neispravnosti točkova.

Sistem koji se koristi da mjeri vertikalne sile u šini svakog pojedinačnog točka omogućio je od uvođenja sistema da se alarmiranje za udar točka silom od preko 350 kN smanji za 80% u toku prve dvije godine funkcionisanja, a sličan trend je zabilježen i u Španiji 2003. godine. Nakon što se pojavljuju razni sistemi, u Holandiji se pojavljuje GOTCHA sistem za detekciju ravnih mjesta na točku. Sistem za mjerenje osovinskog opterećenja, QUO VADIS sistem, jeste sistem za mjerenje u pokretu i 2005. godine instaliran je na čak 38 lokacija. Oba sistema koriste tehnologiju optičkih vlakana, a senzori su ispod šine.

Kod operatera došlo je do povećanja kvaliteta korišćenja točkova i istovremeno smanjenja troškova održavanja. Primjenom sistema broj polomljenih opruga, bočnih klizača, gibnjeva kao i broj pregrijanih ležajeva sveden je na minimum. Za upravljače infrastrukture sistemi su dali bolji uvid u stvarnu upotrebu pruga, koliko bruto tona realizuju na pruzi. Npr. tokom 2004. godine pokazao je da je tonaža 16% veća od tonaže na osnovu informacija registrovanih prilikom prijema robe na prevoz.

Francuska firma CSE TRANSPORT i njemačka SIGNALTEHNIK koncipiraju, razvijaju i proizvode već više od pet decenija sisteme za monitoring – detekciju pregrijanih ležišta osovinskih sklopova i pregrijavanja točka usljed blokiranja kod kočenja i drugih karakterističnih parametara. Razradili su čitavu familiju uređaja za sve vozove, od teretnih do putničkih vozova velikih brzina (sl. 8).



Slika 8. Razvojni put monitoring sistema [7]

Izuzetno pozitivni rezultati postignuti su već sa NOA80, dok sa pojavom vozova velikih brzina

NOA – FOA/90S nalazi pravu primjenu (ICE – Njemačka, AVE – Španija i TGV – Francuska). Do sada je montiran veliki broj ovih sistema (obično na rastojanjima ne većim od 30 km) prije ulaska u tunele, prije nailaska na mostove, a pokrivene su glavne pruge (koridori). Danas se došlo do sistema HOA400, a zajedničko za sve ove sisteme je:

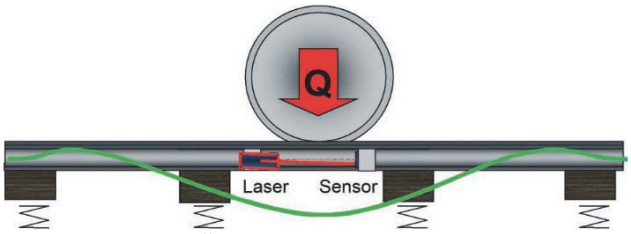
- primjena za brzine vozova do 360 km/h,
- modularni sistem, koji pruža mogućnost proširenja prema želji korisnika,
- uočavanje i mjerenje temperature točkova, kočionih diskova, i
- standardni hardver i obrada podataka itd.

Tokom poslednjih deset godina nekoliko evropskih zemalja izvršile su promjenu programa i po pitanju zamjene postojećih detektora pregrijanih ležišta i po pitanju povećanja gustine rasporeda ovih sistema u okviru mreža pruga.

FÜS II EPOS (ProgressRail) sistem jegdje svaki IC skener ima jedan infracrveni linijski detektor koji može da se skenira (upravno na pravac kretanja) i pri brzinama do 600 km/h. U standardnoj konfiguraciji sistem se sastoji od tri do četiri modulatorna skenera, koji pokrivaju osovinske ležajeve, točkove i kočione diskove (slika 9).

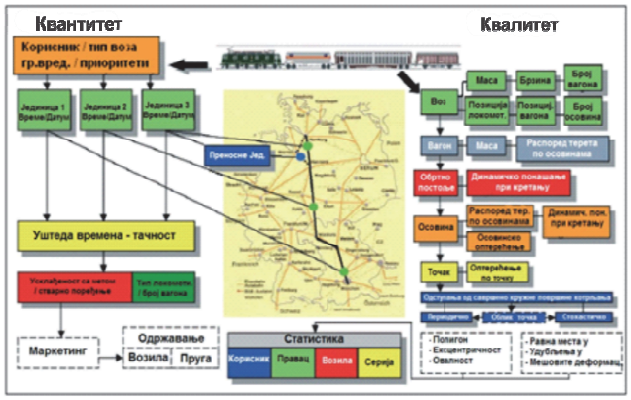
Slika 9. Detektor FÜS II za otkrivanje pregrijanih točkova, ležaja i blokiranih kočniica [5]

LASCA sistem koji je instaliran je na mreži pruga DB, od 2001.godine razvijen je od strane firme „INNO tecGmb H Evrope". Sistem je zasnovan na istoimenoj laserskoj vagi, koja mjeri opterećenje na točku na osnovu ugibanja šine. Veličina ugiba zavisi od sile kojom točak djeluje na šinu i njegove relativne pozicije u odnosu na senzor (slika 10). Tada dolazi do skretanja laserskog zraka u odnosu na nulto podešavanje, a ovo skretanje bilježi veoma osjetljiv senzor sa odličnom linearnošću i unosi se u računar za obradu kao izmjerena vrijednost.



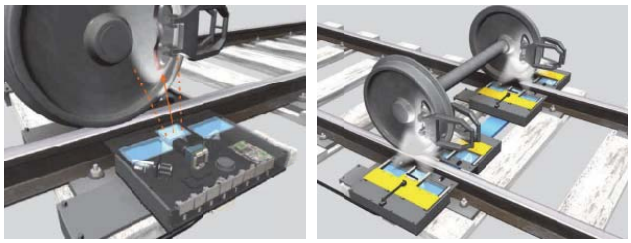
Slika 10. Šematski prikaz principa rada LASCA senzora [8]

Izlazni podaci LASCA sistema dostupni su različitim korisnicima i prikazani su na slici 11.



Slika 11. Pregled izlaznih podataka iz LASCA sistema [7]

Sistem BMV (Brake Pad Wear Monitoring) ima zadatak, prije svega, da provjerava ispravnost kočnih umetaka u vozove kada su u saobraćaju ili u povratku vozne garniture u depo. Sistem je konstruisan za svakodnevno praćenje tako da može biti otkrivena neispravnost i poslato upozorenje službi za održavanje. Sistem je otporan na vibracije i atmosferske promjene (niske temperature, vjetar, sunčevu svjetlost itd.). Uobičajeno se postavlja na prag ispod šina, dok se sistem za obradu nalazi u ormaru sa opremom pored kolosjeka. Utvrđivanje ispravnosti kočnog umetka sprovodi se optičkim digitalnim snimanjem posebnom kamerom koja je postavljena uz šinu i usmjerena ka podsklopu kočnice (slika 12).



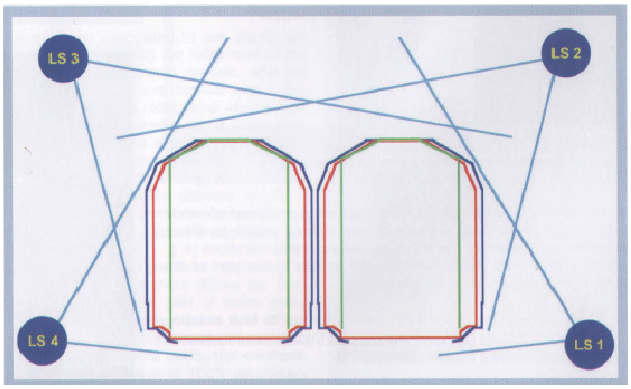
Slika 12. Mjerna oprema za jedan osovinski sklop [8]

Konfiguracija mjernog sistema zavisi od vrste kočnice [8] i sastoji se od:

- dvije mjerne glave uz svaku šinu, jedna sa svake strane (ukupno 4) za disk kočnicu,
- dvije mjerne glave, jedna sa svake strane kolosijeka za kočnice sa papučama.

Svaka mjerna glava sastoji se od kamere i sistema za osvjetljenje koji daju uniformnu svijetlost ka oblasti za slikanje.

TCCS sistem kontrolni je sistem koji omogućava mjerenje i detekciju niza funkcija nedostataka kod voza u pokretu. Ovaj sistem je razvijen 2003. godine od strane multidisciplinarnog tima i njegova prva komercijalna instalacija je uspješno testirana na RFI u julu 2009. godine na relaciji Rim – Formia – Napulj (slika 13).



Slika 13. Položaj laserskih zraka [8]

Veoma važan slučaj su otvorena kola kod kojihsu greške u opterećenju i tovarnom profilu dva osnovna uzroka teških incidenata. Primjena specifičnog limtiranja profila diktira pravila utovara i podrazumjeva izračunavanja maksimalnog opterećenja u funkciji broja osovina i uzdužne zavisne pozicije na kolima. TCCS precizno obavlja ovu verifikaciju zahvaljujući prepoznavanju vozila, mjerenju oblika osovina i preciznom 3D profilisanju. Dva laserska skenera pozicionirana neposredno iznad ravni kotrljanja omogućavaju da se dobije tačan profil donjeg dijela voznih sredstava uključujući konveksnost površina, što je nevidljivo za neke druge tehnologije i profilisanje konfiguracija senzora.

5. PRIMJENA SAVREMENIH POSTUPAKA ODRŽAVANJA ŽELJEZNIČKIH VOZILA U BOSNI I HERCEGOVINI

Savremeno održavanje željezničkih vozila se zasniva na konceptu održavanja prema stanju. Suština savremenog pristupa održavanja željezničkih vozila nalazi se u pripremi pouzdane dijagnostike i obradi sistematizovanih mjernih podataka. Potrebno je sačiniti osnovu za sprovođenje održavanja prema stanju kroz precizan opis individualnih uloga i funkcije sklopova unutar vozila, odabrati dijagnostičku metodu i opremu koja se instalira na vozilo, zatim obezbijediti da se registrovani podaci arhiviraju i sistematizuju da bi se na osnovu njih donosile odluke o sprovođenju aktivnosti održavanja. Kako su u savremena željeznička vozila ugrađena brojna elektronska, senzorska i informatička tehnička riješenja, da se vozilom upravlja računarom, kako u vozilu tako i van njega uz stalno praćenje brojnih parametara na agregatima vozila, to zahtijeva i visokoobrazovanu poslugu u rukovanju i održavanju.

U području stanice Doboj (pruga Šamac – Doboj) ugrađen je u maju 2017. godine „hotbox" sistem. Vanjska oprema sistem ugrađena je na desnom kolosjeku (smjer Doboj), dok je unutrašnji dio opreme ugrađen u staru APB kućicu (slika 14). Udaljeni terminal za dojavu rezultata mjerenja ugrađen je u kancelariji otpravnika vozova u Doboju. Sistem je trenutno u probnom radu, tokom kojeg će se rezultati aktivno pratiti kako bi se opravdala investicija u mjerno – dijagnostičke sisteme na prugama željeznica Republike Srpske.

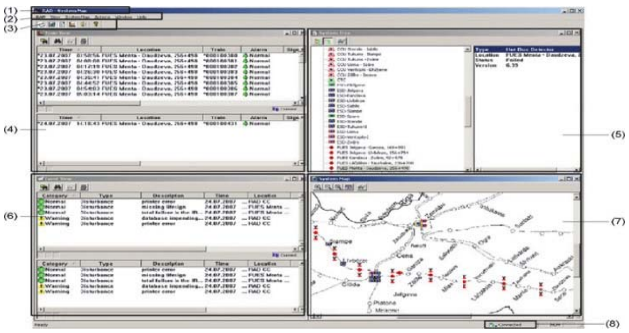
Slika 14. „Hotbox" sistem ugrađen na lokaciji Doboj [14]

„Hotbox" sistem mjeri tj. nadzire temperaturu osovinskih ležajeva i kočnica bez kontakta sa mjernim elementima. Može se upotrebljavati na konvencionalnim prugama, kao i na prugama velikih brzina. Mjerenje temperature obavlja se prema principu elektromagnetnog zračenja koje emituje svaki predmet iznad apsolutne nule. Intenzitet elektromagnetnog zračenja ovisi od temperature mjernog predmeta.

Kada se željeznički točak približi uređaju on aktivira senzore točka i tada počinje mjerenje. Rezultati mjerenja arhiviraju se, a u slučaju otkrivanja pregrijanosti alarm se javlja odgovornom licu koji poduzima unaprijed predviđene mjere. „Hotbox" sistem daje nam sledeće informacije [15]:

- tip alarma (vruće, pregrijano),
- vrijednost izmjerene temperature,
- mjesto na pruzi na kojem je mjerenje obavljeno,
- mjesto na vozilu na kojem je mjerenje obavljeno,
- broj osovine na kojoj je alarm detektovan,
- strana vozila na kojoj je alarm detektovan,
- smjer kretanja voza.

U svrhu sprovođenja ovakvog sistema na prugama BiH, u okviru projekta probne ugradnje, odabran je sistem za nadzor temperatura osovinskih ležajeva tipa FUES –EPOS (statički sistem za nadzor temperature osovinskih ležajeva i kočionih elemenata na željezničkim vozilima). U cilju praćenja rada uređaja koji mjeri temperaturu osovinskih ležajeva, kočionih diskova i oboda točka, izdaje se naredba kojom će biti definisane obaveze otpravnika vozova odnosno operatora u praćenju rada sistema.Ukoliko se na displeju ne prikaže glavni prozor sistema, otpravnik vozova je dužan da zavede smetnju u dnevniku V-11, koji je uveden isključivo za evidenciju smetnji i alarma na sistemu za nadzor temperature osovinskih ležajeva, kočionih diskova i oboda točkova željezničkih vozila (slika 15).



Slika 15. Glavni prozor sistema [16]

Prilikom prolaska voza preko Hotbox sstema postavljenog na kolosjeku, softver u glavnom prozoru Train View (slika 15, dio 5), evidentira sledeće identifikacije voza:

Ikona	Indikacija statusa voza	Opis
	Zeleno	Status voza „normalan".
	Žuto	Status voza „upozorenje".
	Crveno	Status voza „kritično".
	Bez boje	Status voza „nepoznat".

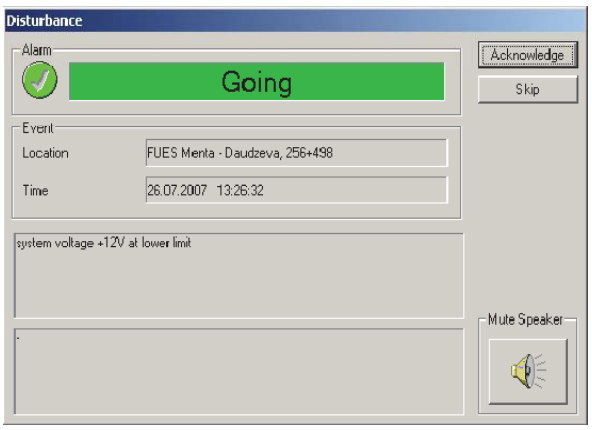
Slika 15, dio 5

U slučaju pojave identifikacije statusa voza „upozorenje" (žuto zvono) i upozorenje „kritično" (crveno zvono), otpravnik vozova, odnosno operater je dužan da obavjesti nadzornika pregledača kola i otpravnika vozova putničke stanice o nastalom statusu voza, kako bi se mogle poduzeti odgovarajuće mjere. U slučaju pojave identifikacije statusa voza „nepoznat" (zvono bez boje), otpravnik vozova postupa na već prethodno pomenut način, uvodi smetnju u dnevnik V – 11 i prijavljuje na ŽAT centralu.

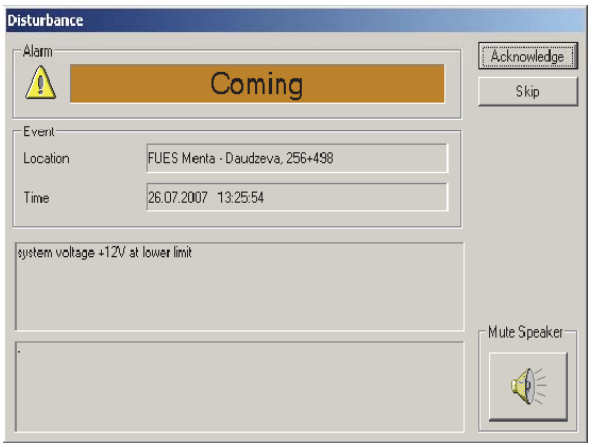
Ako se pojavi identifikacija smetnji u obliku skočnog prozora prikazanog na slici 58, koji pokazuje da trenutni događaj ima status „normalan", otpravnk vozova odnosno operater će da izabere opciju Acknowledge kojom će da potvrdi normalan status događaja.

Ukoliko se pojavi identifikaciona smetnja u obliku skočnog prozora kao na slici 16, koji pokazuje da trenutni događaj ima status „upozorenje" zbog greške na sistemu, otpravnik vozova će zavesti smetnju u dnevnik V – 11 i prijaviti smetnju na ŽAT broj 100.

a)

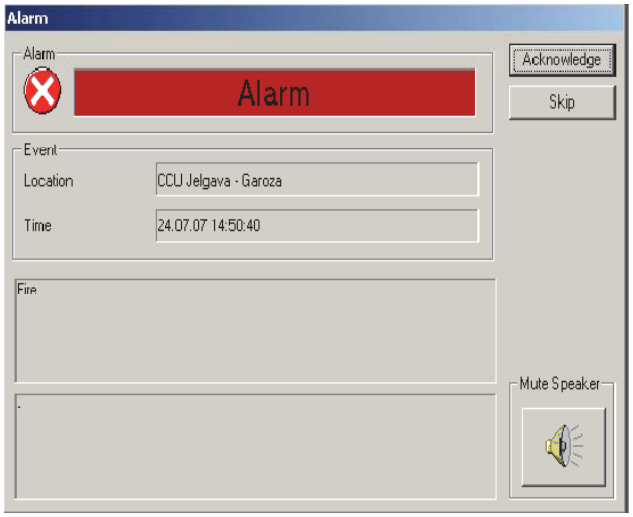


b)



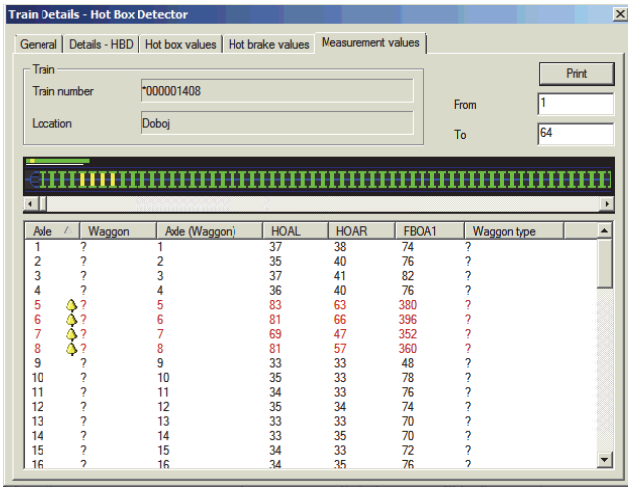
Slika 16. Identifikacija statusa voza: a) „normalan" b) „upozorenje" [17]

Ako se na displeju pojavi identifikacija u obliku skočnog prozora (slika 17), koja pokazuje da trenutna smetnja ima status „kritična smetnja/reakcija neophodna", zbog greške na sistemu ili izmjerenih parametara na vozu, otpravnik vozova, odnosno operater, dužan je da zavede status u dnevnik V – 11, prijavi smetnju na ŽAT broj 100, obavjesti nadzornika pregledača kola i otpravnika putničke stanice o nastalom statusu voza.



Slika 17. Identifikacija statusa voza „kritično"[17]

U nastavku se može vidjetiprimjer dojave pregrijanih osovinskih ležajeva i oboda željezničkih točkova iz Doboja, registrovan 23.8.2017. godine (slika 18). Uređaj je konfigurisan tako da iznad 70^0C alarmira operatera u slučaju pregrijanih osovinskih ležajeva (stupci HOAL i HOAR) a iznad 300^0C u slučaju pregrijanih oboda željezničkih točkova (stupac FBOA1).



Slika 18. Primjer alarma pregrijanih osovinskih ležajeva i oboda točkova 23.8.2017, Doboj [14]

Najvažnije je naglasiti kako rad ovih sistema ne ugrožava radna mjesta, npr odjela pregledača kola. Dodjeljivanje mjerno – dijagnostičkih sistema odjelu pregledača kola predstavlja možda i najlogičniji put, koji bi modernizovao taj odjel te poslužio kao sredstvo za kvalitetniji pregled željezničkih vozila.

Opremanje kompletne željezničke mreže odgovarajućim brojem mjerno – dijagnostičkih sistema, omogućavaju se, pored već spomenutog kvalitetnog i pouzdanog pregleda željezničkoh vozila, i mnoge druge analize u svrhu kvalitetnijeg održavanja vozila i infrastrukture. S podacima dobijenim iz rezultata mjerenja mjerno – dijagnostičkih sistema, moguće je promjeniti pristup u nadzoru ispravnosti i održavanja željezničkih vozila. Time bi se promjenila praksa koja se već decenijama praktikuje u našim krajevima, a to je ručni pregled vozila i ne vođenje adekvatne analize stanja željezničkih vozila što nam onemogućava preventivno održavanje i posljedično ima loš uticaj na sigurnost željezničkog saobraćaja.

6. ZAKLJUČAK

Blagovremeno uočavanje tehničkih neispravnosti i izbjegavanje naknadnih oštećenja pruža mnogo prednosti za obavljanje željezničkog saobraćaja: povećanje bezbjednosti, izbjegavanje smetnji u saobraćaju, smanjivanje troškova zbog izbjegavanja nesreća, manji rizik u prevozu opasne robe, smanjenje rizika od udesa u tunelima, bolji kvalitet saobraćaja, produženje rokova revizije i održavanja vozila, optimizacija upravljanja

saobraćajem, smanjenje aktivnih radova na održavanju pruga, smanjenje opterećenja gornjeg stroja.

U ovom radu posebna pažnja posvećena je savremenom načinu održavanja željezničkih vozila, odnosno, u najvećoj mjeri, kontroli i mjerenju temperatura osovinskih ležajeva, kočionih diskova i oboda točkova. Suština savremenog načina održavanja željezničkih vozila ogleda se u pripremi pouzdane dijagnostike i obradi sistematizovanih mjernih podataka.Na osnovu iskustava mnogih željeznica u Evropskoj uniji može da se istakne da je ugradnja ovakvih sistema veoma isplativa. Oni su veoma efikasni jer blagovremenim uočavanjem tehničkih neispravnosti izbjegavaju se naknadna oštećenja što pruža mnogo prednosti za obavljanje željezničkog saobraćaja.

Identifikacija tehničkog rizika i procjena da li može doći do incidenta na voznom sredstvu, odnosno infrastrukturi, jeste osnovni cilj sistema za detekciju. Sa odgovarajućim brojem mjernih uređaja na mreži pruga, umreženih i organizovanih kao operativni centar, dodatno se obezbjeđuje [11]:

- obogaćivanje mjernih podataka sa podacima o vozovima (polazna i krajnja stanica, sastav, bruto masa itd.), pa se optimizovani interventni proces može pravovremeno pokrenuti,
- značajno smanjeno zaustavljanje za vozove sa neispravnim kočnicama zahvaljujući podršci mašinovođi od strane osoblja operativnog centra,
- rano otkrivanje problema na vozu, što omogućava zaustavljanje vozova na pogodnim lokacijama,
- praćenje vozova i vozila na mreži,
- sposobnost podešavanja alarma po vozilu u zavisnosti od specifikacije ili njegovog specifičnog opterećenja,
- postojanje strategije preventivnog održavanja pošto se date aktivnosti održavanja zasnivaju na stanju voznog sredstva i infrastrukture.

Realizacijom projekta ugradnje mernih stanica za dinamičku kontrolu tehničkog stanja voznih sredstava Željeznice Republike Srpske uključiće se u savremeni evropski transportni sistem kroz značajno podizanje nivoa pouzdanosti i kvaliteta usluga. Mjerna stanica („HotBox") u Doboju u potpunosti je opravdala svoju namenu i predstavlja jedan od prvih koraka na ovom putu.

LITERATURA:

[1] V. Aleksandrov, Održavanje željezničkih vozila, Želnid, Beograd, 2000. god.

[2] Pravilnik o održavanju željezničkih vozila – 241, ŽRS, 2010. god.

[3] Adamović, Ž., Totalno održavanje, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2003. god.

[4] Ž. Đorđević, J. Tepić, G. Stojić, Monitoring Systems for Work Maintenance of Rolling Stock, Proceedings / XVII Scientific Expert Conference on Railways – RAILCON '16, October 13 - 14, 2016, Niš ; pp 177-180, Editor: Miloš Milošević i Dušan Stamenković, Niš: Faculty of Mechanical Engineering, 2016. ISBN 978-86-6055-086-8

[5] Đorđević Ž., Tepić J., Kostelac M.,Tanackov I., Vukadinović V**.,** Razvoj sistema za dinamičku kontrolu železničkih vozila: primer Železnica Srbije, Novi Horizonti, Doboj. 23.11.2013.

[6] Đorđević, Ž.: Razvoj dijagnostičkog sistema za održavanje teretnih kola, magistarski rad, Mašinski fakultet u Nišu, 2012. god.

[7] Đorđević Ž.: Modeli za unapređenje održavanja željezničkih vozila primjenom savremenih dijagnostičkih sistema, doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, 2015. god.

[8] Ž. Đorđević, J. Tepić, Z. Bundalo, N. Kecman, S. Aćimović, Systems for monitoring and disclosure failure on railway wagons, HORIZONS, International Scientific Journal, Series B, Natural Sciences and Mathematics, Engineering and Technology, Biotechnology, Medicine and Health Sciences,Year X, Volume 3, pp 483-494, December 2016. Bitola, Publisher: "St. Kliment Ohridski" University – Bitola, DOI 10.20544/HORIZONS.B.03.1.16.P48, ISSN 1857-9892, UDC 656.223.2:005.584

[9] S. Vesković, Ž. Đorđević, G. Stojić, J. Tepić, I. Tanackov, Necessity and effects of dynamic system for railway wheel defect detection, Metallurgy, Croatian Metallurgical Society, No.51/3, 2012, ISSN: 0543-5846

[10] S. Vesković, J. Tepić, M. Ivić, G. Stojić, S. Milinković, Model for Predicting the Frequency of Broken Rails, Metallurgy, Croatian Metallurgical Society, No.51/2, pp. 251-255, 2012, ISSN: 0543-5846; METABK 51(2) 221-224 (2012); UDC: 621.747 : 621.006.2 : 658.564 = 111

[11] Ž. Đorđević, M. Vasiljević, S. Vesković, S. Rajilić, V. Vukadinović Fuzzy Model for Predicting the Number of Deformed Wheels, Metallurgy, Croatian Metallurgical Society ISSN 0543-5846; UDC: 629.11.012.3.004.64:625.2.01.004.05: 621.72=111

[12] S. Janković, Ž. Đorđević, S. Mladenović, S. Vesković, I. Branović, A data base for dynamic monitoring of the rolling stock, IV Medjunarodni simpozijum: Novi Horizonti 2013, Univerzitet u Istočnom Sarajevu Saobraćajni Fakultet Doboj, 22. i 23. novembar 2013, pp. 212-217, ISBN 978-99955-36-45-9

[13] Janković S., Đorđević Ž., Branović I., Rajilić S., Vesković S. ″Database to support optimization of rolling stock maintenance in Serbian rail ways″, XVI Scientific-Expert Conference on Railways - RAILCON '14, Organized by] University of Niš, Faculty of Mechanical Engineering, pp 149-152, October 09-10. 2014, Niš, Serbia, editor Dušan Stamenković - Niš: Faculty of Mechanical Engineering, ISBN 978-86-6055-060-8

[14] ALTPRO d.o.o. Zagreb (2014). Tehnički opis sustava za nadzor temperature osovinskih ležajeva, kočionih diskova i papuča te oboda željezničkih kotača

[15] Tehnički opis sustava za nadzor temperature osovinskih ležajeva, kočionih diskova i oboda kotača željezničkih vozila FUES-EPOS

[16] Upute za korištenje softvera FUS – EPOS

[17] Naredba 02/17, Sekcija za STD Doboj, RJ Doboj, 2017. god.

PRETHODNO SAOPŠTENJE

GORDAN STOJIĆ*, JOVANA MARJANOVIĆ**

MODELIRANJE TEHNOLOGIJE OBRADE VOZOVA U ŽELEZNIČKOJ TERETNOJ STANICI: PRIMER STANICA ŠID

MODELING OF TECHNOLOGICAL OPERATIONS WITH TRAINS AT FREIGHT TRAIN STATION: EXAMPLE ON ŠID RAILWAY STATION

Datum prijema rada: 19.10.2018.
UDK:656.2+004:519.8

REZIME

Železnička stanica Šid predstavlja važnu tačku na Koridoru X preko koje tranzitira veliki deo međunarodnog robnog železničkog saobraćaja. Znatno manji udeo ima putnički saobraćaj. Zbog toga veoma važno je da tehnološki proces rada stanice bude usklađen sa uslovima rada, koji nastaju u praksi. Usavršavanje prevoznog procesa i razvoj železničkog saobraćaja nezamislivi su bez optimizacije, a optimizacija nezamisliva je bez modeliranja. Ovaj rad prvenstveno se bazira na analizi rada pogranične stanice u teretnom saobraćaju, modeliranju tehnologije i optimizaciji ukupnih troškova obrade teretnih vozova. Predloženi model testiran je na primeru železničke stanice Šid. Za smanjenje vremena zadržavanja vozova u pograničnim stanicama pretpostavljeno je uvođenje novog informacionog sistema.
Ključne reči: tehnologija obrade vozova, pogranična stanica, informacioni sistem, teorija masovnog opsluživanja, troškovi

SUMMARY

Railway station Šid represents an important point on Corridor X through which transits a large part of international railfreight. There is a significantly lower contribution of passenger traffic. Therefore, it is very important that the technological process of the work of the station be harmonized with working conditions that occur in practice. The improvement of the transport process and the development of rail transport are unthinkable without optimization, and optimization is unthinkable without modeling. This paper is primarily based on analysis of the work of the border station in freight traffic, modeling technology and optimizing the total cost of technological operations with freight trains. It is tested on the example of the Šid Railway Station. In order to reduce the retention time of trains in border stations, it is necessary to use a new information system.
Key words: technological operations with trains, border stations, information systems, queueing theory, costs

* Prof. dr Gordan Stojić, dipl. inž. saobr, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, gordan@uns.ac.rs
** Jovana Marjanović, mast. inž. saobr, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, jovanaprodanovic7@gmail.com

1. UVOD

Železničke stanice predstavljaju službena mesta na železničkim prugama, opremljene takvim kolosečnim i drugim postrojenjima koja omogućavaju potpuno ili delimično izvršenje određenih tehničkih, robnih, komercijalnih i putničkih operacija. Pored toga, one predstavljaju i osnovne proizvodne jedinice u železničkom saobraćaju i igraju najvažniju ulogu u obezbeđenju prevoznog procesa, osiguranja bezbednosti saobraćaja, racionalnom korišćenju transportnih sredstava, povećanju proizvodnosti rada i sniženju prevoznih troškova.

Železnička stanica Šid predstavlja važnu tačku na Koridoru X i preko nje tranzitira celokupni međunarodni putnički i robni železnički saobraćaj, te je zbog toga važno da tehnološki proces rada bude dobro optimiziran i usklađen sa uslovima rada koji nastaju u praksi. Drugim rečima, tehnološki proces rada stanice Šid treba što više približiti realnim uslovima poslovanja u stanici.

U pogledu vršenja saobraćajne službe stanica, Šid je rasporedna stanica na magistralnoj, dvokolosečnoj i elektrificiranoj pruzi Beograd – Šid – državna granica i odvojna je stanica za prugu Šid – Sremska Rača (Bijeljina). Stanica Šid nalazi se u km 116+380 pruge Beograd – Šid – državna granica [1]. Regulisanje saobraćaja vozova između Infrastrukture Železnice Srbije (IŽS) i Hrvatskih železnica (HŽ) obavlja se na bazi zajedničkog sporazuma.

U pogledu vršenja transportne službe, stanica Šid otvorena je za prijem i otpremu putnika u unutrašnjem lokalnom i zajedničkom saobraćaju, kao i za prijem i otpremu putnika u međunarodnom saobraćaju. Stanica je otvorena za prijem i otpremu prtljaga, ekspresnih, denčanih i kolskih pošiljki, kao i živih životinja u unutrašnjem i međunarodnom saobraćaju [1].

Stanica Šid ima 10 koloseka za prijem, smeštaj i otpremu vozova. Osim navedenih koloseka u stanici postoji još: jedan kolosek za vaganje i dva koloseka za utovar i istovar kolskih pošiljki, dva manipulativna koloseka, izvlačnjak, kolosek za opravku kola i kolosek za utovar/istovar vozila na sopstvenim točkovima sa čeonom rampom. Iz stanice se odvajaju četiri industrijska koloseka („Žitopromet", IM „Srem", „Hempro" i „Mladost").

2. ANALIZA POSTOJEĆE TEHNOLOGIJE OBRADE VOZOVA

Za potrebe ovog rada utvrđene su aktivnosti kod postojeće tehnologije obrade vozova koje limitiraju zadržavanje vozova. Te aktivnosti nazivaju se aktivnostima na kritičnom putu. Parni i neparni smer odvojeni su jer se tehnološke operacije kod obrade ovih vozova razlikuju.

Vreme trajanja aktivnosti na kritičnom putu, kojima se definiše ukupna tehnologija obrade vozova po kategorijama i smerovima, prikazano je u tabeli 1.

Tabela 1. Vreme trajanja obrade vozova u stanici Šid po kategorijama i smerovima (min).

1. Vozovi sa prevozom putnika u međunarodnom saobraćaju		
	Smer:	
	Šid – Tovarnik, parni	*Tovarnik – Šid, neparni*
Međunarodni brzi	25	25
Agencijski	25	25
Pogranični putnički	15	15
2. Vozovi za prevoz robe u međunarodnom saobraćaju		
	Smer:	
	Šid – Tovarnik, parni	*Tovarnik – Šid, neparni*
Mešovitog sastava	120	140
Sa jednorodnim tovarom	90	125
Sa praznim kolima	70	70
3. Vozovi za prevoz putnika u unutrašnjem saobraćaju – oba smera		
10		
4. Vozovi za prevoz robe u unutrašnjem saobraćaju – oba smera		
Koji otpočinju vožnju u stanici		85
Koji završavaju vožnju u stanici		70
Sa delimičnom preradom u stanici		55

U stanici Šid na obradi vozova radi sledeći broj radnika [1]:

- vozovođa: 2 radnika;
- manevrista: 1/3, odnosno 1 rukovalac i trojica manevrista;
- magacioner: 3 radnika.

Prema planiranom redu vožnje broj putničkih vozova iznosi 41. Od toga međunarodnih brzih vozova ima 16, gde spadaju i pogranični vozovi,kojih ima 6 (15%) i ostali međunarodni brzi vozovi kojih ima 10 (24%), 9 agencijskih vozova koji saobraćaju po potrebi tj. to su vanredni sezonski vozovi, te ih u daljem radu nećemo obrađivati, a putničkih vozova u unutrašnjem saobraćaju takođe 16 [2].

Ukupan broj vozova za prevoz robe je 62. Od toga vozova mešovitog sastava koji tranzitiraju stanicu Šid ima 33 (10 redovnih (30%) i 23 vanredna (70%)), vozova sa jednorodnim tovarom koji tranzitiraju stanicu Šid 11 i svi su vanredni, vozova sa praznim kolima koji tranzitiraju stanicu Šid 4 i svi su vanredni i teretnih vozova u unutrašnjem saobraćaju 14 (2 redovna (14%) i 12 vanrednih (86%)) [2].

Takođe, stanica Šid obrtna je stanica 7 parova regionalnih vozova i tranzitna (pogranična) stanica za jedan par međunarodnih brzih vozova.

3. PRIMENA NOVE TEHNOLOGIJE OBRADE VOZOVA

Postojanje informacije o dolazećim vozovima u stanici, tj. unapred raspolaganje podacima o vozovima koji dolaze u stanicu, od izuzetnog je značaja. Ona omogućava planiranje rasformiranja i formiranja vozova, sastavljanje operativnih planova rada stanice, odnosno omogućava brzu obradu vozova u stanici i na taj način kraće vreme zadržavanja kola u stanici. Smanjenje vremena zadržavanja kola u stanici direktno utiče na smanjenje vremena, a samim tim i troškova prevoženja robe železnicom [5].

3.1. Uloga i značaj informacionih sistema na železnici

Primena informatike i informacionih tehnologija u železničkom saobraćaju prvenstveno ima zadatak da pomogne ostvarenju opšteg cilja železničkog sistema, koji se ogleda u ostvarenju što većeg transportnog rada uz što je moguće manje troškove.

U novom konceptu železnice zasnovanom na povećanju obima rada i kvaliteta usluga, a posebno na izvršenju zadataka prevoza robe, informacioni sistem železnice dobija posebno veliki značaj.

Informacioni sistem stanice treba da obezbedi [6]:
- racionalizaciju procesa prevoza smanjenjem vremena zadržavanja kola u stanicama i to: smanjenjem vremena trajanja pripremnih operacija, savremenom tehnologijom;
- informacije o vozovima u prispeću preuzimanjem podataka iz informacionog sistema;
- automatsko formiranje rasporeda manevrisanja;
- informacije o svim kolima u stanici;
- praćenje rada stanice sa svim kvalitativnim i kvantitativnim pokazateljima rada;
- brzo i jednostavno pretraživanje podataka iz arhive, da formira arhivu bavljenja kola po tipu;
- formiranje teretnice odlazećeg voza, kao i izveštaj o kočenju i sastavu voza;
- izrađuje potrebne izveštaje i tehnološki proces rada stanice i
- razmenjuje informacije i podatke sa ostalim podsistemima.

Jedan od zadataka informacionog sistema je da obezbedi lakši i efikasniji rad izvršnog osoblja. Da bi se ubrzao i olakšao rad osoblja, kao i da bi se povećala pouzdanost podataka, a i smanjilo vreme zadržavanja kola, treba pristupiti kreiranju jednog kompleksnog informacionog sistema za upravljanje radom stanice Šid koji treba da:
- obezbedi podatke o vozovima u prispeću preuzimajući saobraćajni dosije voza iz informacionog sistema za praćenje izvršavanja reda vožnje;
- kontroliše prispele vozove, automatski određujui namenu koloseka;
- obezbedi praćenje rada stanice u realnom vremenu i time stvori podlogu za upravljanje radom stanice;
- minimalizuje bavljenje kola u stanici;
- ubrza izvršenje tehnoloških operacija na vozovima, manevarskim sastavima i kolima;
- efikasnije i lakše određuje tehnološke postupke;
- omogući pregled kola po kolosecima serijama i pravcima kretanja;
- vodi razne evidencije i statistike;
- omogućuje lakše praćenje kvalitativnih i kvantitativnih pokazatelja rada stanice kao i mogućnost poboljšanja rada stanice i
- informaciono reguliše odnose sa carinskom i fito procedurom, kao i da omogući lakši kontakt sa informacionim sistemima nadležnih državnih institucija i drugo.

Uvođenjem informacionog sistema, koji treba da ispuni navedene zahteve, omogućiće se smanjenje zadržavanja vozova na tehnološkim operacijama u pograničnoj stanici Šid.

Za uspešnu realizaciju zahteva informacionog sistema stanice Šid neophodno je povezivanje svih računarskih podsistema stanice u računarsku mrežu, kao i povezivanje mreže sa glavnim računarom.

Poslovni informacioni sistem železnice treba da pokrije sve oblasti funkcionisanja i rada železnice, poveže ih u logističku celinu rada u kojoj se pojedini delovi železnice dopunjuju. U takvom poslovnom informacionom sistemu treba da se nalaze manji podsistemi koji pokrivaju sledeće delatnosti:

- informacioni sistem za upravljanje transportnim procesima;
- informacioni sistem infrastrukture;
- informacioni sistem održavanja voznih sredstava i
- informacioni sistem uprave.

Informacioni sistem za upravljanje transportnim procesima predstavlja sistem koji treba da omogući upravljanje kompletnim procesom transporta. Tako, sa stanovišta saobraćaja obuhvata se upravljanje svakim pojedinačnim kolima, lokomotivama, vozovima, ranžirnim stanicama, robnim i ostalim stanicama na železničkoj mreži i planiranje osoblja. Sa stanovišta transportne komercijale, prodaju usluga u putničkom i teretnom saobraćaju, tarifsku politiku i marketing.

Novi informacioni sistem zahteva izradu nove tehnologije obrade vozova.

3.2. Tehnologija obrade vozova kod primene nove informacione tehnologije

Primenom nove informacione tehnologije u stanici Šid znatno se smanjilo vreme obrade vozova i potreban broj radnika, a povećala se njihova efikasnost, takođe se smanjio i utrošak kolskih časova, potreban broj koloseka i sl. Glavna prednost nove informacione tehnologije sastoji se u tome što stanica, tačnije otpravnik vozova, može da dobije informaciju o dolazećim vozovima sa glavnog računara, importovanjem teretnice i ostalih podataka na svoj računarski terminal. Na osnovu toga može da dobije sve podatke o dolazećem vozu, koji su mu potrebni, kako bi blagovremeno organizovao obradu vozova. Nova informaciona tehnologija, samo uz kombinovanje radio vezom, omogućava smanjenje vremena izvršenja popisa i komercijalnog pregleda voza. Zatim, ona omogućava i automatsko sastavljanje Izveštaja o sastavu i kočenju voza S-66, a po potrebi i nove teretnice voza. Sve to utiče na smanjenje potrebnog vremena obrade voza.

U ovom radu za modernizaciju tehnologije rada u pograničnoj stanici Šid razmatran je novi informacioni sistem koji je opisan u radu [5].

Grafički prikazi nove tehnologije obrade vozova prikazani su u prilozima od I do VI.

U daljem radu vršenisu analiza i proračun samo na osnovu tehnologija obrade teretnih vozova jer kod putničkih vreme zadržavanja nije značajno.

Aktivnosti na kritičnom putu za najzastupljenije kategorije vozova za slučaj primene savremenih informacionih sistema date su u tabelama 2 – 7.

Tabela 2. Tranzitni vozovi sa delimičnom preradom (prilog I)

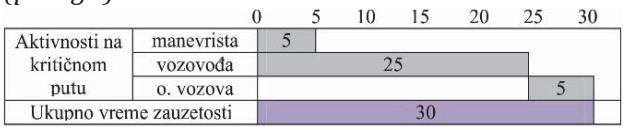


Tabela 3. Međunarodni brzi vozovi – smer parni (prilog II)

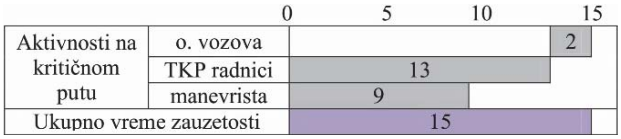


Tabela 4. Međunarodni brzi vozovi – smer neparni (prilog III)

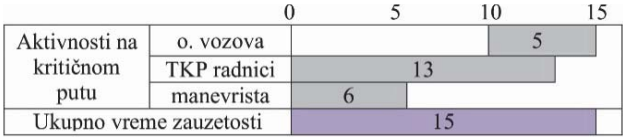


Tabela 5. Putnički vozovi u unutrašnjem saobraćaju – smer parni i neparni (prilog IV)

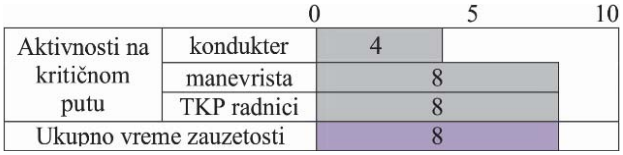


Tabela 6. Vozovi mešovitog sastava – parni (prilog V)

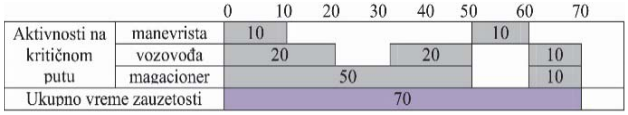
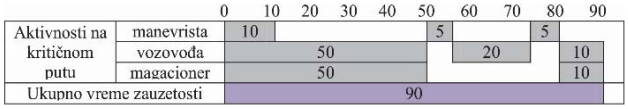


Tabela 7. Vozovi mešovitog sastava – smer neparni (prilog VI)



3.3. Potreban broj radnika za slučaj primene nove informacione tehnologije

Potreban broj radnika utvrđen je analititčkim putem:

- potreban broj vozovođa

$$N_v = \frac{N_{mp}\cdot t_{mpv} + N_{mn}\cdot t_{mnv} + N_{dp}\cdot t_{dpv}}{1440 - \sum t_{pn}} = \\ = \frac{4\cdot 50 + 6\cdot 80 + 6\cdot 25}{1440 - 120} = 0{,}63 = 1\ radnik \quad (1)$$

- potreban broj magacionera

$$N_{mag} = \frac{N_{mp}\cdot t_{mpmag} + N_{mn}\cdot t_{mnmag} + N_{dp}\cdot t_{dpmag}}{1440 - \sum t_{pn}} = \\ = \frac{4\cdot 60 + 6\cdot 60 + 6\cdot 5}{1440 - 120} = 0{,}48 = 1\ radnik \quad (2)$$

- potreban broj manevrista

$$N_{man} = \frac{N_{mp}\cdot t_{mpman} + N_{mn}\cdot t_{mnman} + N_{dp}\cdot t_{dpman}}{1440 - \sum t_{pn}} = \\ = \frac{4\cdot 20 + 6\cdot 20 + 6\cdot 5}{1440 - 120} = 0{,}17 = 1\ radnik \quad (3)$$

gde je:

N_v - broj vozovođa

N_{mag} - broj magacionera,

N_{man} - broj manevrista,

N_{mp} - broj vozova mešovitog sastava (smer parni) koji se obrađuju u stanici Šid u toku 24 h,

N_{mn} - broj vozova mešovitog sastava (smer neparni) koji se obrađuju u stanici Šid u toku 24 h,

N_{dp} - broj vozova sa delimičnom preradom koji se obrađuju u stanici Šid u toku 24 h,

$\sum t_{pn}$ - ukupno vreme trajanja primopredaje smene,

t_m - vreme trajanja obrade voza mešovitog sastava,

t_{dp} - vreme trajanja obrade voza sa delimičnom preradom.

4. MODELIRANJE TEHNOLOGIJE RADA TERETNIH VOZOVA U ŽELEZNIČKOJ STANICI ŠID PRIMENOM TEORIJE MASOVNOG OPSLUŽIVANJA

4.1. Ulazni tok

Matematičko očekivanje eksponencijalne raspodele iznosi:

$$M(T) = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.023} = 42\ \text{min} \quad (4)$$

Disperzija eksponencijalne raspodele iznosi:

$$D(T) = \frac{1}{\lambda^2} = \frac{1}{0.023^2} = 1754\ \ \text{min}^2 \quad (5)$$

Srednja vrednost intervala dolaska vozova iznosi:

$$I_{sr} = \frac{d}{N}\sum_{i=1}^{n} f_i t_i + t_0 = \frac{30}{33}(-52.3) + 90 = 42\ \text{min} \quad (6)$$

Empirijska disperzija:

$$s^2 = \frac{d^2}{N}\left[\sum_{i=1}^{n} f_i t_i^2 - \frac{1}{N}\left(\sum_{i=1}^{n} f_i t_i\right)^2\right] = \\ = \frac{30^2}{33}\left[138 - \frac{1}{33}(2733.23)\right] = 1501\ \text{min}^2 \quad (7)$$

Standardno odstupanje:

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{1501} = 39\ \text{min} \quad (8)$$

Pošto je:

$$1.96\frac{39}{\sqrt{33}} = \pm 13.4 \quad (9)$$

sledi da je:

$$P\{42 - 13.4 < \mu < 42 + 13.4\} = 0.95 \\ \text{odnosno } P\{28.6 < \mu < 57.4\} = 0.95 \quad (10)$$

Standardno odstupanje nalazi se u intervalu pouzdanosti sa verovatnoćom 95% i neznatno se razlikuje od srednje vrednosti intervala dolaska vozova (44).

$$k = \frac{I_{sr}^{\ 2}}{s^2} = \frac{42^2}{39^2} = \frac{1764}{1501} = 1{,}2 \quad (11)$$

Sve ovo ukazuje na to da se može pretpostaviti da se empirijska raspodela ponaša po eksponencijalnom zakonu. Stoga je izvršeno testiranje empirijske sa teorijskom raspodelom u Prilogu VII.

Intenzitet dolaska vozova iznosi:

$$\lambda = \frac{1}{I_{sr}} = \frac{1}{42} = 0.023 \quad vozova/\min \tag{12}$$

χ^2 testom utvrđeno je da nemamo osnova da odbacimo pretpostavljenu hipotezu da intervali dolaska vozova ponašaju se po eksponencijalnoj raspodeli. U tom slučaju nije teško dokazati da ulazni tok ima raspodelu Puasona.

4.2. Vreme opsluživanja

Vreme opsluživanja je jedan od važnih parametara svakog kanala sistema masovnog opsluživanja. Ono pokazuje koliko se vremena utroši za opsluživanje jednog klijenta na posmatranom kanalu i samim tim određuje njegovu propusnu moć. Po pravilu, to je slučajna veličina, koja predstavlja karakteristiku funkcionisanja svakog kanala sistema.

Parametar *k* za vreme opsluživanjaiznosi:

$$k = \frac{M(T)^2}{D(T)} = \frac{42^2}{1754} = \frac{1764}{1754} = 1{,}01 \tag{13}$$

I u ovom slučaju može se pretpostaviti da se i vreme opsluživanja ponaša po eksponencijalnoj raspodeli. Identična analiza sprovedena je i za vreme opsluživanja čime je potvrđena hipoteza o pretpostavljenoj raspodeli pri čemu je dobijeno matematičko očekivanje vremena trajanja obrade teretnih vozova od 40,2 minuta.

4.3. Sistem masovnog opsluživanja: Puasonov ulazni tok – eksponencijalno vreme opsluživanja

Sistem masovnog opsluživanja sa čekanjem čije su osnovne karakteristike sledeće [8]:

- sistem opsluživanja ima n kanala opsluživanja i m mesta u redu;
- ulazni tok klijenata jeste prost tok tj. Puasonov sa intenzitetom λ;
- vreme opsluživanja ima eksponencijalnu raspodelu sa intenzitetom μ.

Ovaj sistem često se naziva klasičnim sistemom masovnog opsluživanja i može se označiti Kendalovim oznakama [8]:

$$M(\lambda) / M(\mu) / n / m \tag{14}$$

gde se veličine λ, μ, n, m nazivaju parametrima sistema opsluživanja.

U stanici Šid na prijemnim kolosecima radi ($n = 1$) jedna partija radnika na obavljanju obrade vozova. Prosečan intenzitet dolaska vozova na preradu iznosi $\lambda = 1{,}4$ *vozova/h*. Sprovedena statistička analiza pokazuje da se raspodela dolaska vozova ponaša po zakonu Puasona. Vreme obrade vozova jeste slučajna veličina, koja u proseku iznosi $t = 0{,}67$ *h*. Broj koloseka namenjen za čekanje vozova na obradu je 3 koloseka ($m = 3$).

Dobijamo sledeći sistem masovnog opsluživanja: *M(1,4) / M(1,5) /1 / 3*.

Verovatnoće stanja sistema iznose: $p_0 = 0{,}23$; $p_1 = 0{,}211$; $p_2 = 0{,}197$; $p_3 = 0{,}184$; $p_4 = 0{,}172$.

Verovatnoća da je sistem potpuno zauzet jednaka je verovatnoći da su svi kanali zauzeti:

$$p_{pz} = p_0 \frac{1-\alpha^{m+1}}{1-\alpha} = 0{,}3\frac{1-0{,}93^4}{1-0{,}93} = 0{,}821 \tag{15}$$

što znači da je partija zauzeta obradom vozova 82,1%.

Verovatnoća da se u sistemu nalazi *n* klijenata, tj. svi su kanali zauzeti, a da *r* klijenata čeka u redu:

$$p_{1+1} = \frac{\alpha^r \frac{\psi^n}{n!}}{\sum_{k=0}^{n} \frac{\psi^k}{k!} + \frac{\psi^n}{n!}\alpha\frac{1-\alpha^m}{1-\alpha}} = \frac{0{,}93^1 \frac{0{,}93^1}{1}}{1+\frac{0{,}93^1}{1}+\frac{0{,}93^1}{1}0{,}93\frac{1-0{,}93^3}{1-0{,}93}} = 0{,}197 \tag{16}$$

Verovatnoća opsluživanja klijenata:

$$p_{ops} = \sum_{k=0}^{n+m-1} p_k = 1 - p_{n+m} = 1 - \alpha^m p_n = 1 - 0{,}93^3 p_0 = 0{,}815 \tag{17}$$

Srednji broj zauzetih kanala:

$$\overline{n_z} = \sum_{k=0}^{n} k p_k + n\sum_{r=1}^{m} p_{n+r} = \psi\left(1-\alpha^m p_n\right) = \\ = 0{,}93\cdot\left(1-0{,}804\cdot 0{,}23\right) = 0{,}763 \quad (18)$$

Srednji broj kljijenata koji se nalaze u redu:

$$\overline{k_r} = p_n \alpha \frac{1-\alpha^m\left[m(1-\alpha)+1\right]}{(1-\alpha)^2} = \\ 0{,}23\cdot 0{,}93\frac{1-0{,}93^3\left[3\cdot(1-0{,}93)+1\right]}{(1-0{,}93)^2} = 1{,}369 \quad (19)$$

Srednje vreme koje klijent provede u redu čekajući na opsluživanje:

$$\overline{t_r} = \frac{\overline{k_r}}{\lambda} = \frac{1{,}369}{1{,}4} = 0{,}978\ h \quad (20)$$

Srednje vreme koje klijent provede u sistemu:

$$\bar{t} = \frac{\overline{k_r} + \overline{n_z}}{\lambda} = \frac{1{,}369 + 0{,}763}{1{,}4} = 1{,}523\ h \quad (21)$$

Da bi se smanjio broj vozova koji čekaju na obradu, a time i ukupno zadržavanje vozova u sistemu, što će doprineti smanjenju kolskih časova zadržavanja kola u stanici, neophodno je povećati broj partija na obradi. Povećanje broja partija znači istovremeno i poskupljenje njihove obrade. Šta je u ovom slučaju optimalno? Da bismo to utvrdili, proračunaćemo pokazatelje sistema, za nepromenjene polazne uslove ($\lambda = 1{,}4$ *vozova/h* i $t = 0{,}67\ h$), sem za $n = 1$, za $n = 2$ i $n = 3$, kao i troškova usled zadržavanja kola u sistemu i uvođenja partija radnika. Pri tome, treba imati u vidu da cena RIV najamnine po satu iznosi 0,89 eura. Takođe, za ovu analizu bile su potrebne i bruto plate radnika koje u proseku iznose 44.200,00 rsd za jednu partiju. Optimalan broj partija radnika utvrdićemo minimizirajući funkciju cilja, odnosno:

$$E = E_{zk} + E_{pr} \rightarrow \min \quad (22)$$

$$E = \lambda\left(24 - \sum t_g\right)\overline{m_k} c_{kc} + 24 n c_{pr} \rightarrow \min \quad (23)$$

gde je:

E – ukupni troškovi usled zadržavanja kola u sistemu i rada partija radnika na obradi vozova;

E_{zk} – troškovi usled zadržavanja kola u sistemu;

E_{pr} – troškovi rada partije radnika na obradi vozova;

m_k – prosečan broj kola u vozu;

$\sum t_g$ – vreme kada se ne mogu primati vozovi na preradu zbog propuštanja drugih vozova ili održavanja koloseka i kontaktne mreže, za ovaj primer $\sum t_g$ = 4 h.

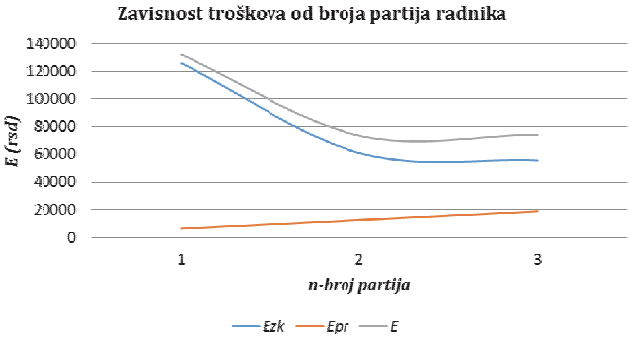
Rezultati proračuna prikazani su u tabeli 4.1.

Tabela 4.1. Proračuni za broj partija radnika i cene rada na sat

Karakteristike sistema	Broj partija radnika (n)		
	1	2	3
p_0	0,230	0,370	0,390
p_{pz}	0,821	0,197	0,559
p_{ops}	0,815	0,960	0,029
$\overline{n_z}$	0,763	0,586	0,920
$\overline{k_r}$	1,369	0,445	0,023
$\overline{t_r}$ *(h)*	0,978	0,318	0,016
$\bar{t}$ *(h)*	1,523	0,736	0,670
E_{zk} *(rsd)*	126.059	61.039	55.566
E_{pr} *(rsd)*	6.240	12.480	18.720
E *(rsd)*	132.299	73.519	74.286

Analiza proračuna pokazuje da se pri povećanju broja partija na obradi smanjuje vreme čekanja voza na obradu, tako da pri $n = 1$, $t_r = 0{,}978\ h = 58{,}68\ min$; za $n = 2$, $t_r = 0{,}318\ h = 19{,}08\ min$; za $n = 3$, $t_r = 0{,}016\ h = 9{,}6\ min$.

Funkcija cilja ima svoj minimum za $n = 2$ (slika 4.1). To znači da je najoptimalnije organizovati obradu vozova sa 2 partije radnika tj. kad je $n = 2$, odnosno dva magacionera, dvoje vozovođa i dvoje manevrista, jer se tada postižu minimalni troškovi.



Slika 4.1. Zavisnost troškova od broja partija radnika

Prilog I. Grafikon obrade tranzitnih vozova sa delimičnom preradom

Red. br.	Vrsta operacije	Trajanje operacija u minutima 0 5 10 15 20 25 30	Izvršioci
1	Dobijanje informacije o dolasku voza sa glavnog računara		unutrašnji O.V.
2	Izveštavanje TKS i komercijalne službe		unutrašnji O.V
3	Dolazak radnika na ulazni kolosek koji učestvuju u obradi voza		osoblje TK i komercijalne službe
4	Preuzimanje dokumenata	2 0-2	spoljni O.V.
5	Promena lokomotive i završnog signala	5 0-5	lokomotivsko osoblje i manevrista
6	Tehnički pregled i proba kočnica	15 5-20	pregledač kola
7	Popis, komercijalni i carinski pregled	20 0-20	vozovođa, carinski posrednik
8	Sastavljanje S-66 i predaja dokumenata mašinovođi	5 20-25	vozovođa
9	Obezbeđenje puta vožnje i otprema	5 25-30	otpravnik vozova
10	Ukupno vreme trajanja operacija	30 0-30	

Prilog II. Grafikon tehnologije obrade međunarodnih brzih vozova (smer parni)

Red br.	Tehnološka operacija	Vreme trajanja operacije u min. (0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25)	Izvršioci
1	Dobijanje informacije o dolasku voza sa glavnog računara		unutrašnji otpravnik vozova
2	Izveštavanje osoblja koje učestvuje u obradi		unutrašnji otpravnik vozova
3	Dolazak radnika na ulazni kolosek		osoblje TKP-a, manevrista
4	Izlaz i ulaz putnika i prevlačenje voza u carinsku zonu	3 (0-3)	mašinovođa, manevrista
5	Otkvačivanje i odlazak vozne lokomotive ŽS	3 (3-6)	mašinovođa, manevrista
6	Dolazak i zakvačivanje vozne lokomotive HŽ	3 (6-9)	mašinovođa, manevrista
7	Tehnički i komercijalni pregled voza, proba kočnica	13 (0-13)	radnici TKP-a i kondukteri ŽS i HŽ
8	Policijski i carinski pregled voza, blokada voza	10 (3-13)	policija i carina
9	Popis voza, ispostavljanje teretnice i S-66	10 (3-13)	železničko osoblje HŽ
10	Otprema voza	2 (13-15)	otpravnik vozova
11	Ukupno vreme trajanja operacija	15 (0-15)	

Prilog III. Grafikon tehnologije obrade međunarodnih brzih vozova (smer neparni)

Red br.	Tehnološka operacija	Vreme trajanja operacije u min. (0 5 10 15 20 25)	Izvršioci
1	Dobijanje informacije o dolasku voza sa glavnog računara		unutrašnji otpravnik vozova
2	Izveštavanje osoblja koje učestvuje u obradi		unutrašnji otpravnik vozova
3	Dolazak radnika na ulazni kolosek		osoblje TKP-a, manevrista
4	Otkvačivanje i odlazak vozne lokomotive HŽ	3 (0-3)	mašinovođa, manevrista
5	Dolazak i zakvačivanje vozne lokomotive ŽS	3 (3-6)	mašinovođa, manevrista
6	Tehnički i komercijalni pregled voza, proba kočnica	13 (0-13)	radnici TKP-a ŽS i kondukteri ŽS i HŽ
7	Policijski i carinski pregled voza, blokada voza	10 (3-13)	policija i carina
8	Popis voza, ispostavljanje teretnice i S-66	10 (3-13)	železničko osoblje ŽS
9	Izvlačenje voza iz carinske zone i ulazak/izlazak putnika	3 (10-13)	nadzor obavlja spoljašnji otpravnik vozova
10	Otprema voza	2 (13-15)	otpravnik vozova
11	Ukupno vreme trajanja operacija	15 (0-15)	

Prilog IV. Grafikon tehnologije obrade putničkih vozova u unutrašnjem saobraćaju (smer parni i neparni)

Red br.	Tehnološka operacija	Vreme trajanja operacije u min.	Izvršioci
		0 5 10 15 20 25	
1	Dobijanje informacije o dolasku voza sa glavnog računara		unutrašnji otpravnik vozova
2	Izveštavanje osoblja koje učestvuje u obradi		unutrašnji otpravnik vozova
3	Dolazak radnika na ulazni kolosek		osoblje TKP-a, manevrista
4	Izlazak/ulazak putnika	4 0-4	nadzor obavljaju kondukter
5	Okretlokomotive - promena upravljačnice	8 0-8	manevrista i mašinovođa
6	Tehnički pregled voza	8 0-8	radnici TKP-a
7	Ukupno vreme trajanja operacija	8 0-8	

Prilog V. Grafikon tehnologije obrade međunarodnih teretnih vozova mešovitog sastava koji tranzitiraju graničnu stanicu Šid (smer parni)

Red br.	Tehnološka operacija	Vreme trajanja operacije u min. (0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130)	Izvršioci
1	Dobijanje informacije o dolasku voza sa glavnog računara		otpravnik vozova
2	Pripremna operacija – izlaz na ulazni kolosek radnika koji učestvuju u obradi voza		osoblje TKP-a, manevrista
3	Preuzimanje, odnošenje i predaja propratnih isprava i dokumenata voza	2 / 0-2	vozovođa
4	Skidanje i donošenje završnog signala, otkvačivanje i odlazak vozne lokomotive ŽS	10 / 0-10	mašinovođa, manevrista
5	Tehnički pregled voza	20 / 0-20	radnici TKP-a ŽS
6	Komercijalni pregled voza i provera ili utvrđivanje njegovogsastava	20 / 0-20	vozovođa i tranziter
7	Sravnjenje dokumenata i njihova obrada	20 / 0-20	magacioner
8	Priprema dokumenata za carinu i sastavljanje K-200	20 / 10-30	magacioner
9	Predaja dokumenata carini i carinski pregled	20 / 30-50	magacioner, carinski inspektor
10	Popis voza, ispostavljanje propratnih isprava i sastavljanje Kol-65	20 / 30-50	vozovođa, magacioner
11	Dolazak i zakvačivanje vozne lokomotive HŽ	5 / 50-55	mašinovođa, manevrista
12	Potpuna proba kočnica	5 / 55-60	radnici TKP-a HŽ
13	Donošenje i stavljanje završnog signala	5 / 55-60	manevrista
14	Sravnjenje vraćenih dokumenata sa carine, predaja dokumenata i voznih isprava na voz, otprema voza	10 / 60-70	magacioner, vozovođa, otpravnik vozova
15	Ukupno vreme trajanja operacija	70 / 0-70	

Prilog VI. Grafikon tehnologije obrade međunarodnih teretnih vozova mešovitog sastava koji tranzitiraju graničnu stanicu Šid (smer neparni)

Red br.	Tehnološka operacija	Vreme trajanja operacije u min. 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140	Izvršioci
1	Dobijanje informacije o dolasku voza sa glavnog računara		telegrafista
2	Pripremna operacija – izlaz na ulazni kolosek radnika koji učestvuju u obradi voza		osoblje TKP-a, manevrista
3	Preuzimanje, odnošenje i predaja propratnih isprava i dokumenata voza	2 (0-2)	vozovođa
4	Skidanje i donošenje završnog signala, otkvačivanje i odlazak vozne lokomotive HŽ	10 (0-10)	mašinovođa, manevrista
5	Tehnički pregled voza	20 (0-20)	radnici TKP-a ŽS
6	Komercijalni pregled voza,sravnjenje dokumenata, ispostavljanje listica Kol-30	20 (0-20)	vozovođa, tranziter, magacioner
7	Obračun, fotokopiranje i lepljenje tranzitnih listica tovarnih listova	30 (10-40)	robni blagajnik, magacioner
8	Priprema dokumenata za inspekcijske i carinske preglede, rad inspekcijskih službi	30 (10-40)	magacioner , inspektor
9	Lepljenje prelaznih listica Kol-30	30 (20-50)	magacinski radnik
10	Predaja dokumenata carini i carinski pregled	30 (20-50)	magacioner, carinski radnik
11	Popis voza i ispostavljanje propratnih dokumenata	30 (20-50)	vozovođa
12	Dolazak i zakvačivanje vozne lokomotive ŽS	5 (50-55)	mašinovođa, manevrista
13	Potpuna proba kočnica	20 (55-75)	vozovođa
14	Donošenje i stavljanje završnog signala	5 (75-80)	manevrista
15	Sravnjenje vraćenih dokumenata sa carine, predaja dokumenata i voznih isprava na voz, otprema voza	10 (80-90)	magacioner, vozovođa, o.vozova
16	Ukupno vreme trajanja operacija	90	

Prilog VII. Testiranje hipoteze o slaganju date empirijske raspodele sa eksponencijalnom

Klase intervala dolaska vozova	Sredina klase $\overline{t_i}$	Frekvencija dolaska vozova f_i	t_i	$f_i t_i$	$t_i^2 f_i$	Empirijske verovatnoće dolaska vozova f_{ri}	Empirijske verovatnoće po eksponencijalnoj raspodeli p_i	Teorijske frekvencije φ_i	$f_i - \varphi_i$	$(f_i - \varphi_i)^2$	$\frac{(f_i - \varphi_i)^2}{\varphi_i}$
0-30	15	17	-2,5	-42,5	106,3	0,52	0,50	17	0	0	0
31-60	45,5	9	-1,48	-13,4	19,8	0,27	0,24	8	1	1	0,15
61-90	75,5	1	-0,48	-0,48	0,2	0,03	0,11	4	-3	9	1,91
91-120	105,5	3	0,52	1,55	0,8	0,09	0,05	2	1	1	1,10
121-150	135,5	2	1,52	0,28	4,6	0,06	0,03	1	1	1	1,03
151-180	165,5	1	2,52	2,22	6,3	0,03	0,01	1	0	0	0
		33		-52,3	138	1,00		33			4,19

Broj stepeni slobode iznosi:
$k = r - l - 1 = 6 - 1 - 1 = 4$

Za 4 stepena slobode i $\alpha = 0{,}05$ nalazimo da je $\chi^{2(4)}_{0.05} = 9{,}488$.

$\chi^2 = 4{,}19 < \chi^{2(4)}_{0,05} = 9{,}488 \Longrightarrow$ Nemamo osnova da odbacimo pretpostavljenu hipotezu da intervali dolaska vozova se ponašaju po eksponencijalnoj raspodeli.

5. ZAKLJUČAK

Kako železnička stanica Šid predstavlja važnu, može se reći vitalnu, tačku na Koridoru X, neophodno je vršiti ulaganja u cilju njene modernizacije. Pod ovim se prvenstveno podrazumeva modernizacija informacionih sistema, radi što efikasnijeg i kvalitetnijeg vršenja železničkog saobraćaja.

U novom konceptu železnice zasnovanom na povećanju obima rada i kvaliteta usluga, a posebno na izvršenju zadataka prevoza robe, informacioni sistem železnice dobija posebno veliki značaj.

U ovom radu predloženo je uvođenje modernijeg informacionog sistema, na osnovu kojeg su dobijene nove tehnologije obrade vozova, sa kraćima vremenom zadržavanja kola na izvršenju te obrade. Skraćenje vremena obrade postignuto je skraćenjem vremena popisa voza i skraćenjem vremena komercijalnog pregleda. Skraćenje vremena popisa i komercijalnog pregleda voza postiglo bi se na taj način što bi stanica Šid dobijala potrebne podatke o dolazećem vozu od poslednje (susedne) stanice. Pri preuzetim podacima stanica Šid, tj. njeni radnici koji učestvuju u obradi ne bi morali na licu mesta da vrše popis i komercijalni pregled voza, već bi samo vršili kontrolu ispravnosti dobijenih podataka. Takođe, izvršili bi blagovremenu pripremu i organizaciju rada, radi što kraćeg zadržavanja voza na obradi.

Primenom teorije sistema masovnog opsluživanja utvrđena je optimalna varijanta obrade vozova koja podrazumeva angažovanje dve partije radnika, odnosno dva magacionera, dvojice vozovođa i dvojice manevrista jer se tada postižu minimalni troškovi.

ZAHVALNICA

Rad je deo projekta koji je finansiralo Ministarstvo obrazovanja, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, broj: TR 36012.

LITERATURA

[1] JP „Železnice Srbije“: „Poslovni red stanice Šid I deo“, 2006.

[2] Infrastruktura Železnice Srbije: „Izvod iz reda vožnje 2016/17“, 2016.

[3] Stojić G., Vesković S., Čičak M., Modelling of technologies and capacities of technical freight stations, ŽELEZNICE, Vol. 59, Issue 7-8, pp. 207-2019, Beograd, 2003.

[4] Čičak, M. i Vesković, S.: „Organizacija železničkog saobraćaja“, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2005.

[5] Stojić, G.: „Optimizacija rada tehničkih teretnih stanica sa posebnim osvrtom na uvođenje novih tehnologija i modeliranje tehnoloških procesa“, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2003.

[6] Prodanović, J.: „Modeliranje tehnologije i kapaciteta železničke stanice Šid“, Diplomski rad, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2010.

[7] Čičak, M.: „Modeliranje u železničkom saobraćaju“, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2003.

[8] Vukadinović, S., Popović, J.: „Matematička statistika“, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2008.

[9] M Ivić, A Marković, S Milinković, I Belošević, M Marković, S Vesković, N Pavlović, M Kosijer: Simulation model for estimating effects of forming pick-up trains by simultaneous method, Proceedings of 7th EUROSIM Congress on Modelling and Simulation, Prague, 2010.

[10] S. Vesković, M. Čičak, S. Milinković, S. Janković: “Modelling And Optimising The Plan Of Making Up Freight Trains With Aplication”, 10th World Conference on Transport Research, WCTR 2004. Proceedings, Istanbul, Turkey, 4-8.7.2004.

[11] Vukadinović, S., Popović, J.: „Zbirka rešenih zadataka iz matematičke statistike“, Naučna knjiga, Beograd, 2008.

[12] JP „Saobraćajni pravilnik“, Zavod za novinsko – izdavačku i propagandnu delatnost JŽ, Beograd, 1997.

[13] JP „Signalni pravilnik“, Zavod za novinsko – izdavačku i propagandnu delatnost JŽ, Beograd, 1997.

STRUČNI RAD

MIROSLAV STOJČIĆ*, NENAD KECMAN**, MR ŽELJKO VALENTIĆ***, DR MILENA ILIĆ****

OBUKA I RAZVOJ ZAPOSLENIH U ŽELEZNIČKOM SEKTORU SRBIJE – TRENUTNO STANJE, BENČMARKING I NOVA REŠENJA

TRAINING AND DEVELOPMENT OF EMPLOYEES IN THE RAILWAY SECTOR OF SERBIA – CURRENT SITUATION, BENCHMARKING AND NEW SOLUTIONS

Datum prijema rada: 10.9.2018.
UDK: 656.2:658+658.8

REZIME:

Obuka i razvoj zaposlenih predstavljaju važne faze menadžmenta ljudskih resursa, kroz koje organizacije ostvaruju tripartitnu ulogu u okviru funkcije upravljanja ljudskim resursima (ostvarivanje ciljeva same organizacije i stvaranje neophodnih preduslova za realizaciji potrebnih aktivnosti uz pomoć ljudskih resursa; ostvarivanje brige o zaposlenima, kroz valorizaciju njihovog postojanja i značaja, bolju socijalizaciju i orjentaciju, unapređenje fonda znanja; ostvarivanje ciljeva društva odnosno eksternog okruženja koji od železničkog sektora učekuje kvalitetnu uslugu, uz niske cene, povećanu bezbednost i dostupnost). Posmatrajući železnički sektor Srbije, ali i jugoistočne Evrope, primećuje se napor političkih struktura i menadžmenta odnosnih preduzeća da reše nagomilane istorijske probleme u pogledu revitalizacije infrastrukture, modernizacije voznih sredstava, dugovanja, potraživanja, smanjivanja obima poslovanja i broja zaposlenih, potom nerešenih imovinskih odnosa, nedovoljnog ulaganja u obuku i razvoj zaposlenih. Rad razmatra različite modele organizovanja funkcije obuke i razvoja, i daje preporuku optimalnog modela, uvažavajući teorijske osnove, praksu drugih organizacija i promišljanja autora, na bazi višedecenijske akumulacije znanja i iskustva iz ove oblasti.
Ključne reči: menadžment ljudskih resursa, obuka, razvoj, železnički sektor

SUMMARY:

Employee training and development are important stages of human resource management, through which organizations performs a tripartite role within the human resource management function (achieving the goals of the organization itself and creating the necessary preconditions for the implementation of the necessary activities with the help of human resources; realizing the care of employees through the valorisation of their existence and importance, better socialization and orientation, improvement of the knowledge base; achievement of the goals of society or the external environment, which expects quality service from the railway sector, at low prices, increased safety and accessibility). Observing the railway sector in Serbia and South East Europe, the efforts of the political structures and management of the involved companies are observed to solve accumulated historical problems in terms of revitalization of infrastructure, modernization of rolling stock, debt, receivables, reduction in the volume of operations and the number of employees, then unsolved property relations, insufficient investment in training and development of employees. Paper deals with the different possibilities of organizing the function of training and development, and recommends an optimal model, taking into account theoretical basics, the practice of other organizations and the authors' thoughts, based on several decades of accumulation of knowledge and experience in this field.
Key words: human resources management, training, development, railway sector

* Miroslav Stojčić, dipl. inž. saobr, Železnica Srbije, Beograd, Nemanjina 6, miroslav.stojcic@srbrail.rs
** Nenad Kecman, dipl. inž. saobr, Železnica Srbije, Beograd, Nemanjina 6, nenadkecman55@gmail.com
*** Mr Željko Valentić, dipl.politikolog, Beograd, Snežane Hrepevnik 38, željko.valentic53@gmail.com
**** Doc. dr Milena Ilić, dipl. ekon, Visoka škola strukovnih studija za informacione tehnologije, Beograd, Savski nasip 7, milena.ilic@its.edu.rs

1. UVOD

Menadžment ljudskih resursa u poslovnim organizacijama, bez obzira na delatnost kojom se bave, njihovu veličinu i organizaciju, predstavlja važan preduslov uspeha i njihovog opstanka. Neadekvatna briga o svim fazama ljudskih resursa, kao upravljačke funkcije ovih organizacija, reflektuje se negativno na rezultate poslovanja, zadovoljstvo zaposlenih, zadovoljstvo stejkholdera, izostanak rasta i razvoja.

Važan segment menadžmenta ljudskih resursa, kao upravljačke odnosno poslovne funkcije, odnosi se na obuku i razvoj zaposlenih. Različiti modeli organizovanja poslova obuke i razvoja zaposlenih kao i njihovog sprovođenja postoje u poslovnim organizacijama, na osnovu kojih se ostvaruje saradnja sa institucijama formalnog ineformalnog obrazovanja, različitim privrednim subjektima i eminentnim stručnjacima.

Železnički sektor Srbije takođe može da razmotri različite modele organizovanja obuka, kao i razvoja zaposlenih, preispita efikasnost postojećih i potencijalno odabere neki najefikasniji odnosno kombinaciju različitih elemenata i njihovu optimizaciju. Cilj jačanja kapaciteta i fonda vrednosti zaposlenih kao važnog resursa železničkog sektora neophodan je usled narasle konkurencije drugih vidova robnog i putničkog saobraćaja i potencijalno gubljenja liderskih položaja (kao što je to slučaj sa Evropskom unijom). Različite teorije, odnosno rezultati istraživanja aktuelnih studija u oblasti menadžmenta u železničkom sektoru, ukazuju na vezu između motivacije i obuke, kao i na vezu obuke i drugih varijabli.

2. MENADŽMENT LJUDSKIH RESURA KAO UPRAVLJAČKA FUNKCIJA

Menadžment ljudskih resursa sveobuhvatan je i koherentan pristup zapošljavanju i razvoju ljudi. Menadžment ljudskih resursa može biti smatran filozofijom o tome kako se upravlja ljudskim resurima, što je zasnovano na mnogim teorijama u vezi sa ponašanjem ljudi i na teorijama organizacije. Menadžment ljudskih resursa brine o doprinosu ljudi, koji utiče na poboljšanje efikasnosti same organizacije, ali i etičkom dimenzijom – kako se ophoditi prema ljudima u skladu sa skupom moralnih vrednosti.

Menadžment ljudskih resursa uključuje primenu politika i praksi u oblasti dizajna i razvoja organizacije, resursa zaposlenih, učenja i razvoja zaposlenih, performansi i nagrade i pružanje usluga koje povećavaju dobrobit zaposlenih. Ove politike i prakse zasnivaju se na strategijama ljudskih resursa, koje su integrisane jedna s drugom i usklađene sa poslovnom strategijom. Neki teoretičari organizacije protive se upotrebi termina „ljudski resursi" jer smatraju da podrazumeva da se ljudima može manipulisati kao i drugim faktorima proizvodnje, ali menadžment ljudskih resursa odnosno Human Resource Management najčešće je korišćen izraz za ovu naučnu disciplinu (i upravljačku funkciju) u savremenoj naučnoj teoriji. (Armstrong, Taylor, 2014)

3. ŽELEZNIČKI SEKTOR SRBIJE, TRENUTNO STANJE

Zbog usklađivanja sa zahtevima EU, zemlje iz okruženja i Republika Srbija prolaze kroz reforme u svim segmentima saobraćaja, počev od poboljšanja stanja infrastrukture i prevoznih kapaciteta do organizacionog, zakonskog i institucionalnog okvira. (Mitrović, 2009)

Cilj reforme železnice je unapređenje železničkog sektora u Srbiji u pogledu organizacionog, institucionalnog iinfrastrukturnog napretka. Opšti cilj reforme jeste da se pojedinačni ciljevi realizuju formiranjem održivih tržišno orijentisanih železničkih društava. 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, predviđena su četiri zasebna društva: nekadašnje vertikalno integrisano železničko društvo u državnom vlasništvu, Železnice Srbije ad, i tri nova železnička društva, Infrastruktura železnice Srbije a.d., Srbija Kargo a.d. i Srbija Voz a.d., nastala izdvajanjem delatnosti uz osnivanje novih društava (korporativno izdvajanje), u kojima je jedini akcionar Republika Srbija.

Vlada Republike Srbije, koja zahteva komercijalnu efikasnost u železničkom sektoru, sprovela je značajnu transformaciju železničkog sektora u cilju potpunog razdvajanja delatnosti upravljanja železničkom infrastrukturom i železničkog prevoza putnika i robe. Transformacija se obavlja u kontekstu nacionalnog železničkog sektora u celini i, shodno tome, zahtevaju se i poboljšanja radnog i finansijskog učinka kroz institucionalno i korporativno unapređivanje.

Takođe, nakon značajnog reformski orijentisanog obima rada finansiranog od strane Međunarodnih finansijskih institucija (MFI) u železničkom sektoru u Srbiji od 2002. godine, Vlada Republike Srbije fokusirana je na ostvarivanje „najbolje vrednosti za novac" od svojih investicija u železnički sistem kroz obezbeđivanje godišnjeg finansiranja za različita železnička društva.

U istraživanju koje su spoveliprofesori Saobraćajnog fakuteta Univerziteta u Beogradu (Kapetanović, Milenković, Bojović, i Avramović 2017) sprovedena je ocena efikasnosti evropskih železničkih kompanija primenom dvostepene analize. Cilj ovog rada je ocena efikasnosti železničkih kompanija iz većeg dela Evrope, tačnije 34 evropske železničke kompanije (uključujući i Republiku Srbiju), tokom perioda 2004–2013. godine, odnosno uticaj različitih egzogenih faktora na nivo efikasnosti. Između ostalog, kao ulazna promenljivakorišćen je i broj zaposlenih. Rezultati istraživanja ukazali su na to da su železničke kompanije orijentisane ili na putnički ili teretni prevoz, uz samo nekoliko kompanija sa visokim performansama u oba vida prevoza. Kompanije iz Zapadne Evrope pokazale su bolje performanse od kompanija iz Centralne i Istočne Evrope kada je reč o putničkom i ukupnom saobraćaju, dok su rezultati suprotni kada se posmatra samo teretni prevoz. Osim u slučaju nekoliko kompanija, nisu uočeni jasni trendovi poput konstantnog poboljšanja ili smanjenja nivoa efikasnosti. Takođe,identifikovan je visok uticaj izbora ulazno-izlaznih faktora. Železnice Srbije, u posmatranom periodu, pokazale su prosečan nivo performansi: preko 50% u pogledu ukupne transportne efikasnosti.

Ono što trenutno karakteriše stanje Železnica Srbije ad jeste neadekvatan nivo ekspertskih znanja i veština, stoga što u dužem periodu u kompaniji nije valorizovan i stimulisan stručni rad na odgovarajući način, takođe postoji i nedovoljan nivo menadžerskog znanja, dok česte promene menadžmenta onemogućuju strategijski pristup upravljanju kompanijom. Takođe, trenutno stanje dodatno opterećuje nepostojanje razvijenih instrumenata rukovođenja, nedovoljno razvijeno projektno upravljanje, nepostojanje jedinstvenog informacionog sistema kao podrške u procesu odlučivanja i činjenica da ne postoji implementacija QMS i IMS. (Kecman, Đorđević 2017)

U pogledu broja zaposlenih i restrukturiranja radne snage, broj zaposlenih u železničkom sektoru u Srbiji smanjen je sa 45.000 u 1991. godini, na 33.000 u 2001. godini, potom na 16.900 sredinom 2015. godine. Na kraju 2018. godine u sva četiri preduzeća radilo je 11.500 radnika, a početkom 2019. godine broj zaposlenih smanjen je za dodatnih 1240 radnika (tabela 1). Tekuća reforma železnice sprovodi se u svetlu značajnog finansiranja i poteškoća u pogledu učinka.

Tabela br. 1. Smanjenje broja zaposlenih[1]

Godina	Broj zaposlenih
1991.	45.000
2001.	33.000
2015.	16.900
2018.	11.500
Početak 2019.	10.260

4. LJUDSKI RESURSI ŽELEZNIČKOG SEKTORA SRBIJE

U pogledu adekvatnog upravljanja ljudskim resursima neophodno je sprovesti pre svega novu sistematizaciju poslova kroz detaljnu reviziju postojeće organizacije i sistematizacije, anketiranje zaposlenih i analizu postojećih dokumenata, kao i sagledavanja budućih potreba.

Revizija postojeće organizacije i sistematizacije polazna je osnova, kako bi se odgovorilo zahtevima poverenih zadataka dok buduća organizacija i sistematizacija moraju da obuhvate i predstavljjaju

[1] Izvor: „Železnice Srbije" ad Beograd

realne potrebe preduzeća železničkog sektora, te da budu upotpunjene planom kadrova.

Nivoi planiranja kadrovske strukture u novoformiranim preduzećima obuhvataju iniciranje postupka za izradu plana kadrova; donošenje odluke o početku izrade plana; analizu sadašnjeg stanja ljudskih resursa; analizu stejkholdera; postavljanje ciljeva planiranja; analizu mogućnosti budućeg razvoja i donošenje plana kadrova za srednjoročni period.

Da bi se izradio plan kadrova neophodno je izvšiti analizu kadrova koji ostaju nakon zaršetka procesa smanjivanja broja zaposlenih i sprovesti nove analize i opise radnih mesta. Prilikom izrade analiza i opisa radnih mesta u obzir se mora uzeti kompleksnost radnih procesa, komplementarnost radnih zadataka, obim posla, potrebna kvalifikaciona struktura i broj izvršilaca. Takođe, neophodno je kroz spregu opisa posla, ocenjivanja performansi i obuke zaposlenih uočiti potrebu za obukama kroz potpun izostanak performansi ili niže performanse.

Takođe nephodno je, shodno projektovanom obimu radnih zadataka, predvideti potreban broj izvršilaca za konkretna radna mesta, uzimajući u obzir potrebne veštine, sposobnosti, odnosno kompetencije i dostupnu informacionu podršku, odnosno podršku tehnologije.

Krajnji ishod ovih procesa jeste precizno definisan broj radnih mesta, opisi i specifikacije, izrada potrebnih programa obuke zaposlenih, ali određivanje kompetentnosti postojećih zaposlenih i potencijalnih novozaposlenih.

Kompetentna osoba je ona koja ima adekvatno obrazovanje odnosno kvalifikaciju, ali i potrebno radno iskustvo za određenu vrstu posla. Ostale kombinacije (kvalifikovana, a neiskusna odnosno nekvalifikovana i neiskusna) smatraju se nekompetentnim. Upravo kombinacija formalnog obrazovanja i radnog iskustva može da bude osnov za određivanje kompetentnosti zaposlenih u železničkom sektoru. (Lazić, 2017)

Rukovodeći se iskustvom već sprovedenih reformi optimizacije radne snage, iz prethodnog perioda, kao i ciljevima Okvirnog ugovora za tehničku podršku Ministarstvu građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture i Železnicama Srbije ad u pripremi plana za korporativno i finansijsko restrukturiranje Železnice Srbije gde je predviđeno smanjenje troškova i povećanje produktivnosti novoformiranih društava, potrebno je dodatno smanjivanje broja zaposlenih. Usled smanjivanja broja zaposlenih, doći će do prelivanja radnih zadataka i opisa poslova, zaposlenih koji napuštaju organizaciju na zaposlene koji ostaju u društvima. Stoga, neophodno je da se izvrši planska obuka zaposlenih za nove poslove, poveća njihova produktivnost, smanji otpor prema promenama kroz komunikaciju promena i obezbedi kontinuirana edukacija.

Prilikom analize poslova potrebno je uvažiti pravnu regulativu iinterna akta kako bi se izvršila revizija postojećih opisa i specifikacija, uz uvažavanje pravila struke, uvid u sposobnosti zaposlenih, kroz različite dostupne tehnike (intervju, posmatranje sa učestvovanjem i druge metode prikupljanja podataka). Takođe, potrebno je sprovoditi analizu performansi zaposlenih uključujući znanja i veštinekoje zaposleni poseduju, kako bi se sagledao nedostatak u fondu znanja. Analizom dobijenih podataka sagledaće se opravdanost postojećih radnih mesta, raspoređivanje zaposlenih, sposobnosti i veštine zaposlenih, potrebe za obukom i edukacijom postojećih zaposlenih, kao i potencijalne potrebe za novim kandidatima.

Takođe, važni razlozi za posebnu brigu o obuci i razvoju zaposlenih ogledaju se i u budućim izazovima koji se nalaze pred javnim sektorom u celom, železničkim sektorom posebno, potrebama za talentima u železničkom sektoru usled demografskih promena i penzionisanja, kao i menjanja profila poslova što zahteva fundamentalne promene.

5. OBUKA I RAZVOJ ZAPOSLENIH, PRIMERI DOBRE PRAKSE (DIGITALNO E-UČENJE I PLATFORME)

U poslednjih nekoliko godina, kako primećuje dr Anna Fraszczyk, sa Mahidol University, svedoci smo porasta masovnih otvorenih onlajn kurseva (engl. Massive open on line course; MOOC) kao ulazne tačke ili marketinške strategije za privlačenje potencijalnih studenata u edukativne institucije.

Nedavni, ali primetni trend odnosi se na davaoce usluga visokog obrazovanja, koji sarađuju sa organizatorima onlajn kurseva, kao što su Udemi, Coursera, EdKs i druge globalne platforme e-učenja, kako bi razvili zanimljive kurseve koji doprinose bodovima za pune kvalifikacione kurseve kao način da se dopre do globalne publike.

U skeniranju specifičnih kurseva u železničkom saobraćaju, koje nude globalne institucije, primetna je ograničena upotreba e-učenja, posebno u inženjerski fokusiranim ponudama. Dok su mnoge discipline, posebno obrazovanje i zdravstvo, uključile e-učenje u svoje metodologije učenja, globalna železnička industrija sporo se uključje u e-učenje, u odnosu na druge sektore. Neke institucije visokog obrazovanja (HEI) počele su da nude kratke kurseve na železnici putem platformi e-učenja, neke međunarodne organizacije takođe se uključuju u proces. Ali sveukupno, (r)evolucija na železnici od tradicionalnog do digitalnog učenja veoma je spora.

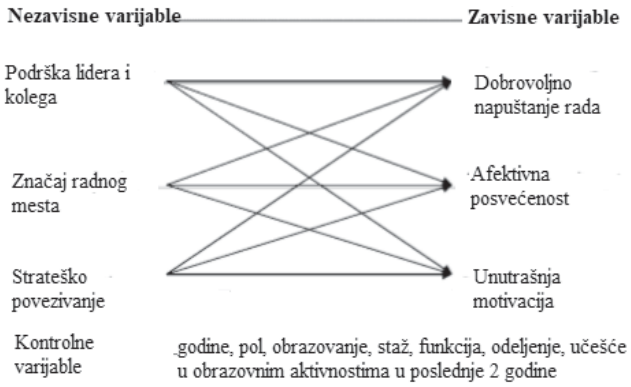
Istraživački projekat sproveden 2018.godine, od strane istraživača koji su uključeni u globalnu mrežu železničkih univerziteta (RailUniNet), podržan od strane Međunarodne železničke unije - UIC(Union internationaledeschemins de fer) „Prepreke u digitalnoj edukaciji na železnici" kojim su rukovodili dr AnnaFraszczyk, i drJanenePiip (JP Research&Consulting, 2018) imao je za cilj da istraži prepreke digitalnom učenju u železničkom saobraćaju, kako ga vide pružaoci železničkog obrazovanja i obuke i da pruži niz mogućih rešenja za njihovo prevazilaženje. Ova rešenja mogu pomoćibudućim davaocima obrazovnih usluga u pripremi digitalnog učenja u železničkom saobraćaju za klijente iz akademske zajednice i industrije. Projekat je, takođe, trebalo da predloži brojne akcije (kontrolnu listu) za donosioce odluka u transportu kada se razmatra unapređenje veština železničkog osoblja koristeći digitalne alate za učenje. (International union of Railways, 2018)

U anketnom istraživanju realizovanom 2018. godine, učestvovao je 31 ispitanik u dobi od 27 do 72 godine, koji radi u železničkim akademijama i drugim relevantnim područjima. Oni su predstavljali 15 zemalja, a većina je imala neko iskustvo u pružanju ili učestvovanju u onlajnkursevima. Istraživači su se obratili i ispitanicima sa sedištem u SAD, Austriji, Švajcarskoj, Velikoj Britaniji i Australiji za naknadne intervjue. Rezultati pokazuju da se e-učenje doživljava kao pozitivan razvoj.

Tržište onlajn učenja raste i već postoji mnogo posvećenih platformi, komercijalnih i besplatnih, koje nude onlajn sadržaje. Međutim, još uvek je vrlo malo sadržaja dostupnih onlajno železničkim temama. Međutim, postoji određeni optimizam i uverenja stručnjaka za ovu vrstu učenja, te da e (eLearning) može dramatično pomeriti tržište visokoškolskih ustanova. Utvrđena su i neka ograničenjakoja se, uglavnom, odnose na tri pitanja: vreme, obuku i podršku potrebnu za postizanje dobrog nivoa kompetentnosti na digitalnim platformama i alatima od strane nastavnika. Pružaoci usluga visokog obrazovanja i stručnog osposobljavanja pripremaju diplomate za karijeru u železničkoj industriji koja ćeda bude pod velikim uticajem digitalizacije i veštačke inteligencije. Takođe, mnogi kursevi i načini njihove realizacije postaće u skoroj budućnosti zastareli jer učenici traže fleksibilnije i pristupačnije načine isporuke znanja. Iznenađujuće je da se železnički kursevi uglavnom realizuju u formi „licem u lice" samo u kampusima. Predmetno istraživanje pokazalo jeda postoji ograničenje u pogledu inovacija u metodologijama učenja na železničkim kursevima, koji su identifikovani u istraživanju. Takođe, istraživanje je otkrilo da kada ne postoji strategija e-učenja, zaposleni u obrazovnim organizacijama nerado inoviraju metodologiju učenja. Važan zaključak predmetne studije ukazuje na to da su ispitanici smatrali da bi zajednički rad pružalaca obrazovnih sadržaja i industrije mogao razviti rešenja koja će imati toškovne i edukativne koristi za obe strane. Na primer, saradnja između davalaca usluga obrazovanja i kompanija u pogledu sadržaja i metodologije učenja.

Tokom proleća 2005. godine sprovedeno je istraživanje u norveškoj železnici radi merenja mogućih korelacija između kurseva i obrazovnih aktivnosti i afektivne posvećenosti, dobrovoljnog prometa, percipirane unutrašnje motivacije i napora na poslu. Cilj ovog istraživanja bio je da se ispitaju moguće veze između kurseva i obrazovnih aktivnosti i afektivne posvećenosti, dobrovoljnog kretanja, percipirane unutrašnje motivacije i radnog napora. Kursevi i obrazovne aktivnosti podeljeni su na strateško ukorenjivanje, podršku od strane lidera i

kolega na poslu i relevantnost za konkretnu radnu situaciju. To je dalo 12 hipoteza. Pošto su faktorske analize otkrile da se radni napor faktora mora da izostavi u daljoj analizi zbog niske validnosti, samo su sledećih 9 hipoteza dalje analizirane (slika 1).



Slika 1. Promenljive istraživanja[2]

Analiza korelacija pokazala je značajne korelacije između svih nezavisnih i preostalih zavisnih varijabli i između ovih i kontrolnih promenljivih.

Ograničenja u istraživanju značaja obuke i razvoja zaposlenih i veze sa drugim varijablama, odnose se na segment postojećih teorija motivacije. Prema motivacionoj teoriji „Teorije optimalnog nivoa", postoji unutrašnji nagon kod ljudi koji su suštinski motivisani da traže optimalni nivo stimulacije (Ford, 1992). Iz te perspektive, teorija da kursevi i obrazovne aktivnosti dovode do unutrašnje motivacije može se opovrgnuti: zaposleni koji su intrinzično motivisani, tražiće kurseve i obrazovne aktivnosti kao rezultat svoje prirodne, unutrašnje motivacije, koja je takođe posledica njihove prirodne motivacije, odnosno tražiće optimalnu stimulaciju. Huselid (1995) postavlja pitanje da li se efikasnost ostvaruje kroz aktivnosti u oblasti ljudskih resursa, ili zaposleni koji su već efikasni, koriste kurseve i obrazovne aktivnosti. Sa druge strane, jasnija veza između kurseva i obrazovnih aktivnosti i strategija i glavnih ciljeva organizacije može dovesti do povećane motivacije za učenjem i dati zaposlenima iskustvo smislenog učenja.

Uspostavljanje strategije kompetencija takođe može da bude dobar način za železničke kompanije da povećaju motivaciju među zaposlenima i ojačaju afektivnu posvećenost. (Willson i drugi, 2007)

Pružanje usluga železničkog prevoza, ili usluga upravljanja ovim preduzećima, specifična je aktivnost koja zahteva posebna znanja i veštine, što zahteva međusobnu zavisnost između zaposlenih i kompanija. Takođe, usled velike prostorne distribucije i činjenice da se usluge pružaju u globalnom kontinentalnom području neophodno je obuhvatiti veliki broj zaposlenih. (Dolinayova, 2018)

Organizovanje poslova obuke može da se sprovedena bazi više razlčitih modela kao što je funkcionalni model, model korporativnog univerziteta ili model virtuelne trening organizacije. (Bogićević Milikić, 2015)

Funkcionalni model (fakultetski) podrazumeva da je sektor obuke organizovan kao fakultet sa grupisanjem poslova prema specifičnim oblastima obuke. Model korporativnog univerziteta podrazumeva da pored zaposlenih i menadžera potencijalni korisnici korporativnih univerziteta ili učesnici u edukacijama su stejkolderi van organizacije: srednje škole, visoke škole, fakulteti. Praksa organizovanja sopstvenih škola ili univerziteta pokazala se kao dobra jer se pokazalo da škole pozitivno utiču na poboljašnje performansi organizacije. (Bogićević Milikić, 2015) Primeri korporativnih univerziteta su univerziteti kompanija Walt Disney, Boeing, Motorola i Apple.

Model virtuelne trening organizacije (VTO) razvijen je i pokazao se kao jako efikasan jer je empirija dokazala da je najefikasniji način učenja na radnom mestu, a ne u učionici. Podrazumeva dobar odnos zaposlenih i njihovih neposrednih rukovodilaca. Danas se sve više učenja organizuje prema ovom modelu ili prema modelu korporativnog univerziteta. Simulatori letenja jedan su od prvih primera virtuelnog treninga. Danas su u svetu u železničkim preduzećima aktuelne obuke mašinovođa na multifunkcionalnim simulatorima vožnje (Rail way technology), kao i provera sposobnosti mašinovođa na specijalno dizajniranim konzolama (Schuhfried)

Savremeni trendovi u promociji učenja u organizacijama predstavlja koncept učeće organizacije i koncept upravljanja znanjem. Učeću organizaciju karakteriše kontinuirano učenje, generisanje i

[2] Izvor: Wilson J, Norris B, Clarke T, Mills A, (2007). People and Rail Systems Human Factors at the Heart of the Railway, CRC Press. str. 575–581

razmena znanja, sistemsko kritičko mišljenje, kultura učenja, ohrabrivanje fleksibilnosti i eksperimentisanja, vrednovanje zaposlenih. (Bogićević Milikić, 2006).

Slika 2. Konzola za simulaciju vožnje voza[3]

Upravljanje znanjem odnosi se na proces unapređenja organizacionih performansi kroz kreiranje i primenu procesa, sistema, strukture i kulture koji podržavaju kreiranje, razmenu i upotrebu znanja.

Evaluacija kvaliteta obuke zaposlenih predstavlja proces u kojem se prikupljaju podaci potrebni da se ustanovi efikasnost obuke, – korist za kompaniju i učesnike. Važno je da su rezultati, obuke merljivi, pogotovo što neke organizacije mnogo uložu u obuku. U procesu evaluacije neophodno je videti prednosti i nedostatke obuke, proceniti uticaj sadržaja obuke i efekata na radna mesta, kao i benefite obuka. (Ilić, 2008)

Važno je dobiti fidbek od učesnika različitih obuka, kako bi proces obuke mogao dodatno da se unapredi. Naravno, važno je da se utvrdi i postojanje promena u veštinama zaposlenih i efekat na ostvarenje ciljeva preduzeća i druge merljive efekte. (Ilić, 2018)

6. MOGUĆI PRAVCI ORGANIZOVANJA OBUKE I RAZVOJALJUDSKIH RESURSA SRPSKIH ŽELEZNICA

Železnice Srbije ad, kroz stratešku alijansu SEESARI (Strategic Alianse for Rail Innovation) planiraju osnivanje regionalnog edukativnog centra (REC). Projekat podrazumeva osnivanje REC-a za obuku i razvoj zaposlenih u železničkom sektoru koji bi pomogao poslovanje železničkih preduzeća u pogledu efikasnog upravljanja ljudskim resursima, odnosno njihovom obukom i razvojem. Akcenat se stavlja na razvoj kompetencija zaposlenih. Projekat bi obuhvatio preduzeća železničkog sektora zemalja regiona jugoistočne Evrope, a sedište bi mu bilo u Srbiji. Za potrebe regionalnog edukativnog centra SEESARI, bilo bi neophodno izgraditi zgradu koja bi tehnički i organizaciono mogla da zadovolji potrebe za obukom i razvojem zaposlenih, pre svega menadžera, eksperata, kao i pojedinih zanimanja operativnog osoblja pogodnog za edukaciju u Centru i „online learning" obuku železničkih preduzeća, koja su članovi Seesari strateške alijanse.

Nosioci procesa upravljanja ljudskim resursima u preduzećima železničkog sektora regiona, moraju da budu upoznati sa optimalnim modelom menadžmenta ljudskih resursa, nakon postupka optimizacije odnosno smanjivanja broja zaposlenih. Ovim ljudskim resursima mora da se na adekvatan način upravlja, kako bi se smanjio otpor, strah, apsentizam, a povećala produktivnost koja je neophodna kako bi zaposleni mogli da obavljaju sopstvene poslove i nove koji će se preliti na njih. Da bi se realizovale faze upravljanja ljudskim resursima i na adekvatan način pre svega pristupilo menadžmentu ljudskih resursa kao upravljačkoj funkciji, neophodno je obučiti i licencirati nosioce procesa upravljanja ljudskim resursima u organizacijama železničkog sektora kako bi iskoristili postojeće modele i ekspertizu teorije menadžmenta ljudskih resursa i prakse.

Takođe, nakon regrutovanja i selekcije novozaposlenih, u fazama socijalizacije i orijentacije, potrebne obuke neophodne za uspešno uvođenje u posao novozaposlenih, deo su programa obuke koje će u svojoj ponudi imati ovaj edukativni centar.

Kod menadžera neophodno je razviti tzv.okvir kompetencija (veštine, intelektualni kapacitet, interpersonalne veštine, timske veštine i agent promena).

Pored toga što je neophodno sprovoditi obuke zaposlenih u vezi sa poslovima koje će obavljati u budućnosti, neophodno je obučiti i ključne korisnike specifičnim fazama menadžmenta ljudskih resursa.

[3] Izvor: Sydac konzola za simulaciju vožnje voza Izvor: http://www.sydac.com/en/products/simulator_variants _1/driver_console_simulators/driver_console_simulators.jsp (datum pristupa 01.12.2018. godine)

Planira se formalno i neformalno obrazovanje ključnih korisnika koji bi dalje sprovodili obuke i studijske posete radi sticanja empirijskog iskustva.

REC bi kroz saradnju sa institucijama neformalnog i formalnog obrazovanja (univerziteti, fakulteti, visoke škole), profesorima i stručnjacima iz relevantnih oblasti (saobraćaj, mašinstvo, elektrotehnika, ekonomija, menadžment i organizacija, marketing, pravo, informacione tehnologije), organizovao različite platforme za učenje – standardne, kao i distance learning, shodno potrebama članica SEESARI alijanse.

U cilju realizacije sprovođenja obuke operativnog osoblja, za edukaciju i osposobljavanje pojedinih zanimanja iz ove kategorije, planira se pribavljanje neophodnih licenci za edukatore kao i za sam centar.

Za važne oblasti planiraju se i strateška partnerstva sa edukativnim institucijama (menadžment i organizacija, saobraćaj, mašinstvo, informacione tehnologije).

Osnivanjem REC-a omogućio bi se razvoj ljudskih resursa prema modelima, standardima i praksom Evropske unije, kao i razvoj kompetencija zaposlenih. Takođe, osnivanjem REC-a omogućio bi se potencijal rasta ljudskih resursa u Evropskoj uniji i implikacije politike za budući ekonomski rast, bolje međusobno poznavanje i saradnja. Takođe, važan efekat postojanja REC-a odnosi se na držanje koraka sa razvijenim evropskim železnicama u stalnom procesu učenja, doprinoseći znanju o interoperabilnosti i stvaranju jedinstvenog evropskog železničkog područja.

7. ZAKLJUČAK

Zaposleni su važan resurs, najzaslužniji za uspeh ili neuspeh organizacija čiji su deo. Specifičnosti upravljanja ljudskim resursima u železničkom sektoru Srbije proističu iz istorijskog konteksta organizovanja železničkog poslovanja na našim prostorima, sprovedenim reformama, neadekvatnosti fonda vrednosti i veština zaposlenih, prelivanja radnih zadataka nakon smanjenja obima poslovanjai drugih okolnosti.

U okviru koncepta upravljanja ljudskim resursima, kroz predefinisane faze, neophodno je da seizvši analizai dizajn posla, planiranje ljudskih resursa, regrutovanje i selekcija kadrova, obuka i razvoj zaposlenih, njihovo nagrađivanje, kao i ugovaranje, socijalizacija i orijentacija. Na bazi potrebne analize postojećeg stanja, aktuelne sistematizacije i organizacije, regulative i planskih dokumenata osnivača, neophodno je planirati buduće potrebe.

Zaposleni u železničkom sektoru Republike Srbije poseduju određene kompetencije, sposobnosti i veštine, koje se moraju dopunjavati i održavati na optimalnom nivou, kako bi se odgovorilo naraslim zahtevima tržišta.

Različiti modeli obuke i razvoja zaposlenih na raspolaganju su menadžmentu kompanija železničkog sektora. Neophodno je shodno organizacionim potrebama i taktičkim i strateškim planovima odabrati adekvatne modele, odnosno odabrati optimalnu kombinaciju različitih elemenata (oblast, tema, model, predavač, obrazovna sredstva)

Rezultati istraživanja RailUniNet (Railway University Network), svakako bi mogli da pomognu obogaćivanju teorije i prakse savremenih vidova obuke i stručnog usavršavanja na srpskim železnicama. Rezultati ovog i sličnih istraživanja mogu da budu od koristi za formiranje i rad REC-a (Regionalnog Edukativnog Centra). Regionalni edukativni centar, trebalo bi takođe da iskoristi i sve velike potencijale organizacionog dela Međunarodne železničke unije, koji se bavi razvojem stručnosti (Platforma za razvoj stručnosti) i da postane deo velike evropske i svetske mreže centara za edukaciju, usavršavanja za nova znanja, nova zanimanja i nove digitalne zahteve četvrte tehnološke i ekonomske revolucije.

LITERATURA

[1] Armstrong, M., Taylor, S. (2014). Armstrong`s Handbook of Human Resource Management Practice. London: Koganpage, str. 5

[2] Bogićević Milikić, B., (2015). Menadžment ljudskih resursa, Ekonomski fakultet Beograd, str. 171

[3] Ilić, M., (2018). Menadžment ljudskih resursa – udžbenik. Visoka škola strukovnih studija za informacione tehnologije, ITS – Beograd, str. 213

[4] Ilić, M., (2018). Menadžment ljudskih resursa –praktikum. Visoka škola strukovnih studija za informacione tehnologije, ITS – Beograd, str. 123

[5] Kecman N, Đorđević Ž,(2017). Restrukturiranje Železnica Srbije ad, Naučno stručni časopi Železnice vol.62, broj 1. str. 21–31.

[6] Wilson J, Norris B, Clarke T, Mills A, (2007). People and Rail Systems Human Factors at the Heart of the Railway, CRC Press, str. 575–581

[7] Kapetanović, M. V., Milenković, M. S., Bojović, N. J., & Avramović, Z. Ž. [2017]. Ocena efikasnosti evropskih železničkih kompanija – primena dvostepene analize. Tehnika, 72(3), 403–410.

[8] Lazić, Ž. (2017). Predlog metodologije za izračuavanje rejtinga zaposelnih u javnom sektoru Republike Srbije. Naučno-stručni časopis Železnice vol62, broj 2, str. 115–123.

[9] Mitrović, S. [2009]. Mesto i uloga Srpskih železnica u EU i pravci njenog unapređenja. Industrija, 37(2), 141–162.

[10] Ford, M. (1992), Motivating Humans. USA. Sage Publications Inc.

[11] Huselid, Mark. (1995), TheImpactof Human Resource Management Practises on Turnover, Productivity and Corporate Financial Performance. Academy of Management Journal. 38 (3): 635–672.

[12] Dolinayova A, (2018).Optimisation of Business Processes and Services in the Rail Transport Market from Two Points of View: Economic Efficiency and Management, at: Sustainable Rail Transport Proceedings of Rail Newcastle Talks 2016. Springer International Publishing AG. p.31–45.

[13] Okvirni ugovor za „Tehničku pomoć MGSI i ŽS ad u pripremi plana korporativnog i finansijskog restrukturiranja Železnica Srbije".

[14] Stojić G., Tanackov I., Vesković S., Milinković S., Simić D. (2009) Modelling Evaluation of Railway Reform Level Using Fuzzy Logic. In: Corchado E., Yin H. (eds) Intelligent Data Engineering and Automated Learning – IDEAL 2009. IDEAL 2009. Lecture Notes in Computer Science, vol 5788. Springer, Berlin, Heidelberg

[15] S Vesković, V Raičević, G Stojić, S Milinković, A Model to EstimateThe Passenger Rail Liberalisation: The Case of Serbia. – International Journal for Traffic & Transport Engineering, pp 202–220, Belgrade, 2012, UDC: 656.2.025.2(497.11)

[16] Disney Institute https://disneyinstitute.com/ (datum pristupa 29.11.2018. godine)

[17] Boeing Institute ofInternationalBusiness, Seint Luise Universityhttps://www.slu.edu/business/centers/boeing-institute/index.php (datum pristupa 29.11.2018. godine)

[18] Motorola University http://www.intrarts.com/Motorola/ (datum pristupa 29.11.2018. godine)

[19] Apple University https://www.apple.com/us/search/university?src=globalnav (datum pristupa 29.11.2018. godine)

[20] Railway technology http://www.railway-technology.com/news/newsrheinmetall-upgrades-traffic-driving-simulator-bvg-trams-germany (datum pristupa 29.11.2018. godine)

[21] Schuhfried https://www.schuhfried.com/tests/hr/references/ (datum pristupa 29.11.2018. godine)

[22] International union of Railways http://uic.org/ (datum pristupa 29.11.2018. godine).

[23] SEESARI http://www.seesari.org/(datum pristupa 26.9.2018. godine)

[24] JP Research & Consulting http://www.jpresearch.com/ (datum pristupa 26.9.2018. godine)

STRUČNI RAD

JAKŠA POPOVIĆ*, BRANISLAV BOŠKOVIĆ**

KADA OČEKIVATI EFEKTE RESTRUKTURIRANJA ŽELEZNICA: ISKUSTVO SAD

WHEN TO EXPECT THE EFFECTS OF RAILWAYS RESTRUCTURING: EXPERIENCE OF THE U.S.

Datum prijema rada: 17.1.2018.
UDK: 656.2+658

REZIME

Proces restrukturiranja evropskih železnica, po modelu koji je označen kao „evropski ", započet je još 1991. godine. Prošlo je 25 godina, a još nije jasno postojanje efekata ovog procesa. Sličan proces restrukturiranja železnica SAD, označen kao „proces deregulacije", započet je mnogo ranije (1980), te se nameće pitanje i potreba za istraživanjem iskustava SAD u pogledu vremenske distance pojavljivanja efekata, a zatim i tumačenja očekivanih efekata kod strukturnih promena u Evropi. Implementacija jednog koncepta restrukturiranja železnice je veoma dug proces gde se na kraju postavlja pitanje koliki je zaista uticaj samog procesa restrukturiranja, a koliko ostalih faktora koji su nastajali i uticali na ceo proces tokom svih godina. U radu su diskutovana pitanja u pogledu trajanja procesa restrukturiranja, kada se mogu pojaviti njegovi efekti i stvarni uticaj sprovedenih mera na efekte u kontekstu ukupnih promena na primeru procesa deregulacije železničkog sektora SAD.
Ključne reči: deregulacija, železnice SAD, efekti, dinamika procesa

SUMMARY

The restructuring of European railways, which is being conducted according to the model marked as "European", stared as far as in the year of 1991.After 25 years into this process, the effects of are still not clearly visible. A similar process to restructuring, marked as "deregulation", started a lot earlier (1980) in the U.S., thus imposing the need to question and research the experiences from the U.S. in context of timespan in which the effects of restructuring are starting to appear, and then interpreting those experiences as when to expect the effects of structural changes in Europe. The implementation of railway restructuring concept is a very long process, which upon its' closure inevitably draws the question how much did the restructuring itself actually influence the current state in the railway industry, and how much was it up to the influence of other factors throughout the years of conducting the process. In this paper questions in the context of restructuring timespan, appearance of visible effects and relative influence of measures conducted on the effects themselves were addressed, using the example of deregulation process in the USA.
Key words: deregulation, U.S. railways, effects, process dynamics

* Jakša Popović, mast. inž. saobr, ASV export-import, Beograd, Kumodraška 380, jaksa_pop@hotmail.com
** Prof. dr Branislav Bošković, dipl. inž. saobr, Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305, b.boskovic@sf.bg.ac.rs

1. UVOD

Proces restrukturiranja evropskih železnica započet još 1991. godine(direktiva 440/91/EEZ) i danas traje bez naznaka kada će zaista i da se završi u smislu zacrtanog u ovoj direktivi. Određeni rezultati kao posledica restrukturiranja nesumnjivo su ostvareni i pored osporavanja rezultata kako od strane onih koji učestvuju u procesu tako i od strane nauke. Međutim, zbog predugog trajanja ovog procesa uvek se iznova postavljaju pitanja da li su (i u kolikoj meri) do sada ostvareni rezultati ispunili prethodno zadata očekivanja Evropske Komisije. Jasno je da napredak postoji, ali očigledno da još uvek nisu ostvareni takvi rezultati da sa sigurnošću može da se kaže da su oni u skladu sa očekivanjima Evropske komisije.

Imajući u vidu da je železnica krut sistem, koji se sporo prilagođava i svakako ne trpi nagle promene, bilo je za očekivati da se proces restrukturiranja neće odvijati ni lako ni brzo. Ovo potvrđuje sama činjenica da se proces odvija već 25 godina pri čemu mu se kraj još uvek ne nazire. Osim toga, veoma često se zadati rokovi za ostvarenje pojedinih ciljeva pomeraju jer se ubrzo u praksi pokazuje da nisu realni zbog uticaja brojnih faktora, koji nisu uzeti u obzir prilikom planiranja. Ovo nesumnjivo ukazuje na to da onaj koji zadaje ciljeve (Evropska Komisija) nema jasnu predstavu o tome kako bi proces restrukturiranja trebalo da se odvija, naročito kada je u pitanju negova vremenska dimenzija. Iako su brojna iskustva stečena, očigledno je da nisu dovoljna da daju odgovor na pitanje kada treba očekivati ostvarenje zadatih ciljeva, odnosno završetak procesa restrukturiranja.

Zbog prethodno navedenog, svremena na vreme javljaju se sumnje u ceo proces što opet ima povratni efekat. Na početku nije bilo jasnog vremenskog plana i očekivanja u tom smislu od strane EK i EU u celini. Ovde autori postavljaju pitanje, sebi i drugima, koja su iskustva drugih prilikom sprovođenja ovakvih ili sličnih procesa. Odgovor bi mogao da sepotraži na dva načina: prvi, koliko je proces restrukturiranja trajao u drugim prirodnim monopolima u Evropi (energetika, vazdušni transport, telekomunikacije ili neki drugi sektor); drugi, koliko je trajao u vanevropskim železničkim sistemima.

Autori su se u ovom radu opredelili da potraže odgovorkoji se odnosi na severrnoameričke železnice i njihov proces restrukturiranja koji je u SAD označen kao *deregulacija železnica*. Na ovo opredeljenje je uticala i činjenica da je deregulacijaželeznica u SAD, koja je slična evropskom procesu restrukturiranja,već završena. Iz primera reformi železnica u SAD mogu da se izvuku značajna iskustva, koja bi mogla da budu od pomoći prilikom predviđanja trajanja procesa restrukturiranja u Evropi, kao i prilikom predviđanja nekih budućih rezultata. Naravno, treba imati na umu da postoje brojne razlike između evropskog i američkog modela koje utiču na različitu dužinu trajanja procesa restrukturiranja. Suština analize date u ovom radu je da na iskustvu deregulacije američkih železnica damo odgovor na pitanje kada bi trebalo očekivati efekte restrukturiranja evropskih železnica isključivo u smislu samo jedne tj. vremenske dimenzije procesa.

2. SLIČNOSTI I RAZLIKE IZMEĐU AMERIČKOG I EVROPSKOG MODELA ŽELEZNICA

U kontekstu ovog rada, osnovna sličnost, a ujedno i osnovni razlog što je moguće da se napravi paralela između SAD i Evrope, jeste ta što je proces reformi železnica u oba slučaja započet zbog toga što su železnice zapale u duboku krizu, i to otprilike u istom vremenskom periodu i sa sličnim uzročnicima (pre svega razvoj konkurencije u vidu drumskog saobraćaja). Pored toga, sličan je i osnovni cilj države po pitanju reformi, koji se odnosi na to da pre svega poboljša njihovo finansijsko stanje kroz različite mehanizme podsticanja železnica ka boljem poslovanju i na to da se subvencije smanje (evropski model), odnosno ukinu (američki model). Ostale sličnosti svode se na one sličnosti koje proizilaze od karakteristika železnica kao sistema, a to se pre svega odnosi na sporost u prilagođavanja promenama.

Sa druge strane razlike su brojne. U kontekstu samih reformi, osnovna razlika je u tome što je suština američkog modela bila samo u promeni regulatornog okvira, koji je bio kočnica poslovanju železnica u SAD, dok je u Evropi izvršena vertikalna separacija tradicionalnih železničkih preduzeća na zasebne delatnosti, uz reformu pratećeg regulatornog

okvira. Ova razlika proističe iz činjenice da je u SAD, pored razvoja konkurencije i sporosti železničkog sistema da se prilagodi promenama, neadekvatan regulatorni okvir bio jedan od glavnih uzroka za loše stanje železnica.

Značajna razlika između evropskih i američkih železnica, koja ne bi smela da se zanemari,jeste u prirodi vlasništva samih železnica. Železnice u SAD u potpunosti su u privatnom vlasništvu, i to od njenog osnivanja, dok je u Evropi udeo privatnog vlasništva na železnicama u trenutku započinjanja reformi bio zanemarljiv. Razlika u vlasničkoj strukturi ima svakako značajan uticaj na vremensku dimenziju procesa reformi jer železnice koje su u privatnom vlasništvui koje posluju u tržišnim uslovima imaju daleko manje vremena i prostora za izbegavanje sprovođenja reformi od onih koje su još uvek u državnom vlasništvu. Takođe, nije bez značaja ni to što privatne železnice u SAD izgradnju i održavanje infrastrukture finansiraju od sopstvenih sredstava, za razliku od evropskih železnica koje to čine o trošku države.

Što se tiče uslova na tržištu, i tu postoji razlika, koja prolaskom vremena postaje sve manja, ali je i dalje značajna u ovom trenutku. Naime, od samog početka železnice u SAD posluju u uslovima liberalnog i otvorenog tržišta, što je model kojem se teži u Evropi, ali čiji razvoj traje izuzetno sporo, i možda predstavlja cilj koji je najteže ostvariv od svih postavljenih ciljeva.

Na kraju, izuzetno značajna razlika između dva modela je što je u SAD reforma sprovedena samo na železnicama u teretnom saobraćaju, dok u Evropi zahvata i putnički i teretni saobraćaj. Svakako još jedna razlika koja ima uticaja na odvijanje procesa reformi je ta da se teretni saobraćaj lakše prilagođava tržišnim uslovima imože da posluje bez subvencionisanja za razliku od putničkog saobraćaja

3. ŽELEZNICE SAD PRE PROMENA

3.1. Stara regulativa i njene odredbe

Regulativa koja je jedan od uzroka lošeg stanja železnica u SAD bila je na snazi skoro čitavih devedeset godina. Usvojena je još davne 1887. godine, kada je situacija na tržištu bila znatno drugačija u odnosu na onu koja vlada danas. Železnice u to vreme nisu imale konkurenciju drumskog prevoza i predstavljale su jedinu alternativu kada je kopneni prevoz u pitanju, tako da je regulativa uvedena sa namerom da spreči zloupotrebu monopolističkog položaja od strane železnica. Da bi tako nešto sprečila, država je pod kontrolu regulatornog tela stavila sledeće stavke (TRB Special Report 318, 2015):

- minimalne i maksimalne tarife železničkih prevoznika;
- odobrenja za ulazak i izlazak sa tržišta;
- proširenje mreže pruga;
- nivo usluga koje železnička preduzeća smeju da pruže;
- tehničke i tehnološke inovacije.

Navedene oblasti kontrole očigledno su predstavljaleznačajna ograničenja u poslovanju železnica, koja su od trenutka pojave konkurencije u kopnenom transportu postale kamen oko vrata. Naročito su to bile odredbe u vezi sa tarifama i odobrenjima za ulazak i izlazak sa tržišta, koje su u kombinaciji sa drugim faktorima postepeno dovele železnice do ruba propasti.

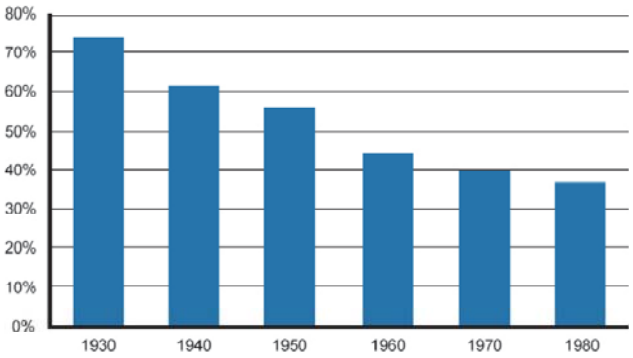
3.2. Stanje železnica pred promenu regulative

Slično kao što se to dogodilo u Evropi, i u SAD železnice tokom šezdesetih godina prošlog veka jasno gube korak u odnosu na drumski prevoz koji postaje dominantan na tržištu. Već u to vreme bilo jeočigledno da su železnice u krizi, koja je kulminirala tokom sedamdesetih godina prošlog veka, jer je veliki broj železničkih preduzeća u SAD bankrotirao ili bio na ivici bankrota (Cramer, 2014).

Od preko hiljadu aktivnih preduzeća u 1917. godini spao je na oko pet stotina u 1975. godini. Udeo železnica (u tonskim miljama) bio je rekordno nizak i iznosio je svega oko 38% u 1980. godini, što je osetan pad u odnosu na 56% u 1950, a naročito u odnosu na 1929. godinu kada je iznosio oko 75% (slika 1). Da stvar po železnice bude gora, u tih 38% uglavnom je spadala roba niske vrednosti kao što su ugalj, neobrađeno drvo i žitarice. hrana, automobili i određeni poluproizvodi su prevoženi drumskim prevozom, što je dodatno ugrozilo finansijski položaj železnica (Cramer, 2014).

Pored svega, ne treba zanemariti ni činjenicu da je usled lošeg finansijskog stanja i održavanje infrastrukture bilo sve više zanemarivano što je povratno

uticalo na konkurentnost te je železnicu sve više bio glas nepouzdanog prevoznika ivremenom počela je da gubi i tradicionalne korisnike prevoza, kao što je energetski sektor. Država je jednostavno bila prinuđena da reaguje. Prvu značajnija izmena regulative izvršena je1976. godine. Ključna izmena bila jeodluka o finansijskoj pomoći železnicama kroz pozajmice – prividno subvencionisanje (Cramer, 2014).



Slika 1. Ukupan udeo železnica u tonskim miljama pred deregulaciju (AAR, 2012)

Međutim, ovo je bila privremena mera i rešenje koje nije bilo dovoljno da bi se železničke kompanije SAD izbavile iz krize. Zapravo, bilo je potrebno rešenje koje će železnicama da dopusti da posluju samostalno na tržištu, bez ograničenja u profitu. Na kraju, nakon dugog zasedanja Kongresa i detaljnog ispitivanja situacije koja vlada na železnicama, donet je zaključak da je za izlazak železnica iz krize neophodno promeniti regulativu, odnosno uvesti regulativu koja bi dala daleko veću slobodu poslovanja železničkim kompanijama nego što su to tada propisi dozvoljavali. Nakon opsežnih analiza i studija, 1980. godine usvojen je tzv. *Stagersov akt* koji je omogućio izmenu dotadašnjih propisa.

4. PROMENE I EFEKTI PROMENA

4.1. Nova regulativa i njene ključne odredbe

Proces reformi železnica započet je promenom zastarele i trenutnim okolnostima neprilagođene regulative. Tako je uvođenjem *Stagersovog akta* započet dug put izbavljenja železnica iz krize koji je, uz uspone i padove, na kraju uspešno završen.

Nova regulativa izmenila je ključne odredbe time što je dozvolila železnicama da tarife prilagođavaju uslovima na tržištu, kako bi privukle nove korisnike prevoza i što je učinila da sloboda ulaska i izlaska sa tržišta bude znatno manje rigorozna. Promenom ove dve ključne odredbe železnicama je dat prostor da posluju onako kako bi preduzeće u tržišnim uslovima trebalo da posluje,tj. da efikasno upravlja troškovima i bori se za što veće prihode.

Na taj način u stvari izvršena je deregulacija železničkog sektora i tržišta jer je umesto države (regulatornog tela) samo tržište postalo regulator. Umesto stihijske i proračunate borbe za svoj udeo na tržištu, železnicama je dopušteno da se upuste u otvorenu borbu sa konkurencijom za privlačenje novih korisnika prevoza, čak i ponovno privlačenje korisnika koje su ranije izgubile. Promena regulative naročito je doprinela tome da se železnice vremenom izboreza prevoz značajnijih količina robe visoke vrednosti, i tome da spremno dočekaju ekspanziju prevoza intermodalnih transportnih jedinica koja se desila svega nekoliko godina nakon deregulacije, a koji je bio možda i jedan od ključnih faktora za izlazak iz krize.

4.2. Konsolidacija železničkog tržišta

Izlazak železnica SAD iz teške situacije bio je spor i nimalo lak proces praćen brojnim poteškoćama sa kojima su se železnice suočavale na tom putu. U prvih nekoliko godina nakon deregulacije situacija na železnicama je postala čak i gora nego što je bila. Da bi privukle nove korisnike prevoza, železnice su smanjile tarife, što u prvih nekoliko godina nije donelo željeni rezultat. Pored tarifa, opala je i produktivnost jer broj zaposlenih i ukupna dužina mreže nisu drastičnije smanjeni. Kada se svemu doda i činjenica da je u to vreme ekonomija zemlje bila već uveliko u recesiji, nije nikakvo čudo što je došlo do pogoršanja situacije. Usled toga, prihodi između 1980. i 1982. godine opali su za 13% (Palley, 2011).

Situacija je bila toliko loša, da su se tokom 1982. godine železnice našle u istorijski najgorem stanju, a da su pritom sav teret podnosile same, bez ikakve pomoći države. Međutim, pored svih poteškoća, svetlo na kraju tunela naziralo se jer su niže tarife polako počele da privlače nove korisnike prevoza, koji su uvideli koristi od prevoza železnicom. Privlačenjem novih korisnika započet je dugotrajan proces konsolidacije železničkog tržišta, a okončanjem perioda recesije tokom 1986. godine, situacija na železničkom tržištu relativno stabilizovala se. U

tom periodu je produktivnost železničkog sektora počela da raste za oko 2,5% na godišnjem nivou najviše zahvaljujući smanjenju dužine mreže pruga od oko 15%. Objektivno posmatrano i u ovom periodu situacija je bila loša, ali ovoga puta sa jasnim znacima ka poboljšanju (Palley, 2011).

Iako su u narednim godinama količina prevezene robe i produktivnost bili u konstantnom porastu, pozitivni efekti deregulacije nisu bili jasno uočljivi otprilike sve do 1994. godine(Palley, 2011). Tada ipak postaje jasno da će porast količine prevezene robe, naročito intermodalnih transportnih jedinica usled porasta uvoza iz Azije, vremenom dovesti do konsolidacije železničkog tržišta što se i dogodilo tokom 1996. godine. Do tog trenutka, produktivnost porasla je za čitavih 83%, odnosno oko 6% na godišnjem nivou od trenutka deregulacije. Prema tome, od 1996. godine pa nadalje, železnice uz određene uspone i manje padove stabilno posluju, tako da se ova godina smatra za prekretnicu u novijoj istoriji železnica u SAD.

Slika 2. Visina tarifa nakon deregulacije (Prater, 2014)

Da je došlo do stabilizacije tokom vremena, i to na način opisan tokom ovog poglavlja, potvrđuje i konstantan porast tonskih milja nakon deregulacije (tabela 1). U prvih desetak godina nakon deregulacije, porast je bio neznatan – svega nešto više od 2% na godišnjem nivou. Nakon toga, otprilike baš od 1994. godine, došlo je do nešto značajnijeg i stabilnijeg porasta tonskih milja koji se posle samo nastavio [8].

Tabela 1. Tonske milje nakon deregulacije – količina i udeo na tržištu (Hamberger, 2013)

Godina	1980	1985	1990	1995	2000	2005
Ukupno realizovanih tonskih milja (x 10^3)	932.000	876.209	1.064.408	1.317.010	1.546.319	1.733.777
Porast (u odnosu na 1980. god.)	-	- 6,0%	14,2%	41,3%	65,9%	86,0%
Porast (u odnosu na prethodnih 5 godina)	-	- 6,0%	21,5%	23,7%	17,4%	12,1%
Udeo na tržištu	27,0%	26,0%	29,0%	32,0%	36,0%	38,0%

Što se tiče poslovanja posmatranog iz ugla samih železnica, odnosno na koji način su one subjektivno posmatrale sigurnost sopstvenog poslovanja, njega možda najbolje ilustruje visina tarifa tokom godina. Naime, tarife su u godinama nakon deregulacije u konstantnom opadanju, sve do 2002. godine, kada su prvi put porasle i od tada su uglavnom u porastu (slika 2). Ovo je veoma značajno, jer se kroz visinu tarifa može videti kako železnice percipiraju sigurnost svog poslovanja. Opadanje tarifa govori o tome da železnice još uvek nisu bile sigurne da su trajno privukle korisnike, niti da su bile sigurne u stabilnost svog poslovanja. Očigledno je da je, bar iz ugla železnica, u periodu između 2002. i 2004. godine došlo do konačne stabilizacije železničkog tržišta, kada su se i same železnice osetile sigurne da mogu da povećaju visinu tarifa, a da pritom ne izgube korisnike prevoza(Prater, 2014).

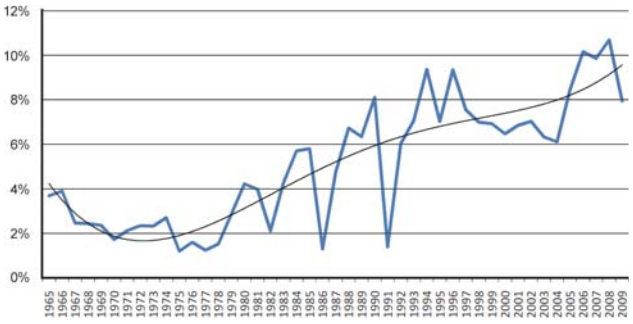
4.3. Finansijska stabilnost

Osnovni cilj, koji je Kongres nameravao da ispuni sprovođenjem deregulacije,bio jeda železnice posluju finansijski stabilno, odnosno da ostvaruju dovoljne prihode da mogu da investiraju u sopstvena sredstva i infrastrukturu. Posmatrano iz današnje perspektive, ovaj cilj je ispunjen u zadovoljavajućoj meri. Tako nešto pokazuju različiti ekonomski parametri, a pre svega 600 milijardi dolara sopstvenih investicija uloženih od momenta deregulacije do 2014. godine u razne projekte i novu infrastrukturu (AAR, 2009).

Pored toga, kada se uzme u obzir činjenica da su pokazatelji kao što su, stopa povraćaja investicija, neto operativni prihod i odnos troškova i prihoda, u vreme pre deregulacije bili slobodno rečeno katastrofalni, a da su danas ti isti pokazatelji u okviru

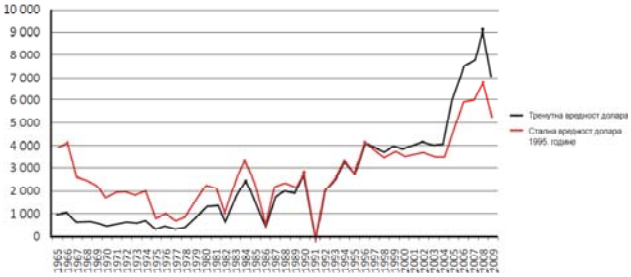
normalnih i zdravih vrednosti, može se doneti zaključak da je cilj Kongresa ispunjen. Svaki od pomenutih pokazatelja je u vreme pre deregulacije zabeležio rekordno niske vrednosti.

Stopa povraćaja investicija, kao jedan od osnovnih pokazatelja zdravog poslovanja određene privredne grane bi, za zdravo funkcionisanje preduzeća, trebalo da bude u vrednostima iznad 10%. U vreme najveće krize na železnicama, tokom sedamdesetih godina prošlog veka, ova stopa je prosečno iznosila svega oko 2%, a zabeležena je i njena rekordno niska vrednost od 1.2% koja je daleko ispod potrebnih 10%. U godinama nakon deregulacije dolazi do porasta stope povraćaja investicija, što je nesumnjiv dokaz o tome da su železnice krenule stabilnije da posluju. Iako ova stopa do danas retko premašuje vrednost od 10%, ona joj je u poslednjih nekoliko godina analiziranog perioda uvek bliska ili je čak i premašila vrednost kao tokom 2008. godine, što se može videti na slici 3. U svakom slučaju, znatan napredak ka boljem poslovanju i finansijskoj stabilnosti prema ovom parametru svakako je ostvaren (Kreim, 2011).



Slika 3. Stopa povraćaja investicija na železnicama tokom godina (Kreim, 2011)

Neto operativni prihod je još daleko pre deregulacije bio na vrhuncu (1966. godine) da bi od tada njegova vrednost konstantno opadala. Više od 10 godina nakon deregulacije, ovaj pokazatelj manje-više stagnirao je i nije bio u okviru vrednosti koje su potrebne za zdravo funkcionisanje preduzeća. Tek 1996. godine, neto operativni prihod stabilizuje se i vraća se na svoju do tada najvišu vrednost, koja je dovoljna da bi mogle da se planiraju i investicije. Neto operativni prihod je izrazito dobar pokazatelj poslovanja jer predstavlja direktnu razliku operativnih prihoda i operativnih troškova koji su verovatno najvažniji dostupni ekonomski pokazatelji u ovoj analizi. Na slici 4 prikazan je neto operativni prihod tokom godina (Kreim, 2011).



Slika 4. Neto operativni prihod tokom godina (Kreim, 2011)

Još jedna značajna mera finansijske stabilnosti je odnos troškova i prihoda. Da bi preduzeće ostvarivalo neto operativni prihod neophodno je da ovaj odnos bude ispod 100%, a da bi železničko preduzeće normalno funkcionisalo i planiralo investicije neophodno je da ovaj odnos bude ispod 90%. Do otprilike 1985. godine odnos troškova i prihoda bio je značajno iznad 90%. Nakon toga, usled povećanja prihoda i istovremenog smanjivanja troškova, vrednost odnosa troškova i prihoda postepeno smanjuje se (Lewis, 2012). Nažalost, dostupnost podataka o odnosu troškova i prihoda je jako ograničena, ali je poznato da železnice poslednjih nekoliko godina prijavljuju da on iznosi između 80% i 85%, što je više nego dovoljno za zdravo funkcionisanje i definitivno dokazuje da železnice SAD danas posluju stabilno (Kreim, 2011).

5. ZAKLJUČAK

Kada se vrše korenite promene jednog sistema kao što je to restrukturiranje evropskih železnica ili deregulacija železnica SAD i kada izvođenje tih promena traje niz godina postavljase pitanje šta je, ko i koliko zaslužan za pozitivne efekte istog procesa. Nesumnjivo je da su se železnice SAD devedesetih godina prošlog veka, nakon 15 godina od Stagersovog akta, izvukle iz krize. Ova konstatacija, logički potpuno ispravna, nije uvek potkrepljena jasnim uzročno-posledičnim vezama upravo zbog velikog broja događaja u međuvremenu koji su takođe nesumnjivo uticali na konačni pozitivni rezultat deregulacije. Sigurno je da su globalizacija i drugi trendovi u svetu uticali na povećanje tokova robe u SAD. Međutim, ključno pitanje je zapravo da li će određeni transportni sistem biti u stanju da prigrabe za sebe novonastale robne tokove. Dakle, pitanje da li je deregulacija bila uzrok da železnice spremno dočekaju promene u tražnji za određenom vrstom robe ima nesumnjivo pozitivan odgovor.

Ovde se, međutim, može postaviti isto pitanje zašto evropske železnice nisu iskoristile slične trendove u Evropi, a postojali su i postoje i sada, i sa restrukturiranjem izašle iz krize? Ovde treba imati u vidu da između evropskog i američkog modela reformi železnica postoje uticajne razlike. Tu pre svega treba imati u vidu činjenicu da se proces reformi železnica u SAD odvijao u uslovima potpuno otvorenog tržišta uz jasno definisane ciljeve države od kojih ona nije odstupala niti se dvoumila. To se, međutim, za Evropu ne može reći ni u kom slučaju. Evropsko restrukturiranje odvijalo seu heterogenim uslovima po pojedinim državama i sa brojnim zastojima i sumnjama u započete procese reformi. U slučaju SAD, očigledno je da su i država i same železnice imali strpljenja da čitav proces izguraju do kraja bez sumnje i pravljenja koraka nazad. Doduše, to je bilo i u okolnostima koje ostavljaju malo prostora za nedoumicu da li se proces odvija u željenom smeru. Ipak, ne treba smetnuti sa uma da je strpljenje naročito došlo do izražaja u periodu kada su železnice bile čak i u gorem položaju nego pre početka procesa deregulacije. Upravo je to strpljenje učinilo da se železničke kompanije SAD konsoliduju i to tek nakon više od 15 godina trajanja procesa.

Prema tome, kao zaključak nameće se misao da, ako je proces deregulacije u SAD trajao toliko dugo (i koji može da se prihvati kao jednostavniji u odnosu na EU koncept restrukturiranja železnica kako po zahvatu tako i po „idealnim" okolnostima)onda realno govoreći proces restrukturiranja u Evropi mora biti znatno duži. Po grubim procenama autora ovde bi to značilo sasvim sigurno najmanje dvostruko duži period nego u SAD, odnosno tridesetak godina.

Očigledno je od suštinske važnosti biti strpljiv i imati jasno definisane ciljeve, kao i jaku volju i kapacitete, da se proces izgura do kraja. Uz takav pristup, proces restrukturiranja EU železnica bi u narednih deset do petnaest godina mogao doneti takve rezultate koji bi sa sigurnošću potvrdili da su evropske železnice izašle iz krize. Do tada se mora biti istrajan na predviđenom konceptu i harmonizovati proces restrukturiranja na što širem evropskom prostoru. Vreme i prostor sasvim sigurno faktori su koji rade za evropske železnice, ali samo u uslovima otvorenog tržišta koji će tek tada dovesti do pozitivnih efekata.

LITERATURA

[1] Association of American Railroads (2012). Freight railroads in United States – Rail fast facts. *www.aar.org*.

[2] Association of American Railroads (2009). Staggers act: A balanced regulation that works. www.aar.org.

[3] Committee for a study of freight rail transportation and regulation (2015). TRB special report 318: Modernizing freight rail regulation. Transportation Research Board.

[4] Cramer R. E. (2007). North American freight rail: Regulatory evolution, strategic evaluation and the revival of an ailing industry. University of Iowa, dissertation.

[5] Hamberger E. R. (2013). Hearing on the 35th anniversary of the Staggers Rail Act: Railroad deregulation past, present and future. Association of American Railroads, president statement.

[6] Kreim Y. (2011). Productivity of the U.S. freight railroad industry: a review of the past and prospects for the future. Massachussets Institute of Technology, dissertation.

[7] Lewis P. (2012). Rail freight traffic: an analysis to better understand the industry and the factors that influence the traffic. Eno center for transportation.

[8] Palley J. (2011). Impact of the Staggers Rail Act of 1980. Office of policy. Office of rail policy and development. Federal railroad administration report.

[9] Pinkston E. (2006). Freight rail transportation: long term issues. Congressional Budget Office (CBO), macroeconomics studies division.

[10] Prater M. (2014). Railroad concentration, market shares and rates. United States Department of Agriculture, Agricultural market service.

MARIJANA TERZIN STOJČIĆ*

GLAVNA ŽELEZNIČKA STANICA BEOGRAD I FILM

1. ZVIŽDUK OTPRAVNIKA

Beograd je 1. jula 2018, posle 134 godine, ostao bez jedne od najprometnijih i najvažnijih železničkih institucija na Balkanu, Beogradske železničke stanice kroz koju je dnevno prolazilo i do 100.000 putnika, a u najsrećnije vreme oko 150 vozova.

Po prvom dolasku u Beograd, niko se više odatle neće uspinjati Balkanskom ulicom, niti će sa ove stanice dugim klackanjem ići na more ili na svoje prvo putovanje u inostranstvo. Na tim peronima ostaće nevidljivi tragovi suza roditelja i devojaka koje su pratile i dočekivale vojnike, osmesi akcijaša koji su virili iz prepunih kupea, tuga povratnika iz ratom zahvaćenih područja, nesanica koju su građani lečili noćnim vožnjama, reka ljudi koja je dolazila u centar „otvorenim metroom" Beovoza.

Bilo je svačega između 70 koloseka i perona, sjaja i bede naroda, prepunih švercerskih kofera i onih povezanih kanapom u potrazi za boljim životom, auto-ukrcavanja, čekanja, nadanja, tišine skitnica i emigranata kojima je stanica bila drugi dom. Zavijen u dim života, miris ulja, glasove taksista i vrevu koja je dopirala do Slavije, jedan od glavnih gradskih toponima već sada u sablasnom iščekivanju dalje sudbine, mesto je lamenta. Ideja je da će stanica postati Muzej nastanka srpske države ili deo Istorijskog muzeja Srbije.

„Slikanje zabranjeno!" – dovikuje zaduženi policajac iz zaraslog perona svakom ko viri naslanjajući novu foto-uspomenu na stare. Kao u svakom strateški važnom objektu, i za snimanja na Železničkoj uvek su bile potrebne dozvole, čak i danas kada više ne postoji! Ipak, kamere i blicevi rado su se ovde uključivali baš zbog najraznovrsnijih motiva i onog čuvenog „železnica ide samo napred poznatim gvozdenim putevima i smatra se simbolom puta s kojeg ne može da se skrene".

2. VREME I PROLAZNOST

Železnička stanica u prestonici prvi put se pominje u Modifikovanom nacrtu železničke konvencije zaključene između Austrougarske monarhije i Kneževine Srbije 1880. u kojoj se Srbija obavezala da će izgraditi prugu koja će povezivati Beč sa Solunom i Carigradom preko Beograda, navodi istoričar umetnosti Ivana Vesković. I pored više predloga, komisija je izabrala močvarno tle čije je nasipanje počelo 1882. Reprezentativni objekat izvan gradskog rejona, čijom je gradnjom Savski trg spojen s Ulicom kneza Miloša, simbol je stvaranja srpske železnice jer je izgrađen 1884. kad i prva srpska pruga Beograd–Niš. Za podizanje zgrade ogromnih dimenzija bilo je potrebno sedamnaest meseci, što je i za razvijene zemlje bio izazov. Postojalo je nekoliko projekata, ali se ne zna po kojem je zgrada izgrađena, i za autora se uzima Dragutin Milutinović, koji je izveo detaljnu razradu projekta u akademskom duhu. Prvi voz s Glavne stanice krenuo je 1. septembra ka Zemunu, a samo petnaest dana kasnije prva redovna linija na celoj deonici obećane pruge.

Iz Beograda su vozovi krenuli godinu pre nego što je najvažniji filmski voz ušao u parisku stanicu. Železnica i film se jednostavno ne mogu zamisliti odvojeno. Kreirajući zajedničku istoriju, idu od 28. decembra 1895. kada su braća Limijer prikazala *Ulazak voza u stanicu*. Istorijski trenutak stvaranja filmske umetnosti učinio je da vozovi postanu stalna inspiracija stvaraocima, te neki poznavaoci filma tvrde da se prosečno u svakom trećem igranom filmu pojavi po neki „železnički kadar". Srbija je bila deo sveta, pa su svega šest meseci posle Pariza, prvi filmovi prikazani u Beogradu, 6. juna 1896. u kafani „Zlatni krst" na Terazijama. Nova umetnost, nova evropska stanica, snaženje države nisu prošli bez beleške pokretnih slika. Istorija srpske kinematografije beleži: *Kada su braća Limijer izvršili svoje*

* Marijana Terzin Stojčić, dipl. nov, Beograd, Kneza Višeslava 88, marijanaterzin@gmail.com

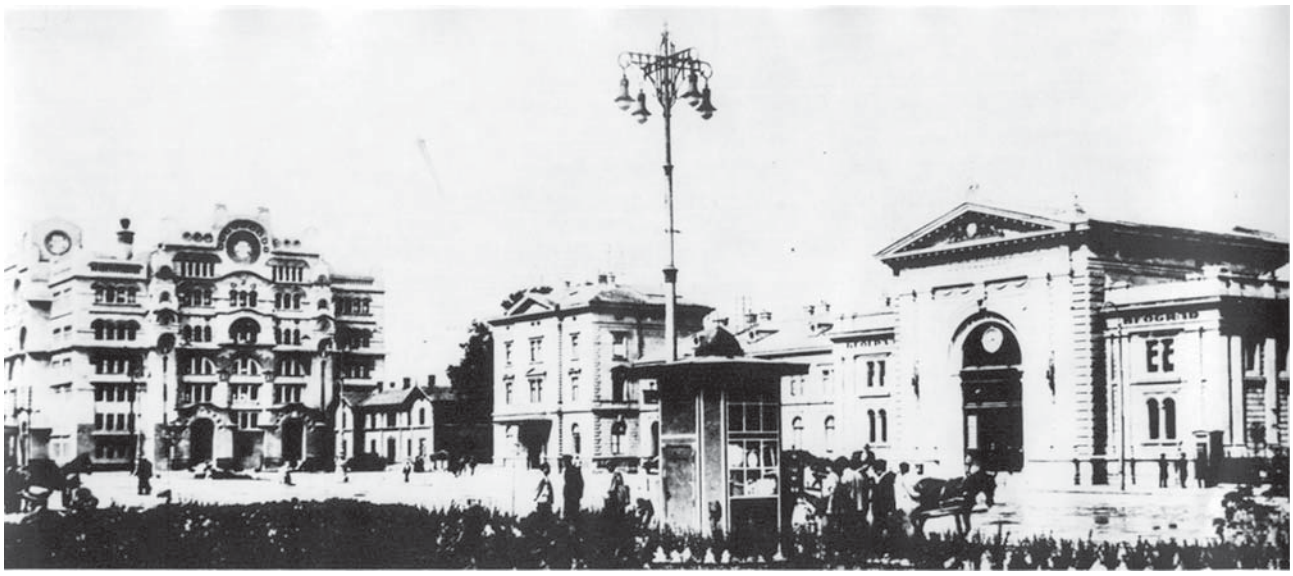
prve projekcije filmova, uzeli su u službu izvestan broj fotografa, poučili ih projekciji, snimanju i razvijanju filmova i razaslali po svetu da prikažu „čudo nauke". Ti emisari dobili su uputstvo da po gradovima gde daju filmske predstave ponešto i snime, i u tom gradu prikažu – da bi filmske predstave učinili privlačnijim. Tako je učinjeno u svetu – tako u Beogradu, piše Bosa Slijepčević. Među filmovima *Izlaženje radnika iz fabrike duvana, Tramvajska stanica na Terazijama, Kalemegdanska šetnja*, Limijerov snimatelj Andre Kar zabeležio je i *Povratak kraljev iz Sofije*. Bio bi to prvi snimak Železničke stanice u Beogradu, ali za taj film, koji se u dokumentima pominje kao snimljen, nema podataka ni novinskih izveštaja da je prikazan! Možda nije uspelo snimanje ili laboratorijska obrada. Možda novine nisu prenele pravu vest. Izvesno, Kar je u Beograd stigao 23. februara 1897. i prvu predstavu dao 6. marta, ali su novine greškom izveštavale da je stigao sam Limijer. I kralj Aleksandar Obrenović se, po poseti bugarskom kralju, vratio u Beograd 21. februara 1897. *U njegovoj pratnji bili su ministri Đoka Simić i dr Vujić, pukovnik Laza Petrović. Putovalo je u Bugarsku i mnoštvo naroda iz Srbije. Na dočeku na beogradskoj železničkoj stanici, koji je filmovan, bili su kraljica mati, mitropolit, ministri, velikodostojnici*, navodi Bosnishe post. Nažalost, filmski dokument, prvi snimak Železničke stanice do danas – ako je i postojao – nije sačuvan.

Od tada do pedesetih godina prošlog veka snimljen je veliki broj dokumentarnih filmova o železnici. Oni su se bavili mahom razvojem infrastrukture i putne mreže, upotrebom, obnovom i ulaganjima u vozni park i korisničke usluge. Bili bi potrebni dani da se prikažu sva ostvarenja na tu temu iz bivše Jugoslavije. Gotovo je nepoznato da je zgrada Glavne železničke stanice bila predmet samo jednog srednjometražnog filma, namenski rađenog povodom 90. godišnjice objekta – *90 prkosnih godina*. Iza scenarija i režije Đurđa Mrđenovića, a ispred kamere Zorana Sinđelića, stala je prava mala hronika šest puta rušenog objekta. Film otkriva malo poznate detalje o izgledu privremene stanice na istom mestu, nazvanom Bara Venecija, koja se ni do danas, u vreme gradnje tako pompeznog Beograda na vodi, nije isušila. Simbol saobraćaja, ali pre svega grada u koji su neumitno vodili svi putevi, rušena je čak šest puta, od toga najozbiljnije tokom Prvog svetskog rata i savezničkog bombardovanja. Iako je danas zakonom zaštićen spomenik kulture, za nju ne postoje originalni projekti, nedostaju joj originalne kule i plastika, pa je kroz istoriju više puta s mnogo slobode bila obnavljana i krečena. Dakle, sva njena vrednost nije u arhitektonskoj originalnosti i autentičnosti, što se vrlo lepo može pratiti kroz filmska ostvarenja. Njen značaj ogleda se u činjenici da je bila prva državna kulisa zvaničnicima iz celog sveta, prvo mesto susreta domaćina i gostiju, mesto gde su Beograd i Srbija pokazivali obraz.

Jedan od najstarijih arhivskih materijala Jugoslovenske kinoteke jeste reportaža Svetozara Botorića *Deseti slovenski novinarski kongres u Beogradu 27. juna / 10. jula 1911. godine*. Na tom skupu učestvovalo je oko tri stotine novinara, Rusa, Poljaka, Čeha, Slovaka, Lužičkih Srba, Slovenaca, Hrvata, Bugara i Srba, koji su dočekani na beogradskoj železničkoj stanici, uz defile sokola koji se produžio kroz beogradske ulice. I IV konjički puk „Veliki knez Konstantin Konstantinović" se u filmu *Dolazak IV konjičkog puka u Beograd i doček na beogradskoj železničkoj stanici* (1913) vratio s ratišta prvo na beogradsku železničku stanicu u četiri časa po podne 3. avgusta 1913. godine, da bi osam dana kasnije defilovao na svečanom dočeku srpskih pobednika. U filmu Đoke Bogdanovića, prikazanom 3. oktobra 1913. godine u njegovom bioskopu „Kasina", vidi se panorama grada iznad staničnih koloseka, izlazak vojnika, istovar konja, grupisanje eskadrona pred odlazak sa stanice. Restauracija filma obavljena je 2012. godine u Odeljenju digitalne restauracije Arhiva Jugoslovenske kinoteke sa skeniranog dubl negativa izrađenog u laboratoriji Gosfilmfonda – Ruske kinoteke. U isto vreme obavljena je i restauracija još jednog ostvarenja, *Dolazak regruta* (1914), pronađenog u filmskoj zaostavštini Đoke Bogdanovića, koju je Jugoslovenska kinoteka dobila od njegove porodice. U rano jutro 24. marta 1914. godine na železničku stanicu u Beogradu pristigla su dva voza s prvom generacijom regruta iz novooslobođenih oblasti, Stare Srbije i Južne Srbije. Posle svečanog dočeka regruti su krenuli glavnim gradskim ulicama do kasarne na Kalemegdanu. Na ulice se slegao sav Beograd, čiji su građani, a naročito srednjoškolska omladina, s oduševljenjem pozdravljali mlade regrute.

Glavna železnička stanica u Beogradu bila je mesto dočeka učesnika *Prvog svesokolskog sleta* (1930). Svečana povorka učesnika iz slovenskih zemalja

kreće se Nemanjinom ulicom od Glavne železničke stanice da bi došla do Dvora, gde ih pozdravlja kralj Aleksandar II Karađorđević. I na tom, kao i na snimcima iz predratnog perioda, odlično se vidi reprezentativna zgrada Pošte, koja je krasila Savski amfiteatar. Jednako značajan u grupi masovnih scena, na prvom peronu glavne stanice godinu dana kasnije snimljen je *Dolazak u Beograd poklonstvene delegacije seljaka iz četiri banovine: Drinske, Savske, Vrbaske i Pri* (1931).



Slika 1. Glavna železnička stanica i zgrada Pošte

Beograd i njegova prva pristupna tačka bili su meta putopisnih reportaža od vremena prvih filmskih koraka. Tako je zgrada Železničke stanice ovekovečena u filmu *Beograd po zimi* (1914) Svetozara Botorića i *Belgrado, Hofdstad van Het Koninkrijk der Serven, Kroaten en Slaven* (1922), prikazanom na Festivalu nitratnog filma, gde se od pogleda kroz kapiju dvora i kočije, preko volovske zaprege na Pozorišnom trgu, deskripcija grada proteže do Železničke stanice i saobraćaja na trgu, kao i u filmu *Beograd, prestonica Kraljevine Jugoslavije* (1932) u režiji Vojina Đorđevića. Mesto gde su nekada dominirale zaprege nepun vek kasnije pretvoriće se u mrežu spajanja više od sto vozova dnevno i oko 20 gradskih autobuskih i tramvajskih linija.

Kao mesto susreta visokih državnika, u analima Kinoteke Železnička stanica datira iz 1933. kada kralj Aleksandar dočekuje cara Borisa. Arhivski materijali koji doslovce prenose svečarski ton svakog takvog događaja značajni su utoliko što prezentuju „in situ" situaciju gde se s prvog perona (tek od 1980. stajala je izložena lokomotiva Plavog voza) vide originalna ograda koja do danas nije sačuvana i portali, pre svega svečanog salona u koji su dočekani gosti ulazili, a zatim odatle izlazili na trg ispred stanice. Deo narativnog materijala o životu kralja Aleksandra Ujedinitelja *Legenda Oplenca (antologija)* jeste i doček kralja Petra II na Železničkoj stanici u Beogradu po povratku iz Londona da bi prisustvovao sahrani kralja Aleksandra. Među posetama zabeleženim kamerom su i *Poseta poljskog Sejma Narodnoj skupštini 11. X 1933*. kada ministar Angelinović, dok orkestar svira, pozdravlja delegaciju Sejma, a potpredsednik Vaclav Makovski odgovara na pozdrav. U *Nepoznatom žurnalu 1933–1934* na Železničkoj stanici, 11. novembra 1933. godine, grčki ministar odbrane Georgos Kondilis, u pratnji ministra vojnog generala Dragoslava Stojanovića, vrši smotru počasne čete. Pri izlasku se pozdravlja s oficirima i razgovara s ministrom Bogoljubom Jevtićem. Prilikom *Posete Milana Hodže Beogradu* (1936), 22. februara, peron beogradske železničke stanice ispunjen je postrojenim vojnicima, sokolima, novinarima, dok se u pozadini vidi impozantna zgrada Pošte. Kada voz uđe u stanicu, prolaze predsednik jugoslovenske vlade Milan Stojadinović i čehoslovački premijer i ministar inostranih poslova Milan Hodža. Dok se Hodža pozdravlja na ulazu u svečanu čekaonicu, u pozadini se vidi Ivo Andrić, tada načelnik u MIP-u. Ispred železničke stanice goste i domaćine dočekuju kolona automobila i

mnoštvo novinara. Tu su i *Boravak poljskog ministra Jozefa Becka u Beogradu*, delovi mađarskog i *Žurnal Mišković filma 1940–1941*, u kome je zabeleženo kako ministar Mehmed Spaho ulazi u motorni voz na beogradskoj železničkoj stanici.

Ratna uništenja nisu zaobišla strateški važnu tačku grada, što je kamera, pre svega stranih izveštača i snimatelja žurnala, zabeležila. Među ruševinama nemačkog bombardovanja 1941. jeste i Železnička stanica, srušeni krov zgrade, peroni i uništeni vagoni. *Slom Jugoslavije – rat na Balkanu* (1941) i žurnal *Novosti dnя 1945 No 12: Osvobožennыe Krasnoŭ armieŭ* (1945) takođe ilustruju stanje stanice u toku rata.

Ono što će se do tog momenta smatrati najveličanstvenijim događajem snimljenim kamerom na beogradskoj stanici jeste, nažalost, posmrtna povorka. *Veličanstvene posmrtne svečanosti blaženopočivšeg viteškog kralja Aleksandra I Ujedinitelja* (1934) prikazuju svu moć tadašnje države, čineći stanicu prvom kulisom za najveću posmrtnu smotru ubijenog kralja. To će se još samo jednom ponoviti, s upokojenjem komunističkog kralja Josipa Broza Tita. Voz kao simbol povezanosti, ali i prolaznosti, defilovaće kroz celu zemlju. Prvi put u funkciju snimanja sa zemlje i iz vazduha stavljeni su svi kapaciteti da bi se Plavi voz iz Ljubljane dočekao u Beogradu. *Umro je naš Tito* (1980) prati u vagonu počasnu stražu gardista koji stoje pored kovčega. Na putu i usputnim stanicama građani okupljeni pored pruge odaju poštu preminulom. Grupa pionira prilazi železničkim šinama i na njih polaže cveće. Na železničkoj stanici gardisti iznose kovčeg iz voza, pred okupljenu masu koja u posmrtnoj povorci ide dalje prema Saveznoj skupštini. Samo četiri godine ranije, 28. maja 1976. na tom mestu ispred Beogradske železničke stanice, Josip Broz Tito građanima je govorio o značaju novoizgrađene pruge Beograd–Bar, o čemu svedoči film *Pređeni put* (1979). U međuvremenu, zlatno doba Jugoslavije obeležiće sveukupan privredni razvoj i stanica kao centar koji je savršeno odgovarao nameni. Iz mnoštva filmova, najbolje, čini se, tu idealnu, i danas priželjkivanu vezu s Evropom, ilustruje *Europa Express* (1970). Reditelj Ričard Karikford je čeličnom mrežom puteva likovno zavidno povezao Nemačku, Švajcarsku, Austriju, Mađasku i Jugoslaviju.

3. FILMSKI SVET VOZOVA

U domaćoj kinematografiji gotovo da nema filmskog ostvarenja kroz koje nije projurila parnjača ili dizelka. Za dva režisera, Živojina Pavlovića i Gorana Paskaljevića, često se ističe da su istinski voleli železnicu. Paskaljević je svoj prvenac *Čuvar plaže u zimskom periodu* (1976) posvetio teškom životu jedne železničke porodice koja stanuje u kući pored pruge. Sledeće, 1977. godine snima i svoj drugi film *Pas koji je voleo vozove*, priču o sinu železničara koji traži svog psa koji je s nekim od tih vozova otišao od njega. I u ostalim Paskaljevićevim filmovima junaci ljubuju i tuguju u vozovima koji menjaju sudbine. Vozovi su bili opsesija reditelja Živojina Pavlovića i u svakom njegovom filmu nalazili odgovarajuće mesto. Izuzetak je samo *Hajka* (1977), u kojoj nije imao tehničkih uslova za to. Pavlović je filmsku karijeru počeo dokumentarnim filmom *Voz 4686*, a završio *Državom mrtvih* (2002), gde ima puno kadrova železnice. Ipak, najvažniji i prema našoj oceni neizostavan u ovom ciklusu jeste dobitnik Zlatne arene u Puli *Zadah tela* (1983), film o železničaru (Dušan Janićijević) koji smatra da je moguće živeti u dva grada, Ljubljani i Beogradu, sa dva međusobno potpuno nezavisna života. Time otkriva dobre i loše strane ljudi iz te profesije, dajući pravu sliku sveta železnice.

Filmske kamere pratile su vozove na raznim kolosecima, trasama i stajalištima. Najzahtevnija su bila snimanja na najprometnijoj, Glavnoj stanici. Prvi igrani film gde su železnica i železničari glavna tema bio je *Poslednji kolosek* (1956). U režiji Žike Mitrovića glavne uloge su igrali Jovan Milićević, Marjan Lovrić, Olivera Marković, Irena Kolesar. Film je izazvao velike polemike o tome da li život železničara treba prikazivati realno, tegobno ili s akcentom na junake koji ulažu velike napore u obnovu i izgradnju zemlje. Iste godine pojavio se i film *Potraga* u režiji Žorža Skrigina, gde na stanici počinje praćenje ilegalnih štampara. Za praćenje bivšeg činovnika od strane agenta u civilu, stanicu je kao polazno mesto odabrao i Vladimir Pogačić u filmu *Čovjek sa fotografije* (1963). Sa stanice je i rezervni poručnik Veca ispratio porodicu na početku Prvog svetskog rata, što su i malobrojni mirnodopski kadrovi filma *Marš na Drinu* (1964) Žike Mitrovića. U ratnim filmovima, železničari su bili oni ljudi koji su koristili svoju profesiju da

pomognu partizane i borce protiv okupatora, što je pomenuti Mitrović učinio već narednim filmom *Operacija Beograd* (1968). Reditelj Jovan Živanović je u voz koji polazi sa stanice prepun savremeno odevenog sveta smestio kritičan momenat ljubavnog trougla u filmu *Kako su se voleli Romeo i Julija* (1966). Pošto su se već očešali o zid stanice kao ilegalci ili agenti, Aca Gavrić i Rade Marković, uz buntovnog Mišu Janketića, sada uživaju u društvu Špele Rozin i Zdravke Krstulović na putu do Hvara. Samo dve godine kasnije još jedna gradska ljubavna priča *Ima ljubavi, nema ljubavi* dovela je Jovana Janićijevića na peron da dočeka snaju s detetom. Već u filmu *Burduš* (1970), kao istoimeni junak s dobrom voznom kilometražom ispod kontrabasa, izlazi s voza za Nemačku i ostaje uz svoju Rajku (Seka Sablić). I Boris Dvornik se napešačio na Glavnoj železničkoj stanici, u čitavom čvoru kao železničar, došljak u grad, prateći *Tragove crne devojke* (1972) i reditelja Zdravka Randića. To je još jedan od retkih filmova koji uz scene unutrašnjeg dekorativnog zida stanice, sličnog sekvencama iz filma *U raskoraku* (1968), daje upliv u rad železničara u beogradskom čvoru, garaži, ložionici ispod Gazele, koji takođe više ne postoje. Dvornik u jednoj sceni čak spasava malo dete da ne izađe na peron stanice, ali se uklapa u omaž železničarima kao običnim ljudima s periferije života. Film koji je u duhu starih vrednosti – pomoći železničara tokom okupacije – osvežio sećanje na tu njihovu ulogu jeste *Kraljevski voz* (1981), gde mašinovođa (Ljubiša Samardžić) treba da prenese poverljiva dokumenta Vrhovnog štaba do Kraljeva.

U vozovima, iako van Glavne stanice, spas od muža nasilnika, u prvoj filmskoj ulozi, u *Košavi* (1974), tražila je Tanja Bošković. Svetislav Goncić tragao je za novim životom iz železničke porodice u filmu *Živeti kao sav normalan svet* (1982), kolonisti iz krševite Bosne i Hercegovine prevoženi su u ravnu Vojvodinu u blokbasteru jugoslovenske kinematografije i najpoznatijoj odi železničarima, *Vlaku bez voznog reda* (1959) Veljka Bulajića.

I po zatvaranju stanice, ostaje činjenica da su kroz njene perone prolazili i kao putnici i kao filmske zvezde, u susret novom i odgovornijem životu mnogi, od Dragana Nikolića, tog čuvenog Flojda *Nacionalne klase* (1979), do mladog Miloša Bikovića, Tirketa, koji je sa ostatkom fudbalske reprezentacije krenuo put Urugvaja zahvaljujući rediteljskom prvencu Dragana Bjelogrlića *Montevideo, bog te video* (2010). I u parafrazi mita o Odiseju, filmu *Leto je krivo za sve* (1961), Mija Aleksić menja voznu kartu i pušta najpre ženu na more dok traje najmasovnija scena ljubljenja na peronu beogradske stanice – kako je to samo slobodoumni Puriša Đorđević i mogao da zamisli!

Kao što su film i železnica neodvojivi istoriografski i likovno, tako se i tradicija železnice neretko preplitala s radom Kinoteke. Poslednji put, ciklusom filmova posvećenim tim motivima, Kinoteka je obeležila 125 godina od puštanja u saobraćaj prve pruge u Srbiji od Beograda do Niša. Decembar 2018. je prvi pokušaj sveobuhvatnog podsećanja na motiv grada i filma koji je odoleo zubu vremena, ali ne i ljudskim iluzijama. Da li je sveobuhvatan? Ne, jer se u bogatoj kinematografiji uvek nalazi kadar više...

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 : Službeni glasnik). - 29 cm

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