

ŽELEZNICE

VOL. 67 • BROJ 2 • STRANA 53-128 • BEOGRAD • DECEMBAR 2022. GODINE



IZDAJE:



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

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

ŽELEZNICE

VOL. 67 • BROJ 2 • STRANA 53-128 • BEOGRAD • DECEMBAR 2022. GODINE

REDAKCIJA

Glavni urednik

Prof. dr Slavko Vesković, dipl. inž.

Odgovorni urednik

Danko Trninić, dipl. inž.

Tehnički urednik

Nemanja Minović, dipl. inž.

Lektor

Ksenija Petrović, dipl. filol.

PERIODIČNOST

Šestomesečno

TIRAŽ

300 primeraka

ŠTAMPA

JP Službeni glasnik
Beograd, Lazarevački drum 13-15

ODGOVORNO LICE IZDAVAČA

Prof. dr Branislav Bošković, dipl. inž.
predsednik

KONTAKT

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

ORIGINALNI NAUČNI RADOVI

Norbert Pavlović, Martin Starčević, Ivan Belošević, Mladen Nikšić

Bezbednost na putno-pružnim prelazima

Komparativna analiza između Srbije i Hrvatske 57 - 67

PREGLEDNI RADOVI

Marija Brkić, Snježana Torbica Prvulj, Vladimir Vuković

Proces selekcije i regrutovanja

zaposlenih u Alta banci 68 - 76

Milivoje Ilić

Analiza prednosti sistema vozova

za velike brzine 77 - 88

Tihomir Subotić, Branislav Bošković

Istraživanje koncepta otpornosti i njegove primene

na železničkom transportnom tržištu 89 - 101

Slavko Vesković, Sanjin Milinković, Nenad Kolić

Saobraćajni modeli u planiranju

prevoza putnika železnicome 102 - 121

INFORMATIVNI PRILOZI

„Zelena revitalizacija železničkog nasleđa” 122 - 124

PRIKAZI KNJIGA

„Regulatorni sistem železničkog transporta” 125 - 127

REDAKCIONI ODBOR

Miroslav Stojčić, dipl. inž. (predsednik)
Anita Dimoski, dipl. inž.
Dušan Garibović, dipl. ekon.
Ivan Bulajić, mast. ekon.
Lazar Mosurović, dipl. inž.
mr Ljubomir Bečejac, dipl. inž.
Milutin Ignjatović, dipl. inž.
Milutin Milošević, dipl. inž.
Momčilo Tunić, dipl. inž.
Nebojša Šurlan, dipl. inž.
Saša Trivić, dipl. inž.
Prim. dr Vlado Batnožić, spec. hir.

UREĐIVAČKI ODBOR

Prof. dr Slavko Vesković, dipl. inž. saobr. (predsednik)
dr Aleksandar Radosavljević, dipl. inž. maš.
Prof. dr Bojan Ilić, dipl. ekon.
Prof. 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.
Prof. 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.
dr Gordana Đurić, spec. neur.
Prof. dr Ilija Tanackov, dipl. inž. saobr.
dr Kire Dimanoski, dipl. inž. saobr.
Prof. dr Marko Vasiljević, dipl. inž. saobr.
Prof. dr Milan Marković, dipl. inž. saobr.
Doc. dr Milena Ilić, dipl. ekon.
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 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 priložima, poslati na e-mail "casopis-zeleznice@dizs.org.rs" ili ih snimljene na digitalnom mediju dostaviti na adresu "Društvo diplomiranih inženjera železničkog saobraćaja Srbije, Beograd, Nemanjina 6".

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

Autori su obavezni i da za svaki rad posebno Redakciji časopisa dostave u odštampanom 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. Pripremiti ih u programu "Microsoft Word". Gornja i donja margina treba da su po 3,5cm, a leva i desna po 2cm. Koristiti mod "Justify" i font "Cambria" sa proredom "Single" i vrednostima "0" u opcijama "Before" i "After". Između naslova svih poglavlja i pasusa međusobno ostaviti po jedan prazan red. Početak pasusa je uz levu marginu. U brojevima sa preko 3 cele cifre, hiljade odvajati tačkom. Decimale odvajati zarezom. Puna imena i prezimena autora i koautora rada pisati velikim „bold“ slovima veličine 14 uz desnu marginu.

Puna imena i prezimena autora i koautora rada 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 strane. Naslov se mora dati i na engleskom jeziku.

Rezime rada, obima do 150 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** naslovne strane rada, 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 pisati u dve kolone (stupca) razmaka 5mm. 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 pisati malim slovima veličine 11. U svakom pasusu dozvoljeno je po jedno nabranje i podnabranje formatizovano u alineje, koje se spajaju sa pasusima u kojima se one najavljuju.

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

Tabele, grafikone, crteže i fotografije staviti odmah posle pasusa u kojima se opisuju. Mogu da budu u jednoj ili preko obe kolone. Numerisati ih redom kako se pojavljuju. Njihove nazive pisati "italic" slovima uz levu marginu iznad tabela, a na sredini ispod grafikona, crteža i fotografija. Ispod svih njih, "italic" slovima u zagradama tipa "()", navesti izvor podataka. Sadržaj unutar tabela pisati "normal" slovima u zagradama tipa "()".

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

Skraćenice i akronime označiti kada se prvi put upotrebe u tekstu, čak i ako su već nalaze 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.

Pojedinačnu literaturu u tekstu navoditi po redosledu citiranja numeričkim oznakama u zagradama tipa "[]", koje se stavljaju iza tačke rečenice u kojoj se poziva na nju. U poslednjem poglavlju **"LITERATURA"** dati kompletan spisak iste. Svaka pojedinačno navedena literatura treba da bude sa kompletnim opisom.

Na sledećoj strani je model za pripremu radova

NASLOV RADA

NASLOV RADA NA ENGLISKOM 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:

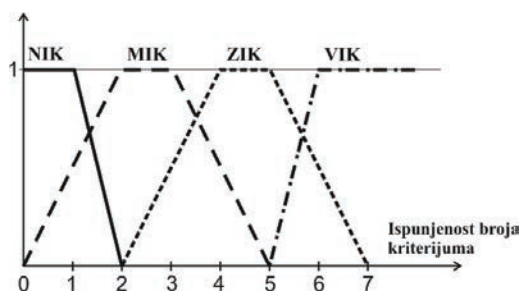
$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (1)$$

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.vtpti.org/tranacc.pdf>, 2005.

* Doc. dr Jovan Jovanović, Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305, jovan.jovanovic@sf.bg.ac.rs

** Dr Ana Anić, prof. str. st, Visoka železnička škola strukovnih studija, Beograd, Zdravka Čelara 14, ana.anic@gmail.com

*** Mr Petar Petrović, Infrastruktura železnice Srbije, Beograd, Nemanjina 6, petar.petrovic@srbail.rs

NORBERT PAVLOVIĆ*, MARTIN STARČEVIĆ**, IVAN BELOŠEVIĆ***, MLADEN NIKŠIĆ****

BEZBEDNOST NA PUTNO-PRUŽNIM PRELAZIMA KOMPARATIVNA ANALIZA IZMEĐU SRBIJE I HRVATSKE SAFETY AT LEVEL CROSSINGS A COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN SERBIA AND CROATIA

UDK 656.2/656.2+654.9

REZIME:

Putno-pružni prelazi su mesta povećanog bezbednosnog rizika, kako sa aspekta železničkog saobraćaja, tako i sa aspekta drumskog saobraćaja. Nesreće na putno-pružnim prelazima, po pravilu, završavaju se smrtnim posledicama i velikom materijalnom štetom. Sve značajne statistike nesreća ukazuju da, u gotovo 95 % svih nesreća na putnim prelazima, odgovornost pada na učesnike u drumskom saobraćaju (vozači motornih vozila, biciklisti i pešaci) koji se nisu pridržavali saobraćajnih propisa. Iz tog razloga putno-pružni prelazi moraju biti propisno osigurani. U ovom radu je prikazano trenutno stanje bezbednosti na putno-pružnim prelazima na prugama Republike Srbije i Republike Hrvatske, te napravljena komparativna analiza kako bi se predložile moguće mere poboljšanja bezbednosti na putno-pružnim prelazima.

Ključne reči: putno-pružni prelazi, bezbednost, komparativna analiza, mere poboljšanja, nesreća

SUMMARY:

Level crossings are points of increased safety risk, both from the aspect of rail traffic, and from the aspect of road traffic. Accidents at level crossings, as a rule, are with fatal consequences and great damage. All significant accident statistics indicate that, in almost 95 % of all accidents at level crossings, the responsibility falls on road traffic participants (drivers of motor vehicles, cyclists and pedestrians) who did not comply with traffic regulations. For this reason, level crossings must be properly secured. In this paper, the current state of safety at level crossings on the railways of the Republic of Serbia and the Republic of Croatia will be presented, and a comparative analysis will be made in order to propose possible measures to improve safety at level crossings.

Key words: level crossings, safety, comparative analysis, measures of improvement, railway accidents

* Prof. dr Norbert Pavlović, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305, norbert.busf@gmail.com

** Doc. dr Martin Starčević, Sveučilište u Zagrebu – Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, Vukelićeva 4, martin.starcevic@fpz.unizg.hr

*** Prof. dr Ivan Belošević, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305, i.belosevic@sf.bg.ac.rs

**** Prof. dr Mladen Nikšić, Sveučilište u Zagrebu – Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, Vukelićeva 4, mladen.niksic@fpz.unizg.hr

1. UVOD

Putno-pružni prelazi su mesta gde drumske saobraćajnice prelaze preko železničke pruge, odnosno, u građevinskom smislu, mesto ukrštanja kolovoza sa gornjom ivicom šina koja se nalazi u toj ravni. Zbog velikih razlika u brzinama kretanja drumskih i železničkih vozila, njihovih masa, a posebno dužine zaustavnog puta, ta mesta su vrlo opasna zbog mogućnosti sudara i predstavljaju veliki bezbednosni izazov zbog kompleksnih socijalno-tehničkih sistema koji uključuju interakciju između različitih korisnika drumskog saobraćaja, železničkih operatera i infrastrukturnih podсистema [1]. Nesreće na putno-pružnim prelazima su u medijima, uglavnom, na pogrešan način predstavljene što dovodi do generalnog mišljenja u javnosti da je to problem železničkog sektora. Nažalost, statističke analize ukazuju da je glavni uzrok nesreća ponašanje korisnika drumskog saobraćaja (vozača motornih vozila, biciklista i pešaka) koji se svesno ili nesvesno nisu pridržavali saobraćajnih propisa [2]. U proseku, broj poginulih lica na putno-pružnim prelazima predstavlja jednu trećinu svih poginulih u železničkom saobraćaju, a samo 1-2 % poginulih lica u drumskom saobraćaju. Iz tog razloga, putno-pružni prelazi ne predstavljaju veliki bezbednosni problem drumskog sektora [3].

Kako su putno-pružni prelazi mesta povećanog rizika, oni moraju biti propisno osigurani. Osnovna podela sistema osiguranja putno-pružnih prelaza deli se na pasivne i aktivne sisteme osiguranja. Pasivni sistemi su opremljeni saobraćajnim znacima upozorenja, koji su fiksni i ne menjaju svoje stanje u odnosu na prolazak železničkih vozila. Tu spadaju saobraćajni znak obaveznog zaustavljanja „STOP“ i saobraćajni znak „ANDREJIN KRST“ uz osiguranu zonu potrebne preglednosti sa puta na prugu (slika 1). Kod pasivnog osiguranja, učesnici u drumskom saobraćaju su odgovorni za osmatranje saobraćajne situacije.



Slika 1. Pasivno osiguranje putno-pružnog prelaza (izvor: slike autora rada)

Aktivno osiguranje putno-pružnog prelaza je bilo koje osiguranje u kojem dolazi do promene stanja sistema (svetlosno-zvučnog i/ili mehaničkog) u odnosu na dolazak železničkog vozila, a može ga kontrolisati ručno ovlašćeni radnik na samom prelazu ili daljinski iz službenog mesta. Aktivni sistemi osiguranja mogu biti implementirani upotrebom svetlosno-zvučne signalizacije sa ili bez polubranika i ručno kontrolisanim punim branicima (slika 2).



Slika 2. Aktivna osiguranja putno-pružnih prelaza (izvor: slike autora rada)

Najefikasniji način sprečavanja nesreća na putno-pružnim prelazima je potpuna denivelacija železničkog i drumskog saobraćaja izgradnjom nadvožnjaka ili podvožnjaka. Međutim, zbog velikih novčanih izdataka, često i zbog tehnoloških neopravdanosti takvih projekata, u većini slučajeva nije moguće na ovaj način dovesti do povećanja bezbednosti. Postoje i drugi načini poboljšanja bezbednosti, a mogu se podeliti

u tri različite kategorije: tehnička rešenja osiguranja putno-pružnih prelaza, državni i međudržavni programi bezbednosti i edukativne kampanje [4].

Kako je ponašanje vozača glavni uzrok svih nesreća, tehnička rešenja osiguranja putno-pružnih prelaza se usredsređuju na mehanizme sprečavanja učesnika u drumskom saobraćaju kršenja saobraćajnih propisa (svesno ili nesvesno). Neka od rešenja podrazumevaju napredne sisteme skeniranja i prepoznavanja registarskih tablica automobila, koji prelaze putno-pružne prelaze u trenutku kada su aktivirani signali za prolazak železničkoga vozila [5]. Informacije bi se sa skenera automatski prebacivale u bazu nadležne policijske stanice, a kako većinom ne postoje sistemski podaci o vozilima koja bezbedno pređu preko prelaza na kojem je već najavljeno približavanje železničkog vozila, ovakvim bi se rešenjima došlo do kvalitetnih statističkih podataka o ponašanju vozača, te bi se represivnim merama uticalo na dalje ponašanje svih učesnika u saobraćaju. Takođe, postoje predlozi primene inteligentnog sistema nadzora putno-pružnog prelaza, koji simultano daje informacije upozorenja i mašinovođi i vozačima drumskih vozila koristeći dvosmernu komunikaciju [6]. Ovakav sistem uključuje upotrebu posebnih kamera sa senzorima koji uočavaju vozila na kritičnom području putno-pružnog prelaza koje onda šalju te informacije železničkom vozilu u dolasku, a podaci o smeru, brzini i vremenu približavanja voza se prikazuju na informacionim ekranima postavljenim ispred samog putno-pružnog prelaza.

U nekim slučajevima dolazi do situacije da vozila ili pešaci ostanu unutar područja prilaza dok su branici spuštenu, pa autori [7] predlažu instalaciju uređaja za uočavanje prepreka upotrebom laserskih zraka koji bi se uključio nakon zatvaranja prelaza. Kada bi bilo koji objekat (osoba ili automobil) prekinuo laserski zrak unutar područja putno-pružnog prelaza, primopredajnik bi nadolazećem železničkom vozilu automatski slao informaciju o neosiguranom prelazu. Kako bi se uticalo na vozače, koji neprimerenim brzinama prilaze putno-pružnim prelazima, autori [8] predlažu niz mera kojima je cilj usporavanje vozila: ugradnja reflektujućih oznaka u kolovozu, upotreba elektronskih saobraćajnih znakova koji se uključuju samo pri nailasku železničkog vozila, upotreba LCD panela koji se uključuju kada je prelaz osiguran, a na kojima su obaveštenja o represivnim merama za vozače koji se ne pridržavaju saobraćajnih pravila i ugradnja u kolovoz izdignutih traka koje vibriraju i stvaraju zvuk pri prelazu vozila.

Osim tehničkih rešenja za povećanje nivoa bezbednosti, veliki naglasak je i na nacionalnim i međunarodnim

edukativnim kampanjama kako bi se podigla svest o opasnostima na putno-pružnim prelazima svih njihovih korisnika. Jedan od najstarijih obrazovnih programa u svetu je Operation Lifesaver iz Sjedinjenih Američkih Država koji je započeo s radom 1972. godine [9]. Program je pokrenula železnička kompanija Union Pacific Railroad kao šestonedeljnu javnu kampanju u saveznoj državi Ajdaho. U početku se program sastojao od običnih poster-prezentacija praćenih audio-porukama. Danas kampanja Operation Lifesaver dopire do više miliona ljudi putem edukativnih prezentacija, multimedijalnih igara, postera i socijalnih mreža na internetu. Takođe, jedan od najvažnijih edukativnih programa je i Međunarodni dan svesnosti o opasnostima na putno-pružnim prelazima ILCAD (eng. International Level Crossing Awareness Day) kojim koordinira Međunarodna železnička unija (UIC) [10]. Kampanja ILCAD-a je prvi put pokrenuta u junu 2009. godine, s ciljem podsticanja svessti korisnika drumskog saobraćaja i pešaka o opasnostima na putno-pružnim prelazima i oko njih, kao i o potrebi promene ponašanja svih učesnika u saobraćaju [11].

Bezbednost na putno-pružnim prelazima predstavlja globalni problem u bezbednom odvijanju železničkog saobraćaja, pa ga kao takvog i treba sagledavati jer jednako pogađa i razvijene i manje razvijene železničke sisteme.

Cilj ovog rada je komparativna analiza bezbednosti na putno-pružnim prelazima između Republike Hrvatske i Republike Srbije. Kako je Republika Hrvatska članica Evropske unije, potrebno je identifikovati ključne razlike bezbednosnih aspekata, a kako bi se preduzele potrebne mere u svrhu povećanja bezbednosti i približavanju EU standardima na evropskom putu Republike Srbije.

2. PUTNO-PRUŽNI PRELAZI NA TERITORIJI REPUBLIKE HRVATSKE I REPUBLIKE SRBIJE

Postoje dva osnovna načina ukrštanja puta i pruge. To su ukrštanje puta i pruge van nivoa i ukrštanje puta i pruge u nivou. Ukrštanje puta i pruge van nivoa podrazumeva izgradnju podvožnjaka ili nadvožnjaka, tako da je fizički kontakt vozila ova dva vida saobraćaja nemoguć. Prednost izgradnje ovakvih putnih prelaza je što nude najviši nivo bezbednosti. Međutim, imaju jedan veliki nedostatak, a to je što jedan ovakav prelaz zauzima veliku površinu oko samog mesta ukrštanja puta i pruge (denivelisani prilaz drumske saobraćajnice samom mestu ukrštanja puta i pruge), što implicira velike investicije. Iz tog razloga, izgradnja ovakvih putnih prelaza mora da bude opravdana.

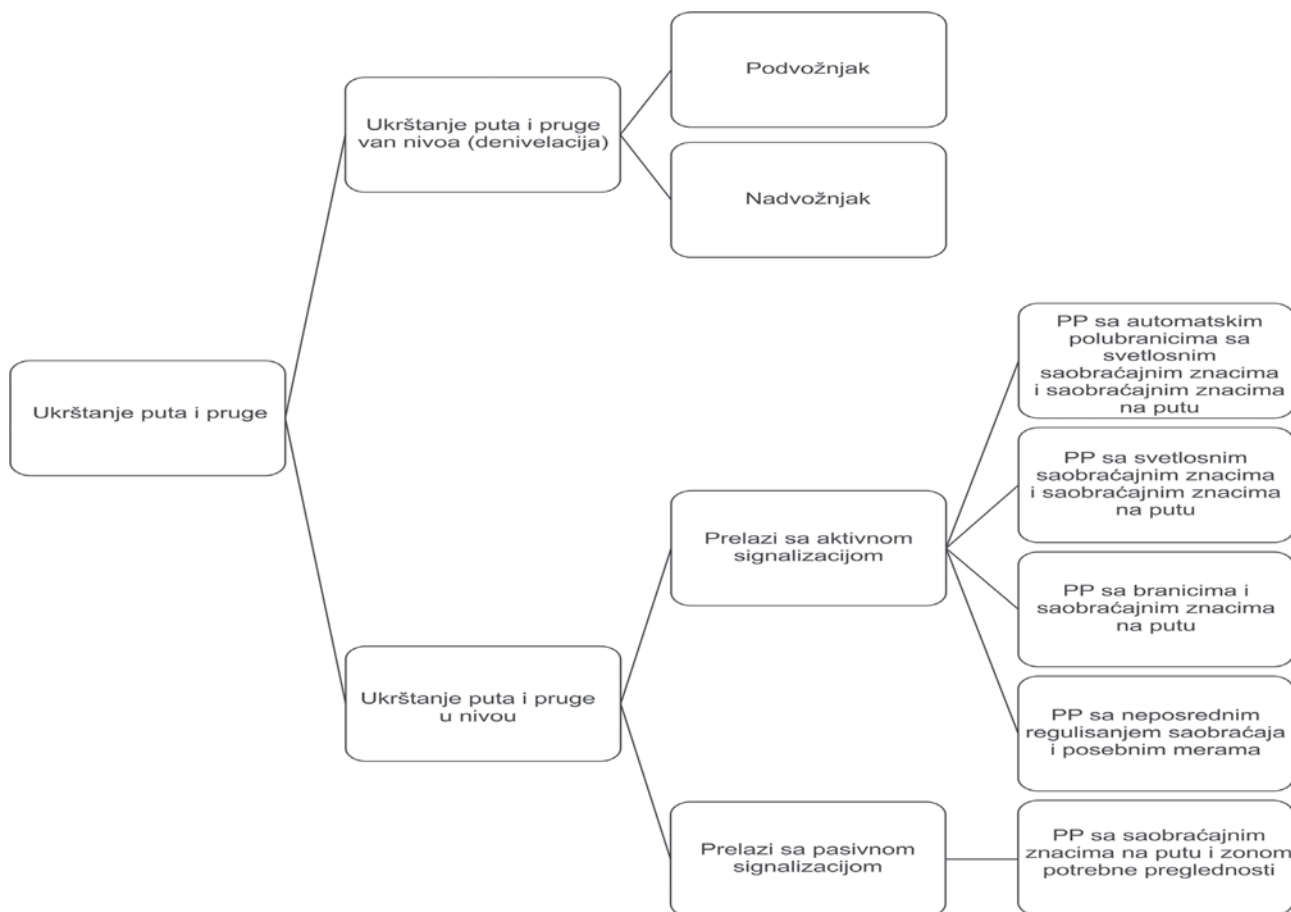
Osnovna podela putno-pružnih prelaza u nivou je podela u dve velike kategorije: putni prelazi sa aktivnom i putni prelazi sa pasivnom signalizacijom. Aktivna signalizacija kod putnih prelaza podrazumeva da su ti putni prelazi opremljeni dodatnim sredstvima koja najavljuju nailazak voza. Nasuprot ovim prelazima, putni prelazi sa pasivnom signalizacijom su opremljeni vertikalnom i horizontalnom signalizacijom za drumski saobraćaj kojima se obaveštavaju vozači na nailazak na mesto ukrštanja puta i pruge. Međutim, ovi putni prelazi ne poseduju dodatna signalna sredstva koja bi učesnicima u drumskom saobraćaju najavljivala nailazak vozova.

Detaljna podela putnih prelaza po kriterijumu vrste osiguranja prikazana je na narednoj slici (slika 3).

Imajući u vidu da definisani koridori pruga i u Hrvatskoj i u Srbiji datiraju od pre više decenija (kada su obe države bile sastavni deo nekadašnje zajedničke države), vrste osiguranja putnih prelaza su vrlo slične i podela putnih prelaza prikazana na gornjoj slici (slika 3) važi za prelaze na železničkoj mreži i Hrvatske i Srbije.

Kod putnih prelaza sa pasivnom signalizacijom potrebno je obezbediti odgovarajuću preglednost sa puta na prugu. Ta preglednost se određuje u zavisnosti od brzine drumskih i železničkih vozila, dužine i ubrzanja do postizanja brzine kojom drumsko vozilo prelaze preko putnog prelaza. U Hrvatskoj, ta preglednost se naziva trougao preglednosti prema važećim regulativama u Hrvatskoj. U Srbiji, od 2016. godine kada je donet važeći Pravilnik kojim se ovo pitanje reguliše, ova zona se naziva zona potrebne preglednosti. Pre usvajanja ovog pravilnika, i u Srbiji je ta zona nosila naziv trougao preglednosti. Međutim, da ne bude zabune, trougao preglednosti u Republici Srbiji se nešto drugačije proračunavao, dok trougao preglednosti u Hrvatskoj i zona potrebne preglednosti u Srbiji predstavljaju isti pojam i računaju se po istim principima.

Zona potrebne preglednosti, odnosno trougao preglednosti (prema Hrvatskoj regulativi) na posmatranom putnom prelazu se meri po osi železničke pruge, a predstavlja rastojanje od tačke koja se nalazi u preseku ose puta i pruge do tačke koja predstavlja mesto na kome se mora obezbediti vidljivost železničkog vozila pri

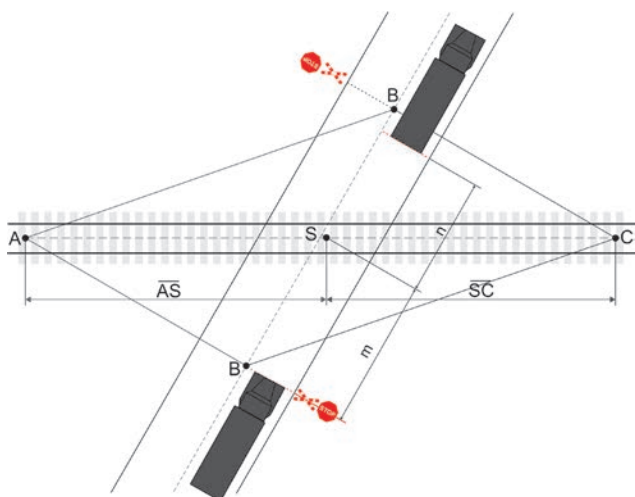


Slika 3. Podela putno-pružnih prelaza (izvor: autori rada)

njegovom približavanju putnom prelazu (posmatrano na jednu i na drugu stranu). Veličina ove zone zavisi od parametara kao što su najveće dopuštene brzine na pruzi, dužina, brzina i ubrzanje drumskih vozila.

Određuje se tako da se obezbedi da se drumska vozila blagovremeno i sigurno zaustave ispred saobraćajnog znaka kojim se signalizira mesto ukrštanja železničke pruge i puta, odnosno da vozači drumskih vozila mogu bezbedno da preduzmu aktivnosti za završetak započetog prelaska preko putnog prelaza.

Zona potrebne preglednosti je prostor određen tačkama A, B i C (slika 4). Tačka B se nalazi ispred putnog prelaza u osi kolovoza u nivou saobraćajnog znaka Andrejin krst i saobraćajnog znaka Obaveznog zaustavljanja, i za nju se određuje preglednost sa puta na prugu. Tačke A i C su locirane na pruzi, u osi koloseka i predstavljaju pozicije u kojima se voz mora videti kada se vozač drumskog vozila nalazi u tački B.



Slika 4. Trougao preglednosti (izvor: autori rada)

3. KARAKTERISTIKE ŽELEZNIČKE MREŽE U HRVATSKOJ I U SRBIJI

Ukupna građevinska dužina železničke mreže u Republici Hrvatskoj iznosi 2.617 km. Od ove dužine 2.341 km pripada jednokolosečnim prugama, što je blizu 90 %, a 276 km pripada dvokolosečnim prugama. Elektrificirano je 980 km pruga, što čini nešto više od 37 % svih pruga u Hrvatskoj. Od toga 3 km pruge je elektrificirano sistemom jednosmerne struje 3 KV, a sve ostalo naizmeničnom strujom 25 KV, 50 Hz [12].

Kada su u pitanju putno-pružni prelazi, na železničkoj mreži Hrvatske postoji 1.499 prelaza svih kategorija [13]. Detaljna raspodela putnih prelaza po vrstama osiguranja prikazana je u narednoj tabeli (tabela 1), a procentualna raspodela putnih prelaza prema osiguranju je data u tabeli 2. Iz tabela 1. i 2. se vidi da na železničkoj mreži u Hrvatskoj oko 61 % prelaza spada u prelaze sa pasivnom signalizacijom, dok 39 % čine prelazi sa aktivnom signalizacijom. Raspodela i struktura putnih prelaza u Hrvatskoj i Srbiji su grafički prikazane na slici 5.

Ukupna građevinska dužina železničke mreže u Republici Srbiji, prema Izjavi o mreži iz 2022. godine, iznosi 3.333 km [14]. Međutim, prema odluci Infrastrukture železnice Srbije oko 800 km pruga je ukinuto, tako da je železnička mreža u Srbiji sada oko 2.533 km. Imajući u vidu da su sve ukinute pruge jednokolosečne i neelektrificirane, može se reći da od postojeće dužine svih pruga u Srbiji oko 2.244 km pruga spada u jednokolosečne pruge, dok oko 289 km pruga spada u dvokolosečne. Prema tome, slično kao i na Hrvatskoj železničkoj mreži, blizu 90 % pruga spada u jednokolosečne.

Tabela 1. Raspodela putnih prelaza prema osiguranju u Hrvatskoj i u Srbiji

Država	Način osiguranja putnih prelaza				UKUPNO
	Pasivni	Ručni	Aktivna signalizacija - svetlosni signal		
			sa polubranikom	bez polubranika	
HRVATSKA	916	43	413	127	1.499
SRBIJA	1.218	196	256	10	1.680

Tabela 2. Raspodela putnih prelaza prema osiguranju u Hrvatskoj i u Srbiji (%)

Država	Način osiguranja putnih prelaza				UKUPNO
	Pasivni	Ručni	Aktivna signalizacija - svetlosni signal		
			sa polubranikom	bez polubranika	
HRVATSKA	61	3	28	8	100
SRBIJA	72	12	15	1	100



Slika 5. Procentualna raspodela putno-pružnih prelaza po vrsti osiguranja u Hrvatskoj i Srbiji

Elektrificirano je oko 1.274 km pruga, što je oko polovine železničke mreže u Srbiji. Sistem elektrifikacije u Srbiji je, kao i u Hrvatskoj, naizmeničnom strujom 25 kV, 50 Hz, s tim što je u Srbiji ovo jedini sistem elektrifikacije koji se koristi.

Na železničkoj mreži pruga u Srbiji je bilo preko 2.300 putno-pružnih prelaza. Međutim, poslednjih godina doneta je strategija po kojoj je oko 800 km nerentabilnih pruga ukinuto. Iz tog razloga, prema Izjavi o Mreži iz 2022. godine i Uredbi o kategorizaciji pruga iz 2020. godine, isključene su iz daljeg razmatranja pruge koje su ukinute. Na taj način broj putnih prelaza je redukovano na 1.680. Iz tabele 1. se vidi da na železničkoj mreži u Srbiji oko 73 % prelaza spada u prelaze sa pasivnom signalizacijom, dok 27 % čine prelazi sa aktivnom signalizacijom.

Prosečna gustina prelaza u Hrvatskoj je 0,57 prelaza po jednom kilometru pruge (jedan prelaz na svaka 2 km pruge), dok je u Srbiji ta gustina nešto veća i iznosi 0,66 prelaza na kilometar pruge.

Detaljna struktura putnih prelaza prema rangu pruge na železničkoj mreži u Srbiji je prikazana u narednoj tabeli (tabela 3).

Tabela 3. Broj i struktura putnih prelaza u Srbiji

Rang pruge	Vrsta osiguranja putnih prelaza				Broj PP
	1	2	3	4	
M	420	2	196	76	694
R	643	7	45	94	789
L	100	1	11	20	132
MN	55	0	4	6	65
SUMA	1.218	10	256	196	1.680

Gde su:

M - magistralne pruge

R - regionalne pruge

L - lokalne pruge

MN - manipulativne pruge

- 1 - putni prelazi obezbeđeni saobraćajnim znacima na putu i zonom potrebne preglednosti
- 2 - putni prelazi obezbeđeni svetlosnim saobraćajnim znacima i saobraćajnim znacima na putu
- 3 - putni prelazi obezbeđeni polubranicima i svetlosnim saobraćajnim znacima na putu
- 4 - putni prelazi obezbeđeni branicima i saobraćajnim znacima na putu.

4. BEZBENOSNI PARAMETRI U KOMPARATIVNOJ ANALIZI

Srbija i Hrvatska su države sa sličnim stepenom razvijenosti železničkog sistema. Pod ovim se misli na sličnu dužinu železničke mreže, sličan odnos jednokolosečnih i dvokolosečnih pruga u odnosu na celu železničku mrežu, relativno sličan broj putno-pružnih prelaza i dr. Sa druge strane, imajući u vidu da je Hrvatska punopravna članica EU, a da Srbija to nije, interesantno je posmatrati i uporediti pojedine parametre koji karakterišu železnički saobraćaj u ove dve države. U ovom radu posmatrani su neki bezbednosni parametri železničkih sistema u ove dve države. Tu su, osim strukture putno-pružnih prelaza, posmatrane nesreće na putno-pružnim prelazima, a od vrste putno-pružnih prelaza posmatrani su i putni prelazi sa aktivnom i sa pasivnom signalizacijom.

Kao što je već pomenuto, postoji više tipova putno-pružnih prelaza koji se mogu sresti na železničkim mrežama i Srbije i Hrvatske. Neki od njih se više ne ugrađuju, a trenutno njihovo postojanje je uslovljeno činjenicom da je u vreme izgradnje pruge

takav sistem osiguranja bio u skladu sa tadašnjim zakonima. Rekonstrukcijom takvih pruga, u skladu sa novim zakonima, njihovo postojanje će biti razmotreno, a nivo osiguranja prilagođen postojećim zahtevima. Međutim, takvih prelaza ima vrlo malo i na jednoj i na drugoj železnici i u ovom radu nisu uzeti u obzir. Iz tog razloga, pažnja je posvećena najraširenijim kategorijama putnih prelaza na železničkim mrežama Srbije i Hrvatske, a to su: putni prelazi sa svetlosnim signalima i polubranicama, svetlosnim signalima i saobraćajnim znacima na putu i putni prelazi obezbeđeni saobraćajnim znacima na putu i trouglom preglednosti, odnosno zonom preglednosti.

Prema Zakonu o bezbednosti u železničkom saobraćaju iz 2018. godine, kao i prema Pravilniku o prijavljivanju, istraživanju, evidentiranju, statističkom praćenju i objavljivanju podataka o nesrećama i nezgodama iz 2021. godine, razlikujemo nesreće i nezgode, odnosno nesreće i ozbiljne nesreće. Ozbiljna nesreća je nesreća u kojoj kao posledicu imamo najmanje jedno poginulo lice, odnosno pet ili više teško povređenih lica. Imajući na umu da se naša zakonska regulativa prilagođava regulativama EU i kako su ove definicije preuzete iz evropskih, ista podela važi i u Hrvatskoj.

Ostale nesreće ne spadaju u ozbiljne. Statistički, nesreće i ozbiljne nesreće se posmatraju posebno. Pored nesreća i ozbiljnih nesreća, pravna regulativa razlikuje i nezgode. Nezgode su vrsta nesreća kod kojih nema neželjenih posledica (materijalne štete na infrastrukturi i voznim sredstvima, nema poginulih i povređenih lica). To su, obično, one vrste neželjenih događaja kod kojih je došlo do izbegnuća sudara, iskliznuća i drugih vrsta nesreća, pa samim tim nema ni posledica po sredstva i ljudstvo (radnike, putnike i treća lica).

U radu je izvršena analiza vrste i strukture putnih prelaza na železničkoj mreži Hrvatske i Srbije. Broj putnih prelaza prema ukupnoj dužini železničke mreže daje uvid u tzv. prosečnu gustinu putnih prelaza na mreži. Ovaj parametar daje prosečan broj prelaza po jednom kilometru pruge. Pored ovih parametara, posmatrani su broj nesreća i ozbiljnih nesreća po vrsti putnih prelaza za period 2017 - 2020. godina.

Indikatori kao što su nesreće, odnosno broj nastradalih i broj povređenih na putnim prelazima, mogu da daju uvid u stanje bezbednosti na putnim prelazima i eventualne sistemske propuste koji utiču na

veći broj nesreća na putnim prelazima. Takođe, taj broj, ukoliko se posmatra u odnosu na neki svedeni parametar, kao što je vozni kilometar ili sl, može da da sliku kako se bezbednost na putnim prelazima kreće iz godine u godinu. Pravilno posmatranje i analiza stanja tokom određenog perioda može da ukaže na neke probleme koji zahtevaju preduzimanje određenih aktivnosti kako bi se sprečilo dalje pogoršanje bezbednosnih parametara na mreži i došlo do porasta broja nesreća.

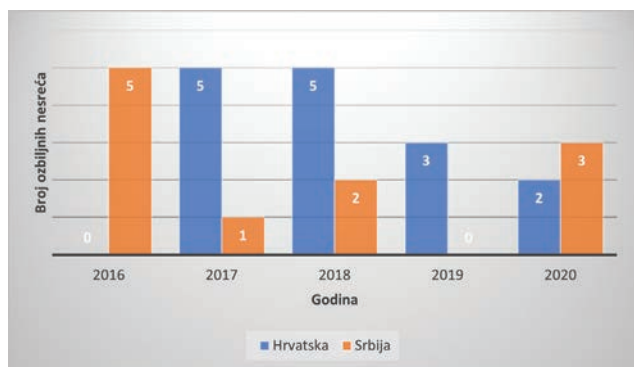
5. ANALIZA I KOMPARACIJA PARAMETARA

Jedan od parametara bezbednosti, koji je posmatran u radu, jesu ozbiljne nesreće na putno-pružnim prelazima. Ozbiljne nesreće na putnim prelazima podrazumevaju nesreće u kojima ima nastradalih i/ili povređenih lica. Ukupan broj ozbiljnih nesreća u periodu 2016 - 2020. u Hrvatskoj i Srbiji je sličan. U Hrvatskoj u pomenutom periodu je bilo 24 ozbiljnih nesreća, a u Srbiji 29. Detaljniji prikaz ozbiljnih nesreća na putno-pružnim prelazima u ovom periodu u Hrvatskoj i Srbiji je dat u narednoj tabeli (tabela 4).

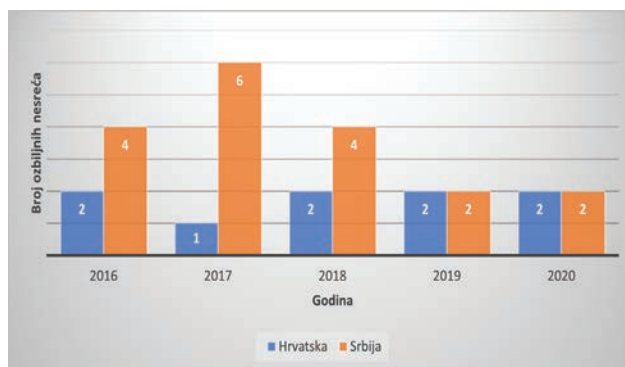
Tabela 4. Ozbiljne nesreće na putnim prelazima na mreži Hrvatske i Srbije u periodu 2016 - 2020.

Hrvatska	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
aktivna signalizacija	0	5	5	3	2
pasivna signalizacija	2	1	2	2	2
Ukupno	2	6	7	5	4
Srbija	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
aktivna signalizacija	5	1	2	0	3
pasivna signalizacija	4	6	4	2	2
Ukupno	9	7	6	2	5

Iz tabele 4. se vidi da je u Hrvatskoj na putno-pružnim prelazima sa aktivnom signalizacijom bilo 15 ozbiljnih nesreća, dok je na prelazima sa pasivnom signalizacijom bilo 10. Najveći broj ozbiljnih nesreća je bio 2018. i 2017. godine. Interesantno je da je broj nesreća na pasivnim prelazima tokom posmatranog perioda bio konstantan (po dve ozbiljne nesreće godišnje, osim 2017. godine kada je bila jedna ozbiljna nesreća). Grafički prikaz ozbiljnih nesreća na aktivnim i pasivnim putnim prelazima u Hrvatskoj i Srbiji po godinama za pomenuti vremenski period prikazan je na slici 6.



a)



b)

Slika 6. Broj ozbiljnih nesreća na putnim prelazima: a) sa aktivnom signalizacijom i b) sa pasivnom signalizacijom

U Srbiji je, prema statističkim podacima, broj ozbiljnih nesreća sličan u posmatranom periodu, ali je broj ozbiljnih nesreća na pasivnim prelazima (19 ozbiljnih nesreća) приметно veći nego na putnim prelazima sa aktivnom signalizacijom (11 ozbiljnih nesreća). Procentualni odnos između broja ozbiljnih nesreća na pasivnim prelazima u odnosu na aktivne prelaze u Srbiji i Hrvatskoj za posmatrani period 2016 - 2020. je prikazan u tabeli 5.

Tabela 5. Učešće ozbiljnih nesreća na aktivnim i na pasivnim putnim prelazima za period 2016 - 2020.

Država	Učešće ozbiljnih nesreća u ukupnom broj nesreća (%)		Ukupan broj ozbiljnih nesreća
	Aktivni	Pasivni	
Hrvatska	62,5	37,5	24
Srbija	37,9	62,1	29

Iz table 5. se vidi da ukupno učešće ozbiljnih nesreća na aktivnim i pasivnim putnim prelazima u Hrvatskoj i Srbiji ima obrnut odnos. Dve trećine ozbiljnih nesreća u Hrvatskoj se događa na aktivnim putnim prelazima, dok je u Srbiji to na pasivnim putnim prelazima.

Slična je situacija i kada se posmatraju nesreće na putnim prelazima. U posmatranom periodu od 5 godina, broj nesreća na putno-pružnim prelazima u Hrvatskoj i Srbiji je gotovo identičan. U Hrvatskoj taj broj iznosi 135, a u Srbiji za jednu nesreću manje. Međutim, analiza podataka o nesrećama na putnim prelazima pokazuje suprotnu situaciju u odnosu na ozbiljne nesreće. Naime, u Hrvatskoj dominiraju nesreće na pasivnim putnim prelazima, dok u Srbiji dominiraju nesreće na aktivnim putnim prelazima. Detaljniji prikaz nesreća na putnim prelazima u Srbiji i Hrvatskoj je dat u tabeli 6.

Tabela 6. Nesreće na putnim prelazima na mreži Hrvatske i Srbije u periodu 2016 - 2020.

Hrvatska	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
aktivna signalizacija	8	9	5	9	7
pasivna signalizacija	17	22	24	15	19
Ukupno	25	31	29	24	26
Srbija	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
aktivna signalizacija	18	24	17	16	16
pasivna signalizacija	12	6	7	10	8
Ukupno	30	30	24	26	24

Iz table 6. se vidi da je u Hrvatskoj na putno-pružnim prelazima sa aktivnom signalizacijom bilo 38 nesreća na putnim prelazima sa aktivnom signalizacijom, što je oko 28 % svih nesreća na putnim prelazima u Hrvatskoj. Na putnim prelazima sa pasivnom signalizacijom, na teritoriji Hrvatske, bilo je 97 nesreća. Najveći broj nesreća na putnim prelazima desio se 2017. godine, kada je taj broj iznosio 31. Broj nesreća na pasivnim prelazima tokom posmatranog perioda kretao se između 15 i 24, koliko se desilo 2018. godine.

U Srbiji je obrnuta situacija. Broj nesreća na putnim prelazima je znatno veći na prelazima sa aktivnom signalizacijom nego na prelazima sa pasivnom signalizacijom. Ta razlika je nešto manja bila 2016. i 2019. godine (oko 40 - 60 % u korist prelaza sa aktivnom signalizacijom), dok u ostalim godinama ta razlika ne prelazi 30 % ukupnog broja nesreća na putnim prelazima. Za Srbiju 2016. i 2017. godina su bile sa najvećim brojem nesreća na prelazima (30), dok u ostalim godinama taj broj je manji.

Grafički prikaz ozbiljnih nesreća na aktivnim i pasivnim putnim prelazima u Hrvatskoj i Srbiji po godinama za pomenuti vremenski period prikazan je na slici 7.

Procentualni odnos između broja nesreća na pasivnim prelazima i na aktivnim putnim prelazima u odnosu na ukupan broj nesreća na prelazima u Srbiji i Hrvatskoj za posmatrani period 2016 – 2020. je prikazan u narednoj tabeli (tabela 7).

Tabela 7. Učešće nesreća na aktivnim i na pasivnim putnim prelazima za period 2016 - 2020.

Država	Učešće ozbiljnih nesreća u ukupnom broju nesreća (%)		Ukupan broj ozbiljnih nesreća
	Aktivni	Pasivni	
Hrvatska	28,15	71,85	135
Srbija	67,91	32,09	134

Iz tabele 7. se vidi da, i ovde, učešće nesreća na aktivnim i pasivnim putnim prelazima u Hrvatskoj i Srbiji ima obrnut odnos. Preko 70 % nesreća na putnim prelazima u Hrvatskoj se događa na pasivnim putnim prelazima, dok je u Srbiji to na aktivnim putnim prelazima.

Pored ovih parametara, posmatran je i broj nastradalih na putnim prelazima. Smrtno nastradalo lice je lice koje je izgubilo život usled nesreće na licu mesta ili je podleglo povredama u roku od 30 dana od dana nastanka nesreće. Detaljan prikaz broja nastradalih na aktivnim i pasivnim putnim prelazima u Hrvatskoj i u Srbiji prikazan je u narednoj tabeli (tabela 8).

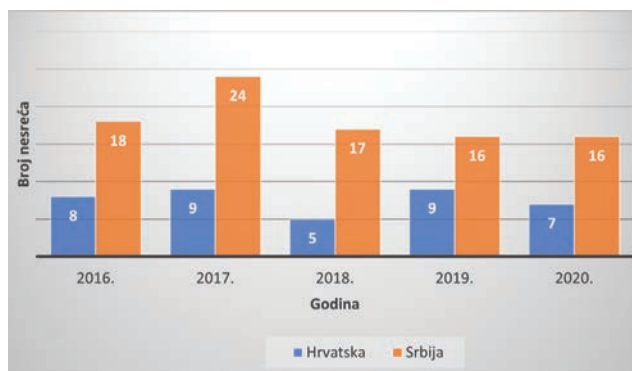
Ovaj parametar je u tesnoj vezi sa brojem ozbiljnih nesreća na putno-pružnim prelazima. Posmatrajući tabelu 8. može se приметiti da je u posmatranom periodu od 5 godina, na aktivnim putnim

prelazima u Hrvatskoj u 15 ozbiljnih nesreća, smrtno nastradalo 17 lica. Kada su u pitanju pasivni putni prelazi, u 9 nastalih nesreća smrtno je stradalo 9 lica. U Srbiji je u 11 ozbiljnih nesreća smrtno nastradalo 12 lica na putnim prelazima sa aktivnom signalizacijom. Međutim, kada su u pitanju pasivni putni prelazi pokazuje se da je u posmatranih pet godina na ovim prelazima u 18 ozbiljnih nesreća smrtno nastradalo 28 lica. Ovako veliko odstupanje u broju nastradalih u odnosu na broj ozbiljnih nesreća na putnim prelazima se javlja usled ozbiljne nesreće koja se desila 2018. godine na putnom prelazu u Međurovu gde je smrtno nastradalo osam lica. Grafički prikaz broja smrtno nastradalih u ozbiljnim nesrećama na putno-pružnim prelazima u Hrvatskoj i Srbiji dat je na narednoj slici (slika 8).

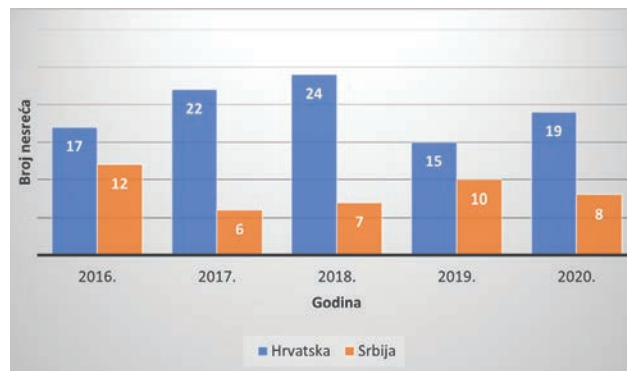
Tabela 8. Broj nastradalih lica na putnim prelazima U Hrvatskoj i Srbiji u periodu 2016 - 2020.

Hrvatska	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
aktivna signalizacija	0	6	6	3	2
pasivna signalizacija	2	1	2	2	2
Ukupno	2	7	8	5	4
Srbija	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
aktivna signalizacija	5	1	3	0	3
pasivna signalizacija	5	6	11	2	4
Ukupno	10	7	14	2	7

Još jedan parametar koji se često posmatra u radovima koji se bave bezbednošću na putno-pružnim prelazima je broj povređenih lica. Detaljni podaci koji se odnose na ovaj parametar je dat u narednoj tabeli (tabela 9).

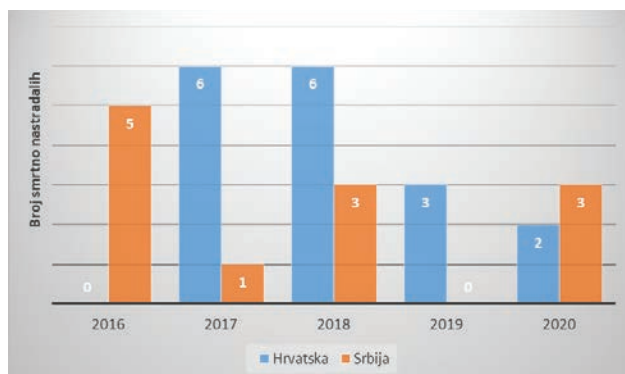
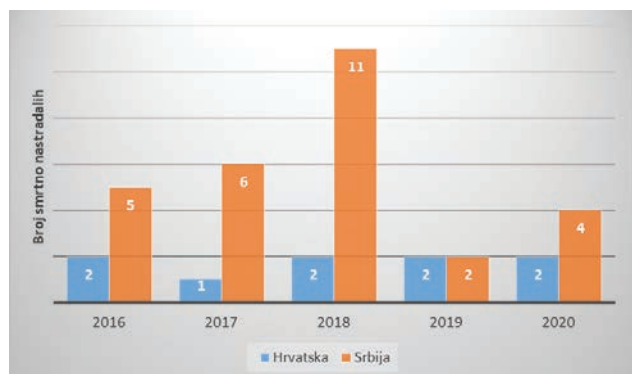


a)



b)

Slika 7. Broj nesrećana putnim prelazima: a) sa aktivnom signalizacijom i b) sa pasivnom signalizacijom



a)

b)

Slika 8. Broj smrtno nastradalih na putnim prelazima: a) sa aktivnom signalizacijom i b) sa pasivnom signalizacijom

Tabela 9. Broj teže povređenih i povređenih lica u nesrećama na putnim prelazima u Hrvatskoj i Srbiji

Hrvatska	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
aktivna signalizacija	2	2	1	1	2
pasivna signalizacija	3	3	4	5	4
Ukupno	5	5	5	6	6
Srbija	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
aktivna signalizacija	0	4	1	9	8
pasivna signalizacija	1	3	17	10	8
Ukupno	1	7	18	19	16

Do nekih podataka u vezi sa ovim parametrom nije bilo jednostavno doći, te su podaci dati u formi koja ne dozvoljava precizno poređenje broja povređenih u nesrećama na putnim prelazima u Hrvatskoj i Srbiji. Naime, u dokumentu „Godišnje izvješće o sigurnosti u 2020. godini“ postoje statistički podaci koji se odnose samo na teže povređena lica u nesrećama na putno-pružnim prelazima. Međutim, u Srbiji postoje statistički podaci koji se odnose na ukupan broj povređenih lica u nesrećama na putnim prelazima. Iz tog razloga u tabeli 9. se vidi da postoji značajno odstupanje u broju povređenih na mreži Hrvatske i Srbije. Prema tome podaci se mogu uzeti samo kao ilustracija.

6. ZAKLJUČAK

Putno-pružni prelazi su tačke stalnog izvora rizika od nastanka nesreća na njima, a predstavljaju mesta ukrštanja dva vida saobraćaja, železničkog i drumskog. Imajući u vidu težinu posledica nesreća na mestima ukrštanja ova dva vida saobraćaja,

bezbednost na putnim prelazima predstavlja važan segment svake države koja ima tendenciju razvoja svoje železnice.

Hrvatska i Srbija su vrlo slične države po strukturi železničkog saobraćaja. Poseduju sličnu dužinu železničke mreže i sličan broj putno-pružnih prelaza na svojoj mreži. Nisu velike ni razlike odnosa aktivnih i pasivnih prelaza u ukupnom broju putnih prelaza. Takođe, imajući u vidu da su u obe države, kao sastavnim delovima nekadašnje države Jugoslavije, decenijama važili isti zakoni i isti uslovi razvoja železničkog saobraćaja, ali i da je Hrvatska već, gotovo deceniju punopravan član EU, dok Srbija to nije, postoje sličnosti i razlike koje karakterišu ove dve države. Upravo iz tih razloga je interesantno da se uporede neke karakteristike bezbednosnih parametara na putnim prelazima u ove dve države.

Uporedna analiza pokazuje u mnogim segmentima vidljive sličnosti. Pored sličnosti u strukturi železničke infrastrukture, broju i vrsti putnih prelaza, postoje sličnosti u ukupnom broju ozbiljnih nesreća, nesreća i broju nastradalih lica. Posebno se karakteriše sličan broj ozbiljnih nesreća i gotovo isti broj nesreća za posmatrani period od 5 godina (2016 - 2020). Sa druge strane, upadljiva je razlika u odnosu ozbiljnih nesreća na putnim prelazima sa aktivnom signalizacijom, kao i ozbiljnih nesreća na pasivnim prelazima prema ukupnom broju ozbiljnih nesreća na prelazima u Hrvatskoj i Srbiji. Slično je i u slučaju nesreća. Ovi rezultati ukazuju na to da je neophodno da se izvrše dalja istraživanja koja bi uključila još neke parametre koji bi mogli da objasne ove razlike, kao što su vozni kilometri (na prugama na kojima dominiraju aktivni, odnosno pasivni putni prelazi), mesne prilike i lokacija pojedinih prelaza na kojima je došlo do nesreća. Posebnu pažnju u tim istraživanjima bi trebalo posvetiti i putnim prelazima na

kojima je došlo do ponavljanja nesreća u prethodnom periodu.

Postojeći rezultati ukazuju na činjenicu da postoji prostor za aktivnosti koje bi mogle da se preduzmu u cilju povećanja bezbednosti na putno-pružnim prelazima i smanjenju broja nesreća na njima. Kao rezultat, očekivalo bi se smanjenje broja nastradalih i povređenih lica. Te aktivnosti bi podrazumevale određene opšte mere kao što su:

1. uvođenje kamera na mestima putno-pružnih prelaza u nivou;
2. kampanje u medijima koje bi imale za cilj podizanje sveti vozača drumskih vozila da je putno-pružni prelaz u nivou potencijalno opasno mesto i da je neophodna povećana opreznost pri njihovom korišćenju;
3. unaprediti program u auto- školama gde bi se u sastavu obuke budući vozači upoznavali sa načinom funkcionisanja uređaja;
4. razvijanje novih tehničkih sredstava osiguranja koja bi maksimalno onemogućila donošenje loših odluka korisnika putno-pružnih prelaza.

ZAHVALNICA

Ovo istraživanje je podržano projektom bilateralnog projekta Hrvatska-Srbija „Efekti urbanih železničkih sistema na održivi razvoj i ekologiju u gradovima“ koji se obavlja na Fakultetu prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu i na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu.

LITERATURA

- [1] Read GJM, Salmon PM, Lenn MG: Sounding the warning bells, The need for a systems approach to understanding behaviour at rail level crossings, Appl Ergon [Internet], 44(5):764–74, Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2013.01.007>, 2013.
- [2] Tordai L, Olpinski W, Schafer W, Wegele S: D1 - Report about Statistics, Database Analysis and Regulations for Level Crossing, SELCAT (Safer European Level Crossing Appraisal and Technology). Paris, 2008.
- [3] Starčević M, Barić D, Pilko H: Survey-based impact of influencing parameters on level crossings safety. Promet - Traffic&Transportation, 28(6):639–49, 2016.
- [4] Starčević M, Broz I: Current Level Crossings Safety in the Republic of Croatia, In ZIRP 2017 - International conference on traffic development, logistics & sustainable transport - new solutions and innovations in logistics and transportation, Opatija, Croatia, Faculty of Transport and Traffic Sciences University of Zagreb, p. 355–62, 2017.
- [5] Cho BK, Ryu SH, Shin DR, Jung JI: License plate extraction method for identification of vehicle violations at a railway level crossing, Int J Automot Technol, 12(2):281–9, 2011.
- [6] Bongkwan Cho JJ: A Study on Intelligent Railway Level Crossing System for Accident Prevention, Int J Railw. 3AD, 3(3):106–12.
- [7] Hiraguri S, Sato K: Current Status of Level Crossing Accidents and Solutions for Enhancing its Safety in Japan In, 10th International Level Crossing Safety and Trespassing Prevention Symposium, p. 35, Paris, 2008.
- [8] Becker M, Zemach CM, Gellert EA, Ben-shabat E, Ben-dor EY: Presented By In, 10th International Level Crossing Safety and Trespassing Prevention Symposium, p. 25, Paris, 2008.
- [9] Sramek HM: Operation Lifesaver USA, Transforming for the Digital Age In, 12th Global Level Crossing and Trespass Symposium, p. 6, London 2012.
- [10] ILCAD [Internet]. Available from: <http://www.ilcad.org/ILCAD-2013.html>.
- [11] Foneverne I: International Level Crossing Awareness Dayo Title In, 12th Global Level Crossing and Trespass Symposium, p. 8. 2012.
- [12] HŽ Infrastruktura d.o.o: Izvješće o mreži 2021. Zagreb, Hrvatska, 2020.
- [13] HŽ Infrastruktura d.o.o: Godišnje izvješće o sigurnosti 2020 [Internet]. Zagreb, Hrvatska, 2020. Available from: <https://www.hzinfra.hr/naslovna/odnosi-s-javnoscju/publikacije/>
- [14] Železnice Srbije: Izjava o mreži 2022, Beograd, Srbija, 2022.

MARIJA BRKIĆ*, SNJEŽANA TORBICA PRVULJ**, VLADIMIR VUKOVIĆ***

PROCES SELEKCIJE I REGRUTOVANJA ZAPOSLENIH U ALTA BANCII

THE SELECTION AND RECRUITMENT PROCESS OF EMPLOYEES AT ALTA BANK

UDK: 658+658.8

REZIME:

Da bi se ostvarili dobri rezultati u poslovanju i da bi firma bila uspešna na tržištu, neophodna je „povoljna klima” kako među zaposlenima i nadređenima, tako i u podsticaju da se ulaže u menadžment ljudskih resursa, kako bi ovaj posao obavljali pravi stručnjaci koji znaju da procene svakog kandidata na pravi način - da li može dovoljno da doprinese organizaciji u kojoj radi. Zato proces selekcije i regrutovanja predstavlja veoma bitan korak u procesu izbora pravog kandidata. Da bi se odradio na pravi način i bio uspešan, neophodno je da menadžer zna tačan profil kandidata sa svim osobinama i kvalitetima koje treba da poseduje za određenu poziciju. Da bi HR (Human Resource) menadžment organizacije poslovao u pravom smeru, s obzirom na to da je okruženje svake organizacije veoma konkurentno, neophodno je da taj posao obavljaju obrazovani ljudi sa vizijom kojom će znati da organizuju radni proces na pravi način.

Ključne reči: selekcija zaposlenih, upravljanje ljudskim resursima, zaposleni

SUMMARY:

In order to achieve good results in business and for the company to be successful on the market, a “favorable climate” is necessary both among employees and superiors, as well as in the incentive to invest in human resources management, so that this work is performed by real experts who know that evaluate each candidate in the right way - whether he can contribute enough to the organization in which he works. That is why the process of selection and recruitment represents a very important step in the process of choosing the right candidate. In order to do it the right way and be successful, it is necessary for the manager to know the exact profile of the candidate with all the features and qualities he should have for a certain position. In order for the HR (Human Resource) management of the organization to operate in the right direction, given that the environment of every organization is very competitive, it is necessary that this work is performed by educated people with a vision that will know how to organize the work process in the right way.

Key words: employees, human resources management, human resources recruitment

* Marija Brkić, ITS, Zemun, Cara Dušana 34, marija9518@its.edu.rs

** Snježana Torbica Prvulj, prof. str. st, ITS, Zemun, Cara Dušana 34, snjezana.torbica@its.edu.rs

*** Dr Vladimir Vuković, prof. str. st, ITS, Zemun, Cara Dušana 34, vladimir.vukovic@its.edu.rs

1. UVOD

Razvoj visokih tehnologija, globalizacija demografskih promena i ostalih aktuelnih procesa nameću nova pravila ponašanja i poslovanja. Menadžment savremenih preduzeća ne može da ignoriše ove promene ukoliko želi da se razvija na pravi način. U trenutnom poslovnom okruženju za sve organizacije je neophodno (kako one novo formirane, tako i one tradicionalne) da se razvijaju i okrenu ka modernom poslovanju (u svoje poslovanje treba da uvedu sve veću primenu informaciono-komunikacionih tehnologija, IKT). Ova transformacija i napredak su veoma značajni jer, uz pomoć ovih tehnologija, one mogu da iskoriste sve prednosti koje naučno-tehnološki razvoj nosi sa sobom, a što je neophodno za njihovo poslovanje, konkurentnost i opstanak na tržištu. Konstantni razvoj i inovacije, koje su prisutne kako u poslovanju, tako i u svakodnevnom životu, dovode do promena i u funkcionisanju sektora unutar organizacija i njihovog konstantnog prilagođavanja. Zbog toga, menadžment svake organizacije koja posluje u takvom okruženju mora stalno da menja strategiju poslovanja i da definiše nov stil rukovođenja okrenut ka timskom radu i međusobnom poverenju. U vezi sa tim je neophodno da se pravila i principi, koji su neophodni za upravljanje ljudskim resursima, stalno menjaju i prilagođavaju potrebama vremena [1].

Glavni cilj ovog rada jeste da se predstavi proces selekcije i regrutovanja zaposlenih u jednoj firmi, a kao primer je uzeta kompanija ALTA banka. Pored glavnog cilja, u radu su objašnjeni neki od bitnih pojmova u vezi sa menadžmentom ljudskih resursa. Svi podaci u radu, neophodni za istraživanje, dati su na osnovu saradnje sa zaposlenima.

2. MENADŽMENT LJUDSKIH RESURSA

Upravljanje ljudskim resursima je jedan veoma odgovoran i povrh svega dinamičan proces. Zbog značaja koji ima za upravljanje se kaže: „Uspešno upravljanje ljudskim resursima pomaže da se za svako radno mesto obezbede sposobni i odgovorni kadrovi i da se iz svakog pojedinca i tima izvuče maksimum rezultata“ [2].

Upravljanje ljudskim resursima je jedan veoma složen proces, a takav je zbog menadžmenta koji se stalno menja i razvija i prati sve izazove i promene koje se dešavaju u oblasti kojom se kompanija bavi. Zbog toga, od njegovog nastanka pa do danas, desile su se krupne promene u organizaciji posla. Postalo je jasno da u današnje vreme zaposleni, bilo koje

firme, ne zasnivaju svoj radni odnos samo zbog plate i izvršavanja radnih zadataka koje im neka pozicija nameće, već da bi oni, kao deo jedne organizacije, mogli da doprinesu unapređenju poslovnih procesa svojim idejama i stavovima koje imaju za određeni poslovni zadatak.

Za menadžment ljudskih resursa, neophodno je da postoji taj „širi pogled“ na poslovanje, a ne kruta orijentacija na obavljanje radnih zadataka.

Iskustva koja su stečena u raznim istraživanjima, u vezi sa menadžmentom, ukazala su da tradicionalni model upravljanja gubi korak sa vremenom i ne doprinosi nijednoj organizaciji. Da bi se menadžment prilagodio potrebama organizacije, svi tradicionalni modeli poslovanja HR-a treba da budu zamenjeni savremenim. Savremeni modeli upravljanja ljudskim resursima se baziraju i okreću na humanističke vrednosti, a ne ekonomske jer time ostvaruju perspektivu za sve veću humanizaciju kako proizvodnih tako i radnih odnosa [3].

Upravljanje resursima na nivou jednog preduzeća u velikom broju definicija, koje postoje, predstavlja poslovnu i upravljačku funkciju jedne organizacije. Autori definicije stavljaju akcenat na upravljačku aktivnost, a pri tom zapostavljaju jednu veoma bitnu činjenicu, a to je da je menadžment ljudskih resursa jedna zasebna nastavna i teorijsko-naučna disciplina. Zato se prvenstveno pristupa definiciji njegove upravljačke aktivnosti [4].

Pojam upravljanje ljudskim resursima podrazumeva sve mere i aktivnosti koje se primenjuju prilikom samog planiranja, zatim socijalizacije, odnosno prilagođavanja kadrova, i naravno selekcije i regrutovanja. Pored ovih, neophodno je pomenuti i aktivnosti koje se odnose na obuke, treninge zaposlenih i naravno samu motivaciju, koja igra ključnu ulogu u razvitku svih veština i želja za napredovanjem i doprinosu firmi. Zadatak menadžmenta jeste da aktivira sve raspoložive resurse, osposobi ih i usredsredi na ostvarivanje ne samo ciljeva organizacije, nego i pojedinačnih ciljeva i interesa zaposlenih [1].

„Pod upravljanjem ljudskim resursima podrazumevaju se teorijsko-naučna i nastavna disciplina, odnosno upravljačke mere i aktivnosti, kojima se obezbeđuju, razvijaju, usmeravaju, prilagođavaju i unapređuju ljudski resursi u organizaciji, radi njihovog racionalnog korišćenja i ostvarivanja organizacionih i pojedinačnih ciljeva i interesa.“ [5].

Sve aktivnosti koje menadžment preduzima, prvenstveno u procesu obuke i usavršavanja zaposlenih, ocenjivanja njihovih performansi, nagrađivanja, zaštite zaposlenih i ostalo, spadaju u domen aktivnosti koje su usmerene na vođenje, razvoj i prilagođavanje kadrovskih resursa.

Upravljanje ljudskim resursima može mnogo da doprinese u poslovanju bilo kog preduzeća. Glavne aktivnosti i faktori koji ujedno predstavljaju srž njenog poslovanja su:

- Upravljačke aktivnosti podrazumevaju sve zadatke menadžera koji se odnose od prvih koraka tj. od selekcije i regrutovanja kandidata, izbora, zatim svih obuka i treninga koji su neophodni za obavljanje posla neke radne pozicije, pripreme kandidata za rad kroz treninge i obuke, motivacija zaposlenih, koja je već pomenuta kao jedan veoma bitan faktor, i poštovanje svih zakona i regulativa koje poslodavac mora da ispuni prema svakom zaposlenom u organizaciji.
- Faktori upravljanja ljudskim resursima se mogu podeliti u tri grupe: interni, eksterni i faktori zaposlenih. Pod internim faktorima se podrazumevaju organizacija unutar samog preduzeća, čime se preduzeće bavi i njegova poslovna politika. Pod eksternim faktorima se podrazumeva da se sagledava tržište na kom posluje, konkurencija i zakonodavstvo koje ima uticaja u njegovom poslovanju. Faktori zaposlenih se odnose na izbor pravih zaposlenih koji će firmi doneti ostvarenje pozitivnih efekata u njenom poslovanju i najbolje moguće rezultate.
- Organizacione pretpostavke za ostvarivanje funkcije upravljanja ljudskim resursima – organizacione pretpostavke u ovom smislu predstavljaju razlike između različitih organizacionih celina u okviru jedne kompanije i uklapanje njihovog poslovanja, a kojima rukovode pravi stručnjaci jer jedino prilikom prave organizacije svih nivoa u kompaniji, ona može funkcionisati na pravi način.

Svim pitanjima u vezi sa organizacijom preduzeća, u smislu njegovih sektora i njihovog međusobnog funkcionisanja, bavi se upravo menadžment ljudskih resursa. U izvesnoj meri, bavi se i odnosima koji se uspostavljaju između sindikata i menadžmenta organizacije. Postoji i određen broj pitanja kojima se ova disciplina bavi, a orijentisana su na njenu naučnu disciplinu:

- pojam, predmet i značaj upravljanja ljudskim resursima,
- ciljevi, zadaci i karakteristike upravljanja ljudskim resursima,

- nastanak i razvoj upravljanja ljudskim resursima,
- budućnost menadžmenta ljudskih resursa.

Jedna ovako značajna nauka bi uporedo trebalo da se bavi izučavanjem tradicionalnih modela koji su neophodni za njeno funkcionisanje, ali i savremenih modela. Ova grana menadžmenta je veoma mlada i tek treba da doživi ekspanziju u svom razvoju i delovanju [6].

Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO) predstavlja nevladinu i neprofitabilnu organizaciju koja u svom radu ima 165 nacionalnih tela za standardizaciju. Kroz svoje članstvo, ova organizacija doprinosi upoznavanju i povezivanju eksperata iz raznih oblasti i deljenju njihovog znanja i definisanju internacionalnih standarda koji podržavaju inovacije i kojima se pronalaze najbolja rešenja koja se odnose na globalne promene [7]. Ova organizacija ima širok spektar delovanja i aktivnosti za koje definiše standarde, od zaštite životne sredine, IKT sektora, turizma i ugostiteljstva, saobraćaja, pa sve do menadžmenta ljudskih resursa. Za sam menadžment HR-a postoji nekoliko standarda, to su standardi serije ISO 30400:2016, ISO 30405:2016, ISO30406:2016, ISO30407:2016 ISO 30408:2016, ISO 30409:2016, ISO 304010:2016. ISO 304011:2016. U daljem radu objašnjeni su samo neki standardi. Tako, na primer, postoji ISO 30400:2016 i ovim standardom se određuje sam vokabular u vezi sa menadžmentom HR-a. Standard ISO 30405:2016 se bavi pitanjem regrutovanja zaposlenih. Značajno kod ovog standarda jeste što je on primenjiv u svim firmama i organizacijama bez obzira na tip ili veličinu firme. Zatim standardom 30406:2016 se pomaže firmama da znaju da primene održivi način zapošljavanja ljudi. Održivo zapošljavanje se razlikuje u odnosu na nivo na koji se primenjuje: da li se misli na vladu, organizaciju ili neku individuu. Ovim standardom se utiče na razvoj održivog zapošljavanja na nivou organizacija [7].

3. PROCES SELEKCIJE I REGRUTOVANJA

3.1. Osnovni podaci o preduzeću

Pre nego što je dobila novo poslovno ime, banka se zvala „JUBMES banka“. Do promene kako imena, tako i vizuelnog identiteta banke došlo je usled promene osobe koja je imala najveći broj akcija. U maju 2019. godine ova banka je prerasla u Alta Pay Group, koja predstavlja jednu novu i modernu kompaniju u svetu ekonomije i finansija sa preko 1.900 lokacija. Promenom vlasničke strukture došlo je i do promene poslovne strategije banke. Ta nova strategija je okrenuta širenju baze klijenata, povećanju

prihoda i broja poslovnica, kao i proširenju asortimana usluga koje se nude. ALTA banka u daljem poslovanju će se okrenuti ka sve većoj primeni digitalizacije i IKT usluga, kako bi išla u korak sa vremenom i kako bi mogla da odgovori na sve zahteve klijenata.

Za klijente promena imena „JUBMES banka“ u ALTA banka znači da će banka nastaviti da posluje kao isto pravno lice, sa istim kako matičnim, tako i poreskim brojem, ali pod novim imenom.

ALTA banka nastavlja svoje poslovanje kao univerzalna banka, koja će i dalje nastojati da odgovori svim zahtevima svojih klijenata i unapređenju svoje ponude svim zahtevima koji se pojave na tržištu. Ono čemu ova banka teži jeste da uloži u inovativnost svog poslovanja. To će ispuniti time što će svoje poslovanje u sve više segmenata da digitalizuje (npr. onlajn bankarstvo), dovešće do proširenja broja poslovnica u Srbiji, ali i proširenja trenutnog asortimana usluga koje nudi.

Veliki deo klijenata ove banke jesu mala i srednja preduzeća, retko se bavi pružanjem usluga fizičkim licima. U banci radi veliki broj stručnjaka koji su specijalizovani za ovu oblast i na najbolji mogući način odgovaraju na sve zahteve klijenata. Zbog dobrog poznavanja inostranog tržišta, ALTA banka je spremna da realizuje sve kompleksne razvojne i infrastrukturne projekte.

Kao i svako ozbiljno preduzeće i ALTA banka ima svoju misiju i viziju budućeg poslovanja.

Misija: „Spoj iskustva generisanog kroz različite razvojne faze poslovanja, temeljno poznavanje domaćeg, inostranih i tržišta jugoistočne Evrope, potpuna posvećenost potrebama svakog pojedinačnog klijenta i savremeni pristup poslovanju čine ALTA banku finansijskim partnerom, orijentisanim na pružanje visokokvalitetnih proizvoda i usluga iz domena bankarske industrije uz stvaranje dugoročno kvalitetnih poslovnih odnosa“. [8]

Vizija: „Moderna organizacija, fokus na tržišta koja nedovoljno pokrivaju velike banke, savremena tehničko tehnološka rešenja u poslovanju i orijentacija ka digitalizaciji procesa su prioriteta banke u budućem periodu“ [8].

3.2. SWOT analiza

Svako preduzeće teži da ostvari što bolje rezultate na tržištu u kom posluje. SWOT analiza predstavlja

koje su to snage i slabosti koje određena firma, organizacija poseduje, kao i koje su to šanse i pretnje koje ih okružuju.

Kao osnovne komparativne prednosti banke izdvojene su sledeće: banka već niz godina postoji i posluje na ovom tržištu (preko 30 godina), zauzela je svoje mesto na jednom tako velikom tržištu zahvaljujući ulaganju u svoje poslovanje (to ulaganje se odnosi na prostor u kom posluje, razvoj informacionih tehnologija u svom poslovanju i raznu tehnološku opremu koju poseduje), profesionalan i obučan menadžment i edukovan tim zaposlenih; ulaganje u raznovrsnost asortimana kada su u pitanju proizvodi i usluge koje nudi svojim trenutnim i budućim klijentima, okrenutost banke postojećim klijentima i uspostavljanje dugoročnih partnerskih odnosa sa njima, pokazatelji likvidnosti banke, banka je na tržištu na kom posluje već izgradila određeni ugled, a to je da je ona poznata kao jedna profesionalna banka koja ima profesionalan i odličan odnos prema svojim klijentima, stečen ugled i iskustvo koje se sticalo godinama na obavljanju poslova finansiranja, prednost u odnosu na ostale je što već ima uspostavljen osnovni odnos sa nekim svetskim bankama, kontakte sa raznim međunarodnim razvojnim institucijama i nacionalnim agencijama za kreditiranje i osiguranje izvoza (tabela 1).

Tabela 1. SWOT analiza

ALTA banka	
Prednosti	Slabosti
Tradicija bankarskog poslovanja, inicijalni razvoj, visokoprofesionalni menadžment, zaposleni, širok spektar proizvoda i usluga, kvalitet poslovanja, usmerenost banke na klijente, prepoznatljiva profesionalnost, ugled i odnosi sa svetskim vodećim bankama	Malo tržišno učešće na bankarskom tržištu Srbije, ograničeni kanali prodaje, nedovoljno dobra struktura depozita, ograničeni resursi, zanemarivanje marketing aktivnosti
Šanse	Pretnje
Tržišni uslovi, privlačenje malih i srednjih preduzeća, iskustvo i stručnost zaposlenih, potencijal rasta obima poslovne aktivnosti, niska tržišna cena akcija banke, unapređenje alternativnih kanala distribucije	Dolazak novih inostranih banaka, smanjenje kamatnih marži, nedostatak odgovarajućeg iznosa i strukture kapitala, nepoverenje u domaće banke, pritisak na reorganizaciju politika, metodologija i procedura, politička i makroekonomska nestabilnost, uticaj medija na reputaciju

Kao osnovne slabosti banke mogu se izdvojiti sledeće: na poslovnom tržištu Republike Srbije ima veoma malo tržišno učešće u bankarskom poslovanju, ima ograničene kanale prodaje kao i distribucije proizvoda i usluga banke zbog nedovoljno razvijene mreže poslovnih jedinica po zemlji, loša struktura depozita, niži kapital koji banka poseduje u odnosu na konkurenciju, zanemarivanje marketing aktivnosti usmerenih na unapređenje prodaje i razvoj korporativnog imidža banke.

Kao osnovne šanse banke mogu se izdvojiti sledeće: uslovi na tržištu u kom posluje i u kojima je neophodan rast kreditne aktivnosti; banka je otvorena za privlačenje malih i srednjih preduzeća, a manje je otvorena na saradnju sa fizičkim licima; iskustvo i stručnost zaposlenih za razvoj novih proizvoda i pružanje novih usluga klijentima banke; podržavanje izvoznika u finansiranju malih i srednjih preduzeća, niska tržišna cena akcija banke, unapređenje alternativnih kanala distribucije korišćenjem različitih mogućnosti koje pruža Internet bankarstvo.

Kao osnovne pretnje banci mogu se izdvojiti sledeće: sve više inostranih banaka koje posluju na teritoriji Srbije i sve veća konkurencija, smanjenje kamatnih marži, nedostatak odgovarajuće strukture kapitala što može potencijalno dovesti do narušavanja poslovanja i pogoršanja tržišne pozicije banke, zbog nepoverenja u ostale banke koje posluju u njenom okruženju dovodi je u nekonkurentsku poziciju u odnosu na njih, visok regulatorni pritisak na reorganizaciju politika, metodologija, procedura i ostalih akata usled vrlo čestog menjanja zakonske regulative i bankarskih propisa, otežano poslovanje zbog političke i makroekonomske nestabilnosti u Srbiji, kao i uticaj pojedinih medija na reputaciju banke.

Za svako preduzeće veoma je bitno da posluje sa više potencijala i šansi nego sa pretnjama i slabostima jer time pokazuje koliki uspeh ima u svom poslovnom okruženju. Iz date analize može se videti da ALTA banka ima veliki potencijal da se još više razvija i da još više ulaže u svoje poslovanje [9].

3.3. Poslovi HR menadžmenta ALTA banke

Sektor ljudskih resursa čini važnu ulogu u svakoj kompaniji, što je proisteklo iz njegovog glavnog zadatka – briga o zaposlenima. Neka od osnovnih zaduženja menadžera ljudskih resursa su:

- upravljanje zaposlenima koji individualno, a i timski, doprinose ostvarenju zajedničkih poslovnih ciljeva,

- pružanje zaposlenima mogućnosti da dostignu svoj potpuni potencijal,
- omogućavanje da u firmi, organizaciji, kompaniji pravi čovek bude na pravom mestu.

Postoji nekoliko osnovnih odgovornosti menadžera ljudskih resursa, koje on ima u preduzeću, a to je da je on zadužen za svaki proces regrutovanja, proces selekcije, on raspisuje svaki konkurs za posao, brine se da su zaposleni dovoljno motivisani za obavljanje radnih zadataka na visokom nivou, vrši komunikaciju sa top menadžmentom, zadužen je za sve međuljudske odnose i način komunikacije među zaposlenima, tu je da reši sve probleme i moguće nesuglasice, vodi računa o sprovođenju obuka i treninga, vodi računa o propisima koji stupaju na snagu i ostalo.

Kako bi menadžer ljudskih resursa obavio dobar plan kadrova za izvršenje radnih obaveza, neophodno je da napravi program poslova koje treba obaviti i zatim na osnovu njih da isplanira kadrove preduzeća koji će biti zaduženi za obavljanje tih poslova.

Za uspešne kompanije je neophodno da najviše pažnje poklone izboru kvalitetnih kadrova koji će raditi za njih, i da u daljem poslovanju nastave da ulažu u njihovo znanje i razvoj veština. Zbog toga je za svaku kompaniju, koja je uspešna ili želi da postane uspešna, neophodno da ima ili jednu osobu ili čak i čitav tim da zna da izabere prave kadrove za rad u organizaciji, odnosno zna da proceni koji resursi će doneti samo profit i dobrobit u poslovanju.

Na konkretnom primeru banke, HR menadžment se vodi kao zasebna organizaciona jedinica koja je u nadležnosti predsednika Izvršnog odbora. HR predstavlja funkciju podrške (drugi naziv je i kabinet za ljudske resurse). U okviru ovog kabineta, odnosno menadžmenta, ima tri zaposlena i to su:

- direktor odeljenja (njegov posao je odgovornost za sve zaposlene u okviru banke, kako postojeće tako i potencijalne, vrši regrutovanje i selekciju potencijalnih radnika, njegov jedini posao kojim se ne bavi jesu finansije),
- saradnik za naknade i beneficije (zadatak ovog saradnika jeste obračun plata zaposlenih, zatim svih bonusa koje su ostvarili svojim radom i slično),
- saradnik za rad sa kadrovima (najniža funkcija u okviru HR menadžmenta, ovaj saradnik ima direktnu komunikaciju sa zaposlenima u vezi sa radom, problemima koji se pojave i njihovim rešavanjem i njegov glavni zadatak jeste da motiviše zaposlene i da reši sve njihove probleme koji se pojave u toku radnog procesa).

U ALTA banci, sve ukupno ima 150 zaposlenih i trenutno HR menadžment može da vodi grupu od ovolikog broja ljudi, ali ukoliko dođe do širenja broja kadrova, koji rade u banci, mora doći i do širenja menadžmenta za ljudske resurse.

3.4. Proces selekcije i regrutovanja na primeru ALTA banke

Selekcija predstavlja proces čijom se primenom već unapred utvrđenih metoda, pravila i raznih tehnika vrši izbor između više kvalifikovanih kandidata, sa ciljem da se zaposle radnici koji će odgovorno da odrade sve radne zadatke.

„Regrutovanje sa druge strane predstavlja proces identifikacije, privlačenja i obezbeđivanja kvalifikovanih kandidata, zadatak menadžera jeste da između više njih, izabere one koji najviše odgovaraju zahtevima upražnjenih radnih mesta. Potrebe koje jedna organizacija ima za ljudskim resursima mogu se zadovoljiti na dva načina: zapošljavanjem novih ljudi i razvojem potencijala postojećih. Opređenje za prijem novih ljudi obično je u vezi sa proširenjem poslova, tehničko-tehnološkim unapređenjima, pensionisanjem starih radnika i slično“ [1].

U razgovoru sa glavnim HR menadžerom ALTA banke, pojašnjeno je kako teče proces selekcije i regrutovanja potencijalnih kandidata za otvorena radna mesta. Kako su selekcija i regrutovanje veoma složeni i značajni procesi, bilo je bitno da se zbog boljeg razumevanja, uzme primer jednog ovakvog HR-a i njegovog funkcionisanja.

Proces selekcije i regrutovanja obavlja saradnik za regrutovanje, ali ukoliko se radi o nekoj većoj poziciji u banci, pored saradnika za regrutovanje, neophodno je prisustvo člana Izvršnog odbora ili direktora odeljenja određenog sektora za čiju poziciju je raspisan konkurs. Što se tiče metoda koje se koriste u procesu selekcije, za selektovanje budućih kandidata, najbitnija je prvenstveno biografija, zatim preporuke koje kandidati imaju i na kraju im se šalje upitnik koji treba da popune.

Kod određenih pozicija (to su opet neke više pozicije u banci) saradnik za regrutovanje i selekciju traži kontakt osobu iz prethodnog preduzeća radi preporuke za određenog kandidata. Kada su u pitanju neke „osetljive“ pozicije, kao što je na primer pozicija šefa kabineta, o kandidatu se ispituju najsitniji detalji jer je to jedna veoma odgovorna pozicija koja iziskuje rad sa ostalim zaposlenima u banci.

Za ovu poziciju, kandidat mora da ima prethodna iskustva na poziciji menadžera ili šefa. Upitnik se šalje svim kandidatima koje planiraju da pozovu na razgovor. Ono što je karakteristično jeste da se vrši oglašavanje na sajtu bez obzira da li je trenutno potreban kandidat za poziciju za koju su postavili oglas, ali na ovaj način prave jednu bazu podataka o potencijalnim kandidatima da ukoliko se pojavi potreba za popunjavanjem radnog mesta već imaju spremnu bazu. Takođe, oni svakom kandidatu najpre pošalju upit o zaštiti podataka o ličnosti kandidata, kako bi svaki od kandidata bio siguran da su svi njegovi podaci zaštićeni. Ova baza koju poseduju im mnogo olakšava selekciju u trenutku kada imaju upražnjeno radno mesto.

Što se tiče metoda za regrutovanje, praktikuju pisane preporuke od bivših poslodavaca iz firmi u kojoj je kandidat bio zaposlen ili putem kontakta kada se obavlja razgovor sa kandidatovim nadređenim iz prethodnog preduzeća. Takođe, popunjava se upitnik koji predstavlja kombinaciju raznih pitanja u smislu prvog predstavljanja kandidata, neke od osnovnih informacija o obrazovanju i prethodnom iskustvu, kao i šta je motivisalo kandidata da se prijavi za određenu poziciju u banci. Neophodno je da svaki kandidat pošalje CV.

Poslednji korak u prvom krugu regrutovanja jeste razgovor, odnosno intervju koji obavlja HR banke, dok ne uvedu psihološka testiranja koja trenutno ne obavljaju u banci jer nemaju uslove u vidu kabineta i obučanih ljudi koji bi mogli da ih vrše. Ali, u trenutnom načinu poslovanja, banci i nije neophodno da imaju kabinet za psihološka testiranja, dovoljan im je HR koji se bavi potencijalnim zaposlenima. Ono što je neophodno za buduće kandidate jeste radno iskustvo u banci jer su onda sigurni da im dolaze kandidati koji već imaju radnog iskustva u banci i onda neće morati da posvete puno vremena u učenju novog kolege o radu u banci. Pored prethodnog iskustva, veoma je bitna i preporuka prethodnog poslodavca. Kada se završi prvi krug regrutovanja, u drugom krugu kandidate očekuje kontrola kompetencije, odnosno suočavanje kandidata sa konkretnim situacijama. Kandidat kroz ovu kontrolu stiže utisak o poziciji na kojoj bi trebalo da radi, a za rukovodioca je ovo veoma efikasan način da vidi koje znanje i veštine poseduje, kao i koliko je spreman da odgovori svim zahtevima koje određena pozicija nosi sa sobom. Najvažnije je kakav je utisak kandidat ostavio na rukovodioca i kako će se po njegovim proračunima on uklopiti u tim. Pri završnim koracima regrutovanja, pored člana Izvršnog odbora i direktora sektora u kom je otvorena

radna pozicija, važno je da prisustvuje i nadređeni rukovodilac, jer su ka njima okrenuta očekivanja.

Pored profila potencijalnih kandidata smeštenih u ranije pomenutoj bazi, banka koristi i LinkedIn profile. Već je rečeno da je baza jako korisna jer uvek u bazi postoje preporučeni kandidati koji su sigurno dobri u toj vrsti posla. ALTA banka ne vrši agencijsko zapošljavanje jer nemaju potrebu za tim.

Primer: zapošljavanje kandidata sa preporukom

Potrebna je pozicija za finansijskog savetnika u banci (to je jedna značajna pozicija za čiju je selekciju i regrutovanje neophodno prisustvo svih gore navedenih članova, nadređeni rukovodilac, član Izvršnog odbora i direktor sektora). Prvo se pregleda baza gde se nalaze svi prijavljeni kandidati iz koje se izvlače kandidati koji bi mogli da rade na toj poziciji, nakon toga se gleda CV kandidata i pozovu se nadređeni sa bivšeg posla. Za kandidata je najbolje da dobije pisanu ili usmenu preporuku, kako bi banka imala lakši uvid koliko je kandidat bio uspešan na prethodnom radnom mestu. Zatim, kandidat dobija upitnik sa određenim brojem pitanja i kombinaciju pitanja na osnovu kojih se kasnije vrši intervju sa kandidatom posle kog sledi zapošljavanje. U suprotnom, ukoliko se utvrdi da kandidat ne pripada toj poziciji, na red dolazi sledeći koji prolazi kroz isti proces. U ALTA banci ne postoji interno oglašavanje. HR ima kontakt sa određenim kandidatima i za navedenu konkretnu poziciju neophodno je da kandidat prođe kroz prvi krug selekcije koji obavlja HR preduzeća, zatim drugi krug koji uključuje i rukovodioca, i na kraju treći krug (ovaj krug je neophodan samo ukoliko se radi o nekoj značajnijoj poziciji u banci i onda ona u selekciju uključuje i Izvršni odbor banke).

Što se tiče samog razgovora sa kandidatom, vrši se intervju uživo, ali zbog situacije sa pandemijom poslednje dve godine, razgovor se vrši preko Teams-a.

Rezime prethodnog izlaganja u vezi sa selekcijom kandidata bi izgledao ovako:

- provera baze podataka (kandidat na sajtu banke ostavlja svoje podatke),
- CV kandidata, na osnovu kojeg se vidi obrazovanje, iskustvo kandidata,
- preporuke, pisana ili usmena preporuka prethodnog poslodavca,
- upitnik, kombinacija raznih pitanja o kandidatu i njegovom iskustvu,
- intervju, koji predstavlja poslednji korak i vrši se na osnovu popunjenog upitnika.

Za uspešno poslovanje svakog preduzeća neophodna je dobra organizacija i motivacija zaposlenih kako bi doprineli što boljem radu i funkcionisanju kompanije. Zato HR sektor ima veoma bitnu ulogu i zadatak koji mora da obavi, a to je da napravi pravi izbor zaposlenih, da ih dobro organizuje u radu i motiviše kako bi postizali što bolje rezultate.

4. ANALIZA ANKETE

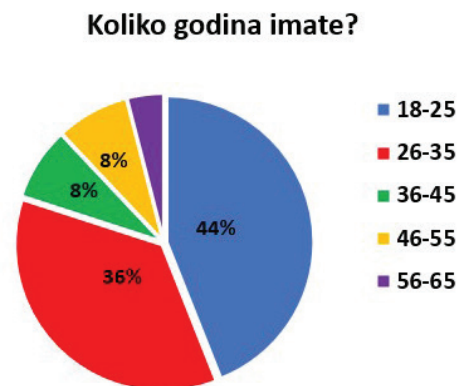
Anketa koja je sprovedena u bankarskoj ustanovi ALTA banka pokazala je odnos zaposlenih prema poslu, njihovo zadovoljstvo poslom, kao i odnos prema kolegama. U anketi je učestvovalo 25 ispitanika.

Anketa je podeljena u četiri odeljka, prvi deo ankete su osnovna pitanja: kog ste pola, koliko godina imate, stručna sprema i broj godina koliko radite u preduzeću. Drugi deo ankete se odnosi na zadovoljstvo dimenzijom posla i platom. Treći deo ankete se odnosi na mogućnost napredovanja u firmi. I na kraju, četvrti deo se bavi odnosom prema nadređenima i kolegama u okviru preduzeća.

Rezultati prvog dela ankete prikazani su na slici 1.

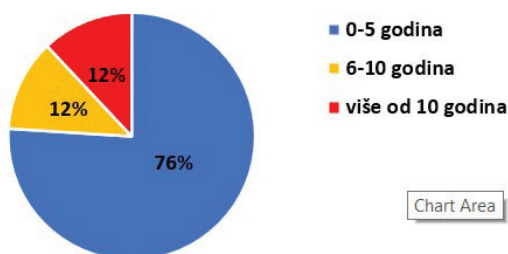


Slika 1a. Pol



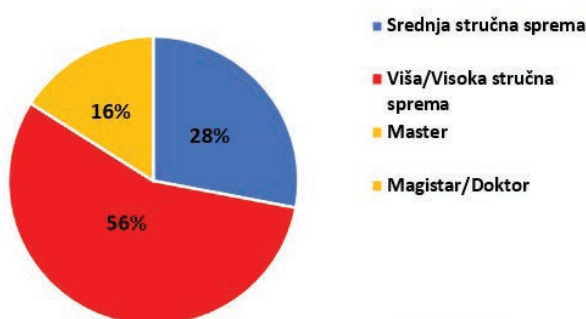
Slika 1b. Broj godina

Koliko dugo ste zaposleni u preduzeću u kom trenutno radite?



Slika 1c. Radni staž u preduzeću

Vaša stručna sprema:



Slika 1d. Stručna sprema

Iz priloženog se može videti da je od 25 ispitanika koji rade u preduzeću 64 % žena (što je ukupno 16 ispitanika), dok je 36 % muškog pola (što je 9 ispitanika od ukupnog broja). Ovaj odnos broja muškaraca i žena je sasvim uobičajen za ovu vrstu poslovnog sektora (ispitanici su iz HR sektora banke i bankarskih službenika). Što se tiče starosne dobi, od naših ispitanika ima najviše mladih od 18 do 35 godina, ali ima i ostalih starosnih dobi navedenih u grafikonu.

U skladu sa mladim kolektivom banke, ima smisla i pitanje koliko dugo rade u preduzeću. Na ovo pitanje, najveći broj odgovora je da, čak 76 % radi od 0 do 5 godina i da je više od pola zaposlenih završilo fakultet i master. Iz svega priloženog, iz prvog dela ankete, može se zaključiti da je kolektiv banke relativno mlad i da su tek od skoro zaposleni. To ima smisla jer firmama su potrebni mladi saradnici sa novim idejama i stavovima.

Drugi deo ankete, kao što je već rečeno, odnosi se na zadovoljstvo poslom i platom u banci. Što se tiče zadovoljstva zaposlenih obimom posla, težinom i vrstom samog posla većina zaposlenih je zadovoljna poslom koji obavlja, smatraju da je posao

interesantan i izazovan. Što se tiče pitanja da li je posao dobro plaćen, veći je procenat odgovora koji su neodlučni ili se ne slažu sa tim da je posao dobro plaćen. Usled trenutne situacije koja vlada u zemlji, kako zbog pandemije Covid-19 tako i poskupljenja, ovakav odgovor je sasvim očekivan i proizilazi iz toga da su troškovi života sve veći, a da se plate ne menjaju.

Što se tiče pitanja koja su u vezi sa napredovanjem, većina zaposlenih se slaže da imaju dobre šanse za napredovanje u okviru banke, da za to postoje dobre mogućnosti u budućnosti, da zaposleni koji ulažu u svoj rad i koji se trude mogu napredovati na bolje pozicije. Ovo isto može da se poveže sa mladim i perspektivnim ljudima i njihovom željom za napredak i ulaganje u razvoj firme. Da bi neko preduzeće bilo uspešno i razvijalo se u pravom smeru, neophodni su dobri kadrovi koji bi se razvijali i vodili posao u korist firme.

Četvrti segment ankete se odnosio na odnos sa nadređenim i kolegama na poslu. Što se tiče pitanja u vezi sa odnosom sa zaposlenima (kolegama) i nadređenima, u svim pitanjima odgovori su većinski pozitivni. Kako u pitanjima kakvi su odnosi sa kolegama i koliko su kolege angažovane u radu, pa do toga kakav je odnos pojedinaca sa nadređenima, koliko se on zalaže za svoje zaposlene, da li su svi slobodni da se obrate nadređenima za bilo kakva pitanja i koliko su nadređeni voljni da komuniciraju sa njima.

5. ZAKLJUČAK

Kao što ljudi mogu biti svesni okruženja i vremena u kom žive, neophodno je da idu u korak sa njim i da se prilagođavaju svim inovacijama i promenama koje nam novo doba donosi. Tako je i HR menadžment jedna od oblasti koja je bitna u funkcionisanju svakog preduzeća. Sama organizacija zaposlenih u okviru firme, obučeni ljudi koji tačno znaju koje veštine, sposobnosti i kvaliteti su potrebni za određenu poziciju doprinose razvoju i uspešnom poslovanju.

Ljudski resursi koji predstavljaju srž samog HR-a podrazumevaju ukupni ljudski resurs neke organizacije: sva raspoloživa znanja i iskustva, sve upotrebljive sposobnosti i veštine, kao i moguće kreacije. Drugim rečima, ljudski resursi se posmatraju kao ukupne ljudske vrednosti i potencijali.

Primer organizacije koja je analizirana za svrhe izrade ovog rada bila je ALTA banka. Na primeru

uloge menadžmenta ljudskih resursa pokazano je da je proces selekcije i regrutovanja veoma složen i da banka pažljivo bira kandidate za slobodne pozicije, da su veoma bitni kvalitet i znanje, koje njihovi zaposleni poseduju i koliko mogu da doprinesu firmi. Prvenstveno veliki plus ostvaruju zbog baze o potencijalnim kandidatima koju poseduju jer tako ne troše vreme na „prikupljanje i obradu kandidata“ za nove i postojeće pozicije, već imaju spremnu listu kandidata koje treba samo pozvati. Pored toga proces selekcije i regrutovanja je veoma detaljan zbog upitnika koji kandidati popunjavaju i intervjuja koji prolaze. Ono što garantuje kvalitet zaposlenih jeste što na njihovim radnim mestima rade samo zaposleni po preporukama iz prethodnih firmi. Kroz ceo ovaj proces i informacija, koje su dobijene iz preduzeća, može se zaključiti da je veoma bitan kvalitet kadrova koji poseduju u svom timu.

Na kraju, anketa koja je sprovedena na nivou banke je pokazala tendenciju zapošljavanja mladih ljudi, koji su nosioci razvoja u savremenom poslovanju baziranom na primeni IKT tehnologija.

LITERATURA

- [1] Pržulj Ž: Menadžment ljudskih resursa, Institut za razvoj malih i srednjih preduzeća, Beograd 2002.
- [2] Torrington D, Hall L, Taylor S: Menadžment ljudskih resursa, Data Status, Novi Sad, 2004.
- [3] Đorđević Boljanović J: Menadžment ljudskih resursa, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2018.
- [4] Shuter R, Walker J: Human Resources Strategy Focusing on Issues and Actions, Organizational Dynamics, 1990.
- [5] Kulić Ž, Vasić M: Menadžment ljudskih resursa, Banja Luka, 2006.
- [6] Storey D. U, Wright P. M: Strategic human resource management, Routledge, London, 2019.
- [7] Đorđević Boljanović J: Menadžment ljudskih resursa, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2018.
- [8] Ilić M: Menadžment ljudskih resursa, Beograd, ITS, 2019.
- [9] Poslovna strategija Banke, Beograd, Upravni odbor, 2020.
- [10] Todosić A: Regrutovanje i selekcija kandidata, analiza praksi srpskih kompanija i iskustva kandidata, *Železnice* 2021(6), 22-32, preuzeto sa <https://casopis-zeleznice.rs/index.php/zeleznice/article/view/87>, 2021.
- [11] Stanić G: Upravljanje ljudskim resursima, dobre prakse i iskustva zaposlenih u Beogradu. *Železnice* 2020(2), 139-150, preuzeto sa <https://casopis-zeleznice.rs/index.php/zeleznice/article/view/82>, (2021).

JANALIZA PREDNOSTI SISTEMA VOZOVA ZA VELIKE BRZINE

ANALYSIS OF BENEFITS HIGH SPEED TRAINS SYSTEM

UDK 656.2+629.4

REZIME:

Sistem železnica za velike brzine predstavlja jedinstven, brz, inovativan i efikasan vid prevoza. U ovom radu opisane su neke osnovne karakteristike ovog sistema sa posebnom pažnjom usmerenom na prednosti koje donosi. Prikazani su neki osnovni parametri koje mora da ispuni železnička infrastruktura za velike brzine. Obradene su karakteristike samih vozova za velike brzine, sa tehničkog aspekta i način njihovog održavanja. Prednosti koje donosi sistem vozova velikih brzina su mnogobrojne, ali je u radu pažnja posvećena efikasnosti prevoza, ekonomskim i socijalnim benefitima, kao i minimalnom uticaju na zagađenje životne sredine. S obzirom da sistemi vozova i železnica za velike brzine u današnjem vremenu predstavljaju ozbiljan pokazatelj razvijenosti neke države, u radu su prikazani i neki globalni podaci u vezi sa njima, kao i spisak država koje eksploatišu ovaj vid prevoza.

Ključne reči: pruge za velike brzine, vozovi velikih brzina, prednosti sistema vozova velikih brzina, železnica za velike brzine u svetu

SUMMARY:

The high-speed rail system is a unique, fast, innovative and efficient mode of transport. This paper describes some basic characteristics of this system with special attention focused on the benefits it brings. Some basic parameters that must be met by the railway infrastructure for high speeds are presented. The characteristics of the high-speed trains, from the technical aspect and the manner of their maintenance, are discussed. The advantages of the high-speed train system are numerous, but the paper focuses on transport efficiency, economic and social benefits, as well as minimal impact on environmental pollution. Given that high-speed train and railway systems today are a serious indicator of the development of a country, the paper presents some global data related to them, as well as a list of countries that exploit this type of transport.

Key words: high-speed railways, high-speed trains, benefits of high-speed train systems, high-speed railways in the world

* Milivoje Ilić, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305, m.ilic@sf.bg.ac.rs

1. UVOD

Od nastanka železnica u Velikoj Britaniji početkom 19. veka, "velike brzine" su bile ciljevi kojima je železnica težila. Železnička linija Liverpool - Mančester dužine 56 km bila je prva svetska putnička železnička linija razvijena za međugradski prevoz. Rekord brzine od 50 km/h, postignutom lokomotivom na paru "Raketa", 1830. godine predstavljao je zaista visoku brzinu za svoje vreme. Vrlo brzo nakon "Rakete", vozovi su dostizali još impresivnije brzine: 100 km/h pre 1850. godine, 130 km/h je dostignuto 1854. godine, a granica od 200 km/h probijena je početkom 20. veka. U svakom slučaju, sve ove brzine predstavljaju pojedinačne rekorde. Maksimalna operativna brzina bila je znatno niža, ali ne i manje značajna, dostigavši 180 km/h kao najveću brzinu i 135 km/h kao prosečnu brzinu između dva grada tridesetih godina prošlog veka.

Pojavljivanje drugih vidova transporta, prvenstveno vazduhoplova koji nude veliku brzinu i drumskih vozila koja su omogućila putovanje od vrata do vrata, primoralo je železnicu da se okrene ka unapređenju svog sistema i tehničko-tehnološkim inovacijama, kako bi uspela da održi konkurentnost sa ostalim vidovima prevoza.

Strategije razvoja savremenih železničkih transportnih sistema u poslednjih šezdeset godina odnose se na razvoj novih generacija brzih vozova, zadovoljavajući pri tome dva osnovna kriterijuma, minimalno vreme vožnje i minimalnu potrošnju pogonske energije. Za razliku od konvencionalnih, vozovi velikih brzina (VVB) saobraćaju znatno većim brzinama (preko 200 km/h) i čine deo železničkog sistema sa specijalizovanim vozilima i prugama. Nakon nekoliko značajnih rekorda brzine u Evropi (Nemačka, Italija, Velika Britanija i posebno Francuska, 331 km/h 1955), svet je bio iznenađen kada su 1. oktobra 1964. japanske nacionalne železnice pustile u saobraćaj potpuno novu liniju standardnog koloseka (širine 1.435 mm) u dužini od 515 km, Tokaido Šinkansen, iz centra Tokija, do Šin Osake. Ova linija je izgrađena da obezbedi kapacitete za novi transportni sistem neophodan za impresivno brz rast japanske ekonomije. Predsednik japanske nacionalne železnice Šinji Sogo i potpredsednik za inženjering Hideo Šima promovisali su koncept ne samo nove linije, već i novog transportnog sistema, pozvanog da se kasnije proširi na ostatak zemlje i da postane okosnica putničkog prevoza za buduće generacije građana u Japanu. Tokaido Šinkansen je dizajniran za prevoz pri 210 km/h (kasnije povećan),

širokog opsega opterećenja, sa pogonom na elektromotorne jedinice na 25 kV AC, automatske kontrole voza, centralizovane kontrole saobraćaja i druge savremene inovacije [1].

Nakon velikog uspeha projekta Šinkansen, tehnički napredak u nekoliko evropskih zemalja (Francuska, Nemačka, Italija, Velika Britanija) uslovio je razvoj novih tehnologija i inovacija u cilju stvaranja osnove za "putničku železnicu budućnosti". Francuska nacionalna železnička kompanija (SNCF) je 27. septembra 1981. godine otvorila prvu liniju za vozove velikih brzina između Pariza i Liona, maksimalne brzine od 260 km/h. Ovom linijom je stvoren evropski koncept železnica za velike brzine, ali, za razliku od Šinkansena, evropski koncept železnica za velike brzine je bio potpuno kompatibilan sa postojećom klasičnom železnicom, što je u velikoj meri uslovilo dalji razvoj ovog sistema u Evropi. Nakon velikog uspeha francuskih železnica i vozova velikih brzina (TGV-a), svaka evropska država je tražila novu generaciju konkurentnih železničkih usluga za putnike na dugim i srednjim udaljenostima; u nekim slučajevima razvojem svoje nove tehnologije, a u drugim kopiranjem i modifikovanjem tuđe. Evropske države u kojima se razvijala železnica za velike brzine su: Nemačka 1988. godine, Španija 1992. godine, Belgija 1997. godine, Ujedinjeno Kraljevstvo 2003. godine i Holandija 2009. godine. U međuvremenu su se neki slični slučajevi pojavili u drugim zemljama i regionima, poput Kine 2003. godine (čak iako se veliki razvoj i napredak dogodio kasnije, 2008. godine), Južne Koreje 2004. godine, Tajvana 2007. godine i Turske 2009. godine.

Nova dimenzija i novi pogledi na koncept železnica za velike brzine su započeti u Kini 1. avgusta 2008. godine. Linija za velike brzine dužine 120 km između Pekinga i Tianđina predstavlja samo prvi korak u ogromnom razvoju za transformaciju načina putovanja za najnaseljeniju državu u svetu. Od 2008. godine, Kina je implementirala skoro 20.000 km novih železničkih linija za velike brzine i zahvaljujući ogromnim kapacitetima od više od 1.500 vozova, prevozi 800 miliona putnika godišnje, što je više od polovine ukupnog saobraćaja vozova velikih brzina u svetu. Prateći primer koji vodi Kina, u svetu se razvijaju novi sistemi železnica velikih brzina: Maroko, Saudijska Arabija, SAD itd. U skladu sa očekivanjima, uprkos razvoju drugih vidova transporta (na primer Maglev, drumska vozila sa automatskom vožnjom, poboljšanja u avio-transportu itd.), do 2030-2035. godine proširenje svetske mreže pruga za velike brzine moglo bi doseći više od 80.000 km,

predstavljajući važan izazov za operatere, prateću industriju, državne vlasti.

Ekspanziju u razvoju vozova velikih brzina pokazuje i činjenica da je na većini pruga za velike brzine tokom 2012. godine ostvarena brzina veća od 300 km/h, ali i da se drastično povećala povezanost pruga za velike brzine. Kraće vreme putovanja, kao rezultat ovako velikih brzina kretanja, uslovalo je izraženu konkurentnost železničkog saobraćaja u odnosu na ostale vidove saobraćaja pogotovo na relacijama od 100 do 1.000 km. Konkurentnost železničkih sistema vozova velikih brzina se posebno ogleda i u primeni energetske efikasnosti i u mogućnostima masovnog prevoza na dužim relacijama, bezbednost i pouzdanost u prevozu sa niskom cenom održavanja, lokacije železničkih stanica u centrima većih gradova, mala potrošnja pogonske energije u odnosu na masu prevezenog tereta i broj prevezenih putnika, minimum zagađenja i iskorišćenja okoline po putniku i slično.

2. SISTEM ŽELEZNICA ZA VELIKE BRZINE

Međunarodna unija železnica (UIC) smatra da ne postoji jedinstven standard definicija pruga za velike brzine i vozova velikih brzina, tako da mnogi železnički sistemi širom sveta imaju svoje domaće standarde koji se razlikuju od međunarodnih. Svakako, jedinstven je stav da železnički sistem pruga za velike brzine uključuje vozove velikih brzina i pruge namenski izgrađene za velike brzine [2].

U pogledu konstrukcije samih vozova i sistema za praćenje i upravljanje, potrebno je da postoje:

- specijalni vozovi koji se razlikuju od konvencionalnih voznih sredstava sa povećanim odnosom snage i mase i nekoliko bitnih karakteristika, kao što su aerodinamika, pouzdanost, sigurnost,
- poseban sistem signalizacije u kabini jer su tradicionalni signali pored pruge neefikasni pri brzinama većim od 220 km/h.

S obzirom na činjenicu da su mnogi vozovi velikih brzina, takođe, kompatibilni sa konvencionalnom mrežom, termin "saobraćaj velike brzine" takođe se često koristi da označava kretanje ove vrste voza na konvencionalnim linijama, ali brzinama nižim od dozvoljenih na infrastrukturi za VVB. Zbog toga je na nekim linijama, za koje se tvrdi da su linije za VVB, vrlo teško navesti koje je to ograničenje brzine kada je u određenim veoma gusto naseljenim regionima brzina ograničena na 110 km/h kako bi se smanjio uticaj buke i vibracija ili gde je, kao u posebnim delovima tunela ili dugačkih mostova, brzina ograničena

na 160 ili 180 km/h iz očiglednih razloga povezanih sa kapacitetom ili bezbednošću. U mnogim zemljama u kojima performanse konvencionalne železnice nisu na vrlo impresivnom nivou, predstavljanje nekih vozova koji mogu da saobraćaju brzinom od 160 km/h i nude znatno viši kvalitet - često kao prvi korak ka istinski velikoj brzini u budućnosti usluga - možda se već smatra VVB.

Železnice za velike brzine predstavljaju posebne, veoma složene sisteme koji kombinuju najsavremenija dostignuća u mnogim različitim oblastima:

- infrastruktura (uključujući građevinske radove, prugu, signalizaciju, napajanje i kontaktnu mrežu itd.),
- stanice (lokacija, funkcionalnost, dizajn, oprema),
- vozna sredstva (tehnologija, udobnost, dizajn),
- operacije (dizajn i planiranje, kontrola, pravila, upravljanje kvalitetom),
- strategija održavanja,
- finansiranje,
- marketing,
- menadžment,
- pravna pitanja, propisi [1].

Od suštinskog je značaja da sve ove komponente doprinesu kvantitativnim i kvalitativnim globalnim tehničkim performansama i komercijalnoj atraktivnosti. Nijedan od njih ne treba zanemariti, niti sam po sebi niti zajedno sa drugima. Sa stanovišta korisnika, prava brzina je poređenje između vremena provedenog u procesu kupovine karte, pristupa i ulaska na stanicu ili čekanja taksija po dolasku za kompletnu uslugu prevoza od vrata do vrata, a ne samo uštede vremena korišćenjem voza velike brzine kao rezultata tehnologije na visokom nivou i značajnih ulaganja.

Sistemi za velike brzine zavise od toga kako su sve njihove komponente dizajnirane i međusobno deluju. Konačni sistem koji se dobija (u smislu troškova i performansi) može se veoma razlikovati od zemlje do zemlje u zavisnosti od, između ostalog, komercijalnog pristupa, kriterijuma rada i upravljanja troškovima.

U skladu sa glavnom karakteristikom železnica, železnica za velike brzine sinonim je za kapacitet i održivost, pa prema tome, pružajući veći potencijal potražnja saobraćaja će porasti. Takođe, kapacitet zahteva pristupačnost, komplementarnost i multimodalni pristup. Koherentnost u primeni sva ova tri principa je bitna kako bi se postigao uspeh u primeni ovog modaliteta železničkog transporta.

2.1. Infrastrukturne karakteristike

Železnička infrastruktura za velike brzine mora biti projektovana, pregledana i održavana u uslovima optimalnog kvaliteta. Zahtevi trase podrazumevaju krivine velikog radijusa i ograničene nagibe. Geometrijski parametri koloseka moraju ispunjavati strogo definisane propise. Kolosek na betonskoj ploči je u principu mnogo skuplja opcija od klasičnog koloseka na tucaničkom zastoru, ali se njime može trajno upravljati smanjenom učestalošću održavanja. Iako se kolosek na betonskoj ploči može preporučiti u određenim slučajevima za vijadukte i tunele, rasprava o idealnom rešenju na šta će biti postavljene šine (tucanički zastor ili betonska ploča) mora se odvijati od slučaja do slučaja. Potrebni su posebni mrežni sistem i sistem napajanja. Potrebno je ugraditi i poseban sistem signalizacije.

Decenijama unazad rezultati tehnološkog napretka bili su vidljivi na terenu. Trend u prethodnom periodu bio je da se koristi klasična zastorna prizma sa tucanikom na koju su se postavljale šine. Paralelno sa tim, razvijala su se nova rešenja bez tucaničkog zastora i klasičnog načina oblikovanja koloseka. Kao rezultat ovog inovacionog procesa, trenutno postoji niz alternativnih rešenja za oblikovanje i postavku koloseka za izgradnju pruga za velike brzine u budućnosti. Svaki od njih, sa ili bez tucaničkog zastora, predstavlja slične nivoe performansi sa stanovišta rada putničkih vozova. Međutim, one pokazuju značajne razlike sa ekonomske tačke gledišta. Ravnoteža za dugoročni prikaz ne samo kapitalnih troškova već i troškova održavanja i obnove materijala moraju se uzeti u obzir. Izbor najprikladnijeg rešenja za određenu novu liniju složen je zadatak jer uključuje veliki broj varijabli koje se moraju uzeti u obzir iz dugoročne perspektive. Najrelevantnije od njih se mogu klasifikovati u:

- funkcionalni/operativni uslovi: karakteristike saobraćaja, dostupnost koloseka, razvoj uslova rada, kombinacija različitih vrsta koloseka, ... ,
- tehničke karakteristike infrastrukture: vijadukti, tuneli i zemljani radovi, zahtevi za stabilnost geometrije koloseka, geotehničke karakteristike, ... ,
- ekološki uslovi: nivoi emisije buke, emisije vibracija, nivo emisije CO₂,...

Sve njih je potrebno analizirati kako bi se pružila snažna podrška procesu donošenja odluka. Neki od ovih parametara su suštinske karakteristike pruge, ali neki drugi odnose se na posebne karakteristike pruge i lokalne uslove u kojima se ona nalazi. Svi oni zajedno moraju se sistematski analizirati u okviru približnog troška životnog ciklusa linije.

Maksimalni nagib trase za linije na kojima saobraćaju isključivo putnički vozovi velikih brzina je između 35 i 40 ‰. Maksimalni nagib trase za linije na kojima je mešoviti saobraćaj (putnički i teretni vozovi) jeste između 12 i 15 ‰. Razmak između osa koloseka za 200 km/h iznosi 4 m, dok za 300 km/h iznosi 4,5-5 metara. Maksimalno nadvišenje spoljne šine iznosi od 150 do 170 mm. Preporučena vrednost poluprečnika krivine za trasu na kojoj je projektovana maksimalna brzina 200 km/h iznosi 3.500 m, dok za 300 km/h iznosi 7.000 m. Tip šine koji se najčešće koristi je UIC60 zavaren u dugi šinski trak. Pragovi su betonski iz jednog dela (monoblok) ili iz dva dela (bi blok) i za 1 kilometar pruge potrebno je iskoristiti 1.666 pragova. Pričvrtni kolosečni pribor je elastičan. Sistem elektrifikacije je najčešće 25 kV, 50 ili 60 Hz ili 15 kV, 16 2/3 Hz. Neophodan je kabinski sistem signalizacije, zato što pri brzinama većim od 200 km/h klasični signali se ne mogu jasno uočiti i to može ugroziti bezbednost saobraćaja.

3. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE VOZOVA VELIKIH BRZINA

Vozovi velikih brzina su garniture sastavljene od motornih kola i vagona fiksne formacije, koje su ponekad međusobno uparene, kako bi formirale višestruke jedinice sposobne za postizanje brzine od 250 km/h u komercijalnom radu. Pod određenim uslovima vozovi velikih brzina mogu da se kreću i manjim komercijalnim brzinama od 200 km/h, ako nude usluge visokog kvaliteta, kao na primer vozovi sa samonaginjućom tehnologijom [3].

Sa stanovišta voznih sredstava, vozovi velikih brzina bi trebalo da budu projektovani tako da garantuju bezbedno putovanje pri:

- brzini od najmanje 250 km/h na prugama specijalno izgrađenim za velike brzine,
- brzini od bar 200 km/h na postojećim linijama, koje su bile ili jesu specijalno nadograđene za njihovo saobraćanje,
- najvišoj mogućoj brzini na ostalim prugama.

Tipovi garnitura za vozove velikih brzina mogu biti:

- Zglobni ili klasični vozovi - Na zglobnim vozovima većina obrtnih postolja je između vagona, dok u klasičnim vozovima svaki vagon ima dva obrtna postolja. Neki vozovi su zglobni sa nezavisnim točkovima koji nisu povezani osovinom i stoga ne okreću se istom brzinom u krivinama.
- Koncentrisana ili distribuirana snaga - Koncentrisana snaga znači da su svi motori locirani na

svakom kraju voza, dok sa distribuiranom snagom, motori su raspoređeni po celom vozu.

- Naginjući ili nenaginjući - Nagibni voz je opremljen mehanizmom koji omogućava povećanu brzinu kroz krivine suzbijajući nelagodu usled centrifugalnih sila. Kroz levu krivinu voz se nagine ulevo, da bi kompenzovao silu guranja udesno, i obrnuto. Voz može biti konstruisan tako da inercione sile izazivaju naganjanje (pasivni nagib) ili može imati mehanizam napajanja upravljani računarnom (aktivni nagib).
- Za jednu širinu koloseka ili za više širina - Voz za više širina koloseka može da menja širinu između točkova na svakoj osovini i da se prilagođava različitim širinama koloseka.
- Jednospratni ili dvospratni - Dvospratni vozovi pružaju otprilike 50 % veći kapacitet putnika nego jednospratni.
- Jednosistemska ili višesistemska električna struja - Većina voznih parkova velikih brzina je višenaponska i/ili višesistemska za iznajmljivanje kako bi se vozili na svim osecima mreže.
- Monosignalizacioni ili višesignalizacioni - Većina voznih kompozicija velikih brzina može da koristi nekoliko signalnih sistema kako bi bile interoperabilane.
- Sa dvostrukim pogonom – Neki vozovi velikih brzina imaju pored električnog pogona i pogon na dizel-gorivo.

U svetu nema mnogo kompanija koje proizvode vozove za velike brzine. Hitači je glavni proizvođač u Japanu i 2015. godine je kupio Ansaldo-Bredu. Micubiši proizvodi električne komponente. Drugi značajniji proizvođači su Alstom, Bombardier, Caf, Stadler, CRRC, Kawasaki, Rotem, Siemens i Talgo.

3.1. Konstrukcija vozova velikih brzina

Za obavljanje usluga na linijama za velike brzine, potrebna su odgovarajuća železnička vozila. Ova vozila moraju biti specijalne konstrukcije kako bi mogla da ispunjavaju zahteve eksploatacije pri velikim brzinama. Postoje posebni uslovi prilikom konstruisanja ovakvih vozila koji se moraju poštovati, a to su:

- da bi se sile između točkova i šina održale u prihvatljivim granicama, da bi se smanjili troškovi održavanja i habanja šina, osovinska opterećenja treba da budu između 16 i 20 tona;
- pantografi moraju biti projektovani tako da omogućavaju kretanje velikom brzinom, a da istovremeno održavaju vezu sa kontaktnom mrežom za kontinuirani prenos snage (s obzirom na veliku

količinu potrebne energije da bi ubrzali i zadržali velike brzine, gotovo svi brzi vozovi se napajaju električnom vučom);

- kako otpor vazduha raste sa kvadratom brzine, karoserije vozila moraju imati aerodinamični profil koji preseca vazduh na najefikasniji mogući način, a prelazi između spojenih vozila (vagona) moraju biti hermetički zatvoreni, kako bi se smanjio udarni pritisak prilikom prolaska voza na susednom koloseku ili prilikom ulaska ili izlaska iz tunela;
- iz sigurnosnih razloga, vozovi velikih brzina moraju biti opremljeni stalnom signalizacijom u kabini.

U tom okviru razvijeno je nekoliko vrsta rešenja koja se mogu razlikovati prema tipu vuče i prema tipu ili rasporedu obrtnih postolja.

3.1.1. Vozovi velikih brzina prema tipu vuče

Vozovi velikih brzina prema tipu vuče mogu biti:

- vozovi kod kojih postoji pogonska jedinica na jednom ili oba kraja voza (nešto slično kao kod klasičnih vozova sa lokomotivom i putničkim kolima, a primeri su TGV, Thalys, ICE 1, Railjet);
- vozovi slični elektromotornim garniturama, gde su pogonski sklopovi sa vučnim motorima raspoređeni duž čitavog voza, a primeri su: AGV, Frecciarossa 1000, ICE 3.



Slika 1. Vozovi velikih brzina prema tipu vuče

3.1.2. Obrtna postolja kod vozova velikih brzina

Prilikom konstruisanja VVB, postoje dva načina za postavljanje obrtnih postolja:

- vozovi sa po dva obrtna postolja na svakim putničkim kolima (slično kao kod klasičnih vozova) što se primenjuje kod svih ICE vozova,
- vozovi sa Jakobovim obrtnim postoljem - karakteristično za ovakvo postolje je to što je ono zajedničko

za dvoja putnička kola, a primenjuje se u velikoj meri kod TGV-a, Thalys-a i Eurostar-a.

Na slici 2. prikazana su obrtna postolja, klasično i Jacobs.



Slika 2. Obrtna postolja (klasično i Jacobs)

3.1.3. Oblik čela vozova za velike brzine

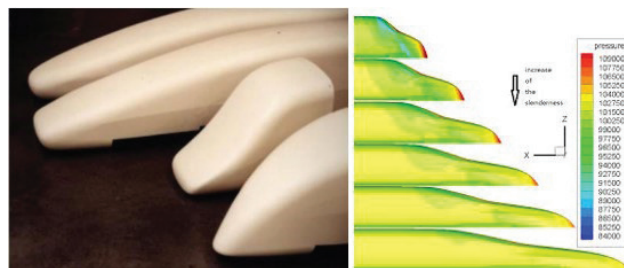
Utvrđeno je da kod vozova velikih brzina pri brzini od 200 km/h otpor sredine može da dostigne i 80 % vrednosti ukupnog otpora kretanja. Konstruktivne i konceptijske mere koje se preduzimaju za smanjenje otpora sredine su:

- integracija obrtnih postolja u sanduk vozila,
- zatvaranje štitnicima prostora između donjeg dela vozila i pruge,
- integracija pantografa i električne opreme na krovu sa krovom vozila,
- oblikovanje čela voza prema principima aerodinamike,
- spoljna površina vozila treba da bude kontinuiranog toka.

Koliko oblik čela voza (nos ili kljun voza) utiče na otpor vazduha, a tako i na ukupan otpor, govori i činjenica da se otpor vazduha smanjuje približno za 50 % kada se promeni oblik čela voza sa tupog u aerodinamički. Zako je i cilj istraživanja mnogih proizvođača vozova velikih brzina u svetu, definisanje otpimalnog oblika čela voza koji uključuje minimalni koeficijent otpora.

Opimizacija geometrije čela voza, ne samo da se razmatra u slučaju kretanja voza na otvorenoj pruzi bez mimoilaženja sa drugim vozovima već i u slučaju mimoilaženja, pri kretanju voza u zatvorenom, tj. u tunelima sa ili bez mimoilaženja. Pogotovo u slučaju kretanja vozova velikih brzina u tunelu javljaju se aerodinamički otpori koji su znatno komplikovaniji i ozbiljniji nego pri kretanju voza na otvorenom. U prilog ovome pokazuje vrednost ukupnog otpora voza koji se kreće u tunelu brzinom od 200 km/h, koji ima približnu vrednost otpora koji se javlja pri kretanju voza na otvorenom pri brzini od 300 km/h. Zapravo, pri

ulasku, odnosno izlasku brzog voza iz tunela, javlja se aerodinamičko-akustični fenomen, odnosno pojavljuje se talasni pritisak koji se potiskuje čelom voza. Tako komprimovani vazduh prilikom izlaska iz tunela se iznenada širi pri čemu se javlja intenzivan prasak koji se može čuti i kilometrima daleko. Utvrđeno je da ovaj fenomen koji negativno utiče pre svega na putnike, ali i na sredinu u kojoj se kreće voz pri izlasku iz tunela, može biti umanjen izradom aerodinamičkog oblika čela voza, tj. izradom kosog tj. nagnutog čela voza [4]. Na slici 3. su prikazani različiti oblici čela voza, kao i pritisak vazduha na čelo voza.



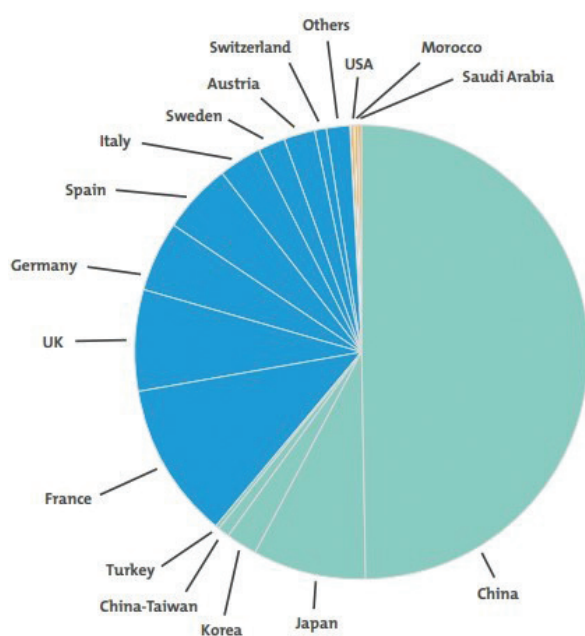
Slika 3. Modeli čela voza i raspored pritiska vazduha na čelo voza

3.2. Vozni park i održavanje vozova velikih brzina

Jedna od specifičnih karakteristika vozova za velike brzine je ta da, za razliku od konvencionalnih vozova koji imaju promenljiv broj vagona koje vuče lokomotiva, vozovi velikih brzina se ne mogu menjati tokom rada. Prilikom izgradnje svojih mreža velikih brzina, železnički operatori morali su nabaviti odgovarajuća vozna sredstva za svoj vozni park. Tačnije, infrastruktura i vozna sredstva su projektovani da dopune jedno drugo u cilju optimizacije njihovih interfejsa.

U ovoj perspektivi razmatrane su dve mogućnosti: ili stvoriti i proizvesti svoje zalihe (vozove) ili kupiti iz inostranstva. Japan, Francuska, Nemačka i Italija su izabrale prvu opciju jer su već imali sposobno proizvodno preduzeće za projektovanje i izgradnju potrebnih voznih parkova. Španija, Turska, Južna Koreja i Kina su počele sa uvozom vozova iz inostranstva pre postavljanja industrijskog temelja i fabrika za projektovanje i izgradnju svojih sopstvenih voznih sredstava. Na slici 4. prikazana je veličina voznog parka po državama za 2017. godinu [5].

U tabeli 1. prikazani su pojedini ciljevi i mere za njihovo postizanje u budućem poboljšanju voznog parka.



Slika 4. Veličina voznog parka za velike brzine (2017)

Tabela 1. Ciljevi i mere za njihovo postizanje

Ciljevi	Mere
Veća energetska efikasnost	Optimalan aerodinamički oblik
	Alternativna goriva
	Korišćenje lakših materijala
Sigurniji i pouzdaniji rad	Poboljšanje sinalizacije i komunikacije
	Poboljšanje obrtnih postolja
Smanjena buka	Optimalan aerodinamički oblik
Visok nivo udobnosti i komfora	Veća putnička kola i prostranstvo u njima
	Poboljšanje usluge u vozu
	Poboljšanje usluge na železničkim stanicama

Bez obzira na odabrani model, održavanje je generalno organizovano kao proces od 4 do 5 nivoa. Ovi nivoi održavanja su planirani da se uklapaju i u komercijalni raspored voza i u životni ciklus voza. Životni ciklus varira od 20 do 40 godina prema operatorima. Neki operatori menjaju svoje vozne parkove posle 20 godina kako bi odgovorili bolje na zahteve koje uslovljava tehnološki napredak i zahteve korisnika. Ostali operatori pokušavaju da svojim ulaganjem izvuku maksimum, ali prihvatajući prilično skup remont i adaptaciju nakon 20 godina rada.

Postoje tri modela za održavanje voznih sredstava velikih brzina:

1. održavanje osigurava proizvođač (dobar primer pruža NTV (Italija), koja je poverila održavanje kompleta vozova AGV, Alstomu – proizvođaču);
2. održavanje obezbeđuje železničko preduzeće - ovo je najčešći model u Aziji i Evropi;
3. održavanje se izvodi u radionicama okupljajući zajedno proizvođača i železničkog operatora - ovaj model je koristio RENFE u Španiji, koji su kupovali vozna sredstva od raznih proizvođača.

U Japanu, na primer, JR East, jedan od železničkih operatora za vozove velikih brzina, kompanija koja upravlja sa oko 1.500 km linija, nije samo operator, već i dizajner svojih vozova, budući da dizajniraju i razvijaju, i oni takođe sami održavaju svoje vozove u procesu na 4 nivoa [5]:

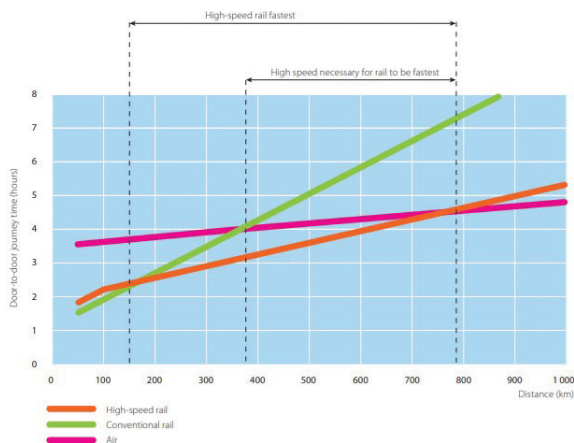
- Nivo 1 (dnevni pregled): kočnica i drugih delova i njihovih performansi, a to mora da bude učinjeno u roku od 48 sati,
- Nivo 2 (mesečni pregled): sprovođenje na licu mesta pregleda pantografa, kočnica i električne opreme, njihovog rada i funkcija, a to mora da bude učinjeno nakon 30 dana ili 30.000 km,
- Nivo 3 (remont obrtnih postolja): pregled glavnih delova kao što su motori, zupčanici, točkovi i kočnice, a ovo mora da bude urađeno nakon 18 meseci ili 600.000 km,
- Nivo 4 (generalni remont): vagoni se pažljivo pregledaju rastavljanjem svakog od njih na delove i ponovo se sastavljaju pod istim uslovima do potpuno novih vagona, a ovo je potrebno učiniti nakon 36 meseci ili 1.200.000 km.

4. PREDNOSTI SISTEMA VOZOVA ZA VELIKE BRZINE

Pored osnovne prednosti, brzine prevoza, vozovi velikih brzina pružaju i visok stepen udobnosti i komfora putnicima. Raspored odeljaka, unutrašnja oprema putničkih kola, pa čak i osvetljenje, dizajnirani su da stvore udoban i prijatan prostor pogodan i za rad i opuštanje. Putnici imaju dovoljno ličnog prostora, sa pristupom sve većem broju usluga, kao što su Internet, utičnice za elektronsku opremu, nasloni za glavu i sklopivi stolovi. Takođe mogu da se kreću kroz voz i da koriste usluge restorana i bife kola koja poslužuju hranu i piće. Za razliku od aviona, nije zabranjena upotreba mobilnih telefona; međutim jeste ograničeno na namenske prostore između vagona kako bi se izbeglo uznemiravanje drugih putnika. Takođe, posebnom pažnjom pojednostavljen je ulazak/izlazak iz voza smanjenjem visinskog razmaka između voza i perona. Evropskim standardima se postepeno uspostavlja sve veća

kompatibilnost između vozova i linija, odnosno utvrđivanje optimalnog reda vožnje i najboljeg iskorišćenja kapaciteta. Potrebno je obezbediti da putnička kola budu u skladu sa odgovarajućim standardima kvaliteta, posebno u pogledu bezbednosti i uticaja na životnu sredinu.

Očigledno je da je jedna od najvećih prednosti sistema vozova velikih brzina visok stepen mobilnosti i to je, verovatno, jedna od prednosti koja treba još da se nadograđuje. Još jedan povoljan aspekt dolazi iz analize konkurentnosti vozova velikih brzina i vazdušnog saobraćaja. Na sledećem grafikonu (slika 5) predstavljen je uporedni prikaz rastojanja i vremena putovanja (od vrata do vrata) za klasične vozove, vozove velikih brzina i avione.



Slika 5. Dijagram rastojanja i vremena putovanja

Sa dijagrama se može videti da su vozovi velikih brzina najefikasnija vrsta prevoza na rastojanjima od 150 do 800 km. Na rastojanju od 400 do 800 km bi trebalo još dodatno unaprediti železnicu za velike brzine kako bi bila zasigurno najbolji vid prevoza.

Stoga ne čudi što „brzina“ dolazi na naslovne strane rasprava o razvoju železničkih sistema za velike brzine, ali čak i koncept „brzine“ jeste otvoren za diskusiju. „Brzina“ koja dominira u debati je maksimalna radna brzina, ali vreme putovanja koje putnici doživljavaju predstavlja faktor prosečne brzine, od kojih je najveća radna brzina samo jedan element. Broj zaustavljanja na liniji za velike brzine i procenat linije na kojoj se maksimalna brzina može postići su oba ključna faktora. Svako dodatno zaustavljanje (stanica) može „koštati“ 5-10 minuta i često vozovi moraju da „usporavaju“ kroz gradove, čak i ako se tamo ne zaustavljaju. Dok se maksimalna brzina od 350 km/h smatra novim standardom za vozove velikih brzina, većina usluga se pruža znatno nižom

prosečnom brzinom, a najuspešnija svetska linija za velike brzine, u smislu prevezenih putnika, između Tokija i Osake u Japanu radi prosečnom brzinom manje od 240 km/h (za najbržu uslugu) [6]. U nastavku će biti obrađene neke od osnovnih prednosti sistema vozova za velike brzine kao što su [7]:

- efikasnost prevoza,
- ekonomske prednosti,
- povoljan uticaj na životnu sredinu.

U okviru efikasnosti prevoza, moguće je izdvojiti još neke prednosti kao što su:

- kratko vreme putovanja,
- veliki prevozni kapacitet,
- pouzdanost,
- zauzetost zemlje.

U grupu ekonomskih prednosti spadaju:

- niski eksterni troškovi,
- velika produktivnost,
- šansa za otvaranje novih radnih mesta,
- promocija turizma.

U pogledu povoljnog uticaja na životnu sredinu razmatrani su koncepti energetske efikasnosti i čiste energije.

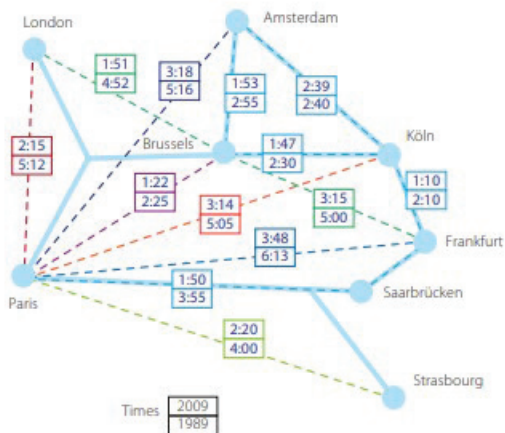
4.1. Kratko vreme putovanja

Vozovi velikih brzina mogu da se kreću brže od bilo kog drugog oblika kopnenog transporta, dostižući brzine do 240 km/h u Sjedinjenim Državama, 320 km/h u Francuskoj i 350 km/h u Kini. Ovi vozovi su izuzetno korisni u velikim državnim oblastima jer mogu približiti suprotne krajeve regiona i države, što je koncept poznat kao "skupljanje kontinenta", posebno ukoliko se primenjuje na manjim kontinentima poput Evrope i Australije.

Na slici 6. prikazano je vreme vožnje vozovima velikih brzina između pojedinih evropskih gradova. Dat je prikaz voznih vremena iz 1989. godine i 2009. godine, gde se jasno vidi koliko je smanjeno vreme vožnje uvođenjem vozova velikih brzina na ovim relacijama.

Multimodalne železničke stanice u gradskim centrima pružaju brz i jednostavan pristup železničkoj mreži. Razvoj železnice za velike brzine ima za posledicu značajno smanjenje vremena putovanja između različitih urbanih i ekonomskih centara u EU. Trenutno, putovanje između Londona i Pariza traje 2 h i 15 min; a 1 h i 51 min od Londona do

Brisela; a između Brisela i Frankfurta 3 h i 15 min. Ovo vremena se porede sa vremenima iz 1989. gde je put između Pariza i Londona trajao 5 h i 12 min; 4 h i 52 min od Londona do Brisela i 5 h od Brisela do Frankfurta.



Slika 6. Vremena vožnje između nekih evropskih gradova

Prednosti železnica za velike brzine u pogledu čestih veza (koje se lako mogu modifikovati u zavisnosti od potražnje) i fleksibilnosti za putnike, omogućile su železnici da se efikasnije takmiči sa drugim vidovima prevoza. Od 1997, preko 6 miliona putnika godišnje koristi vozove velikih brzina na relaciji Pariz-Brisel. Kao rezultat toga, broj avionskih letova je značajno redukovano na ovoj relaciji.

4.2. Veliki prevozni kapacitet

Železnica je po pitanju kapaciteta prevoza jako dominantan vid prevoza, a vozovi velikih brzina imaju izuzetno veliki transportni kapacitet za putnike. U okviru infrastrukturne površine od kopnenih vidova transporta, železnički (uključujući i vozove velikih brzina) jedini je način na koji se mogu opslužiti vrlo veliki saobraćajni tokovi. Čak ni Airbus 380 ne može da parira kapacitetu voza velike brzine koji se sastoji od dva kompleta vozova i nudi više od 1.000 mesta [8]. Japanski dvospratni vozovi mogu otprilike da sadrže 1.200 sedišta i budući vozni kompleti, koje će naručiti Francuska Nacionalna železnička kompanija (SNCF), kada se spoje kompleti vozova, dostići će slične kapacitete.

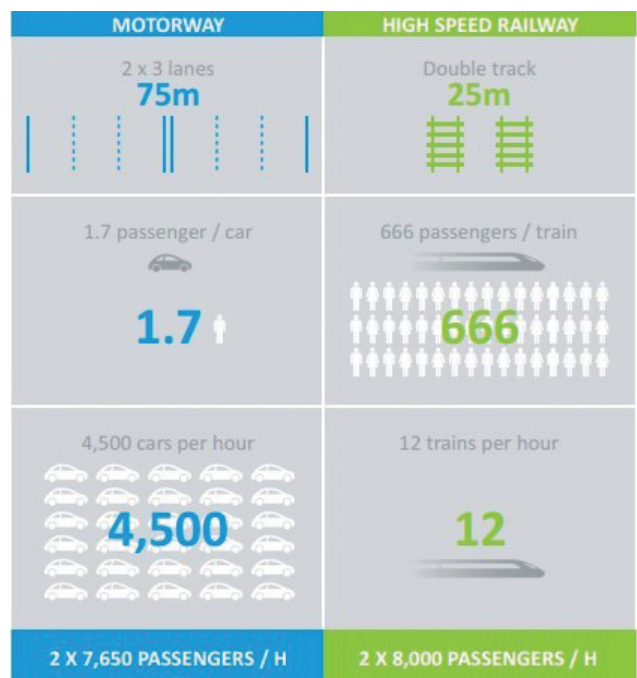
4.3. Pouzdanost

Vozovi velikih brzina ne mogu se "zaglaviti" u gužvi u saobraćaju, što ih samo čini pouzdanijim od automobila ili autobusa. Uz manje kašnjenje, u odnosu na druge oblike kopnenog ili vazdušnog prevoza,

vozovi velikih brzina mogu saobraćati češće od konvencionalnih sistema javnog prevoza.

4.4. Zauzetost zemljišta

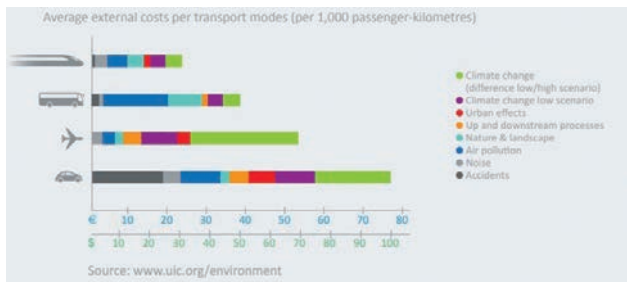
Pruge za velike brzine ne zauzimaju toliko zemljišta kao autoputevi i gradske ulice. Širina potrebna za železničku prugu je 25 m, dok autoput sa šest traka zahteva 75 m. Prosečna pruga za velike brzine koristi 3,2 ha/km, a prosečan auto-put koristi 9,3 ha/km. Osim toga, uticaj na korišćenje zemljišta može biti značajno smanjen ako su nove pruge za velike brzine postavljene paralelno sa postojećim auto-putevima (gde parametri pruge to dozvoljavaju) [9]. Na slici 7. je predstavljen uporedni prikaz zauzetosti zemljišta za auto-put i dvokolosečnu železničku prugu za velike brzine.



Slika 7. Uporedni prikaz zauzetosti zemljišta i kapaciteta auto-puta i pruge za velike brzine

4.5. Niski eksterni troškovi

Nezavisno od izabranog načina prevoza, bilo koji putnik koji putuje ne plaća sve troškove putovanja. Putnici plaćaju troškove goriva, održavanja (ili iznajmljivanja) vozila, troškove infrastrukture, platu osoblja itd. Ali, putnici ne plaćaju troškove buke, nesreća, klimatskih promena, uzrokovanih njihovim putovanjem, a društvo ih plaća. Ovakvi troškovi se nazivaju eksterni troškovi [9]. Na slici 8. su prikazani eksterni troškovi za prevoz vozovima velikih brzina, autobuski prevoz, avio- prevoz i prevoz automobilima.



Slika 8. Prosečni eksterni troškovi prema vidu transporta (na 1.000 putničkih kilometara)

4.6. Visok stepen produktivnosti korisnika

Saobraćajna zagušenja i kolapsi, posebno su izraženi u drumskom saobraćaju i to u značajnoj meri u vršnim časovima. Koristeći železnički vid prevoza, naročito vozove velikih brzina, zaposleni mogu da dođu na posao na vreme bez brige o tome da li će uspeti da pronađu parking mesto. Efikasniji prevoz daje ljudima dodatno vreme da se tokom putovanja usredsrede na posao i druge produktivne aktivnosti.

4.7. Šansa za otvaranje novih radnih mesta

Izgradnja pruga za velike brzine otvara hiljade radnih mesta za profesionalce sa građevinskim, inženjerskim i urbanističkim iskustvom. Nakon izgradnje pruge, celo područje gde se ona nalazi dobija na značaju i privlači domaće i strane investitore koji ulažu u taj kraj. Samim tim, broj putovanja vozom se povećava i otvara mogućnost da na posao dolaze i ljudi koji stanuju i više od 100 km udaljeno od mesta gde su zaposleni.

4.8. Promocija turizma

Vozovi velikih brzina privlače ogromnu pažnju na prostoru gde saobraćaju. Oni turistima koji su tek došli u region pružaju siguran, brz i pouzdan prevoz, pomažući im da sa lakoćom stignu do odredišta. Posebnom utisku može doprineti i atraktivan izgled voza, kao i celokupan doživljaj vožnje u njemu. Pruga može prolaziti kroz prelepe prirodne pejzaže, ali isto tako i kroz atraktivna urbana područja.

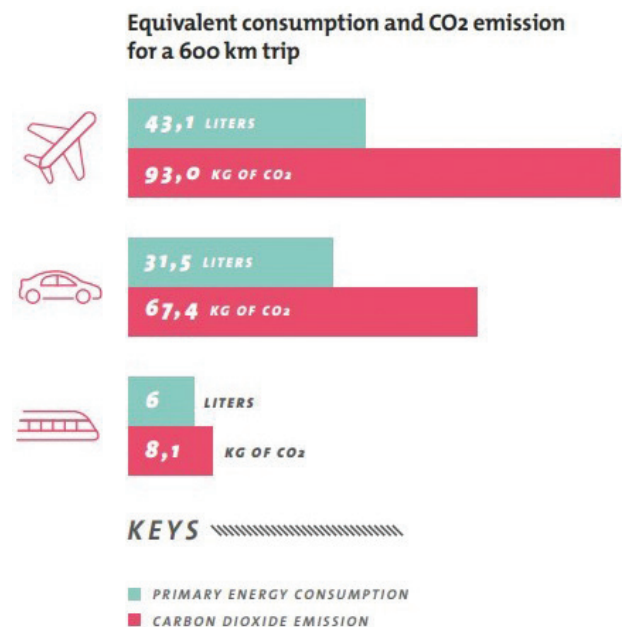
4.9. Energetska efikasnost

Zagađenje životne sredine, globalno zagrevanje prouzrokovano efektom staklene bašte, danas predstavlja gorući globalni problem. Saobraćaj uopšteno predstavlja jako velikog zagađivača, posebno drumski i vazdušni. Železnički saobraćaj je tu u velikoj prednosti, zato što su zagađenja koja on prouzrokuje minimalna.

Vozovi velikih brzina zbog svog velikog kapaciteta imaju mogućnost da prevezu veliki broj putnika sa jednog mesta na drugo uz veću energetska efikasnost od konkurentskih vidova prevoza. Što više ljudi koristi železnicu, veća je njena efikasnost.

4.10. Energetska efikasnost

Za razliku od drugih oblika kopnenog transporta, vozovi velikih brzina ne zahtevaju motorno gorivo jer najinovativniji modeli rade na električnu energiju, što smanjuje emisiju gasova staklene bašte. Sistem vozova velikih brzina, kao 100 % elektrificirani šinski sistem, odmah je kompatibilan sa obnovljivim izvorima energije bez daljih tehnoloških poboljšanja. Proces dekarbonizacije je glavni pokretač u smanjenju emisije ugljen-dioksida. Što je veći procenat električne energije iz obnovljivih izvora, koja se koristi za vuču u transportu, to je niža emisija ugljen-dioksida. Na slici 9. je prikazano poređenje potrošnje osnovnog energenta i emitovane količine ugljenikovog dioksida, na putovanju u dužini od 600 km, avionom, automobilom i vozom [5].



Slika 9. Emisija ugljen-dioksida prema vidu prevoza

5. SISTEM ŽELEZNICA ZA VELIKE BRZINE U SVETU

Nakon ekspanzije elektrificiranih pruga, očigledno je da je infrastruktura (posebno troškovi njenog održavanja) usporavala proces uvođenja pruga za velike brzine. Događale su se katastrofe – iskanjanja iz šina, čeonu sudari na jednokolosečnim prugama, sudari sa drumskim vozilima. Fizički zakoni su bili dobro poznati, tj. ako je brzina udvostručena, radijus

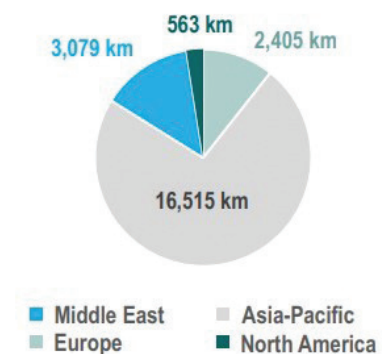
krivine treba četverostručiti. Isto je važno i za dužinu puta ubrzanja i kočenja.

Inženjer Karoli Zipernovski je 1891. godine predložio liniju za velike brzine između Beča i Budimpešte, predviđenu za električne lokomotive brzinom od 250 km/h. Veligton Adams je 1893. godine predložio liniju od Čikaga do Sent Luisa dužine 406 km, brzinom od 160 km/h. Aleksandar Miler je imao veće ambicije, 1906. godine je pokrenuo projekat elektrificirane željezničke pruge između Čikaga i Njujorka kako bi smanjio vreme vožnje između ova dva velika grada na deset sati korišćenjem električnih lokomotiva brzine 160 km/h.

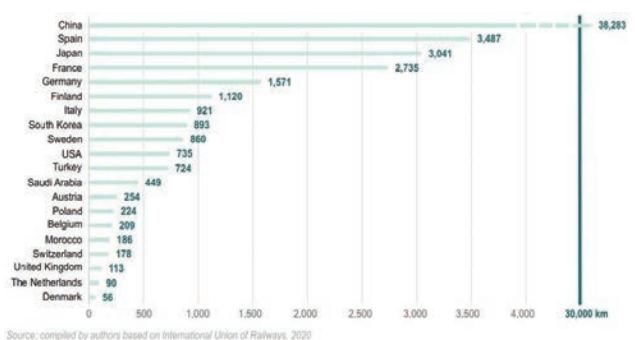
Prema podacima Međunarodne željezničke unije (UIC) iz 2020. godine, željezničke linije za velike brzine u komercijalnoj upotrebi trenutno postoje u 20 država sveta. Ubedljivo najdužu mrežu željezničkih pruga za velike brzine poseduje Kina, koja godišnje gradi oko 3.000 km pruga za velike brzine. Na slici 10. prikazan je broj kilometara izgrađenih i u komercijalnoj upotrebi, pruga za velike brzine u različitim regionima sveta, dok je na slici 11. prikazan broj kilometara pruga u izgradnji. Dužine pruga za velike brzine u komercijalnoj upotrebi za svaku državu prikazane su na slici 12.



Slika 10. Kilometri pruge za velike brzine u upotrebi prema svetskim regijama (2020)



Slika 11. Kilometri pruge za velike brzine u izgradnji prema svetskim regijama (2020)



Slika 12. Države sveta i dužine željezničkih pruga za velike brzine u upotrebi

Azijsko-pacifička regija sa 42.217 km, odnosno 75,2 %, ubedljivo je najrazvijenija regija, ali ovom uspehu je najviše doprinela kineska mreža sa svojih 38.283 km, što čini 68 % svetske mreže pruga za velike brzine, a 90.68 % Azijsko-Pacifičke regije. Evropa sa svojih 11.819 km predstavlja 21 % svetske mreže. U Evropi više od polovine mreže čine pruge u Španiji i Francuskoj. Ostale regije su tek u razvoju svojih mreža pruga za velike brzine.

Posmatrajući pruge u izgradnji, takođe je dominantan Azijsko-Pacifički region sa 16.515 km, odnosno 73,2 % svih pruga za velike brzine u izgradnji. Područje Bliskog istoka rapidno napreduje u izgradnji pruga za velike brzine i trenutno je 3.079 km pruga u izgradnji, odnosno 13,65 % od ukupnog broja pruga za velike brzine u izgradnji. Vrednost od 2.405 km u Evropi predstavlja 10,65 % od ukupnog broja kilometara pruga za velike brzine u izgradnji.

6. ZAKLJUČAK

Ljudi su još od nastanka prve željeznice u Engleskoj uvideli značaj i potrebu za njom i dodatno je unapređivali. Sa napretkom tehnologije i industrije, javila se mogućnost za postojanjem željeznice za velike brzine. Ovoj ideji su doprinele karakteristike željeznice kao što su kretanje čeličnog točka po čeličnoj šini (mali otpor kretanju), velike tehničke brzine i povoljan ekološki uticaj.

Vozovi velikih brzina su najpre zaživeli u Japanu, gde se najdalje otišlo u pogledu konstrukcije vozova i njihovih brzina. Takođe, u današnje vreme uvođenje željeznice za velike brzine oslikava i ekonomsku moć jedne države. Ulažu se velika sredstva, jako je skupa izgradnja i održavanje ovakvih željezničkih sistema, ali donose jako velike pogodnosti za korisnike i izuzetno povoljnu sliku o državi koja ih poseduje. Veliki kapacitet i visok stepen sigurnosti su ključni parametri koji željeznicu za velike brzine mogu izdvojiti u odnosu na konkurente.

Smanjenje broja automobila na regionalnim, magistralnim i auto-putevima rezultira velikom uštedom energije i smanjenom potražnjom za naftom i drugim njenim derivatima. Prema podacima Međunarodne železničke unije, železnice za velike brzine su više od četiri puta energetske efikasnije od vožnje automobilom i skoro devet puta energetske efikasnije od avionskih letova. Naravno, u odnosu na drumski i vazdušni prevoz, železnica je najmanji zagađivač životne sredine. U mnogim državama postoje zakoni i transportne i ekonomske politike koje zahtevaju od preduzeća i potrošača smanjenje emisije štetnih gasova. Železnica i vozovi velikih brzina mogu ponuditi u tim uslovima značajne pogodnosti sa ekonomskog, društvenog i ekološkog aspekta.

Trenutno u 20 država sveta saobraćaju vozovi velikih brzina, dok je u još 23 države železnica za velike brzine u izgradnji i fazi planiranja (podaci iz 2020. godine). Mnoge države dodatno unapređuju pojedine linije za velike brzine na još veće brzine od postojećih. Takođe, značajno se radi i na promociji teretnih vozova velikih brzina, pa odnedavno u Kini saobraća teretni voz brzinom od čak 350 km/h.

Železnički sistemi za velike brzine predstavljaju odličan način prevoza koji koristi pun potencijal železnice. Kroz sistem za velike brzine maksimalno dolaze do izražaja karakteristike kao što su brzina prevoza, veliki kapacitet, visok stepen komfora i udobnosti, mali nivo zagađenja životne sredine, mogućnost automatizacije sistema. Upravo zbog svega navedenog, a uzimajući u obzir da je jako skup

sistem za izgradnju i održavanje, visoko razvijene države u svetu poseduju ovakve sisteme i uspešno ih eksploatišu.

LITERATURA

- [1] https://uic.org/IMG/pdf/2012_high_speed_brochure_2012.pdf.
- [2] HSR_Sustainability_main_study_FINAL (apta.com).
- [3] Rusov S: Sistemi vozova velikih brzina, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2010.
- [4] Golubović S, Rašuo B, Lučanin V: Savremeni trendovi u dizajnu vozova velikih brzina, Tehnika – Mašinstvo, vol. 64, str. 455-462, 2015.
- [5] https://uic.org/IMG/pdf/uic_high_speed_2018_ph08_web.pdf
- [6] Givoni M, Banister D: Speed: the less important element of the High-Speed Train, Journal of Transport Geography, vol. 22, str. 306-307, 2012.
- [7] Advantages of High-Speed Rail Systems - IoT Marketing (iotmktg.com).
- [8] Leboeuf M: High-Speed Rail: Opportunities and Threats, Engineering, vol. 2, str. 402- 408, 2016.

TIHOMIR SUBOTIĆ*, BRANISLAV BOŠKOVIĆ**

ISTRAŽIVANJE KONCEPTA OTPORNOSTI I NJEGOVE PRIMENE NA ŽELEZNIČKOM TRANSPORTNOM TRŽIŠTU

RESEARCH ON THE RESILIENCE CONCEPT AND ITS APPLICATIONS IN THE RAILWAY TRANSPORT MARKET

UDK: 656.2/658+658.8

REZIME:

U savremenim poslovnim sistemima velika pažnja se posvećuje održavanju stanja optimalnog funkcionisanja u uslovima poremećaja. Potreba za održavanjem sistema tokom poremećaja na pozitivno funkcionalnom nivou izrodila je relativno novi koncept pod nazivom otpornost (resilience). Koncept otpornosti uz rame sa tradicionalnim konceptom upravljanja rizikom predstavljaće neizostavni deo funkcionalnog okvira svakog inženjerskog, organizacionog i ekonomskog sistema. Rad je posvećen istraživanju koncepta otpornosti i njegove primene na železnici, sa posebnim osvrtom na mogućnost njegove primene kod železničkog prevoznika u uslovima otvorenog transportnog tržišta. Rezultati istraživanja se ogledaju u prikazu teorijske osnove koncepta otpornosti iz različitih oblasti, predstavljanju glavnih razlika koncepta otpornosti u odnosu na koncept rizika, predstavljanju kvantitativnih modela za iskazivanje otpornosti u različitim oblastima, istraživanju primene koncepta na železnici i mogućnosti njegove primene u uslovima otvorenog železničkog transportnog tržišta.

Ključne reči: otpornost, železnica, tržište, restrukturiranje, kvantifikacija, rizik, liberalizacija

SUMMARY:

In modern business systems, great attention is focused on optimal functioning during disruptive events. The need for positive system function during disruptive events allowed a new concept named resilience to emerge. Resilience alongside the traditional risk management concept will be an indispensable part of any major engineering, organizational, and economic system framework. The main goal of the paper is to present the resilience concept application in the railway sector, and possibilities for its application on the railway public operator in the open railway market conditions. Results of the research are the following: resilience concept theory is presented from various fields, main differences between the risk concept and resilience concept are described, quantitative models for resilience expression are sublimed from various fields, resilience concept usage in the railway sector is described, and possibilities of its application in the open railway market conditions.

Key words: resilience, railway, market, restructuring, quantification, risk, liberalization

* Tihomir Subotić, Univerzitet u Istočnom Sarajevu - Saobraćajni fakultet, Doboj, Vojvode Mišića 52, subotic.tihomir@gmail.com

** Prof. dr Branislav Bošković, Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305, b.boskovic@sf.bg.ac.rs

1. UVOD

U globalizovanom svetu i internacionalizovanom poslovnom okruženju, otvorenom na uticaje i poremećaje, veliki akcenat se stavlja na bezbednost i održivost raznih infrastrukturnih, organizacionih, poslovnih, ekonomskih, društvenih, socijalnih i drugih sistema. Inženjerski sistemi, posebno kritična infrastruktura, i njihova funkcionalnost mogu imati veliki uticaj na živote ljudi, bezbednost, ekonomiju i sveukupno okruženje. Održavanje ovih sistema u stanju normalne funkcionalnosti i njihova zaštita od neželjenih događaja, do sada, sprovodila se kroz dobro poznati koncept upravljanja rizikom. Koncept rizika u svojoj osnovi se bavi prevencijom i mitigacijom. Međutim, pitanje kako se ponašati kada se nepoželjni događaj ostvari i kako se oporaviti od njega dovelo je do razmišljanja u novom pravcu i stvaranja koncepta otpornosti.

Rad ima dva cilja. Prvi, da se kroz pregled literature definiše koncept otpornosti, razlike između rizika i otpornosti, prikažu okviri za njegove primene i kvantifikacije u inženjerskom, organizacionom i ekonomskom kontekstu. Drugi cilj rada je da se kroz pregled literature prikažu dosadašnji dometi koncepta otpornosti na železnici i mogućnosti njegove primene u uslovima otvorenog železničkog transportnog tržišta.

Sprovedeno istraživanje ima sledeće doprinose:

- daje prikaz definicija otpornosti sa različitim stanovišta,
- prikazuje više modela za kvantitativno iskazivanje otpornosti u različitim oblastima,
- ustanovljene su tri osnovne razlike između koncepta rizika i koncepta otpornosti,
- izvršen je pregled literature u vezi sa primenom otpornosti na železnici,
- prikazan je okvir mogućnosti primene otpornosti u uslovima otvorenog železničkog transportnog tržišta.

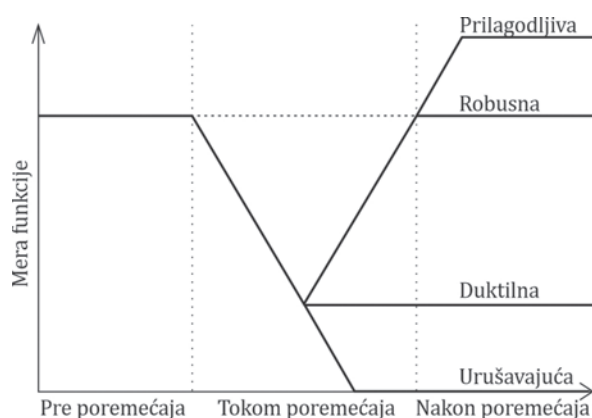
Strukturu rada čine uvod, četiri glavna poglavlja, zaključak i popis literature. U poglavlju dva istraživanja prikazane su definicije koncepta otpornosti sa različitih stanovišta i detaljno je opisana primena koncepta u inženjerskom, organizacionom i ekonomskom smislu. Treće poglavlje rada opisuje tri glavne razlike između koncepta rizika i otpornosti. U četvrtom poglavlju prikazani su različiti modeli za kvantitativno iskazivanje otpornosti. Peti deo rada daje pregled literature otpornosti na železnici i mogućnosti njegove primene. Na kraju rada dat je zaključak uz popis literature.

2. KONCEPT OTPORNOSTI

Otpornost kao koncept proizašao je iz oblasti psihologije i psihijatrije u prvoj polovini 18. veka [1]. Neki autori pak tvrde da je poreklo koncepta iz oblasti fizike materijala [2]. Prema izvorima [1] [3] [4] [5], prvu značajniju konceptualizaciju otpornosti postavio je Holling (u ekologiji) u radu pod nazivom „Otpornost i stabilnost ekoloških sistema“, gde se otpornost predstavlja kao mera sposobnosti sistema da upije promene i opstane [6]. Iz konceptualizacije namenjene za ekologiju, danas, otpornost se primenjuje u oblastima kao što su inženjerstvo, ekonomija, sociologija, organizacija, menadžment i dr. [7] [8]. Sama reč resilience (otpornost), od latinske reči resiliere, označava sposobnost povratka u početno stanje [9] [4] [10].

2.1. Definicije otpornosti

Definicija i karakteristike koncepta otpornosti zavise od specifične oblasti u kojoj se primenjuje. Moderno shvatanje koncepta otpornosti podrazumeva proces, kvantifikovan u pogledu mere funkcionalnosti sistema i vremena reagovanja, kroz koji posmatrani sistem prolazi kao odgovor na poremećaje [11]. U načelu, osnova koncepta je povratak sistema u prvobitno funkcionalno stanje. Međutim, u nekim oblastima, kao što je poslovanje, gde su okruženja veoma dinamična i zavise od velikog broja elemenata, povratak sistema u prvobitno stanje funkcionalnosti predstavlja veliki izazov. Sistem koji prolazi kroz određeni poremećaj karakterišu tri vremenska perioda: period pre poremećaja, period tokom poremećaja i period nakon poremećaja. Tokom ovih vremenskih perioda otpornost sistema se može grafički prikazati sa jednom od četiri karakteristične funkcije otpornosti sistema (slika 1). Ukoliko se sistem nakon poremećaja vrati na početni nivo funkcionisanja, za njega se kaže da ima robusnu funkciju otpornosti sistema [11]. U idealnom slučaju, funkcionalnost sistema se kroz radnje i aktivnosti za obnovu može vratiti na veći nivo od početne funkcionalnosti. Tada se kaže da sistem ima prilagodljivu funkciju ponašanja otpornosti [11]. U idealnom slučaju, funkcionalnost sistema se kroz radnje i aktivnosti za obnovu može vratiti na veći nivo od početne funkcionalnosti. Tada se kaže da sistem ima prilagodljivu funkciju otpornosti [11]. Ukoliko se nakon poremećaja zadrži određeni nivo funkcionalnosti, ali ne kao na nivou pre poremećaja, za sistem se kaže da ima duktilnu funkciju otpornosti [11]. Za sistem koji nakon poremećaja u potpunosti gubi svoju funkcionalnost kaže se da ima urušavajuću funkciju otpornosti sistema [11].



Slika 1. Funkcije otpornosti sistema

Iz razloga različitog definisanja koncepta u različitim oblastima primene, u tabeli 1. su prikazane definicije koncepta iz različitih oblasti u kojima je našao primenu.

Tabela 1. Ciljevi i mere za njihovo postizanje

Oblast	
Definicija	Referenca
<i>Otpornost zajednica</i>	
Otpornost zajednice se definiše kao sposobnost socijalnih jedinica (organizacija, zajednica) da ublaže opasnosti, obuzdaju efekte katastrofa i sprovedu aktivnosti oporavka na načine da minimalizuju društvene poremećaje i ublaže efekte budućih katastrofa.	[7]
<i>Otpornost kritične infrastrukture</i>	
Otpornost se definiše kao sposobnost sistema da nastavi normalno funkcionisati na nivou funkcionalnosti koji je bio uspostavljen pre poremećaja.	[14]
Otpornost se definiše kao sposobnost oporavka od poremećaja, bilo na početni nivo ili na novi prilagođeni nivo, a na osnovu novih zahteva.	[15]
Otpornost se definiše kao sposobnost prepoznavanja, upijanja, prilagođavanja i oporavljanja od poremećaja.	[16]
<i>Organizaciona otpornost</i>	
Organizaciona otpornost podrazumeva sposobnost promene u odgovoru na neočekivane događaje, kao i sposobnosti predviđanja takvih događaja.	[5]
Organizaciona otpornost uključuje sposobnost neke organizacije da izdrži systemske diskontinuitete i kapacitet da se prilagodi novim okruženjima proizašlim iz različitih izvora rizika.	[17]

Otpornost je jedan od najpoželjnijih kapaciteta u kojima organizacija koristi svoje resurse zajedno sa relacijama u okruženju, kako bi održala i odredila prihvatljiv nivo pripremljenosti i sposobnosti da odgovori i oporavi se od nepredviđenih kriza.	[18]
Organizaciona otpornost predstavlja sposobnost organizacije da rekonfiguriše organizacione resurse, optimizuje organizacione procese, preobliči organizacione odnose u krizi, brzo se oporavi od krize i iskoristi krizu da postigne rast.	[19]
<i>Ekonomska otpornost</i>	
Statična ekonomska otpornost predstavlja efikasno korišćenje dostupnih resursa u određenom trenutku.	[3]
Dinamična ekonomska otpornost predstavlja ubrzan oporavak kroz popravku i rekonstrukciju osnovnog kapitala.	[3]
<i>Generalne definicije otpornosti</i>	
Otpornost se definiše kao sposobnost sistema da se oporavi nakon teških poremećaja, nepogoda ili drugih vidova ekstremnih događaja	[1]
Otpornost odražava sposobnost sistema da upije i oporavi se od poremećaja transformišući svoju strukturu i funkcionalna sredstva, suočavajući se sa dugoročnim promenama i neizvesnostima.	[10]

2.2. Otpornost u različitim oblastima

S obzirom da se otpornost primenjuje u različitim oblastima potrebno je ustanoviti na koji način su konceptualizacije otpornosti povezane, a sve sa ciljem razvijanja što generalizovanijeg pristupa u primeni ovog koncepta. Oblasti od interesa za železnicu su: inženjersko, organizaciono i ekonomsko stanovište otpornosti.

Inženjerska otpornost. Inženjerska otpornost se dovodi u vezu sa kritičnom infrastrukturom. Otpornost je važan atribut u kritičnim infrastrukturnim sistemima [12]. Kritična infrastruktura se definiše u SAD kao sistemi i sredstva, bilo fizička ili virtuelna, koja su od vitalnog značaja za državu. U slučaju njenog onesposobljavanja ili uništavanja došlo bi do narušavanja bezbednosnih, nacionalnih, ekonomskih i zdravstvenih pitanja [13]. Rehak [14] definiše kritičnu infrastrukturu kao sistem koji sadrži civilnu infrastrukturu u kojem bi poremećaj izazvao ozbiljan udar na živote i zdravlje populacije,

a koja obuhvata električnu energiju, naftu, gas, snabdevanje vodom, komunikacije i zdravstvene usluge [14]. Slično, u Zakonu o kritičnoj infrastrukturi u Srbiji, ona se definiše kao sistemi, mreže, objekti ili njihovi delovi čiji prekid funkcionisanja ili prekid isporuke robe, odnosno usluga, može imati ozbiljne posledice na nacionalnu bezbednost, zdravlje i živote ljudi, imovinu, životnu sredinu, bezbednost građana, ekonomsku stabilnost, odnosno ugroziti funkcionisanje Republike Srbije [15].

Sistemi kritične infrastrukture obuhvataju i transportne sisteme [12], u koje spada i železnica. Otpornost u ovom kontekstu opisana je kao sposobnost da se prepozna, upije, prilagodi, oporavi od poremećaja i izvrši povratak na početno ili prilagođeno stanje uz pružanje minimalnog nivoa usluga [13]. Potrebno je naglasiti da se, i usled povećane uloge otpornosti u različitim oblastima inženjerstva, javljaju raznolikosti u definicijama otpornosti [13], što je generalno slučaj za koncept otpornosti. Posledično, različiti radni okviri koji se koriste u oblasti inženjerstva otpornosti imaju nizak stepen standardizacije i mogu ponuditi nejasna uputstva [13] [16].

Organizaciona otpornost. Današnje poslovno okruženje sve je kompleksnije i nestabilnije, što dolazi sa globalizacijom i internacionalizacijom poslovnih aktivnosti [17]. S tim u vezi, kako će kompanije upravljati rizikom i nastaviti funkcionisati tokom kriza postalo je ključno pitanje za donosiocje odluka [17]. Postoji rastući broj dokaza da kompanije koje upravljaju otpornošću imaju veću sposobnost da se prilagode promenama na tržištu [17], odnosno da ostanu relevantan konkurent na njemu [13]. U uslovima liberalizovanog transportnog tržišta, organizaciona otpornost će biti jedan od kapaciteta koji će javna železnica morati razvijati kako bi opstala na njemu. Autori u više radova [13] [18] [19] [20] potkrepljuju ovu činjenicu navodeći da od organizacione otpornosti zavisi konkurentnost. Kao u slučaju inženjerske otpornosti, definicije i metodologije organizacione otpornosti ne pronalaze konsenzus u literaturi [17] [21] [22].

Organizaciona otpornost se u nekim slučajevima dovodi u vezu sa konceptima kao što su menadžment kriza [23] [17] [24] [25] i menadžment poslovnih kontinuiteta [24] [21] [20]. Standardi koji regulišu oblast menadžmenta poslovnih kontinuiteta su ISO 22301 i ISO 22313. Identifikacija i procena rizika u skoro svim organizacijama zasnovane su na primenama standarda ISO 31000 i 22301 [21]. Upravljanje rizikom je važan interni organizacioni

proces namenjen poboljšanju otpornosti još u fazi prevencije [14]. Kako je otpornost dinamičan proces, ona se može poboljšati vremenom održavanjem interne i eksterne svesti, izgradnjom iskustva, učenjem i uvođenjem promena [23]. U veoma nestabilnim i neizvesnim vremenima, organizacije treba da razvijaju kapacitet otpornosti. On treba da im omogući sposobnost efikasnog nošenja sa neočekivanim događajima, oporavke od kriza, pa čak i da doprinese budućim uspesima [24].

Ekonomska otpornost. Temelje koncepta ekonomske otpornosti postavio je Adam Rose u radovima [3] i [26] o ekonomskoj otpornosti. Ekonomsku otpornost je podelio na statičnu i dinamičnu. Statičnu otpornost definiše kao sposobnost sistema da upije ili amortizuje oštećenja i gubitke, a u generalniju definiciju ekonomske otpornosti inkorporira koncept dinamičnosti, pa tvrdi da dinamična ekonomska otpornost predstavlja brzinu oporavka od poremećaja i povratka u željeno stanje. U oba konteksta razlikuje otpornost kao inherentnu i prilagodljivu. Inherentna otpornost se odnosi na uobičajenu sposobnost otpornosti da se nosi sa poremećajima (npr. sposobnost firme da zamene inpute smanjene delovanjem poremećaja drugim inputima ili sposobnost tržišta da preraspodeli resurse kao odgovor na cenovne signale [26]). Prilagodljiva otpornost se odnosi na sposobnost održavanja funkcije na osnovu domišljatosti ili dodatnog napora (npr. povećane mogućnosti zamene inputa u individualnim poslovnim operacijama ili ojačavanje tržišta kroz pružanje informacija za povezivanje proizvođača sa kupcima [3]). Dinamična otpornost odgovara pomeranju granice efikasnosti, ali ne nužno uz investicije.

Ekonomsku otpornost konceptualizuje kao stanja i odgovore na poremećaj nakon što se on ostvari, što se razlikuje od koncepcija drugih autora u kojima se i radnje pre poremećaja uključuju u kontekst koncepta otpornosti. Takođe, ekonomska otpornost se definiše na tri nivoa [3]: mikroekonomskom, mezoekonomskom i makroekonomskom. Mikroekonomski nivo podrazumeva ponašanje firme, kompanija, domaćinstava ili organizacija; mezoekonomski podrazumeva ekonomski sektor, individualna tržišta ili kooperativne grupe; makroekonomski podrazumeva sve individualne jedinice i tržišta kombinovano, uključujući i interaktivne efekte.

Železnica pripada mikroekonomskom nivou otpornosti, dok samo tržište pripada mezo i makroekonomskom nivou. Primeri mikroekonomske otpornosti odnose se na operacije poslovanja i organizacije. Na

makroekonomskom nivou postoji veliki broj međuzavisnosti na nivou cena i broja interakcija koje utiču na otpornost. To implicira da na otpornost u jednom sektoru mogu u velikoj meri uticati aktivnosti koje su povezane ili nepovezane sa otpornošću u drugom sektoru, što delovanje na otpornost i njeno merenje uveliko otežava [3].

3. OTPORNOST I RIZIK — RAZLIKE U KONCEPTIMA

S obzirom da su pojmovi rizika i otpornosti bliski, kao i da se prepliću u pojedinim slučajevima, važno je razumeti ključne razlike. Ovde su objašnjene tri razlike u njihovim konceptima.

Prva razlika. Koncept rizika, za razliku od otpornosti, standardizovala je Međunarodna organizacija za standardizaciju standardom ISO 31000. Ova činjenica u prvom nivou olakšava posao menadžerima i donosiocima odluka pri upravljanju rizikom. Prema ISO 31000 standardu iz 2018. godine, rizik se definiše kao efekat nepoznatog na ispunjenje postavljenih ciljeva. Efekat može biti pozitivan, negativan ili oboje i on se može iskazati kroz prilike ili pretnje [27].

Duga razlika. Priprema za nepoželjne događaje zahteva da redovne procene operativnih procedura, bezbednosne procedure, protivmere i metode za procenu rizika budu ključni aspekti procene otpornosti [13]. Procena otpornosti obuhvata procenu rizika kao preporemećajno orijentisani element [28], ali ide i dalje od toga jer uključuje i procenjuje postporemećajne strategije za unapređenje funkcionalnosti sistema tokom budućeg rada [11]. Okvir rizika razmatra napore za prevenciju poremećaja pre njihovih nastanka, dok se otpornost fokusira i na oporavak od poremećaja nakon njihovih ostvarenja [29]. Jednom kada se poremećaj ostvari, faza rizika se završava [28]. Iz navedenog se zaključuje da koncept procene rizika može biti sastavni deo koncepta procene otpornosti, i da je povezan samo sa pre-poremećajnim preventivnim radnjama, što nije slučaj za otpornost.

Трета разлика. U osnovi, jedna od razlika u konceptima je u metodologiji njihove kvantifikacije. Koncept rizika kvantifikuje verovatnoću i posledice poremećaja sa ciljem utvrđivanja kritičnih komponenti sistema [29]. Otpornost je, pak, mnogo kompleksnija za kvantifikaciju. Ne postoji jedinstven način za njeno iskazivanje i merenje, već se njen radni okvir menja u zavisnosti od oblasti u kojoj se koristi, odnosno od konkretnih slučajeva u kojima se meri i procenjuje.

Mnogo različitih pristupa i stanovišta treba uzeti u obzir kada je u pitanju merenje otpornosti [16].

4. KVANTIFIKACIJA OTPORNOSTI

Nedostatak standardizacije, različiti pristupi u različitim oblastima, drugačiji pogledi na koncept, različiti kriterijumi za procenu i analizu samo su neki od razloga koji otežavaju definisanje opšteg pristupa kvantifikaciji otpornosti. U ovom delu rada predstavljen je pregled različitih pristupa u merenju otpornosti prema oblastima u kojima se primenjuje.

4.1. Inženjerska otpornost

U inženjerstvu najčešće primenjivane metode kvantifikacije otpornosti su probabilistički modeli, teorija grafova, fazi zaključivanje i analitički modeli [30]. Aktuelne metode kvantifikacije su, uglavnom, nepotpune, imaju nizak nivo standardizacije i u velikoj meri zavise od koncepta i pristupa, koji proizilaze iz drugih dobro uspostavljenih i dobro razrađenih metodoloških okvira, čime ne uspevaju dati rešenja u kontekstu inženjerstva otpornosti [16] [30]. U ovom delu rada dat je kratak prikaz nekoliko konceptualno različitih modela za kvantifikaciju otpornosti.

Bruneau et al. [7] predstavljaju pristup zasnovan na pretpostavci da je mera $Q(t)$ definisana kao kvalitet infrastrukture na nivou zajednice. Njena funkcionalnost se kreće u granicama od 0 % do 100 % i ona varira u vremenu. Ukoliko se poremećaj desi (u ovom slučaju autori navode zemljotres) u vremenu t_0 , smanjiće kvalitet infrastrukture na određeni nivo (npr. 50 %). Obnova infrastrukture se očekuje tokom vremena, do trenutka t_1 kada je u potpunosti obnovljena. Kako je prikazano u jednačini (1), gubitak otpornosti, R , u navedenom primeru, može se meriti veličinom očekivane degradacije kvaliteta tokom vremena [7].

$$R = \int_{t_0}^{t_1} [100 - Q(t)] dt \quad (1)$$

Dalje autori navode da je otpornost fizičkih i socijalnih sistema sačinjena od sledećih svojstava [7]:

- Robusnost (robustness) - sposobnost elemenata ili sistema da izdrže određeni nivo stresa ili zahteva bez degradacije ili gubitka funkcije.
- Suvišnost (redundancy) - mera do koje elementi ili sistemi postoje, a koji su zamenjivi, tj. sposobnost da zadovolje funkcionalne zahteve tokom poremećaja.

- Obilatost u sredstvima (resourcefulness) - kapacitet da se identifikuju problemi, odrede prioriteta i mobilizuju resursi kada postoji pretnja od poremećaja; može se još konceptualizovati kao sposobnost alokacije materijala i ljudskih resursa sa ciljem ostvarivanja prioriteta i postavljenih ciljeva.
- Hitrost (rapidity) - kapacitet da se ispune prioriteta i postignu ciljevi na vreme, kako bi se obuzdali gubici i izbegli budući poremećaji.

Cimmelaro, Reinhorn i Bruneau [31] razvijaju drugačiji pristup od prethodnog. Otpornost, R, definišu kao funkciju koja predstavlja sposobnost zadržavanja funkcionalnosti tokom kontrolnog vremena T_{LC} . Vreme oporavka, T_{RE} , period je potreban za obnovu funkcionalnosti sistema do željenog nivoa. Jednačinom (2) predstavljen je način proračuna otpornosti za ovaj pristup [31].

$$R = \int_{t_{0E}}^{t_{0E} + T_{LC}} [Q(t)/T_{LC}] dt \quad (2)$$

Francis i Bekera [13] predlažu pristup sa znatnim razlikama u odnosu na prethodna dva. Autori kvantifikuju otpornost kroz tri kapaciteta otpornosti: kapacitet upijanja, kapacitet prilagođavanja i kapacitet obnavljanja. Kapacitet upijanja definiše se kao nivo do kojeg sistem može upijati efekte poremećaja i minimalizovati posledice. Kapacitet prilagođavanja se definiše kao sposobnost sistema da se prilagodi poremećajima prolaskom kroz promene. Kapacitet obnove karakteriše se brzinom povratka na normalnu ili željenu funkcionalnost. Jednačinom (3) predstavljen je način proračuna [13].

$$\rho_i = S_p \times (F_r/F_o) \times (F_d/F_o) \quad (3)$$

U ovom slučaju S_p predstavlja faktor brzine oporavka, F_o predstavlja originalni nivo funkcionalnosti, F_d predstavlja nivo funkcionalnosti nakon poremećaja, i F_r predstavlja nivo funkcionalnosti nakon obnove. [13].

Tamvakis i Xendis [30] i Francis i Bekera [13] predlažu pristup zasnovan na teoriji entropije. Autori [30] sugerišu da se teorija entropije može primeniti u različitim kontekstima za računanje otpornosti kroz iskazivanje nivoa neizvesnosti i poremećaja. Predlažu se dva načina za određivanje otpornosti kroz entropiju (jednačine (4) i (5)):

$$S = k \ln W \quad (4)$$

$$H = - \sum_{i=1}^K p_i \ln(p_i) \quad (5)$$

Prvi pristup predstavlja tzv. Boltzmannov zakon, gde je S entropija sistema, k je Boltzmann-ova konstanta

i W je verovatnoća da će sistem postojati u određenom stanju među svim alternativnim stanjima koja mogu postojati [30]. Drugi pristup predstavlja Shannon-ovo H, gde je H entropija sistema, p_i je verovatnoća da deo od N delova sistema pripada kategoriji i od mogućih K kategorija [30]. Sugeriše se da se entropija sistema može iskazati i kao suma individualnih entropija pojedinih komponenti sistema. Autori potkrepljuju upotrebu entropije u inženjerstvu otpornosti sledećim tvrdnjama [30]:

- Otpornost je svojstvo sistema koje opisuje kapacitet sistema da se suoči sa efektima ometajućeg događaja i da se oporavi na unapred definisan nivo performansi. Entropija je takođe svojstvo sistema koje opisuje nivo poremećaja sistema usled unutrašnjeg ili spoljašnjeg uzroka.
- Otpornost integriše nekoliko dimenzija koje variraju od tehničkih i ekonomskih do društvenih i organizacionih aspekata. Entropija je primenjiva na širok opseg sistema od inženjerskih i ekonomskih do antropoloških i društvenih.
- Otpornost se pokušava kvantifikovati pomoću jedinstvene metrike koja treba da izrazi ukupnu vrednost otpornosti međuzavisnih modula sistema. Ukupna entropija sistema može se proceniti kao zbir pojedinačnih entropija modula sistema.

Poslednji obrađeni pristup iz oblasti inženjerstva otpornosti odnosi se na inkorporiranju fazi logike u koncept otpornosti [12] [30] [32] [33]. Teorija fazi skupova pruža osnovu za formiranje modela nesigurnosti koji razmatra fazi skupove, subjektivne informacije i ljudsko znanje da bi se predstavile nesigurnosti u parametrima [33].

4.2. Organizaciona otpornost

Nestandardizacija i manjak konsenzusa u literaturi u pristupu kvantifikacije otpornosti ogleda se u organizacionoj otpornosti. Mali broj radova nudi kvantitativne modele za procenu otpornosti. Većina istražene literature iz oblasti organizacione otpornosti [2] [4] [5] [10] [18] [19] [20] [22] [24] [25] bavi se uopštenom konceptualizacijom bez konkretnih kvantitativnih pristupa. Autori koji su razvili ili primenjivali kvantitativne pristupe prikazani su u nastavku.

Van Trip, Ulieru i van Gelder [34] razvili su pristup za modelovanje organizacione otpornosti na primeru bezbednosnih regiona Holandije.

Arsovski, et al. [35] koristeći fazi logiku modelovali su izbor organizacionih faktora u procesnoj industriji malih i srednjih preduzeća.

Tasic, Amir, Tan i Khader [23] predstavljaju višestepenu analizu i procenu za jačanje organizacione otpornosti.

Rehak [14] u svom istraživanju razvija i predlaže ASOR model za procenu i organizacione otpornosti i otpornosti kritične infrastrukture na primeru Slovačke.

Chen, Xie i Liu [17] razvijaju pristup za kvantifikaciju na osnovu kapitalne otpornosti, strategijske otpornosti, kulturalne otpornosti, odnosne otpornosti i otpornosti učenja.

Ruiz-Martin, Paredes i Wainer [36] koriste kompleksnu mrežnu teoriju za procenu organizacione otpornosti na primeru nuklearnih eksternih planova.

4.3. Ekonomska otpornost

Rose [3] predstavlja grubi matematički model za ekonomsku otpornost u statičnom i dinamičnom kontekstu. Direktna statička otpornost (DSER) odgovara nivou individualne firme ili industrije (mikro ili mezonivo) - analiza parcijalne ravnoteže. Ukupna statična otpornost (TSER) odgovara ekonomiji na makro nivou - analiza opšte ravnoteže. Operativna mera DSER je stepen do kojeg procenjeno smanjenje direktnog odziva odstupa od maksimalnog potencijalnog smanjenja s obzirom na poremećaj [3]:

$$DSER = \frac{\% \Delta DY^m - \% \Delta DY}{\% \Delta DY^m} \quad (6)$$

$\% \Delta DY^m$ maksimalni procenat promene u direktnom odzivu, a $\% \Delta DY$ je procenjeni procenat promene u direktnom odzivu. U suštini, DSER je procentualno izbegavanje maksimalnog ekonomskog poremećaja.

5. PRIMENA KONCEPTA OTPORNOSTI NA ŽELEZNICI

Sveobuhvatni pregled literature otpornosti na železnici, sa fokusom na transportne sisteme i kvantitativne pristupe, izvršio je Bešinović [37] za period od 2008. do 2019. godine. Autor navodi da je cilj rada bio da se postavi specifična definicija otpornosti u oblasti železničkog transporta, kao i da se pruži savremeni pregled radova na temu otpornosti železnice. Za pregled literature autor je koristio ključne reči „rail“, „resilien“, „transport“ i „network“. Ukupno je pregledano 59 radova do 2019. godine. Glavni nalazi pregleda literature prema [37] su:

- Otpornost sadrži dva stanovišta: proaktivno i reaktivno. Prvo se odnosi na planiranje otpornog sistema. Drugo se odnosi na zaštitu nakon poremećaja. Oba stanovišta su jednako bitna i trebaju

biti tretirani kao gradivni elementi otpornosti u železničkom transportnom sistemu.

- Otpornost železničkog transportnog sistema je definisana kao sposobnost železničkog sistema da pruži efektivnu uslugu u normalnim uslovima, kao i da izdrži, upije, prilagodi se i brzo oporavi od poremećaja.
- Otpornost je sveobuhvatna mera sistema i pokriva sledeće karakteristike: ranjivost, preživljavanje, odgovor i oporavak. Dodatne proaktivne karakteristike su mitigacija i pripremljenost.
- Metrika otpornosti podeljena je na topološke i sistemski orijentisane metrike. Topološke metrike potiču iz teorije kompleksnih mreža, dok sistemski orijentisane metrike prevazilaze ograničenja metoda grafova i predstavljaju zahteve i snabdevanje.
- Sistemski orijentisana metrika je pogodnija za kvantifikaciju otpornosti železničkog transportnog sistema, dok je topološka prikladnija generalnim karakteristikama mreža.
- Sistemski orijentisane metode mogu biti simulacije, optimizacije ili metode vođene podacima (data-driven).
- Dostupnost istraživanja otpornosti na železnici je ograničena.
- Pristupi za procenu otpornosti i planiranje na železnici su još uvek relativno neistraženi.

5.1. Pregled literature

Pregled literature je sproveden uz pomoć Google pretraživača, Google Scholar pretraživača, baza podataka ScienceDirect, DOAJ, arXiv, SSRN, MDPI i manualnog proveravanja citirane literature i referenci u već pregledanim radovima. Reči „rail“, „railway“ i „resilience“ su korišćene kao ključne reči za pretragu radova u bazama i pretraživačima. S obzirom da je Bešinović [37] obuhvatio period od 2008. do 2019. godine, u ovom pregledu su uzeti radovi objavljeni od 2019. do 2022. godine. Ukupno su pronađena i pregledana 24 rada. Brojevi radova po izvorima i po godinama prikazani su u tabeli 2. i tabeli 3.

Tabela 2. Broj radova po godinama

Godina	Broj radova
2022.	13
2021.	8
2020.	1
2019.	2
Ukupno	24

Tabela 3. Broj radova po izvoru

Izvor (časopisi/zbornici/)	Broj radova
Realiability Engineering & System Safety	3
Journal of Transport Geography	2
Journal of Advanced Transportation	2
Sustainability	2
Electronics	1
MEST Journal	1
Železnice	1
Electronics	1
AARMS	1
ECCWS	1
Infrastructures	1
Archives of Transport	1
SSRN	1
arXiv	1
Computational Intelligence and Neuroscience	1
Physica A: Statistical Mechanics and its Application	1
Research in Transportation Business & Management	1
Applied Sciences	1
Open Research Europe	1
Ukupno	24

Pregledanom literaturom nije ustanovljeno znatno odstupanje od istraživanja sprovednog u [37] u odnosu na primenjene modele kvantifikacije i oblasti otpornosti.

Od ukupno 24 pregledana rada, 17 je iz oblasti inženjerstva otpornosti, od toga 6 radova je iz otpornosti železničke mreže, 4 rada se generalno bave infrastrukturnom otpornošću, 2 rada se bave metrosistemima, 2 rada procenjuju otpornost sistema vozova velikih brzina, 1 rad se bavi otpornošću železničkih pruga u kontekstu skretnica, 1 rad je iz oblasti otpornosti održavanja infrastrukture i 1 rad je iz oblasti infrastrukture komunikacija (tabela 4).

Tabela 4. Pregled radova iz inženjerske otpornosti

Oblast	Broj radova	Referenca
Železničke mreže	6	[38] [39] [40] [41] [42] [43]
Generalno infrastruktura	4	[44] [45] [46] [47]
Metrosistemi	2	[48] [49]
Sistemi vozova velikih brzina	2	[50] [51]
Održavanje	1	[52]
Komunikacije	1	[53]
Skretnice	1	[54]

Ostali radovi su svrstani na način prikazan u tabeli 5.

Tabela 5. Pregled ostalih radova

Oblast	Broj radova	Referenca
Mobilnost	5	[55] [56] [57] [58] [59]
Red vožnje	1	[60]
Ekologija	1	[61]

Metode primenjene za kvantifikaciju otpornosti mogu se podeliti prema kategorijama postavljenim u [37]. Tabelom 6. prikazane su metode korišćene u pregledanoj literaturi prema kategorijama.

U pregledu železničke literature iz oblasti otpornosti sprovedenom u [37], kao i u ovom pregledu, nisu pronađeni radovi koji se bave konkretnom procenom organizacione otpornosti železnice ili njenim položajem na tržištu.

5.2. Otpornost u uslovima otvorenog železničkog transportnog tržišta

Transportno tržište železničkih usluga u zemljama bivše Jugoslavije, kao uostalom i u celoj Evropi, bilo je monopolsko tj. na tržištu je postojalo samo jedno (javno) preduzeće. Ono je u sebi objedinjavalo tri osnovne delatnosti železnice: prevoz putnika, prevoz robe i upravljanje infrastrukturom i saobraćajem. Međutim, železnica na kopnenom transportnom tržištu nije imala konkurentski kapacitet da ugrozi primat mnogofleksibilnijeg drumskog transporta i iz tog razloga i niza drugih razloga (promene strukture privrede, monopola kao oblika organizovanja, javnog vlasništva, upliva političkih faktora, velikih

investicija u drumsku infrastrukturu, otvaranja evropskog transportnog tržišta, povećanja vrednosti i dr. [62] započet je postupak restrukturiranja železnica.

Evropski model restrukturiranja železnica podrazumevao je privlačenje privatnih investicija i stvaranje konkurencije prevoznika na železničkoj infrastrukturi, tj. u delatnostima prevoza [62]. Stvaranje konkurencije na železničkoj infrastrukturi je od ključnog značaja za javnog železničkog prevoznika. Nova tržišna pravila propisana direktivama Evropske

unije omogućavaju državama da koriste železničke infrastrukture pod ravnopravnim i fer uslovima za sve prevoznike, bez diskriminacije. Poznavajući već slab konkurentski kapacitet železnice u odnosu na drumski transport, i prethodno navedeno, postavlja se pitanje da li je javni prevoznik spreman za „bitku“ na tržištu? Karakterišući otvaranje železničkog transportnog tržišta kao nepoželjni događaj za javnog prevoznika, problem restrukturiranja se može posmatrati kroz koncept otpornosti. Otpornost javnog prevoznika na konkurenciju se može svrstati u organizacionu i ekonomsku otpornost.

Tabela 6. Klasifikacija radova prema pristupima

Pristup	Primer	Referenca
Modelovanje mreža	<ul style="list-style-type: none"> • Uticaj V0 koridora na otpornost mreže Mađarske • Procena otpornosti mreže Zhenzhou metro kompleksa • Procena otpornosti mreže Chengdu podzemne železnice 	[38] [41] [42] [43] [49]
Data-driven pristup	<ul style="list-style-type: none"> • Otpornost i spremnost železničkih mreža tokom neplaniranih poremećaja • Kvantifikacija otpornosti železničkih mreža; • Da li je transportna infrastruktura sklona niskoj emisiji ugljenika? Primer na projektu sistema vozova velikih brzina u Kini 	[47] [57] [58] [59] [61]
Linearno modelovanje i optimizacija	<ul style="list-style-type: none"> • Ocena otpornosti na klimatske promene na primeru Boston-ske brze tranzitne železničke mreže • Višeporemećajna procena otpornosti pružnih tranzitnih sistema 	[39] [46] [47] [55]
Komparativna analiza	<ul style="list-style-type: none"> • Sličnosti i razlike između rizika i otpornosti • Komparativna analiza otpornosti i ranjivosti železničke infrastrukture 	[44] [45]
Fazi modelovanje	<ul style="list-style-type: none"> • Ocena procesa železničkih operacija u smislu analize otpornosti • Ocena otpornosti konstrukcije podloge brzih železničkih sistema 	[50] [60]
Modelovanje sajber bezbednosti	<ul style="list-style-type: none"> • Koncept upravljanja otpornošću za železničke i metro sajber-fizičke sisteme 	[48]
Analiza slučaja, pregled literature, ekspertske mišljenje	<ul style="list-style-type: none"> • Određivanje uticajnih varijabli na poboljšanje otpornosti brze železnice 	[51]
BIM modelovanje i analiza životnog veka	<ul style="list-style-type: none"> • Digitalna kopija za upravljanje održavanjem i otpornošću železnice 	[52]
Meta-modelovanje ¹	<ul style="list-style-type: none"> • Meta-modelovanje sajber otpornosti² na primeru železničkih komunikacija 	[53]
Simulacija	<ul style="list-style-type: none"> • Procena uticaja skretničkih sistema na jednokolosečne pruge 	[54]
Višeslojno mešovito modelovanje	<ul style="list-style-type: none"> • Prirodna eksperimentalna analiza otpornosti na mobilnost i disparitet 	[56]

¹ Meta-modelovanje je postupak korišćenja postojećeg modela za opisivanje drugog modela [65].

² Sajber otpornost predstavlja primenu koncepta otpornosti u kontekstu podataka, povezanih hardvera, softvera i ostalih osetljivih komponenti sajber infrastrukture [64].

6. ZAKLJUČAK

Istraživanje u ovom radu predstavlja pregled teorijske osnove koncepta inženjerske, organizacione i ekonomske otpornosti. Koncept otpornosti primenjan je u različitim oblastima, bez konsenzusa različitih autora u načinu konceptualizacije ili kvantifikacije.

Jedan od doprinosa rada je nastavak istraživanja pregleda literature otpornosti iz oblasti železnice od 2019. do 2022. godine. Ustanovljeno je da je najveću primenu koncept otpornosti pronašao u infrastrukturnom delu železnice. Najčešće primenjivani modeli su zasnovani na teoriji grafova i data-driven pristupima. Pregled i sistematizacija literature pokazali su da je koncept otpornosti još uvek relativno nov u sferi železnice i da je mali broj radova koji se bave organizacionim i ekonomskim aspektima.

S obzirom na nove tržišne uslove, zaključuje se da je opstanak javnog železničkog prevoznika, pa čak i celokupnog železničkog sistema, moguće posmatrati kroz prizmu koncepta otpornosti. Otvaranje železničkog transportnog tržišta i dolazak konkurencije predstavlja neželjeni događaj za javnog prevoznika. Kako bi opstao na tržištu, javni prevoznik će morati razvijati kapacitete otpornosti. Kapaciteti otpornosti se odnose na upijanje, prilagođavanje i oporavak. Upijanje se može okarakterisati zadržavanjem postojećih klijenata. Prilagođavanje novonastalim uslovima zahtevaće rad na optimizaciji svih procesa unutar organizacije, kao i realokaciju i rekonfigurisanje resursa. Oporavak na početno stanje je upitna kategorija s obzirom da je mala verovatnoća da će javni prevoznik ostati monopolista u uslovima konkurencije, ukoliko je kapacitet oporavka karakterisan povratkom na početno ili bolje stanje.

LITERATURA

- [1] Renschler C. S, Frazier A. E, Arendt L. A, Cimelaro G. P, Reinhorn A. M, Bruneau M: A framework for defining and measuring resilience at the community scale, The Peoples resilience framework,, Buffalo, MCEER, 2010.
- [2] Bernard M. J, Barbosa S. D: Resilience and entrepreneurship - A dynamic and biographical approach to the entrepreneurial act, *M@n@gement*, t. 19, br. 2, pp. 89-123, 2016.
- [3] Rose A: Economic resilience to natural and man-made disasters: Multidisciplinary origins and contextual dimensions, *Environmental Hazards*, t. 7, br. 4, pp. 383-398, 2007.
- [4] Xiao L, Cao H: Organizational resilience: The theoretical model and research implication, In *ITM Web of Conferences*, t. 12, 2017.
- [5] Ma Z, Xiao L, Yin J: Toward a dynamic model of organizational resilience, *Nankai Business Review International*, 2018.
- [6] Holling C. S: Resilience and stability of ecological systems, *Annual review of ecology and systematics*, pp. 1-23, 1973.
- [7] Bruneau M, Chang S. E, Eguchi R. T, et al: A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities, *Earthquake Spectra*, t. 19, br. 4, pp. 733-752, 2003.
- [8] Henry D, Ramirez-Marquez J. E: A generic quantitative approach to resilience: a proposal, In *INCOSE International Symposium*, t. 20, br. 1, pp. 291-301, 2010.
- [9] Wolter K, Avritzer A, Vieira M, Van Moorsel A: Resilience Assessment and Evaluation of Computing Systems, Berlin: Springer-Verlag, 2012.
- [10] Van Der Vegt G. S, Essens P, Wahlström M, George G: Managing risk and resilience, *Academy of Management Journal*, t. 58, br. 4, pp. 971-980, 2015.
- [11] Gasser P, Lustenberger P, Cinelli M, Kim W, Spada M, Burgherr P, Hirschberg S, Stojadinovic B, Sun T: A Review on Resilience Assessment of Energy Systems, *Sustainable and Resilient Infrastructure*, t. 6, br. 5, 2019.
- [12] Muller G: Fuzzy architecture assessment for critical infrastructure resilience, *Procedia Computer Science*, t. 12, pp. 367-372, 2012.
- [13] Francis R, Bekera B: A Metric and Framework for Resilience Analysis of Engineered and Infrastructure Systems, *Reliability Engineering and System Safety*, t. 121, pp. 90-103, 2014.
- [14] Rehak D: Assessing and strengthening organisational resilience in a critical infrastructure system: Case study of the Slovak Republic, *Safety Science*, t. 123, 2020.

- [15] Službeni glasnik RS, br. 87/2018: Zakon o kritičnoj infrastrukturi
- [16] Yodo N, Wang P: Engineering Resilience Quantification and System Design Implications: A Literature Survey, *Journal of Mechanical Design*, t. 138, br. 11, 2016.
- [17] Chen R, Xie Y, Liu Y: Defining, conceptualizing, and measuring organizational resilience: A multiple case study, *Sustainability*, t. 13, br. 5, 2021.
- [18] Sheffi Y, Rice J B: A supply chain view of the resilient enterprise, *MIT Sloan management review*, t. 47, br. 1, 2005.
- [19] Ates A, Bititci U: Change process: a key enabler for building resilient SMEs, *International Journal of Production Research*, t. 49, br. 18, pp. 5601-5618, 2011.
- [20] Aldianto L, Anggadwita G, Permatasari A, Mirzanti I. R, Williamson I. O: Toward a business resilience framework for startups, *Sustainability*, t. 13, br. 6, 2021.
- [21] Tadić D, Aleksić A: Ranking organizational resilience factors in enterprises using a modified fuzzy analytical hierarchy process, *Ekonomski horizonti*, t. 15, br. 3, pp. 181-196, 2013.
- [22] Linnenluecke M. K: Resilience in business and management research: A review of influential publications and a research agenda, *International Journal of Management Reviews*, t. 19, br. 1, pp. 4-30, 2017.
- [23] Tasic, J, Amir, S, Tan, J, Khader M: A multilevel framework to enhance organizational resilience, *Journal of Risk Research*, t. 23, br. 6, pp. 713-738, 2020.
- [24] Duchek S: Organizational resilience: a capability-based conceptualization, *Business Research*, t. 13, br. 1, pp. 215-246, 2020.
- [25] Boin A, Van Eeten M. J: The resilient organization, *Public Management Review*, t. 15, br. 3, pp. 429-445, 2013.
- [26] Rose A: Defining and measuring economic resilience to disasters, *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 2004.
- [27] Vuković D: Svaki rizik je prilika, svaka prilika je rizik, Hrvatska konferencija o kvalitetu, Poreč, 2016.
- [28] Kammouh O, Dervishaj G, Cimellaro G. P: Resilience assessment at the state level, 1st International Conference on Natural Hazards & Infrastructure (ICONHIC2016), Chania, 2016.
- [29] Linkov I, Trump B: *The Science and Practice of Resilience*, Springer Nature Switzerland, 2019.
- [30] Tamvakis P, Xenidis Y: Comparative evaluation of resilience quantification methods for infrastructure systems, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, t. 74, pp. 339-348, 2013.
- [31] Cimellaro G. P, Reinhorn A. M, Bruneau M: Framework for analytical quantification of disaster resilience, *Engineering structures*, t. 32, br. 11, pp. 3639-3649, 2010.
- [32] Heaslip K, Louisell W, Collura J, Urena Serulle N: A sketch level method for assessing transportation network resiliency to natural disasters and man-made events, *Transportation Research Board 89th Annual Meeting*, Washington, DC, 2010.
- [33] De Iuliis M, Kammouh O, Cimellaro G. P: Measuring and improving community resilience: a Fuzzy Logic approach, *arXiv preprint arXiv*, 2022.
- [34] Van Trijp J. M, Ulieru M, Van Gelder P. H: Quantitative modeling of organizational resilience for Dutch emergency response safety regions, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability*, t. 226, br. 6, pp. 666-676, 2012.
- [35] Arsovski S, Putnik G, Arsovski Z, Tadić D, Aleksić A, Djordjević A, Moljević S: Modelling and enhancement of organizational resilience potential in process industry SME's, *Sustainability*, t. 7, br. 12, pp. 16483-16497, 2015.
- [36] Ruiz-Martin C, Parede A. L, Wainer G. A: Applying complex network theory to the assessment of organizational resilience, *IFAC-PapersOnLine*, t. 48, br. 3, pp. 1224-1229, 2015.
- [37] Bešinović N: Resilience in railway transport systems: a literature review and research

- agenda, *Transport Reviews*, t. 40, br. 4, pp. 457-478, 2020.
- [38] Tóth B. G, Horváth I: How the planned V0 railway line would increase the resilience of the railway network of Hungary against attacks, *arXiv*, 2020.
- [39] Martello M. V, Whittle A. J, Keenan J. M, Salvucci F. P: Evaluation of climate change resilience for Boston's rail rapid transit network, *Transportation Research Part D, Transport and Environment*, t. 97, 2021.
- [40] Knoester M. J, Bešinović N, Afghari A. P, Goverde R. M, Van Egmond J: A Data-Driven Approach for Quantifying the Resilience of Railway Networks, Available at SSRN 4120071.
- [41] Chen J, Liu J, Peng Q, Yin Y: Resilience assessment of an urban rail transit network: A case study of Chengdu subway, *Physica A, Statistical Mechanics and its Applications*, 2022.
- [42] Ding R, Du L, Du Y, Fu J, Zhu Y, Zhang Y, Peng L: Study on the Evolution and Resilience of Rail Transit Time Networks-Evidence from China, *Applied Sciences*, t. 12, br. 19, 2022.
- [43] Ilalokhoin O, Pant R, Hall J W: A model and methodology for resilience assessment of interdependent rail networks-Case study of Great Britain's rail network, *Reliability Engineering & System Safety*, 2023.
- [44] Sredojević S, Bošković B: Sličnosti i razlike upravljanja rizikom i otpornošću u železničkom sistemu, *Železnice*, t. 2021, br. 2, pp. 89-98, 2022.
- [45] Hoterova K, Dvorak Z: Comparative analysis of the resilience and vulnerability of the railway infrastructure, *MEST Journal*, t. 8, br. 2, pp. 100-106, 2020.
- [46] Fabella V. M, Szymczak S: Resilience of railway transport to four types of natural hazards: an analysis of daily train volumes, *Infrastructures*, t. 6, br. 12, p. 174, 2021.
- [47] Bešinović N, Nassar R. F, Szymula C: Resilience assessment of railway networks: Combining infrastructure restoration and transport management, *Reliability Engineering & System Safety*, 2022.
- [48] Rajamäki J: Resilience Management Concept for Railways and Metro Cyber-Physical Systems, *ECCWS 2021 20th European Conference on Cyber Warfare and Security*, 2021.
- [49] Qi Q, Meng Y, Zhao X, Liu J: Resilience Assessment of an Urban Metro Complex Network: A Case Study of the Zhengzhou Metro, *Sustainability*, t. 14, br. 18, 2022.
- [50] Wang H, Zhou J, Dun Z, Cheng J, Li H, Dun Z: Resilience evaluation of high-speed railway subgrade construction systems in goaf sites, *Sustainability*, t. 14, br. 13, 2022.
- [51] Zhang X, Zhang N, Zhao C, Yu H, Deng X: Identification of Influencing Variables on Improving Resilience of High-Speed Railway System, *Journal of Advanced Transportation*, t. 2022, 2022.
- [52] Kaewunruen S, Sresakoolchai J, Lin Y. H: Digital twins for managing railway maintenance and resilience, *Open Research Europe*, t. 1, br. 91, 2021.
- [53] Bellini E, Marrone S, Marulli F: Cyber resilience meta-modelling: the railway communication case study, *Electronics*, t. 10, br. 5, p. 583, 2021.
- [54] Bažant M, Bulíček J: Impact Assessment of Interlocking Systems on Single-Track Railway Lines as a Measure Leading to Resilient Railway System, *Journal of Advanced Transportation*, 2022.
- [55] Tang J, Xu L, Luo C, Ng T. S. A: Multi-disruption resilience assessment of rail transit systems with optimized commuter flows, *Reliability Engineering & System Safety*, 2021.
- [56] Borowski E, Soria J, Schofer J, Stathopoulos A: Does ridesourcing respond to unplanned rail disruptions? A natural experiment analysis of mobility resilience and disparity, *arXiv*, 2022.
- [57] Potter A, Soroka A, Naim M: Regional resilience for rail freight transport, *Journal of Transport Geography*, 2022.
- [58] Schofer J. L, Mahmassani H. S, Ng M. T: Resilience of US Rail Intermodal Freight during the Covid-19 Pandemic, *Research in Transportation Business & Management*, 2022.

- [59] Woodburn A: Rail network resilience and operational responsiveness during unplanned disruption: A rail freight case study, *Journal of Transport Geography*, t. 77, pp. 59-69, 2019.
- [60] Restel F: The railway operation process evaluation method in terms of resilience analysis, *Archives of Transport*, p. 57, 2021.
- [61] He Z, Wang G, Chen H, Yan H: Is Resilient Transportation Infrastructure Low-Carbon? Evidence from High-Speed Railway Projects in China, *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022.
- [62] Đuričić R, Bošković B, Rosić S: Evropski koncept bezbjednosti željeznice, Univerzitet u Istočnom Sarajevu - Saobraćajni fakultet, Doboj Doboj, 2017.
- [63] Saad M, Hagelaar G, Van der Velde G, Omta F: Conceptualization of SMEs' Business Resilience: A Systematic Literature Review, *Cognet Business & Management*, t. 8, br. 1, 2021.
- [64] Kott A, Linkov I: Fundamental Concepts of Cyber Resilience: Introduction and Overview, *Cyber resilience of systems and networks*, Springer International Publishing, 2019.
- [65] Allemang D, Hendler J: Expert modeling in OWL, Semantic web for the working ontologist: effective modeling in RDFS and OWL, Elsevier, 2011.

SLAVKO VESKOVIĆ*, SANJIN MILINKOVIĆ**, NENAD KOLIĆ***

SAOBRAĆAJNI MODELI U PLANIRANJU PREVOZA PUTNIKA ŽELEZNICOM

TRAFFIC MODELS IN THE PLANNING OF PASSENGER TRANSPORTATION BY RAIL

UDK: 656.2+314/316:32/34

REZIME:

Mobilnost stanovništva u velikim gradovima utiče negativno na uslove putovanja a samim tim na kvalitet života u gradu. Povećanje saobraćaja, posebno motornih vozila loše utiče na okolinu. U novijoj istoriji kretanje je podvrgnuto socijalnom i ekonomskom pritisku. Da bi javni gradski prevoz (JGP) održao svoju ulogu potrebna je politička i finansijska podrška, a iznad svega racionalne odluke i delovanja u planiranju, organizaciji i eksploataciji. Planiranje prevoza putnika železnicom je veoma složen i zahtevan proces, jer su faktori koji određuju organizaciju i razvoj gradskog (prigradskog i regionalnog) saobraćaja brojni i različiti, ali kao takav predstavlja veliki izazov za istraživače i stručnjake. Posledica je veliki broj naučnih i stručnih radova, kao i studija koji se bave ovom problematikom sa različitih aspekata.

Ključne reči: planiranje saobraćaja, javni prevoz putnika, železnica, saobraćajni modeli, organizacija saobraćaja, eksploatacija saobraćaja

SUMMARY:

The mobility of the population in large cities has a negative effect on travel conditions and, therefore, on the quality of life in the city. The increase in traffic, especially motor vehicles, has a bad effect on the environment. In recent history, the movement has been subjected to social and economic pressure. In order for public urban transport (PUT) to maintain its role, political and financial support is needed, and above all, rational decisions and actions in planning, organization and exploitation. Planning passenger transportation by rail is a very complex and demanding process, because the factors that determine the organization and development of urban (suburban and regional) traffic are numerous and different, but as such it represents a great challenge for researchers and experts. The result is a large number of scientific and professional works, as well as studies dealing with this problem from different aspects.

Key words: traffic planning, public passenger transport, railways, traffic models, traffic organization, traffic exploitation

* Prof. dr Slavko Veskočić, Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305, veskos@sf.bg.ac.rs

** Prof. dr Sanjin Milinković, Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305, sanjin@sf.bg.ac.rs

*** Nenad Kolić, Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305, nenadkolic995@gmail.com

1. UVOD

Mobilnost stanovništva u velikim gradovima utiče negativno na uslove putovanja, a samim tim na kvalitet života u gradu. Povećanje saobraćaja, posebno motornih vozila, loše utiče na okolinu. U novijoj istoriji kretanje je podvrgnuto socijalnom i ekonomskom pritisku. Da bi javni gradski prevoz (JGP) održao svoju ulogu potrebna je politička i finansijska podrška, a iznad svega racionalne odluke i delovanja u planiranju, organizaciji i eksploataciji.

Razlozi putovanja su bezbrojni, od posla, stanovanja do rekreacije. Potreba za prevozom samim tim proističe iz interakcije društvenih i ekonomskih aktivnosti rasprostranjenih u prostoru. Različitost tih aktivnosti za posledicu ima brojne determinante prevoznih potreba. Ova raznolikost socio-ekonomskih interakcija ključna je za razumevanje veza između prostorne raspodele aktivnosti i prevoza.

Masovni prevoz putnika ubrzavao je širenje gradova jer je omogućio stanovništvu brzu i jednostavnu promenu lokacije. Za stanovnike postalo je veoma značajno gde se i u koje vreme nalazi prevozno sredstvo, a brzina kretanja tog vozila postaje indikator koji u različitim razdobljima razvoja gradova postaje uslov za napredak grada.

Do polovine XIX veka stari evropski gradovi imali su umeren rast. Kako su se zemlje industrijski razvijale tako je dolazilo do širenja gradova i industrijske zone bile su prekidane stambenim naseljima. Povremeno je širenje gradova poprimalo nekontrolisane razmere što je zahtevalo brz razvoj javnog prevoza. Rešenje je bilo u produženju ili otvaranju novih prigradskih linija.

Vremenom linije javnog prevoza putnika postaju preduge, tako da vreme putovanja traje duže od 1 h, što je neprihvatljivo za dnevne migracije. Povećanjem rastojanja rasla je cena prevoza što je dodatno opterećenje za putnika. Nova rešenja nalazila su se u poboljšanju postojećeg prevoznog sistema ili u uvođenju nekog novog sistema. Javni prevoz je nezaobilazan u rešavanju pitanja razvoja grada jer je opterećenje gradskog jezgra privatnim kolima postalo preveliko. Prednosti javnog prevoza:

- saobraćajna površina koju zauzima jedan putnik u javnog gradskom prevozu znatno je manja od površine koju zauzima jedan putnik u privatnim kolima,
- s energetskog aspekta potrošnja goriva po putniku znatno je manja u javnom gradskom prevozu nego pri korišćenju individualnog prevoznog sredstva,

- za isti ostvareni prevozni rad (putnik-kilometar - pkm) javni prevoz ekološki znatno je povoljniji od individualnog,
- javni masovni prevoz u poređenju sa individualnim prevozom predstavlja ekonomičnije rešenje,
- sa aspekta bezbednosti saobraćaja prednost se daje javnom gradskom prevozu u odnosu na individualni prevoz.

Prednosti individualnog prevoza:

- nema presedanja od izvora do cilja putovanja (direktnost putovanja),
- komfor putovanja i dr.

Putovanja u gradu motivisana su odlaskom i dolaskom sa posla, odlaskom u škole i fakultete, snabdevanjem i rekreacijom. Na kratkim rastojanjima (do 10 minuta) ova kretanja se ostvaruju pešačenjem, dok se na većim rastojanjima ostvaruju prevoznim sredstvima i to uglavnom:

- javnim prevoznim sredstvom,
- individualnim vozilom,
- taksi vozilom,
- vozilom preduzeća i institucija.

Porastom standarda, izgradnjom modernih puteva i razvojem tehnologije kojom je omogućena proizvodnja jeftinijih prevoznih sredstava, kako javnih tako i individualnih, stvoreni su preduslovi za izmenu strukture grada. U smislu prostornog širenja grada stanovništvo se odliva prema perifernim i prigradskim zonama.

Zbog toga se menja i značenje pojma grada kao kontinualno izgrađenog područja sa određenim granicama. Taj pojam se više ne prihvata, već sada grad predstavlja i područje na kojem se oko užeg gradskog dela nadovezuje i niz prigradskih i perifernih naselja, pa sada više odgovara izraz "gradska aglomeracija" ili "urbana celina".

Promena strukture grada i ovakav način razvoja uticao je na to da se smanji granica između javnog gradskog i prigradskog prevoza jer su razlozi kretanja bili isti. Većinski deo putnika predstavljaju dnevni migranti. Međutim, postoje neke tehnološke razlike (veća međustanična rastojanja, veći intervali kretanja na prigradskim linijama i dr). Zbog toga postoji opravdana težnja da se izbegne podela između javnog gradskog i prigradskog prevoza uvođenjem novih naziva, kao što su "lokalni prevoz", ili da se pod pojmom javni gradski putnički prevoz podrazumeva i prigradski prevoz.

2. PREGLED LITERATURE

Železnički putnički saobraćaj, a naročito gradski, prigradski i regionalni, predstavlja važan deo transportnog tržišta u razvijenim zemljama Evrope i sveta [1]. U Evropi 90 % putovanja železnicom i 50 % putnik-kilometara ostvari se u regionalnom i prigradskom saobraćaju. Regionalni i prigradski vozovi prevezu približan broj putnika kao svi metro sistemi u evropskim gradovima zajedno, a čak 10 puta više putnika nego vazdušni saobraćaj [2].

Planiranje prevoza putnika železnicom je veoma složen i zahtevan proces, jer su faktori koji određuju organizaciju i razvoj gradskog (prigradskog i regionalnog) saobraćaja brojni i različiti, ali kao takav predstavlja veliki izazov za istraživače i stručnjake. Posledica je veliki broj naučnih i stručnih radova, kao i studija koji se bave ovom problematikom sa različitih aspekata.

Udeo na tržištu putničkog železničkog saobraćaja drastično je smanjen u poslednjih pedeset godina i zato je bilo neophodno sprovesti odgovarajuće reforme železničkog sistema. Reforme su bile usmerene na otvaranje tržišta železničkih usluga i razvoj konkurencije u železničkom sektoru u cilju dobijanja koristi od "tržišnih snaga" i smanjenja intervencija u železničkom sektoru. Procena nivoa liberalizacije železničkog tržišta i reformi železnice važan je proces koji pokazuje u kojoj se fazi nalaze zemlje. Sinhronizacija reformskog nivoa je veoma važna za zemlje u regionu za uspostavljanje stabilnog transportnog tržišta [3]. Problemom reformi i liberalizacije železnica, posebno iz vizure putničkog saobraćaja, kao neophodnog elementa budućih planova razvoja i strategija javnog prevoza putnika, bavili su se mnogi autori sa različitih aspekata. Osnove procesa liberalizacije postavila je Evropska komisija 2007. godine donošenjem Direktive 2007/58/EC [4], a detaljnije su obradili S. Vesković i dr., sa osvrtom na primenu na mreži pruga u Srbiji. S. Milutinović [5] je ovu problematiku uključio u planiranje održivog razvoja transportnih sistema u gradovima i prigradskim zonama. G. Stojić je u svojoj doktorskoj disertaciji razmatrao problem upravljanja železničkom infrastrukturom u novonastalim uslovima [6].

Kod planiranja saobraćajnih sistema veoma je značajna analiza postojećih rešenja sa utvrđivanjem nedostataka i mogućnosti organizacionih i planskih poboljšanja [1] i [7]. Posebna pažnja se posvećuje mogućnostima i modelima vidovne preraspodele

prevoza putnika [8], sa posebnim osvrtom na "modal split" u korist železnice.

Potpuno novu dimenziju u procesu planiranja saobraćajnih sistema u gradovima i regionima [9] donelo je uvođenje Uredbe 1370 dana 23.10.2007. godine o uslugama javnog železničkog i drumskog prevoza putnika, a u vezi sa načinom finansiranja operatera u javnom gradskom, prigradskom i regionalnom saobraćaju Evropskog parlamenta i Veća [10]. Ovde je definisana metodologija obaveze javnog prevoza putnika (Public Service Obligation – PSO). Iz toga su proistekli mnogobrojni radovi i studije koji su ovu problematiku razmatrali sa različitih stanovišta [11 i 12]. Treba istaći uvođenje mogućnosti učestvovanja privatnih operatera u železničkom putničkom saobraćaju i javnog i privatnog partnerstva u železnici.

Novi pristup procesa planiranja prigradskih sistema zahteva da se definišu načini i modeli utvrđivanja kompenzacije operaterima [14]. Osnovni pristup definisan je Uredbom (EU) 2015/909. Različiti pristupi, modeli i rešenja utvrđivanja načina i visine nadoknade prikazali su autori u radovima [11, 12, 14, 16 i 17].

Strogo definisani uslovi dodeljivanja kompenzacija železničkim operaterima u javnom prevozu putnika na osnovu ugovora o PSO otvorilo je mnoga pitanja u vezi sa poslovnima balansom železničkih operatera za prevoz putnika [18] i mogućnosti pružanja adekvatnog i zahtevanog kvaliteta javne usluge prevoza putnika [19]. Posebna pažnja je posvećena definisanju metoda profitne analize železničkih operatera [20] modeliranju efikasnosti i efektivnosti železničkih operatera [18, 21, 22 i 23].

U ovom radu su definisani i analizirani najznačajniji faktori koji utiču na planiranje prevoza putnika železnicom, ali i drugim vidovima saobraćaja koji učestvuju u javnom gradskom i prigradskom prevozu putnika. Na osnovu toga su prikazane najčešće korišćene metode i modeli za planiranje i definisanje saobraćajnih sistema za prevoz putnika, a pre svega one koje utvrđuju tokove putnika matrice putovanja (IC matrica, eng. OD matrix), raspodele putnika po vidovima saobraćaja, raspodele putnika i prevoznih sredstava na mreži saobraćajnica, ako i pristupe u prognoziraju broja putnika i budućih tokova.

3. STRATEGIJE RAZVOJA PREVOZA

U tabeli 1. prikazan je istorijski razvoj sistema masovnog prevoza putnika.

Tabela 1. Pregled razvoja sistema masovnog prevoza putnika [1]

Perod/god.	Obeležje grada	Sistem prevoza	Mesto nastanka
3000. pne	Nastanak grada	Vodni sistem (reke, jezera, mora)	Venecija, London, Amsterdam, Keln
1600.	Mali radijus grada	Fijaker (vozila sa 4-8 sedišta koja vuku konji)	London
1825.	Grad se širi	Pojava železnice u Engleskoj	
1832.	Grad se širi	Tramvaj sa konjskom vučom	Njujork
1838.	Pokriveno kružno područje grada 15 km	Prigradska železnica	London
1863.	Radijus grada 8-10 km	Metro, parna vuča	London
1878.	Gradovi se počinju razvijati brže od javnog gradskog saobraćaja i gradske infrastrukture. Javni saobraćaj postaje kočnica razvoja urbanih sredina	Metro	Njujork
1879.	Grad se ubrzano širi	Tramvaj sa elektro vučom	Berlin
1882.	Grad se ubrzano širi	Trolejbus, prigradska linija	Berlin
1899.	Raste broj velikih gradova u svetu	Autobus	Velika Britanija
1912.	Masovno uvođenje autobusa u gradski prevoz	Autobus	London
1920. - 1930.	Komercijalna upotreba autobusa na dizel-motor	Autobus, uvođenje dizel-motora za pogon autobusa	Gradovi u svetu
1930.	Grad se mogao znatno širiti. Radijus grada je 15-20 km	Autobus postaje značajno prevozno sredstvo.	Gradovi u svetu
1930. - 1960.	Stagnacija prigradske železnice	Prigradska železnica	Gradovi u svetu
1947.		Trolejbus	Beograd
Sredina šezdesetih godina XX veka	Traži se poboljšanje saobraćajne prilike u gradovima i opštinama, traži se integralno planiranje i finansijska potpora države. Prevladava shvatanje da je dobro planirati milionske, a ne satelitske gradove. Buchanan u Engleskoj je ukazao na sukob između dostupnosti pomoću automobila i opterećenja okoline i tražio podelu grada na životne zone kao srednji i dugoročni put za preoblikovanje.	Autobus Trolejbus Tramvaj Metro Prigradska železnica	Engleska Gradovi u svetu
1969.		Laki šinski sistem	Brisel
1970. - 1980.	Počinje faza sporijeg rasta gradova	Uz klasične sisteme, intenzivno se razmatra uvođenje novih sistemima poput monorail-a, žičara i maglev železnice.	Gradovi u svetu
1971.	Stupio je na snagu zakon o finansiranju javnog saobraćaja. Povećana motivacija ulaganja u javni saobraćaj.	Svi sistemi masovnog prevoza	Nemačka
1978. - 1988.	Uvedeno sedam novih sistema lakog šinskog prevoza	Laki šinski sistem	SAD
1980.	Radijus grada je 30-35 km. Na kratkim rastojanjima kretanje pešice u trajanju do 10 min	Prigradska železnica	Gradovi u svetu
1985.	Razrađeni su mnogi scenariji s ciljem da se smanji negativni uticaj na okolinu.	Svi sistemi masovnog prevoza	Gradovi u svetu
1990.	Kvalitetnija usluga prevoza	Svi sistemi sa inteligentnim tehnologijama	SAD, Evropa
2000.	Poboljšanje povezanosti gradskih prostora i ekologije.	PRT (Personal Rapid Transit) - monorail sistemi	SAD, Azija, Evropa

Nova razmatranja bave se i namenom saobraćajnih površina. U određenom vremenskom periodu osnovne saobraćajnice treba nameniti samo vozilima gradskog saobraćaja. Javni gradski saobraćaj treba odvojiti od drugih snažnih tokova saobraćaja, a povezati ga sa pešačkim kretanjima. Tu se ogledaju značajne prednosti šinskih urbanih sistema.

Neprestano usavršavanje i razvoj ključna su obeležja duge tradicije gradskog saobraćaja. Međutim, neki gradovi, iz različitih razloga, nemaju kontinuitet u istraživanju i projektovanju prevoza putnika. Osnovni nedostatak takvih projekata je što nemaju strategiju razvoja javnog gradskog i prigradskog prevoza putnika, koja bi bila naslonjena na strateška opredeljenja ekonomskog razvoja i dugoročne planove grada, a pre svega na šinske sisteme. Osnovni cilj strategije je pronalazak rešenja koje će omogućiti povećanje kapaciteta postojećeg prevoznog sistema i uvođenje sistema većeg kapaciteta (npr. metro, laki šinski, tramvajski) u gradu. Takođe, tu su i očuvanje prirodne sredine, povećanje ekonomičnosti, atraktivnosti i smanjenje saobraćajnog zagušenja. Pored toga bilo bi moguće sprovesti savremeniju organizaciju prevoznika koji će poslovati ekonomičnije i racionalnije, bolje organizovati prevoz i održavati vozni park i infrastrukturu. Ova realizacija moguća je samo uz potpunu podršku grada i primenom Obaveze javnog prevoza (PSO).

Postoji više pristupa izradi studije razvoja javnog gradskog prevoza putnika. Preporuka je da se izrade studija organizuju i sprovode u sledećim fazama [24]:

1. analiza i ocena stanja javnog gradskog prevoza putnika,
2. planiranje prevozne potražnje,
3. izbor sistema prevoza,
4. planiranje ponude usluge prevoza,
5. planiranje razvoja sistema javnog gradskog prevoza putnika.

Planiranje, organizacija i realizacija javnog prevoza putnika je veoma kompleksan i složen posao koji zahteva izuzetnu disciplinovanost i stručnost u organizaciji i realizaciji, te značajna sredstva za normalno funkcionisanje. To je složen sistem sastavljen od više međusobno uslovljenih funkcija i celina, koje zahtevaju vremensku i prostornu usklađenost, usaglašen razvoj i stručno upravljanje. Cilj je zadovoljavanje potreba korisnika uz očuvanje

vitalnih gradskih funkcija omogućavanjem atraktivnog, brzog i cenom prihvatljivog javnog prevoza uz minimalna ulaganja i troškove. Pri tome se treba utvrditi model koji ne dovodi javne prevoznike u inferioran položaj, čemu u mnogome može da doprinese primena uredbe 1370 – Obaveze javne usluge (PSO).

4. DEFINISANJE, FUNKCIJA I CILJ PREVOZA PUTNIKA

Pod javnim gradskim prevozom putnika podrazumeva se prevoz putnika na gradskom i prigradskom području, koji je pod jednakim uslovima dostupan svim korisnicima.

Javni gradski prevoz putnika može biti organizovan kao linijski i van linijski. Linijski prevoz putnika prema svom načinu rada i organizaciji predstavlja specifičnu vrstu prevoza, u kome vozila cirkulišu između dve krajnje stanice po unapred utvrđenoj trasi i utvrđenom redu vožnje, zaustavljajući se pri tome na svim stajalištima na kojima putnici ulaze i izlaze iz vozila¹.

Osnovne karakteristike javnog gradskog prevoza su:

- masovnost,
- stalnost i
- intenzivnost.

Osnovna funkcija sistema javnog gradskog prevoza putnika je premeštanje putnika s jednog mesta na drugo, tj. prevoz putnika na određenom području. Javni prevoz u gradovima, naročito u velikim urbanim područjima, obavlja više prevoznika.

Na karakteristike i veličinu prevoznih zahteva utiče više faktora, a to su [24]:

- socijalna i demografska struktura stanovništva: porast broja stanovnika, životni standard, nasleđeni i stečeni modeli ponašanja, struktura stanovanja;
- faktori obima i kvaliteta prevozne ponude operatera u prevozu putnika.

Javni gradski prevoz putnika jednog grada direktno i kontinuirano utiče na stepen motorizacije stanovnika. U mnogim gradovima postoji više različitih vidova javnog prevoza: autobuski, tramvajski, metro i dr. Operateri najčešće rade nezavisno jedan od drugih, neretko i u konkurenciji.

¹ Van linijski prevoz kao ugovoreni ili dogovoreni prevoz nije predmet ovog rada.

Za funkcionisanje sistema prevoza putnika, koji je organizovan prema interesima svakog pojedinačnog operatera, karakteristična je:

- neujednačenost ponude,
- podela područja opsluživanja,
- različite cene prevoznih usluga,
- neobjedinjeni redovi vožnje,
- više paralelnih linija i sl.

U okviru prevoza putnika u javnom gradskom prevozu postoji pet posebnih kategorija putovanja [25]:

- prevoz na posao,
- prevoz u školu,
- prevoz u kupovinu,
- prevoz u rekreativno-turističke svrhe i
- prevoz zbog zdravstvenih potreba.

Razvoj i širenje gradova utiče na povećanje saobraćajnih zahteva i potreba stanovništva. Putovanja su neizbežna posledica prostornog proširenja aktivnosti i posledica naseljavanja gradskih i prigradskih područja, tekovina prostora, korišćenja površina i razvoja grada. Prevoz, kao kompleks aktivnosti, kojima se lica, teret i sama prevozna sredstva premeštaju, danas predstavlja jedan od najznačajnijih delova socijalnog života.

Porast gradskog stanovništva u poslednjih 50 godina bio je usko povezan s korišćenjem putničkih vozila. Broj putničkih vozila po jednom domaćinstvu, s ciljem zadovoljenja njegovih potreba, povećava se i u sve više naseljenim periferijama gradova. Broj individualnih motornih vozila u prevozu naglo se povećao, a često na račun drugih saobraćajnih sistema. Zagušenja zbog "neograničenog" korišćenja motornih vozila imaju u gradu negativan ekonomski uticaj na efikasnost iscrpljivanja neobnovljivih izvora i doprinose nivou buke, povećava se zagađenost vazduha. Motorna vozila još uvek zauzimaju širok prostor za parkiranje.

Proces samoodrživog razvoja je trenutno povezan sa skoro svim važnim granama socijalnog života. U suštini samoodrživi razvoj područja znači korišćenje raspoloživih izvora koji pomažu da se zadovolje sadašnje potrebe bez da se na bilo koji način ograničavaju mogućnosti budućim generacijama. Samoodrživi razvoj je moguć ukoliko se dostigne zadovoljavajuća izbalansiranost saobraćajnog sistema [5].

Osnovni preduslovi na kojima počiva politika samoodrživog razvoja područja sa izbalansiranim sistemom saobraćaja su:

1. planiranje korišćenja zemljišta,

2. restrikcija saobraćaja za privatna vozila,
3. unapređenje javnog prevoza,
4. razvoj šinskih sistema javnog prevoza putnika, koji koriste električnu energiju (naročito iz obnovljivih izvora).

Balansirani saobraćajni sistem grada i poboljšanje uslova života može se postići:

- kombinacijom konceptijski integrisanog prostornog uređenja;
- određenim restrikcijama individualnog motorizovanog saobraćaja;
- povećanjem atraktivnosti javnog prevoza, posebno uvođenjem šinskih sistema.

5. ISTRAŽIVANJE U JAVNOM PREVOZU PUTNIKA

Prevoz putnika planira se na osnovu detaljnog izučavanja brojnih faktora od kojih zavisi obim i korespondencija putničkih tokova. Osnovni od ovih faktora su [25]:

- materijalni i kulturni nivo stanovništva i njihov porast,
- razvoj privrede, a time i stvaranje novih industrijskih i poljoprivrednih rejona,
- porast stanovništva u gradskim i drugim aglomeracijama,
- izgradnja novih gradova, naseljenih mesta, radnih organizacija i dr,
- proširenje mreže banja, zona i domova odmora i rekreacije,
- razvoj turizma i međunarodnog saobraćaja.

Ovo su opšti faktori koji utiču na razvoj potreba za kretanjem stanovnika. Pri tome treba imati u vidu razvoj javnog drumskog saobraćaja (autobusi), individualnog putničkog saobraćaja (sopstveni automobili), a kakvo će mesto u strukturi saobraćajnog sistema zauzeti železnički putnički saobraćaj u planovima prevoza pre svega zavisi od karakteristika železnice, tj. od kvaliteta i obima prevoznih usluga koje ona može da pruži, a to su: brzina, komfor u vozovima i stanicama, bezbednost putovanja, redovnost i učestalost u odvijanju saobraćaja, cena prevoza, prevozna moć železnice i dr.

Osim opštih faktora koji utiču na potrebe za putovanjem, neophodno je poznavati i motive putovanja putnika u cilju utvrđivanja njihove strukture i karakteristika putničkih tokova. Već navedeni motivi putovanja pokazuju veoma izraženu stohastičnost u prevozu putnika i neravnomernost po satima i danima, po mesecima i sezonama.

Sve faktore koji utiču na potrebe za kretanjem, motive putovanja putnika, kao i karakteristike železnice i drugih prevoznika treba detaljno istražiti da bi se sačinio realan i racionalan plan prevoza putnika na železnici. Podaci za protekli period utvrđuju se iz izvornih statističkih evidencija ili zvaničnih statističkih publikacija. Ukoliko ne postoje evidencije, onda se podaci utvrđuju:

- brojanjem, tj. utvrđivanjem kvantitativnih karakteristika za odabrani uzorak,
- anketiranjem odabranog uzorka iz ukupne populacije,
- intervjuom odabranog uzorka – lica koja mogu dati dovoljno stručne i argumentovane odgovore,
- snimanjem saobraćaja.

Stavovi, mere i planovi utvrđuju se na osnovu dokumenata, literature, ankete ili intervjua kompetentnih lica.

Izbor najpovoljnije metode istraživanja treba izvršiti prema sledećim pitanjima:

1. Kakav je povod istraživanja?
2. Koji su ciljevi istraživanja?
3. Koje primarne karakteristike istraživanja trebaju obuhvatiti?
4. Koja je očekivana tačnost izlaznih karakteristika?
5. Može li se, odnosno, mora li se oslanjati na iskustva i saznanja iz prethodnih istraživanja?

Za javni gradski prevoz putnika najčešće primenjene metode su brojanje putnika preko kojih se dobijaju karakteristike kretanja putnika, kao i anketa putnika pomoću koje se dolazi do karakteristika putnika. Metode brojanja i anketiranja daju informacije o: opterećenjima na poprečnim preseccima, opterećenjima linija, opterećenjima deonica, odnosno mreža, opterećenjima stajališta i podacima o izvoru i cilju putovanja. Struktura okvirnih uslova istraživanja javnog prevoza sadrži 4 grupe:

1. prostorna ograničenja: stajalište, deonica/linija, deo mreže, mreža, saobraćajni prostor,
2. obim istraživanja: puno istraživanje/delimično istraživanje (istraživanje više dana, istraživanje za određeni period), povremeno istraživanje (više dana, za određeni period),
3. tehnika istraživanja: aktivno sudelovanje putnika (usmeno propitivanje, pismeno propitivanje, kartice za brojanje) ili putnik ostaje pasivan (brojanje/posmatranje i to manuelno ili automatski, merenje i to manuelno ili automatski),
4. mesto istraživanja: stanica (stajalište), vozilo, domaćinstvo.

Generisanje prevoznih potreba, uspostavljanje i razvoj mreže linija javnog gradskog i prigradskog prevoza putnika zasniva se na definisanju osnovnih parametara urbanog prostora.

Parametri koji se najčešće koriste u analizama, istraživanjima, predviđanjima i planiranju javnog gradskog i prigradskog železničkog saobraćaja odnose se na:

- broj stanovnika grada i prigradskih zona,
- broj zaposlenih,
- broj studenata i đaka u gradskim i prigradskim aglomeracijama,
- broj autobusa u javnom drumskom gradskom i prigradskom saobraćaju,
- kvalitet prevozne usluge u javnom drumskom prigradskom saobraćaju (brzina prevoza, učestalost, komfor, pristupačnost i dr.),
- cena prevoza u javnom drumskom saobraćaju,
- stepen motorizacije,
- kvalitet prevozne usluge i cena prevoza koje može da ponudi železnica,
- mobilnost,
- nacionalni dohodak,,
- prostorna organizacija i namena površina.

Ovi parametri predstavljaju osnovu za planiranje saobraćajnog sistema grada i sistema javnog gradskog prevoza putnika. Istraživanjima je utvrđeno da postoji određeni stepen korelacije između datih parametara i da oni, na različite načine, utiču na broj putovanja javnim gradskim prevozom. U sklopu izrade opšte saobraćajne studije, za potrebe izrade Generalnog urbanističkog plana (GUP) grada, prikupljaju se navedeni parametri i predviđaju za ciljnu godinu, srednjoročni i dugoročni plan. Podaci su potrebni za definisanje i opterećenje koridora za javni prevoz putnika, kao i za opredeljenje za poboljšanje postojećeg ili izgradnju novog saobraćajnog sistema.

Socijalno-ekonomski pokazatelji

Prvu grupu podataka čine demografski i ekonomski podaci. Najvažniji demografski parametri su broj stanovnika i domaćinstava. Ovi podaci se daju na nivou saobraćajne zone i oni su osnova za izražavanje izvora putovanja koja su jednim krajem vezana za mesto stanovanja, a čine preko 80 % svih putovanja u gradskom i prigradskom saobraćaju. Najpouzdaniji izvor ovih podataka je popis stanovništva, a u godinama između popisa podaci statističkih zavoda (npr. Republički zavod za statistiku Srbije).

U grupi ekonomskih podataka, najveći značaj imaju: ukupan broj zaposlenih po zonama rada, broj zaposlenih po zonama stanovanja, stepen motorizacije i dohodak po domaćinstvu. Ovi parametri direktno utiču na intenzitet i način putovanja na relaciji mesto stanovanja – posao i obratno. To je od velikog značaja zbog veoma izražene časovne neravnomernosti tokova putnika u periodima vršnog opterećenja. Podaci o broju zaposlenih po zonama stanovanja i dohotku domaćinstva dobija se anketom, a broj zaposlenih po zonama rada iz periodičnih statističkih izveštaja preduzeća ili anketom.

Broj stanovnika predstavlja osnovni parametar za izračunavanje broja generisanih putovanja određenog područja, kao i broja privlačenja ili atrakcija. Da bi se odredila IC matrica putovanja na određenom prostoru i vidovna raspodela potrebno je poznavati i druge karakteristike stanovništva:

- struktura stanovništva po starosti, polu i aktivnostima,
- broj domaćinstava, njihov sastav i broj zaposlenih, studenata i đaka,
- broj stambenih jedinica i veličina,
- gustina naseljenosti i prostorna distribucija stanovništva po zonama.

Zaposlenost je jedan od osnovnih parametara razvoja grada i planiranja saobraćajnog sistema. Broj zaposlenih i broj radnih mesta, po pojedinim delovima grada, utiče na nastajanje, privlačenje i broj putovanja, posebno u vreme vršnih opterećenja (jutarnji i popodnevni sati). Distribucija radnih mesta u prostoru u ciljnoj godini i u određenim vremenskim presecima predstavlja bitan parametar za izbor i dimenzionisanje kapaciteta prevoznih sistema. Standardno se obrađuju sledeći parametri:

- broj stanovnika u proteklih 20 godina i utvrđuju se sezonske, privremene i trajne migracije,
- učestvovanje ekonomski aktivnog stanovništva i daje se ocena radnog potencijala u odnosu na polnu i starosnu strukturu,
- zaposlenost stanovništva po sektorima u istorijskim vremenskim presecima,
- kvalifikaciona struktura stanovništva, stepen obrazovanja i promene posla u datom periodu.

Pokazatelji ekonomskog i socijalnog položaja stanovništva analiziraju se poređenjem podataka iz privrede sa pokazateljima stanovništva, najčešće svođenjem efekata po glavi stanovnika ili po

domaćinstvu. Najčešće se radi o sledećim pokazateljima [25]:

- bruto društveni proizvod (BDP),
- BDP (GDP) per capita,
- ukupan dohodak domaćinstva,
- uštedevine građana,
- stepen motorizacije,
- površina stambenog prostora po porodici,
- promet maloprodaje.

Standard stanovništva je socioekonomski parametar koji utiče na broj putovanja i izražava se nacionalnim dohotkom u din/godišnje po jednom stanovniku. Poseban uticaj je kod kretanja koja nisu u vezi sa poslom. Do određenog nivoa dohotka broj putovanja ne povećava se s povećanjem dohotka zbog toga što stanovništvo troši sredstva na podmirenje elementarnih potreba. Preko toga nivoa povećanje dohotka znatnije utiče na povećanje broja putovanja jer stanovništvo povećava broj kretanja u svrhe kupovine, rekreacije itd. Treba voditi računa o činjenici da se dohodak po stanovniku razlikuje po pojedinim područjima države i gradovima.

Stepen motorizacije izražava se brojem sopstvenih automobila na 1.000 stanovnika. Stepem motorizacije zavisi od nacionalnog dohotka, a moguće je da s porastom dohotka stepen motorizacije raste istom brzinom, brže ili sporije. Kod većeg dohotka stepen motorizacije raste istom brzinom ili brže od rasta dohotka, a u zemljama sa manjim dohotkom stepen motorizacije najčešće raste sporije od porasta dohotka. Stepem motorizacije utiče na mobilnost stanovništva i izbor vida prevoza. Porastom stepena mobilizacije smanjuje se broj putnika u javnom gradskom prevozu. Prognoza stepena (S_m) motorizacije vrši se pri izradi opšte saobraćajne studije za izradu generalnog urbanističkog plana (GUP) pomoću više metoda, a najčešće se koristi Gompertzova kriva [26]:

$$S_m = k - a^{bx}$$

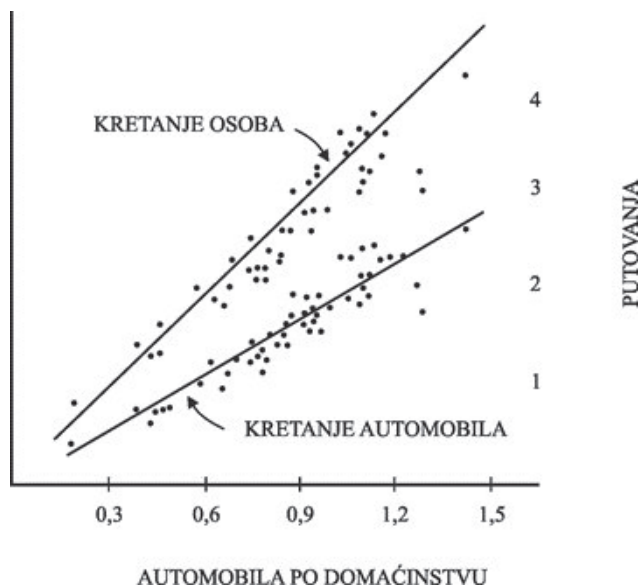
gde su:

x - godina za koju se vrši prognoza

$x = 0$ za prvu godinu

k , a i b - konstante

Mnoga istraživanja i studije potvrdile su značenje posedovanja automobila za broj putovanja i vrstu upotrebljenog prevoznog sredstva. Istraživanja u SAD pokazala su da pojedini članovi porodice bez automobila ostvaruju nešto manje od jednog putovanja dnevno, članovi sa jednim automobilom oko dva putovanja, a oni s dva i više automobila tri do četiri putovanja (slika 1).



Slika 1: Putovanja po porodici s obzirom na posedovanje automobila [25]

Povećanje posedovanja vozila utiče na porast putovanja na kraće udaljenosti i do odredišta koja nisu u vezi sa mestom rada. Gde je stepen motorizacije nizak, ona se pretežno koriste za odlazak na posao.

Pojam mobilnosti, sa aspekta saobraćaja, predstavlja učestalost promena mesta (posledica promene aktivnosti), po jednoj osobi u određenom periodu (dan). Mobilnost se može definisati i kao broj putovanja po jednom stanovniku u određenom vremenskom periodu:

$$m = \frac{P}{N} - \text{putovanja osoba po danu}$$

Saobraćajna mobilnost uslovljava savladavanje rastojanja koja se u određenom periodu prelaze i može se izraziti kao:

- stepen mobilnosti - broj putovanja po osobi i danu (može da se odnosi na sve osobe jednog prostora, samo mobilne osobe određenog prostora i osobe prema njihovoj pripadnosti definisanoj grupi određenog prostora),
- rastojanje mobilnosti - broj pređenih kilometara po osobi i vremenskoj jedinici,
- vreme mobilnosti - broj sati u putovanju po osobi i vremenskoj jedinici.

Prostor na kojem se mobilnost može posmatrati deli se na: ukupni prostor područja, gradska jezgra, periferna područja i zemljišne zone. Mobilnost stanovništva zavisi od niza faktora: broja stanovnika, broja zaposlenih, saobraćajne mreže, dohotka po stanovniku, politike razvoja saobraćaja, starosti,

dana u nedelji, meseca u godini itd. Mobilnost nije konstanta, već jedna vremenski promenljiva veličina. O ovome treba voditi računa kod prognoza, pri čemu se mobilnost ne postavlja kao ciljna veličina. Mobilnost je veličina izvedena iz aktivnosti. Ovde se pored psiholoških i socioloških faktora (npr. uspostavljanje kontakta, podela rada), mora uzeti u obzir promenljiva struktura svrhe putovanja.

Analiza privrednih aktivnosti

Prikaz privrednog razvoja područja počinje od analize proizvodnje po osnovnim privrednim granama za proteklih dvadesetak godina po godinama ili u vremenskim preseccima. Iskazuju se stope privrednog rasta po granama, nivou osnovnih i obrtnih sredstava, stepenu zaduženosti, broju zaposlenih, stopi zapošljavanja, produktivnosti, ekonomičnosti, brutodohotku po zaposlenom i drugim specifičnim pokazateljima koji iskazuju dinamičnost razvoja privrede područja.

Pri tome se upoređuju delatnosti grupisane u [25]:

- primarne (poljoprivreda, rudarstvo),
- sekundarne (industrija),
- tercijalne (trgovina, ugostiteljstvo, usluge),
- kvartarne delatnosti (obrazovanje, umetnost i dr.).

Za svaku zonu potrebno je da se utvrde najmanje dva podatka i to broj zaposlenih i količine robe u pripeću i otpravljanju. Ovi podaci su od velikog značaja za utvrđivanje potreba za prevozom i definisanje optimalnog transportnog sistema.

Prostorna organizacija i namena površina

Podaci o nameni površina i korišćenja zemljišta, odnose se na funkcionalnu podelu po aktivnostima i na intenzitet korišćenja površina. Oni obuhvataju [25]:

- broj zaposlenih, odnosno broj radnih mesta po zonama rada,
- intenzitet korišćenja zemljišta (broj stanova, indeks izgrađenosti, itd.),
- površine radnog prostora po delatnostima u:
 - industriji – ukupna površina kompleksa, površine otvorenih i zatvorenih skladišta, zatvorena radna površina,
 - trgovini – prodajni i skladišni prostor,
 - poslovanju – radni prostor,
- površine školskih prostora,
- površine prostora specijalne namene.

Za prikupljanje ovih podataka mogu da se koriste različiti izvori i to:

- redovna statistička istraživanja,

- nezavisna snimanja.

Prilikom tabelarnog prikazivanja neophodno je izvršiti njihovo grupisanje prema vrsti podataka. Svaki podatak je u vezi sa osnovnom podelom područja na zone. Raspored i gustina aktivnosti na posmatranom području od presudnog su uticaja na formiranje želja za putovanjem i imaju direktan uticaj na obim i raspodelu putovanja u vremenu i prostoru. Podela aktivnosti može da ima različit stepen detaljnosti, a jedan mogući pristup je:

- stanovanje: kolektivno (visoke gustine) ili individualno (male gustine),
- radne zone,
- centralni sadržaji (trgovine, banke, administracija),
- saobraćajna infrastruktura,
- rekreativne i zelene površine,
- specijalna namena itd.

Organizacija grada može se posmatrati sa aspekta kretanja u dva segmenta:

1. prostorna distribucija zona stanovanja, rada, rekreacije i trgovine,
2. prostorna povezanost i karakteristike mreže saobraćajnica.

Podaci o distribuciji, nameni površina i korišćenju zemljišta odnose se na funkcionalnu podelu po aktivnostima i na intenzitet korišćenja površina. Urbanističke službe su osnovni izvor informacija o nameni i intenzitetu površina. Za prikupljanje ovih podataka koriste se različiti izvori, kao redovna statistička istraživanja i nezavisna snimanja. Kada se koriste statistike, pogodno je konsultovati programe istraživanja koji daju periodiku i obuhvat istraživanja.

6. POTRAŽNJA I PONUDA U JAVNOM GRADSKOM PREVOZU

Na mreži saobraćajnica grada nalazi se mreža linija javnog gradskog prevoza putnika. Mreža saobraćajnica može ponuditi nivo usluge S (Service), funkcija obima saobraćaja V (Volume), kapaciteta saobraćajnica Q i upravljanja M (Management):

$$S = f\{V, Q, M\}$$

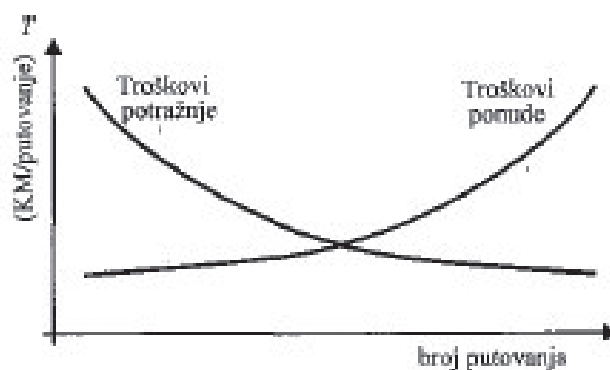
Nivo usluge S može se izraziti preko: brzine, vremena putovanja, generalizovanih troškova putovanja (kombinacija komponenti troškova - vreme putovanja, troškovi energenata, udobnost itd.).

Kapacitet Q zavisi od sistema upravljanja i od nivoa investiranja I :

$$Q = f\{I, M\}.$$

Uvođenjem vozila većeg kapaciteta (šinskih sistema) u javni gradski prevoz putnika poboljšava se nivo usluge - ponuda.

Funkcije jediničnih troškova potražnje i ponude od broja putovanja između dve zone prikazane su na slici 2. i vidi se da postoji minimum ukupnih troškova sa aspekta potražnje i ponude, a time i mogućnost iznalaženja optimuma u broju putovanja, odnosno troškova putovanja.



Slika 2: Putovanja po porodici s obzirom na posjedovanje automobila [25]

Potrebe za putovanjem su jedna od osnovnih funkcija u urbanim sredinama. Treba istaći da su putovanja kompleksni pojam koji u sebi sadrži: broj putovanja, mesto nastajanja i završavanja putovanja, vrstu prevoznih sredstava kojim se obavljaju, kao i puteve koji se koriste. Prognoza treba da sadrži sve elemente pojma putovanja, tj. ona mora da pruži odgovore na pitanja:

- Koliko će se putovanja ostvariti u svakoj pojedinoj zoni?
- Gde će ta putovanja da budu usmerena?
- Na koji način će da se ostvare?
- Kojim vidom prevoza će da se obave?
- Kojim putem će da se obavi?

Pre nego što se priđe davanju odgovora na ova pitanja, koja se odnose na buduća putovanja, neophodno je obaviti detaljna istraživanja sistema u proteklom periodu, odnosno u sadašnjem stanju, jer to predstavlja bazu koja omogućava realno određivanje prevoznih potreba u budućnosti.

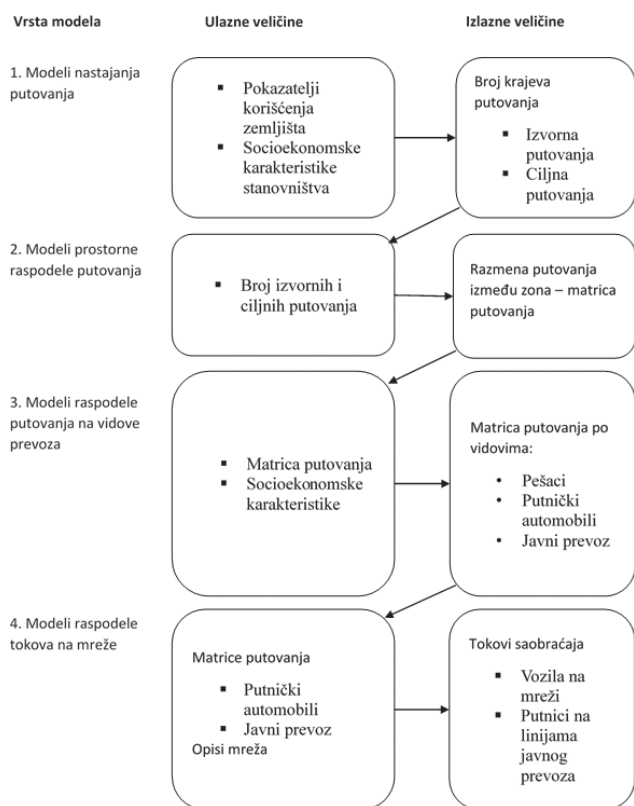
7. PLANIRANJE SAOBRAĆAJA - MODELI

Saobraćajni modeli spadaju u grupu matematičkih modela, a koriste se za formalno opisivanje procesa koji nastaju u saobraćaju. Pojam "saobraćajni model"

odnosi se na niz matematičkih jednačina (zakonitosti) koje opisuju ponašanje korisnika saobraćajnog sistema grada.

Modeliranje zahteva za putovanjem podrazumeva uspostavljanje niza matematičkih modela koji bi simulirali ponašanje i odlučivanje korisnika prilikom njihovog putovanja i preduzima se u procesu:

1. opisivanja postojećeg saobraćajnog sistema sa ciljem kalibracije i razvoja modela;
2. stvaranja buduće varijante sistema (npr. predlaganje saobraćajnog menadžment plana), gde se kalibrisani saobraćajni model primenjuje u cilju testiranja karakteristika i uticaja budućeg predloženog sistema.



Slika 3. Ulazne i izlazne veličine po modelima [31]

7.1. Modeli nastajanja putovanja

Pojam nastajanja ili generisanja putovanja odnosi se na utvrđivanje obima putovanja koja su započeta ili završena u određenoj zoni posmatranja u zavisnosti od namene površina i socio-ekonomskih karakteristika područja. Svrha izučavanja nastajanja putovanja je da se definišu (identifikuju) krajevi putovanja (izvor i cilj) koji pripadaju određenoj zoni. Na nastajanje putovanja utiču tri faktora: intenzitet, karakter i prostorni razmeštaj aktivnosti.

Intenzitet se iskazuje apsolutnim veličinama (broj domaćinstava, stanova ili zaposlenih) ili gustom (broj stanovnika po jedinici površine).

Karakter aktivnosti daje socio-ekonomsko stanje jedinice posmatranja. Pri tome najveću važnost ima dohodak porodice i zaposlenost.

Prostorni razmeštaj aktivnosti (npr. radnih zona u odnosu na stanovanje) takođe ima veliki značaj za analizu nastajanja putovanja, ali se taj uticaj najčešće manifestuje u okviru prva dva.

Model rasta

Ovaj model zasniva se na uspostavljanju odnosa između broja putovanja i pojedinih planerskih pokazatelja, bilo da se tiču karakteristika namene površine ili socio-ekonomskih karakteristika domaćinstava. Uspostavljeni odnosi se koriste u procesu prognoze kao faktori porasta budućeg obima putovanja. Ovo je najmanje korišćena metoda. Podaci o izvorno ciljnim kretanjima utvrđuju se anketom.

Metode unakrsne klasifikacione ili kategorijske analize

Osnovna jedinica posmatranja je porodica.

Postupak se sprovodi na taj način što se domaćinstva grupišu u homogene podgrupe, a za svaku od podgrupa se utvrđuju prosečne stope generisanja putovanja. Saobraćajnim istraživanjem utvrđeno je da najveći uticaj na stope generisanja putovanja, tj. mobilnost porodice, imaju veličine i dohodak domaćinstva i stepen motorizacije.

Bitna pretpostavka ove analize je da iste kategorije domaćinstava imaju istu dnevnu mobilnost, da se tokom vremena unutar iste kategorije mobilnost ne menja, tj. ostaje približno ista. Na osnovu ovih pretpostavki, ako se za prognozirani period može utvrditi broj porodica sa određenim karakteristikama, moguće je i za njih utvrditi budući broj putovanja:

$$P_i = \sum_{c=1}^n \bar{P}_c \cdot N_{ci}$$

gde su:

n - broj kategorija porodica

c - kategorija domaćinstva

P_i - ukupan broj putovanja koje generiše zona "i"

\bar{P}_{ci} - prosečan broj putovanja domaćinstva iz kategorije "c"

N_{ci} - broj domaćinstva kategorije "c" nastanjenih u zoni "i".

Ova analiza takođe omogućuje da se utvrde stope generisanja za različite vidove prevoza i različite svrhe putovanja.

Model linearne regresivne analize

Ovaj model se najviše koristi. Bilo na nivou zone ili u vezi sa domaćinstvima.

Linearna veza zavisno promenljive Y i jedne ili više nezavisno promenljivih X1, X2... Xn može da se napiše u obliku:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_n \cdot x_n$$

gde su:

y - krajevi putovanja

b0, b1... - parametri modela (regresivni koeficijenti) koji se kalibrišu.

Ovi parametri se dobijaju metodom najmanjih kvadrata, odnosno svođenjem sume kvadrata razlike vrednosti zavisne promenljive y dobijene modelom i stvarne vrednosti utvrđene snimanjem na minimum:

$$\sum_{i=1}^n e_i \rightarrow \min e_i = (y_{im} - y_{ia})^2$$

gde su:

y_{ia} - vrednost zavisne promenljive dobijene snimanjem saobraćaja (stvarne vrednosti izvornih ili ciljnih krajeva putovanja)

y_{im} - vrednost zavisno promenljive (krajeva putovanja) dobijena modelom.

Dobijene zavisnosti promenljivih koje opisuju postojeće stanje, koriste se da se dobiju vrednosti zavisno promenljivih Y:

$$Y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + \dots + b_n \cdot x_n$$

gde su:

y - vrednost zavisno promenljive utvrđene snimanjem saobraćaja (krajevi putovanja)

x1, xn... - vrednosti nezavisno promenljivih u postojećem stanju

Y - prognozirane vrednosti zavisno promenljive (budući obim prevoza)

X1...Xn - planirane vrednosti nezavisno promenljivih.

7.2. Modeli prostorne raspodele putovanja

Pod prostornom raspodelom putovanja podrazumeva se utvrđivanje intenziteta povezanosti izvora i cilja putovanja. U analizi postojećeg putovanja prostorna raspodela se utvrđuje anketiranjem putnika.

Razvoj matematičkih modela za prognozu prostorne raspodele putovanja započeo je 50-tih godina prošlog veka i do danas oni se mogu svrstati u dve osnovne kategorije:

1. metode koje se zasnivaju na analogiji – metode faktora porasta,
2. sintetičke metode u okviru kojih se utvrđuju zakonitosti međuzonskih razmena putovanja, a zatim se te zavisnosti koriste za prognozu.

Metode faktora rasta

Zasnovane su na pretpostavci da međuzonska razmena putovanja može da se projektuje u budućnosti putem očekivanih stopa rasta na posmatranom području:

$$T_{ij} = t_{ij} \cdot F$$

gde su:

T_{ij} - broj budućih putovanja između zona "i" i "j",

t_{ij} - postojeći broj putovanja,

F - faktor porasta.

Za korišćenje ove metode pored faktora rasta neophodno je raspolagati i postojećom matricom međuzonske raspodele putovanja. U zavisnosti od metode faktor rasta može biti jednostavan ili se dobija kombinacijom nekoliko faktora. Hronološki redosled metoda faktora rasta bio bi:

- metod jednostavnog faktora porasta,
- metod proširenog faktora porasta,
- Fratar metod,
- Detroit metod.

Sintetički modeli

Ova grupa modela predstavlja tzv. interaktivne modele raspodele putovanja (modele međudejstva). Kod ovih modela razmena putovanja između zona je funkcija emisije i privlačne snage zona i njihovog položaja u prostoru. Ovi modeli mogu da se kalibrišu tj. prilagođavaju.

U planiranju saobraćaja primenjuju se sledeći oblici ovih modela:

- gravitacioni modeli,
- modeli povoljnosti,
- modeli "elektrostatičkog polja",
- modeli višestruke regresivne analize,
- modeli linearnog programiranja.

Modeli faktora porasta nisu pogodni za dugoročne prognoze raspodele putovanja na područjima sa

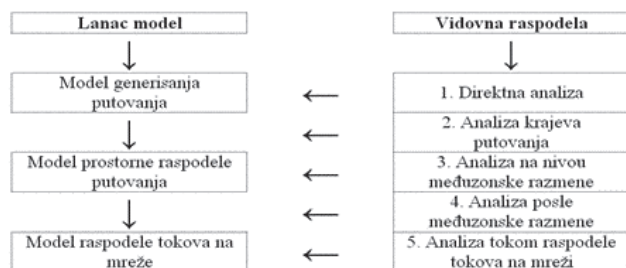
značajnim promenama u pogledu intenziteta i načina korišćenja elemenata. Mogu se uspešno primeniti za ekstrapolaciju anketa za nekoliko godina i za utvrđivanje raspodele spoljnog posebno tranzitnog saobraćaja.

Sintetički modeli posebno gravitacioni su relativno jednostavniji od ostalih, ne zahtevaju složena istraživanja i komplikovanu proceduru kalibracije i provere. Osim toga, gravitacioni modeli imaju široku primenu i u drugim oblastima prostornog i urbanističkog planiranja.

Prognoze u saobraćaju, uopšteno govoreći, same za sebe predstavljaju veoma kompleksnu i osetljivu aktivnost u procesu planiranja i zahtevaju posebna istraživanja. Različiti pristupi prognozama u železničkom i uopšte javnom gradskom i prigradskom saobraćaju detaljnije su obrađene u radovima [8, 27, 28, 29 i 30].

7.3. Modeli raspodele prevoza na vidove putovanja

Položaj vidovne raspodele u lancu saobraćajnih vozila može biti (slika 4.):



Slika 4. Položaj vidovne raspodele [26]

1. u toku nastajanja putovanja,
2. posle nastajanja putovanja,
3. u toku prostorne raspodele putovanja,
4. posle prostorne raspodele putovanja,
5. tokom raspodele tokova na mreži.

U slučaju 1. putem regresivne analize izračunavaju se krajevi putovanja (atrakcije i produkcije) za svaki vid prevoza posebno.

Kada se vidovna raspodela radi na nivou krajeva putovanja (drugi slučaj) tada se rezultati dobijeni regresijama na nivou saobraćajnih zona krajeva putovanja dele na vidove prevoza. Zatim se za svaki vid prevoza formiraju modeli prostorne raspodele putovanja pomoću kojih se dobijaju matrice putovanja za svaki vid prevoza posebno.

Ukoliko se vidovna raspodela vrši uporedo sa prostornom raspodelom putovanja tada se formira onoliko formi modela prostorne raspodele koliko načina prevoza se razmatra u raspodeli (slučaj 3).

Najčešći slučaj je da se vidovna raspodela vrši po utvrđenoj prostornoj raspodeli (slučaj 4). Ovaj način omogućava da se iz ukupne matrice putovanja izdvoje onoliko elementarnih matrica na koliko vidova (načina) se razlaže ukupan broj putovanja (npr. pešice, automobil, javni prevoz).

Vidovna raspodela, tokom pripisivanja tokova na mreži (slučaj 5), ima ideju da se svi oni tokovi koje ne može da prihvati ulična mreža, zbog ograničenog kapaciteta, pripišu javnom prevozu.

Faktori koji utiču na izbor vida prevoza zavise od karakteristika putnika, saobraćajnog toka i saobraćajne mreže.

Faktori zavisni od karakteristika putovanja

Najvažnije karakteristike putovanja koje imaju uticaj izbor vida prevoza su:

- svrha putovanja,
- period dana u kome se obavlja putovanje,
- dužina odnosno trajanje putovanja.

Svrha (motiv) putovanja utiče na taj način što se za odlazak na posao i u školu (fakultet) putnici u većoj meri opredeljuju za javni prevoz, dok ukoliko je u pitanju kupovina ili zabava češća je upotreba putničkog automobila.

Ove pojave mogu se objasniti i činjenicom da se odlazak na posao i u školu dešava u periodu vršnog opterećenja, kada zbog čestih zastoja i izraženih problema parkiranja deo vlasnika automobila radije koristi javni prevoz. Nasuprot tome, povremeni odlazak u kupovinu, razonodu i sl. većina vlasnika automobila obavlja, najčešće sa još nekim članom, automobilom jer želi da ima odgovarajući komfor i apsolutnu samostalnost u izboru vremena i putanje kojom će obaviti putovanje.

Dužina putovanja merena rastojanjem ili utrošenim vremenom između izvora i cilja takođe ima uticaj na izbor vida prevoza. Kratka putovanja, do nekoliko stotina metara, obavljaju se pešice, na srednjim rastojanjima koristi se automobil ili javni sistemi prevoza (autobus, metro, gradska železnica), a na većim udaljenostima železnica, međugradski autobus ili avion.

Faktori zavisni od karakteristika putnika

Najvažnije karakteristike putnika su:

- ekonomski status,
- posjedovanje automobila,
- gustina naseljenosti,
- socio-ekonomske karakteristike domaćinstva.

Porodice sa većim prihodima imaju veću mobilnost i češće koriste automobil od porodica sa nižim prihodima, koja više koriste JGP, pešačenje ili biciklistički prevoz.

U zonama sa manjim gustinama naseljenosti nerazvijenija je mreža linija JGP i frekvencija vozila je niža, pa je nivo korišćenja JGP niži, odnosno stanovnici su više upućeni na korišćenje automobila. U celini gledano, domaćinstva sa većim dohotkom imaju viši stepen motorizacije, viši stepen korišćenja automobila i uglavnom žive u zonama niskih gustina jer poseduju kuće u atraktivnim delovima grada koji su uglavnom zbog male zainteresovanosti stanovnika takvih zona za JGP slabije opsluženi linijama JGP.

Faktori zavisni od karakteristika saobraćajnog sistema

Uticaj karakteristika saobraćajnog sistema na vidovnu raspodelu najčešće se izražava preko vremena putovanja i troškova putovanja ili preko pokazatelja kao što su nivo usluge i indeks pristupačnosti. Uticaj vremena putovanja može se izraziti količnikom koji pokazuje koliko puta više traje putovanje JGP od putovanja kolima:

$$K_t = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{t_6 + t_7 + t_8}$$

gde je:

- t_1 – vreme vožnje u vozilu JGP,
- t_2 – vreme presedanja,
- t_3 – vreme čekanja na vozilo JGP,
- t_4 – vreme pešačenja od izvora do vozila JGP,
- t_5 – vreme pešačenja od vozila JGP do cilja,
- t_6 – vreme vožnje ličnim kolima,
- t_7 – vreme potrebno za parkiranje automobila na cilju,
- t_8 – vreme pešačenja od mesta parkiranja do ciljne adrese.

Sa porastom količnika K_t opada učešće JGP kod putovanja sa svrhom odlaska na posao u periodu vršnog opterećenja.

Uticaj troškova putovanja takođe se može izraziti na sledeći način:

$$K_c = \frac{C_1 \cdot p}{C_2 + C_3 + C_4 + 0.5C_5}$$

gde je:

- C_1 - cena vožnje u JGP,
- C_2 - troškovi goriva sopstvenih kola,
- C_3 - troškovi maziva sopstvenih kola,
- C_4 - troškovi putarine pri korišćenju sopstvenih kola,
- C_5 - troškovi parkiranja,
- p - popunjenost.

Kvalitet usluge obuhvata različite parametre, a neki od njih su komfor, olakšice, presedanje itd. Jedan od nivoa da se izrazi nivo usluge je da se stave u odnosu vremenski gubici kod javnog i individualnog prevoza. Tako definisan nivo usluge polazi od toga da je vreme utrošeno izvan vozila gubitak i da je nivo usluge u sistemu JGP niži ukoliko je ovaj odnos veći i obrnuto. Indeks pristupačnosti predstavlja pogodnost pristupa određenoj lokaciji određenom vrstom prevoza:

$$I_i = \sum_{j=1}^n \frac{S_j}{(d_{ij})^\alpha} = \sum_{j=1}^n \frac{S_j}{t_{ij}^\alpha}$$

gde je:

- I_i – indeks pristupačnosti u tački (centu zone),
- S_j – broj stanovnika zone "j",
- d_{ij} – rastojanje između centara zone "i" i "j",
- V_{ij} – brzina putovanja između centara zone "i" i "j",
- t_{ij} – vreme putovanja između centara zone "i" i "j",
- α – eksponent funkcije otpora.

7.4. Modeli raspodele tokova na mreže

Metode raspodele tokova putnika na alternativne puteve se zasnivaju na poređenju odnosa rastojanja ili vremena putovanja između dva puta koji povezuju posmatrane zone. Kod ovakvih metoda raspodele se koriste sledeći kriterijumi:

- A-B = ušteda u vremenu putovanja,
- C-D = ušteda u pređenom putu,
- B/A = odnos vremena putovanja,
- D/C = odnos rastojanja,
- F/E = odnos troškova,

gde su:

- A - vreme putovanja najbržim postojećim putem,
- B - vreme putovanja novim putem,
- C - rastojanje najkraćim postojećim putem,
- D - rastojanje novim putem,
- E - troškovi na postojećem putu,
- F - troškovi na novom putu.

Kriterijum koji sjedinjuje vreme i rastojanje je trošak putovanja i može se utvrditi izrazom:

$$C = C_d \cdot D + C_t \cdot T + C_p$$

gde su:

C - troškovi korišćenja, posmatranog puta,

C_d - troškovi po vozila km,

D - rastojanje u km,

C_t - vrednost jedne minute,

T - trajanje putovanja [min]

C_p - troškovi putovanja.

Raspodela tokova na mreže predstavlja poslednju fazu u primeni saobraćajnih modela, a to su postupci kojim se rezultati prethodnih faza „prepisuju“ mrežama. Ovim modelima utvrđuje se raspodela tokova vozila ili putnika na mrežama da bi se utvrdilo da li posmatrane pruge (saobraćajnice) mogu i sa kakvim efektima da „prihvate“ postojeće ili očekivane tokove saobraćaja.

Postupci za raspodelu tokova na mreži dele se na one kojima se:

- utvrđuje raspodela tokova na alternativne puteve između para izvorne i ciljne zone,
- obuhvataju svi izvori i ciljevi.

Metode raspodele tokova na alternativne puteve se zasnivaju na upoređivanju razlika ili odnosa rastojanja ili vremena putovanja između dva puta koja povezuju posmatrane zone. Kada su u pitanju ove metode raspodele koriste se kriterijumi:

- ušteda u vremenu putovanja,
- ušteda u pređenom putu,
- odnos vremena putovanja,
- odnos rastojanja,
- odnos troškova.

Raspodela tokova saobraćajne mreže predstavlja postupak kojim se prostorna raspodela putovanja, data u formi izvor – cilj matrice, pripisuje odgovarajućim delovima mreže. Svaka mreža se može opisati skupom čvorova međusobno spojenih vezama. Pri čemu čvorovi predstavljaju raskrsnice i generatore saobraćaja deonice, tj. delove mreže između dva susedna čvora.

Raspodela tokova saobraćaja na mreže omogućava da se:

- utvrde nedostaci postojećih mreža,
- sagleda u kojoj meri će porast saobraćaja zahtevati promene na postojećim mrežama,
- dobiju odgovarajuće informacije koje omogućuju izradu varijanti rešenja budućih mreža,

- definiše prioritet u rešavanju problema na postojećim mrežama.

U osnovi, metode raspodele tokova saobraćaja sastoje se u tome da se definišu putanje koje povezuju parove izvornih i ciljnih zona, a da se zatim tim putanjama pripišu vrednosti međuzonske razmene iz odgovarajuće matrice putovanja. U zavisnosti od toga da li se uzima u obzir kapacitet veza ili ne, postoje dve metode raspodele: metoda „sve ili ništa“ i metoda ograničenja kapaciteta.

Metoda „sve ili ništa“

Metoda je zasnovana na pretpostavci da će celokupni saobraćaj između svakog para zona koristiti tzv. „putanju minimalne dužine“ bez obzira na veličinu protoka i kapaciteta veza. Kriterijum za izbor najkraće putanje može da bude rastojanje, vreme ili troškovi putovanja. Osnovni nedostaci ove metode sastoje se u tome što pripisane veličine podataka često prevazilaze kapacitet na najopterećenijim deonicama mreže.

Metoda ograničenja kapaciteta

Ova metoda otklanja nedostatke prethodne metode, na taj način što uzima u obzir kapacitet pruga (saobraćajnica). Rezultati koji se dobijaju ovom metodom odražavaju realno stanje saobraćajnih opterećenja. Za ovu metodu potrebno je uspostaviti relacije između veličine protoka, gustine saobraćaja i brzine:

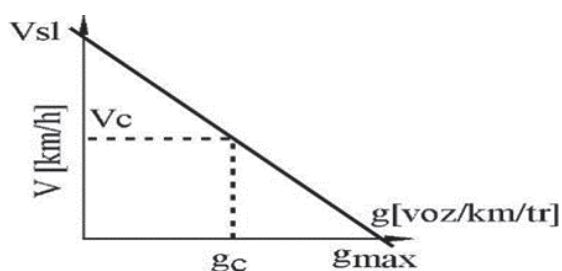
$$q = g \cdot V \text{ - protok vozila,}$$

$$g = q/V \text{ - gustina vozila,}$$

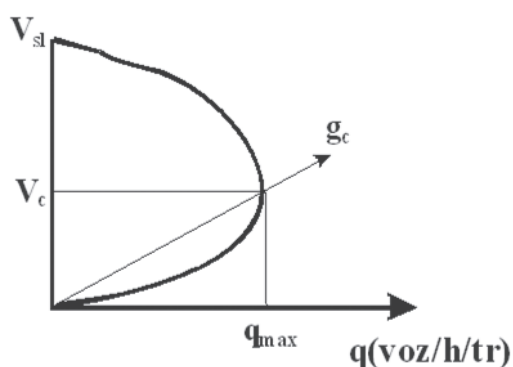
$$V = q/g \text{ - brzina vozila.}$$

Sa porastom gustine opada brzina toka sve do g_{max} pri čemu dolazi do zastoja. Bez obzira o kojoj se metodi radi osnovni izlazni rezultati su:

- kumulativni protok vozila i putnika na vezi po smeru iskazan u broju vozila u određenoj vremenskoj jedinici, odnosno broju putnika po smeru na sat ili dan kada je u pitanju JGP,
- transportni rad po kategorijama saobraćajnica iskazan u voznim kilometrima na sat (vozk/h), odnosno kada je u pitanju JGP putnik kilometrima na sat po linijama,
- transportno vreme iskazano u vozila sati na sat ili dan za automobilski saobraćaj, odnosno putnik sati na sat ili dan za sistem JGP.



Slika 5. Međuzavisnost brzine i gustine [31]



Slika 6. Međuzavisnost brzine i protoka [31]

8. PRORAČUN MATRICE PUTOVANJA

Metodologija proračuna matrice putovanja - IC matrice [28] data je na primeru deonice pruge sa osam stanica (stajališta), tj. na prigradskoj liniji A-H uz pretpostavku da je merodavni dnevni broj putnika u jednom smeru 50.000 put./dan. U tabeli 2. dati su,

na osnovu statističkih podataka o broju prodatih karata i podataka dobijenih snimanjima na terenu, procenti ulaza i izlaza putnika po stanicama. Metodologija omogućava da se odrede merodavni tokovi i protoci putnika po međustaničnim rastojanjima, kao i prostorna i vremenska raspodelu putnika za utvrđivanje potrebnog broja vozila i definisanje reda vožnje.

Tabela 2 - Ulaz/izlaz putnika po stanicama za smer A-M (%)

	A	B	C	D	E	F	G	H
Ulaz	30,5	20,1	12,2	20,4	4,6	8	4,2	0
Izlaz	0	13,5	11,8	11,4	23,6	12,5	14,7	12,5

Za proračun tokova putnika koriste se podaci dobijeni snimanjem putnika koji ulaze i izlaze u stanicama na relaciji A-M i merodavni dnevni broj putnika N_{dnmer} . Podaci su dati u procentima od ukupnog broja putnika koji se prevoze na relaciji A-H (piUL za ulaz i piIZL za izlaz). Obeležimo sa n_{i-j} broj putnika na relaciji od i do j (tj. tok putnika i-j), a sa n_{iUL} broj putnika koji je ušao u vozove u stanici i, odnosno n_{iZL} , broj putnika koji je izašao u stanici j. Broj putnika koji ulaze i izlaze po stanicama na relaciji A-H iznosi:

$$n_i^{UL} = N_{dn}^{mer} \cdot p_i^{UL}$$

Proračun broja putnika na relaciji i-j zavisi od odnosa broja putnika koji su ušli i izašli u/iz vozova, kao i ukupnog broja putnika koji izlazi u stanici j. Za m stanica, broj putnika na relaciji od stanice i do j je:

$$n_{i-j} = n_j^{IZL} \frac{\sum(n_{i-(j+1)} + n_{i-(j-2)} + n_{i-(j-3)} + \dots + n_{i-m})}{(\sum(n_1^{UL} + n_2^{UL} + \dots + n_{j-1}^{UL}) - (\sum(n_1^{IZL} + n_2^{IZL} + \dots + n_{j-1}^{IZL})))}$$

$$n_{i-j} = n_j^{IZL} \frac{\sum(n_i^{UL} - (n_{i-(i+1)} + n_{i-(i+2)} + \dots + n_{i-(j-1)}))}{(\sum(n_1^{UL} + n_2^{UL} + \dots + n_{j-1}^{UL}) - (\sum(n_1^{IZL} + n_2^{IZL} + \dots + n_{j-1}^{IZL})))}$$

Na primer, tok putnika n_{3-6} , možemo izračunati kao:

$$n_{3-6} = n_6^{IZL} \frac{\sum(n_3^{UL} - (n_{3-4} + n_{3-5}))}{(\sum(n_1^{UL} + n_2^{UL} + n_3^{UL} + n_4^{UL} + n_5^{UL}) - \sum(n_1^{IZL} + n_2^{IZL} + n_3^{IZL} + n_4^{IZL} + n_5^{IZL}))}$$

Proračun broja putnika koji su ušli i izašli po stanicama dat je u tabeli 3.

Prilikom određivanja matrice putovanja u kojoj se nalaze svi tokovi putnika na posmatranoj deonici, kreće se od prve, početne, stanice. Prvi tok putnika, n_{1-2} , izračunava se na osnovu broja izašlih putnika

u stanici 2. Na osnovu našeg primera, broj izašlih putnika u stanici B (stanici 2) je 6.750 putnika. Tok n_{1-2} čine putnici koji su ušli u početnoj stanici 1 (stanica A) i putuju do stanice 2 (stanica B). Putnici koji su izašli u stanici B su mogli da uđu samo u stanici A, a na osnovu toga definišemo tok n_{1-2} . Sledeće proračunavamo tok n_{1-3} .

Tabela 3 - Broj putnika koji ulazi/izlazi po stanicama

Stanica i	Ulaz p_i^{UL} (%)	Ulaz n_i^{UL} (putnika)	Izlaz p_i^{IZL} (%)	Izlaz n_i^{IZL} (putnika)
A	30,5	15.250	0,0	0
B	20,1	10.050	13,5	6.750
C	12,2	6.100	11,8	5.900
D	20,4	10.200	11,4	5.700
E	4,6	2.300	23,6	11.800
F	8,0	4.000	12,5	6.250
G	4,2	2.100	14,7	7.350
H	0,0	0	12,5	6.250

$$n_{1-3} = n_3^{IZL} \frac{\Sigma(n_1^{UL} - (n_{1-2}))}{(\Sigma(n_1^{UL} + n_2^{UL}) - \Sigma(n_1^{IZL} + n_2^{IZL}))} = 5.900 \frac{\Sigma(15250 - (6750))}{(\Sigma(15250 + 10050) - \Sigma(0 + 6750))} = 5.900 \frac{8500}{18550} = 2.704$$

A zatim i tok n_{2-3} :

$$n_{2-3} = n_3^{IZL} \frac{\Sigma(n_2^{UL} - 0)}{(\Sigma(n_1^{UL} + n_2^{UL}) - \Sigma(n_1^{IZL} + n_2^{IZL}))} = 5.900 \frac{\Sigma(10050 - 0)}{(\Sigma(15250 + 10050) - \Sigma(0 + 6750))} = 5.900 \frac{10050}{18550} = 3.196$$

Svi tokovi koji završavaju u istoj stanici j daju ukupan broj putnika koji je izašao u stanici j , prema tome:

$$n_{2-3} = n_3^{IZL} - n_{1-3} = 5.900 - 2.704$$

Postupak proračuna matrice putovanja se nastavlja sa tokovima putnika za stanicu D (stanicu 4, tokovi $n_{1-4}, n_{2-4}, n_{3-4}$):

$$n_{1-4} = n_4^{IZL} \frac{\Sigma(n_1^{UL} - (n_{1-2} + n_{1-3}))}{(\Sigma(n_1^{UL} + n_2^{UL} + n_3^{UL}) - \Sigma(n_1^{IZL} + n_2^{IZL} + n_3^{IZL}))} = 5.700 \frac{\Sigma(15250 - (6750 + 2704))}{(\Sigma(15250 + 10050 + 6100) - \Sigma(0 + 6750 + 5900))} = 1.762$$

$$n_{2-4} = n_4^{IZL} \frac{\Sigma(n_2^{UL} - (n_{2-3}))}{(\Sigma(n_1^{UL} + n_2^{UL} + n_3^{UL}) - \Sigma(n_1^{IZL} + n_2^{IZL} + n_3^{IZL}))} = 5.700 \frac{\Sigma(10050 - (3196))}{(\Sigma(15250 + 10050 + 6100) - \Sigma(0 + 6750 + 5900))} = 2.083$$

$$n_{3-4} = n_4^{IZL} - n_{1-4} - n_{2-4} = 5.700 - 1.762 - 2.083 = 1.854$$

Zatim, proračun se nastavlja za tokove koji se završavaju u stanici 5 (tj. stanica E, tokovi $n_{1-5}, n_{2-5}, n_{3-5}, n_{4-5}$), pa stanici 6. (tokovi $n_{1-6}, n_{2-6}, n_{3-6}, n_{4-6}, n_{5-6}$), stanici 7 (tokovi $n_{1-7}, n_{2-7}, n_{3-7}, n_{4-7}, n_{5-7}, n_{6-7}$) itd. Svi tokovi putnika za jednu liniju uobičajeno se predstavljaju u matrici putovanja. Matrica putovanja sa tokovima putnika na liniji A-H data je u tabeli 4.

Prostornu raspodelu kretanja putnika možemo da posmatramo preko protoka putnika po međustaničnim odsecima. Protok putnika predstavlja razliku ukupnih ulazaka i izlazaka putnika do posmatrane deonice u toku dana. Predstavlja stvarno opterećenje linije.

Tabela 4 - Matrica putovanja za deonicu A-H

	A	B	C	D	E	F	G	H	ušlo	
A		6.750	2.704	1.762	2.048	903	693	391	15.250	30,5%
B			3.196	2.083	2.421	1.068	819	462	10.050	20,1%
C				1.854	2.155	950	729	412	6.100	12,2%
D					5.177	2.283	1.751	989	10.200	20,4%
E						1.045	802	453	2.300	4,6%
F							2.557	1.443	4.000	8,0%
G								2.100	2.100	4,2%
H									0	0
izašlo	0	6.750	5.900	5.700	11.800	6.250	7.350	6.250	50.000	
	0,0%	13,5%	11,8%	11,4%	23,6%	12,5%	14,7%	12,5%		

Protok putnika po deonicama je ukupan broj putnika koji se u toku dana nalazi u vozovima na deonicama A-B, B-C, C-D, D-E, E-F, F-G, G-H. Protok putnika na svakoj od ovih deonica zavisi od tokova putnika koji prolaze kroz posmatranu deonicu. Tako je protok putnika na deonici A-B skup tokova iz stanice A:

$$P_{3-4} = \sum_{i=1}^3 n_i^{UL} - \sum_{j=1}^3 n_j^{IZL} = (15.250+10.050+6.100)-(0+6.750+5.900) = 18.750$$

Protok putnika na relaciji A-H prikazan je na tabeli 5.

Tabela 5 -Protok putnika na relaciji A-H

AB	BC	CD	DE	EF	FG	GH
15.250	18.550	18.750	23.250	13.750	11.500	6.250

Na osnovu tabele 5. možemo zaključiti da je merodavan protok linije A-H, deonica D-E, koja ima najveći dnevni broj putnika (23.250 putnika) koji se prevozi na toj deonici. Ova merodavna deonica uzima se kao osnova za dalji račun, tj. za proračun vremenske raspodele putnika na liniji.

9. GENERISANJE, VREDNOVANJE I IZBOR OPTIMALNOG REŠENJA

Nakon što je u prethodnim fazama prognoziran obim, prostorna, vremenska, vidovna raspodela i opterećenje putne mreže pristupa se generisanju (izradi), vrednovanju i izboru rešenja.

Predložena rešenja moraju se zasnivati na ciljevima razvoja područja, budućoj nameni površina, budućoj prevoznjoj potražnji, ciljevima i zadacima saobraćajnog sistema, ciljevima planiranja, raspoloživim novčanim sredstvima i na različitim prirodnim, ekološkim, normativnim i drugim ograničenjima.

$$n_{1-2}, n_{1-3}, n_{1-4}, n_{1-5}, n_{1-6}, n_{1-7}, n_{1-8}$$

Analitički proračun protoka zasniva se na razlici suma svih ulaza putnika do posmatrane deonice i suma izlaza putnika do posmatrane deonice:

Vrednovanje podrazumeva primenu različitih metoda i modela, kojima se ocenjuje svako od ponuđenih rešenja posebno ili sva rešenja istovremeno, a sve u cilju obezbeđenja nepristrasnosti i konzistentnosti planerskog postupka. Vrste vrednovanja su:

- funkcionalno vrednovanje,
- ekonomsko vrednovanje,
- višekriterijumsko vrednovanje.

Funkcionalno vrednovanje (testiranje plana) odnosi se na saobraćajno-tehnička ispitivanja vrednosti predloženih rešenja. Takođe, ocenjuje u kojoj meri predložena rešenja omogućuju ostvarenje predviđene namene površina i ekološki uticaj predloženih rešenja na okolinu.

Ekonomskim vrednovanjem vrši se ocena društveno-ekonomske korisnosti (opravdanosti) svakog od predloženih rešenja. Kao osnova za ekonomsko vrednovanje služe očekivani troškovi i koristi, te potrebna i raspoloživa materijalna sredstva. U ekonomskom vrednovanju zastupljena su dva osnovna pristupa: individualni i društveni. Za prvi pristup je karakteristično da se vrednost ulaganja posmatra sa individualnog aspekta (investitori, banke i sl.). Drugi pristup uzima u obzir dugoročni interes društva, a bazira se na dugoročnom posmatranju pozitivnih i negativnih efekata izrade i primene planskih rešenja (troškovi i koristi).

Individualni pristup realizuje se primenom statičkih i dinamičkih kriterijuma. Statički kriterijumi ne uzimaju u obzir vremensku komponentu izrade, realizacije i funkcionisanja izabranog rešenja, već samo jedan vremenski presek. Nasuprot tome dinamičkim kriterijumima obuhvaćen je celokupan period ulaganja i eksploatacije izabranog rešenja (investicije).

10. ZAKLJUČAK

S obzirom da se pod saobraćajem podrazumeva kretanje transportnih jedinica po transportnoj mreži, a kretanje je jedna od faza prevoza ljudi i dobara, saobraćaj je direktna posledica realizacije potrebe za prevozom. Saobraćajno planiranje se zasniva na planiranju potreba za prevozom.

Realizacija potrebe za racionalnijim saobraćajnim sistemom, koji je ekonomski i ekološki opravdan, zahteva posmatranje i rešavanje saobraćajnih problema.

Planiranje je proces u kome se definišu odgovarajuće aktivnosti u budućnosti, koje dovode do odabranih ciljeva. Prema tome, planiranjem saobraćaja se utvrđuju potrebni kapaciteti za zadovoljenje potrebe prevoza na nekom prostoru u budućnosti.

Ciljevi saobraćajnog planiranja su ispunjenje potreba i interesa ljudi u posmatranom području i da se eliminišu slučajnosti, te da se svesno i organizovano utiče na realizaciju i, uz optimalno korišćenje resursa, obezbede maksimalni rezultati.

LITERATURA

- [11] Nikolić V, Milinković S, Vesković S, Pavlica D: Regionalni putnički saobraćaj – iskustva iz južnog Banata, *Železnice* 2019(2), 115-125, 2020.
- [12] UITP, ERRAC, Foster Rail: Regional and Suburban Railways Market Analysis Update, Brussels, Belgium, 2016.
- [13] Vesković S, Raičević V, Stojić G, Milinković S: A model to Estimate the Passenger Rail Liberalisation, The Case of Serbia, *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, Vol. 2, No. 3, p. 202-220, Belgrad, ISSN 2217-544X (print); ISSN 2217-5652 (online), 2012.
- [14] European Commission: Directive 2007/58/EC of the European Parliament and of the Council Directive of 23 amending Council Directive 91/440/EEC on the development of the Community's railway and Directive 2001/14/EC on the allocation of railway infrastructure capacity and the levying of charges for the use of railway infrastructure. *Official Journal of the European Union*, L 315: 44-50, 2007.
- [15] Milutinović S: Lokalna Agenda 21, Uvod u planiranje održivog razvoja, Stalna konferencija gradova i opština, Beograd, Srbija, 179 p, 2004.
- [16] Stojić G: Model Development for Evaluation the Management of Railway Infrastructure (PhD dissertation), Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Serbia. 173 p, 2010.
- [17] Milinković S, Vesković S, Marton P, Mašek J: Regional Passenger Rail Concept, Evidence from Services in Serbia and Slovakia, VI International Symposium New Horizons 2017. of Transport and Communications, Dobo, Bosnia and Herzegovina, 2017.
- [18] Marković N, Milinković S, Schonfeld P, Drobnjak Z: Planning dial-a-ride services: Statistical and meta-modeling approach. *Transportation research record*, 2352 (1): 120-127, 2013.
- [19] Vuchic V: Urban Transport Operation, Planning and Economics, John Wiley & Sons Inc, Hoboken, NJ, USA, 2005.
- [20] Public Passenger Transport Services by Rail and by Road and Repealing Council Regulations (EEC) Nos 1191/69 and 1107/70, Regulation (EC) No 1370/2007, L 315/1, Official Journal of the European Union, The European Parliament and the Council of the European Union: Brussels, Belgium, 2007.
- [21] Pita J. P, Antunes A. P; Barnhart C, Gomes de Menezes A: Setting public service obligations in low-demand air transportation networks, Application to the Azores. *Transp. Res. Part A, Policy Practice* 54, 35-48, 2013.
- [22] Ševrović M, Brčić D, Kos D: Transportation Costs and Subsidy Distribution Model for Urban and Suburban Public Passenger Transport, *Promet Traffic Transp*, 27, 23-33, 2015.
- [23] Gangwar R, Raghuram G: Framework for structuring public private partnerships in railways. *Case Stud. Transp, Policy* 3, 295-303, 2015.

- [24] Stojić G, Mladenović D, Prentkoviš O, Vesković S: A Novel Model for Determining Public Service Compensation in Integrated Public Transport Systems, Sustainable – MDPI, vol. 10, no. 9, pp 1-20, issn: 2071-1050, doi: 10.3390/su10092969, 2018.
- [25] Commission Implementing Regulation (EU) 2015/909, The Modalities for the Calculation of the Cost That Is Directly Incurred as a Result of Operating the Train Service, L 148/17, Official Journal of the European Union, Commission Implementing Regulation (EU) 2015/909: Brussels, Belgium, 2015.
- [26] Merkert R, O' Fee B: Efficient procurement of public air services - Lessons learned from European transport authorities perspectives, Transp. Policy, 29, 118–125, 2013.
- [27] Van Reeve P: Subsidisation of Urban Public Transport and the Mohring Effect, J. Transp. Econ. Policy, 42, 349–359, 2008.
- [28] Vesković S, Stević Ž, Karabašević D, Rajilić S, Milinković S, Stojić G: A new integrated fuzzy approach to selecting the best solution for business balance of passenger rail operator, Fuzzy PIPRECIA-fuzzy EDAS model, Symmetry, 2020/5, Vol. 12, Issue 5, pp. 743, 2020
- [29] Nathanail E: Measuring the Quality of Service for Passengers on the Hellenic Railways, Transportation Research Part A, Policy and Practice, Vol. 42, Issue 1, pp. 48–66, 2008.
- [30] Vesković S, Stojić G, Stević Ž, Vasiljević M, Rajilić S: Application Of Fuzzy Ahp Method For Profit Analysis Of Railway Operators With PSO, p.p. 105 – 108, XVII Scientific - Expert Conference on Railways – RAILCON 16, Faculty of Mechanical Engineering Niš, ISBN 978-86-6055-086-8, Niš, Serbia, 2016.
- [31] Blagojević A: Modeliranje efikasnosti i efektivnosti željezničkih operatera, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, 2016.
- [32] Blagojević A, Vesković S, Stojić G: Dea model za ocjenu efikasnosti i efektivnosti željezničkih putničkih operatera, Železnice, 2017(2), 81-94, 2019.
- [33] Ming - Miin Y, Lin E. T. J: Efficiency and effectiveness in railway performance using multi-activity network DEA model, Omega, International Journal of Management Science, Vol. 36, No. 6, pp 1005-1017, 2008.
- [34] Opsenica M: Planiranje saobraćaja.
- [35] Čičak M, Vesković S: Organizacija željezničkog saobraćaja II, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, 2005.
- [36] Mehanović M: Planiranje ponude usluga u gradskom prometu putnika, Fakultet za saobraćaj i komunikacije, Sarajevo, 2011.
- [37] Vesković S, Milinković S, Stojić G, Pavlović N, Belošević I: One Approach to Forecasting Methodology in Rail Passenger Traffic, Transport for Today's Society, The Faculty of Technical Sciences - University St. Kliment Ohridski Bitola, North Macedonia, Proceedings, ISBN 978-9989-786-63-1, DOI 10.20544/TTS2021.1.1.21, Bitola, 2021.
- [38] Čičak M: Modeliranje u železničkom saobraćaju. Saobraćajni fakultet, Beograd, 2003.
- [39] Milinković, S, Vesković S, Marton P, Mašek J: Regional passenger rail concept: Evidence from services in Serbia and Slovakia. In New Horizons of Transport, pp. 290-298, 2017.
- [40] Linstone H. A, Turoff M: The Delphi method. Addison - Wesley Reading, MA, 1975.
- [41] Vračarević R: Osnove planiranja saobraćaja, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Saobraćajni odsek, Novi Sad, 2002.
- [42] Vesković S, Milinković S: Zbirka zadataka iz planiranja, tehnologije i eksploatacije željezničkog saobraćaja, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2018.

INFORMATIVNI PRILOG „ZELENA REVITALIZACIJA ŽELEZNIČKOG NASLEĐA“

Svetli primeri projekata obnove i adekvatnog korišćenja su:

- **stanica u Herceg Novom, na Škveru, uređena za potrebe filmske škole,**
- **zgrada i peroni u Obrenovcu, danas autobuska stanica.**

Saobraćajno nasleđe je segment tehničkog nasleđa koje obuhvata istraživanje i prezentovanje kretanja ljudi i dobara u prošlosti, uz obnovu i savremenu interpretaciju sačuvanih elemenata saobraćajne i građevinske infrastrukture, vozila, plovila, letelica i prateće opreme, koji su spomenički valorizovani ili nisu u aktivnoj upotrebi. Kroz sačuvane muzejske predmete, fotografije, narative i građevinske i saobraćajne objekte mi danas možemo bolje da sagledamo i shvatimo ekonomska, socijalna i privredna kretanja u nekom istorijskom periodu. Na primer, doživljaj antičkog Rima svakako je potpuniji ako se poseti istorijski drum Via Appia Antica, a za doživljaj života i privrede balkanskih zemalja na početku 20. veka primer bi mogle da budu železnice uzanog koloseka. Ceo južnoslovenski prostor tada je bio premrežen prugama kojima su operisali vozovi od naroda milo i blisko nazivani ćira. Usled tehnološke zaostalosti, sistem je šezdesetih godina prošlog veka ukinut, a šine i pragovi uklonjeni ili zamenjeni prugama normalnog koloseka. Naša generacija je u nasleđe dobila sačuvane trase tih pruga i zgrade nekadašnjih železničkih stanica, danas većim delom zapuštene i zaboravljene.

Kao i drugi vidovi kulturno-istorijskog nasleđa, i železničko nasleđe nam nudi različite vidove: nepokretno nasleđe staničnih zgrada, vodotornjeva, peronskih nadstrešnica, mostova, tunela, useka, nasipa i drugih građevinskih objekata, potom pokretno nasleđe koje predstavljaju lokomotive, vagoni, šinska vozila, znakovi, signali, skretnice, oprema železničara, fotografije i dokumentacija, kao i nematerijalno nasleđe u vidu priča, anegdota i sećanja aktera i istraživača.

Železničkom baštinom u Srbiji se bave Železnički muzej u Beogradu, Odeljenje uzanih pruga u Požegi, Muzej nauke i tehnike, nekoliko privatnih inicijativa u Pančevu, Zaječaru i Beogradu i Muzejsko-turistička železnica Šarganska osmica sa svojim poznatim programom vožnje jedinstvenom prugom dužine 16 kilometara.

Mnogo veći izazov za zaštitu i obnovu leži u zapuštenosti trasa i posebno u fizičkom propadanju starih staničnih zgrada bez odgovarajuće namene. Iako su neke od njih utvrđene za kulturna dobra s odgovarajućom kategorizacijom, zakonska zaštita ih ne čuva od devastacije, najviše usled nezainteresovanosti vlasnika i nedostatka vizije o budućoj javnoj nameni. Paradoks je veći jer nam prvi pogled na arhitekturu starih staničnih zgrada u Valjevu, Višegradu, Uvcu, Humu ili u Trebinju ukazuje da su, osim za utilitarnu saobraćajnu svrhu, služili i kao artefakti javnog prestiža i da su kao svojevrсни dvorci doprinosili snažnoj identifikaciji meštana. Postoji i nekoliko svetlih primera obnove i adekvatnog korišćenja: stanica u Herceg Novom na Škveru uređena je za potrebe filmske škole, ali danas funkcionise dominantno kao ugostiteljski objekat, zgrada i peroni u Obrenovcu danas su autobuska stanica, a upravo se privodi kraju i obnova stanice bajkovite arhitekture Bistrik u Sarajevu.

Na koji se način mogu ponovo aktivirati napušteni železnički koridori? Ukoliko se držimo preporuka da je u procesu spomeničke zaštite i revitalizacije zgradu ili sistem najbolje privesti prvobitnoj nameni, zaključak je da pomenute trase treba vratiti funkciji saobraćaja. Pošto današnja železnička preduzeća nisu zainteresovana da na starim trasama ponovo jurcaju vozovi, veoma pogodan vid oživljavanja bez velikih finansijskih ulaganja je pretvaranje tih koridora u zelene staze, ili greenways, prilagođene za nemotorizovani saobraćaj: pešačenje, biciklizam, rolere, jahanje konja, zimi za nordijsko skijanje itd.

Delovi pod šinama mogu poslužiti za turističke obilaske restaurisanim vozovima ili za korišćenje četvorocikla na šinama, tzv. šinocikla ili dresine. Posebno bi značajna bila obnova staničnih zgrada, koje bi nakon obnove poslužile kao ugostiteljski, servisni i turistički punktovi. Revitalizacija trasa, korišćenje za svakodnevnu mobilnost pešice ili biciklom, dovođenje građana rekreativaca i aktivnih turista, posebno bi bila značajna za ekonomski razvoj ruralnih područja u teže dostupnim predelima koja su gašenjem železnice zamrla. Koncept se trenutno najviše razvija u evropskim mediteranskim zemljama, Kanadi i Izraelu, a i naše balkanske države polako hvataju korak jer smo poslednjih godina sve više na mapama i u agendama aktivnog turizma.

Probijanje železničkih koridora kroz Ovčarsko-kablarsku klisuru ili kroz kanjon Đetinje u Užicu bio je početkom 20. veka veliki građevinski podvig koji je zahtevao izvođenje blagih krivina i niveleta prilagođenih kretanju vozova, odnosno izgradnju tunela, mostova, useka i nasipa. Vožnja biciklom ovim danas zaštićenim prirodnim područjima posebno je komotna, atraktivna i bezbedna, lako dostupna za sve starosne grupe. Zelene staze koje prolaze kroz grad bi trebalo da imaju asfaltnu ili betonsku osnovu, dok u udaljenijim ruralnim područjima s manjim brojem korisnika mogu imati i makadamsku ili dobro utabanu zemljanu podlogu. Tuneli bi morali biti osvetljeni, a mostovi i nasipi obezbeđeni.

Prvi zapažen program pretvaranja napuštenih ćirinih pruga u zelene pešačke i biciklističke staze u južnoslovenskim zemljama ostvaren je na Šetalištu Pet Danica u Herceg Novom, odmah posle ukidanja pruge. Koncept greenways se pojavio mnogo kasnije, tek na prelomu milenijuma i po tim standardima napravljene su staza Parenzana u Istri i staza u Hercegovini između Mostara i Trebinja, u okviru projekta Ćiro. U Srbiji postoje dve aktivirane i rado posećene zelene staze, prelepih devet kilometara između Užica i Stapara i pet i po kilometara između Priboja i Uvca. Deonica u Užicu je 2017. godine nagrađena Evropskom nagradom zelenih staza u kategoriji izvrsnosti, što ju je preporučilo da se nađe u katalozima i mapama zelenih staza. Udruženje ljubitelja biciklizma Jugocikling kampa-nja iz Beograda, zajedno s partnerima iz BiH i Crne Gore i uz podršku Fonda za zapadni Balkan, upravo privodi kraju projekat promocije ovog koncepta u tri države.

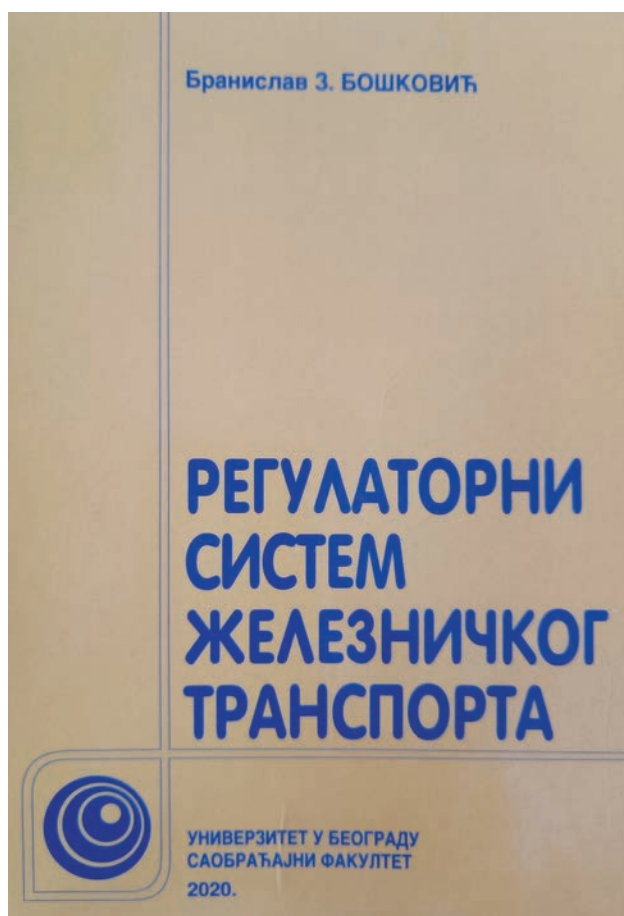
Aleksandar Stanojlović

Politika, Beograd

NAPOMENA

Članak je preuzet iz dnevnog lista Politika, kulturni dodatak subotom: Kultura, umetnost, nauka. Tekst je objavljen u izdanju od 8. oktobra 2022. godine.

PRIKAZ KNJIGE „REGULATORNI SISTEM ŽELEZNIČKOG TRANSPORTA”



Autor: prof. dr Branislav Bošković, dipl. inž. saobr.
Izdavač: Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, Beograd

Godina izdanja: 2020. (II izdanja)

ISBN: 978-86-7395-423-3

Uvođenje konkurencije prevoznika na železničkoj mreži u Evropi početkom 20-og veka bio je revolucionarni zaokret u organizaciji i funkcionisanju železničkog sistema, koja se nije menjala praktično od njenog nastanka, odnosno od sredine 19-og veka. Ako se u vreme monopolski organizovanog

železničkog sistema za jednog tehnologa i organizatora železničkog saobraćaja i transporta, za kojeg se školuje student Saobraćajnog fakulteta u Beogradu, moglo i "tolerisati" nepoznavanje organizacije železničkog sektora, sada, u tržišnim uslovima, to bi bio veliki hendikep za njega. Novi koncept železničkog sistema nametnuo je nove potrebe i zahteve za znanjima jednog saobraćajnog inženjera. Funkcionisanje tržišta u transportnom sektoru i na železničkoj infrastrukturi inicira potpuno nove tehničke i tehnološke izazove. Za ove izazove potrebno je definisati nove sadržaje na železničkom modulu Saobraćajnog fakulteta.

Uvođenje predmeta „Regulatorni sistem železničkog transporta“ u školovanje saobraćajnog inženjera predstavlja deo odgovora na te zahteve. Sadržaj udžbenika su opredelile teme nastale liberalizacijom tržišta železničkih usluga. Knjiga predstavlja zaokruženu celinu procesa restrukturiranja železnice, instrumenata regulisanja železničkog tržišta i entiteta u regulaciji železničkog sistema i na veoma korektan i saznajno prihvatljiv način prikazuje osnove, stanja i odnose.

Knjiga je izložena u 8 poglavlja: (1) Pojam, značaj i problem regulative, (2) Zakoni i podzakonski propisi, (3) Železničko zakonodavstvo Evropske unije, (4) Restrukturiranje železnice, (5) Regulacija i regulatorna tela železničkog sektora, (6) Naknade za korišćenje železničke infrastrukture, (7) Regulatorni okvir za obavezu javne usluge i (8) međunarodne železničke organizacije. Obim knjige je 302 strane, sa grafičkim prikazima, tabelama, pojmovnikom i literaturom. Grafički prikazi i izrazi u određenim poglavljima dati su kao pomoć u lakšem razumevanju odrađenih pojava, stanja i dešavanja. Svi podaci u tabelama, kao i formule dati su sa naznakom izvora radi mogućnosti dodatnog sticanja i produblivanja specifičnih znanja. Na kraju je priložen pojmovnik koji može poslužiti kao stalni izvor podrške u širenju znanja iz oblasti železničkog transporta.

Saobraćajni inženjer danas mora poznavati vrste propisa, njihovu strukturu i sistematiku, kako se čitaju i donose i kako se utiče na njihovo usvajanje, ko ih donosi i sa kojim ciljevima jer se sa njima u većoj ili manjoj meri svakodnevno susreće u svom radu. Prvo poglavlje je posvećeno osnovnim pojmovima, značaju i problemima regulative. Nacionalno zakonodavstvo, odnosno zakoni i podzakonski propisi, tema je drugog poglavlja, dok su u trećem poglavlju date vrste propisa koji se donose u EU, sa posebnim osvrtom na železničke propise, njihov razvoj, sadržaj i ciljeve.

Restrukturiranje i poznavanje dosadašnje strukture železničkog sistema i njegovih karakteristika je nezaobilazno ukoliko se žele razumeti razlozi za novi koncept železničkog sistema i on sam, što je tema četvrtog poglavlja. U njemu su predstavljeni pojam i sadržaj restrukturiranja železnica, objašnjeni su razlozi, kao i modeli restrukturiranja, detaljnije je prikazan evropski model i smernice za restrukturiranje.

Nadalje, liberalizacija železničkog tržišta je zahtevala osnivanje više novih institucija koje imaju ulogu njegove regulacije. Razloge osnivanja, nadležnost, sadržaj, pravila rada, osnovne karakteristike i ciljeve tih institucija (poglavlje 5) saobraćajni inženjeri železničkog usmerenja moraju da poznaju jer će se u svom radu sasvim sigurno susretati sa ovim institucijama ili raditi u njima. Priroda ovih institucija zahtevala je prethodno objašnjenje osnovnih ekonomskih pojmova kao što su prirodni monopol, regulacija ili konkurencija. U sklopu ovog poglavlja posebno su prikazani licenca i sertifikat za bezbednost, kao instrumenti regulacije tržišta, uslovi i kriterijumi za dobijanje ovih dokumenata.

Šesto poglavlje je posvećeno naknadama za korišćenje železničke infrastrukture, a sedmo ugovoru o obavezi javnog prevoza kao potpuno novim instrumentima regulisanja tržišta koje su nastale sa restrukturiranjem železnica i uvođenjem konkurencije na železničkoj mreži. Pored osnovnih pojmova, dati su primeri i pregledi primene ovih instrumenata regulisanja tržišta u državama EU.

Posebno poglavlje (8) posvećeno je međunarodnim organizacijama. Danas su međunarodne organizacije nezaobilazni faktor i mesto nastanka pravila (i dokumenata) kojima se reguliše međunarodni transport robe i putnika, koji će na jedinstvenom evropskom transportnom tržištu postati dominantna kategorija prevoza. Ovo poglavlje prati poseban prilog

sa pregledom portreta najvažnijih međunarodnih organizacija, koje ili imaju isključivo železnički karakter ili je železnica u sastavu šireg domena rada ovih organizacija.

Ciljna grupa čitalaca. Knjiga „Regulatorni sistem železničkog transporta“ namenjena je prvenstveno studentima master studija Modula za železnički saobraćaj i transport Saobraćajnog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Takođe, namenjena je i studentima Saobraćajnog fakulteta u Doboju, Univerziteta u Istočnom Sarajevu, koji slušaju nastavu iz predmeta „Regulativa u železničkom saobraćaju“. Udžbenik će korisno poslužiti i studentima doktorskih studija na Saobraćajnom fakultetu u Beogradu na predmetu „Regulisanje železničkog tržišta“. Knjiga će, takođe, koristiti svim diplomiranim saobraćajnim i drugim železničkim inženjerima, stručnjacima svih profila koji se bave železnicom, kao i svima onima koji žele da upotpune svoje znanje o savremenoj železnici i njenim izazovima nastalim ukidanjem monopola i stvaranjem jedinstvenog evropskog železničkog prostora i značajan je edukativni materijal. Napisano možda najbolje potvrđuje podatak da je prvo izdanje knjige već rasprodato po izlasku, a da je nije kupio nijedan student već isključivo železnički stručnjaci iz prakse.

O konceptu knjige. Knjiga „Regulatorni sistem železničkog transporta“ predstavlja miks specifičnih oblasti železničkog transporta, prava, ekonomije i menadžmenta sa ciljem objašnjenja strukture novog evropskog železničkog sistema. Prikaz i analiza železničkog sistema u novom tržišnom okruženju zahtevaju širinu poznavanja železnice, izuzetnu stručnost, sistemski pristup železnici, razumevanje legislative, odnosno zakona, zakonskih propisa, procesa restrukturiranja, instrumenata regulisanja tržišta i poznavanje najvažnijih međunarodnih organizacija, kao mesta gde se usaglašavaju i donose pravila funkcionisanja železničkog saobraćaja i transporta. Svi zakoni, uredbe, pravilnici, nastanak novih aktera na tržištu, regulacija i regulatorna tela železničkog sektora i instrumenti regulisanja tržišta predstavljaju materijal čije izučavanje ne prestaje sa realizacijom prevoza i liberalizacijom tržišta. Specifične izraze, pojmove i definicije date u knjizi treba shvatiti kao deo sveukupnog korpusa znanja koji je neophodan u radu savremenog železničkog inženjera i koji se stiče i neprestano dopunjava.

Koncept i strukturirani sadržaj knjige su novost u našoj i svetskoj železničkoj literaturi i dragoceno štivo za sve železničke inženjere. Poznavanje navedene

materije je pretpostavka za razumevanje savremenog evropskog železničkog sistema. Pisanje ovako koncipirane knjige je zahtevalo značajan napor jer se radi o konceptu udžbenika bez uzora i sličnog sadržaja. Autor je zapravo pisao ovu knjigu u dugom vremenskom periodu, praktično od 2002. godine, kroz objavljivanje brojnih radova iz oblasti koje tretira udžbenik u naučnim i stručnim časopisima, saopštenja na konferencijama, okruglim stolovima, izlaganja stručnoj i široj javnosti. Da je koncept knjige novitet potvrđuje korišćena literatura koja se isključivo odnosi na istraživačke studije i radove autora objavljene u časopisima ili na skupovima. Spisak literature je značajan (240 referenci) i korisno će poslužiti svima onima koji žele šire da se upoznaju sa pojedinim tematskim celinama predstavljenim u knjizi. Posebno su značajne reference studijskih istraživanja koja su prethodila donošenju značajnih odluka u EU (npr. otvaranje železničkog tržišta, uvođenje naknada za korišćenje železničke infrastrukture) ili potom nastalom zakonodavstvu (npr. uredba EU o uvođenju obaveze javne usluge), zatim radovima objavljenim u naučnim časopisima, izveštajima Svetske banke, UN, Evropske komisije i njenih radnih grupa sastavljenih od eminentnih profesora i eksperata sa evropskih univerziteta i instituta, OECD ili drugih institucija koje učestvuju u kreiranju transportnog ambijenta i „pravila igre“ na širem prostoru. Zato je spisak korišćenih referenci navođen na kraju svakog poglavlja u cilju mogućnosti da svaki čitalac dalje produbljuje znanja.

Aktuelnost knjige podržavaju započeti procesi na srpskim železnicama poput restrukturiranja i ubrzane liberalizacije železničkog tržišta, investicioni zamah kojim se implementiraju nove tehnologije koje se, opet, uvode kroz potpuno nove procedure i institucije. Ove složene procese i procedure autor je objasnio veoma pristupačnim stilom i rečnikom koji

omogućuju razumevanje materije svakom čitaocu, bez obzira na prethodni nivo njegovog poznavanja železničkog sistema, promena i problema nastalih liberalizacijom železničkog tržišta.

Koncept knjige zahteva **referenciranost autora** u ovoj oblasti i zato ćemo ga u narednim redovima predstaviti. Dr Branislav Bošković je redovni profesor na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu, gde je i magistrirao i doktorirao. Bio je pomoćnik ministra za železnički saobraćaj u Ministarstvu nadležnom za transport i direktor Sektora za regulisanje tržišta železničkih usluga u Direkciji za železnice. Takođe, kao predstavnik Srbije bio je član Radne grupe za železnice u okviru UNECE, član Upravnog odbora OTIF, član delegacije Srbije u okviru Unapređenog stalnog dijaloga između Srbije i EU. Učestvovao u izradi svih železničkih zakona u Srbiji od 2001. godine do danas.

Danas, na osnovnim studijama Saobraćajnog fakulteta u Beogradu, drži nastavu na predmetima: Tehnologija transporta robe železnicom, Transport robe železnicom i Osnove železničkog saobraćaja, na master studijama Regulatorni sistem železničkog transporta i Odabrana poglavlja iz transporta robe železnicom, a na doktorskim studijama Regulisanje železničkog tržišta i Upravljanje transportnim koridorima. Učestvovao je ili rukovodio izradom preko stotinu studija, naučnih i komercijalnih projekata. Bio je mentor preko 70 diplomskih i master radova. Autor je dve knjige, „Regulatorni sistem železničkog transporta“ i „Evropski koncept bezbednosti železnice“ i preko 150 publikovanih radova.

Prof. dr Nebojša Bojović

Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, Beograd

CIP - Каталогизacija u publikaciji
 Narodna biblioteka Srbije, Beograd

656.2(497.11)

ŽELEZNICE : naučno-stručni časopis Železnica Srbije
 / glavni urednik Slavko Vesković ; odgovorni urednik
 Danko Trninić. - 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: Saobraćaj (Beograd, 1945) = ISSN 2560-3566
 ISSN 0350-5138 = Железнице
 COBISS.SR-ID 959492