

**UNIVERZITET U BEOGRADU - SAOBRAĆAJNI FAKULTET  
ODSEK ZA POŠTANSKI I TELEKOMUNIKACIONI SAOBRAĆAJ**

**TRIDESET OSMI SIMPOZIJUM  
O NOVIM TEHNOLOGIJAMA U  
POŠTANSKOM I TELEKOMUNIKACIONOM  
SAOBRAĆAJU**

**ZBORNİK RADOVA**

**PosTel 2020**

**EDITORI:**

**Prof. dr Valentina Radojičić  
Prof. dr Nebojša Bojović  
Prof. dr Dejan Marković  
Prof. dr Goran Marković**

**BEOGRAD  
1. i 2. decembar 2020. godine**

**PosTel 2020 – XXXVIII Simpozijum o novim tehnologijama  
u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju  
– zbornik radova –**

---

Editori:	Prof. dr Valentina Radojčić Prof. dr Nebojša Bojović Prof. dr Dejan Marković Prof. dr Goran Marković
Za izdavača:	dekan, Prof. dr Nebojša Bojović
Glavni i odgovorni urednik:	Prof. dr Marijana Petrović
Priprema:	Prof. dr Momčilo Dobrodolac
Izdavač:	Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Telefon: 3976-017, Fax: 3096-704, <a href="http://www.sf.bg.ac.rs">http://www.sf.bg.ac.rs</a>
Štampa:	“PEKOGRAF” d.o.o. Vojni put 258/D, Zemun, Beograd
Tiraž:	200 primeraka
Godina publikovanja:	2020.
ISBN 978-86-7395-431-8	

Izdavač zadržava sva prava.  
Reprodukcija pojedinih delova ili celine ove publikacije nije dozvoljena.

## **ORGANIZATOR**

UNIVERZITET U BEOGRADU – SAOBRAĆAJNI FAKULTET  
ODSEK ZA POŠTANSKI I  
TELEKOMUNIKACIONI SAOBRAĆAJ

## **SUORGANIZATORI**

JAVNO PREDUZEĆE "POŠTA SRBIJE"

"TELEKOM SRBIJA" A.D.

REGULATORNA AGENCIJA ZA ELEKTRONSKE  
KOMUNIKACIJE I POŠTANSKE USLUGE – RATEL

## **POKROVITELJI**

MINISTARSTVO PROSVETE, NAUKE I  
TEHNOLOŠKOG RAZVOJA REPUBLIKE SRBIJE

MINISTARSTVO TRGOVINE, TURIZMA I  
TELEKOMUNIKACIJA REPUBLIKE SRBIJE

## **DONATORI**

TCOM D.O.O.

ASSECO SEE D.O.O.

IRITEL A.D.

COMTRADE SYSTEM INTEGRATION  
FLEET MANAGEMENT SOLUTIONS D.O.O.

DEX D.O.O.

PTC - PUBLIC TRANSPORT CONSULT

CRONY D.O.O.

ALGOTECH D.O.O.

ROAMING NETWORKS

ENETEL SOLUTIONS

## POČASNI ODBOR

Dobrivoje Jovanović  
Zoran Bojković  
Milan Bukumirović  
Nataša Gospić  
Vujadin Vešović

## PROGRAMSKI ODBOR

Radojičić Valentina, predsednik Odbora  
Bakmaz Miodrag, Saobraćajni fakultet  
Bakmaz Bojan, Saobraćajni fakultet  
Blagojević Mladenka, Saobraćajni fakultet  
Bojović Nebojša, Saobraćajni fakultet  
Dimitrijević Branka, Saobraćajni fakultet  
Dobrodolac Momčilo, Saobraćajni fakultet  
Jevtić Nenad, Saobraćajni fakultet  
Kostić-Ljubisavljević Aleksandra, Saobraćajni f.  
Malnar Marija, Saobraćajni fakultet  
Marković Dejan, Saobraćajni fakultet  
Marković Goran, Saobraćajni fakultet  
Ostojić Ljubomir, JP "Pošta Srbije"  
Radonjić Đogatović Vesna, Saobraćajni fakultet  
Reljin Irini, Ministarstvo trgovine, turizma i telekomunikacija Republike Srbije  
Samčović Andreja, Saobraćajni fakultet  
Stojanović Mirjana, Saobraćajni fakultet  
Šarac Dragana, FTN Novi Sad  
Pejović Dragan, RATEL  
Trubint Nikola, RATEL

## ORGANIZACIONI ODBOR

Marković Dejan, predsednik Odbora  
Blagojević Mladenka, Saobraćajni fakultet  
Bugarčić Pavle, Saobraćajni fakultet  
Čupić Aleksandar, Saobraćajni fakultet  
Dobrodolac Momčilo, Saobraćajni fakultet  
Đogatović Marko, Saobraćajni fakultet  
Đumić Slavko, JKP "Infostan tehnologije"  
Jovanović Bojan, FTN Novi Sad  
Knežević Nikola, Saobraćajni fakultet  
Mikavica Branka, Saobraćajni fakultet  
Popović Đorđe, Ministarstvo saobraćaja i veza RS  
Simić Vladimir, Saobraćajni fakultet  
Stanivuković Bojan, Saobraćajni fakultet



## PREDGOVOR

Zbornik radova XXXVIII Simpozijuma o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2020, sadrži rezultate istraživanja iz oblasti poštanskog i telekomunikacionog saobraćaja u proteklom jednogodišnjem periodu.

Organizator Simpozijuma je Odsek za poštanski i telekomunikacioni saobraćaj Saobraćajnog fakulteta u Beogradu. Suorganizatori su: JP "Pošta Srbije", "Telekom Srbija" a.d. i Regulatorna agencija za elektronske komunikacije i poštanske usluge – RATEL. Pokrovitelji su: Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i Ministarstvo trgovine, turizma i telekomunikacija Republike Srbije.

Tematika Simpozijuma vezana je za aktuelna istraživanja u oblastima od posebnog značaja za poštanski i telekomunikacioni saobraćaj, kod nas i u okruženju. Radovi su po pozivu i svrstani su u tri sekcije:

- Menadžment procesa u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju,
- Poštanski saobraćaj, mreže i servisi,
- Telekomunikacioni saobraćaj, mreže i servisi.

Autori sekcije **Menadžment procesa u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju** istraživali su aktuelne teme poštanskog i telekomunikacionog sektora, i mogućnosti primene savremenih menadžerskih alata za rešavanje definisanih problema. Fokus autora bio je na analizi poštanskog i telekomunikacionog tržišta, odnosno trendova koji ga karakterišu, a sa posebnim naglaskom na sektor e-trgovine, unapređenje upravljanja kompanijama primenom novih tehnologija i prilagođavanje novonastalim uslovima poslovanja.

U sekciji **Poštanski saobraćaj, mreže i servisi** nalaze se radovi koji daju stručni i naučni doprinos poštanskom sektoru sa različitih aspekata. Autori radova analiziraju stanje na tržištu poštanskih usluga, kako sa stanovišta specifičnosti ovog tržišta, npr. imajući u vidu liberalizaciju, tako i sa stanovišta generalnih okolnosti u društvu, kao što je uticaj COVID-19 pandemije. Deo radova odnosi se na nove tehnologije pri prenosu pošiljaka, razmatrajući funkcionisanje poštanskih centara ili organizaciju dostave, kao i primenu originalnih statističkih modela u funkciji analize podataka koji se javljaju u poštanskim

tokovima. Takođe, razmatraju se strateška pitanja u poštanskom sektoru, pri tome razmatrajući fenomen održivosti poštanskih usluga, pokretače promena u poštanskom sektoru, kao i ulogu Svetskog poštanskog saveza u ovom procesu.

Sekcija **Telekomunikacioni saobraćaj, mreže i servisi** obuhvata radove posvećene aktuelnim temama iz oblasti savremenih informaciono-komunikacionih tehnologija (ICT), mreža i servisa, sa posebnim akcentom na primene IoT(Internet of Things) paradigme i naprednih pratećih tehnologija u oblasti inteligentnih saobraćajnih sistema i energetskom sektoru. Deo radova fokusiran je na primene sofisticiranih tehnika za prognoziranje saobraćaja, korišćenje alata big-data analitike, razvoj modela naplate u IP mrežama, a razmatrane su i mogućnosti primene savremenih ICT u predstojećem Society 5.0 okruženju. Pored toga, istraživani su i specifični problemi vezani za modelovanje i simulaciju propagacije radio talasa u zatvorenom prostoru i statističku analizu multimedijalne radarske slike.

*Editori*

# SADRŽAJ

## *MENADŽMENT PROCESA U POŠTANSKOM I TELEKOMUNIKACIONOM SAOBRAĆAJU*

**Vladeta Petrović, Biljana Stojanović-Višić:**

PRIOLOG ISTRAŽIVANJU TRENDOVA  
NA GLOBALNOM TRŽIŠTU E-TRGOVINE..... 3

**Milan Andrejić:**

CARINSKE PROCEDURE U ORGANIZACIJI  
MEĐUNARODNIH ROBNIH TOKOVA U E-TRGOVINI..... 11

**Svetlana Dabić-Miletić:**

IZBOR REAKCIJE NA RIZIK U LANCIMA SNABDEVANJA  
U MEĐUNARODNOM POŠTANSKOM SAOBRAĆAJU..... 21

**Miloš Milenković, Nikola Knežević, Alicia Martinez de Yuso, Nebojša Bojović:**

METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR  
THE DEVELOPMENT OF URBAN ELECTRIC  
CARGO BIKE SYSTEM IN SHIPMENT DISTRIBUTION..... 31

**Vladimir Simić, Aleksandar Čupić, Branka Dimitrijević:**

SE-CoCoSo PRISTUP ZA REŠAVANJE  
PROBLEMA IZBORA TEHNIČKOG SISTEMA  
ZA AUTOMATSKU PRERADU POŠTANSKIH PAKETA..... 41

**Nataša Tomić-Petrović, Ljubica Petrović:**

PRUŽANJE KVALITETNE POŠTANSKE  
USLUGE U USLOVIMA PANDEMIJE COVID - 19..... 53

<b>Marko Miljković, Jelica Petrović-Vujačić:</b>	
UTICAJ 5G NA GLOBALNU EKONOMIJU.....	59

<b>Marijana Petrović:</b>	
INFORMACIONO-KOMUNIKACIONE TEHNOLOGIJE KAO PODRŠKA ADAPTACIJI NA KLIMATSKE PROMENE.....	67

## ***POŠTANSKI SAOBRAĆAJ, MREŽE I SERVISI***

<b>Goran Paunović:</b>	
UTICAJ COVID-19 PANDEMIJE NA POŠTANSKI SEKTOR - ERGP ANALIZA.....	79

<b>Nikola Trubint, Slaviša Dumnić, Đordije Dupljanin, Milena Ninović:</b>	
OTVARANJE SVETSKOG POŠTANSKOG SAVEZA ZA SVE ZAINTERESOVANE STRANE.....	91

<b>Bojan Jovanović, Nataša Čačić, Marjan Osvald:</b>	
POKRETAČI PROMENA U POŠTANSKOM SEKTORU.....	97

<b>Dragana Šarac, Spasenija Ožegović, Momčilo Kujačić, Marija Unterberger:</b>	
ServSTAT METODOLOGIJA ZA PRIKUPLJANJE, OBRADU I PRIMENU STATISTIČKIH PODATAKA U POŠTAMA.....	105

<b>Katarina Mostarac, Zvonko Kavran, Estera Rakić, Filip Tonković:</b>	
PERFORMANCE INDICATORS OF THE NEW SORTING CENTER.....	115

<b>Dragan Lazarević, Momčilo Dobrodolac, Bojan Stanivuković:</b>	
ANALIZA UTICAJA USLUGE PRENOSA EKSPRES POŠILJAKA SA UNAPREĐENOM VREMENSKOM DOSTUPNOŠĆU NA EMISIJU CO2.....	121

**Jelena Milutinović, Đorđe Popović:**

INOVATIVNI MODELI POSLOVANJA U FUNKCIJI ODRŽIVOG RAZVOJA U POŠTANSKOM SEKTORU.....	131
---	-----

**Mladenka Blagojević, Dejan Marković:**

STANJE TRŽIŠTA POŠTANSKIH USLUGA SA ASPEKTA POSLEDICA LIBERALIZACIJE.....	141
--	-----

***TELEKOMUNIKACIONI SAOBRAĆAJ, MREŽE I SERVISI***

**Slavica V. Boštjančič Rakas, Mirjana D. Stojanović, Jasna D. Marković-Petrović:**

INTERNET ENERGIJE: KONCEPT, ARHITEKTURA I PERSPEKTIVE PRIMENE.....	155
---	-----

**Goran Marković, Suzana Miladić-Tešić:**

ANALIZA IoV UMREŽAVANJA U URBANIM SREDINAMA.....	165
--	-----

**Branka Mikavica, Aleksandra Kostić-Ljubisavljević:**

MOGUĆNOSTI PRIMENE BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJE ZA UNAPREĐENJE POUZDANOSTI U VANET-u.....	175
--	-----

**Valentina Radojičić, Slobodan Mitrović:**

DINAMIČKO PROGNOZIRANJE MREŽNIH SERVISA.....	185
--	-----

**Snežana Mladenović, Ana Uzelac, Stefan Zdravković, Ivana Andrijanić:**

PREDIKCIJA BAZIRANA NA MAŠINSKOM UČENJU I SENZORSKIM PODACIMA.....	195
---	-----

**Dragan Peraković, Marko Periša, Ivan Cvitić, Petra Zorić:**

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES FOR THE SOCIETY 5.0 ENVIRONMENT.....	203
--	-----

<b>Vesna Radonjić Đogatović, Marko Đogatović:</b>	
MODELIRANJE I SIMULACIJA RAZLIČITIH SCENARIJA NAPLATE U IP MREŽAMA.....	213
<b>Andreja Samčović, Nikola Tošić, Dejan Drajić, Nenad Dumbelović:</b>	
STATISTIČKA I MULTIMEDIJALNA ANALIZA RADARSKE SLIKE U PRISUSTVU LED ŠUMA.....	223
<b>Marija Malnar, Nenad Jevtić, Pavle Bugarčić:</b>	
UNAPREĐENJE MODELA PROPAGACIJE U ZATVORENOM PROSTORU ZA NS-3 SIMULATOR.....	231
<b>Sladana Janković, Dušan Mladenović:</b>	
PRIMENE SOFTVERSKIH ALATA U BIG DATA ANALIZI SENZORSKIH PODATAKA U SAOBRAĆAJU.....	239
<b>Indeks autora.....</b>	<b>249</b>

**MENADŽMENT PROCESA  
U POŠTANSKOM I  
TELEKOMUNIKACIONOM  
SAOBRAĆAJU**





## PRILOG ISTRAŽIVANJU TRENDOVA NA GLOBALNOM TRŽIŠTU E-TRGOVINE

Vladeta Petrović<sup>1</sup>, Biljana Stojanović-Višić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Visoka škola strukovnih studija za informacione i komunikacione tehnologije,  
Univerzitet u Beogradu, vladeta.petrovic@ict.edu.rs,

<sup>2</sup>Fakultet za inženjerski menadžment,  
Univerzitet “Union – Nikola Tesla“, biljana.svisic@fim.rs

**Rezime:** *Istraživanje obima e-trgovine iz 2016. godine, sprovedeno u 26 zemalja, otkrilo je da su Amazon, eBay i Alibaba činili 65% svih prekograničnih kupovina. Takođe su postojale značajne razlike po zemljama, što ukazuje da je globalno tržište e-trgovine diverzifikovano. Međutim, kako Amazon, eBay i Alibaba šire svoj domet na nova tržišta, globalni pejzaž e-trgovine može postati konsolidovaniji u narednim godinama. Kada pogledamo Južnu i Istočnu Aziju, region u kome e-trgovina beleži najbrži rast, lavovski udeo u e-trgovini poseduju domaći igrači kao što su Alibaba i JD.com u Kini, i Flipkart u Indiji. Iako Amazon i eBay nisu uspeli da uđu na tržište e-trgovine u Kini, uspeli su da uspostave značajno uporište na indijskom tržištu koje se još uvek razvija. Za mnoga manja tržišta u regionu (npr. Tajland, Singapur i Vijetnam) dominantna platforma za e-trgovinu je Lazada u vlasništvu Alibabe. Kako svakodnevno nastaju nove tehnološke kompanije i digitalne platforme kao odgovor na povećane potrebe naručivanja robe i usluga putem interneta, nameće se pitanje ima li određenih pravila u ovim izuzetno značajnim promenama.*

**Ključne reči:** *platforma, e-trgovina, diverzifikacija, trendovi*

### 1. Uvod

U 2020. godini globalno tržište e-trgovine se menja. Promena kupovne moći iz SAD-a i Evrope prelazi u Kinu i Jugoistočnu Aziju. Svi relevantni podaci o e-trgovini, uključujući veličinu tržišta i predviđanja za narednih pet godina nam govore da se događa epohalna promena koja dotiče sve zemlje.

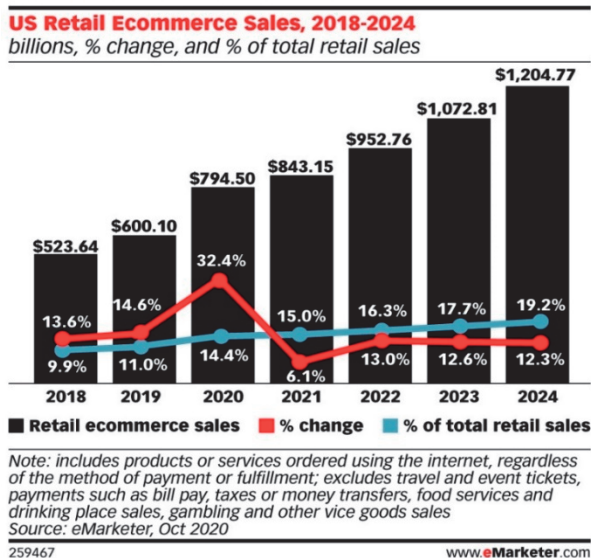
U radu prikazujemo pregled stanja na globalnom tržištu e-trgovine kakvo je danas, kao i prognozu za naredni period. Pored svih relevantnih tržišnih brojki kao što su ukupni i prosečni prihodi i brojevi korisnika za godine od 2019. do 2024. godine, dajemo uvid u trenutne trendove, ključne igrače i važne pozadinske informacije na globalnom tržištu e-trgovine. Prikazujemo demografske podatke korisnika, odabrane ključne pokretače tržišta, stavove o kupovini na mreži, prekogranične akcije i vrste plaćanja koje korisnici e-trgovine koriste. I na kraju rada sublimiramo uočene trendove i ističemo njihovu važnost za buduće poslovanje, kako u svetu tako i u Republici Srbiji.

## 2. Globalno tržište e-trgovine

Sada, kada posmatramo predeo e-trgovine, vidimo relativno zrelo globalno tržište sa etabliranim igračima i jasnim setom pravila. Ali ovaj utisak može zavarati, jer digitalna transformacija još uvek nije gotova i teško da će se ikada zaustaviti, vođena protokom inovacija iz brojnih novoosnovanih preduzeća i sve većim novčanim prilivom iz azijskih ekonomija koje se brzo razvijaju. Uprkos usporavanju kineske ekonomije, započela je promena kupovne moći sa SAD-a i Evrope na Kinu i Jugoistočnu Aziju, podstaknuta sve većim brojem potrošača (odnosno kupaca) koji su pristupili e-trgovini usled sve veće kupovne moći i prodora interneta, posebno na mobilnim uređajima [1].

Upoređujući tri glavna tržišta e-trgovine na globalnom nivou: Kinu, Evropu i SAD, možemo videti da je Kina bila najveće tržište e-trgovine u 2019. godini [2], i ostaće po predviđanjima na čelu do 2024. godine.

Pandemija je ove godine ubrzala rast e-trgovine u SAD-u, te je prodaja putem Interneta dostigla nivo koji se ranije nije očekivao do 2022. godine. Američka prodaja putem e-trgovine dostići će ove godine 794,50 milijardi dolara, što je 32,4% više u odnosu na prošlu godinu. To je mnogo viša stopa rasta od 18,0% predviđenih u posmatranoj K2 prognozi, jer potrošači i dalje izbegavaju prodavnice i odlučuju se za onlajn kupovinu usred pandemije. Ubrzanje e-trgovine na načine koji se prošlog proleća nisu činili mogućim, s obzirom na razmere ekonomske krize, ogleda se u tome da su veći deo pomaka vodile ključne kategorije poput namirnica, dok je iznenađujuća snaga postojala u diskrecionim kategorijama poput potrošačke elektronike i kućnog nameštaja koje su imale koristi od pandemijskih potreba života. Prodaja putem e-trgovine dostići će 14,4% ukupne američke maloprodaje ove godine, i 19,2% do 2024. godine (Slika 1).



Slika 1. Prodaja putem e-trgovine u SAD, 2018-2024 [3]

### 2.1. Najboljih 10 igrača na globalnom tržištu e-trgovine

Iako se celokupna pita e-trgovine širi brže nego što se očekivalo, povećaće se i udela 10 najboljih igrača na globalnom tržištu e-trgovine. Oni će dodatno proširiti svoj jaz

tako što će ove godine predstavljati 63,3% ukupne globalne prodaje na mreži. Među najznačajnijim od 10 najboljih igrača e-trgovine na globalnom tržištu treba istaći da (Slika 2):

- Udeo Amazon-a će porasti na 39,0% u 2020. godini, uprkos tome što je i do sada bio najveći igrač;
- Udeo Walmart-a će dostići 5,8%; Walmart je ove godine pomerio eBay sa mesta drugog igrača e-trgovine na treće mesto;
- Best Buy (rast od 105,5%) i Target (rast od 103,5%) će prodaju putem e-trgovine više nego udvostručiti u 2020. godini, dobrim delom zahvaljujući popularnosti njihovih ponuda;
- The Kroger Co. stavlja Costco Wholesale na deseto mesto po prodaji putem e-trgovine ove godine, čak iako Costco Wholesale razvija svoje poslovanje na mreži.

### **US Top 10 Retailers, Ranked by Retail Ecommerce Sales, 2020**

*billions, % change, and % of total retail ecommerce sales*

	<b>Retail ecommerce sales</b>	<b>% change</b>	<b>% of total retail ecommerce sales</b>
1. Amazon	\$309.58	39.1%	39.0%
2. Walmart	\$46.20	65.4%	5.8%
3. eBay	\$38.80	26.2%	4.9%
4. Apple	\$27.51	32.3%	3.5%
5. The Home Depot	\$16.71	71.2%	2.1%
6. Best Buy	\$15.70	105.5%	2.0%
7. Target	\$13.82	103.5%	1.7%
8. Wayfair	\$11.66	51.0%	1.5%
9. The Kroger Co.	\$11.28	79.2%	1.4%
10. Costco Wholesale	\$11.18	60.3%	1.4%

*Note: represents the gross value of products or services sold via the internet (browser or app), regardless of the method of payment or fulfillment; excludes travel and event tickets*

*Source: eMarketer, Oct 2020*

259403

www.eMarketer.com

*Slika 2. Najboljih 10 igrača e-trgovine u SAD, 2020 [3]*

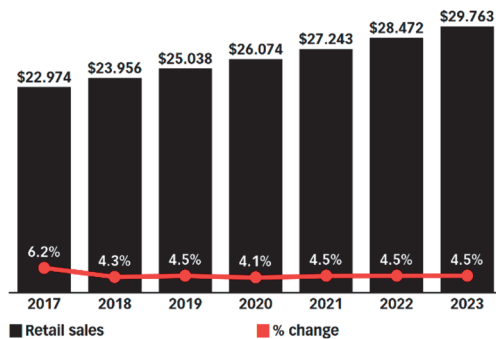
## **2.2. Prognoza razvoja globalnog tržišta e-trgovine**

Procenjuje se da će globalno tržište maloprodaje dostići 26,074 biliona dolara u 2020. godini, i rast od 4,1%, što je blago smanjenje rasta u odnosu na prethodnu godinu (Slika 3). Istovremeno, to predstavlja značajan pad u odnosu na pet godina pre toga, kada je globalna maloprodaja rasla između 5,7% i 7,5% svake godine.

Ovo usporavanje maloprodaje na globalnom tržištu e-trgovine tokom poslednje tri godine odražava rastuću ekonomsku nesigurnost i prigušujuće ekonomsko okruženje u mnogim krajevima sveta. Kineska ekonomija, koja je u velikom porastu tokom protekle decenije napredovala, znatno je opala u rastu BDP-a. Rast BDP-a u Evropi takođe je zastao na nekoliko frontova, a čini se da čak i vruća američka potrošačka ekonomija ima svoje najbolje dane u retrovizoru.

### Total Retail Sales Worldwide, 2017-2023

trillions and % change



Note: excludes travel and event tickets, payments such as bill pay, taxes or money transfers, food services and drinking place sales, gambling and other vice good sales

Source: eMarketer, May 2019

T10306

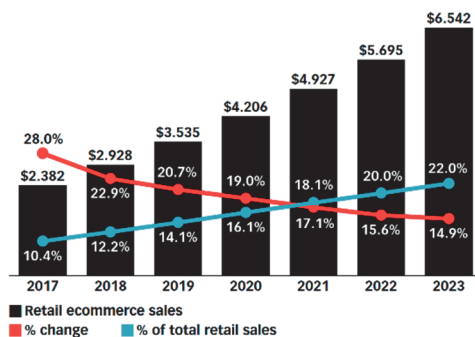
www.eMarketer.com

Slika 3. Globalno maloprodajno tržište, 2017-2023 [4]

Uprkos očigledno jakoj stopi rasta u prethodnom periodu, očekuje se da će globalna e-trgovina 2020. godine doživjeti pad u odnosu na prethodne tri godine kada je imala stopu rasta od 28,0% u 2017. godini, 22,9% u 2018. godini, i 20,7% u 2019. godini (Slika 4).

### Retail Ecommerce Sales Worldwide, 2017-2023

trillions, % change and % of total retail sales



Note: includes products or services ordered using the internet via any device, regardless of the method of payment or fulfillment; excludes travel and event tickets, payments such as bill pay, taxes or money transfers, food services and drinking place sales, gambling and other vice good sales

Source: eMarketer, May 2019

T10305

www.eMarketer.com

Slika 4. Globalno tržište e-trgovine, 2017-2023 [4]

Prognozira se da će u 2020. godini globalna e-trgovina ostvariti stopu rasta od 19,0% na 4,206 biliona dolara, dok se u 2021. godini očekuje da će iznositi približno 5 biliona dolara, iako će stope rasta pasti ispod 20% u naredne tri godine počev od 2020. godine (Slika 4).

Čak i sa zahlađenjem kineske prethodno vruće potrošačke ekonomije, Azijsko-Pacifički region će i dalje voditi u rastu globalne e-trgovine u 2020. godini. Očekuje se da će region zabeležiti rast od 25,0% na 2,271 biliona dolara, što će predstavljati 64,3% globalne e-trgovine. Latinska Amerika i Bliski Istok/Afrika iskusice identične međugodišnje stope rasta od

21,3%, malo nadmašujući globalni prosek, dok će Severna Amerika (rast od 14,5%) i Zapadna Evropa (rast od 10,2%) zaostati [4].

Takođe treba naglasiti da šest od 10 najbrže rastućih zemalja na globalnom tržištu e-trgovine u 2019. godini potiču iz Azijsko-Pacifičkog regiona, predvođenih Indijom i Filipinima sa rastom većim od 30%, a zatim dolaze Kina, Malezija, Indonezija i Južna Koreja. I zreliji regioni za e-trgovinu poput Severne Amerike (Kanada, sa rastom od 21,1%) i Evrope (Rusija, sa rastom od 18,7%) uspeali su da se pozicioniraju i zauzeli su mesta među ovih 10 zemalja [4].

### 2.3. Najboljih 10 zemalja na globalnom tržištu e-trgovine

2019. godine najveće tržište e-trgovine bila je Kina, sa 1.934,78 milijardi dolara prodaje putem e-trgovine, odnosno više nego tri puta veće od tržišta SAD-a na drugom mestu sa 586,92 milijarde dolara (Slika 5). Teško je to razumeti, ali Kina je tek nedavno prvi put nadmašila SAD u prodaji putem e-trgovine 2013. godine. Kina samostalno predstavlja 54,7% globalnog tržišta e-trgovine, što je gotovo dvostruko više od udela u narednih pet zemalja zajedno [4].

<b>Top 10 Countries, Ranked by Retail Ecommerce Sales, 2018 &amp; 2019</b>			
<i>billions and % change</i>			
	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>% change</b>
1. China*	\$1,520.10	\$1,934.78	27.3%
2. US	\$514.84	\$586.92	14.0%
3. UK	\$127.98	\$141.93	10.9%
4. Japan	\$110.96	\$115.40	4.0%
5. South Korea	\$87.60	\$103.48	18.1%
6. Germany	\$75.93	\$81.85	7.8%
7. France	\$62.27	\$69.43	11.5%
8. Canada	\$41.12	\$49.80	21.1%
9. India	\$34.91	\$46.05	31.9%
10. Russia	\$22.68	\$26.92	18.7%

*Note: includes products or services ordered using the internet via any device, regardless of the method of payment or fulfillment; excludes travel and event tickets, payments such as bill pay, taxes or money transfers, food services and drinking place sales, gambling and other vice good sales; \*excludes Hong Kong*

Source: eMarketer, May 2019

T10308 www.eMarketer.com

Slika 5. Najboljih 10 zemalja na globalnom tržištu e-trgovine, 2018 & 2019 [4]

Zapadna Evropa poseduje tri od šest najboljih tržišta e-trgovine, predvođena Velikom Britanijom (141,93 milijarde dolara), Nemačkom (81,85 milijardi dolara) i Francuskom (69,43 milijarde dolara), ali kao zrelija tržišta, svako raste po stopi međugodišnje znatno ispod globalne stope rasta e-trgovine (Slika 5).

Ovo je u suprotnosti sa relativno naprednim kanadskim tržištem e-trgovine, koje beleži snažnu stopu rasta od 21,1% u 2019. godini na 49,80 milijardi dolara (Slika 5). Uprkos ukupnoj digitalnoj zrelosti Kanade, e-trgovina zaostaje na tržištu zbog logističke neefikasnosti. Kanadsko geografski raseljeno stanovništvo od zapadnih do istočnih granica učinilo je izgradnju centara za distribuciju e-trgovine i mogućnosti isporuke skupljim.

Najbrže rastuće tržište e-trgovine među prvih 10 je Indija, koja beleži stopu rasta od 31,9% na 46,05 milijardi dolara u 2019. godini (Slika 5). Iako Indija predstavlja jednu od najvećih ekonomija na svetu, njeno tržište e-trgovine je relativno novonastalo, velikim delom zbog stanovništva sa nižim prihodima.

## 2.4. E-trgovina u Srbiji

Onlajn kupovina u Srbiji nesumnjivo raste, a oko 1,8 miliona građana u 2019. godini je na taj način kupovalo, te je e-trgovina zabeležila skok od 32,8% u odnosu na 2018. godinu. Prema podacima Zavoda za statistiku čak 63% kupljenih proizvoda putem interneta u 2019. godini su bili: sportski proizvodi i odeća, zatim dobra za domaćinstvo, nameštaj i igračke 37,9%, i smeštaj za odmor 25,3% [5].

Narodna banka Srbije je iznela podatak da je ukupna platna transakcija kupovine robe i usluga preko interneta u 2019. iznosila 12,3 milijardi dinara i ovo je značajan skok u odnosu na proterle godine [5].

Osim toga, razvoj e-trgovine u Srbiji omogućiće i nova pravila u okviru novog Zakona o trgovini koji uvodi pojam „elektronske prodavnice“ i „elektronske platforme“.

## 3. Budućnost e-trgovine - trendovi

Istraživanje obima e-trgovine sprovedeno u 26 zemalja još u 2016. godini, otkrilo je da su Amazon, eBay i Alibaba činili 65% svih prekograničnih kupovina [6]. Takođe su postojale značajne razlike po zemljama, što je ukazalo da je globalno tržište e-trgovine diverzifikovano. Međutim, kako Amazon, eBay i Alibaba šire svoj domet na nova tržišta, globalni pejzaž e-trgovine može postati konsolidovaniji u narednim godinama. Kada pogledamo Južnu i Istočnu Aziju, region u kome e-trgovina beleži najbrži rast, lavovski udeo u e-trgovini poseduju domaći igrači kao što su Alibaba i JD.com u Kini, i Flipkart u Indiji. Iako Amazon i eBay nisu uspeli da uđu na tržište e-trgovine u Kini, uspeli su da uspostave značajno uporište na indijskom tržištu koje se još uvek razvija. Za mnoga manja tržišta u regionu (npr. Tajland, Singapur i Vijetnam) dominantna platforma za e-trgovinu je Lazada u vlasništvu Alibabe [7]. Kako svakodnevno nastaju nove tehnološke kompanije i digitalne platforme kao odgovor na povećane potrebe naručivanja robe i usluga putem interneta, nameće se potreba praćenja globalnih trendova [8].

Već sada se mogu prepoznati nekoliko osnovnih trendova koji će pokrenuti nove ideje, prevazilaziti postojeće prepreke i pripremiti uspešnu budućnost e-trgovine u godinama koje dolaze:

- a) Budućnost stalnog uzlaznog trenda bez znakova opadanja. Ono što je još zanimljivije jeste da je globalna prodaja putem e-trgovine neprestano osvajala globalno maloprodajno tržište. Zapravo, do 2021. godine predstavljaje 17,5% ukupne globalne maloprodaje. Ako bolje razmislimo, taj deo je i dalje mali deo globalne maloprodaje. To znači više mogućnosti za rast u budućnosti. Da bi iskoristili ovaj trend e-trgovine, fizičke prodavnice moraju svoje poslovanje da prebace na mrežu, dok preduzeća na mreži moraju da pronađu nove načine za dalje podizanje svojih brendova na mreži;
- b) *Omnichannel* kupovina postaće sve rasprostranjenija. Kako se linije između fizičkog i digitalnog okruženja zamagljuju, više kanala će postati sve zastupljeniji na putu kupca do kupovine. U najjednostavnijem smislu, višekanalna kupovina znači dekodiranje šta, gde, kada, zašto i kako ljudi kupuju proizvode koji se prodaju na određenom kanalu;
- c) Kupovina putem društvenih medija je u porastu. Sve više ljudi kupuje na platformama društvenih medija. Poboljšanje prodajnih mogućnosti na platformama društvenih medija su više od pukog oglašavanja. Ljudi sada mogu povoljno i brzo da kupe proizvode na izabranoj platformi društvenih medija. Instagram, Twitter, Pinterest, Facebook i YouTube su među kanalima na društvenim mrežama koji su izbacili opciju klika na dugme „kupi“ i značajno poboljšali svoje karakteristike društvene prodaje;
- d) Središte e-trgovine premešta se sa zapadne na istočnu hemisferu. Predviđa se da će se udeo SAD-a u ukupnom globalnom tržištu e-trgovine smanjiti za čak 16,9% u 2020. godini. Jedan od glavnih pokretača smanjenja je porast globalizacije i poboljšanje

tehnologije i infrastrukture iz nezapadnih regiona. Ova promena e-trgovine znači da preduzeća moraju usvojiti međunarodni pristup kako bi se osigurala njihova globalna pristupačnost i pogodnost;

- e) Domaći kupci idu u prekograničnu kupovinu. Zanimljivo je da kupci sve više traže proizvode na mreži izvan matične zemlje. Zapravo, 57% onlajn kupaca je prijavilo da je u poslednjih šest meseci obavilo kupovinu preko interneta od inostranog prodavca. Prosečan procenat potrošača koji su obavili kupovinu u inostranstvu po kontinentima: 63,4% Evropa, 57,9% Azija-Pacifik, 55,5% Afrika, 54,6% Latinska Amerika i 45,5% Severna Amerika. Ovaj rastući trend e-trgovine povezan je sa prelaskom na globalno tržište;
- f) Predviđa se da će B2B e-trgovina u 2020. godini biti dva puta veća od B2C-a. Samo u SAD-u prodaja B2B e-trgovine dostići će 1.184 milijardi dolara do 2021. godine. Zbog prirode transakcije, B2B kupci obično moraju da prođu kroz različite korake, uključujući interakciju predstavnika prodaje, pregovore i odobrenja da bi mogli uspešno da izvrše kupovinu. Ukratko, B2B preduzeća za e-trgovinu moraju se prilagoditi transakciji gradeći naprednu funkcionalnost upravljanja kvotama, pregovaranje o cenama, lako naručivanje, upravljanje narudžbinama i inventarom za B2B tržište;
- g) Personalizacija e-trgovine će postati standard globalne e-trgovine. Štaviše, personalizacija je evoluirala u sofisticiraniju marketinšku strategiju. Sada se personalizacija e-trgovine odnosi na dinamično prikazivanje jedinstvenog i individualizovanog iskustva kupovine za kupca. Mogu se lako predložiti najrelevantniji proizvodi kao dodatne narudžbine na osnovu kupljenih proizvoda kupca pomoću alata za automatizaciju iz personalizovanih preporuka;
- h) Sa svojim mobilnim uređajima kupci sada mogu da pregledaju, istražuju i kupuju proizvode kad god i gde god žele. Ova rastuća sveprisutnost upotrebe mobilnih uređaja u e-trgovini nastala je zbog želje kupaca da izvrše svoju transakciju bez potrebe da prođe kroz radnu površinu. Kupcima je omogućena pogodnost kupovine na dohvat ruke;
- i) Glasovna trgovina je na pomolu. Najnoviji trend u svetu e-trgovine je uspon govorne tehnologije. Uvođenje glasovnih uređaja, poput Amazon Echo i Google Home, već je dovelo do novih načina na koji ljudi stupaju u interakciju sa brendovima putem glasovno aktiviranog pretraživanja na mreži. Kupci su ovo glasovno pretraživanje široko prihvatili, te je sada i glasovna trgovina u porastu. Glasovna trgovina je termin koji se koristi za opisivanje svake transakcije sa preduzećem do koje se dolazi korišćenjem glasovnog uređaja;
- j) Pojaviće se nove opcije plaćanja. Opcije plaćanja jedan su od osnovnih pokretača zašto će kupci forsirati transakciju. Bez dostupnog kanala plaćanja po svom izboru, oni neće kupovati u nekoj Internet prodavnici. Zbog toga, da bi preduzeća ostala konkurentna, treba obratiti pažnju na nove obrasce plaćanja koje zahtevaju potencijalni kupci. Trenutno preduzeća za e-trgovinu uveliko primenjuju digitalne novčanike, kao što su Google Pay, PayPal, Apple Pay ili Samsung Pay. Ove digitalne usluge omogućavaju ljudima kupovinu putem elektronskih transakcija, omogućavajući tako više kupovnog iskustva bez napora.

#### **4. Zaključak**

Budućnost je jasna. E-trgovina je svet koji se stalno širi. Sa jačanjem kupovne moći globalnih potrošača, širenjem korisnika društvenih medija i kontinuiranim napretkom infrastrukture i tehnologije, biće i rasta e-trgovine u narednim godinama.

Prikazivanje međunarodnih trendova rasta e-trgovine na globalnom tržištu treba da nam pomogne da se pripremimo za promene u narednim godinama i podignemo svoje poslovanje zasnovano na e-trgovini na što je moguće viši nivo.

Biće nekih trajnih uticaja pandemije koji će suštinski promeniti način na koji ljudi kupuju. Mnoge prodavnice, posebno robne kuće, moguće je da će se trajno zatvoriti. Očigledno je da će se ponašanje potrošača (odnosno kupaca) pri kupovini značajno promeniti. Mnogi potrošači koji su jednom kupili na mreži povećaću broj svojih novih kupovina, a učestalost tih kupovina imaće znatan uticaj na globalnu maloprodaju.

Očigledno je da su ovo opšti trendovi i da nijedna zemlja neće biti izuzeta iz ovih promena na globalnom tržištu e-trgovine.

## Literatura

- [1] International Post Corporation (2020). *IPC Annual Review 2019* [Online]. Available at: <file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/ipc-ar-2019.pdf>
- [2] International Post Corporation (2020). *Cross-border E-commerce Shopper Survey 2019* [Online]. Available at: <file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/IPC-Cross-border-E-commerce-Shopper-Survey-2019.pdf>
- [3] eMarketer (2020). *US Ecommerce Growth Jumps to More than 30%, Accelerating Online Shopping Shift by Nearly 2 Years* [Online]. Available at: <https://www.emarketer.com/content/us-ecommerce-growth-jumps-more-than-30-accelerating-online-shopping-shift-by-nearly-2-years>
- [4] eMarketer (2019). *Global Ecommerce 2019* [Online]. Available at: <https://www.emarketer.com/content/global-ecommerce-2019>
- [5] eKapija (2020). *U Srbiji 1,8 miliona građana kupuje onlajn, najviše odeću i sportske proizvode* [Online]. Available at: <https://www.ekapija.com/news/2740927/u-srbiji-18-miliona-gradjana-kupuje-onlajn-najvise-odecu-i-sportske-proizvode#>
- [6] International Post Corporation (2017). *Cross-border E-commerce Shopper Survey 2016* [Online]. Available at: <file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/ipc-cross-border-e-commerce-shopper-survey2017.pdf>
- [7] Nielsen Holdings plc (2019). *Future Opportunities in FMCG E-commerce: market drivers and five-year forecast* [Online]. Available at: <https://www.nielsen.com/wp-content/uploads/sites/3/2019/04/future-opportunities-in-fmcg-ecommerce-1.pdf>
- [8] International Post Corporation (2019). *Global Postal Industry Report 2019* [Online]. Available at: [file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/IPC\\_GPIR2019\\_key\\_findings.pdf](file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/IPC_GPIR2019_key_findings.pdf)

**Abstract:** *The 2016 cross-border e-commerce shopper survey, conducted in 26 countries, revealed that Amazon, eBay and Alibaba accounted for 65% of all cross-border purchases. There were also significant differences by country, indicating that the global e-commerce market is diversified. However, as Amazon, eBay and Alibaba expand their reach to new markets, the global e-commerce landscape may become more consolidated in the coming years. When we look at South and East Asia - the region where e-commerce has the fastest growth - the lion's share of e-commerce is owned by home-grown players such as Alibaba and JD.com in China and Flipkart in India. While Amazon and eBay failed to enter e-commerce market in China, they have managed to establish a significant footing in the still-developing Indian market. For many smaller markets in the region (e.g. Thailand, Singapore and Vietnam), the dominant e-commerce platform is the Alibaba-owned Lazada. As new technology companies and digital platforms emerge on a daily basis in response to the increased need to order goods and services online, the question arises as to whether there are certain rules in these extremely significant changes.*

**Keywords:** *platform, e-commerce, diversification, trends*

**CONTRIBUTION TO TREND RESEARCH  
IN THE GLOBAL E-COMMERCE MARKET**  
Vladeta Petrović, Biljana Stojanović-Višić



## CARINSKE PROCEDURE U ORGANIZACIJI MEĐUNARODNIH ROBNIH TOKOVA U E-TRGOVINI

Milan Andrejić

Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, odsek za Logistiku,  
m.andrejjic@sf.bg.ac.rs

**Rezime:** Tehnološki razvoj i globalizacija u velikoj meri su uticali na izmene tržišnog ambijenta. Za razliku od tradicionalne trgovine e-trgovina omogućava spajanje kupaca i prodavaca koji se nalaze na različitim krajevima sveta, pri čemu svaki od učesnika ostvaruje određene koristi. Kupci dobijaju robu po nižim cenama, a prodavci uvećavaju obim prodaje. Logistički provajderi najčešće predstavljaju jedine posrednike između prodavca i kupca i odgovorni su za sve aktivnosti i procese pri isporuci. Od velikog broja procesa i aktivnosti jedan od najkritičnijih, sa aspekta vremena i troškova je carinjenje. U ovom radu detaljnije su opisane carinske procedure sa ciljem identifikacije svih potencijalnih prepreka, kao i definisanja preventivnih i korektivnih mera. Između ostalog ispitani su i zahtevi korisnika u pogledu isporuke proizvoda u e-trgovini. U radu je postavljena odlična osnova za donošenje odluka kako krajnjih korisnika tako i kompanija odgovornih za realizaciju isporuke.

**Ključne reči:** carinjenje, e-trgovina, ekspresne pošiljke, isporuka, logistički provajderi

### 1. Uvod

Globalizacija tržišta i sve strožiji zahtevi korisnika utiču na zahteve za realizacijom logističkih usluga. Pojava e-trgovine dovela do je modifikovanja tradicionalnih lanaca snabdevanja. Brzina razmene informacija u e-trgovini dovodi do skraćivanja vremena isporuke proizvoda. Kupci današnjice žele da što pre dobiju proizvod koji je naručen i neretko su spremni da zbog toga snose dodatne troškove. Iz pomenutih razloga logistički provajderi moraju realizovati proces isporuke uz poštovanje zahtevanih vremenskih okvira i brzine isporuke [1]. Sa druge strane sve te aktivnosti moraju biti realizovane uz minimalne troškove. Brojni su rizici i prepreke koje utiču na realizaciju ovih aktivnosti. U zavisnosti od prostorne udaljenosti dominantne su isporuke vazдушnim transportom uz odgovarajuću upotrebu drumskog transporta u cilju povezivanja sa početnim i krajnjim mestom isporuke. Jedan od najkritičnijih procesa kako sa vremenskog aspekta tako i sa aspekta dodatnih troškova jeste proces carinjenja. Iz tog razloga u ovom radu detaljnije su opisane i istražene carinske procedure koje se najčešće primenjuju u praksi. Detaljno razumevanje procesa carinjenja kao i svih aktivnosti koje se u njemu realizuju osnovni je preduslov upravljanja isporukom pošiljki sa ograničenim vremenom isporuke u međunarodnoj trgovini ([2], [3] i [4]). Pored navedenog, cilj ovog rada je i

ispitivanje zahteva i potreba korisnika sa aspekta isporuke. Dobijeni rezultati korisni su kako korisnicima tako i nosiocima logističkih usluga i predstavljaju osnovu za donošenje odluka pri definisanju korektivnih i preventivnih mera.

Rad je organizovan na sledeći način. Nakon uvodnih napomena u drugom poglavlju detaljnije je opisan razmatrani problem. Ukratko su objašnjeni osnovni koraci u međunarodnoj e-trgovini, kao i glavni faktori i parametri značajni za proces isporuke. U trećem poglavlju detaljno su objašnjene najčešće korišćene carinske procedure u međunarodnim tokovima ekspresnih pošiljki. Četvrto poglavlje opisuje carinjenje robe i obračun dažbina u uvoznim robnim tokovima iz Kine. U petom poglavlju opisani su rezultati istraživanja zahteva korisnika za logističkim uslugama u e-trgovini u Srbiji. Na samom kraju radu izneta su zaključna razmatranja, kao i pravci budućih istraživanja.

## 2. Opis problema

E-trgovina dovela je do povećanih zahteva kada je u pitanju logistika. Kako bi se u potpunosti razumeo problem neophodno je detaljno sagledati proces kupovine i isporuke u e-trgovini. Kupac na internet platformama (poput Alibabe, Aliexpressa i drugih) **pronalazi trgovca** (prodavca) od koga želi da kupi određeni artikal. Naredni korak je uspostavljanje kontakta sa prodavcem. Nakon toga kupac **poručuje robu**, popunjava narudžbenu, pri čemu je posebno važno da kupac prihvati odabrane uslove plaćanja. S obzirom da se zakonska regulativa razlikuje od zemlje do zemlje, najbolji način da se otklone sumnje i eventualne komplikacije je konsultovanje sa nekom od špediterskih kompanija. Sledeći u nizu koraka jeste **komisioniranje i pakovanje** proizvoda koje se najčešće realizuje u skladištu prodavca ili u odgovarajućem DC. Nakon **izvoznog carinjenja** roba se otprema u transportna sredstva i **transportuje**. Kako je najčešće reč o ekspresnom prevozu roba se otprema vazdušnim transportom. U slučaju da vreme isporuke nije od presudnog značaja otprema se vrši pomorskim transportom. U Evropi postoji više distributivnih centara u koje se najpre roba dostavlja, a zatim iz distributivnog centra šalje finalnim potrošačima, odnosno kupcima. U zemlji uvoznika sprovode se **uvozne carinske procedure** u skladu sa važećim pravilima i zakonom. Nakon toga roba se isporučuje krajnjem korisniku [5].

**Cena i vreme** isporuke vrlo su važni faktori u e-trgovini. Veliki broj platformi na kojima se odvija e-trgovina nude mogućnost samostalnog izbora transporta od strane potrošača. Besplatna isporuka u najvećem broju slučajeva znači i duže vreme čekanja. Brojni su razlozi koji mogu dovesti do kašnjenja isporuke, poput: izuzetno velikog broja narudžbina, pakovanja, transporta, carinjenja robe, kašnjenja kurira i odsustvo kupca u momentu isporuke na naznačenoj adresi. Takođe, postoji mogućnost i da se u nekoj od pomenutih faza proizvod izgubi. Pravo na **reklamaciju** jedno je od osnovnih prava kupca. Ukoliko korisnik donese odluku da vrati robu prodavcu, on započinje **povraćaj robe**. Sam proces povrata robe može biti veoma kompleksan. U ovom procesu generišu se dodatni logistički troškovi.

Kašnjenje isporuke predstavlja jedan od glavnih problema prilikom realizacije isporuka proizvoda. Problemi u procesu carinjenja predstavljaju jedan od najčešćih razloga zastoja u isporuci. Pri izvoznom carinjenju mogu biti sledeći problemi: netačan HS kod (ovaj kod koristi se kako bi proizvođači povratili porez na robu koju izvoze), kršenje prava intelektualne svojine i nepotpuna i netačna propratna dokumentacija. U uvoznom carinjenju postoje brojni razlozi koji mogu prouzrokovati kašnjenje pri isporuci.

Nepotpuna i netačna dokumentacija kao i lažno prikazana vrednost najčešći su razlozi nastanka problema u procesu isporuke proizvoda. Na osnovu svega navedenog može se zaključiti da je u procesu isporuke proizvoda kupljenih putem e-trgovine najkritičnija faza carinjenje robe. Iz toga razloga u ovom radu detaljno su analizirane carinske procedure, a sve u cilju boljeg razumevanja i identifikacije kritičnih aktivnosti.

### 3. Carinske procedure u tokovima ekspresnih pošiljki

Kao što je već napomenuto carinjenje predstavlja najkritičniju fazu u organizaciji kako za logističke provajdere, tako i za same korisnike. Ukupno vreme isporuke, kao i troškovi u velikoj meri zavise od ove faze. U nastavku su detaljnije objašnjeni carinski postupci pri organizaciji uvoznih i izvoznih robnih tokova ekspresnih pošiljki, koji se najčešće pojavljuju u praksi.

#### 3.1 Sprovođenje pojednostavljenog postupka sa ekspresnim pošiljkama

Odbredbama o carinski dozvoljenom postupanju sa robom, propisano je da su ekspresne pošiljke poštanske pošiljke koje pripadaju uslugama dodatne vrednosti (kurirske, ekspresne, ubrzane i sl.) [6]. Carinski organ može na zahtev pravnog lica (koje se bavi ekspresnim prenosom i uručenjem poštanskih pošiljki) odobriti poseban postupak za deklarisanje pomenutih pošiljki. Ovo lice mora ispunjavati definisane uslove da bi moglo realizovati ovakav postupak. U proceduri pojednostavljenog postupka sa ekspresnim pošiljkama može se dozvoliti da neka od trgovinskih ili službenih isprava uz zahtev za stavljanje robe u carinski postupak zameni deklaraciju [7]. U tom slučaju pošiljke se prijavljuju carinskom organu konsolidovanim (zbirnim) manifestom prispelih pošiljaka koji predstavlja pojednostavljenu deklaraciju i koji se može podneti carinskom organu elektronskom razmenom podataka. Prilikom popunjavanja manifesta razlikuju se četiri grupe pošiljki:

- **I grupa:** pošiljke koje sadrže predmete koje služe ličnim potrebama (lični prtljag); pošiljke male vrednosti koje besplatno primaju domaći i strani državljani od fizičkih lica iz inostranstva, pod uslovom da te pošiljke nisu komercijalne prirode; pošiljke male vrednosti, nekomercijalne prirode na koje se ne plaćaju uvozne dažbine;
- **II grupa:** pošiljke koje sadrže reklamni materijal i uzorke koji se besplatno primaju iz inostranstva, na koje se ne plaćaju dažbine;
- **III grupa:** pošiljke za koje može nastati carinski dug, a koje ne podležu merama trgovinske politike;
- **IV grupa:** pošiljke koje sadrže robu koja podleže merama trgovinske politike ili robu koja se privremeno uvozi [6].

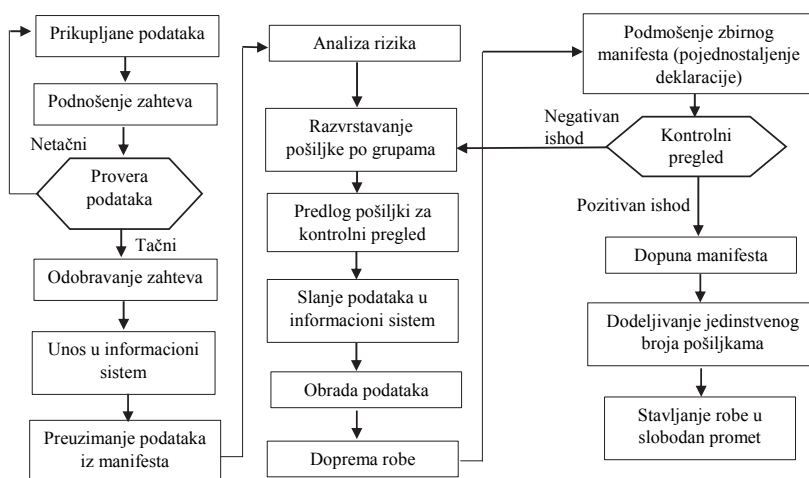
Zahtev za sprovođenje pojednostavljenog carinskog postupka podnosi se nadležnoj carinarnici u propisanoj formi. Istim zahtevom podnosilac će od carinskog organa tražiti odobravanje odloženog plaćanja carinskog duga. Obaveza podnosioca zahteva je da uz zahtev priloži i odgovarajuću garanciju, kao oblik obezbeđenja za plaćanje carinskog duga [6]. Nakon toga carinarnica proverava da li su navedeni svi potrebni podaci kao i da li su ispunjeni svi potrebni uslovi. Carinarnica odluku o zahtevu donosi u skladu sa Zakonom o opštem upravnom postupku. Carinarnica unosi odobrenje u informacioni

sistem i dostavlja ga podnosiocu zahteva. Postupak podnošenja zahteva i izdavanja odobrenja prikazan je na slici 1.

Pre samog unošenja robe u carinsko područje neophodno je da operator ekspresnih pošiljki preuzme sve podatke za robu navedene u manifestu i razvrsta pošiljke po grupama na osnovu sopstvenog modela analize rizika. U informacioni sistem uprave carina on unosi sledeće podatke: broj odobrenja, tip manifesta, identifikacioni broj pošiljke, zemlja pošiljaoca, zemlja otpreme, zemlja porekla, naziv primaoca, PIB primaoca, JMBG primaoca, trgovački opis robe, tarifnu oznaku, broj fakture, vrednost robe u valuti iz fakture koja prati robu, vrednost robe u dinarima, broj koleta, bruto masa, predlog grupe carinjenja, predlog za kontrolu Upravi carina, datum, broj prevozne isprave, identitet prevoznog sredstva i vrsta prevoznog sredstva [6]. Manifest se potpisuje elektronskim sertifikatom i šalje nadležnoj carinarnici. Nakon toga carinarnica vrši obradu podataka iz manifesta i procenjuje rizike za svaku pošiljku.

Za pošiljke koje su određene kao ekspresne konsolidovani (zbirni) manifest prispelih pošiljaka predstavlja pojednostavljenu deklaraciju. Pošiljke koje je carinarnica odredila za kontrolu fizički se odvajaju. Pošiljke koje nisu bile izdvojene za pregled odmah po prispeću dobijaju svoj jedinstven broj, dok one koje prolaze kroz proces kontrole broj dobijaju nakon okončanog postupka. [6]. Nalazi o izvršenim pregledima takođe se unose u informacioni sistem uprave carina.

U postupku carinjenja osim JCI (jedinственe carinske isprave) neophodno je dostaviti i svu prateću dokumentaciju navedenu u rubrici 44. Za pošiljke iz grupe IV sprovodi se redovan carinski postupak podnošenjem deklaracije sa svim propisanim ispravama. U slučaju da se u postupku kontrole i pregleda ustanovi da pošiljka ne pripada prijavljenoj grupi ta pošiljka se svrstava u grupu IV i sprovodi se redovan postupak. U slučaju da je za pošiljke potrebno pribaviti saglasnost, uverenje ili dozvolu roba se stavlja u slobodan promet tek po pribavljanju istih. Postupak pre i nakon unošenja robe u carinsko područje dat je na slici 1.

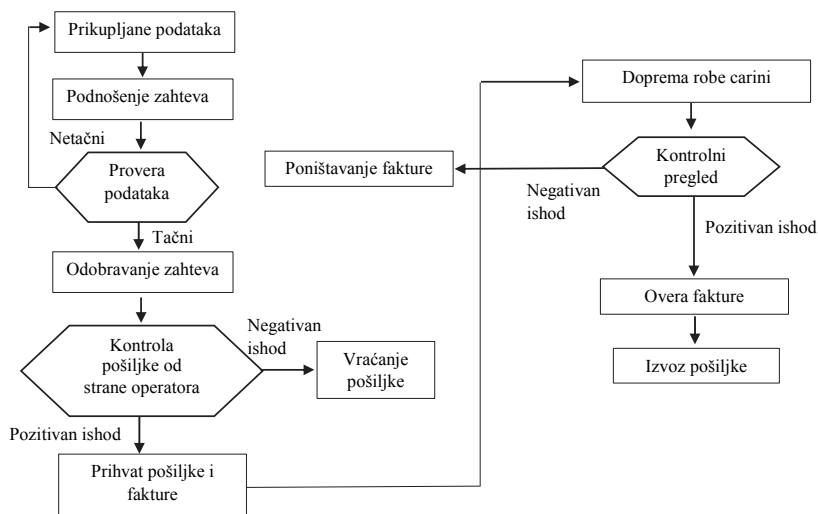


Slika 1. Algoritam pojednostavljenog postupka sa ekspresnim pošiljkama

### 3.2 Izvoz ekspresnih pošiljaka manjeg ekonomskog značaja

Osim uvoznih robnih tokova koji su znatno intenzivniji važno je objasniti i proceduru izvoza ekspresnih pošiljki manjeg ekonomskog značaja. Operatorima ekspresnih pošiljki može se odobriti usmeno deklarisanje ekspresnih pošiljki manjeg ekonomskog značaja. Pošiljke koje su definisane kao poštanske pošiljke i koje pripadaju uslugama dodatne vrednosti (kurirske, ekspresne, ubrzane i slično). Ovakve pošiljke se mogu otpremiti ukoliko iznos u fakturi ne prelazi 1000e [8].

Zahtev za dobijanje odobrenja podnosi se nadležnoj carinarnici. Nakon primljenog zahteva vrši se provera ispunjenosti uslova. Operator prima ekspresne pošiljke i tom prilikom dužan je da izvrši kontrolu sadržaja pošiljke, odnosno da utvrdi da pošiljka odgovara propisanim uslovima. Nakon pozitivnog ishoda procesa kontrole operator prihvata pošiljku i fakturu koja tu pošiljku prati u četiri originalna primeraka. Trenutak prihvatanja pošiljki od strane operatora smatra se trenutkom prijavljivanja carinskom organu. Potvrda prijema pošiljke od strane operatora vrši se na taj način što pošiljalac zadržava jedan primerak originala tovarnog lista sa jedinstvenim identifikacionim brojem nakon predaje operatoru. Nakon toga operator doprema navedene pošiljke nadležnoj carinarnici. Faktura koja prati robu mora između ostalog sadržati i sledeće podatke: broj fakture, datum izdavanja i mesto, pun naziv, adresu i PIB pošiljaoca robe, pun naziv, adresu i zemlju primaoca robe, trgovački naziv robe, bruto težinu robe, broj paleta/paketa i slično, vrednost robe, paritet isporuke robe, pečat i potpis pošiljaoca robe [8]. Dijagram aktivnosti prikazan je na slici 2.



Slika 2. Algoritam postupka izvoza ekspresnih pošiljki manjeg ekonomskog značaja

Carinici su dužni da prate informacije i na osnovu kriterijuma upravljanja rizikom donose odluke o eventualnim pregledima. Te pošiljke operator mora učiniti dostupnim carinskim organima za pregled. Dalja otprema se može nastaviti samo u slučaju pozitivnog ishoda pregleda. Carinski službenik koji je vršio pregled, na fakturi koja prati tu pošiljku

staviće zabeležku „*Pošiljka pregledana*“ i overiti je. Ukoliko se pregledom pošiljke ustanovi nepravilnost, na primer razlika u količini, vrsti ili vrednosti robe od one koja je navedena u fakturi, kao i ostala neslaganja zbog kojih ne može da se sprovede navedeni postupak, izvršiće se poništavanje obrasca fakture za predmetnu pošiljku. Operator je odgovoran za sve ostale aktivnosti i radnje koje se pojavljuju do trenutka otpreme. Carinski službenik zavodi u kontrolnik sve primerke faktura i vrši njihovu overu. Jedan primerak overene fakture zajedno sa ostalom pretećom dokumentacijom nadležna carinarnica zadržava za sebe. Ostale primerke preuzima operator čija je obaveza da jedan od tih primeraka overene fakture dostavi izvozniku, koja mu služi kao dokaz o odobrenom i izvršenom izvozu pre svega radi oslobađanja od poreskih dažbina. Posebnu kategoriju čine ekspresne pošiljke koje su otpremljene uz upotrebu fakture, a vraćaju se iz inostranstva kao neuručene. Za njih se sprovodi redovan postupak kao u slučaju otpremanja sa izvoznom carinskom deklaracijom. Obaveza izvoznika u tom slučaju je da dokaže da je prethodno bio odobren izvoz te pošiljke na osnovu overene fakture kako bi bio oslobođen uvoznih dažbina.

#### **4. Carinjenje robe i obračun dažbina u uvoznim robnim tokovima iz Kine**

Kada se govori o uvozu pošiljki e-trgovine dominantni su tokovi iz Kine. Posredstvom globalnih operatora proizvodi najpoznatijih e-trgovaca iz ove zemlje dopremaju se u Srbiju. Značajan udeo u ovim tokovima imaju proizvodi koji se isporučuju po ubrzanom postupku. Proizvodi sa ovakvim zahtevima u isporuci najčešće se isporučuju vazдушnim transportom. Kao što je već napomenuto jedna od ključnih faza u organizaciji ovih tokova je proces carinjenja kako zbog zadržavanja i vremenskih gubitaka, tako i zbog troškova i dažbina koje mogu nastati u ovoj fazi.

Najveći broj ovih porudžbina namenjen je fizičkim licima. Pomenute pošiljke se najčešće posmatraju kao poštanske ekspresne pošiljke. U praksi su brojni problemi kada je u pitanju carinjenje ovih vrsta pošiljki. Pre svega često se dešava da carina prima žalbu o nedostatku određenih proizvoda u porudžbini. Otvaranje paketa vrše radnici operatora (najčešće poštanskog), a ne carinski radnici. Pregled se obavlja u prostorijama sa video nadzorom, tako da se mogućnosti krađe i zloupotrebe u ovoj fazi odbacuju. Otvaranje paketa se realizuje u prisustvu carinskog službenika nakon čega ga vraća u originalno pakovanje. U slučaju oštećenja pakovanja vrši se prepakivanje uz postavljanje plombe. U zavisnosti od toga da li pošiljka podleže carini ili ne stavljaju se dve vrste nalepnica: „ocarinjeno“ ili „oslobođeno od plaćanja carine“ [9].

Postupak carinjenja pošiljki koje se isporučuju fizičkim licima zavisi od procenjene vrednosti svake pošiljke metodama propisanim Carinskim zakonom. Često se dešava da navedena vrednost bude znatno niža u odnosu na stvarnu u cilju plaćanja manjih carinskih dažbina. U tom smislu carinski službenici imaju pravo obračuna dažbina uzimajući u obzir vrednost iste ili slične robe u nekom od prethodnih slučajeva. Osim toga postoje i druge metode utvrđivanja vrednosti robe. U carinske dažbine spadaju carina i poreza na dodatnu vrednost (PDV). Prema važećim propisima u Republici Srbiji moguće je izdvojiti dva karakteristična slučaja oslobađanja plaćanja carinskih dažbina. U prvom slučaju pošiljke su male vrednosti i istu jedno fizičko lice šalje drugom fizičkom licu. Ukoliko ove pošiljke nisu komercijalne prirode i njihova ukupna vrednost ne prelazi 70e oslobođene su plaćanja carinskih dažbina i PDV-a. U drugom slučaju su pošiljke male vrednosti i nekomercijalne prirode čija vrednost ne prelazi 50e. Ovo su pošiljke koje se u

najvećem broju slučajeva odnose na e-trgovinu. Kod ovih pošiljki carinske dažbine se ne plaćaju, ali se PDV plaća [9].

Jedno od važnijih pitanja za koja su kupci prilikom uvoza zainteresovani je visina carinskih dažbina. Naime, uvozne dažbine na pošiljke fizičkih lica obračunavaju se kao 10% vrednosti, ali samo do iznosa od 3000e. Takođe, na ocarinjenju vrednost primenjuje se i aktuelna stopa poreza na dodatu vrednost. Carinska osnovica se dodatno može povećati za vrednost troškova transporta i poštarine. Ukoliko vrednost prelazi 3000e ili je reč o porudžbini pravnog lica, neophodno je podnošenje adekvatne deklaracije u pisanom obliku [9].

Pored navedenog, neophodno je istaći da predmeti koji se nalaze u pošiljci, a koji zapravo predstavljaju porudžbinu fizičkih lica nikako ne smeju biti namenjeni obavljanju neke delatnosti, već isključivo ličnoj upotrebi. Uređaje koji se koriste za obavljanje neke delatnosti može poručiti i uvesti jedino pravno lice, pod pretpostavkom da poseduje specijalnu dozvolu za uvoz ove vrste robe. Naplatu carinskih dažbina ima pravo samo carina, dok operator može naplatiti troškove: posredovanja, podnošenja na carinski pregled, proviziju uplate, troškove skladištenja i druge nastale troškove [9].

U cilju boljeg razumevanja u nastavku je objašnjen konkretan primer. Prilikom poručivanja mobilnog telefona čija je vrednost 200e, moguća su dva slučaja obračuna carinskih dažbina. U slučaju da je u fakturi naglašeno da je dostava besplatna onda se na vrednost od 200e obračunava carinska stopa od 10%. Na dobijenu vrednost zatim se vrši obračun poreza na dodatu vrednost, koji u skladu sa važećom zakonskom regulativom iznosi 20%. U slučaju kada kupac snosi troškove dostave na vrednost telefona uvećanog za troškove isporuke se vrši obračun carinskih dažbina, a zatim i poreza na dodatu vrednost. Jasno je da će u drugom slučaju ukupna cena telefona za naručioca biti značajno veća.

U određenim slučajevima od naručioca može biti zatraženo dostavljanje dodatne dokumentacije u roku od 30 dana. U suprotnom pošiljka može biti vraćena pošiljaocu. Pravo primaoca robe je da podnese prigovor na visinu obračunatih carinskih dažbina, ali za to je potrebno dostaviti predračun, račun, izvod iz banke ili neku drugi validni dokument. Kod pošiljki iz Kine, situacija je vrlo specifična, s obzirom da na njima gotovo po pravilu je naznačeno da je reč o poklonu. Iz ovog razloga ne postoji ni faktura koja prati porudžbinu, a metode koje se koriste za utvrđivanje vrednosti robe u skladu su sa Carinskim zakonom. Ponekad može biti zatražena i dozvola za uvoz. Razlog tome je što se pojedincu ograničava broj komada istovetne robe koju može poručiti. Ukoliko se pređe dozvoljeni broj, javlja se sumnja da proizvodi nisu namenjeni ličnoj potrošnji već prodaji na sivom tržištu.

## **5. Zahtevi korisnika pri organizaciji uvoznih robnih tokova u e-trgovini – istraživanje na tržištu Srbije**

Za potrebe ovog rada sprovedeno je anketno istraživanje u cilju utvrđivanja zahteva korisnika i značajnih faktora pri isporuci ekspresnih pošiljki iz Kine. Ispitanici su popunjavali anketu zatvorenog tipa. Ispitano 110 korisnika u januaru 2020. godine. Muškog pola je bilo 60%, dok je 40% ženskog pola. Najveći broj ispitanika starosti je između 20 i 40 godina. Starosna struktura pažljivo je birana s obzirom da osobe ove starosne dobi najčešće lako i brzo prihvataju tehnološke promene od kojih je jedna i e-trgovina, dok sa druge strane u najvećem broju slučajeva su zaposleni i imaju i sopstvene prihode. Najveći broj ispitanika ima završenu višu školu ili fakultet (oko 55% ispitanika).

Ovakav raspored neposredno pre analize odgovora na ključna pitanja može navesti na zaključak da obrazovanije stanovništvo brže prihvata nov način kupovine, uviđa ključne prednosti istog i svrstava ga u aktivnosti koje redovno upražnjava.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da kupci najčešće elektronskim putem kupuju elektronske uređaje i elemente (35% ispitanika). Na ovom mestu potrebno je i napomenuti da je reč o uređajima čija vrednost je relativno mala. Na drugom mestu ispitanici ističu da se često odlučuju i za kupovinu sportske opreme i odeće (25% ispitanika), a kao ključni razlog navode značajno niže cene u odnosu na cene u prodavnicama sportske opreme na domaćem tržištu. Naime, domaći potrošači najčešće putem interneta poručuju robu čija težina ne prelazi jedan kilogram. U skladu sa težinom, ove isporuke se u najvećem broju slučajeva isporučuju kao poštanske pošiljke. Takođe, reč je o proizvodima koji ne zahtevaju specijalne uslove transporta poput temperature i vlažnosti vazduha. Pošiljaoci adekvatno pakuju pošiljke koje se iz Kine dopremaju na različite krajeve sveta, sa ciljem da se obezbedi maksimalna zaštita od oštećenja.

Najveći broj ispitanika (58%) istakao je da koristi B2C (eng. Business to Consumer) sistem e-trgovine. Dobijeni rezultati prikazani su na prethodnoj slici, a sam sistem je najraniji sistem e-trgovine. Jedno od važnijih pitanja je i vreme isporuke. Ukoliko se u porudžbini naznači da je isporuka hitna, troškovi dostave će biti značajno veći u odnosu na regularnu isporuku koja se navodi na internet platformi putem koje se vrši poručivanje. Brojni su razlozi zbog kojih je hitna isporuka skuplja. Prvenstveno jer se ne poštuje red isporuke, već se u transportna sredstva pakuje roba „preko reda“. Pored toga i očekivani zastoji se moraju rešiti kako bi se isporuka obavila u dogovoreno vreme. Na osnovu rezultata ovog istraživanja ustanovljeno je da se oko 55% korisnika odlučuje za kraće vreme isporuke uprkos većim troškovima. Važno je napomenuti da na brzinu isporuke utiče i vrsta proizvoda, kao i dostupnost na zalihama. Čak 83% ispitanika smatra da najveći uticaj na vreme i ukupne troškove imaju izvozno/uvozne carinske procedure.

Pouzdanost pri isporuci je veoma važna. Nešto više od 60% ispitanika smatra da je sadržaj pošiljke u skladu sa porudžbinom i postavljenim standardima (bez oštećenja). Sa druge strane oko 30% ispitanika smatra da se kvalitet proizvoda može razlikovati od očekivanog. Svakako potrebno je napomenuti da robotizacija brojnih poslovnih procesa, ne samo unutar skladišta, već i tokom obrade podataka, pakovanja i drugih aktivnosti je smanjila procentualni udeo načinjenih grešaka u količini i vrsti poručene robe. Izuzetno mali broj ispitanika uložio je žalbu prodavcu na račun kvaliteta, pakovanja, cene i drugih karakteristika poručene robe. Približno 80% korisnika nije nikada uložilo žalbu. Najveći broj ispitanika je zadovoljan isporučenom robom i nije osetio potrebu ni u jednom trenutku da istu podnese. Takođe postoje i primeri u kojima je vrednost robe izuzetno mala, pa potrošači ne žele da utroše svoje slobodno vreme na pisanje žalbe. Kupci koji su uložili žalbu usled isporuke pokvarenog ili oštećenog proizvoda istakli su da je isti zamenjen u najkraćem mogućem roku, dok kupci koji su uložili žalbu iz nekih drugih razloga ističu da su prodavci nakon prijema iste reagovali u skladu sa standardima platforme. Pitanje rešavanja žalbi je od velike važnosti. Naime, ukoliko žalba kupca bude prihvaćena, može se očekivati da će kupac i narednog puta biti motivisan da poruči robu od istog prodavca, u suprotnom do ove situacije najverovatnije neće doći. Na osnovu svega navedenog može se zaključiti da su pred kupcima proizvoda u e-trgovini brojni izazovi. Sa jedne strane potrebno je odabrati proizvođača kvalitetnih proizvoda, dok je sa druge strane neophodno voditi računa o provajderu logističkih usluga i svim potencijalnim preprekama pri isporuci robe.



## 6. Zaključak

Broj porudžbina koje se obavljaju elektronskim putem iz godine u godinu raste. Među brojnim problemima i prepravkama e-trgovine jeste kašnjenje i nepredviđeni troškovi nastali na carini. Bolja informisanost i razumevanje postupka carinjenja u velikoj meri može doprineti rešavanju pomenutih problema. Problem plaćanja poručene robe predstavlja poseban i veoma složen problem koji nije predmet razmatranja u ovom radu. Kupci se ponekad odlučuju i za opciju plaćanja prilikom isporuke. Ovaj način smatraju najbezbednijim, jer ne moraju da unose podatke o broju tekućeg računa i PIN kod u izabranu aplikaciju. Plaćanje na ovaj način ima i druge pozitivne aspekte, poput sigurnosti isporuke poručene robe. Kod kupovine putem Interneta, kupci iz naše zemlje zaštićeni su odredbama narednih sledećih zakona: Zakon o zaštiti potrošača, Zakon o trgovini, Zakon o elektronskoj trgovini i Zakon o zaštiti podataka o ličnosti. Bez obzira na zaštitu koja postoji veoma je važno da korisnici budu svesni svih potencijalnih prepreka i neplaniranih troškova. Značajno je napomenuti da se roba koja se poručuje sa poznatih svetskih platformi za e-trgovinu neretko bude dostavljena u neadekvatnom pakovanju. Usled ušteda u procesu proizvodnje, određene uštede kompanije pokušavaju da ostvare i u procesu pakovanja, što može rezultirati oštećenjem robe tokom transporta. Takođe je veoma važno da se i dodatno informišu kod kompanija koje vrše isporuku ovakvih pošiljki, kako bi imali kompletniju sliku. Sa druge strane pomenute kompanije moraju uzeti u obzir sve planirane i neplanirane okolnosti i troškove koje mogu nastati u isporuci, a posebno one koje se odnose na proces carinjenja.

Polja budućih istraživanja u analiziranoj oblasti su brojna. Pre svega je potrebno uraditi detaljnu troškovnu i vremensku dekompoziciju svih aktivnosti i procesa, kao i kvantifikaciju potencijalnih rizika koji mogu imati negativan uticaj na poremećaje u isporuci. Važno je sprovesti detaljnija ispitivanja svih učesnika u lancu: krajnjih korisnika, nosioca logističkih usluga, ali i predstavnika carinskih organa i ostalih učesnika, a sve u cilju potencijalnih unapređenja i pojednostavljenja aktivnosti. Definisanjem odgovarajućih preventivno-korektivnih mera koristi za sve učesnike bi bile višestruke. Još jedan od pravaca budućih istraživanja predstavlja i ispitivanje uticaja globalnih poremećaja (poput pandemije COVIDA-19) na realizaciju procesa isporuke, ali i odgovarajućih mera ublažavanja posledica.

### Zahvalnost

Ovaj rad podržan je od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije kroz projekat TR 36006.

### Literatura

- [1] Andrejić, M. and Kilibarda, M, "Risk analysis of freight forwarders' activities in organization of international commodity flows". *International Journal For Traffic And Transport Engineering (IJTTE)*, Vol. 8, Issue 1, pp. 45-57, 2018.
- [2] Tan, Y.H and Heijmann, F. "A new approach to e-commerce customs control in China: Integrated supply chain - A practical application towards large-scale data pipeline implementation". *World Customs Journal*, Vol. 10, Issue 2, pp. 65-82, 2016.
- [3] Yu, T. "A case study of B2C cross-border e-commerce challenges in China from Customs to consumers". *World Customs Journal*, Vol. 12, Issue 2, pp. 121-132, 2018.

- [4] Yuan, Y. and Qiao, P. "A Research Review on E-commerce Logistics Delay". *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, Vol. 236, pp. 272-275, 2018.
- [5] Izzah, N., Rifai, D. and Yao, L. "Relationship-Courier Partner Logistics and E-Commerce Enterprises in Malaysia: A Review". *Indian Journal of Science and Technology*, Vol. 9, Issue 9, pp. 1-10, 2016.
- [6] Sprovođenje pojednostavljenog postupka sa ekspresnim pošiljkama, Carina Srbije, dostupno na: <https://www.carina.rs/cyr/Zakoni/Objasnjenje%20za%20ekspresne%20posiljke.pdf>
- [7] Carinski zakon Republike Srbije, 2019. dostupno na: <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/skupstina/zakon/2018/95/2/reg>
- [8] Postupak izvoza ekspresnih pošiljki manjeg ekonomskog značaja, Carina Srbije, dostupno na: <https://www.carina.rs/cyr/Zakoni/ekspresne%20posiljke%20bez%20porekla.pdf>
- [9] <https://www.carina.rs/lat/Informacije/FAQ/Stranice/postanskeposiljke.aspx>

**Abstract:** *Technological development and globalization have greatly influenced the changes in the market environment. Unlike traditional commerce, e-commerce enables the connection of buyers and sellers located in two different parts of the world, whereby each of the participants realizes certain benefits. Buyers get goods at lower prices, and sellers increase sales. Logistics providers are usually the only intermediaries between the seller and the buyer. They are directly responsible for all activities and processes during delivery. From a large number of processes and activities, one of the most critical, from the aspect of time and costs, is customs clearance. In this paper, customs procedures are described in more details in order to identify all potential obstacles, as well as defining preventive and corrective actions. Among other things, the requirements of users regarding the delivery of products in e-commerce were examined. The paper presents the basis for decision making of both end users and companies responsible for the realization of delivery.*

**Keywords:** *customs clearance, e-commerce, express shipments, delivery, logistics providers*

## **CUSTOMS PROCEDURE IN THE ORGANIZATION OF INTERNATIONAL COMMODITY FLOWS IN E-COMMERCE**

Milan Andrejić

## IZBOR REAKCIJE NA RIZIK U LANCIMA SNABDEVANJA U MEĐUNARODNOM POŠTANSKOM SAOBRAĆAJU

Svetlana Dabić-Miletić  
Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, cecad@sf.bg.ac.rs

**Sadržaj:** *Menadžment lancima snabdevanja u međunarodnom poštanskom saobraćaju je specifičan i kompleksan zbog njegove složene konfiguracije i funkcionisanja. Ovi lanci su globalno povezani i međuzavisni. Zbog toga su permanentno izloženi poremećajima, odnosno rizicima na globalnom tržištu. Rizici su grupa uticajnih faktora sa relativno velikim značajem za menadžment lancima snabdevanja i pojavljuju se u svim segmentima i fazama njegovog funkcionisanja. Za uspešno funkcionisanje i menadžment lancima snabdevanja u poštanskom saobraćaju od ključnog značaja upravljanje rizicima na svim njegovim nivoima. Akcent je na rekapitulaciji nekih tipičnih rizika u ovoj grupi lanaca snabdevanja, a u cilju izbora odgovarajuće reakcije kako bi se isti ublažili, a po mogućstvu eliminisali. U tom kontekstu, posebna pažnja je posvećena analizi mogućih načina reagovanja pri pojavi rizika. Izborom odgovarajuće reakcije na rizik, moguće je smanjiti ranjivost i povećati otpornosti lanca snabdevanja u međunarodnom poštanskom saobraćaju u svim delovima, od pojave zahteva za preuzimanje pošiljke, do isporuke korisniku, odnosno primaocu iste.*

**Ključne reči:** *Upravljanje lancima snabdevanja, međunarodni poštanski saobraćaj, rizici, reakcija na rizik*

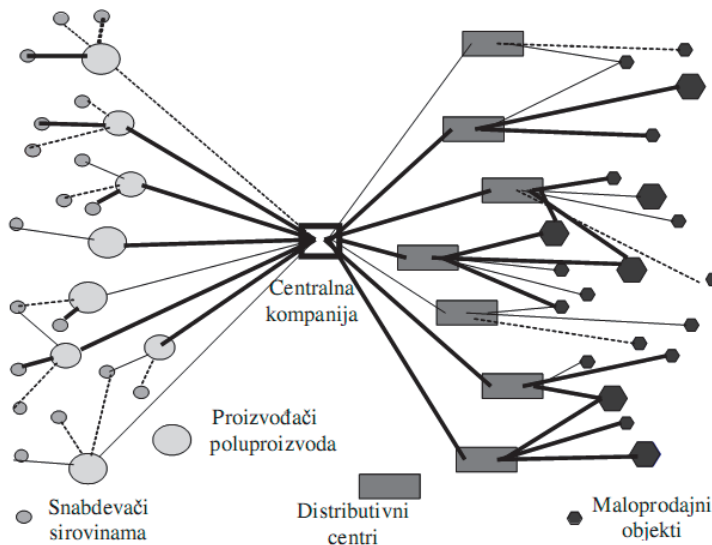
### 1. Uvod

U literaturi se još uvek mogu sresti brojne definicije lanca snabdevanja (engl. *Supply Chain* – SC, koristi se dalje u tekstu), što je posledica kompleksnosti njegove strukture i funkcionisanja, ali i nedoumica vezanih za ulogu u savremenom poslovanju. SC predstavlja razmenu roba i informacija u logističkim procesima - od nabavke sirovina do isporuke gotovih proizvoda i/ili usluga krajnjem korisniku; pri tome svi isporučioци, davaoci usluga i korisnici moraju biti povezani u cilju efikasnog funkcionisanja SC-a ([1], [2], [3], *Glosary of SCM Council...*). Kako su uslovi poslovanja sve stroži, tržište sve zahtevnije, zahtevi korisnika su promenljivi, odnosno stohastički i nestacionarni, pa je veći i nivo kompleksnosti SC-a. Zbog toga su SC-i ranjiviji, više izloženi poremećajima odnosno rizicima, pa je neophodno preduzeti odgovarajuće mere i aktivnosti kako bi se povećala otpornost na svim nivoima.

Za uspešno funkcionisanje SC-a neophodno je upravljanje entitetima, tokovima, aktivnostima na svim nivoima. SCM (*Supply Chain Management* – SCM) podrazumeva

upravljanje procesima planiranja, organizovanja, kontrole, funkcionisanja i realizacije tokova materijala i načina pružanja usluga, od snabdevača (početak SC-a) do krajnjeg korisnika (kraj SC-a). Glavna svrha SCM-a je povezivanje ključnih poslovnih funkcija i procesa u kompaniji i između njih u objedinjen poslovni model [4].

*Posebnu grupu sa aspekta načina funkcionisanja, ali i upravljanja predstavljaju SC-i u međunarodnom poštanskom saobraćaju.* Ova grupa SC-a je specifična jer obuhvata veliki broj entiteta koji su međusobno i na različite načine povezani. U Međunarodnom Poštanskom Saobraćaju (MPS), SC karakteriše visok koeficijent obrta robe/pošiljaka i sredstava, kao i naglašena dinamika svih aktivnosti. Sa aspekta konfiguracije (slika 1, modifikovana i preuzeta iz izvora [6]), SC u MPS je prepoznatljiv po isprepletanosti velikog broja tokova pošiljaka širokog asortimana pojavnih oblika [5].



Slika 1. Mreža/struktura lanca snabdevanja

Imajući u vidu napred navedeno, cilj rada je da ukaže na specifičnosti SCM-a u domenu realizacije poštanskih usluga, sa aspekta izbora reakcije na rizike. Stoga je u radu data rekapitulacija *nekih ključnih, a najzastupljenijih rizika u SC-ima MPS-u.* S tim u vezi, akcent u radu je stavljen na to da se, nakon identifikovanja rizika, ukaže na određene aktivnosti koje opredeljuju izbor reakcije na rizik, pri čemu je cilj da se posledice eventualne pojave rizika smanje, a po mogućstvu i eliminišu. Na taj način bi se stvorile dodatne mogućnosti koje bi ovakav SC učinile otpornijim i stabilnijim, čime se može unaprediti poslovanje njegovih entiteta. Na tržištu poštanskih usluga je prisutan značajan broj provajdera čiji se broj vremenom uvećava, ali se i širok spektar njihovih usluga menja i prilagođava zahtevima korisnika. Imajući u vidu da je ovaj SC specifičan jer je najveći delom usmeren na opslugu korisnika, posebno je pogođen novonastalom situacijom, odnosno uslovima koje nameće Cov-19 pandemije. Pojavom pandemije, pred SC u MPS-u su postavljeni brojni novi zadaci i izazovi, pri čemu se može uočiti značajan broj mesta koji su izloženi velikom broju rizika. Stoga je ključni cilj rada vezan za izbor adekvatne

reakcije na rizik, čime bi SC postao otporniji, stabilniji, fleksibilniji, tako da u kratkom roku može da realizuje stohastičke zahteve korisnika.

Rad se sastoji iz nekoliko delova. Posle uvoda, u *drugom delu* rada analizirani su rizici koji se pojavljuju u SC u MPS-u. Prva celina drugog dela detaljnije opisuje karakteristike rizika u MPS, imajući u vidu da se ovi SC-i posebno razlikuju od ostalih i sa aspekta specifičnosti rizičnih događaja. Druga celina se orijentise na određene elemente upravljanja rizicima u sektoru poštanskog saobraćaja. U *trećem delu*, koji je i ključni, analizirane su određene specifičnosti u domenu izbora reakcije na rizike u SC-ima u MPS-u. *Četvrti deo* rada je zaključak, odnosno rekapitulacija u vezi sa problematikom koja je obrađena u radu, gde su dati i pravci budućih istraživanja na ovom području.

## 2. Rizici u SC-a u međunarodnom poštanskom saobraćaju

Kako bi se pojam *rizik* bolje razumeo, najbolje je objasniti *razliku između neizvesnosti i rizika*. Neretko se ova dva pojma poistovećuju, postoje nesuglasice oko tumačenja i značenja, kako u svakodnevnom životu, tako i u poslovanju [6]. U sadašnjim uslovima, to se često objašnjava kroz praktične situacije, koje se danas vrlo često dovode u vezu sa Cov-19 pandemijom: neizvesno je da će određena osoba biti zaražena virusom SARS-CoV-2, ukoliko jeste, postoji rizik da će oni koji su bili u kontaktu sa tom osobom biti zaraženi (istim virusom). Naravno, od pojave pandemije, entiteti odnosno svi elementi SC-a su postali osetljiviji i ranjiviji, a *broj rizika i obim posledica realizacije rizičnog događaja su uvećani*, o čemu će kasnije biti diskutovano. Kroz ovakve primere može se pokazati da se rizici, kako u svakodnevnom životu, tako i u svakom segmentu funkcionisanja bilo kog SC-a, mogu smanjiti, svesti na relativno malu verovatnoću realizacije, a u određenim okolnostima, odnosno povremeno i trenutno, čak i eliminisati. U funkcionisanju SC-a u MPS-u, veličina/obim posledica realizacije rizika mogu biti različiti bez obzira da li se rizičan događaj realizovao kod pošiljaoca ili primaoca pošiljke. Na primer, ukoliko pošiljka nije preuzeta od pošiljaoca, neće biti isporučena primaocu. Takvi rizici pripadaju grupi onih koji mogu ugroziti sve entitete u SC-u, pa je neophodno izabrati reakciju na rizik koja će biti odgovarajuća za ceo lanac. Pošto je izbor reakcije na rizik(e) postao ključni element uspešnog poslovanja, vremenom su izdvojene grupe reakcije na rizik; detaljnije o tome u trećem delu rada.

Ovaj deo rada sastoji se od dve celine. U prvoj su opisane karakteristike rizika koji se pojavljuju u SC-u u MPS-u. Drugi deo je nastavak, i odnosi se na specifičnosti u upravljanju rizicima u ovoj grupi SC-a.

### 2.1. Specifičnosti rizika u međunarodnom poštanskom saobraćaju

Opšte prihvaćena i jednoznačna definicija rizika još uvek ne postoji, ali se ovaj pojam može poistovetiti sa fenomenom/pojavom/situacijom, odnosno određenim, potencijalnim problemom koji se sa nekom verovatnoćom može pojaviti u bilo kom segmentu SC-a. Može se reći da *rizik predstavlja verovatnoću realizacije nepoželjnog/negativnog događaja*. U različitim kulturama, pojam rizik ima različit značaj i konotaciju. Kineska civilizacija, kao jedna od najstarijih u svetu, *rizik* predstavlja kao kombinaciju simbola za opasnost i šansu. U Američkoj kulturi, poslovanju i životu se obično čuje: *no risk - no profit*, tako da se rizik posmatra sa pozitivnog stanovišta. Za našu, kao i za većinu evropskih naroda, rizik (uglavnom) ima negativnu konotaciju [7].

Poštanske usluge se realizuju kroz SC koji karakteriše veoma kompleksna mreža tokova poštanskih pošiljaka različitih pojavnih oblika, količina, odnosno značajne frekvencije promena u svim segmentima lanca. Na tržištu poštanskih usluga raste broj poštanskih operatera, što uslovljava povećanje konkurentnosti u tom domenu, a samim tim i potrebu za unapređenjem SCM-a u MPS-u na svim nivoima. *Pri izboru poštanskog operatera, jedan od ključnih kriterijuma su troškovi (za sve entitete, naročito za korisnika). U poslednje vreme, naročito od pojave Cov-19 pandemije, imperativ je na smanjenju ranjivosti i povećanju otpornosti u isporuci pošiljaka. Uslovi nametnuti pandemijom korisnike opredelili za naručivanje robe i dostave na traženu adresu, pa je (bilo) neophodno preduzeti određene, a moguće akcije, kako bi se rizici u svim segmentima SC-a u MPS-u sveli na minimum, a po mogućstvu i eliminisali [6].*

Rizici u SC u MPS-u ima obeležje stohastičnosti, nestacionarnosti, diskontinualnosti: mogu se pojaviti bilo kada, na bilo kom mestu u SC-u; gotovo svaki entitet je potencijalni generator rizika; njihov broj, oblik, veličina posledice i druge karakteristike su nepoznate itd. Neki od najčešćih, najzastupljenijih, prepoznatih su rizici:

- od kašnjenja pošiljke
- od gubitka pošiljke (npr. u transportu)
- od krađa pošiljaka (naročito vrednosnih)
- koji su u vezi sa transportom, odnosno dostavnim vozilima (saobraćajne nezgode, zastoji, prekidi, čekanja, itd.)
- od požara, poplava i sličnih stohastičkih pojava u logističkim centrima (poštanskim terminalima, skladištima i dr.)
- od štrajkova (npr. u pošti, naročito kod zemalja u razvoju)
- od ne isplaćivanja računa slanja/iskoruke pošiljke (kod pošiljaoca/primaoca)
- prouzrokovani od strane neadekvatno obučene radne snage/kadrova
- vezani za informacione sisteme
- *rizici uslovljeni Cov-19 pandemijom (posebna grupa rizika – najveći broj je vezan za opslugu korisnika, te je neophodna brza i adekvatna, a ne skupa reakcija).*

Na osnovu navedene kategorizacije, se može konstatovati da je SC u MPS-u posebno specifičan sa aspekta upravljanja rizicima. To se odnosi na smanjenje rizika na najmanju moguću verovatnoću njegovog pojavljivanja, pri čemu se sve više insistira da ta vrednost verovatnoće bude nula, tj. da se rizik eliminiše. Od ključnog značaja je izbor reakcije na rizik, koji zavisi od velikog broja faktora (detaljnije u trećem delu rada).

## 2.2. Upravljanje rizicima u SC u međunarodnom poštanskom saobraćaju

Upravljanje rizicima u SC-u predstavlja skup aktivnosti koje se preduzimaju u cilju njegovog uspešnog poslovanja, odnosno održanja i unapređenja njegove konkurentne pozicije na tržištu. Na ovaj način, SC postaje stabilniji i otporniji u slučaju da dođe do pojave određenih poremećaja kako na tržištu, tako i u funkcionisanju entiteta, odnosno kompanija koje su deo lanca. *Upravljanje rizikom podrazumeva analizu/predviđanje budućih događaja kao i obim posledice realizacije rizičnog događaja.* U tom cilju, moguće je preduzeti određene mere, sprovesti neke akcije kako bi se negativne posledice realizovanog događaja minimizirale ili potpuno uklonile; drugim rečima, *neophodno je smanjiti rizik i/ili eliminisati ga kad god i gde god je to moguće, što je od ključne važnosti pri izboru reakcije na isti.* Upravljanje rizikom u SC-u (*Supply Chain Risk Management – SCR*M) omogućava identifikovanje potencijalnih gubitaka, verovatnoće tih

gubitaka i značaj istih u funkcionisanju lanca. SCRM predstavlja presek SCM-a i upravljanja rizicima primenom *risk management*-a (slika 2) sa ciljem efikasnog funkcionisanja čitavog lanca ([5], [8]).



Slika 2. Komponente SCRM-a

SCM u MPS-u je specifičan i po tome što fizički ima dva segmenta: obradu, odnosno industriju poštanskih pošiljaka (engl. *Post Office parcel industry*) i opslugu korisnika. *Prvi deo* obuhvata preradu, obradu, pakovanje poštanskih pošiljaka, sortiranje, komisioniranje, uključujući kretanje i skladištenje pošiljaka, interno kratkotrajno čuvanje paketa i pošiljaka u različitim skladištima. *Drugi deo* obuhvata sve aktivnosti koje se odnose na konačnu isporuku pošiljaka korisnicima na kraju SC-a [7]. Ključni element SCM-a u MPS-u je objedinjavanje upravljačkih aktivnosti koje se fizički ne mogu razdvojiti imajući u vidu gore pomenutu „podelu lanca na dva dela”.

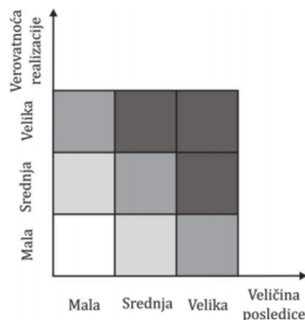
SCRM je takođe „podeljen”, jer bi teorijski rizicima trebalo upravljati parcijalno, zavisno od mesta u lancu u kom se pojave. Međutim, SCM i SCRM su u vezi sa efikasnošću informacija koje se distribuiraju u celokupnom SC-u, pri čemu su njegovi različiti entiteti u stanju i mogućnosti da odgovore na stohastičke zahteve korisnika. Jasno, parcijalna distribucija informacija nije efikasna, čak može dovesti do gubitaka kod nekih entiteta u lancu, tako da se rizicima upravlja sa aspekta njihovog uticaja na ceo SC. Sposobnost SC-a da efikasno deluje i ublažava, eventualno eliminiše svaki rizik, obezbeđuje postizanje traženog nivoa zadovoljstva korisnika uz minimizaciju gubitaka za sve učesnike. Jasno, takav SC postaje otporniji i fleksibilniji pri pojavi poremećaja. U bilo kom tipu SC-a upravljanje rizicima odvija se kroz tri ključna koraka (slika 3), koja su ovde analizirana upravo sa aspekta izbora reakcije na rizik. Kada se rizik identifikuje, neophodno je sprovesti njegovu detaljnu analizu. Nakon toga, preduzimaju se određene akcije, sprovode mere, realizuju aktivnosti koje se odnose na reakciju na rizik, što je predmet analize ovog rada.



Slika 3. Osnovni koraci u upravljanju rizicima

Identifikacija rizika - inicijalni korak u upravljanju rizicima u SC-u; rezultat ovog koraka je formiranje liste svih rizika ili samo ključnih, zavisno od tipa, oblika, konfiguracije lanca; tako se formira tzv. registar rizika; ovaj korak se veoma često dovodi u neposrednu vezu sa izborom reakcije na rizik; neretko se identifikuje rizik na koji se ne može izabrati odgovarajući način reakcije, tako da se isti briše iz registra; isto tako, nakon uočene mogućnosti za poboljšanjem funkcionisanja nekog segmenta u SC-u, konstatuje se da je u pitanju rizik koji bi trebalo uvrstiti u katalog rizika jer prethodno nije identifikovan; neophodno je razlikovati: a) rizike koje je teško kontrolisati - rizici gde nije moguće identifikovati verovatnoću da se rizik realizuje (npr. zemljotresi, uragani, epidemije, pandemije); b) rizike koje je lako kontrolisati - oni koji mogu biti kvantifikovani; između ostalih, nije neuobičajena pojava da na bazi podataka iz prethodnih perioda, poštanski operater može predvideti veličinu greške prognoziranja, prosečno vreme između dve (pogrešne) isporuke, rok isporuke pošiljke, vreme trajanja isporuke i druge operativne probleme;

Analiza rizika - studija uticaja rizika na aktivnosti, entitete i funkcionisanje SC-a; analizira se tip, vrsta, veličina i druge karakteristike rizičnog događaja u slučaju njegove realizacije; u zavisnosti od karakteristika, tipa, konfiguracije SC-a, ovaj korak je vremenski relativno zahtevan; primarni cilj u ovom koraku je da se sprovede prioritizacija rizika kako bi se najpre reagovalo na rizike sa najvećim stepenom uticaja – najpre se preduzimaju mere za smanjenje/eliminaciju onih rizika koji imaju najveći negativni uticaj na lanac; kako bi se kvantitativno i kvalitativno opisale, odnosno izmerile posledice realizovanog rizika, koriste se različite metode; od kvantitativnih metoda koristi se simulacija, merenje i analiza troškova očekivanih gubitaka, pristupi bazirani na kvantitativnoj proceni verovatnoće i posledica potencijalnih rizičnih događaja i sl.; izabrana metoda mora biti verifikovana, primenljiva, ekonomski opravdana, i ona za čiju primenu postoje odgovarajući podaci; jedna od najčešće korišćenih kvalitativnih metoda je matrica odnosa veličina posledice-verovatnoća realizacije (slika 4); u ovom koraku se može proceniti koji je najpogodniji način reakcije na rizik; jedna od mogućih reakcija jeste ignorisanje rizika, što se može prihvatiti u slučaju da su i verovatnoća realizacije rizika i veličina posledice male (vrednosti); drugim rečima, rizik, a u uslovima izazvanim Cov-19 pandemijom, poremećaj je takav da „ne utiče“ na funkcionisanje SC-a (poslovanje kao da rizičnog događaja nema); u trenutnim uslovima postoje poteškoće sa aspekta izbora reakcije na rizik; SC u MPS-u je karakterističan po viskom stepenu osetljivosti i ranjivosti jer svaki poremećaj ima uticaj na krajnjeg korisnika, pa je izbor reakcije na rizik od izuzetne važnosti za održivo poslovanje svih entiteta u ovom lancu;



Slika 4. Matrica kvalitativne analize rizika



**Izbor reakcije na rizik** - u ovom koraku se rizik tretira, nadgleda, kontroliše; postoji značajan broj raspoloživih mera u tretiranju, tj. reakciji na rizik, pri čemu se sve mogu podeliti u nekoliko kategorija: *izbegavanje rizika, smanjenje, transfer (prebacivanje rizika sa jednog na drugi subjekt SC-a), deljenje rizika, preuzimanje rizika* [8]); o izboru reakcije na rizik, biće detaljno diskutovano u nastavku rada).

### **3. Specifičnosti izbora reakcije na rizike u SC-a u međunarodnom poštanskom saobraćaju**

Stabilnost, otpornost/ranjivost, kao i konkurentna pozicija SC-a u MPS-u se može sagledati i kroz rizike u njegovom funkcionisanju: broj, obim i karakteristike (frekventnost, značaj, obim posledica i dr.). Broj, asortiman i obim rizika u SC-u trebalo bi smanjiti na najmanju moguću meru, a po mogućstvu i eliminisati. *Imajući u vidu značaj rizika u uspešnosti funkcionisanja SC-a, svakim od njih trebalo bi upravljati; to nužno ne podrazumeva smanjenje ili eliminaciju rizika, već uspostavljanje optimalnog balansa između događaja koji imaju pozitivne i negativne efekte.* Fokus SCRM-a u MPS-u ima za cilj razumevanje rizika, uz preduzimanje akcija u cilju sprečavanja bilo koje vrste prekida (zastoja) koji bi mogao imati negativne efekte po stabilno funkcionisanje lanaca. Cilj upravljanja rizikom je da se smanji verovatnoća nastanka događaja koji su se nekada desili i da se poveća otpornost, kroz sposobnost oporavka od prekida. Kada su u pitanju rizici koji su izazvani/nametnuti pomenutom pandemijom, situacija je specifična: reakcije na rizike su takve da nekad menjaju i način funkcionisanja dela ili lanca u celini; neophodno je da reakcije budu takve da ne ugroze poslovanje u budućnosti i omoguće efikasno funkcionisanje svih entiteta u SC-u tako da, iako je konfiguracija lanca promenjena, ona bude prihvatljiva kao osnov za buduće poslovanje.

U funkcionisanju SC-a, rizik kod jednog učesnika najčešće predstavlja potencijalni rizik kod gotovo svih učesnika u tom procesu. Ovakav efekat je naročito karakterističan i zapažen u MPS-u. Na primer, ukoliko dođe do kašnjenja pri slanju pošiljke, velika je verovatnoća realizacije rizika od kašnjenja pri njenoj isporuci. Veličina posledice realizacije ovakvog rizičnog događaja ima značajan uticaj na sve entitete u SC-u, jednostavno, kod svakog od njih se mogu identifikovati negativne posledice. Ukoliko je kašnjenje pri slanju pošiljke npr. oko pola sata, očekivano kašnjenje pri isporuci iste je uglavnom veće, u najboljem slučaju isto. Međutim, imajući u vidu visok nivo koordinacije i kooperacije svih učesnika u lancu, ovaj rizik se može ublažiti, a neretko i eliminisati. Zavisno od karakteristike pošiljke, kao i zahteva njenog primaoca, najisplativija reakcija je ignorisanje rizika, a neretko se pribegava i reakciji koja podrazumeva podelu rizika.

Dakle, izbor reakcije na rizik je u SCRM-u često i najvažniji korak sa aspekta uspešnosti poslovanja. Imajući u vidu da većinu rizika prouzrokuju krajnji korisnici, način na koji će odreagovati poštanski operater je od izuzetne važnosti za njegovu konkurentsku poziciju. Neke od mogućih, brojnih reakcija na rizik, a koje su specifične za SC u međunarodnom poštanskom saobraćaju su (modifikovano, preuzeto iz [8]):

- *ignorirati ili prihvatiti rizik* (npr. mogu se prihvatiti rizici nastali kao posledica vremenskih nepogoda jer pripadaju grupi rizika koje je teško kontrolisati; stoga su unapred preduzete mere zaštite od nepogoda pri transportu, obradi pošiljaka kao i duž čitavog lanca; u sadašnjim uslovima poslovanja, rizici prouzrokovani Cov-19 pandemijom se uglavnom prihvataju, ali, preduzimaju se i druge reakcije kako bi se posledice pandemije ublažile);

-  *smanjiti verovatnoću rizičnog događaja* (mogu se realizovati određene aktivnosti kako bi se smanjila verovatnoća realizacije rizičnog događaja; moguće je i izbeći aktivnosti gde se rizik može pojaviti; moguće je npr. smanjiti verovatnoću kašnjenja pošiljke u transportu praćenjem stanja na putevima: koristiti autoputeve, magistralne saobraćajnice i/ili promeniti rutu vozila ukoliko dođe do zastoja u transportu [5]; u današnjim uslovima, verovatnoća realizacije rizičnog događaja je dodatno povećana, tako da je svaka aktivnost u cilju smanjenja te verovatnoće opravdana; u tu svrhu, neophodna je kontinualna koordinacija i kooperacija između svih entiteta u MPS-u, što zahteva stabilne IT);

-  *smanjiti ili ograničiti posledice* (akcentat se stavlja na smanjenje verovatnoće da dođe do bilo kakvih posledica, ali ukoliko ih ima, da su u što manjem broju i obimu; npr. nadoknada u kontekstu smanjenja troškova prilikom objedinjavanja odnosno formiranja zbirnih pošiljaka; opsluživanje korisnika jednom umesto dva ili više puta, naročito je efikasno u uslovima Cov-19 pandemije, gde način opsluge obično određuju poštanski operateri, ali na zahtev pošiljaoca, neretko i primaoca pošiljke);

-  *preneti, podeliti ili izbeći rizik* (rizik se deli između entiteta SC-a, pri čemu se obično prenosi onog člana koji je (naj)sposobniji da se „izbori“ sa rizikom; gotovo da ne postoji SC u kom nema podele rizika, tj. podjednako snošenje odgovornosti, kao i podela troškova ali i dobiti; u MPS-, rizik se uobičajeno deli na globalnom nivou; ova podela je danas posebno značajna, je su svi članovi SC-a suočeni sa „novim“ okolnostima, neizvesnostima, stohastičkim i nestacionarnim rizicima u poslednjih godinu dana);

-  *prilagoditi se, formirati fleksibilan SC* (ovo je naročito od značaja u poštanskom saobraćaju sa aspekta mogućnosti zadovoljenja krajnjeg korisnika: npr. najveći broj aktivnosti je sada prenet na poštanskog operatera, tako da je neophodan visok nivo fleksibilnosti svih učesnika u SC-u; krajnji korisnik svakako treba da bude opslužen po poznatom principu „7P“, ali i fleksibilan u odnosu na činjenicu da svaki korisnik zahteva isti takav nivo opsluge i nemogućnost da princip bude u potpunosti respektovan);

-  *usprotiviti se promenama* (ovaj način retko daje željene rezultate; međutim, ukoliko se formira stabilan SC koji ima karakteristike rezilijentnosti na poremećaje izazvane Cov-19 pandemijom, odupiranje promenama na bilo kom nivou svakako smanjuje mogućnost pojave rizika; kao posledica stvaranja takvog SC-a u MPS odupiranje promenama je poželjno ukoliko promene nisu unapred predviđene i to od strane menadžmenta SC-a, kao npr. održavanje softvera, redovni servisi opreme i dr.).

Da bi se moglo *reagovati na određeni rizik*, tj. da bi se isti smanjili i/ili eliminisali, neophodno je poznati njihova izvorišta i karakteristike (ko, gde i na koji način prouzrokuje njihovo nastajanje); jednostavno, potrebna je detaljna analiza rizika. U ovom koraku došlo se do zaključka da jedan od ključnih faktora nastajanja rizika u MPS-u potiče od (ponašanja) korisnika, koje u najvećoj meri zavisi od uslova na tržištu (broja dostupnih operatera, usluga koje nude i njihovih uslova za realizaciju zahteva: cena usluge, vreme i način realizacije i dr.).

Izbor reakcije na rizik predstavlja suštinu koncepta SCRM-a, koje jeste ili bi trebalo da bude osnova svih aktivnosti u procesima planiranja, organizovanja, kontrole realizacije procesa u kompanijama odnosno entitetima lanca. I ako je važnost ovakvog stava odavno prepoznata, potencijalni problem je u potcenjivanju nekih rizika, bilo sa aspekta verovatnoće realizacije, bilo sa aspekta veličine posledice, tako da neretko izostaje i odgovarajuća reakcija [9]. Međutim, često se, a po prirodi stvari, ništa ne preduzima dok se ne desi, tako da i kompanije biraju da reaguju na rizike tek nakon njihovog ostvarivanja

(princip „šta-ako“). Problem je u tome što se najpre sagledaju posledice realizacije rizičnog događaja, pa se donosi odluka o izboru reakcije. To se neretko povezuje sa stavom da „niko neće dobiti pohvale za rešavanje problema koji se nisu dogodili“, što je samo posledica značaja uticaja socijalne/kulturološke komponente na održivost SCM-a (podneblja, svesti, ekonomskog stanja i dr).

#### 4. Zaključak

Sa aspekta strukture i funkcionisanja SC-a, upravljanje rizicima je od ključnog značaja za stabilno funkcionisanje i poboljšanje konkurentne pozicije na tržištu svakog njegovog člana, odnosno dela, kao i lanca u celini. Rizik se može pojaviti kod svakog učesnika i u svim aktivnostima koje su vezane za kretanje materija i/ili informacija (deo 2 ovog rada). Realizacija rizika svakako ima posledice, a statistički i konceptualno, one su u najvećem broju slučajeva negativne. Rizik je, sam po sebi neki oblik „sumnje”/”potencijalnog problema” da će se sve aktivnosti u SC-u realizovati onako kako je to planom i predviđeno. Svaki rizik karakteriše kumulativan karakter, što znači da se veći broj „malih” rizika kod pojedinih entiteta predstavlja „veliki” rizik za sve učesnike SC-a.

Iz prethodnog, reakcija na rizik je od suštinskog značaja za uspešno funkcionisanje SC-a (deo 3 ovog rada). Od posebnog je značaja izbor reakcije na rizike u MPS-u, imajući u vidu da i sam korisnik može imati veći ili manji uticaj na pojavu gotovo svakog rizika. Reakcije na rizik zavise od slučaja do slučaja, što primarno predstavlja rezultat različite percepcije rizika (podrazumeva iskustvo, obrazovanje, nivo organizacione ili opšte kulture) uključujući i neke tehničke faktore koji se prvenstveno odnose na ograničenja u prvom koraku gde se sprovodi identifikacija rizika.

Izbor reakcije na rizik je poslednji ali neretko i najteži/najzahtevniji korak. Neophodna je analiza troškova i koristi svake aktivnosti koja bi se sprovela u cilju smanjenja i/ili eliminisanja rizika. Postoji mogućnost izbora pogrešne i/ili nedovoljno dobre reakcije na rizik. U SC-u u MPS-u, izbor adekvatne reakcije na rizik je posebno zahtevan korak, jer utiče na zadovoljstvo korisnika, a što su kod ovog tipa lanca i pošilaoici i primaoci pošiljaka. **Opšti zaključak je da izbor reakcije(a) na rizik (jedne ili više) zavisi od veličine i obima posledice u slučaju njegove realizacije.**

Izbor najbolje reakcije na rizik utiče na uspešnost funkcionisanja poštanskog operatera, odnosno SC-a kom pripada. Rizik je neizvesnost koja leži između organizacija i njenih ciljeva, pri čemu on nije ni pozitivan ni negativan, već je jednostavno *rizik čije posledice mogu biti pozitivne ili negativne*. Rizici su različiti sa više aspekata, tako da je potpuno opravdano podeliti ih u klastere, kako bi se brže i efikasnije reagovalo na rizik. Kao posledica reakcije koja podrazumeva prihvatanje rizika može doći do povećanja profita, mogućnosti realizacije većeg broja (eventualno svih) zahteva korisnika i dr. Podrazumevano, istraživanje problema se uvek može nastaviti i to u različitim pravcima. Tako bi jedan od pravaca budućih istraživanja mogao biti usmeren na analizu pozitivnih efekata ostvarenih odgovarajućom reakcijom na rizike. Sa tog aspekta, moglo bi se izvršiti poređenje većeg broja poštanskih operatera koji su različito reagovali na isti klaster rizika sa aspekta analize tipa i obima profita, ali i drugih prednosti koje iz toga proističu.

## Literatura

- [1] M. Christopher, "Logistics and supply chain management", *Financial Times*, Irwin Professional Publishing, New York, 1994
- [2] C. Carter and L. Ellram, "Reverse logistics: A review of the literature and framework for future investigation", *Journal of Business Logistics*, vol. 19, pp. 85-102, 1998.
- [3] S. Chopra and P. Mendel, "Supply Chain Management, Strategy, Planning and Operation", *Second Edition*, Person and Prentice Hall, New Jersey, USA, 2004.
- [4] D. Simchi-Levi, P. Kaminsky and E. Simchi-Levi, "Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies", *Irwin McGraw Hill*, Boston, MA, 2009.
- [5] S. Dabić-Miletić, "Analiza nekih specifičnosti upravljanja rizicima u lancima snabdevanja u međunarodnom poštanskom saobraćaju", Zbornik radova sa XXXVII Simpozijuma o novim tehnologijama u međunarodnom poštanskom saobraćaju – PosTel, str. 51-60, Beograd, Srbija, 2019..
- [6] D. Lambert, M. Cooper and J. Pagh, "Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities", *The International Journal of Logistics Management*, No 9, vol. 2, pp. 1-20, 1998.
- [7] R. M. Monczka, R. B. Handfield, L. C. Giunipero, and J. L. Patterson, "Purchasing and supply chain management", *Cengage Learning*, 2015
- [8] M. Maslarić, "Razvoj modela upravljanja logističkim rizicima u lancima snabdevanja", *Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu*, Novi Sad, 2014.
- [9] J.H. Thun and D. Hoenig. "An empirical analysis of supply chain risk management in the German automotive industry", *International Journal of Production Economics*, vol 131, pp. 242-249, 2011.

**Abstract:** *Supply chain management in international postal transport is specific and complex due to its configuration and operation. These systems are globally interconnected and interdependent. Therefore, they are permanently subject to disturbances, i.e. risks in the global market. The risks are a group of influencing factors of relatively great importance for supply chain management and appear in all segments and phases of its functioning. Risk management at all its levels is of primary importance for the successful functioning and management of supply chains in postal traffic. The emphasis is on recapitulating some typical risks in this group of supply chains. The aim is to choose the appropriate response to mitigate the risks, and if it is possible, eliminated. In this context, special attention is paid to the analysis of possible ways of response when risks occur. By selecting the appropriate response to the risk, it is possible to reduce vulnerability and increase the resilience of the supply chain in international postal traffic in all parts, from the moment of the request to take over the shipment, to the user's delivery.*

**Keywords:** *supply chain management, international postal traffic, risks, risk response*

### SELECTION OF RISK RESPONSE IN SUPPLY CHAINS IN INTERNATIONAL POSTAL TRAFFIC

Svetlana Dabić-Miletić

## METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR THE DEVELOPMENT OF URBAN ELECTRIC CARGO BIKE SYSTEM IN SHIPMENT DISTRIBUTION

Miloš Milenković<sup>1,2</sup>, Nikola Knežević<sup>1</sup>, Alicia Martinez de Yuso<sup>2</sup>, Nebojša Bojović<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>University of Belgrade – The Faculty of Transport and Traffic Engineering, Belgrade,  
Serbia

<sup>2</sup>Zaragoza Logistics Center, Zaragoza, Spain

**Abstract:** *Practical research in the recent past has shown that city logistics with light cargo vehicles requires good locations for hubs in the distribution network, robust processes, cooperation between customers, logistics service providers and suppliers, good insight into the costs involved, modern ICT and good organization. A comprehensive approach should include a balanced strategy aiming to tackle orgware, software and hardware perspective of the innovative value proposition for the cargo distribution in the urban city center. Policy framework as the fourth pillar should provide a solid base for an innovative value proposition. In this paper, the methodology for the development of an urban electric cargo bike system is described and the main drivers and barriers for its implementation in a case of the postal logistics system of Belgrade are emphasised.*

**Keywords:** *electric cargo biking, parcel delivery, postal logistics*

### 1. Introduction

Traffic jams in cities represent one of the most important problems for the local authorities. Growth in the van traffic significantly contributes to this situation. The speed of adoption of e-commerce and Internet shopping by consumers where almost every delivery is served by van becomes an additional contributing factor to worsening the congestion in cities.

Digital economy has also a significant impact on the performances and trends in postal logistics. Having in mind the trend of reducing the volume of letter post items, the providers of universal postal service are increasingly changing their focus to the delivery of parcels which are usually based on e-commerce. These changes imply the need to deliver a large number of commodity-based shipments to a large number of addresses. The shift in the structure of the shipments (from letters to parcels) has also a significant environmental impact, so called environmental footprint of postal operators, since the parcels' delivery requires much higher level of logistical and transport capacity than the delivery of letters. The delivery in large cities is of particular challenge. In this case, the organization of the delivery is dependent not only on the volume of parcels but also the traffic conditions in

central areas (traffic jams, parking spaces, street capacities etc.), traffic regulations as well as the trend of prioritizing the environmentally friendly urban delivery vehicles. This is the reason why many postal operators nowadays use new electrical delivery methods. Electrically assisted cargo bikes have significant potential to replace vans in urban areas. E-cargo bikes take less road space, have zero-emission, they are less intrusive than vans in city centers and they can often make use of cycle lanes.

This paper describes a comprehensive approach for the design of the e-cargo bike system in shipment distribution with a consideration of parcels distribution in postal logistics of Belgrade. The approach is based on a balanced strategy which includes orgware, software, hardware and policy dimensions for provision of the innovative value proposition for the cargo distribution developed in the framework of the project SolutionsPlus (SolutionsPlus, 2020). Orgware dimension includes the design of collaborative network composed of all, directly and indirectly, involved stakeholders. Software dimension includes determining an optimal location of transshipment points as well as the design of vehicle routes for serving the customers from/to these hubs. More specifically, the first step would be to solve a location-allocation problem based on a number of alternative locations in order to minimize the distances between the demand points and the set of hubs. Optimal e-cargo routes and delivery times subject to different variables (such as travel speed, weight of shipments, slope of streets, etc.) represent the aim of the vehicle routing problem. Hardware dimension includes an optimal design of e-cargo bikes and the sizing of the transshipment points. In this stage, the experiences from other locations should be considered. For example, the main barriers to using e-cargo bikes in Amsterdam were (van Amstel et al., 2018):

- Cargo capacity;
- Battery charging time;
- Availability of charging infrastructure;
- Range;
- Maintenance;
- Turning radius;
- Parking allowance.

Based on related experiences from other locations and identified barriers as well as the barriers related to a considered city (based on surveys), the design of the optimal cargo vehicles can be defined. Within the policy dimension, the existing legislation should be analyzed and a set of recommendations should be proposed for facilitating the establishment and functioning of e-cargo bikes system. All the dimensions must co-evolve in order to enable successful implementation and positive effects of the innovative e-cargo biking value proposition.

The paper is organized as follows. The second section describes the organisational perspective of the approach. Optimal design of e-cargo bike system (software perspective) is analyzed in the third section. E-cargo bike design and micro hub dimensioning (hardware perspective) are elaborated in forth section. The fifth section considers legal framework (policy perspective). Concluding remarks are given in the sixth section.

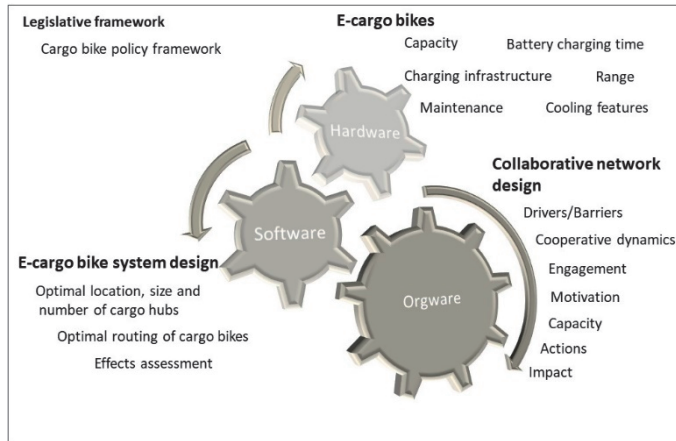


Figure 1. Framework for the design e-cargo bike distribution system

## 2. Orgware: Building a collaborative e-cargo distribution network

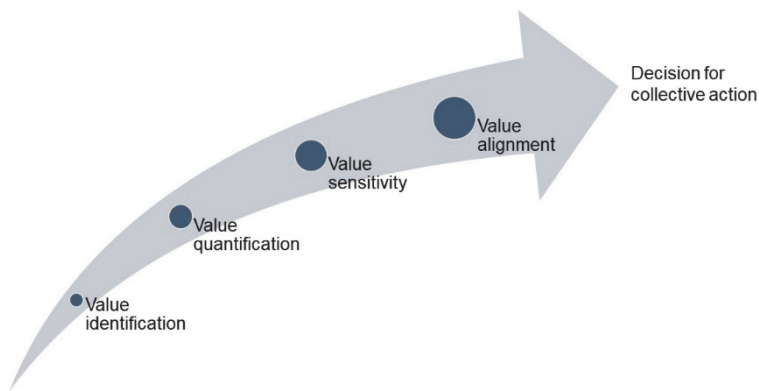
Urban freight transport market is characterized by a variety of stakeholders with different motives, barriers and values that they identify with the development of e-cargo biking system. Stakeholders involved in urban freight transport are supply chain stakeholders (shippers, transport operators, receivers, consumers), resource supply stakeholders (infrastructure providers and operators, landowners), public authorities and other stakeholders (manufacturers, residents, visitors/tourists). The conflicts usually arise between the interests of residents and transport operators while public authorities try to balance the interests of both sides. There are also conflicts between residents and tourists/visitors as consumers. Tourists/visitors want goods to be available in shops whereas residents complain about traffic congestion, noise and environmental pollution.

In this phase, it is needed to build a collaborative e-cargo biking distribution network by incorporating different interests, motives and barriers of the main stakeholders.

For this purpose, a collaborative business and governance model needs to be designed. An appropriately designed business model should enable closer and more efficient relationship among the stakeholders in the e-cargo bike system. Governance model represents a mechanism for the stakeholders to gain a competitive advantage and create value from the proposed business model. By a governance model the network organisational structure is specified in the sense of which actors are involved, who orchestrates the network, how the roles and responsibilities are distributed and how the decision making process is organised.

In order to build a cooperative business model, it is important to assess and align the needs and requirements of all the stakeholders involved. A useful approach for value alignment in a multi-value multi-actor environment (such as in urban freight system) is Value Case Methodology (VCM). The aim of VCM is to unite multiple stakeholders by creating a broad set of values associated with a cooperative business model and to capture the innovations and wishes of the stakeholder involved (Dittrich and van Dijk, 2013). The main steps of VCM are as follows (Figure 2.):

- Value identification: All network participants that impact on the value that e-cargo bike system delivers to the end customers are identified, their roles, interests, motives and barriers are assessed.
- Value quantification: All qualitative effects from the first step will be quantified. For this purpose multicriteria decision making method (such as Analytic Hierarchy Process (AHP) or conjoint analysis (CA) can be used.
- Value sensitivity: Analysis and visualization of points sensitivity of stakeholder in terms of acceptance the new e-cargo biking concept is performed in this step.
- Value alignment: This step represents a structured process aimed to obtain an overall acceptable solution by analysing identified misalignments and defining a set of “compensation” measures.



*Figure 2. Value Case Methodology (Dittrich and van Dijk, 2013)*

Based on this activity different stakeholder engagement strategies can be designed. Some of them are freight quality partnerships, freight advisory boards and forums or introduction of an intermediary for orchestrating the stakeholder’s network.

The last part of the orgware dimension is the design of a framework for transition from a current situation to the new cooperative model. The main components of this framework are:

- The general system context;
- The governance model;
- Cooperation dynamics and actions.

The system context determines opportunities and constraints, or the drivers and barriers, and impacts on the dynamics of the cooperation among the stakeholders in the network. Proposed governance model evolves within the general system context which represents the host of all legal, environmental and other impacts that affect or are affected by the e-cargo biking system. The dynamics of cooperation represents an iterative interaction of cooperative engagement, shared motivation between the actors and capacity building. The main output from the cooperative model is the cooperative actions which



result from the strategy developed during the cooperative dynamics, and represent the efforts aimed to achieve the objective of e-cargo biking cooperative model.

### 3. Software: Optimal design of e-cargo bike system

Software dimension includes two tasks:

- Optimal location and size of micro-hubs;
- Optimal routing of e-cargo bikes.

Determining optimal locations for micro-hubs can be solved mathematically. Location-allocation models represent the most efficient methods for optimizing public facility locations. There are four types of location-allocation models (Tao et al., 2018):

- The p-median problem;
- The maximum covering location problem;
- The location set covering problem;
- The p-center problem.

The most popular is p-median problem. It represents a classical optimization problem whose objective is to find p locations out of a set of potential locations for transshipment points such that the sum of weighted distances between each demand points and its closest facility is minimized. The distances between each demand point and its closest facility location can be weighted by the demand that is sent to that point. This problem belongs to a class of NP-hard problems for which the exact solution most probably can not be found in polynomial time (Niels et al., 2018). Dakins and Maas (2015) present a classical formulation of the problem and describe various metaheuristics for finding a solution of p-median problem. In case when there are many criteria for selecting the optimal location it is needed to solve multi criteria location problem. Hekmatfar and SteadieSeifi (2009) made a comprehensive review of multi criteria decision making methods for solving location-allocation problems. The non-existence of micro-consolidation nodes in postal logistics of Serbia represents one of the reasons why postal operators mainly use vans for parcels delivery in Serbia. Capacity utilization of vans may differ depending on the category of parcels for delivery.

The second task includes finding the optimal routes for delivering shipments from the selected micro-hub locations to the customers. For each subset of delivery locations, the problem of finding optimal routes can be modelled as a variant of the Vehicle Routing Problems (VRP). Toth and Vigo (2014) give an overview of different VRPs and the heuristics for their solving. A critical factor of cargo bikes is their travel speed which depends on the load and the slope of the streets. Therefore, the load dependent travel speed should be included. Since different deliveries have strict or less strict delivery times, delivery times can also be included. Ignoring the load dependent travel times can lead to underestimation of travel time in such a way that the time windows are violated. The resulting model is a capacitated vehicle routing problem with time windows and load dependent travel times. A recent comparison of this model with classical capacitated vehicle routing problem with time windows on a cargo bike routing problem resulted in significantly reduced travel time (Fontaine, 2019).

#### 4. Hardware: E-cargo bike design and micro-hub dimensioning

“Hardware” phase of the e-cargo bike system development includes the design of e-cargo bikes and dimensioning of micro hubs. Both aspects are connected with “software” phase in terms of the demand – the intensity and structure, spatial distribution, time windows and location of transshipment points.

In general LEFVs are bicycles or compact vehicles with electric pedal assistance or electric drive designed for distribution of goods on public roads with a limited speed ( $\leq 45$  km/h). In comparison with vans, LEFVs have a smaller capacity and lower speed, ability to use different infrastructure and requirements imposed on the driver (van Amstel et al., 2018). According to the LEFV-Logic project (van Amstel et al., 2018) there are three types of vehicles that are smaller than a delivery van and can transport up to 750 kg:

- Cargo bikes with electrical pedal assistance – loading capacity 50-350 kg, vehicle weight 20-170 kg;
- Electric moped with pedals and no covered cab – loading capacity 100-500 kg, vehicle weight 50-600 kg;
- Compact distribution vehicle with electric drive – loading capacity 200-750 kg, vehicle weight 300-1000 kg.

Regarding legal requirements, according to LEFV-LOGIC project (case of Netherlands) all LEFVs fall into following legal vehicle categories (van Amstel et al., 2018):

- Cargo bikes for which national testing procedures and registration are not obligatory, for which power of the electrical motor is up to 0.25 kW and the maximum speed is 25 km/h.
- Vehicles for which national testing procedures or approval by the Ministry is required. Registration is not obligatory. The maximum speed of these vehicles is 25 km/h.
- L-category vehicles which are light vehicles ranging from bicycles with an auxiliary engine to mini delivery vans for which a European type approval and registration are required. The maximum speed of these vehicles is up to 90 km/h.

Regarding the costs of electric cargo bikes/mopeds, the following components are included in cost estimation (€):

- Investment: 3000-13000
- Operational lease per year: 1800-3500
- Fuel for 10000-15000 km per year: 400-1000
- Insurance: 200-400
- Parking and charging infrastructure: 1000

Regarding the design of cargo bikes, there is an increasing demand for high payload vehicles to improve the ratio between payroll costs and payload. Bikes and trikes are also available with functionalities such as a hot or cold box for the transport of food

and beverages. On London’s market, there is a range of cargo bikes available on the market (Figure 3.). 42% of cargo bikes, 50% of cargo trikes and all quadricycles are offered with electric assistance.



Figure 3. Cargo bikes: London market overview (CLS RTP, 2019)

La post (French national postal operator) has the largest fleet of electric vehicles in the world. Currently, it possesses a fleet of 35000 electrical vehicles of which 24000 (69%) are electrically assisted bicycles. Serbian postal operator (Post of Serbia) does not possess a fleet of electrical bikes. The delivery of parcels is usually conducted on traditional ways by the postmen (by foot and by motor scooters), vans and cars. Croatian postal operator “Hrvatska posta” acquired 180 electrical bikes in 2015 in order to replace motor scooters. It was estimated that the overall cost savings are approximately 85%, while CO<sub>2</sub> emissions are lower by 100 tonnes annually (Cairns and Sloman, 2019).

Manufacturers offer a range of “functional” boxes for various applications, these include hot/cold boxes for transporting food and medicine. The option of custom made bikes/trikes is also available to suit individual needs. This includes customization of the length/width and battery size as well as the functionality of the cargo box itself. Required battery capacity depends on vehicle speed, weight of the load and driving distance. For example, for a speed of 20 km/h, a load of 200 kg and driving distance of 70 km required battery capacity is 2.9 kWh.

Sizing of micro hubs will depend on their number and the demand for delivery generated by commercial activities in the gravitating area as well as the delivery times. The demand can be subject to variability in terms of magnitude (number of deliveries per day) and time (from one day to another).

## 5. Legislative framework

Recent initiatives in European cities for urban e-cargo biking revealed that there is a certain resistance to the use of e-cargo bikes on existing cycling infrastructure. Fear for the safety of other road users is also present. The main questions in this stage are how do the e-cargo bikes fit into urban infrastructure and what measures can cities/municipalities

take to support the development of e-cargo biking system. Cities/Municipalities may have regulatory, coordinate, facilitative, stimulatory or experimentation role (ROB, 2012):

- Regulatory role concerns the introduction of restrictive measures such as the establishment of environmental zones with limited or forbidden access to some types of vehicles. In some cities (such as Utrecht) cargo bike service operators have the freedom to deliver all day in pedestrian areas.
- Coordination role includes actions related to bringing together supply and demand related actors. Amsterdam municipality, for example, links companies who want to charge vehicles with companies which offer innovative charging solutions. Governments may also coordinate the supply and demand for storage and transshipment facilities. Municipalities can share real-time local traffic data to transport management system providers.
- The stimulatory role includes financial incentives for supporting the development of e-cargo viking system. For example, the Hague and Maastricht subsidized the use of cargo bikes with the amount from 1500 to 4000 EUR. Cities can stimulate the development of e-cargo biking system by adjusting their own logistics activities or to encourage suppliers of inbound goods to use light e-cargo bikes.
- The experimental role relates to the use of electric bikes by the municipalities for their activities.
- Facilitating the innovation uptake is the aim of the facilitative role. Introducing bicycle in the streets or speed limits or making the real estate available to logistics service providers at a lower rate are some of the facilitative measures imposed by the municipalities.

## **6. Conclusions and recommendations**

Based on the experiences from many EU cities, e-cargo bikes proved to be very efficient in dense urban areas where the delivery cycles are very short. In most cases, e-cargo bikes are introduced as pilot projects by the public sector in order to encourage its wider adoption on the market. Since e-cargo biking is not present in the national postal logistics system, the actions on all stages are needed. Building a collaborative e-cargo bike network requires a detailed analysis of the main actors on the market, their motives/barriers and selecting the adequate business and governance model which will enable long-term collaboration between the actors. Location and the sizing of micro-consolidation points in urban areas from which cycle logistics companies can operate should be defined. E-cargo bike routing should be facilitated by ICT-supported software tools. E-cargo bike fleet composition (mix and size) should be based on a compromise between the requirements of the market and objectives of e-cargo biking operators. Special attention should be given to existing legislative measures for facilitating sustainable urban distribution such as the regulatory measures (time-based measures, volume of weight restrictions, emission-based restrictions), market-based measures (congestion charges, subsidies), infrastructure-based measures (on-street loading and unloading bays) and measures related to new technologies (vehicle technologies, ITS and ICT).

## References

- [1] SolutionsPlus, “Integrated Urban Electric Mobility Solutions in the Context of the Paris Agreement, the Sustainable Development Goals and the New Urban Agenda”, Deliverable 4.1 Demonstration Implementation Plans, European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme, 2020.
- [2] W. P. van Amstel, S. Balm, J. Warmerdam, M. Boerema, M. Altenburg, F. Rieck and T. Peters. *City Logistics: Light and Electric*. Amsterdam University of Applied Sciences, 2018.
- [3] H. Dittrich, W. van Dijk, “The Value Case Methodology. A Methodology Aligning Financial and Non-Financial Values in Large Multi-Stakeholder Innovation Projects”, Technical Report. TNO Strategic Business Analysis, The Netherlands, 2013.
- [4] Z. Tao, Q. Zheng, H. Kong, “A Modified Gravity p-Median Model for Optimizing Facility Locations”, *Journal of Systems Science and Information*, vol. 6, issue 5, pp. 421-434, 2018.
- [5] T. Niels, M. T. Hof and K. Bogenberger, “Design and Operation of an Urban Electric Courier Cargo Bike System”, *Proceedings of the 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems*, USA, 2018.
- [6] M. S. Daskin and K. Lee Maass, “The p-median problem”, In: Laporte, G., Nickel, S., Saldanha da Gama, F. (Eds.), *Location Science*, pp. 21–46, 2015.
- [7] M. Hekmatfar and M. SteadieSeifi. *Multi-Criteria Location Problem*. In R.Z. Farahani and M. Hekmatfar (eds.), *Facility Location: Concepts, Models, Algorithms and Case Studies*, Physica-Verlag Heidelberg, 2009.
- [8] P. Toth and D. Vigo. *Vehicle Routing: Problems, Methods and Applications*. Society for Industrial and Applied Mathematics, USA, 2014.
- [9] P. Fontaine, “Vehicle Routing Problem with Load-Dependent Travel Times for Cargo Bike Routing”, *Proceedings of the Tenth Triennial Symposium on Transportation Analysis*, Australia, 2019.
- [11] Central London Sub-Regional Transport Partnership (CLSRTP), *Cycle Logistics Study*. Cambridge, UK, 2019.
- [12] S. Cairns and D. Sloman, 2019. Potential for e-cargo bikes to reduce congestion and pollution from vans in cities. Transport for quality of Life Ltd. Available at: <https://www.bicycleassociation.org.uk/wp-content/uploads/2019/07/Potential-for-e-cargo-bikes-to-reduce-congestion-and-pollution-from-vans-FINAL.pdf>
- [13] Raad voor het Openbaar bestuur (ROB) (2012). *Loslaten in vertrouwen: Naar een nieuwe verhouding tussen overheid, markt én samenleving. Advies aan minister Spies van BZ&K*. Available at: <https://kennisopenbaarbestuur.nl/media/63034/loslaten-in-vertrouwen.pdf>

**Rezime:** Istraživanja sprovedena u prethodnom periodu ukazuju na to da „city” logistika zasnovana na lakim teretnim vozilima zahteva dobre lokacije za pretovarne čvorove, robustne procese, kooperaciju između aktera, detaljnu analizu svih troškova, modernu ICT infrastrukturu i dobru organizaciju. Sveobuhvatni pristup razvoju sistema distribucije zasnovanog na električnim kargo biciklima treba da obuhvati organizacionu, softversku i hardversku perspektivu inovativne vrednosti za distribuciju pošiljaka u gradskoj zoni. Zakonodavni okvir predstavlja četvrtu dimenziju i treba da pruži osnovu za inovativnu vrednost. U ovom radu predložena je metodologija za razvoj sistema gradskih kargo bicikala. Osnovni motivi i prepreke za primenu u slučaju poštanskog logističkog sistema grada Beograda su analizirani.

**Ključne reči:** električni kargo bicikli, distribucija pošiljaka, poštanska logistika

**METODOLOŠKI OKVIR ZA RAZVOJ SISTEMA GRADSKIH  
ELEKTRIČNIH TERETNIH BIKIKALA ZA DISTRIBUCIJU POŠILJAKA**  
Miloš Milenković, Nikola Knežević, Alicia Martinez de Yuso, Nebojša Bojović

## SE-CoCoSo PRISTUP ZA REŠAVANJE PROBLEMA IZBORA TEHNIČKOG SISTEMA ZA AUTOMATSKU PRERADU POŠTANSKIH PAKETA

Vladimir Simić, Aleksandar Čupić, Branka Dimitrijević  
Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet,  
vsima@sf.bg.ac.rs, a.cupic@sf.bg.ac.rs, b.dimitrijevic@sf.bg.ac.rs

**Rezime:** *CoCoSo (Combined Compromise Solution) jedna je od najnovijih metoda višekriterijumskog odlučivanja koja se zasniva na sjedinjavanju kompromisnih algoritama za donošenje odluka i strategija agregacije i u radu je dat pregled njenih dosadašnjih primena u različitim oblastima istraživanja. Ova metoda nije do sada bila primenjena za rešavanje problema višekriterijumskog odlučivanja u poštanskom saobraćaju. U ovom radu je integrisana sa metodom Šenonove entropije (Shannon Entropy - SE) za određivanje težina kriterijuma u SE-CoCoSo metodologiju, koja je primenjena na rešavanje problema višekriterijumskog odlučivanja pri izboru tehničkog sistema za automatsku preradu poštanskih paketa. Priložen je numerički primer da bi se ilustrovali potencijali i primenljivost formulisanog pristupa. Analiza osetljivosti potvrdila je da razvijeni SE-CoCoSo pristup karakteriše visoka robusnost.*

**Ključne reči:** *Višekriterijumsko odlučivanje, Kombinovano kompromisno rešenje, Šenonova entropija, Poštanski saobraćaj, Analiza osetljivosti*

### 1. Uvod

CoCoSo (**C**ombined **C**ompromise **S**olution) jedna je od najnovijih MCDM metoda. Njeni tvorceni su Yazdani i ostali (2019b). Ova metoda generiše tri kompromisna rezultata rangiranja alternativa koji se zatim kombinuju primenom operatora hibridne integracije (Hashemkhani Zolfani i ostali 2020). CoCoSo metoda koristi tri strategije agregacije za generisanje mere ukupne korisnosti alternativa (Ecer i ostali 2019). Ovu metodu karakteriše inovativna struktura koja se zasniva na sjedinjavanju kompromisnih algoritama za donošenje odluka i strategija agregacije (Yazdani i ostali 2020). CoCoSo metoda je pouzdanija i stabilnija od raspoloživih MCDM metoda (Peng i Huang 2020, Peng i ostali 2020). Njenom primenom povećava se tačnost procesa odlučivanja u višekriterijumskom okruženju (Yazdani i ostali 2019a). Generisane rangove alternativa odlikuje visoko poklapanje sa rezultatima dostupnih MCDM metoda (Biswas i ostali 2020). Zbog svega navedenog, mnogi autori su uspešno primenili CoCoSo metodu za rešavanje višekriterijumskih problema u mnogim oblastima istraživanja. Ova metoda nije do sada bila primenjena za rešavanje MCDM problema u poštanskom saobraćaju.

Primena CoCoSo metode za rešavanje problema u višekriterijumskom okruženju zahteva poznavanje težina kriterijuma. Kada nisu unapred poznate težine kriterijuma neophodno je kombinovati CoCoSo metodu sa nekom od metoda za određivanje težina kriterijuma. Metoda Šenonove entropija (*Shannon Entropy* - SE) spada u grupu objektivnih metoda za određivanje težina kriterijuma, koje ne uzimaju u obzir mišljenje donosilaca odluka, već se težine kriterijuma određuju na osnovu informacija sadržanih u polaznoj matrici odlučivanja (Dimitrijević 2017). Što su vrednosti alternativa po nekom kriterijumu sličnije, onda je po SE metodi težina tog kriterijuma manja od onog po kome se one značajno razlikuju. Takođe, SE i CoCoSo metode nisu do sada bile kombinovane u procesima višekriterijumskog odlučivanja.

U ovom radu je prezentovan SE-CoCoSo pristup za rešavanje MCDM problema pri izboru tehničkog sistema za automatsku preradu poštanskih paketa. Izbor najboljeg sistema sortiranja paketa je od fundamentalnog značaja za svaku poštansku kompaniju, jer efikasno manipulisanje pošiljkama Pošti omogućava stvaranje veće razlike između profita i gubitaka, kao i zadržavanje leaderske pozicije u konkurentnom okruženju. U tom smislu, priložen je sveobuhvatan numerički primer kako bi se ilustrovali potencijali i primenljivost razvijenog pristupa i u oblasti poštanskog saobraćaja. Robusnost generisanih rezultata proverena je primenom analize osetljivosti.

Rad je organizovan na sledeći način. U narednom poglavlju prezentovan je detaljan pregled dostupnih primena CoCoSo metode. U trećem poglavlju dat je prikaz razvijenog SE-CoCoSo pristupa u algoritamskoj formi. U četvrtom poglavlju priložen je numerički primer i analizirani su i prodiskutovani dobijeni rezultati. Na kraju rada data su zaključna razmatranja i pravci daljih istraživanja.

## 2. Pregled literature

Tokom prethodnih godinu i po dana CoCoSo metoda je primenjena za rešavanje višekriterijumskih problema iz mnogih oblasti (tabela 1).

Yazdani i Chatterjee (2018) prezentovali su AHP (*Analytic Hierarchy Process*)-CoCoSo pristup za izbor najbolje tehnologije pakovanja za kompanije koje se bave proizvodnjom mleka. Barua i ostali (2019) primenili su AHP-CoCoSo pristup za određivanje najuticajnijeg parametra za proizvodnju hibridnih prirodnih vlakana. Biswas i ostali (2019) predstavili su CRITIC (*CRiteria Importance Through Intercriteria Correlation*)-CoCoSo pristup za evaluaciju električnih vozila. Ecer i ostali (2019) primenili su CoCoSo metodu za procenu performansi održivog razvoja država članica Organizacije zemalja izvoznica nafte. Erceg i ostali (2019) integrisali su ABC (*Activity-Based Costing*) analizu, FUCOM (*FULL COnsistency Method*) metodu za određivanje težina kriterijuma i IR (*Interval Rough*) CoCoSo metodu kako bi rangirali dobavljače za tri klase zaliha. Hashemkhani Zolfani i ostali (2019) razvili su BWM (*Best-Worst Method*)-CoCoSo pristup za rešavanje problema izbora održivog dobavljača za čeličane. Karaşan i Bolturk (2019) predložili su IN (*Interval Neutrosophic*) CoCoSo metodu za rangiranje potencijalnih lokacija za deponiju namenjenu odlaganju čvrstog otpada. Wen i ostali (2019a) formulisali su probabilistički lingvistički SWARA (*Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis*)-CoCoSo pristup za poređenje dobavljača farmaceutske industrije. Wen i ostali (2019b) predložili su hezitant fazi lingvistički (*hesitant fuzzy linguistic* - HFL) CoCoSo method za procenu 3PL (*third-party logistics*) provajdera finansijskih institucija. Yazdani i ostali (2019a) razvili su sivi CoCoSo metod za evaluiranje dobavljača



građevinskih preduzeća. Oni su integrirali DEMATEL (*DEcision MAKing Trial and Evaluation Laboratory*) i BWM da bi odredili subjektivne težine kriterijuma. Yazdani i ostali (2019b) predložili su CoCoSo metodu i primenili je za rešavanje problema izbora logističkog provajdera.

Biswas i ostali (2020) primenili su CRITIC-CoCoSo pristup za rangiranje putničkih vozila. Ecer i Pamucar (2020) integrirali su fazi BWM i CoCoSo metode kako bi poredili održive dobavljače industrije kućnih aparata. Hashemkhani Zolfani i ostali (2020) upotrebili su sivi CoCoSo metod za evaluaciju lokacija privremene bolnice za pacijente zaražene korona virusom COVID-19. Koristili su CRITIC metodu za određivanje objektivnih težina kriterijuma. Maghsoodi i ostali (2020) integrirali su IV (*Interval-Valued*) CoCoSo i MULTIMOORA (*Multi-Objective Analysis by Ratio Analysis plus the Full Multiplicative Form*) metode kako bi rešili problem izbora građevinskog materijala. Primenili su BWM metodu za izračunavanje subjektivnih težina kriterijuma. Peng i Huang (2020) razvili su qROF (*q-Rung Orthopair Fuzzy*) CRITIC-CoCoSo pristup za procenu finansijskog rizika preduzeća. Peng i ostali (2020) predstavili su PF (*Pythagorean Fuzzy*) CRITIC-CoCoSo pristup za procenu 5G (*5th Generation*) komunikacione opreme. Ulutaş i ostali (2020) predložili su fazi GIS (*Geografic Information System*)-SWARA-CoCoSo pristup za rangiranje lokacija koje su pogodne za izgradnju logističkog centra. Yazdani i ostali (2020) prezentovali su grubi FUCOM-CoCoSo pristup za evaluaciju pogodnosti geografskih regija za otvaranje logističkog centra. Zhang i ostali (2020) formulisali su probabilistički lingvistički BWM-CoCoSo pristup za izbor najpogodnijeg dobavljača građevinskog materijala. Wen i ostali (2020) primenili su HFL CoCoSo metod za rešavanje problema izbora osoblja. Logaritamska metoda najmanjih kvadrata (*Logarithmic Least Square Method* - LLSM) i mera entropije su upotrebljene za određivanje subjektivnih i objektivnih težina kriterijuma, respektivno.

Tabela 1. Pregled dostupnih primena CoCoSo metode

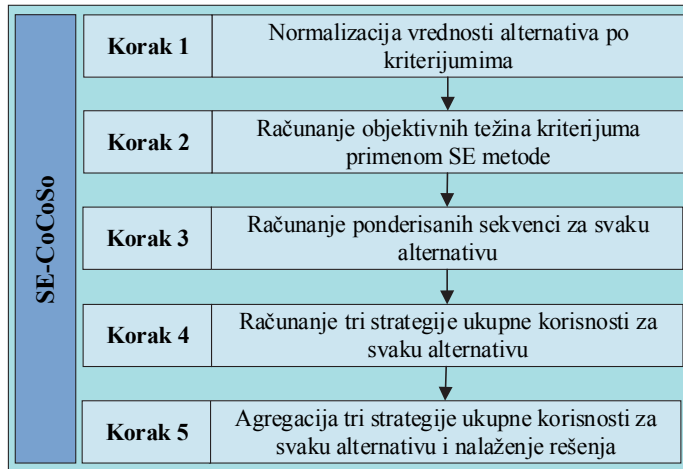
Autor(i) i godina	Razmatrani problem	Vrednovanje alternativa	Analiza osetljivosti (Da/Ne)	Metoda(e) za određivanje težina kriterijuma			Tip primene
				Subjektivna	Objektivna	Važnost kriterijuma	
Yazdani i Chatterjee (2018)	Izbor tehnologije pakovanja	Det.	Da	AHP	–	Det.	Ilustr. primer
Barua i ostali (2019)	Proizvodno okruženje	Det.	Ne	AHP	–	Det.	Studija slučaja
Biswas i ostali (2019)	Izbor električnog vozila	Det.	Da	–	CRITIC	Det.	Studija slučaja
Ecer i ostali (2019)	Procena performansi održivosti	Det.	Da	–	Jednake težine	Det.	Studija slučaja
Erceg i ostali (2019)	Izbor dobavljača	IR	Da	FUCOM	–	Det.	Studija slučaja

Tabela 1. nastavak

Autor(i) i godina	Razmatrani problem	Vrednovanje alternativa	Analiza osetljivosti (Da/Ne)	Metoda(e) za određivanje težina kriterijuma			Tip primene
				Subjektivna	Objektivna	Važnost kriterijuma	
Hashemkhani Zolfani i ostali (2019)	Izbor održivog dobavljača	Det.	Da	BWM	–	Det.	Studija slučaja
Karaşan i Bolturk (2019)	Lokacija deponije za čvrsti otpad	IN	Ne	DRM	–	IN	Iz literature
Wen i ostali (2019a)	Izbor dobavljača	PLI	Ne	SWARA	–	PLI	Iz literature
Wen i ostali (2019b)	Izbor 3PL provajdera	HFLT	Da	DRM	CE	HFLT	Studija slučaja
Yazdani i ostali (2019a)	Izbor dobavljača	Sivi	Ne	DEMATEL, BWM	–	Det.	Studija slučaja
Yazdani i ostali (2019b)	Izbor logističkog provajdera	Det.	Da	Nije specificirano	Det.	Studija slučaja	
Biswas i ostali (2020)	Izbor putničkog vozila	Det.	Da	–	CRITIC	Det.	Studija slučaja
Ecer i Pamucar (2020)	Izbor održivog dobavljača	Fazi	Da	BWM	–	Fazi	Studija slučaja
Hashemkhani Zolfani i ostali (2020)	Lokacija privremene bolnice	Sivi	Ne	–	CRITIC	Det.	Studija slučaja
Maghsoodi i ostali (2020)	Izbor materijala	IV	Da	BWM	–	Det.	Studija slučaja
Peng i Huang (2020)	Procena finansijskog rizika	qROF	Da	DRM	CRITIC	qROF	Ilustr. primer
Peng i ostali (2020)	Procena 5G industrije	PF	Da	DRM	CRITIC	PF	Ilustr. primer
Ulutaş i ostali (2020)	Lokacija logističkog centra	Fazi	Da	SWARA	–	Fazi	Studija slučaja
Yazdani i ostali (2020)	Lokacija logističkog centra	Grubi	Da	FUCOM	–	Grubi	Studija slučaja
Zhang i ostali (2020)	Izbor dobavljača	PLI	Ne	BWM	–	PLI	Studija slučaja
Wen i ostali (2020)	Izbor osoblja	HFLT	Ne	LLSM	CE	HFLT	Ilustr. primer
<i>Ovaj rad</i>	<i>Evaluacija standardnih poštanskih usluga</i>	<i>Det.</i>	<i>Da</i>	<i>–</i>	<i>Šenonova entropija</i>	<i>Det.</i>	<i>Ilustr. Primer</i>

### 3. SE-COCOSO pristup

Ovo poglavlje prezentuje razvijeni SE-CoCoSo pristup. Dijagram toka SE-CoCoSo pristupa prikazan je na slici 1.



Slika 1. Dijagram toka SE-CoCoSo pristupa

Sledi prikaz SE-CoCoSo pristupa u algoritamskoj formi:

**Korak 1.** Normalizacija vrednosti alternativa po kriterijumima:

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij} - \min_{l=1, \dots, m} x_{lj}}{\max_{l=1, \dots, m} x_{lj} - \min_{l=1, \dots, m} x_{lj}}, & \text{if } j \in B \\ \frac{\max_{l=1, \dots, m} x_{lj} - x_{ij}}{\max_{l=1, \dots, m} x_{lj} - \min_{l=1, \dots, m} x_{lj}}, & \text{if } j \in N \end{cases}, \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n, \quad (1)$$

gde  $x_{ij}$  označava vrednost alternative  $A_i$  ( $i=1, \dots, m$ ) po kriterijumu  $K_j$  ( $j=1, \dots, n$ ); B i N predstavljaju skupove benefiitnih i troškovnih kriterijuma, respektivno.

**Korak 2.** Računanje objektivnih težina kriterijuma primenom SE metode:

$$w_j = \frac{1 + \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m (r_{ij} \ln r_{ij})}{\sum_{i=1}^n [1 + \frac{1}{\ln m} \sum_{l=1}^m (r_{li} \ln r_{li})]}, \quad j = 1, \dots, n, \quad (2)$$

gde  $r_{ij}$  predstavlja normalizovanu vrednost alternative  $i$  po kriterijumu  $j$ .

$w = (w_1, \dots, w_n)^T$  je vektor objektivnih težina kriterijuma, gde  $w_j \in [0, 1]$  i  $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ .

**Korak 3.** Računanje ponderisanih sekvenci  $S_i$  i  $P_i$  za svaku alternativu:

$$S_i = \sum_{j=1}^n (w_j r_{ij}), \quad i = 1, \dots, m, \quad (3)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^m (r_{ij})^{w_j}, \quad i = 1, \dots, m, \quad (4)$$

**Korak 4.** Računanje tri strategije ukupne korisnosti za svaku alternativu:

- Prva strategija ukupne korisnosti  $C_i^{(1)}$  izražava aritmetičku sredinu sume  $S_i$  i  $P_i$  vrednosti, odnosno:

$$C_i^{(1)} = \frac{S_i + P_i}{\sum_{l=1}^m (S_l + P_l)}, \quad i = 1, \dots, m. \quad (5)$$

- Druga strategija ukupne korisnosti  $C_i^{(2)}$  izražava sumu relativnih odnosa  $S_i$  i  $P_i$  sa njihovim najlošijim vrednostima, odnosno:

$$C_i^{(2)} = \frac{S_i}{\min_{l=1, \dots, m} S_l} + \frac{P_i}{\min_{l=1, \dots, m} P_l}, \quad i = 1, \dots, m. \quad (6)$$

- Treća strategija ukupne korisnosti  $C_i^{(3)}$  izražava balansirani kompromis  $S_i$  i  $P_i$  vrednosti, odnosno:

$$C_i^{(3)} = \frac{\lambda S_i + (1 - \lambda) P_i}{\lambda \max_{l=1, \dots, m} S_l + (1 - \lambda) \max_{l=1, \dots, m} P_l}, \quad i = 1, \dots, m, \quad (7)$$

gde  $\lambda \in [0, 1]$  predstavlja parametar balansiranja čiju vrednost određuje donosilac odluke.

**Korak 5.** Agregacija tri strategije ukupne korisnosti za svaku alternativu i nalaženje rešenja:

$$C_i = \sum_{s=1}^3 \sqrt{0.5 \left( \frac{C_i^{(s)}}{\max_{l=1, \dots, m} C_l^{(s)}} + \left( \frac{m - r_i^{(s)}}{m} \right)^2 \right)}, \quad i = 1, \dots, m, \quad (8)$$

(8)

gde  $r_i^{(s)}$  predstavlja rang alternative  $i$  po vrednosti strategije ukupne korisnosti  $C_i^{(s)}$  ( $s=1, 2, 3$ ). Rang alternativa (od najbolje do najlošije) odgovara redosledu vrednosti  $C_i$  poređanih u opadajući niz.

#### 4. Rezultati i diskusija

Početna osnova pri definisanju kriterijuma treba da bude činjenica da se prilikom rešavanja svakog problema mogu usvojiti različiti broj i vrsta kriterijuma, zavisno od odgovarajućih odluka i informacija koje stoje na raspolaganju. Treba početi od opšteg pregleda kriterijuma:

- Tehnički kriterijumi – vrsta poštanskih pošiljaka, intenzitet toka, način transporta (kontinualni, diskontinualni), rastojanja, sortirni uređaji, pretovarni uređaji, vreme prerade, itd.,
- Ekonomski kriterijumi – investicioni troškovi, eksploatacioni troškovi, itd.,
- Kriterijumi uslovljeni sistemom – kapacitet prerade, održavanje, stepen automatizacije, pogon, i sl.,
- Opšti kriterijumi – razni propisi (ekološki – buka, zagađenje, vibracije itd.), garancije, servisi, fleksibilnost u radu.

U tabeli 2 dat je pregled korišćenih kriterijuma za rešavanje problema višekriterijumskog odlučivanja pri izboru tehničkog sistema za automatsku preradu poštanskih paketa.

Tabela 2. Skup relevantnih kriterijuma

Kriterijumi		max/min
Oznaka	Naziv	
$K_1$	Kapacitet	max
$K_2$	Procenat obrađenosti pošiljaka	max
$K_3$	Fleksibilnost sistema	max
$K_4$	Snaga pogonskih motora	min
$K_5$	Maksimalne dimenzije pošiljaka	max
$K_6$	Ukupna površina mašine	min
$K_7$	Cena	min
$K_8$	Eksploatacioni troškovi	min
$K_9$	Rok isporuke mašine i garancije	min
$K_{10}$	Ekološki faktori	max

Alternative po nekim od kriterijuma imaju precizne vrednosti ( $K_1$  i  $K_2$ ), koje nije potrebno posebno komentarisati, dok po nekim kriterijumima treba izvršiti kompleksnu analizu međusobnog odnosa alternativa jer predstavljaju skup više karakteristika sistema prerade paketa. Vrednosti alternativa po pojedinim kriterijumima su inicijalno ocenjivane lingvističkim izrazima ili fazi brojevima koji su potom pretvoreni u realne vrednosti.

Treba napomenuti da se pod snagom pogonskih motora ( $K_4$ ) podrazumevalo razmatranje svih motora koji se instaliraju u sistemu prerade (pogonski motor glavnog transportera i pogonski motori tehničkih sistema zakretanja/skidanja paketa sa glavnog toka paketa). Činjenica da se snaga pogonskih motora neravnomerno povećava sa produženjem sortiranih linija dodatno je komplikovala analizu. Iz tog razloga autori su se opredelili da alternative po ovom kriterijumu primarno ocene pomoću lingvističkih izraza koji su kasnije pretvoreni u realne brojeve (isto važi i za  $K_3$ ).

Što se tiče maksimalnih dimenzija pošiljaka, svi ponuđeni sistemi mogu da sortiraju pakete (dužina x širina x visina - LxWxH: 1200x600x500 mm), koji predstavljaju više od 90% svih paketa, tako da ključnu razliku čini maksimalna masa paketa koji se prerađuju – dato za kriterijum ( $K_5$ ) u tabeli 3.

Ukupna površina mašine ( $K_6$ ) zavisi, pre svega, od potrebnog broja destinacija po kojima se vrši razvrstavanje. Kako je taj parametar isti za sve alternative, ukupna površina mašine najviše će zavistiti od zbijenosti destinacija što je dato u (Čupić, 2007).

Cena sistema prerade – ( $K_7$ ), kao jedan od najvažnijih parametara odlučivanja mora se uzeti sa izvesnom rezervom jer proizvođači opreme ne iznose takve podatke u širu javnost (ovakvi sistemi se nabavljaju isključivo preko tendera). Kroz kontakte sa proizvođačima, dobijeni su približni odnosi cena predstavljenih alternativa. Isto važi i za eksploatacione troškove – ( $K_8$ ).

Rok isporuke i garancije – ( $K_9$ ) predstavljaju vremenske promenljive koje se izražavaju u mesecima, ali koje nisu istog reda veličine, istog značaja i prirode da bi se izrazile jednostavnim sabiranjem. Obzirom da su garancije u ovom slučaju opciono date u vidu 24-ročasnog on-line nadgledanja sistema od strane Siemens-ovog kontrolnog centra opredeljujući faktor postaje rok isporuke.

Što se tiče ekoloških faktora – ( $K_{10}$ ), sistemi prerade važe za prilično „čiste”. Glavno zagađenje se odnosi na buku i prašinu koji, sa različitim intenzitetom, prate sve ponuđene alternative. Količina prašine je približno ista za sve sisteme, tako da je opredeljujući faktor, sa aspekta ekološke podobnosti, nivo buke koji sistem proizvodi.

Zahtevi brze, efikasne i pouzdane usluge prenosa paketa dodatno pooštavaju kriterijume prihvatljivosti određenog tehničkog sistema jer je potrebno izvršiti sortiranje u strogo definisanom vremenskom okviru koji „ne trpi” improvizacije i kašnjenja nastala kao prebacivanje neprerađenih paketa u sledeći radni dan. Daleko je kompleksnije odrediti maksimalni kapacitet projektovanog sistema jer je radni vek sistema duži od 20 godina što predstavlja vremenski period koji ni jedna prognoza ne pokriva na zadovoljavajući način. Čupić (2007) je na osnovu statističkih i nestatističkih analiza zaključio da nije ekonomski opravdano uvoditi sisteme čiji je nominalni kapacitet veći od 12.000 pak/h.

*Alternativa 1.* Porodica sistema sortiranja sa gurajućim elementima (SGE). U ovu grupu spadaju tri sistema: Pusher Diverter PD 40, Gate Diverter GD80 i Swing Arm Diverter SA 120 čiji su parametri dati u tabeli 3.

*Alternativa 2.* DRS sistem – sistem sortiranja sa poprečnim kliznim papučicama, čije su osnovne karakteristike takođe date u tabeli 3.

*Alternativa 3.* DDS sistem – odnosno sistem sa zakretnim platformama (tabela 3). Treba napomenuti da pneumatski sistem sa mehovima (Pneumatic Tilt-Tray Sorter) spada u ovu porodicu sortera. Ovaj sistem je, po rečima proizvođača, dvostruko jeftiniji od sistema sličnih karakteristika ali nije posebno uzet u obzir zbog ograničenja u maksimalnoj masi paketa koji može da sortira (maksimalno 11,5 kg).

*Alternativa 4.* DCS sistem – sistem sa poprečnim kaiševima, čije su osnovne karakteristike takođe date u tabeli 3.

Polazeći od tabele 2 u kojoj je definisan skup kriterijuma i uzimajući u obzir detaljne tehničke opise ponuđenih alternativa date u (Čupić, 2007), dobijena je matrica odlučivanja (tabela 3).

*Tabela 3. Karakteristični parametri tehičkih sistema sortiranja*

Kriterijumi		Alternative			
Oznaka	Naziv	SGE	DRS	DDS	DCS
$K_1$	Kapacitet (pak/sat)	3000	9000	9600	11040
$K_2$	Procenat obrađenosti pošiljaka (%)	98	99	95	92
$K_3$	Fleksibilnost sistema	0,9	0,1	0,75	0,5
$K_4$	Snaga pogonskih motora	0,75	0,5	0,25	0,75
$K_5$	Maksimalne dimenzije pošiljaka (kg)	34	50	50	31,5
$K_6$	Ukupna površina mašine	0,5	0,75	0,25	0,1
$K_7$	Cena ( $10^6$ €)	1	1,8	1,5	2
$K_8$	Eksploatacioni troškovi ( $10^3$ €/god)	80	95	90	110
$K_9$	Rok isporuke mašine i garancije	2	4	3	6
$K_{10}$	Ekološki faktori (nivo buke u dB i sl.)	75	85	73	70

Vektor objektivnih težina kriterijuma izračunat primenom SE metode je  $w=(0,1150; 0,1018; 0,0995; 0,1188; 0,1275; 0,0934; 0,0820; 0,0879; 0,0942; 0,0798)$ . Prema tome, najznačajniji kriterijum za rešavanje problema višekriterijumskog odlučivanja pri izboru tehničkog sistema za automatsku preradu poštanskih paketa je

maksimalna dimenzija pošiljaka ( $K_5$ ). Sa druge strane, najmanju težinu imaju ekološki faktori ( $K_{10}$ ).

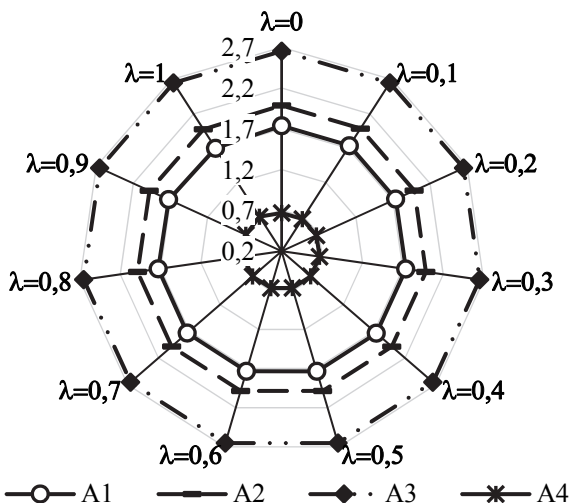
U ovom numeričkom primeru za parametar balansiranja  $\lambda$  uzeta je vrednost 0,5. U tabeli 4 prikazane su: (1) vrednosti ponderisanih sekvenci  $S_i$  i  $P_i$  za svaku alternativu; (2) vrednosti tri strategije ukupne korisnosti za svaku alternativu i rang koji alternative imaju u skladu sa vrednostima razmatranih strategija; i (3) agregirana korisnost svake alternative sa odgovarajućim rangom u skladu sa vrednošću te korisnosti.

Konačan rang četiri razmatrana sistema sortiranja je  $A_3 \succ A_2 \succ A_1 \succ A_4$ . Dakle, prema predloženom SE-CoCoSo pristupu, najbolje kombinovano kompromisno rešenje problema evaluacije tehničkih sistema za automatsku preradu poštanskih paketa predstavlja DDS sistem ( $A_3$ ), tj. sistem sa zakretnim platformama.

Tabela 4. Ponderisane sekvence, strategije ukupne korisnosti i rangovi

Alt.	$S_i$	$P_i$	$C_i^{(1)}$	$r_i^{(1)}$	$C_i^{(2)}$	$r_i^{(2)}$	$C_i^{(3)}$	$r_i^{(3)}$	$C_i$	Rang
$A_1$	0,531	7,590	0,272	3	4,646	3	0,786	3	1,735	3
$A_2$	0,562	7,642	0,275	2	4,784	2	0,794	2	1,986	2
$A_3$	0,723	9,613	0,346	1	6,080	1	1,0	1	2,652	1
$A_4$	0,258	2,933	0,107	4	2,0	4	0,309	4	0,670	4

Robusnost generisanih rezultata proverena je analizom osetljivosti na promene vrednosti parametra balansiranja  $\lambda$  (slika 2). Vrednosti ovog parametra su varirane u intervalu  $[0, 1]$  sa inkrementom 0,1. Sa slike 2 može se uočiti da su rangovi tehničkih sistema za automatsku preradu poštanskih paketa stabilni na čitavom intervalu vrednosti parametra balansiranja. Promena vrednosti parametra  $\lambda$  nije uticala na redosled alternativa. Prema tome, analiza osetljivosti potvrdila je da: (i) DDS sistem ( $A_3$ ) predstavlja najbolji tehnički sistem za automatsku preradu poštanskih paketa; (ii) Razvijeni SE-CoCoSo pristup karakteriše visoka robusnost.



Slika 2. Analiza osetljivosti na promene vrednosti parametra balansiranja

## 5. Zaključak

U radu je prezentovan SE-CoCoSo pristup za rešavanje MCDM problema pri izboru tehničkog sistema za automatsku preradu poštanskih paketa. Rad ima teorijski doprinos, jer SE i CoCoSo metode nisu do sada bile integrisane u jedinstvenu metodološku celinu. Sa druge strane, ovaj rad ima i praktični doprinos, jer se donosiocima odluke nudi računski efikasan alat za rešavanje problema izbora tehničkog sistema za automatsku preradu poštanskih paketa. Pored toga, predloženi pristup je jednostavan za praktičnu primenu.

Buduća istraživanja mogu se podeliti u nekoliko pravaca: (i) Implementiranje neke od subjektivnih metoda za određivanje težina kriterijuma u SE-CoCoSo metodološki okvir, kao što su na primer metode AHP, BWM, FUCOM i SWARA; (ii) Prilagođavanje predloženog SE-CoCoSo pristupa grupnom odlučivanju, odnosno uzimanje u obzir procena većeg broja donosilaca odluke; (iii) Razvoj SE-CoCoSo Web aplikacije koja bi značajno unapredila praktičnu primenljivost predloženog pristupa.

## Literatura

- [1] Barua, A., Jeet, S., Bagal, D.K., Satapathy, P., & Agrawal, P.K. (2019). Evaluation of mechanical behavior of hybrid natural fiber reinforced nano sic particles composite using hybrid Taguchi-CoCoSo method. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(10), 3341-3345.
- [2] Biswas, T., Chatterjee, P., & Choudhuri, B. (2020). Selection of commercially available alternative passenger vehicle in automotive environment. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 3(1), 16-27.
- [3] Biswas, T.K., Stević, Ž., Chatterjee, P., & Yazdani, M. (2019). An integrated methodology for evaluation of electric vehicles under sustainable automotive environment, in: Chatterjee, P., Yazdani, M., Chakraborty, S., Panchal, D., Bhattacharyya, S. (Eds.), *Advanced multi-criteria decision making for addressing complex sustainability issues*, pp. 41-62. IGI Global.
- [4] Dimitrijević, B. (2017). *Višeatributivno odlučivanje – primene u saobraćaju i transportu*. Beograd, Srbija: Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet.
- [5] Ecer, F., & Pamucar, D. (2020). Sustainable supplier selection: A novel integrated fuzzy best worst method (F-BWM) and fuzzy CoCoSo with Bonferroni (CoCoSo'B) multi-criteria model. *Journal of Cleaner Production*, 266, 121981.
- [6] Ecer, F., Pamucar, D., Zolfani, S.H., & Eshkalag, M.K. (2019). Sustainability assessment of OPEC countries: Application of a multiple attribute decision making tool. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118324.
- [7] Erceg, Ž., Starčević, V., Pamučar, D., Mitrović, G., Stević, Ž., & Žikić, S. (2019). A new model for stock management in order to rationalize costs: ABC-FUCOM-interval rough CoCoSo model. *Symmetry* 2019, 11, 1527.
- [8] Hashemkhani Zolfani, S., Chatterjee, P., & Yazdani, M. (2019). A structured framework for sustainable supplier selection using a combined BWM-CoCoSo model. *Proceedings of the International Scientific Conference „Contemporary Issues in Business, Management and Economics Engineering”*, Vilnius, Lithuania, May 9-10, pp. 797-804.



- [9] Hashemkhani Zolfani, S., Yazdani, M., Ebadi Torkayesh, A., & Derakhti, A. (2020). Application of a gray-based decision support framework for location selection of a temporary hospital during COVID-19 pandemic. *Symmetry*, 12(6), 886.
- [10] Karaşan, A., & Bolturk, E. (2019). Solid waste disposal site selection by using neutrosophic Combined Compromise Solution method. *Proceedings of the 2019 Conference of the International Fuzzy Systems Association and the European Society for Fuzzy Logic and Technology - EUSFLAT*, Prague, Czech Republic, September 9-13, pp. 416-422.
- [11] Maghsoodi, A.I., Soudian, S., López, L.M., Herrera-Viedma, E., & Zavadskas, E.K. (2020). A phase change material selection using the interval-valued target-based BWM-CoCoMULTIMOORA approach: A case-study on interior building applications. *Applied Soft Computing*, 95, 106508.
- [12] Peng, X., & Huang, H. (2020). Fuzzy decision making method based on CoCoSo with critic for financial risk evaluation. *Technological and Economic Development of Economy*, 26(4), 695-724.
- [13] Peng, X., Zhang, X., & Luo, Z. (2020). Pythagorean fuzzy MCDM method based on CoCoSo and CRITIC with score function for 5G industry evaluation. *Artificial Intelligence Review*, 53, 3813-3847.
- [14] [Ulutaş, A., Karakuş, C.B., & Topal, A. (2020). Location selection for logistics center with fuzzy SWARA and CoCoSo methods. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 38(4), 4693-4709.
- [15] Wen, Z., Liao, H., Mardani, A., & Al-Barakati, A. (2020). A hesitant fuzzy linguistic Combined Compromise Solution method for multiple criteria decision making. *Proceedings of the Thirteenth International Conference on Management Science and Engineering Management - ICMSEM*, Ontario, Canada, August 5-8, pp. 813-821.
- [16] Wen, Z., Liao, H., Ren, R., Bai, C., Zavadskas, E.K., Antucheviciene, J., & Al-Barakati, A. (2019a). Cold chain logistics management of medicine with an integrated multi-criteria decision-making method. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(23), 4843.
- [17] Wen, Z., Liao, H., Zavadskas, E.K., & Al-Barakati, A. (2019b). Selection third-party logistics service providers in supply chain finance by a hesitant fuzzy linguistic combined compromise solution method. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 32(1), 4033-4058.
- [18] Yazdani M., & Chatterjee P. (2018). Intelligent decision making tools in manufacturing technology selection, in: Sidhu S., Bains P., Zitoun R., Yazdani M. (Eds.), *Futuristic Composites. Materials horizons: from nature to nanomaterials*, pp. 113-126. Springer, Singapore.
- [19] Yazdani, M., Chatterjee, P., Pamucar, D., & Chakraborty, S. (2020). Development of an integrated decision making model for location selection of logistics centers in the Spanish autonomous communities. *Expert Systems with Applications*, 148, 113208.
- [20] Yazdani, M., Wen, Z., Liao, H., Banaitis, A., & Turskis, Z. (2019a). A grey combined compromise solution (COCOSO-G) method for supplier selection in construction management. *Journal of Civil Engineering and Management*, 25(8), 858-874.
- [21] Yazdani, M., Zarate, P., Zavadskas, E.K., & Turskis, Z. (2019b). A Combined Compromise Solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision*, 57(9), 2501-2519.

- [22] Zhang, Z., Liao, H., Al-Barakati, A., Zavadskas, E.K., & Antuchevičienė, J. (2020). Supplier selection for housing development by an integrated method with interval rough boundaries. *International Journal of Strategic Property Management*, 24(4), 269-284.
- [23] Čupić A. (2007). Metodologija izbora tehničkog sistema za automatsku preradu paketa u glavnim poštanskim centrima. Magistarski rad, Saobraćajni fakultet, Beograd.

**Abstract:** *The CoCoSo (Combined Compromise Solution) approach is one of the newest multi-criteria decision-making methods which unites compromise decision-making algorithms and aggregation strategies and This method has not yet been used for solving multi-criteria decision-making problems in postal traffic. In this paper it is integrated with the Shannon entropy (SE) method for criteria weighting into SE-CoCoSo methodology, and applied for solving multi-criteria decision-making problem for selection of automatic parcel sorting system. A numerical example is provided to illustrate the potentials and applicability of the formulated approach. The sensitivity analysis confirmed the high robustness of the developed SE-CoCoSo approach.*

**Keywords:** *Multi-Criteria Decision-Making, Combined Compromise Solution, Shannon Entropy, Postal Traffic, Sensitivity Analysis*

**SE-CoCoSo APPROACH FOR SOLVING PROBLEM OF  
AUTOMATIC PARCEL SORTING SYSTEMS SELECTION**

Vladimir Simić, Aleksandar Čupić, Branka Dimitrijević

## PRUŽANJE KVALITETNE POŠTANSKE USLUGE U USLOVIMA PANDEMIJE COVID - 19<sup>1</sup>

Nataša Tomić-Petrović, Ljubica Petrović  
Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet,  
natasa@sf.bg.ac.rs , ljuba9f@sf.bg.ac.rs

**Rezime:** *Godina 2020. obeležena je virusnom epidemijom COVID - 19 sa posledicama na sve aspekte života. Pošta Srbije i njeni korisnici su pred novim izazovima. Danas se, više nego ikad, čine naponi za poboljšanje različitih poštanskih usluga. Poštanska služba nastavila je da razvija nove usluge među kojima je i RIA novčana doznaka - usluga slanja i prijema novca u inostranstvo ili iz inostranstva na šalterima ovlašćenih pošta. Pravo na zdravstvenu zaštitu predstavlja jedno od osnovnih ljudskih prava kako korisnika, tako i zaposlenih u pošti. Pošta Srbije imala je obavezu da kao dopunu „Akta o proceni rizika na svim radnim mestima i u radnoj sredini“ izradi „Plan preventivnih mera za sprečavanje pojave i širenja epidemije zaraznih bolesti“. Koje su mere predviđene i kako ih primeniti više nije pitanje samo službe za ljudske resurse pojedinih pošta, već i strateško pitanje u uslovima rada Pošte sa visokim stepenom neizvesnosti.*

**Gljučne reči:** *poštanske usluge, RIA, epidemija korone, plan preventivnih mera, zdravstvena zaštita.*

### 1. Uvod

Već 1830. godine prvi put se organizovani poštanski saobraćaj pominje kod Srba u sultanovom Hatišerifu. Projektom „o zavedeniju pošta“ (1840.) uspostavljen je prvi poštanski saobraćaj, dok je telegrafski saobraćaj uveden 1855. godine. Zakon o poštama donet je u januaru 1866. godine, pa je i pošta u Srbiji organizovana kao pošte u Evropi. Kasnije, 1889. godine, na relaciji Beograd – Smederevo – Kragujevac - Aleksinac uveden je unutrašnji telegrafski saobraćaj.

Kraljevina Srba, Hrvata i Slovenaca dobila je godine 1919. Ministarstvo pošte i telegrafa, a četiri godine kasnije pod nadležnost ministarstva došla je i Poštanska štedionica. Iz bogate istorije izdvaja se i 1986. godina kada je donet Zakon o PTT uslugama, a 1989. godine je donet Zakon o sistemima veza. Godine 1978. donet je Zakon o udruživanju u zajednicu jugoslovenskih PTT-a (Zakon o zajednici JP PTT). Danas je u Republici Srbiji na snazi Zakon o poštanskim uslugama („Službeni glasnik RS“ broj 77/19) iz 2019. godine.

---

<sup>1</sup> Ovaj rad je rezultat rada na projektu Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja TR36022

## **2. Opravdati moto "Naši zaposleni umeju, mreža može, tehnologija napreduje, usluge dokazuju" u vanrednim uslovima**

Opšti uslovi za obavljanje poštanskih usluga predstavljaju akt poštanskog operatora donet na osnovu zakona i podzakonskih akata pod kojima je poštanski operator dužan da obavlja poštanske usluge.<sup>2</sup>

Smatra se da u obavljanju i korišćenju poštanskih usluga kao i ostvarivanju međusobnih prava i obaveza koje iz toga proizilaze, davaoci i korisnici poštanskih usluga treba da se pridržavaju načela poštenja i savesnosti.

U skladu sa članom 4. Zakona o poštanskim uslugama Vlada donosi strateške akte i akcione planove za njihovo sprovođenje kojima se utvrđuju načela, ciljevi i prioriteti razvoja poštanskih usluga u Republici Srbiji. Takođe, Vlada određuje uslove i način korišćenja poštanske mreže javnog poštanskog operatora u slučaju nastanka vanrednih situacija.

Danas se čine naponi za poboljšanje različitih poštanskih usluga, jer se u savremenoj ekonomiji zbog korišćenja informacionih tehnologija povećava i raznovrsnost potreba korisnika usluga. Poštanska služba je nastavila da razvija nove usluge. Efikasne poštanske usluge su takođe osnov za reklamu, a zadovoljni i verni korisnici su najbolje što Pošta može poželeti.

Godine 2020. virusna epidemija osvaja i Srbiju, a krenula je početkom decembra 2019. godine iz višemilionskog grada Vuhana, iz Kine. Vlada Republike Srbije je donela Odluku o zatvaranju svih graničnih prelaza za ulazak u Republiku Srbiju („Službeni glasnik RS“ broj 37/2020) 19. marta 2020. godine kojom se zatvaranju granični prelazi i privremeno obustavlja ulazak putnika u Republiku Srbiju u cilju sprečavanja širenja zarazne bolesti COVID-19. Ova odluka više nije na snazi. Širom sveta vodi se trka za vakcinu protiv ove bolesti. Vakcina je jedan od prvih uslova da se život postupno vrati u normalno stanje.

Brze, efikasne i konkurentne poštanske usluge od vitalnog su značaja za osiguranje konkurentnosti industrije kako Evropske Unije tako i zemalja širom sveta.

Prijem i uručenje poštanskih pošiljaka u okviru univerzalne poštanske usluge obavlja se najmanje pet dana u nedelji, osim u dane državnih i verskih praznika, više sile i ugroženosti zdravlja i sigurnosti zaposlenih kod poštanskog operatora.<sup>3</sup> Članom 44. Zakona propisana je zabrana slanja poštanskih pošiljaka koje sadrže: 1) opasne i štetne materije, kao i predmete koji mogu ugroziti zdravlje i život ljudi i oštetiti druge poštanske pošiljke, osim materija u vezi sa kojima je postupanje uređeno posebnim zakonom, međunarodnom konvencijom i drugim međunarodnim aktima.

Održivi poslovi<sup>4</sup> u poštanskom sektoru mogu biti najbolje osigurani u okruženju u kojem konkurencija stimuliše stvaranje proizvoda i usluga atraktivnih cena, što povećava zahtev za poštanskim uslugama. Preduzeća koja mogu da se oslone na brze i ekonomski isplative isporuke su konkurentnija i imaju više izgleda da stvore održive poslove.

I cilj politike Evropske Unije u poštanskom sektoru je obezbeđenje, preko odgovarajućeg regulatornog okvira, dostupnosti efikasne, pouzdane i kvalitetne usluge

---

<sup>2</sup> Videti: član 3, stav 1, tačka 37. Zakona o poštanskim uslugama („Službeni glasnik RS“ broj 77/19)

<sup>3</sup> Član 21, stav 1. Zakona o poštanskim uslugama („Službeni glasnik RS“ broj 77/19).

<sup>4</sup> Održivi poslovi se odnose na održivi rast tamo gde su zadovoljeni socijalni, ekološki i ekonomski uslovi.

široj Uniji svim građanima, po povoljnim cenama. Značaj poštanskih usluga za ekonomski napredak i društveno blagostanje i jedinstvo Evropske Unije čini ih prioritarnom oblašću delovanja Zajednice.

Čini se da je na međunarodnom planu potrebno da se poboljša kvalitet poštanskih usluga postavljanjem zajedničkih standarda kvaliteta usluga. Zadaci nadležnih, i u uslovima pandemije, trebalo bi da budu da:

- podstaknu harmonizaciju (usaglašavanje) tehničkih standarda, uzimajući u obzir interese korisnika;
- ohrabre i pomognu brzo i valjano prilagođavanje poštanskog sektora tehnološkom napretku i promenjenim zahtevima i okolnostima; kao i da
- osiguraju da potrebe korisnika, interesi zaposlenih i opšti značaj poštanskog sektora za ekonomski, kulturni i društveni razvoj budu uzeti u obzir pri uređivanju sektora.

### **3. RIA kao nova usluga u Pošti Srbije**

Pošta Srbije raspolaže najvećom infrastrukturnom i logističkom poslovnom mrežom u zemlji, koja pokriva celokupnu teritoriju Republike Srbije. Posvećenost blizu 15.000 radnika i tradicija duga 180 godina, garancija su da se uz usluge Pošte brže povezuje i lakše posluje.

Zahvaljujući posvećenosti zaposlenih i poverenju korisnika, Pošta godinama održava trend pozitivnih kretanja svih parametara poslovne efikasnosti i uspešnosti. Briga o zajednici i korisnicima iskazuje se kroz preuzimanje uloge stuba komunikacije u društvu, unapređenje tehnologije sortiranja pošiljaka, umreženost svih lokacija na kojima se nalaze poslovnice Pošte i informatičku povezanost procesa, čime se obezbeđuju nove mogućnosti za ubrzan razvoj poslovanja i društva u celini.

U složenim tržišnim uslovima Pošta konstantno pokazuje visoku konkurentnost i ostvaruje značajan rast u segmentima sa najvećom konkurencijom – ekspres, logističkim i finansijskim uslugama. Istovremeno, stalno pomerajući granice u upravljanju najkompleksnijim projektima i zadacima od opšteg društvenog interesa, Pošta dokazuje da je stabilan i snažan sistem koji ima potencijal da brzo reaguje i efikasno odgovori na složene zadatke i potrebe korisnika, velikih privrednih sistema i države.

Našu poštu odlikuje uspešno pružanje univerzalnog poštanskog servisa na teritoriji čitave Republike u okviru propisanog kvaliteta, po pristupačnim cenama i pod jednakim uslovima za sve korisnike.

U Kontakt centru dostupne su sve informacije o uslugama Pošte Srbije, cenama, radnom vremenu pošta, praćenju pošiljaka i adresnom kodu.<sup>5</sup> Sve predloge i sugestije korisnici mogu da upute pošti elektronski ili predati u pisanoj formi u pošti na čiji rad imaju primedbu. Reklamacije ili prigovore korisnici, takođe, mogu poslati elektronski ili predati u pisanoj formi u pošti.

---

<sup>5</sup> Pozivi ka Kontakt centru Pošte Srbije, na broj 0700 100 300, dostupni su sa teritorije cele Srbije, iz fiksne mreže Telekoma Srbije, po ceni nacionalnog poziva u okviru fiksne mreže. Za pozive iz drugih fiksnih i svih mobilnih mreža, koristi se broj 011 3607 788. Cene poziva ka ovom broju utvrđene su opštim aktima operatora fiksnih i mobilnih mreža. Radno vreme Kontakt centra Pošte je od 8 do 20 časova radnim danima i od 8 do 15 časova subotom i nedeljom.

U želji za većom konkurentnošću na tržištu novčanih usluga JP „Pošta Srbije“ je uvela uslugu RIA transfera novca. Uz moto „Mi omogućavamo bolju svakodnevnicu“ obavlja se brz, jednostavan i pouzdan transfer novca. Isplata novca se vrši na šalterima određenih poštanskih jedinica.

Jedan od konkurenata Pošte Srbije u pružanju RIA usluge je i “transfer novca“ o kome se svako može informisati na sajtu: [www.transfer-novca.com](http://www.transfer-novca.com). Novac koji je poslat iz inostranstva putem Ria Money Transfer može se preuzeti u najbližoj poslovnicu njihovih partnera. Isplata novca se vrši na šalterima banaka i menjačnica u evrima (EUR) i dinarima (RSD). Prilikom isplate novca korisnik ne mora posedovati račun otvoren u banci. Proviziju za uslugu slanja novca plaća samo pošiljalac prilikom slanja istog.

Slanje novčane doznake ka inostranstvu može se izvršiti u Banci Poštanskoj štedionici, AIK Banci, menjačnicama VIP, Gonzo i Dunav. Slanje novca se vrši na šalterima banaka i menjačnica u dinarima (RSD). Korisnik prilikom uplate novca ne mora posedovati račun u banci, a prilikom slanja novca proviziju za uslugu plaća samo pošiljalac.

Cenovnik slanja novca iz Srbije ka inostranstvu u Crnu Goru, Makedoniju, BiH, Hrvatsku, Rusiju, Belorusiju, Ukrajinu, Albaniju, Jermeniju, Gruziju, Bugarsku i Grčku je jedinstven, a za ostale zemlje u okviru mreže postoji drugi cenovnik. Ria Money Transfer ostvaruje prihod i od kursnih razlika prilikom konverzije valuta.

Smernice koje prate ovu uslugu su i da:

- Ne saopštavate podatke o transakciji (PIN, ime primaoca), nikom osim licu kome šaljete novac;
- Ne šaljete novac osobama koje lično ne poznajete;
- Ne šaljete novac osobama koje traže od vas da im pošaljete novac koji će oni uručiti osobi kojoj je novac namenjen, a koja „nije u mogućnosti da primi novac na svoje ime“;
- Ne šaljete osobama koje se predstavljaju kao predstavnici dobrotvornih (humanitarnih) organizacija i traže da donaciju pošaljete lično njima;
- Ne šaljete osobama koje se pozivaju na razloge hitnosti (smrtni slučaj, lečenje i slično), pre nego što proverite da li su navodi istiniti;
- Ne šaljete novac u cilju plaćanja za kupovinu preko interneta;
- Ne šaljete novac kao uslugu trećem licu, koje ne želi novac da pošalje lično, nego za to angažuje vas, a naročito ako vam za tu uslugu nudi novčanu naknadu.

#### **4. Pandemija Covid – 19 i mere koje je Pošta Srbije donela u cilju zaštite svojih zaposlenih**

Brojne su mere koje je Pošta Srbije donela u periodu pandemije Covid – 19 u cilju zaštite svojih zaposlenih. Tu spadaju i mere predviđene sledećim aktima.:

1. Naredba broj 2020-57899/12 od 23.3.2020. godine,
2. Procedura o posebnom načinu organizovanja isplate i uručjenja penzija i novčanih sredstava sa tekućih računa na adresi korisnika za vreme vanrednog stanja broj 2020-3529/182 od 15.4.2020. godine;
3. Odluka o nastavku rada u punom kapacitetu broj 2020 – 82141/1 od 12.5. 2020. godine;

4. Odluka o sprovođenju posebnih mera zaštite od širenja zarazne bolesti Covid – 19 izazvane virusom SARS-COV-2, u uslovima proglašene vanredne situacije broj 2020 – 111119/3 od 3.7.2020. godine;
5. Odluka o izmenama Odluke o sprovođenju posebnih mera zaštite od širenja zarazne bolesti Covid-19 izazvane virusom SARS-COV-2, u uslovima proglašene vanredne situacije broj 2020 – 111119/11 od 8.7.2020. godine i
6. „Plan primene mera za sprečavanje pojave i širenja epidemije zarazne bolesti COVID – 19 u JP „Pošta Srbije“, Beograd 31.7.2020. godine, kojima JP „Pošta Srbije“ pokazuje da brine i za svoje zaposlene radnike kao i za korisnike svojih usluga

Svim ovim merama stvaraju se humaniji uslovi za rad zaposlenih, a pre svega, radnika na šalterima i dostavljačima poštanskih pošiljki (poštarima). Takođe, skraćuje se rad pojedinih pošta sa korisnicima, a uže dostavno područje se proglašava širim u zavisnosti od broja izvršilaca. Rad zaposlenih se organizuje u «turnusu», a između smena se pravi 1 čas pauze. Red prevoza se organizuje u skladu sa promenjenim radnim vremenom pošta.

Za sprovođenje mera se zadužuje Funkcija poštanske mreže kojoj se obraćaju direktori RJ/RRJ u slučaju potrebe za dodatnim informacijama i instrukcijama.

Naredbom broj 2020-57899/124 od 24.3.2020. godine naređuje se upravicima pošta da sa obavezujućim merama zaštite utvrđenim posebnim procedurama pravilne upotrebe lične zaštitne opreme upoznaju zaposlene i po drugom osnovu radno angažovana lica kako na poslovima dostave, a pre izlaska na teren tako i zaposlene na šalterskim poslovima, operativno-tehnološkim poslovima i svim drugim poslovima u prostorijama pošta u kojima se rad obavlja u neposrednom kontaktu sa korisnicima usluga uz preporučeno socijalno distanciranje na minimum od dva metra između zaposlenih i korisnika usluga.

## 5. Zaključak

Živimo u vreme kada je pandemija zahvatila ceo svet. I u našoj zemlji je treći talas COVID - 19 u toku. Najveći broj obolelih je u našem glavnom gradu, Beogradu, gde je promet i protok ljudi i dobara svakodnevno najviši u odnosu na druge gradove i regione u Republici. Srbiji.

Poštanske usluge, svakako, imaju suštinsku ulogu u povezivanju ljudi i poslova. Stabilna zaposlenja u poštanskom sektoru mogu se najbolje osigurati u klimi gde konkurencija stimuliše stvaranje proizvoda i usluga sa povoljnim cenama, što će povećati potražnju za poštanskim uslugama Javnog preduzeća „Pošta Srbije“.

Zadovoljstvo zaposlenih u JP „Pošti Srbije“ je izuzetno važno. Oni, kao interni korisnici usluga, emituju pozitivan (ili negativan) stav o svom preduzeću. Nizom akata koje je od marta do jula ove godine Pošta Srbije donela u periodu pandemije Covid – 19 predviđene su brojne mere u cilju zaštite svojih zaposlenih. Pošta je i time dokazala da je stabilan sistem koji ima potencijal da brzo reaguje i efikasno odgovori na složene zadatke i potrebe korisnika, ali i da zaštititi svoje zaposlene i korisnike u vanrednim okolnostima.

Tokom oktobra ove 2020. godine na Svetski dan pošte otvoren je novi poštanski centar u Leskovcu površine 2400 kvadrata, a ovaj novootkriveni objekat će omogućiti veći obim i bržu realizaciju poštanskih usluga na teritoriji Jablaničkog okruga, uključujući post-ekspres i logističke usluge.

Zakon o zdravstvenoj zaštiti Srbije, kao osnovni zakon u pravnom sistemu Srbije normirao je celokupan sistem zaštite stanovništva naše zemlje. Zdravstvena zaštita predstavlja ljudsko pravo i osnovni zadatak savremene medicine. Upravo je zaštita života i zdravlja stanovništva, kao i omogućavanje što kvalitetnijeg lečenja i produžavanja samog života, uvažavajući donete norme zakona iz oblasti zdravstvene zaštite, cilj svakog pa i našeg zdravstvenog sistema.

## Literatura

- [1] Zakon o poštanskim uslugama, „Službeni glasnik RS“, broj 77 od 31. oktobra 2019.
- [2] Pravilnik o posebnim uslovima za obavljanje poštanskih usluga u javnom preduzeću „Pošta Srbije“, Beograd, 28. maj 2014.
- [3] Pravilnik o opštim uslovima za obavljanje poštanskih usluga, „Službeni glasnik RS“, broj 24/2010, 58/2010, 2/2011, 13/2011, 65/2011 i 93/2013.
- [4] Strategija razvoja mreža nove generacije do 2023. godine: 33/2018-3
- [5] Naredba broj 2020-57899/12 od 23.3.2020.
- [6] Naredba broj 2020-57899/124 od 24.3.2020.
- [7] Procedura o posebnom načinu organizovanja isplate i uručjenja penzija i novčanih sredstava sa tekućih računa na adresi korisnika za vreme vanrednog stanja broj 2020-3529/182 od 15.4.2020.
- [8] Odluka o nastavku rada u punom kapacitetu broj 2020 – 82141/1 od 12.5. 2020.
- [9] Odluka o sprovođenju posebnih mera zaštite od širenja zarazne bolesti Covid – 19 izazvane virusom SARS-COV-2, u uslovima proglašene vanredne situacije broj 2020 – 111119/3 od 3.7.2020.
- [10] Odluka o izmenama Odluke o sprovođenju posebnih mera zaštite od širenja zarazne bolesti Covid-19 izazvane virusom SARS-COV-2, u uslovima proglašene vanredne situacije broj 2020 – 111119/11 od 8.7.2020.
- [11] „Plan primene mera za sprečavanje pojave i širenja epidemije zarazne bolesti COVID – 19 u JP „Pošta Srbije““, Beograd 31.7.2020020.

**Abstract:** *The year 2020 was marked by the viral epidemic of Covid-19 with consequences on all aspects of life. The Post of Serbia and its users are facing new challenges. Today, more than ever, efforts are being made to improve various postal services. The postal service continued to develop new services, including the RIA money transfer - the service of sending and receiving money abroad or from abroad at the counters of authorized post offices. The right to health care is one of the basic human rights of both users and employees of the post office. The Post of Serbia had the obligation to prepare the "Plan of preventive measures to prevent the occurrence and spread of the epidemic of infectious diseases", as a supplement to the "Act on risk assessment at all workplaces and in the work environment". What measures are envisaged and how to apply them is no longer just a question of the human resources service of individual post offices, but also a strategic question in the working conditions of the Post Office with a high degree of uncertainty..*

**Keywords:** : *postal services, RIA, corona epidemic, plan of preventive measures, health care.*

## PROVISION OF HIGH-QUALITY POSTAL SERVICE IN CONDITIONS OF COVID - 19 PANDEMIC

Nataša Tomić-Petrović, Ljubica Petrović



## UTICAJ 5G NA GLOBALNU EKONOMIJU

Marko Miljković, Jelica Petrović-Vujačić  
Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet,  
m.miljkovic@sf.bg.ac.rs, j.petrovic@sf.bg.ac.rs

**Rezime:** *Uticao investicija u telekomunikacionu infrastrukturu na privredni rast i razvoj nesumnjivo je pozitivan, o čemu svedoče brojna empirijska istraživanja sprovedena poslednjih decenija. Posebno značajan uticaj na rast imaju ulaganja u tehnologije širokopoljansnog pristupa. Upotreba 5G u narednom periodu doći će do izražaja kroz poboljšani mobilni širokopoljanski pristup, unapređenje aplikacija masivnog interneta stvari i u tzv. kritičnim uslugama koje zahtevaju visoku pouzdanost, ultra nisku latenciju i visoku bezbednost i raspoloživost. Udruženo dejstvo 5G sa drugim tehnologijama i rana faza implementacije čine merenje potencijalnih benefita upotrebe 5G tehnologija posebno izazovnim. Najdinamičnije usvajanje 5G tehnologija očekuje se u zemljama razvijene Azije i Severne Amerike, a ukupan procenjeni uticaj na globalni autput u 2035. godini iznosi 13,2 triliona dolara. Pri tome, u strukturi uticaja po privrednim delatnostima, najveći efekti očekuju se u prerađivačkoj industriji, delatnosti informisanja i komunikacija, trgovini i državnoj upravi.*

**Ključne reči:** 5G, investicije, globalna ekonomija.

### 1. Uvod

Tokom 21. veka sprovedena su brojna empirijska istraživanja o uticaju investicija u telekomunikacionu infrastrukturu na privredni rast i ekonomske performanse mnogih zemalja. Zajednički zaključak većine studija odnosi se na identifikaciju pozitivnog uticaja investicija u telekomunikacionu infrastrukturu, pre svega, na privredni rast, imajući u vidu ulogu telekomunikacione infrastrukture u olakšavanju komunikacije, smanjenju transakcionih troškova i omogućavanju efikasnijih poslovnih procesa.[1]

Pri tome, poseban značaj pridaje se uticaju investicija u tehnologije širokopoljansnog pristupa. Povećanje penetracije tržišta, odnosno povećanje broja priključaka fiksnog širokopoljansnog pristupa za 10%, može uticati na kreiranje većeg realnog bruto domaćeg proizvoda i za više od 2%.[2] Uticaj na rast bruto domaćeg proizvoda je izraženiji u zemljama u razvoju u odnosu na zemlje razvijenog sveta.[3]

Tokom poslednje decenije, nekoliko istraživanja pokušalo je da izoluje efekat 4G na privredni rast. Tako je utvrđeno da korišćenje 4G tehnologija doprinosi godišnjem povećanju bruto domaćeg proizvoda Velike Britanije za 0,5% godišnje, i to samo kao rezultat ušteda vremena koje su proizvod većih brzina koje nudi 4G tehnologija.[4] *Edquist et al.* (2018) su utvrdili da intenzivnije usvajanje širokopoljanskih mobilnih mreža (rast od 10%) može povećati bruto domaći proizvod za oko 0,8%.[5] Značaj ovog zaključka proizilazi iz velikog uzorka

primenjenog u istraživanju, koji je obuhvatao 135 zemalja sveta u periodu od 2002. do 2014. godine.

Cilj ovog rada je da prikaže koji su potencijalni efekti investicija u 5G tehnologije na globalnu ekonomiju, kao i koje su razmere tih efekata. Najpre će biti prikazane različite mogućnosti za upotrebu 5G tehnologija u privredi i društvu uopšte. Zatim će se razmatrati određene specifičnosti, odnosno izazovi merenja potencijalnih benefita 5G tehnologija. Konačno, biće prikazani potencijalni efekti 5G na globalnu ekonomiju, kao i struktura mogućih efekata po različitim delatnostima privrede.

## 2. Upotreba 5G tehnologija

Moguća upotreba 5G tehnologija najpre se odnosi na poboljšani mobilni širokopolasni pristup. Poboljšani mobilni širokopolasni pristup podrazumeva proširivanje mobilne pokrivenosti na širi spektar struktura, uključujući poslovne zgrade, industrijske parkove, tržne centre i slično, kao i poboljšani kapacitet za rukovanje znatno većim brojem uređaja koji koriste velike količine podataka. Rezultat ovog poboljšanja odnosi se na to da će krajnji korisnici imati poboljšano i konzistentnije iskustvo korišćenja mobilnih širokopolasnih aplikacija, bez obzira na lokaciju. Slučajevi upotrebe poboljšanog mobilnog širokopolasnog pristupa će najverovatnije imati kratkoročni pozitivan uticaj na ekonomije i očekuje se da se u ovom segmentu 5G tehnologija brzo prihvati na tržištu. Primeri upotrebe 5G u ovom segmentu odnose se na sledeće:

- Poboljšana unutrašnja bežična širokopolasna pokrivenost – Odnosi se na primenu 5G u cilju konzistentne pokrivenosti u zgradama.
- Poboljšani bežični širokopolasni pristup na otvorenom – Odnosi se na aplikacije za vozila, poboljšani kapacitet za događaje na otvorenom, primenu u gusto naseljenim urbanim centrima i javnom transportu putnika.
- Primena fiksne bežične širokopolasne mreže – Primena u gustim urbanim oblastima gde je korišćenje žičanih rešenja skupo i/ili nepraktično.
- Timski rad u preduzećima – Kako kompanije postaju sve više globalne i oslanjaju se na virtuelne i udaljene timove, primena 5G će omogućiti timsku saradnju koristeći širi spektar komunikacionih alata.
- Obrazovanje i obuke – Pokrivenost udaljenih ili nedovoljno usluženih područja, odnosno kreiranje mogućnosti za znatno veći broj studenata da pristupe obrazovanju i obukama.
- Proširena i virtuelna stvarnost (AR/VR) – Omogućavanje računski teških AR/VR korisničkih interakcija.
- Proširenje mobilnog računarstva – 5G pametni telefoni će moći da preuzmu zadatke koji su se radili pomoću laptop ili desktop računara.
- Poboljšana digitalna signalizacija – 5G će poboljšati niz aplikacija, od aktivnosti u maloprodaji do aplikacija pametnih gradova.[6]

Tehnologije 5G se nadovezuju na postojeće tradicionalne aplikacije i u okviru interneta stvari (*IoT – Internet of Things*) i omogućiti će značajno niže troškove. Mogućnost za postizanje ekonomije obima podstaci će mnogo veće korišćenje mobilnih tehnologija u upotrebi aplikacija masivnog interneta stvari. Primeri upotrebe 5G u ovom segmentu odnose se na sledeće:

- Praćenje imovine: Poboljšanja koja nudi 5G obuhvataju optimizaciju logistike u širokom spektru industrija, kao i povećanu sigurnost radnika i povećanu efikasnost u pronalazenju i praćenju imovine.

- Pametna poljoprivreda: 5G će dovesti do povećane upotrebe senzorskih tehnologija u poljoprivredi, poput korišćenja specijalizovanih senzora za nadgledanje nivoa vlage i sastava tla, što može dovesti do optimizacije rasporeda zalivanja i hranjenja, ali i rasporeda aktivnosti kod uzgoja i berbi.
- Pametni gradovi: Gradovi će moći da ponude nove mogućnosti za mnoge vrste aplikacija i potencijalne nove poslovne modele, u oblasti osvetljenja, bezbednosti, energetike i komunalnih usluga, nadgledanja životne sredine i fizičke infrastrukture i saobraćaja i transporta. Glavni doprinos 5G tehnologija ogleda se u mogućnostima za smanjenje troškova i poboljšanje kvaliteta usluga.
- Monitoring u oblasti energetike i komunalnih usluga: 5G tehnologije će učiniti pametno merenje svih komunalnih usluga dostupnijim širom sveta.
- Fizička infrastruktura: Karakteristike masivnog interneta stvari mogu se kombinovati sa povezanim sensorima kako bi se značajno poboljšalo nadgledanje fizičkih struktura, od mostova do manjih objekata poput liftova. Osim jednostavnog nadgledanja, 5G tehnologija bi mogla da omogući i davanje prioriteta popravkama infrastrukture u realnom vremenu.
- Pametni domovi: 5G bi mogao da na revolucionaran način promeni način na koji se uređaji za pametne domove postavljaju i servisiraju, rešavajući osnovne probleme potrošača poput poteškoća sa podešavanjem uređaja i nepouzdanosću uređaja. Kako se tržište pametnih domova sve više okreće „uradi sam“ modelu, potrošačima će postati veoma važno da imaju pojednostavljeno korisničko iskustvo i sigurnije uređaje.
- Daljinsko nadgledanje: Prednosti upotrebe 5G tehnologija u daljinskom nadgledanju u oblasti industrijske automatizacije ogledaju se u sprečavanju sigurnosnih rizika kao što su eksplozije, curenja i sl.
- *Beacon technology* (tzv. tehnologija svetionika) i povezani kupci: Tehnologija svetionika se koristi u maloprodaji kako bi se npr. poslali digitalni kuponi ili pozivi potencijalnim kupcima koji su u prolazu (koristeći uglavnom *bluetooth*), a upotreba 5G bi mogla da kreira potencijal za dinamičniju interakciju sa potrošačima.[6]

Osim upotrebe u segmentima poboljšanog mobilnog širokopojasnog pristupa i masivnog interneta stvari, 5G se može koristiti i u segmentu tzv. kritičnih usluga (*mission critical services*) kao podrška aplikacijama koje zahtevaju visoku pouzdanost, ultra nisku latenciju i visoku bezbednost i raspoloživost. Primeri upotrebe 5G u ovom segmentu odnose se na sledeće:

- Autonomna vozila: 5G će se koristiti za omogućavanje sofisticiranih naprednih sistema za pomoć vozačima, što treba da dovede i do potpuno autonomnih, odnosno tzv. samovozećih vozila. Široka upotreba ovakvih vozila se očekuje do 2035. godine u razvijenim zemljama. Koristi od autonomnih vozila obuhvataju veću bezbednost saobraćaja (smanjenje troškova povezanih sa saobraćajnim nezgodama) i smanjenje negativnih uticaja na životnu sredinu usled efikasnijeg rada vozila (ali i smanjenje operativnih troškova vozila usled manjeg broja vozača i efikasnijih ruta uz duže vreme rada i manje pauze).
- Dronovi: Koristi od široke upotrebe dronova mogu imati delatnost saobraćaja, poljoprivrede, građevinarstva, javne bezbednosti i mnoge druge. Koristi od upotrebe dronova u privredi obuhvataju minimalizovano vreme i rizik, poboljšanu funkcionalnost i smanjenje troškova u poređenju sa korišćenjem tradicionalnih vozila. Upotreba dronova od strane vlasti odnosi se na policijsko izviđanje, antiterorizam, kontrolu nereda, patroliranje, potrage i spasavanja, praćenje, javnu bezbednost, regulaciju saobraćaja i sl.

- Industrijska automatizacija: Korišćenje 5G za omogućavanje monitoringa i upravljanja mašinama bez upotrebe ruku.
- Daljinsko nadgledanje pacijenata i tzv. telemedicina: Upotreba 5G tehnologija će omogućiti naprednu telemedicinu (daljinsku hirurgiju i lečenje pomoću robotike i AR/VR) i kliničku negu na daljinu. Mogućnost smanjenja boravka u bolnicama će podrazumevati manje troškove i veću udobnost pacijenata.
- Pametne elektroenergetske mreže: Upotreba 5G, koju karakteriše niska latencija, može stvoriti pouzdane mreže.[6]

### 3. Izazovi merenja potencijalnih benefita upotrebe 5G tehnologija

Trenutna rana faza razvoja 5G tehnologija, kao i njene same karakteristike, predstavljaju značajan izazov za procene potencijalnih ekonomskih efekata, odnosno benefita 5G tehnologija. Većina studija o uticaju investicija u telekomunikacionu infrastrukturu na privredni rast i ekonomije širom sveta, od kojih su neki rezultati prikazani u samom uvodu ovog rada, zasnivala se na stvarnim podacima iz prethodnog vremenskog perioda.

Sa druge strane, bilo koja analiza uticaja 5G na ekonomije širom sveta u ovoj fazi razvoja navedenih tehnologija podrazumeva uvođenje niza pretpostavki o kretanjima u budućnosti koja su neizvesna i podložna promenama.

Čak ni same investicije, odnosno kapitalni izdaci kompanija, nisu poznati i zaviseće od modela implementacije, ciljne pokrivenosti mrežom, opsega spektra koji se koristi i dostupnosti infrastrukture širom zemlje. Neizvesnost se posebno vezuje za standardizaciju 5G, njene precizne karakteristike i različite scenarije u vezi njene implementacije, kako u pogledu prisutnosti na tržištu, tako i u pogledu vremenskog okvira implementacije.

Benefiti 5G tehnologija se ne mogu lako razdvojiti od benefita ukupnih usluga mobilne telefonije. Iako se predviđaju benefiti od povećanih brzina, treba imati na umu da 5G donosi daleko više od toga. Takođe, 5G tehnologija može delovati udruženo sa drugim tehnologijama, kao što su internet stvari (5G može da proširi potencijal već postojećih aplikacija), *cloud computing* i *big data* (5G može da poveća brzinu prenosa i samu pouzdanost oblaka) i AR/VR (5G može da unapredi postojeće AR/VR aplikacije).

Navedeni primeri ilustruju kako potencijalni benefiti mogu poticati od različitih tehnologija koje se mogu primeniti i koristiti u kombinaciji sa 5G. Bila bi greška takve ukupne koristi pripisati samo 5G tehnologijama, te otuda poseban izazov predstavlja problem na koji način izolovati samo uticaj 5G.[4]

### 4. Uticaj 5G na globalnu ekonomiju

Uprkos navedenim izazovima merenja potencijalnih benefita upotrebe 5G tehnologija, postoje pionirska istraživanja koja su pokušala da procene kako samu dinamiku implementacije i usvajanja 5G tehnologija na tržištu, tako i ukupne makroekonomske efekte na globalnom nivou.

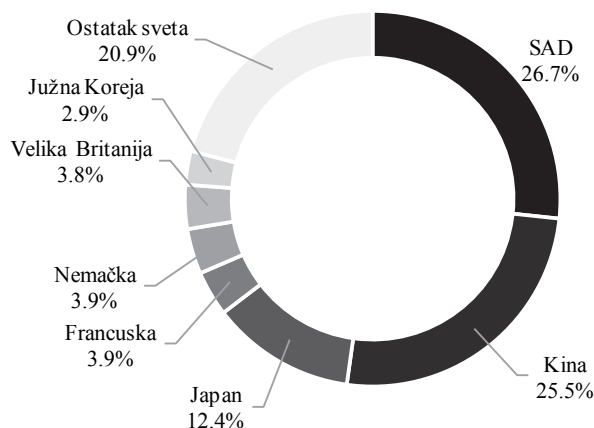
U tabeli 1 prikazana je projekcija GSMA o nivou usvajanja 5G tehnologija po regionima sveta do 2025. godine. Prema tim prognozama, već za pet godina, jedna petina konekcija na globalnom nivou odnosiće se na 5G tehnologije. Pri tome, u usvajanju 5G tehnologija prednjačiće regioni razvijene Azije i Severne Amerike, u kojima će se polovina svih konekcija odnositi na 5G tehnologije.

Navedeno procenjeno usvajanje 5G po regionima sveta u skladu je sa globalnom strukturom izdvajanja za istraživanje i razvoj i kapitalnim izdacima povezanim sa 5G.

Prema proceni *IHS Markit* (2019), dve trećine globalnih ulaganja u istraživanje i razvoj i kapitalne izdatke povezane sa implementacijom 5G tehnologija u periodu do 2035. godine odnoseće se na svega tri zemlje: SAD, Kinu i Japan (Slika 1).

Tabela 1. Procenjeno usvajanje 5G 2025. godine po regionima sveta [7]

Region	Usvajanje 5G (% konekcija)	Broj 5G konekcija u milionima
Razvijena Azija	50%	181
Severna Amerika	48%	205
Evropa	34%	231
Azija u Razvoju	22%	972
Arapske zalivske zemlje	21%	18
Rusija i ZND	12%	51
Latinska Amerika	7%	51
Ostale zemlje Bliskog Istoka i Severne Afrike	4%	30
Sub-saharska Afrika	3%	31



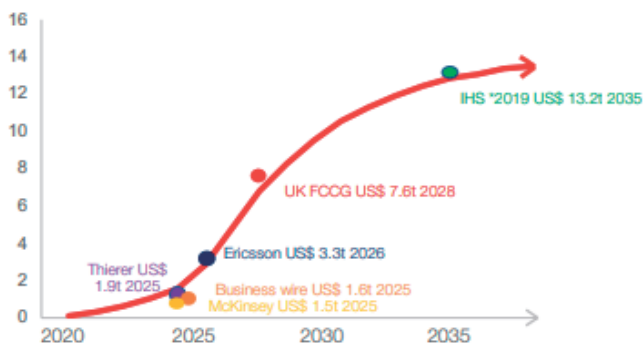
Slika 1. Prosečno godišnje učešće u globalnim izdacima za istraživanje i razvoj i kapitalnim izdacima povezanim sa 5G u periodu 2020-2035 [8]

Svaka investicija u privredi kreira efekte na čitav niz povezanih industrija, kao i na čitavu privredu, što se može identifikovati i kvantifikovati input-autput analizom. Investicije u 5G kreiraju direktne, indirektno i indukovane efekte. Direktne efekte odnose se na efekte samih kapitalnih izdataka koji se odnose na konkretnu investiciju. Indirektni efekti obuhvataju efekte koji nastaju duž lanca snabdevanja, odnosno efekte rasta proizvodnje u pratećim industrijama poput građevinarstva i čitavog niza grana prerađivačke industrije. Rast proizvodnje u navedenim sektorima privrede kreira veće dohotke za faktore proizvodnje, te otuda veća potrošnja stanovništva koja dalje podstiče privredu, što predstavlja tzv. indukovane efekte.[9]

Na slici 2 prikazan je kumulativni uticaj 5G na globalnu ekonomiju u periodu od 2020. do 2035. godine, odnosno ukupna vrednost svetskog autputa koja je povezana sa upotrebom 5G tehnologija. Do 2025. godine predviđa se umereni rast globalnog autputa povezanog sa 5G uz dostizanje vrednosti od oko jednog triliona dolara. Nakon toga, sledi faza ubrzanog rasta uz

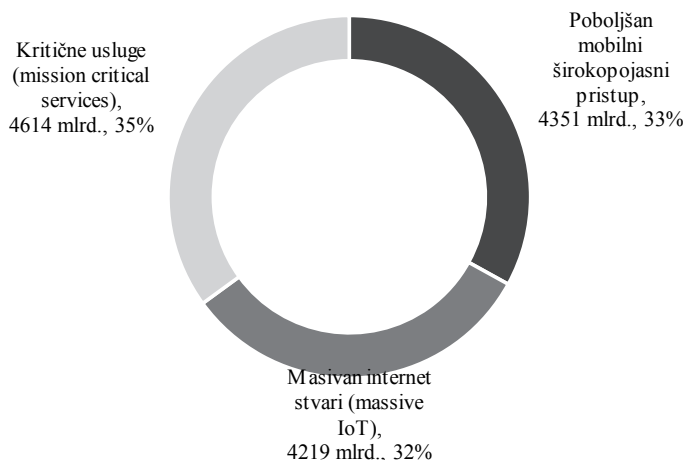
dostizanje vrednosti kumulativnog uticaja od oko 10 triliona dolara u 2030. godini, a zatim ponovo sledi faza usporenog rasta.

Prema proceni *IHS Markit* (2019), u 2035. godini 5G će omogućiti autput u vrednosti od 13,2 triliona dolara na globalnom nivou. Ova vrednost je gotovo ekvivalentna ukupnoj potrošnji u SAD ili ukupnoj vrednosti potrošnje u Kini, Japanu, Nemačkoj, Velikoj Britaniji i Francuskoj 2018. godine. Globalni lanac snabdevanja 5G će takođe kreirati autput vrednosti 3,6 triliona dolara i podržaće 22,3 miliona novih radnih mesta. Lanac snabdevanja 5G će godišnje investirati u proseku oko 235 milijardi dolara u širenje 5G mreže. Konačno, ukupan doprinos 5G realnom globalnom bruto domaćem proizvodu će biti otprilike u nivou doprinosa jedne Italije (koja je osma svetska ekonomija po veličini ukupnog bruto domaćeg proizvoda).[8]



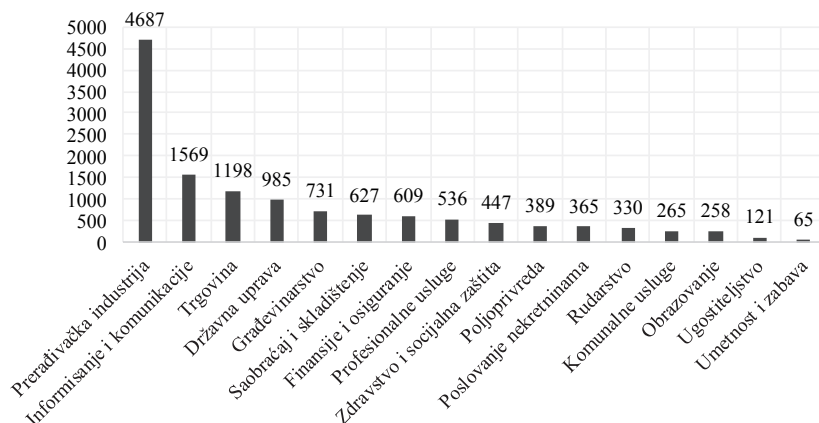
Slika 2. Kumulativni uticaj 5G na globalnu ekonomiju u periodu 2020-2035, u trilionima dolara [10]

U strukturi uticaja 5G na globalnu ekonomiju, gotovo podjednak udeo zauzimaju sva tri segmenta opisana u drugom poglavlju ovog rada (Slika 3): poboljšani mobilni širokopolasni pristup (vrednost od 4351 mlrd. dolara, učešće od 33%), masivan internet stvari (vrednost od 4219 mlrd. dolara, učešće od 32%) i kritične usluge (vrednost od 4614 mlrd. dolara, učešće od 35%).



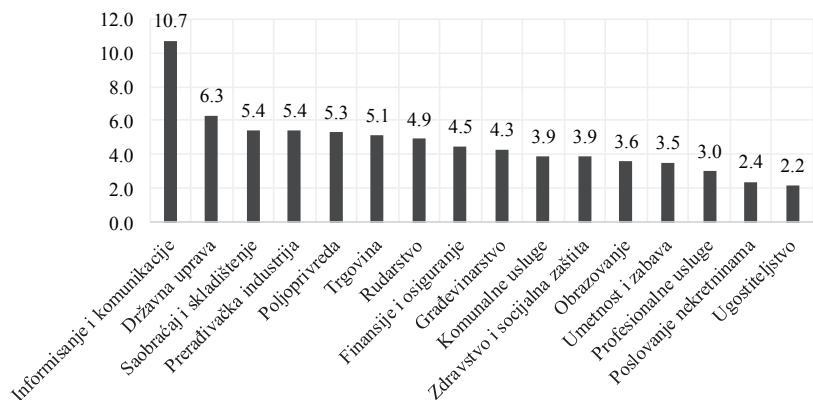
Slika 3. Procenjena struktura uticaja 5G na globalnu ekonomiju 2035. godine, po segmentima [8]

Na slici 4. prikazana je struktura procenjenog uticaja 5G na globalnu ekonomiju po privrednim delatnostima. Najveći uticaj očekuje se u prerađivačkoj industriji, kao i u delatnosti informisanja i komunikacija, trgovini i državnoj upravi. Na ove delatnosti odnosiće se gotovo dve trećine ukupnog uticaja 5G.



Slika 4. Procenjen uticaj 5G na globalnu ekonomiju 2035. godine, po privrednim delatnostima (vrednost proizvodnje u mlrd. dolara) [8]

Kada je reč o procentu autputa koji je povezan sa uticajem 5G tehnologija, na prvom mestu nalazi se delatnost informisanja i komunikacija sa učešćem od 10,7%, a zatim sledi državna uprava sa 6,3%. Procenat autputa generisanog uticajem 5G u globalnoj ekonomiji 2035. godine po svim privrednim delatnostima prikazan je na narednoj slici.



Slika 5. Procenat autputa generisanog uticajem 5G u globalnoj ekonomiji 2035. godine, po privrednim delatnostima [8]

#### 4. Zaključak

Potencijal upotrebe 5G tehnologija u privredi je izuzetno značajan. Poboljšani mobilni širokopolasni pristup, unapređene aplikacije masivnog interneta stvari i upotreba 5G u tzv. kritičnim uslugama otvara značajne mogućnosti za smanjenje troškova poslovanja i postizanje ekonomije obima, kao i za kreiranje revolucionarno novih poslovnih procesa, što otvara značajan prostor za uticaj na privredni rast i razvoj na globalnom nivou.

Iako postoje značajne poteškoće procene uticaja 5G na globalnu ekonomiju, koje proizilaze iz veoma ranog stadijuma u kojem se nalazi razvoj i implementacija ovih tehnologija i udruženog dejstva 5G sa drugim tehnologijama, već u ovoj fazi postoje istraživanja koja ukazuju na pozitivan uticaj 5G na globalnu ekonomiju i koja su taj uticaj kvantifikovala. Doprinos globalnom outputu posebno će biti izražen u periodu između 2025. i 2030. godine, a najveći doprinos očekuje se u prerađivačkoj industriji, delatnosti informisanja i komunikacija, trgovini i državnoj upravi.

## Literatura

- [1] Petrović-Vujačić, J., Miljković, M., „Efekti investicija u telekomunikacionu infrastrukturu na ekonomski rast”, *XXXIV Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2016*, Beograd, 29. i 30. novembar 2016, pp. 33-42.
- [2] Koutroumpis, P., The Economic Impact of Broadband on Growth: A Simultaneous Approach, *Telecommunications Policy*, Vol. 33, No. 9, pp. 471-485, 2009.
- [3] Qiang, C. Z. W., Rossotto, C. M., *Economic Impacts of Broadband*, In Information and Communications for Development 2009: Extending Reach and Increasing Impact, Washington, DC: World Bank. pp. 35-50, 2009.
- [4] Deloitte, *The Impacts of Mobile Broadband and 5G: a Literature Review for DCMS*, 2018.
- [5] Edquist, H., Goodridge, P., Haskel, J., Li, X., Lindquist, E., How Important Are Mobile Broadband Networks for the Global Economic Development, *Information Economics and Policy*, pp. 16-29, 2018.
- [6] IHS Economics & IHS Technology, The 5G Economy: How 5G Technology Will Contribute to the Global Economy, January 2017.
- [7] GSMA. The Mobile Economy 2020, 2020.
- [8] IHS Markit, The 5G Economy: How 5G Technology Will Contribute to the Global Economy, November 2019.
- [9] European Commission, Identification and Quantification of Key Socio-Economic Data to Support Strategic Planning for the Introduction of 5G in Europe, Final Report, 2016.
- [10] World Economic Forum (in Collaboration with PwC), The Impact of 5G: Creating New Value across Industries and Society, January 2020.

**Abstract:** *The impact of investment in telecommunications infrastructure on economic growth and development is undoubtedly positive, as evidenced by numerous empirical studies conducted in recent decades. Investment in broadband technologies has a particularly significant impact on growth. The use of 5G in the coming period will be especially evident through enhanced mobile broadband, improvement of massive Internet of Things applications, as well as in the so-called mission critical services that require high reliability, ultra-low latency connectivity with strong security and availability. The combined effect of 5G with other technologies, as well as the early stage of implementation, makes it particularly challenging to measure the potential benefits of using 5G technologies. The most dynamic adoption of 5G technologies is expected in the countries of developed Asia and North America, and the total estimated impact on the global output in 2035 amounts to 13.2 trillion dollars. At the same time, in the structure by economic activities, the greatest effects are expected in the manufacturing industry, information and communication activities, trade and public administration.*

**Keywords:** 5G, investment, global economy.

## IMPACT OF 5G ON THE GLOBAL ECONOMY

Marko Miljković, Jelica Petrović-Vujačić



## INFORMACIONO-KOMUNIKACIONE TEHNOLOGIJE KAO PODRŠKA ADAPTACIJI NA KLIMATSKE PROMENE

Marijana Petrović  
Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet,  
marijanap@sf.bg.ac.rs

**Rezime:** Sve učestalija pojava posledica ekstremnih vremenskih prilika poput poplava, klizišta, šumskih požara, uticala je da pitanja adaptacije na promene klime postanu neizostavni element mnogih razvojnih agendi. Uloga informaciono-komunikacionih tehnologija (IKT) u ovom kontekstu je dvojak. Sa jedne strane usmerena je ka povećanju sposobnosti IKT sistema da se odupru, oporave i prilagode rizicima koje proizlaze iz prirodnih katastrofa. Sa druge, IKT su prepoznate kao važan resurs u povećanju otpornosti drugih sektora i društva u celini. U cilju integrisanog sagledavanja uloge IKT u suočavanju sa klimatskim promenama razvijeni se novi koncepti, kao što su e-otpornost (engl. *e-resilience*) i e-adaptacija (*e-adaptation*). Ovi koncepti su u ovom radu analizirani sa aspekta njihove interpretacije i alata za operacionalizaciju.

**Ključne reči:** *klimatske promene, IKT, e-otpornost, e-adaptacija, kritična infrastruktura*

### 1. Uvod

Negativne posledice klimatskih promena su očigledne u mnogim sektorima. Prema procenama Svetske banke prirodne katastrofe rezultuju godišnjim troškovima od 18 milijardi dolara u srednje razvijenim zemljama i to samo usled gubitaka u transportu i energetici [1]. Jedan od najvećih uzročnika klimatskih promena jeste globalno zagrevanje. Dugoročni trend, još od pred industrijskog doba, ukazuje da će globalno zagrevanja dostići 1,5°C između 2030. i 2052. godine i za posledicu imati smanjenje bruto domaćeg proizvoda (BDP) između 0,15% i 0,318% godišnje [2]. Pored promena u temperaturama usled klimatskih promena dolazi i do promena intenziteta i rasporeda padavina, povećanja jačine vetra (10%), učestalije pojave olujnih udara (prema nekim procenama rast od 10% pri rastu temperature od 1°C) i mnogih drugih. Dve su vrste posledica klimatskih promena – akutne koje nastaju usled sve češćih ekstremnih vremenskih prilika (npr., poplave, klizišta) i hronične koje proističu iz dugoročnih promena klime (npr., porast prosečnih maksimalnih dnevnih temperatura). Ozbiljnost i učestalost posledica uticala je da izmenjene klimatski uslovi postanu nezaobilazni element definisanju razvojnih strategija bilo da su sektorske ili opšte. Centralni programski dokument predstavlja Nacionalni

adaptacioni plan (NAP) koji Okvirna konvencija Ujedinjenih nacija o promeni klime (UNFCCC) vidi kao ključni u suočavanju sa klimatskim promenama.

Adaptacija na klimatske promene u osnovi podrazumeva prilagođavanje ekoloških, društvenih ili ekonomskih sistemima na postojeće i/ ili očekivane klimatske faktore i njihove efekte. Cilj je da se pomenuti sistemi učine otpornim odnosno sposobnim da se brzo oporave (vrate u prvobitno stanje) od uticaja klimatskih promena.

Jedan od važnih resursa u adaptaciji na klimatske promene jesu informaciono-komunikacione tehnologije (IKT). Kada su u pitanju akutni uticaji, IKT su viđene kao važna komponenta upravljanja rizikom od katastrofa (engl. *Disaster Risk Management*) i to u svim fazama: prevencija rizika, smanjenje rizika, spremnost/odgovor i oporavak. Sa duge strane kroz povećanje efikasnosti različitih procesa IKT mogu doprineti i boljoj prilagođenosti na hronične uticaje. Iako je uloga IKT u *borbi* sa klimatskim promenama uveliko prepoznata, istraživanja su uglavnom fokusirana na pojedinačna rešenja dok su studije koje se bave sveobuhvatnom i sistematičnom analizom uloge IKT retke.

Fokus ovog rada je na opštem sagledavanju uloge IKT u suočavanju sa klimatskim promenama. U narednom poglavlju je dat pregled odnosa IKT i klimatskih promena iz nekoliko različitih perspektiva: mitigacija vs. adaptacija, direktna vs. indirektna uloga. U posebnom poglavlju je analiziran konceptualni i metodološki okvir za sveobuhvatno sagledavanje uloge IKT u adaptaciji na klimatske promene kroz koncepte *e-resilience* i *e-adaptation*.

## **2. IKT i klimatske promene**

Kao što je slučaj i u drugim sektorima i IKT u oblasti klimatskih promena ima dvojaku ulogu, odnosno dve perspektive sagledavanja: mitigacija i adaptacija. U obe perspektive se dalje može karakterisati uloga IKT kao direktna i indirektna. U direktnom smislu IKT se posmatraju kao sektor: 1) koji je ranjiv (osetljiv) na uticaje koji nastaju kao posledica izmenjenih klimatskih uslova (perspektiva adaptacije) i 2) kao sektor koji doprinosi klimatskim promenama pre svega kroz svoj energetski i karbonski otisak (perspektiva mitigacije). Kada govorimo o indirektnoj ulozi govorimo o primeni IKT u drugim sektorima radi: 1) smanjenja doprinosa tih drugih sektora klimatskim promenama (perspektiva mitigacije) i 2) smanjenja ranjivosti drugih sektora na izmenjene klimatske uslove (perspektiva adaptacije). U nastavku su perspektiva mitigacije i perspektiva adaptacije analizirane odvojeno.

### **2.1. IKT i mitigacija**

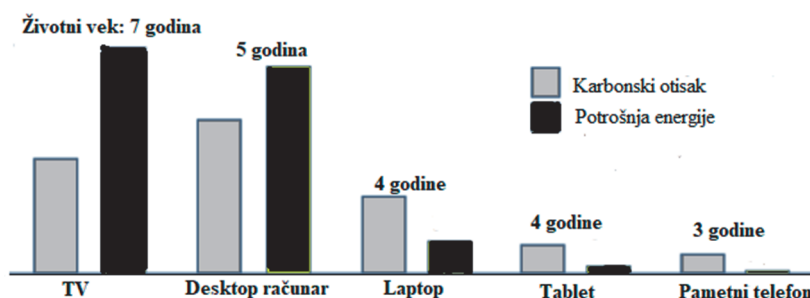
IKT su važan faktor u mitigaciji klimatskih promena pre svega kroz direktno smanjenje potrošnje energiju i emisija GHG. Ukupni karbonski otisak IKT sektora se procenjuje na 370 Mt CO<sub>2</sub>-eq, odnosno 1,4 % ukupnih karbonskih emisija. Pored toga, procenjuje se da 3.6% svetske potrošnje električne energije pripada IKT sektoru [3]. Procene se razlikuju po regionima, pa tako su u Evropi ove brojke veće. IKT sektor čini 4% evropskog karbonskog otiska i učestvuje sa 8-10% u ukupnoj potrošnji električne energije [4]. U kontekstu telekomunikacionih mreža, prema nekim procenama karbonski otisak u eksploataciji i izgradnji na godišnjem nivou iznosi: 5 kg CO<sub>2e</sub> za fiksnu telefoniju; 1 kg CO<sub>2e</sub> za fiksni širokopoljasni pristup i 2 kg CO<sub>2e</sub> za mobilne mreže, pri čemu postoje

razlike kada se uporede vrednosti za 2010 i 2015 godinu (Tabela 1) [5]. Za razliku od fiksnog pristupa gde se beleži neznatan rast u domeni potrošnje energije i pad u domenu emisije CO<sub>2</sub>, mobilne mreže beleže pozitivan trend u slučaju oba otiska.

Tabela 1. Energetski i karbonski otisak telekomunikacionih mreža 2010 i 2015 godine (prema [5])

	Energetski otisak (TWh)		Karbonski otisak (Mt CO <sub>2e</sub> )	
	2010	2015	2010	2015
Fiksne mreže	100	105	74	69
Mobilne mreže	73	110	51	75

Energetski i karbonski otisak IKT sektora se povećava dodatno i usled prisustva sve većeg broj elektronskih komunikacionih uređaja u domaćinstvima i kod pojedinaca (laptopovi, tableti, mobilni telefoni i slično). Kada se broju ovih uređaja dodaju i podaci o njihovom eksploatacionom ciklusu dobija se potpuniji uvid. Na Slici 1 je data jednostavna ilustracija odnosa potrošnje energije, emisije CO<sub>2</sub> i životnog veka najzastupljenijih uređaja u domaćinstvima. Možemo uočiti da personalni uređaji poput pametnih telefona ili tableta imaju niži energetski i karbonski otisak ali i kraći životni vek u odnosu na, na primer, TV uređaj.



Slika 1. Poređenje uređaja prema potrošnji energije i emisiji CO<sub>2</sub> u odnosu na životni vek (prema [5])

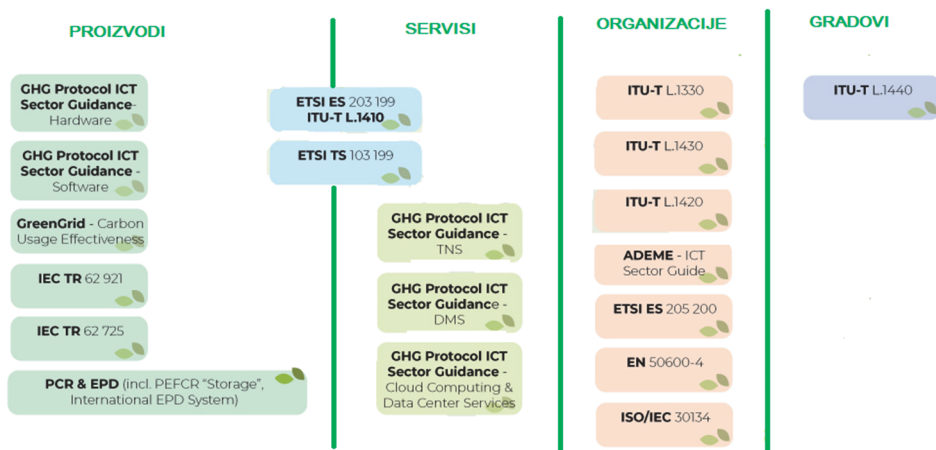
Sveukupno gledano IKT sektor beleži pozitivan rezultat u domenu energetske efikasnosti. Prema aktuelnim analizama potrošnja električne energije je konstantna iako se od 2010 godine obim prenosa podataka povećao deset puta [4]. Ovome treba dodati i da IKT sektor čini oko 6% svetske ekonomije sa konstantnim pozitivnim trendom. Pozitivni rezultati su pre svega posledica tehnoloških unapređenja. Jedan primer je digitalizacija TV emitovanja. Za razliku od analognog TV prenosa u digitalnoj modulaciji predajnici koriste znano manju količinu električne energije. Uzimajući u obzir njihov veliki broj (u hiljadama širom sveta) i činjenicu da pojedini imaju potrošnju 100–150 kW, kao i da se u slučaju digitalnog prenosa može jedan kanal od 8MHz iskoristiti za prenos do deset TV programa, uštede su značajne [6]

U kontekstu smanjenja negativnih efekata izgradnje i eksploatacije IKT sistema pokrenuto je nekoliko inicijativa. Među poznatijim su GeSI (engl. *Global e -Sustainability*

*Initiative*) na globalnom nivou i ICTFootprint na nivou EU. Obe inicijative se bave merama za smanjenje negativnih ekoloških efekata samog sektora IKT, ali i time kako IKT mogu pomoći drugim sektorima da smanje svoj energetski i karbonski otisak. Drugi pravac je vidljiv u okviru savremenih razvojnih strategija i koncepata poput pametnih gradovi. Radna grupe za pametne gradove Međunarodne unije za telekomunikacije (engl. *International Telecommunications Union – ITU*) je 2015. godine publikovala poseban priručnik za implementaciju IKT u NAP grada [7]. Domeni indirektnog doprinosa IKT se vezuju i za digitalizaciju poslovanja odnosno na servise kao što su e-uprava, e-učenje, e-trgovina i slično. Prema pojedinim procenama IKT mogu doprineti smanjenju emisija CO2 i do 15%, posebno u sektoru transporta, energetike, industrije i građevine [4].

Međutim, pojedine studije ukazuju na to da se doprinos IKT ne može sagledati jasno jer i su same IKT troše energiju i emituju GHG [8-12]. Petrović i Bojković [8-9] i Berković i saradnici [10] ilustruju ovaj dualizam na primeru tele-rada i supstitucije fizičkog kretanja. Higon i saradnici [11] pokazuju da se o pozitivnom doprinosu IKT može govoriti tek nakon što je dostignut *prag* njihovog razvoja, a su pre toga doprinosi praktično poništeni potrošnjom i emisijama samih IKT. Kureši [12] dalje analizira ovo stanovište i naziva ga IKT paradoksom. On insistira na tome da tehnološka efikasnost ne znači i održivost i da zbog toga govorimo o epitetu „smart“ jer upotreba tehnologije mora biti *pametna* da bi imala i željene pozitivne efekte.

Upravo iz razloga nejasnog doprinosa IKT smanjenu karbonskog otiska posebna pažnja se posvećuje razvoju metodologija za ocenu ekoloških efekata u IKT sektora. U ovim metodološkim okvirima značajno mesto imaju preporuke ITU (kao što je ona koja se odnosi na metodologiju za procenu uticaja IKT na životnu sredinu iz 2011. godine, engl. *Recommendation L.1400 (02/11)* [13]), ali i različiti korporativni standardi poput GHG protokola (Slika 2).



Slika 2: Metodologije za ocenu karbonskog i energetskog otiska u sektoru IKT [14]

I pored napredaka u razvoju metodologije blizu 70% donosioca odluka iz domena informacionih rehnologija nema uspostavljen sistem za merenje ekoloških performansi [4].

## 2.2. IKT i adaptacija

Kao što je ranije rečeno IKT u kontekstu adaptacije mogu biti sagledane dvojako. Prvi ugao gledanja je direktan i proističe od toga da su telekomunikacije deo kritične infrastrukture. Izmenjeni meteorološki uslovi koji nastaju kao posledica klimatskih promena za posledicu imaju vežu izloženost IKT sistema prekidima i poremećajima u radu. Ovi poremećaji mogu biti direktni u smislu degradacije fizičkih komponenti infrastrukture, smanjenja raspoloživosti i pouzdanosti servisa ali i indirektni kao posledica prekida ili zastoja u nabavkama materijala odnosno komponenti sistema zbog prekida u logističkim, transportnim tokovima i produžavanja vremena potrebnog da se reupostavi normalna isporuka servisa. Posledično i jedni i drugi uticaji vode ka povećavanju operativnih troškova i smanjenju prihoda provajdera opreme i servisa.

U izveštaju Međunarodne unije za telekomunikacije (ITU) [15] se navodi da izmenjeni klimatski uslovi mogu voditi ka oštećenju i prekidima u radu IKT pre svega usled povećanja sezonskih temperatura, bujičnih poplava, klizišta i učestalijih pojava ekstremnog vetra. Pri tome se insistira da se moraju imati u vidu ne samo osmotrene promene klime već i projekcije. Sama analiza uticaja uključuje da se za svaki klimatski faktor najpre definišu njegovi uticaji a zatim svaki od njih dalje oceni u smislu posledica. Primer ovakvog pristupa je analiza uticaja klimatskih promena na IKT sektor u Velikoj Britaniji prema posebnoj matrici (Tabela 2) [16]

Tabela 2: Matrica ocene uticaja klimatskih promena na sektor IKT [prema 16]

Klimatski faktori ↓	Uticaj ↓	Posledice					Nivo uticaja		
		Degradacija infrastrukture	Raspoloživost servisa	Kvalitet servisa	Popravka i oporavak sistema	Troškovi poslovanja	Zdravlje i bezbednost na radu	Nacionalni	Lokalni
Porast maksimalnih dnevnih temperatura; Hladni i topli talasi	Povećan rizik pregrevavanja data centara, centrala i sl. Otkazi sistema za hlađenje								
	Povećan rizik po zdravlje radnika								
...									

Dalja analiza uticaja ide ka definisanju adaptivnih mera i načina njihove implementacije.

Kada govorimo o IKT i adaptaciji na klimatske promene veoma je važan doprinos koji IKT, a pre svega radio komunikacije, daju u domenu praćenja meteoroloških i

klimatskih promena. Satelitske komunikacije, meteorološki radari, praćenje površinske temperature mora (engl. *Sea Surface Temperature – SST*), sistemi komunikacije u podmornicama samo su neki od brojnih primera IKT sistema koji se primenjuju da bi se bolje sagledale izmenjene klimatske prilike. Posebno važan sistem čine pasivni i aktivni daljinski upravljački senzori na satelitima koji između ostalog služe i za praćenje klimatskih promena (npr. kroz kreiranje globalnih mapa distribucije CO<sub>2</sub> emisija ili mapa SSA, više u [6]). U kontekstu otpornosti na hazarde koji nastaju usled izmenjenih klimatskih važan element na bazi IKT su sistemi za rano upozoravanje (engl. *Early warning Systems-EWS*). EWS predstavlja sistem za prikupljanje i pružanje pravovremenih i značajnih informacija i upozorenja koje omogućavaju pojedincima, zajednicama i organizacijama da se pripreme i deluju na odgovarajući način i u dovoljnom roku da smanje štetu ili gubitak. Na primer u daljinsko očitavanje sa satelita se u okviru EWS koristi za praćenje promena u nivou mora, a sa ciljem ranog upozorenja na poplave. Savremeni visinomeri na ovim satelitima mogu da detektuju promene nivoa mora od 2-3 cm. Unapređenja EWS su najčešća mera koja se predlaže u studijama ocene uticaja klimatskih promena u raznim sektorima. Na primer u velikoj studiji uticaja klimatskih promena na Savski basen, na kojoj je punih deset godina radila Svetska banka ova mera je bila ocenjena kao najprioritetnija.

### **3. Koncepti *e-resilience* i *e-adaptation***

#### **3.1. Teorijska osnova**

Veze između IKT i klimatskih promena su višestruke i kompleksne. U literaturi se može naći veoma mali broj izvora koji sveobuhvatno i sistematično analiziraju ove veze. Pomak postoji od 2010 godine kada je publikovana studija čiji su autori Ospina i Hicks (engl. Ospina and Heeks, [17]). U ovoj studiji su definisana dva nova koncepta *e-resilience* i *e-adaptation*. U njihovom određenju se polazi od toga da su ranjivost, adaptivni kapacitet i otpornost tri ključne dimenzije adaptacije na klimatske promene, a da otpornost (engl. *resilience*) treba posmatrati kao svojstvo sistema. Autori dalje definišu sledeća pod-svojstva odnosno attribute otpornosti koja treba analizirati: robusnost, domet, redundantnost, rapidnost, elastičnost, samo-organizacija i učenje. U kasnijim fazama (razvoj alata za *e-resilience*) definisana je još jedno pod-svojstvo - jednakost. Koncept e-otpornost je objašnjen kroz uspostavljanje veze IKT sa svakim od ovih pod-svojstava. Na primer u domenu elastičnosti IKT omogućavaju da se deo aktivnosti koje usled hazarda ne mogu biti realizovane uobičajeno, *prenesu* u onlajn okruženje (rad od kuće, tele-medicina, nastava na daljinu).

U domenu e-adaptacije autori objašnjavaju sistematično kako IKT mogu doprineti pojedinim sektorima da svoj rad i razvoj planiraju u skladu sa očekivanim promenama klime. Ulogu IKT autori ilustruju kroz konkretne primere kao što je korišćenje aplikacija u oblasti medicine (Cell-PREVEN, ALERTA) za praćenje promena u obrascima oboljevanja koje nastaju kao posledica izmenjenih klimatskih uslova [18]. Analitička podrška konkretnim rešenjima *e-adaptacije* su, između ostalog, GIS i novi pristupi u prikupljanju podataka kao što je *crowdsensing* – prikupljanje podataka od velikog broja korisnika (mase ljudi) putem pametnih uređaja (mobilni telefoni, tableti i slično).

### 3.2. Alati

Na osnovama koncepta *e-resilience* nastali su i novi alati za DRM. Jedan od njih je RABIT (engl. *Resilience Assessment Benchmarking and Impact Toolkit*) [19]. Centralna komponenta ovog alata je benčmarking uloge IKT u otpornosti sistema koji se analizira. RABIT je tako postavljen da su atributi otpornosti povezani sa poznatim PDCA (Plan-Do-Check-Act) ciklusom, a u delovima za nivo organizacije i modelom za standardizaciju ERM (engl. *Enterprise Risk Management*) koji se koristi za upravljanja rizikom u poslovnim sistemima [20]. Osnovni izlaz RABIT alata je specifična matrica koja podseća na klasičnu matricu ocene uticaja (Tabela 2) ali umesto da se ocena vrši po klimatskim faktorima data je po atributima otpornosti (pod-svojsstvima otpornosti sistema). Za svaki od ovih atributa mapiraju se prioriteti (markeri otpornosti), a za svaki od prioriteta daju *e-resilience* intervencije zajedno sa nivoom angažovanosti (nivo zajednice, nivo opštine, nacionalni nivo). Jedan od izlaza je i *matrica markera* u kojoj se za svaki atribut daje marker otpornosti a zatim za svaki marker i agregatni skor upotrebe IKT. RABIT ima nekoliko vizualizacija outputa: *semafor* (crveno za visoke prioritete gde je nivo upotrebe IKT 0-33%; žuto za prioritete srednjeg nivoa sa upotrebom IKT 34-66% i zelene za niske prioritete u kojima je nivo upotrebe IKT 67-100%) i *točak otpornosti* (koja vizualizuje matricu markera).

### 3.3. Druga shvatanja

Konceptualizacija i operacionalizacije *e-resilience* koju su dali Ospina i Hiks, nije jedina odnosno ovaj pojam se u literaturi može pronaći i u drugom kontekstu. Primer je elektronska trgovina. Singleton i saradnici [21] uvode koncept *e-resilience* da bi analizirali ranjivost maloprodajnih objekata na rast onlajn kupovine (u zavisnosti od veličine maloprodajnog objekata i njegove lokacije u prostoru). Ovde su IKT drugačije viđene odnosno kao negativni faktor za razliku od konteksta klimatskih promena (pristup Ospine i Hiksa).

ESCAP (engl. *Economic and Social Commission for Asia and the Pacific*), regionalni hab pri Ujedinjenim nacijama, *e-resilience* definiše kao sposobnost IKT sistema da se odupru, oporave i prilagode spoljnim poremećajima kao što su prirodne katastrofe [22]. Uz ovu definiciju je dodato da se *e-resilience* takođe odnosi na korišćenje IKT za postizanje otpornosti društva. ESCAP je razvio set alata (engl. *e-resilience toolkit*) za DRM pre svega namenjenih regionu Azija-Pacifik koji je viđen kao najpogođeniji prirodnim katastrofama [23]. U skladu sa definicijom *e-resilience* ESCAP opisuje ulogu IKT po kategorijama DRM i to iz perspektive dvojake uloge IKT: otpornost samih IKT i IKT kao podrška otpornosti društva. Dalje su svi alati razvrstani u matrici koja u vrstama sadrži aspekte *e-resilience* (razumevanje i sagledavanje rizika; planiranje mreže, planiranje vanrednih situacija, humanitarni odgovor, spremnost, politika, komunikacija sa građanima), a u kolonama vrste hazarda (zemljotres, poplava, ciklon/tajfun, cunami, klizište, vulkanska erupcija, izlivanje ledničkog jezera, ekstremni meteorološki uslovi). Za svaku kombinaciju je dat set alata sa primerima primene. Primer rešenja koje se dobija na ukrštanju planiranja mreže i klizišta je prenosiva bazna stanica (u formi ranca, engl. *backpack LTE*) koja koristi satelitski prenos i ima pokrivenost od 8km. Postoji i niz multi-hazard rešenja, mahom u formi simulacionih softvera (InaSAFE, GeoDASH i drugi).

## 4. Zaključak

Doprinos IKT adaptaciji na klimatske promene je značajan i biće sve značajniji. Kako bi se iskoristili svi potencijali i objektivno sagledali doprinosi neophodno je da postoji sveobuhvatan i sistematičan uvid u značaj IKT za otpornost sistema na izmenjene klimatske prilike. U tu svrhu pored pojedinačnih rešenja (za konkretne klimatske uticaje i sisteme) razvijaju se i opšti koncepti poput *e-resilience*. Njihov cilj je da na jednom mestu detaljno oslikaju ulogu IKT u suočavanju sa klimatskim promenama. Iako su konkretna rešenja otišla daleko u svom razvoju, sveobuhvatni konceptualni okviri i njihova operacionalizacija su još uvek u razvoju. Jedan od pravaca daljih istraživanja je povezivanje IKT i ISO standarda za adaptaciju na klimatske promene - *ISO/DIS 14091* (engl. *Adaptation to climate change — Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment*) koji je u fazi definisanja.

## Zahvalnica

Ovaj rad je rezultat istraživanja na projektu TR 36022 "Upravljanje kritičnom infrastrukturom za održivi razvoj u poštanskom, komunikacionom i železničkom sektoru Republike Srbije" koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

## Literatura

- [1] World Bank, *Climate Change-overview*, Available at: <https://www.worldbank.org/en/topic/climatechange/overview>
- [2] UNDP Studija o socio-ekonomskim aspektima klimatskih promena u Republici Srbiji, 2019. Dostupno na: <https://www.undp.org/content/dam/serbia/Nacr%20Studije%20o%20Socio-ekonomskim%20aspektima%20klimatskih%20promena%20u%20Republici%20Srbiji.pdf>
- [3] M. Berners-Lee, *How bad are bananas?: the carbon footprint of everything*. Greystone Book, 2011.
- [4] ICTFOOTPRINT. *What is ICT carbon footprint?*, 2020. Available at: <https://ictfootprint.eu/en/about/ict-carbon-footprint/ict-carbon-footprint>
- [5] J., Malmmodin and D. Lundén (2018). "The energy and carbon footprint of the global ICT and E&M sectors 2010–2015". *Sustainability*, 10(9), 3027.
- [6] ITU Brochure, *Radio communications and Climate Change*, 2013, Available at: <https://www.itu.int/itu-news/manager/display.asp?lang=en&year=2009&issue=04&ipage=26&ext=html#fig2>
- [7] ITU. *Information and communication technologies for climate change adaptation in cities*, ITU-T Focus Group on Smart Sustainable Cities, 2015, Available at: <https://www4.unfccc.int/sites/NAPC/Documents/Supplements/ICTs-for-climate-change-adaptation.pdf>
- [8] N. Bojković and M. Petrović, "Mogućnosti evaluacije doprinosa informaciono-komunikacionih tehnologija smanjenju karbonskih emisija". *Zbornik radova „Postel*, pp. 78-86, 2011



- [9] M. Petrović and N. Bojković. “Pravci standardizacije postupaka ocene ekoloških uticaja informaciono-komunikacionih tehnologija”. *Zbornik radova „Postel*, pp. 69-78, 2012
- [10] M. Berković, A. Kosovac and A. Džebo, A. “Analysis methodologies of assessment of impact teleworking on the decrease carbon emissions of physical mobility”. In *2013 36th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)* (pp. 519-525). IEEE. (2013, May).
- [11] D. A. Higón, R. Gholami, and F. Shirazi, F. (2017). ICT and environmental sustainability: A global perspective. *Telematics and Informatics*, 34(4), 85-95.
- [12] S. Qureshi, S. “Climate change adaptation for sustainable development: the information and communication technology (ICT) paradox”, Editorial note to vol. 29, Issue 4. pp. 625-629, 2019
- [13] ITU. Recommendation L.1400 (02/11). Overview and general principles of methodologies for assessing the environmental impact of information and communication technologies. 2011. Available at: <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1400-201102-I/en>
- [14] ICTFOOTPRINT. *Map of ICT Methodologies*, 2020 Available at: <https://ictfootprint.eu/en/ict-methodologies/map-ict-methodologies>
- [15] A. V. Ospina, D. Faulkner and K. Dickerson. Resilient pathways: the adaptation of the ICT sector to climate change. *ITU Report*. 2014
- [16] L. Horrocks, J. Beckford, N. Hodgson, C. Downing, R. Davey and A. O’Sullivan. “Adapting the ICT sector to the impacts of climate change—final report. *Defra contract number RMP5604*. Defra: London, 2010. Available at: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/183486/infrastructure-aea-full.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/183486/infrastructure-aea-full.pdf)
- [17] A. V. Ospina and R. Heeks . Linking ICTs and Climate Change Adaptation: A Conceptual Framework for e-Resilience and e-Adaptation. In *Linking ICTs and Climate Change Adaptation: A Conceptual Framework for e-Resilience and e-Adaptation* (pp. 39-39). 2010
- [18] E. Heeks and A. V. Ospina, “Conceptualising the link between information systems and resilience: A developing country field study”. *Information Systems Journal*, 29(1), pp. 70-96, 2019.
- [19] A. V. Ospina and R. Heeks, *Resilience Assessment Benchmarking and Impact Toolkit (RABIT): Implementation Handbook*, 2016, Available at: <http://www.niccd.org/resilience>
- [20] S. P. Tarle, M. Petrović and N. Bojković, “Upravljanje rizikom prema modelu ISO 31000 u pružanju poštanskih usluga”. *Zbornik radova „Postel*, pp. 75-84, 2009.
- [21] A. D. Singleton, L. Dolega, D. Riddlesden and P. A. Longley. “Measuring the spatial vulnerability of retail centres to online consumption through a framework of e-resilience.” *Geoforum*, 69, 5-18, 2016
- [22] ESCAP, *E-Resilience in Asia and the Pacific*, 2020, Available at: <https://drrgateway.net/e-resilience/about>
- [23] ESCAP, *Asia-Pacific E-Resilience Toolkit*, 2020, Available at: <https://drrgateway.net/e-resilience/about>

**Abstract:** *The increasing occurrence of the consequences of extreme weather conditions, such as floods, landslides, forest fires, has made the issues of adaptation to climate change to become an indispensable element of many development agendas. The role of information and communication technologies (ICT) in this context is twofold. On the one hand, it is aimed at increasing the ability of ICT systems to resist, recover and adapt to the impacts arising from natural disasters. On the other hand, ICTs are recognized as an important resource in increasing the resilience of other sectors and society as a whole. In order to offer an integrated view of the role of ICT in dealing with climate change, new concepts have been developed, such as e-resilience and e-adaptation. These concepts are analysed in this paper from the perspective of their interpretation and tools for their operationalization.*

**Keywords:** *climate change, ICT, e-resilience, e-adaptation, critical infrastructure.*

**INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES  
AS A SUPPORT FOR ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE**

Marijana Petrović

**POŠTANSKI SAOBRAĆAJ,  
MREŽE I SERVISI**



## UTICAJ COVID-19 PANDEMIJE NA POŠTANSKI SEKTOR – ERGP ANALIZA

Goran Paunović

Regulatorna agencija za elektronske komunikacije i poštanske usluge-RATEL,  
goran.paunovic@ratel.rs

**Sadržaj:** *Evropsko poštansko tržište doživelo je u 2020. godini značajne promene izazvane pandemijom virusa COVID-19. Analizu tržišta prati Evropska regulatorna grupa za poštanske usluge – ERGP, koja je savetodavni organ Evropske komisije. Posebno mesto u radu ove radne grupe zauzima podgrupa “Regulatory framework “ koja je dobila zadatak da Evropskoj komisiji prezentuje u kojoj meri je pandemija COVID-19 uticala na poštanski sektor u EU. Cilj ovog rada je da upozna stručnu javnost o rezultatima sprovedene analize ERGP-a o uticaju pandemije na poštanski sektor u 2020. godini i merama koje su preduzele vlade, nezavisne regulatorne agencije i poštanski operatori u cilju očuvanja univerzalne i ostalih poštanskih usluga.*

**Ključne reči:** *poštansko tržište, ERGP - Evropska regulatorna grupa za poštanske usluge, poštanska direktiva, regulatorni okvir za poštanske usluge*

### 1. Uvod

Pandemija Covid-19, pored uticaja na javno zdravlje stanovništva čitavog sveta u 2020. godini imala je uticaj na društvo u celini i na svetsku ekonomiju. Samim tim, pandemija je imala uticaja i na poštanski sektor kako u unutrašnjem tako i u međunarodnom poštanskom saobraćaju, na obim usluga i prihode poštanskih operatora, korisnike poštanskih usluga i kvalitet pruženih usluga, zapošljavanje u poštanskom sektoru i na celokupnu oblast saobraćaja i transporta.

Evropska komisija je pismom upućenom predsedništvu ERGP sredinom maja 2020. godine zatražila od ERGP-a da pripremi izveštaj o posledicama i efektima Covid-19 na poštanski sektor. Ovo će Komisiji dati sve korisne informacije za prevazilaženje efekata pandemije. Pre svega izveštaj će omogućiti Komisiji da odgovori na pitanja da li je i na koji način pandemija uticala na obavezu pružanja univerzalne poštanske usluge i da li je postojeći pravni okvir pružio dovoljno fleksibilnosti poštanskom sektoru da odgovori na aktuelne izazove.

Da bi imao sveukupnu procenu svih navedenih uticaja, od aprila 2020. godine ERGP je počeo da prikuplja i objavljuje informacije o merama koje su donele države u evropi u cilju suočavanja sa pandemijom.

Izveštaj ERGP-a bavi se uticajem pandemije na poštanski sektor.

Najbitnije teme izveštaja su:

- Mere koje su usvojile vlade država članica, nacionalne regulatorne agencije i poštanski operatori,
- Analiza usvojenih mera (procena, ili ocena ...) – odgovor na pitanje da li je postojeći pravni okvir pružio dovoljno fleksibilnosti da poštanski sektor odgovori na aktuelne izazove,
- Uticaj na univerzalnu poštansku uslugu,
- Uticaj pandemije na obim poštanskih usluga,
- Analiza uticaja na prihode od poštanskih usluga,
- Operativni i međunarodni poremećaji u poštanskom saobraćaju izazvani pandemijom,
- Zaključci i preporuke za dalju analizu.

Postojeći izveštaj predstavlja prvi korak u istraživanju i pokriva period od aprila do septembra 2020. godine. ERGP je prikupljao podatke od nacionalnih regulatornih agencija od početka aprila. Drugi izvor informacija bio je upitnik ERGP-a sa pitanjem u kolikoj meri Direktiva o poštanskim uslugama može da odgovori na aktuelne izazove koji su nastali pojavom pandemije.

U 2021. godini ERGP planira da sačini sveobuhvatniji izveštaj kao nastavak postojećeg, uzimajući u obzir informacije koje još uvek nisu dostupne. U izveštaj će biti uključeni podaci koji će biti dostupni tek početkom 2021. godine (obim usluga, prihodi, trendovi, ciklični poremećaji itd.) navedeni podaci će se odnositi na čitavu 2020. godinu. Zaključci koji će tada biti doneti pokazaće ukupni i dugoročni uticaj pandemije na poštanski sektor.

Pandemija Covid-19 odrazila se i na Evropu. Talasi pandemije u različitim zemljama bili su aktuelni u različito vreme. Neke države donele su odluku o delimičnom ili potpunom zatvaranju. Mere koje su preduzimale pojedine zemlje primenjivane su i u drugim zemljama. Pandemija se razbuktavala, u zavisnosti od toga koliko su brzo i efikasno mere za sprečavanje pandemije sprovedene na nacionalnom nivou. Broj zaraženih oscilovao je po sinusoidnoj funkciji, pošto su, u većini zemalja u prvoj fazi uvedene stroge mere socijalne zaštite kako bi se stopa rasta pandemije održala na minimalnom nivou. Međutim, u skoro svim evropskim zemljama usledila je druga faza – faza popuštanja u prevenciji. Generalno, u Evropi je vrhunac restriktivnijih mera koje su vlade usvojile bio između sredine marta i aprila. Kako je vreme prolazilo, pandemija se različito razvijala u svakoj zemlji. Od kraja maja do juna gotovo sve najstrožije mere su obustavljene.

Većina evropskih zemalja nije imala poseban zakonodavni okvir za rešavanje izazova izazvanih širenjem pandemije, pa je svaka od njih gotovo trenutno i na brzinu usvajala mere (zakone, uredbe ili propise). Mere sprovedene na nivou vlada uglavnom su se odnosile na zaštitu zdravlja stanovništva i sigurnost primarne socijalne, ekonomske i zdravstvene infrastrukture, posebno u vreme zatvaranja i karantina. U svim zemljama ERGP-a mere su donosile vlade, nacionalni regulatori i poštanski operatori.

## **2. Mere koje su donosile vlade država**

Iako su neke ekonomske i socijalne relacije prekinute tokom krize, sve države članice, bez izuzetka, prepoznale su ključnu ulogu poštanskog sektora na polju povezivanja ljudi i komunikacija. Vlade ne samo da su podržavale, već i podsticale nesmetani rad kako univerzalne poštanske usluge tako i pružanje ostalih poštanskih usluga. U tu svrhu, vlade su donosile pored opštih mera koje se primenjuju na sve

ekonomske i javne sektore i mere koje su se odnosile isključivo na poštanski sector. Vlade su donosile državne uredbe i druge propise (često na zahtev poštanskih operatora), takvi propisi omogućavali su poštanskim operatorima da privremeno prilagode način i uslove prijema pošiljaka (naplate poštarine) i uručnja poštanskih pošiljaka radi prilagođavanja novoj situaciji. Takvi propisi omogućili su poštanskim operatorima da usvoje određene tehnološke i radne procedure kako bi se osiguralo socijalno distanciranje radi zaštite zaposlenih u poštanskom sektoru i korisnika poštanskih usluga.

### **3. Mere koje su donele Nacionalne regulatorne agencije - NRA**

Uloga nacionalnih regulatornih tela, kao nezavisnih agencija, formiranih na osnovu nacionalnih zakona u cilju regulisanja i nadgledanja tržišta poštanskih usluga dodatno je istaknuta u periodu pandemije. Većina nacionalnih regulatornih tela pratila je razvoj situacije na poštanskom tržištu, pružala savete i preporuke kako poštanskim operaterima tako i korisnicima u cilju obezbeđivanja nastavka pružanja usluga. Neke NRA su takođe davale zakonske predloge nacionalnim vladama i resornim ministarstvima u cilju izmene zakona koji uređuju poštanski sektor. Izazov koji je bio postavljen pred nacionalne regulatorne agencije bio je da olakšaju rad nacionalnih poštanskih tržišta u novim okolnostima. NRA su težile da pruže fleksibilna rešenja i to bez ograničavanja primene higijenskih mera koje su propisale vlade. Pritom su neke NRA shvatile poteškoće nacionalnih davalaca univerzalne poštanske usluge u ispunjavanju zahteva po pitanju kvaliteta pruženih usluga. Pojedini nacionalni regulatorni organi pokrenuli su javnu raspravu ili čak objavili namensku web stranicu sa redovnim ažuriranjima, odgovorima na često postavljana pitanja, sa praktičnim informacijama, dok su drugi davali posebna obaveštenja ili slali uputstva poštanskim operatorima. Pored gore navedenog, neke NRA su nacionalnim vladama podnele predloge zakonskih mera koje se odnose ne samo na modifikaciju poštanskih propisa i procedura već i na ekonomske mere kojima se pruža neophodna fleksibilnost malim poštanskim operatorima koji su se suočili sa pretnjom zatvaranja tj prekida poslovanja zbog nedostatka korisnika i usluga. Nacionalni regulatorni organi prilagođavali su se izazovima pandemije uglavnom na dva načina. S jedne strane, praćenjem i nadgledanjem aktivnosti poštanskih operatora. Neke NRA su zbog kršenja propisa od strane pojedinih operatora predlagale resornim ministarstvima izricanje novčanih kazni. S druge strane, naglasak je stavljen na usvajanje novih tehnoloških postupaka koji minimiziraju fizički kontakt između korisnika usluga i zaposlenih kod operatora. Konačno, i pored popuštanja mera u nekim zemljama davaoci univerzalne poštanske usluge još uvek nisu spremni da se vrata u radne uslove od pre pandemije Covid-19.

### **4. Mere koje su uveli poštanski operatori**

Većina poštanskih operatora uvodili su trenutne mere, kao odgovor na pandemiju. Mere su uglavnom bile usmerene na garantovanje neprekidnog pružanja poštanskih usluga. Posle jula, popuštanjem nekih ograničenja koja su nametnule vlade, mere koje su prvobitno primenjivali poštanski operateri su ublažene. Mere koje su sprovedli operatori bile su trojake: sanitarne, operativne i finansijske.

U skladu sa uputstvima vlada, svi operateri su sprovedli opšte mere zdravstvene zaštite i administrativne mere kako bi se širenje virusa svelo na najmanju meru, poput opremanja osoblja sanitarnom zaštitnom opremom (maske, rukavice, dezinficijska

sredstva), omogućavajući istovremeni pristup ograničenom broju osoba u poštu (ili poslovnicu) i držeći propisanu udaljenost između zaposlenih u pošti i korisnika usluga. Uspostavljeni su dalji posebni postupci za periodičnu preventivnu dezinfekciju objekata i opreme u toku i nakon radnog vremena. Ograničenje broja korisnika koji istovremeno ulaze u poštu bilo je različito definisano od zemlje do zemlje i bilo je povezano ili sa brojem dostupnih šaltersko-uslužnih kapaciteta ili sa površinom poslovnog prostora namenjenog korisnicima usluga.

Preduzete logističke mere uglavnom su pokrenute otkazivanjem međunarodnih letova i ograničenjima prekograničnih usluga. U mnogim slučajevima uručenje za određene destinacije je obustavljeno ili vrenenski ograničeno. Tokom pandemije, mnogi davaoci univerzalne usluge su isprobali različita rešenja koja su uglavnom imala za cilj redefinisane poštanskih usluga i izmenu broja poštanskih sandučića.

Davaoci univerzalne usluge uvodili su skraćanje vremena rada jedinica poštanske mreže. U Austriji, zbog slučajeva Covid-19 u dva distributivna centra Austrijske pošte, austrijska vojska je dve nedelje pomagala u tehnološkom procesu. Takođe su uvedene nove procedure za postupanje sa neisporučivim pošiljkama. Da bi eliminisali fizički kontakt između korisnika i zaposlenih, neki davaoci univerzalne poštanske usluge su primenili nova rešenja pri uručanju registrovanih poštanskih pošiljaka primaocu, bez potrebe za potpisom primaoca u trenutku uručjenja (Francuska i Italija) ili su čak obustavili dostavu na adresu primaoca (Austrija, Mađarska i Portugal). Isto rešenje (bez potpisa) usvojili su i mnogi privatni poštanski operatori sa prostora EU (Belgija, Hrvatska, Danska, Estonija, Nemačka, Grčka, Italija, Luksemburg, Slovačka, Španija i Slovenija). Na Malti, u Sloveniji, Velikoj Britaniji i Turskoj primenjene su druge procedure ili mere kako bi se osigurala beskontaktna dostava poštanskih pošiljaka (upisivanje imena i broja lične karte osobe koja prima pošiljku). Pored toga, mnogi operatori su duže vreme držali pošiljke na raspolaganju korisnicima u poštama ili poslovnicama (primeri: Češka i Francuska) ili su povećavali vreme čuvanja besplatno (Italija, Letonija, Velika Britanija) i obezbeđivali široku upotrebu i besplatni sistem ormarića za uručenje (parcel locker-a ili paketomata) kako bi se izbegla gužva u poštanskim poslovnicama (Kipar). Konkretno, za preporučene pošiljke i pakete vršena je dostava bez ličnog kontakta. Pošiljke za koje se zahteva potpis uručivane su uzimanjem podataka o imenu i broju lične karte primaoca. Ostale mere koje su usvojili davaoci univerzalne usluge su:

- povećanje ograničenja težine sa 2 na 4 kg za pakete koji se dostavljaju u poštansko sanduće primaoca (Norveška);
- mogućnost besplatnog preusmeravanja pošiljke na drugo mesto u slučaju dostave u oblastima sa proglašenom vanrednom situacijom (Češka);
- nema dostave službenih dokumenata ili paketa za primaoce koji su u karantinu (Mađarska);
- privremena suspenzija pojedinih univerzalnih usluga (Irska), isporuka subotom (Italija, Velika Britanija), ili zakonskih odredbi koje se odnose na prenos pisama i paketa i rokove prenosa, kao i odredbe u vezi sa dostupnošću pošta (Švajcarska);
- besplatan digitalni prijem poštanskih pošiljaka (Lihtenštajn);
- privremena suspenzija ekspres usluga na 15 dana (Srbija) ili direktne pošte (Luksemburg).



## **5. Fleksibilnost postojećeg regulatornog okvira (mogućnost postojeće regulative da odgovori na izazov koji je stvorila pandemija)**

Postojeći evropski regulatorni okvir za poštanske usluge zasnovan je poštanskim direktivama (PSD), koje se uglavnom bave pružanjem univerzalne poštanske usluge. Stoga se ocena fleksibilnosti regulatornog okvira odnosi pre svega na univerzalnu uslugu. Bitna odredba PSD-a za slučajeve poput pandemije Covid-19 je član 5 (1) koji glasi: „Svaka država članica preduzima mere da obezbedi pružanje univerzalne usluge koja se neće prekidati ili zaustavljati, osim u slučajevima više sile. Poštanske direktive na taj način predviđaju prekid univerzalne usluge u slučajevima više sile. Štaviše, prema čl. 3 (3) Poštanske direktive: „Države članice će preduzeti korake da obezbede da univerzalna usluga bude zagarantovana najmanje pet radnih dana u nedelji, osim u okolnostima ili geografskim uslovima koji se smatraju izuzetnim... Bilo koji izuzetak ili odstupanje koje odobri nacionalno regulatorno telo u skladu sa ovim članom mora se dostaviti Komisiji i svim nacionalnim regulatornim telima EU. “Međutim, do sada član 3 (3) nije primenjen u slučaju pandemije, jer nijedna država članica nije usvojila odstupanja od odredbi univerzalne poštanske usluge koristeći ovaj postupak koji bi zahtevao komunikaciju sa Komisijom. Član 5 (1) PSD-a unet je u nacionalni pravni okvir svake države članice.

## **6. Uticaj pandemije na univerzalnu poštansku uslugu**

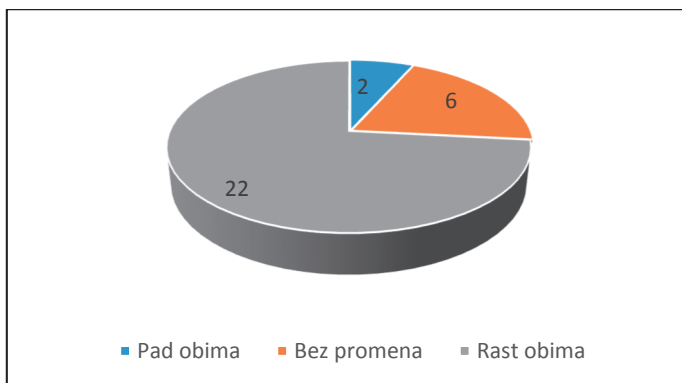
U četvrtoj alineji u članu 5.1 PSD stoji da će svaka država članica preduzeti korake da obezbedi pružanje univerzalne usluge, osim u slučajevima više sile. Zbog toga je ERGP svoju analizu usmerio na uticaj Covid-19 na pružanje univerzalne usluge. Posebno je bitno da li su usvojene operativne mere mogle dovesti do toga da neke od obaveza vezanih za univerzalnu uslugu ne budu ispoštovane, ili budu ublažene. Na evropskom tržištu uočeno je da je većina zemalja menjala način pružanja univerzalne poštanske usluge zbog izbijanja pandemije, posebno u pogledu načina uručenja i to uglavnom u martu i aprilu. Oko polovina zemalja EU u izveštaju navodi da je pružanje univerzalne usluge bilo bez većih problema. Vezano za evropsko tržište može se izdvojiti sledeće:

- U aprilu je osamnaest zemalja objavilo da je došlo do promena u odredbama o pružanju univerzalne usluge. U devet od ovih zemalja način uručenja pošiljaka je prilagođen kako bi se izbegao lični kontakt između dostavljača i primaoca, na primer, dostavom u paketomate ili isporukom pošiljaka u pošti. Tri NRA je konstatovalo da u ovoj situaciji standardi koji se odnose na univerzalnu uslugu ne mogu biti zagarantovani. Ostalih šest zemalja je navelo da su njihovi ovlašćeni poštanski operatori precizirali da su njihove usluge ka određenim destinacijama obustavljene ili odložne, a jedna zemlja (Irska) privremeno je obustavila određene usluge iz domena univerzalne usluge.
- U Švajcarskoj, Španiji, Sloveniji i Slovačkoj, ovlašćeni operatori su smanjili broj zaposlenih ili zatvarali određeni broj jedinica poštanske mreže (Francuska).
- U Holandiji je došlo do porasta carinskih dažbina za pošiljke u međunarodnom poštanskom saobraćaju zbog porasta troškova vazdušnog prevoza,

- Lihtenštajn i Slovenija su nagovestili smanjenje vremena čuvanja pošiljaka za isporuku.
- S druge strane, u pet zemalja nisu zabeležene promene jer je univerzalna usluga obezbeđena bez značajnih ograničenja.
- U maju su Irska i Lihtenštajn ublažili ograničenja u pružanju usluga zbog poboljšanja situacije, ponovo pokrećući pružanje svih usluga na način kao pre pandemije.
- U Grčkoj je davalac univerzalne usluge objavio da ne može da garantuje propisani kvalitet usluga.
- U junu su se Estonija, Lihtenštajn, Letonija, Litvanija, Slovenija i Španija vratile u normalno radno stanje. Istovremeno, u Holandiji je davalac univerzalne poštanske usluge morao da poveća svoj mrežni kapacitet zbog rasta fizičkog obima paketa.
- U Švajcarskoj su ograničenja u pružanju univerzalne usluge povučena 21. juna, ali se postupalo kao u uslovima više sile do kraja jula.
- Vanredno stanje je proglašeno u 7 zemalja.
- U 10 zemalja najavljeno je neispunjavanje dela obaveza iz domena univerzalne usluge (u pogledu kvaliteta ili standarda usluge ili učestalosti uručjenja).
- U većini zemalja došlo je do ublažavanja mera, nakon delimičnog smirivanja pandemije.

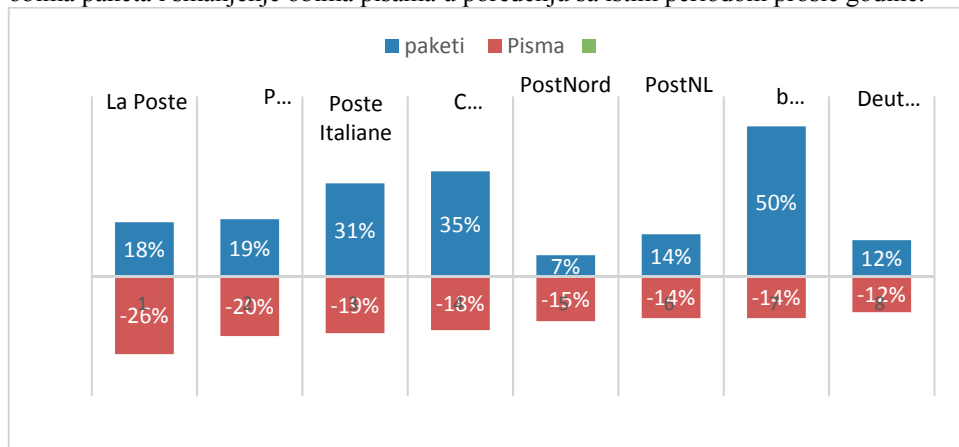
## 7. Uticaj pandemije na obim poštanskih usluga

ERGP je prikupio informacije o kretanjima obima poštanskih usluga i opšti utisak je da je - posle pandemije Covid-19 - došlo do povećanja obima paketa, uglavnom zbog rasta e-trgovine i smanjenja obima pisama. Iako je 22 od 30 nacionalnih regulatornih tela koja su pružila informacije izvestilo da je identifikovan rast, posebno u sektoru paketa i ekspres usluga zbog e-trgovine. Dva nacionalna regulatorna tela su istakla da su registrovala pad obima i pisama i paketa. Šest nacionalnih regulatornih tela nisu registrovali nikakve promene u trendu obima poštanskih pošiljaka (između ostalog i paketa), prikaz je dat na Slici 1.



Slika 1. Informacija o obimu paketa na osnovu izveštaja NRA

U izveštaju koji je sačinio Copenhagen Economics (Slika 2.), u prvih šest meseci 2020. godine nekoliko evropskih poštanskih operatora registrovalo je povećanje obima paketa i smanjenje obima pisama u poređenju sa istim periodom prošle godine.



Slika 2. Promena obima pisama i paketa (u %) u prvoj polovini godine (uporedni prikaz za 2020. i 2019. godinu)

Napomena: Poštanski operatori su prikazani po redosledu opadanja pismonosnih usluga (od višeg ka manjem),

Izvor podataka: Kompanijski izveštaji poštanskih operatora za I polovinu 2020. godine.

Neke NRA su primetile nagli rast obima paketa, na primer:

- U Belgiji, Finskoj i drugim zemljama, NRA su nagovestile rast obima paketa uglavnom zbog povećanja obima e-trgovine.
- BNetzA, nemački regulator, napominje da je Deutsche Post izvestio o značajnom povećanju obima paketa zbog B2C e-trgovine.
- Danska je naglasila da su danske kompanije za e-trgovinu toliko užurbano radiile da su neke od njih morale raditi 24/7 da bi ispoštovale sve narudžbine.
- ANACOM (portugalski NRA) dao je procenu rasta obima paketa tokom početnog perioda pandemije, i zaista paketi su porasli za 19%. Tokom narednih nedelja, stopa rasta se postepeno smanjivala, ali je ostala na višim nivoima nego pre pandemije.
- Švajcarska pošta zabeležila je rast obima paketa od 40%, koji je trajao iako su se maloprodaje radnje ponovo otvorile. Generalno, pandemija je pogodila opšte poštansko tržište, izuzev sektora paketa, koji je pojačan zbog brzog rasta e-trgovine.

Rast obima paketa bio je eksponencijalan u periodu strožih zatvaranja zemalja, dok se nakon tog perioda stopa rasta smanjila. Procenjuje se da će u bliskoj budućnosti stopa rasta obima paketa ostati viša nego pre pandemije, dok se očekuje da će obim ostalih poštanskih usluga na koje pandemija negativno utiče (na primer obim pisama u vezi sa domaćim i međunarodnim poštanskim tokovima) i dalje opadati. U narednim godinama ERGP planira dalja istraživanja o funkcionisanju tržišta i izazovima sa kojim su se operateri suočavali u vreme pandemije.

## **8. Uticaj pandemije na prihode poštanskih operatora**

Zdravstvena kriza koju je stvorio COVID 19 imala je uticaja na prihode većine poštanskih operatora. Pojedini poštanski operatori, zbog manjka posla, bili su prinuđeni da zatvore preduzeće. S druge strane, poštanski operatori koji su se usmerili na pošiljke koje je generisala e-trgovina imali su rast obima usluga što je dovelo do značajnih izmena radnog vremena i operativnih troškova usled rasta troškova prevoza jer su logistička ograničenja i ograničenja povezana sa pandemijom dovela do promena u načinu transporta.

Dramatičan pad kapaciteta letova avio kompanija doveo je do naglog rasta cena prevoza tereta. Kao posledica toga, u nekim zemljama su uvedene dodatne takse: u Holandiji i Mađarskoj došlo je do povećanja cena univerzalnih usluga kao što su međunarodni paketi, preporučene i vrednosne pošiljke za vanevropske destinacije. U Bugarskoj su neki od kurirskih operatora uveli dodatne takse. Portugalski ovlašćeni poštanski operator dao je popuste na poštarinu za pošiljke koje se preuzimaju u prostorijama korisnika. U Luksemburgu je davalac univerzalne usluge dao prioritet isporuci pošiljaka vladi, ministarstvima, državnoj administraciji, medicinskim ustanovama i određenim strateški bitnim korporacijama.

## **9. Operativni poremećaji**

Nakon što su vlade propisale mere zdravstvene zaštite pojedini poštanski operateri smanjili su broj zaposlenih (iskustvo iz Bugarske i Italije). Kao rezultat, u nekim zemljama su pojedini poštanski operatori prestali sa radom. Većina poštanskih operatora vratila se u normalni radni režim od početka maja / juna. Pojedini operatori su uveli ograničeno radno vreme. U Češkoj, Mađarskoj i Poljskoj davalac univerzalne usluge je utvrdio poseban termin za pružanje poštanskih usluga starijim osobama. U Grčkoj su male kurirske kompanije obustavile svoje aktivnosti zbog nedostatka osoblja ili nedostatka posla, uglavnom su to oni operatori koji pružaju B2B usluge, jer su skoro sva preduzeća, bila zatvorena u jeku pandemije.

## **10. Uticaj pandemije na process uručenja pošiljaka**

Potražnja za dostavom na kućnu adresu dovela je do povećanog obima paketa i pošiljaka sa ekspres uslugom, posebno za B2C usluge. Ova činjenica u kombinaciji sa smanjenjem broja zaposlenih dovela je do povećanja vremena prenosa pošiljaka, posebno u velikim urbanim sredinama, i nedovoljnog skladišnog kapaciteta poštanskih operatora. U nekim slučajevima, centri za sortiranje su se zatvorili ili su imali smanjeni kapacitet zbog slučajeva zaraze među zaposlenima, ali su ponovo otvoreni i vraćeni u normalan rad uz pojačane mere zaštite.

Iako se situacija normalizovala, kašnjenja u dostavi paketa ipak su zabeležena i u avgustu. Prostor u preradnim centrima i poslovnicama preuređen je kako bi se osiguralo održavanje sigurne distance, što je prouzrokovalo određene tehnološke smetnje. Poštanski operateri morali su da pronađu alternativne načine dostave:

- Da bi se umanjio fizički kontakt prilikom uručenja paketa i registrovanih pošiljaka uručenje je vršeno bez potpisa primaoca (uključujući potpisivanje službenog obrasca kojim se potvrđuje uručenje od strane samog poštara umesto primaoca) i to u mnogim zemljama.
- Izmena uobičajenih rokova prenosa za preduzeća i fizička lica (primer Irske).

- Upotreba paketomata (sistema automatskih ormarića za uručenje paketa) i za ostale registrovane pošiljke, pod uslovom da poštanski operator poseduje informaciju o broju mobilnog telefona primaoca (Kipar).
- Obustavljanje prijema pošiljaka velike mase. Paketi čija je masa veća od 30 kg nisu primani na prenos iz Poljske u Veliku Britaniju, jer bi u suprotnom korisnik trebao da pomogne kuriru pri manipulaciji paketom.
- Obaveštenje o vremenu dostave telefonskim pozivom (Poljska) ili putem SMS-a (Turska).
- Da bi se smanjio broj korisnika koji odlaze u poštu, na Kipru je obezbeđena usluga kućne dostave običnih (malih) paketa, na lokacijama gde su bili dostupni odgovarajući kućni sandučići.
- Produženo je vreme čuvanja pošiljaka za isporuku (Litvanija, Lihtenštajn, Španija).
- Reorganizacija dostavnih ruta (Luksemburg).
- Smanjenje broja dana dostave i/ili isporuke tokom perioda zatvaranja zemalja, do početka maja (Francuska).
- U Nemačkoj, uprkos zatvaranju brojnih poštanskih poslovanica, nije bilo značajnih ograničenja po pitanju pružanja usluga.
- Neke zemlje (Holandija, Portugalija) primetile su da je dostava na ostrva posebno pogođena zbog smanjenja broja trajekata ili nedostatka kapaciteta na postojećim letovima avio kompanija.
- U Grčkoj je analiza pokazala da su povećani troškovi svih operatora zbog dodatnih mera zaštite i bezbednosti, ali poštarine su i dalje ostale nepromenjene.
- Takođe pojedini poštanski operatori su uveli naknadu zbog kašnjenja u prenosu tokom perioda „zaključavanja“. Naknada koju je uveo DHL za „vanredne situacije“ uticala je na poštarine međunarodnih poštanskih pošiljaka i kod drugih poštanskih operatora.

## **11. Poremećaji u međunarodnom poštanskom saobraćaju**

Izbijanje i širenje virusa Covid-19 tokom vrhunca pandemije dovelo je do poremećaja u međunarodnom poštanskom saobraćaju. Zatvaranje granica i međunarodnih aerodroma širom sveta izazvalo je prekide u prevozu poštanskih pošiljaka. Vazdušni prevoz prekograničnih pošiljaka postao je gotovo nemoguć usled obustave letova, dok su tone poštanskih pošiljaka bile naslagane u poštanskim logističkim centrima. Poštanski operatori suočeni su sa uvođenjem zdravstvenih i bezbednosnih mera koje su rezultirale ograničenjima i usporavanjem carinskih postupaka, drumskog prevoza, pa čak i svakodnevnog rada unutar svih tehnoloških faza. Uprkos okolnostima, nakon prvog šoka, javni i privatni poštanski operatori usluga bore se da održe tokove i zadovolje rastuću potražnju na tržištu koju pokreću korisnici koji imaju obavezu da ostanu kod kuće. Univerzalna poštanska usluga imala je prednost u odnosu na ostale usluge. Uvedena je mogućnost prevoza pošiljaka teretnim avionima kao alternativa putničkim letovima. Poštanski operatori su sklapali ugovore sa IATA organizacijom. Smanjen obim letova i povećanje cena prevoza tereta ostaju i dalje glavni izazov za poštanske operatore, posebno u pogledu univerzalne usluge. Nakon izbivanja pandemije, većina NRA-a izvestila je da su davaoci univerzalne usluge suočeni sa velikim kašnjenjima u prenosu pošiljaka zbog potpune ili delimične obustave međunarodnog vazdušnog saobraćaja. Izuzetak su bile neke zemlje susedi sa dobrim drumskim vezama gde su poštanski operatori brzo reagovali i sačinili ugovore o razmeni poštanskih zaključaka drumskim putem. Samo nekolicina nacionalnih regulatornih tela prijavila je da uprkos preprekama

nije bilo većih prekida prekograničnog poštanskog saobraćaja. Obustavljanje prijema međunarodnih poštanskih pošiljaka za određene zemlje takođe je uvođeno u skladu sa situacijom u zemlji odredišta. Poštanski operatori su na svojim web stranicama svakodnevno ažurirali listu zemalja sa ograničenjima ili očekivanim kašnjenjima. Čak i ako se činilo da veza među zemljama funkcioniše, kompletna poštanska mreža je usporila i postala nestabilna. Stoga su u nekim zemljama poštanski operatori obustavili prijem EMS pošiljaka. Poštanski operatori u Belgiji, Nemačkoj, Velikoj Britaniji, Holandiji i Mađarskoj povećali su poštarine ili uveli doplate za međunarodne poštanske pošiljke koje sadrže robu za određena (prekomorska) odredišta. Ovo povećanje cena odnosilo prvenstveno se na pravna lica. U Nemačkoj neke usluge (na primer mali paketi) više nisu primani za pojedine destinacije (kao što su SAD, Australija, Novi Zeland). Korisnici su morali da biraju između različitih alternativa, od kojih je svaka bila sa visokom poštarinom (tipičan primer su bile usluge slanja paketa). U Irskoj su korisnici mogli slati samo male pakete, a za određene destinacije paketski saobraćaj je potpuno obustavljan. Privatni ili ekspres operatori koji koriste sopstvenu logističku mrežu naišli su na manje izazova u transportu, ipak su prekogranični tokovi i carinski postupci usporili i učinili nepredvidivim i tokove njihovih pošiljaka. Poštanski operatori koji pružaju ekspres usluge imali su slično iskustvo kao i ovlašćeni poštanski operatori.

U maju se situacija konsolidovala, mada i mesec dana kasnije, poštanski operatori i dalje su se suočavali sa logističkim izazovima, kašnjenjima i ograničenim izvoznim kapacitetima prema određenim destinacijama. Progresivno obnavljanje poštanskih tokova nastavljeno je i u julu i avgustu i, prema postojećim podacima, do evropskih i ostalih destinacija pošiljke brže putuju ponovnim uspostavljanjem međunarodnog vazdušnog saobraćaja.

## **12. Zaključak**

Pandemija Covid-19 značajno je uticala na poštanski sektor, na obim usluga i prihode poštanskih operatora, međunarodne tokove, korisnike usluga, kvalitet usluge i uposlenost poštanskog sektora. Većina evropskih zemalja nije imala nikakav specifičan zakonodavni okvir za rešavanje izazova izazvanih širenjem pandemije, pa je svaka od njih trenutno usvajala mere da bi se nosila sa pandemijom. Iako su neke ekonomske i socijalne veze prekinute tokom krize, članice ERGP-a prepoznale su ključnu ulogu poštanskog sektora kao osnovnog sektora, podstičući nesmetan rad davaoca univerzalne poštanske usluge i drugih poštanskih operatora. U tom cilju, pored opštih mera koje se primenjuju na sve ekonomske i javne sektore, izdate su vladine uredbe i propisi koji omogućavaju poštanskim operatorima da privremeno prilagode novoj situaciji način i uslove prijema i distribucije poštanskih pošiljaka. Uloga nacionalnih regulatornih tela dodatno je istaknuta u periodu pandemije. Većina nacionalnih regulatornih tela pratila je razvoj situacije na poštanskom tržištu, pružala savete i preporuke kako poštanskim operatorima tako i korisnicima u cilju obezbeđivanja nastavka pružanja usluga. Neke regularne agencije su davale zakonske predloge nacionalnim vladama i resornim ministarstvima u cilju izmene zakona koji uređuju poštanski sektor. Ostale mere koje su NRA preduzele uključuju obavezno redovno izveštavanje, održavanje namenskih web stranica uz redovno ažuriranje i davanje odgovora na najčešća pitanja. Većina poštanskih operatora sprovela je trenutne mere kako bi garantovala neprekidno pružanje poštanskih usluga. Tokom pandemije, mnogi davaoci univerzalne poštanske usluge su isprobali različita rešenja koja su uglavnom imala za cilj reorganizaciju poštanskih tokova, usluživanja i dostupnosti kroz ograničeno radno vreme ili zatvaranje jedinica poštanske

mreže, upotrebu poštanskih sandučića ili kroz saradnju sa drugim operatorima. Da bi eliminisali fizički kontakt između korisnika i zaposlenih u pošti, neki davaoci univerzalne usluge su primenili različita rešenja za dostavu i isporuku registrovanih poštanskih pošiljaka primaocu, bez potrebe za potpisom primaoca prilikom uručjenja. Ista i slična rešenja su prihvatili i mnogi privatni poštanski operatori. Posle jula, popuštanjem nekih ograničenja koja su nametnule vlade i intervencijom regulatora, mere koje su prvobitno primenjivali poštanski operateri su ublažene. Države članice EU preduzimaju korake kako bi se osigurala nepovredivost univerzalne usluge, osim u slučajevima više sile, kao što predviđa poštanska direktiva. Tokom pandemije sedam članica ERGP-a proglasilo je vanredno stanje zbog pandemije. Pojedine zemlje su izjavile da nisu ispunile neke obaveze iz domena univerzalne poštanske usluge, naime došlo je do pada kvaliteta ili nivoa pružanja usluga, smanjenja učestalosti dostave, uručjenja preporučenih pošiljaka ubacivanjem u poštanske sandučice, zatvaranja pošta ili smanjenog radnog vremena.

Odredbe poštanskih direktiva bile su dovoljne za suočavanje sa izazovima nametnutim pandemijom što se tiče univerzalne poštanske usluge i generalno nacionalne regulatorne agencije smatraju da su poštanske direktive pružile dovoljno fleksibilnosti za slučaj više sile. Davaoci univerzalne usluge koristili su privremene mere, dok za privatne poštanske operatera ne postoji poseban pravni okvir za nastalu situaciju. U kontekstu potrebe za izmenom evropskog regulatornog okvira sa univerzalnih poštanskih usluga na pravilno funkcionisanje čitavog poštanskog tržišta, treba razmotriti mogućnost da se omogućiti odgovarajuća fleksibilnost i drugim poštanskim operatorima. Što se tiče uticaja na univerzalnu uslugu, primećeno je da je većina zemalja prijavila promenu u pružanju univerzalnih usluga zbog izbijanja pandemije, posebno u pogledu načina i vremena dostave u martu i aprilu. Ublažavanjem ograničenja, polovina zemalja nastavilo je pružanje univerzalne usluge bez većih problema. Štaviše, određene zemlje su ukinule vanrednu situaciju koja je uticala kako na davaoca univerzalne usluge tako i na ostale poštanske operatore. Zaključak koji proizilazi iz analize je da je tokom ovog perioda došlo do povećanja obima paketa, uglavnom zbog rasta (unutrašnje) e-trgovine i smanjenja obima pisama. Kao rezultat preduzetih mera, došlo je do izmena u procesu dostave. Povećana količina paketa indukovana povećanom potražnjom za dostavom pošiljaka na kućnu adresu i smanjen broj poštanskih izvršilaca dovela je do povećanja vremena prenosa pošiljaka, posebno u velikim urbanim područjima, kao i do nedovoljnog prostora za čuvanje pošiljaka kod poštanskih operatera. Takođe je bilo ozbiljnih ograničenja zbog slučajeva infekcija virusom među poštanskim osobljem. Zatvaranje granica i međunarodnih aerodroma širom sveta izazvalo je prekide u međunarodnim poštanskim tokovima. Vazdušni prevoz međunarodnih pošiljaka postao je gotovo nemoguć usled obustave letova, dok su tone poštanskih pošiljaka bile naslagane u poštansko-logističkim centrima. Većina nacionalnih regulatornih tela izvestila je da su davaoci univerzalne usluge suočeni sa velikim kašnjenjem u prenosu pošiljaka zbog potpune ili delimične obustave međunarodnog vazdušnog saobraćaja. Da bi ispunili obavezu pružanja poštanskih usluga, posebno univerzalnih usluga, poštanski operatori u velikoj meri zavisni od vazdušnog prevoza morali su da se reorganizuju ili pribegnu udruživanju resursa sa drugim poštanskim operatorima. Neki poštanski operateri povećali su cene ili uveli dodatne tarife za međunarodne poštanske pošiljke koje sadrže robu ka određenim (prekomorskim) destinacijama, posebno za pravna lica. Privatni ekspres operateri koji koriste sopstvenu logističku mrežu naišli su na manje izazova u transportu, ipak su prekogranični tokovi i carinski postupci usporili i učinili nepredvidivim i prenos njihovih pošiljaka. Poštanski operatori koji pružaju ekspres usluge imali su različita iskustva u slučaju korišćenja mreža drugih (nepoštanskih) prevoznika. U avgustu i

septembru 2020. godine usledilo je obnavljanje poštanskih tokova postepenim uspostavljanjem vazdušnog saobraćaja.

ERGP izveštaj predstavlja prvi korak koji pokriva period od aprila do septembra 2020. godine. Nastavak aktivnosti i opsežniji izveštaj sledi u 2021. godini, uzimajući u obzir da će biti dostupne informacije za čitavu 2020. godinu. Na osnovu tog izveštaja sačinije se zaključak o sveukupnom uticaju pandemije Covid-19 na poštanski sektor. U izveštaju koji će biti sačinjen u 2021. godini, trebalo bi dalje istražiti određene aspekte, uključujući ekonomski uticaj i posledice preduzetih mera na poštanski sektor, u pogledu potražnje i ponude, obima i prihoda i održivosti usluga. Intenzivan rast e-trgovine, novi načini dostave i isporuke, i digitalizacija ubrzani su izbijanjem Covid-19 pandemije, što sve zajedno pojačava potrebu za revizijom poštanskih direktiva, posebno sa aspekta razvoja regulatornog okvira koji bi odgovorio budućim potrebama korisnika i celokupnog poštanskog sektora.

## Literatura

- [1] European Commission, Directives 97/67/EC, 2002/39/EC, 2008/6/EC;
- [2] web address: [https://ec.europa.eu/growth/content/measures-adopted-postal-services-due-covid-19-outbreak\\_en](https://ec.europa.eu/growth/content/measures-adopted-postal-services-due-covid-19-outbreak_en); document: ERGP summary information on measures adopted for postal service in view of the COVID-19 outbreak, October, 2020;
- [3] XX ERGP Plenary meeting II, WG Future of postal regulation, Report on developments in the postal sector and implications for regulation, Ponta Delgada, Portugal, 2019;
- [4] ERGP: CN II 2020. web meeting 15.10.2020. document: Report on the consequences of COVID-19 on the postal sector, October, 2020;
- [5] European Commission, WIK Consult GmbH, A.K. Dieke, James I., Campbell Jr., C. Muller, A. Niederprum, A. de Streel, S. Thiele and C. Zanker: "Main Developments in the Postal Sector (2010-2013)", Final Report, 2013;
- [6] Zakon o poštanskim uslugama (Službeni glasnik RS, br. 77/19);
- [7] Copenhagen economics: "Main Developments in the Postal Sector (2008-2010)", November 2010;

**Abstract:** *In 2020, the European postal market had significant changes caused by the COVID-19 virus pandemic. The market analysis is monitored by the European Regulatory Group for Postal Services - ERGP, which is an advisory body to the European Commission. A special place in the work of this working group is given to the subgroup "Regulatory framework", with the task of presenting to the European Commission the extent to which the COVID-19 pandemic affected the postal sector in the EU. The aim of this paper is to inform the professional public about the results of the ERGP analysis on the impact of the pandemic on the postal sector in 2020 and the measures taken by governments, national regulatory agencies and postal operators to preserve universal and other postal services.*

**Keywords:** *postal market, ERGP - European Regulatory Group for Postal Services, Postal Directive, regulatory framework for postal services;*

## THE IMPACT OF THE COVID-19 PANDEMIC ON THE POSTAL SECTOR - ERGP ANALYSIS

Goran Paunović



## OTVARANJE SVETSKOG POŠTANSKOG SAVEZA ZA SVE ZAINTERESOVANE STRANE

Nikola Trubint, Slaviša Dumnić, Đorđije Dupljanin, Milena Ninović  
Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka,  
nikola.trubint@uns.ac.rs, dumnic.s@uns.ac.rs,  
ddjordji@uns.ac.rs, milenandinovic@uns.ac.rs

**Sadržaj:** Imajući u vidu da je Svetski poštanski savez (engl. Universal Postal Union – UPU), formiran 1874. god., doživeo je više reorganizacija. Snažan servis privatnih operatora, finansijski problemi u okviru UPU-a, kao i tendencija izlaska nekih članica, imali su za potrebu novu transformaciju ove globalne svetske organizacije. Zbog pomenutih razloga, razmatra se otvaranje UPU-a za sve zainteresovane stakeholdere kao što su: privatni operatori, banke, logističke korporacije, akademske institucije, sve u skladu sa pozitivnim iskustvima ostalih UN agencija kao što je ITU (engl. International Telecommunication Union). U ovom radu razmotriće se važnost i proces ostvarenja nove transformacije.

**Ključne reči:** UPU, transformacija, privatni operatori, UN, stejkholderi

### 1. Uvod

Svetski Poštanski Savez (engl. *Universal Postal Union*), u daljem tekstu UPU, nalazi se na značajnoj prekretnici. Organizacija koja je prošle godine slavila 145 godina od osnivanja, nalazi se pred značajnim i kompleksnim izazovima. Najvažnija je konstantna svetska ekonomska kriza koja više ili manje pogađa sve regione u svetu i značajno utiče na mogućnosti zemalja članica da adekvatno finansiraju organizaciju. Razvoj poštanskih usluga koje su komercijalnog karaktera dovele su do toga da se stvara paralelna globalna poštanska mreža od strane multilateralnih globalnih kompanija koje dovode do toga da se relevantnost UPU-a dodatno umanje. Politički problemi u svetu dovode do sve težeg postizanja međunarodnog koncenzusa u vezi strateških pitanja, najčešće kroz komplikovane i dugotrajne procedure. Sa druge strane, ambiciozni plan Ujedinjenih nacija (UN) u postizanju globalnih SDG's (engl. *Sustainable Development Goals*) zahteva pun angažman i strateške promene u funkcionisanju pripadajućih Agencija. Jednom rečju, novo vreme zahteva nova rešenja koja će biti zasnovana na utemeljenim naučnim principima, međunarodnoj politici, trgovini, logistici, poštanskoj tehnologiji i ostalim srodnim oblastima. U ovom radu će biti razmotren jedan od najznačajnijih aspekata restrukturiranja i strateškog prilagođavanja UPU-a novim trendovima, a to je potencijalno otvaranje UPU-a za sve zainteresovane pravne subjekte (stakeholdere) koji su aktivni na tržištu poštanskih usluga.

## 2. Istorijat

UPU je kao Agencija Ujedinjenih nacija donošenje odluka tradicionalno ograničavao isključivo na zemlje članice. Liberalizacija tržišta poštanskih usluga, promene kako na strani ponude tako i tražnje, razvoj novih tehnologija (e-trgovina), promenili su okvire poslovanja na ovom tržištu, uključivši u te tokove i brojne nedržavne subjekte. Iz tog razloga države članice UPU-a počele su da razmatraju ideju dijaloga sa pomenutim, novim subjektima koji značajno utiču na razvoj ove, do skoro, strogo državne aktivnosti.

Istorijat ovih aktivnosti počinje krajem 20. veka, tačnije tokom UPU Kongresa 1999. godine u Pekingu, gde su države članice odlučile da oforme Savetodavnu grupu za povećanje uticaja na rad agencija UN-a. Na Kongresu 2004. godine osnovan je Savetodavni komitet (engl. *Consultative Committee*), udaljem tekstu CC [1]. Iako Komitet daje svoj doprinos radu UPU-a, on ipak ima ograničen uticaj na njegove odluke. Tokom Istanbulskog Kongresa 2016. godine, zemlje članice uputile su Administrativnom Savetu UPU-a (engl. *Council of Administration*), u daljem tekstu CA, zahtev da odobri i nadgleda sprovođenje politike otvaranja pristupa [2]. Od tog trenutka, CC je odobrio pristup partnerima iz oblasti lanca snabdevanja, kao što su avio-kompanije, carine, transportne kompanije, itd. Takođe, u okviru CA oformljena je i Radna grupa za praćenje rada i akcija u vezi sa otvaranjem pristupa, uz preporuke o daljim postupanjima, sve do Kongresa 2020. u Abidžanu [1].

Forum o širem angažovanju učesnika u poštanskom sektoru održan je u Bernu, u februaru 2020. godine. Događaju su prisustvovali predstavnici vlade, regulatora, imenovanih operatera, međunarodnih organizacija i privatnog sektora. Oni su razmatrali pitanje zašto UPU treba da omogući pristup širim korisnicima; kakva se tačno vrednost ovim dobija; i kakve transformacije je neophodno izvršiti u radu UPU-a.

U skladu sa principima predviđenim rezolucijom C10/2016 i nacrtom Poštanske strategije Abidžan, predložena je i odobrena Radna grupa koja će raditi na politici „otvaranja” UPU-a ka zainteresovanim stranama. Privatni sektor i civilno društvo sve više su uključeni u rad sistema UN, i sprovođenju Agende 2030., i značajno će doprineti diskusijama i odlukama vezanim za Organe, fondove, programe i specijalizovane agencije UN-a [3]. Kurirske kompanije i drugi korisnici, na ovaj način, trebalo bi da imaju pristup jedinstvenoj poštanskoj mreži čiji je predstavnik UPU. Politika otvaranja pristupa proizvodima i uslugama UPU-a je mera, a ne cilj. Potrebno je definisati u kom obimu treba dozvoliti pristup. Cilj je maksimizacija koristi kupaca i širih učesnika svetske poštanske mreže. Ovakva politika prikazuje potrebu za: jakom globalnom poštanskom mrežom pod okriljem UPU-a; davanjem glasa drugim važnim učesnicima na poštanskom tržištu i jačanjem sinergije među svim učesnicima.

## 3. Potreba za otvaranjem pristupa UPU-u

Došlo je vreme kada se poštanski proizvodi i usluge iz temelja preispituju. Prema jednom istraživanju, Poštanski operatori u državnom vlasništvu gube svoj uticaj na brzorastućim tržištima, poput tržišta ekspres usluga. Njihov udeo na tržištu paketa je 39 odsto [4]. Internet i digitalne komunikacije promenile su osnovne premise na kojima se zasniva funkcionisanje poštanskog sektora. Imenovani operatori (engl. *Designated Operators – DO*) deluju kao važni, ali ne i isključivi partneri [1]. Za zemlje članice UPU-a to znači davanje mogućnosti ostalim zainteresovanim subjektima za participaciju u globalnoj poštanskoj mreži pod „kapom“ UPU-a. UPU je revidirao svoju ponudu proizvoda i usluga, kako bi procenio rizike i koristi od omogućavanja pristupa zainteresovanim stranama u širem poštanskom sektoru, i razvio pravila i principe primenljive na svaki proizvod i uslugu koje UPU nudi. Ovaj akcioni plan poboljšaće uključivanje i doprinos širih učesnika aktivnostima u poštanskom sektoru, istovremeno

zadržavajući i razvijajući tradicionalne vrednosti, poput nezavisnosti, neutralnosti, osiguravajući efikasnu i kvalitetnu univerzalnu poštansku uslugu na globalnom nivou [5].

Već postoji veliki broj bilateralnih i multilateralnih sporazuma između imenovanih operatera i ostalih zainteresovanih subjekata u poštanskom sektoru. Na ovaj način utiče se na poboljšanje i pojednostavljenje prekogranične dostave pisama i paketa. Stoga, nije iznenađujuće da postoji izražena potreba za povezivanjem širih učesnika u delatnosti poštanskih usluga (menjačnica, poštanskih operatera, carina, dostavljača, transportnih kompanija), sa UPU-ovim proizvodima i uslugama [3].

Portfolio proizvoda i usluga UPU-a izgrađen je na premisama neutralnosti i jedinstvenoj poštanskoj teritoriji. Svaka teritorija se, međutim, deli sa brojnim zainteresovanim stranama koji obavljaju iste ili slične usluge, a sa kojima je sada dobrodošla dublja povezanost i interoperabilnost. Odnosi između imenovanih operatera više nisu ekskluzivne prirode, a pojavile su se paralelne mreže i partnerstva između poštanskih aktera [3], [5].

Otvaranje pristupa portfoliju proizvoda i usluga UPU-a za šire učesnike, može podstaći veću integraciju u fizičko, finansijsko i elektronsko poslovanje, tj. 3D pristup, usvojen u strategiji UPU-a. Potpuna integracija mreža na nacionalnom, regionalnom i globalnom nivou više nije cilj već stvarnost. Jedinstvena sposobnost sektora da uključi stanovništvo, ekonomske aktere i teritorije u potpunosti je prepoznata i iskorišćena od strane vlada, razvojnih partnera i međunarodnih organizacija.

#### **4. Proces otvaranja UPU-a**

Međunarodni biro UPU-a podnosi nacrt politike pristupa UPU-u Projektnoj grupi za regulatorna pitanja (Odbor 1) i Administrativnom Savetu (formalno odgovorno telo UPU-a). Da bi otvorio pristup UPU-u, Upravno veće mora nadgledati postepeno, sistemsko otvaranje u okviru politike pravičnosti i jednakosti, a u skladu sa opštim principima. Istovremeno, odgovornosti i obaveze zemalja članica UPU-a moraju se sačuvati. „Nacrt politike o pristupu širih učesnika u poštanskom sektoru proizvodima i uslugama UPU-a“ zasnivaće se na sledećim principima [1]:

- Održavanje integriteta i nezavisnosti UPU-a;
- Nepostojanje nepoštene prednosti bilo koje grupe ili pojedinačnih učesnika;
- Jasno definisanje odgovornosti i uloga svih uključenih subjekata;
- Transparentno upravljanje, kontrola i integracija poštanskog lanca snabdevanja;
- Uzajamno povezivanje sa drugim zainteresovanim stranama, ukoliko postoji potreba za tim;
- Plaćanje članarine za pristup UPU proizvodima i uslugama;
- Postojanje realne potrebe za pristupom poštanskom sektoru;
- Uspostavljeni sigurnosni mehanizmi koji obezbeđuju zaštitu podataka i privatnosti.

Ovaj potez je suštinska promena u celokupnoj politici UPU-a i moraju ga podržati zemlje članice, a dalje poboljšati uključene zainteresovane strane.

#### **5. Korisnici**

Ovakva politika UPU-a usmerena je na spoljne zainteresovane strane (korisnike) uključene u međunarodni poštanski sektor, koji koriste ili žele da koriste UPU proizvode i usluge. Ipak, vrlo je verovatno da će ove zainteresovane strane biti ograničene u svom području rada. Nephodno je naglasiti da bi i nakon otvaranja pristupa UPU-a, 80 procena proizvoda i usluga i dalje ostalo zatvoreno za ostale zainteresovane subjekte [4].

Veoma značajna grupa zainteresovanih strana koju UPU treba uzeti u obzir su najveći korisnici usluga određenih operatora (engl. *Key Account Management* – KAM). Postoji mogućnost da se neki proizvodi učine dostupnim direktno, upravo ovim kupcima, putem samog UPU-a, ili putem članova UPU-a. Licenciranje i uslovi prodaje moraju se pažljivo razmotriti.

Što se tiče same naplate pristupa proizvodima i uslugama UPU-a, neophodno je definisati nov sistem naknada za nedržavne članove (kompanije, akademske institucije), imajući u vidu princip pokrića troškova i uzimajući u obzir raznolikost prirodu članstva. SAD daje predlog članarine sa sledećim karakteristikama [3]:

- Plaćanje naknade za prisup mreži UPU-a;
- Naknada za proizvode i usluge koji se koriste po cenovniku usluga;
- Ponuda dvosmerne usluge za razmenu poštanskih, paketskih i EMS pošiljaka na tržištu, isporukom dolazne pošte u zamenu za mogućnost pružanja recipročne odlazne pošte po definisanim principima međudržavne naknade troškova (engl. *Global Postal Remuneration System*) koja je jedna od važnih karakteristika globalne poštanske mreže.

## 6. Dokumenta

U cilju definisanja procesa angažovanja zainteresovanih strana, predložena su određena dokumenta koja članovima Radne grupe pružaju neophodne informacije o njihovom dejstvanju. Ova dokumenta su u skladu sa principima UN-a. Definisani principi predstavljaju dopunu dosadašnjem radu UPU-a. Unutar njih postavljeni su određeni ciljevi koji se moraju ispuniti da bi se ostvario predviđeni rezultat. Uzimajući u obzir da je UPU specijalizovana agencija UN-a, najbolji način za postizanje ciljeva je analiza najrelevantnijih aspekata i donošenje odgovarajućih odluka, uz prethodnu akumulaciju znanja i iskustva UN-a, ali i korisnih dokumenata i vodiča kao što su [3]:

- UN-poslovna partnerstva: Priručnik (engl. *UN-business Partnerships: A Handbook*);
- Smernice o pristupu zasnovanom na principima saradnje između Ujedinjenih nacija i poslovnog sektora (engl. *Guidelines on a principle-based approach to the Cooperation between the United Nations and the business sector*);
- Principi za angažovanje zainteresovanih strana (engl. *Principles for Stakeholder Engagement*);
- Vodič za promociju dobrog upravljanja u javno-privatnom partnerstvu (engl. *Guidebook on promoting good governance in Public-Private Partnerships*).

UPU ima dužnost da radi na postizanju ciljeva održivog razvoja. Idejom o globalnom partnerstvu, dopunjenom predlogom stvaranja partnerstva sa više zainteresovanih strana (javna, javno-privatna, i partnerstva civilnog društva) koja unutar sebe mobilizuju i dele znanje, stručnost, tehnologiju i finansijske resurse, postiže se održivi razvoj u svim zemljama članicama, posebno u zemljama u razvoju [4].

## 7. Relevantna načela Ujedinjenih nacija za angažovanje zainteresovanih stranaka

U ovom odeljku prikazani su relevantni aspekti koji se moraju uzeti u obzir u planu uključivanja širih učesnika, a koji proističu iz dokumenata UN-a.

**Aspekt 0. Praktično-operativna dimenzija:** Operativci treba da osmisle odgovarajuća partnerstva pomoću kojih se postižu prethodno definisani ciljevi. Kao jedan od najvažnijih koraka je procena da li, i kako planirano partnerstvo može doprineti postizanju određenog ishoda. Ako je postizanje željenih rezultata moguće korišćenjem postojećih resursa unutar određene agencije UN-a, interakcija sa drugim partnerima može izazvati nepotrebnu složenost.

Stoga, preporučuje se da agencije razmotre partnerski pristup samo ako se time postiže unapređenje procesa ili dostizanje određenog cilja [3].

Ciljevi otvaranja pristupa uslugama UPU-a trebalo bi da budu jasno definisani (npr. poboljšanje globalne poštanske mreže, proširenje tržišnog udela privatnog sektora, nove poslovne mogućnosti, i tome slično). Ovo bi trebalo da bude najvažniji korak, ne samo zato što ostali aspekti zavise od njega, već i zbog toga što bi baza rada UPU-a mogla biti narušena, pa bi posledično bila neophodna revizija.

**Aspekt 1. Sastav:** Za partnerstvo je potrebno izabrati preduzeće koje je odgovarajuće veličine (multinacionalne kompanije, mala i srednja preduzeća, vladine institucije, organizacije civilnog društva i/ili drugi subjekti UN-a). Zainteresovane strane za pristup uslugama i proizvodima Svetskog poštanskog saveza mogu biti: e-trgovci, kurirske kompanije, pružaoci logističkih usluga, pružaoci finansijskih usluga, avio-kompanije, železnice i druge transportne kompanije, udruženja potrošača, sindikati ili udruženja zaposlenih u poštanskom sektoru, itd. Veličina i tip budućih zainteresovanih poslovnih subjekata je raznolik. Stoga, UN preporučuje utvrđivanje kategorije i veličinu zainteresovanih strana, kao i temeljnu analizu rizika i prednosti zainteresovanih strana [3].

**Aspekt 2. Uloge:** Svakom članu u partnerstvu (bilateralnom aranžmanu) treba da se dodeli uloga, odnosno da mu se istaknu prednosti, tj. ključne kompetencije. Širi učesnici mogu posedovati različite uloge a to su: član, pridruženi član, posmatrač, itd [3].

**Aspekt 3. Mapa puta:** Mapa puta predstavlja vremenski okvir za sprovođenje partnerstva. Segmentira implementaciju u različite razvojne faze i dodeljuje im aktivnosti, potrebne resurse, ključne tačke, i pokazatelje učinka, sa koracima za ostvarenje željenih rezultata. Vremenski rokovi su ograničeni. Partnerstva mogu imati za cilj konačne ishode, kao što je npr. implementacija infrastrukturnog projekta ili prikupljanje resursa. Kada se ti ciljevi ostvare, partnerstva se raskidaju. Međutim, mogu se sklapati i stalna, dugoročna partnerstva [3].

**Aspekt 4. Upravljanje:** Definisanje strukture upravljanja partnerstvom neophodno je da bi se utvrdilo kako partnerstvo funkcioniše i kako se unutar njega donose odluke. Dizajn upravljačke strukture je izazov, posebno kada je uključeno više partnera. Postavljeno je šest osnovnih principa koja su široko prihvaćena [3]:

- Učešće: stepen uključenosti svih *stakeholdersa* – zainteresovanih strana;
- Pristojnost: definisanje pravila, tako da se ljudima ne nanosi šteta, ili ne izaziva nezadovoljstvo;
- Transparentnost: stepen jasnoće i otvorenosti sa kojom se donose odluke;
- Odgovornost: u kojoj meri su politički akteri odgovorni društvu za ono što govore i čine;
- Pravednost: stepen u kojem se pravila podjednako odnose na sve;
- Efikasnost: stepen do kojeg se ograničeni ljudski i finansijski resursi primenjuju bez rasipanja, odlaganja, korupcije ili bez prejudiciranja budućih generacija.

**Aspekt 5. Finansiranje:** Definirati načine za pokrivanje troškova, npr. sredstvima od UN-ovih entiteta, sredstvima od poslovnih partnera, vladinih institucija ili putem spoljnih aktivnosti. UPU bi trebalo da jasno definiše sistem za određivanje članarine [3].

**Aspekt 6. Nadgledanje i evaluacija:** Monitoring i evaluacija obuhvataju prikupljanje informacija o učinku partnerstva i njegovu analizu. Ključni pokazatelji učinka mere ulaze (npr. količine prikupljenih resursa), izlaze (npr. količine distribuirane hrane), ostvarenje ključnih tačaka i krajnjih ishoda. Monitoring se odvija kontinuirano, dok se značajnije evaluacije sprovede u redovnim intervalima, na primer svake druge godine, ili tek kada se primena završi. Iako partneri i operativci obično sami nadgledaju rad, spoljne institucije, kao što su: konsultantske kuće, nevladine organizacije i akademske institucije, mogu alternativno vršiti evaluaciju. UPU treba da razmotri kako da nadgleda i ocenjuje proces pre donošenja bilo kakve odluke [3].

## 8. Dalji koraci i zaključak

Ova kratka analiza potvrđuje napred iznetu tezu da je ova strateška aktivnost neophodna i opravdana. Međutim, postavlja se opravdano pitanje upravljanja tim složenim procesom na optimalan način. Sa jedne strane bilo kakvo rešenje mora biti u velikoj korelaciji i prilagođeno po nameni i intenzitetu, ka ispunjenju određenih strateških izazova. Ovo iziskuje dosta konsultacija, usaglašavanja i sprovođenja određenih administrativnih procedura. Sa druge strane, ako se promene ne sprovedu u optimalnom vremenskom roku, možda će i potreba za istim biti minimizirana, usled snažnih poremećaja na globalnom tržištu poštanskih usluga koje mogu dovesti do smanjenja relevantnosti UPU-a. Postojeći model finansiranja svakako ne može adekvatno odgovoriti na sve potrebe zemalja članica, tako da je potraga za alternativnim vidovima finansiranja uveliko u toku.

Dalji koraci bi svakako uključivali aktivnosti Radne grupa za otvaranje UPU koja bi nakon usaglašavanja stavova mogla da predloži adekvatan model na nekoj od sledećih sednica Administrativnog saveta, koji bi razmatrao ponuđena rešenja, i ako postoji koncenzus, ista prosledio za odlučivanje na naredni Kongres. Usled globalne pandemije, rad svih UPU tela pretrpeo je određene izmene. Kongres koji je trebalo da se održi avgusta ove godine u Abidžanu – Obala Slonovače, odložen je na neodređeno vreme. Uzimajući u obzir napred izneto, postoji mogućnost da se odluke po ovom pitanju donesu na narednom Kongresu koji će verovatno biti održan u 2021. godini u redovnom, hibridnom ili online formatu.

Otvaranje UPU-a je neophodnost, potrebno je posmatrati ga kao alat za sprovođenje strategije UPU 2020-2024 odnosno realizaciju Strateških ciljeva UN. Model, nivo, procedure i formalizacija kroz određene izmene organizacione strukture UPU-a su predmet rasprave između zemalja članica, koja treba da rezultira sveobuhvatnim rešenjem u optimalnom vremenskom roku

### Literatura

- [1] Universal Postal Union. Dostupno na: <https://upu.int/>
- [2] Cept. Dostupno na: <https://www.cept.org/cepr>
- [3] Internal documents of the Universal Postal Union
- [4] Universal Postal Union. Dostupno na: [https://upu.int/UPU/media/upu/publications/Union%20Postale-/2020/revueUnionPostale\\_Spring2020\\_En\\_web.pdf](https://upu.int/UPU/media/upu/publications/Union%20Postale-/2020/revueUnionPostale_Spring2020_En_web.pdf)
- [5] United Nations. Dostupno na: <https://www.un.org/>

**Abstract:** *Bearing in mind that the Universal Postal Union (UPU), formed in 1874, underwent several reorganizations. The strong service of private operators, the financial problem within the UPU, as well as the tendency of some members to leave, needed a new transformation of this global world organization. For these reasons, the opening of UPU is being considered for all interested stakeholders such as: private operators, banks, logistics corporations, academic institutions, in line with the positive experiences of other UN agencies such as the ITU (International Telecommunication Union). This paper will consider the advantages and disadvantages of the new transformation.*

**Keywords:** *UPU, transformation, private operators, UN, stakeholders*

**OPENING UPU FOR ALL INTERESTED STAKEHOLDERS**  
Nikola Trubint, Slaviša Dumnić, Đorđije Dupljanin, Milena Ninović

## POKRETAČI PROMENA U POŠTANSKOM SEKTORU

Bojan Jovanović<sup>1</sup>, Nataša Čačić<sup>2</sup>, Marjan Osvald<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Novom Sadu - Fakultet tehničkih nauka, bojanjov@uns.ac.rs

<sup>2</sup>Univerzitet u Novom Sadu - Fakultet tehničkih nauka, ncacic@uns.ac.rs

<sup>3</sup>Pošta Slovenije, marjan.osvald@posta.si

**Rezime:** *Kako je promene relativno teško predvideti, područje upravljanja promenama postaje sve značajnije istraživačko polje. Uprkos tome što se razvijaju sve napredniji informacioni sistemi, ljudski potencijal i dalje predstavlja jedan od osnovnih entiteta koji se nosi sa promenama. Pokretači promena u poštanskom sektoru definišu njegov budući razvoj. Poštanski sektor prolazi kroz niz strukturnih promena u zavisnosti od različitih kulturnih, političkih, ekonomskih i tehnoloških faktora. U tom smeru iziskuje se analiziranje osoblja uključenih u proces promena. Odnosno koliko radikalno osoblje treba da prilagodi svoje stavove i ponašanja, kao i period vremena neophodan za implementiranje tih promena.*

**Ključne reči:** *upravljanje promenama, poštanski sektor, pokretači promena, prilagođavanje*

### 1. Uvod

Organizacione promene predstavljaju procese u kojima dolazi do upostavljanja novih načina razmišljanja, ponašanja i rada. U mnogim situacijama promena se doživljava kao ometajući faktor nečega što se smatra uobičajenim ponašanjem. Organizacione promene koje se žele sprovesti u okviru neke organizacije ostvaruju se kao posebni projekti sa svojim početkom i krajem. Međutim organizacione promene ne moraju uvek biti sprovedene u formi formalnih projekata.

Promena može predstavljati priliku za neke, ili gubitak za druge entitete u organizacionoj strukturi. Bez obzira da li je organizacija u javnom ili privatnom sektoru promene predstavljaju jednu od njenih osnovnih karakteristika. Kako bi organizacije opstale na tržištu neophodno je da se menjaju. U tom smislu potrebno je da organizacija bude u stalnom procesu učenja, unapređenja i razvoja.

Poreklo promena može biti eksterne ili interne prirode. U okviru eksternih izvora spadaju tehnološki razvoj, društveni ili ekonomski pritisci. Sa druge strane interni izvori mogu obuhvatati odgovore menadžmenta na kretanje troškova, ljudske resurse ili upravljanje resursima preduzeća. Posmatrajući promene, bilo da su pokretane spoljašnjim ili unutrašnjim procesima, one obuhvataju nove procese, politike, prakse i ponašanja. Uspešna promena uključuje obezbeđenje radnih kapaciteta, i njihovo prilagođavanje da

rade efektivno i efikasno u novonastalom okruženju. Na kapacitet zaposlenih za promenom utiče način na koji im se promena predstavlja. Njihov kapacitet da se prilagode promeni može biti neuspešan, u slučaju da oni ne razumeju ili se opiru promeni. U situaciji da zaposleni razumeju benefite promena, veća je verovatnoća da će uzeti učešće u promeni i da će je uspešno sprovesti.

Predmet rada je identifikovanje pokretača promena u poštanskom sektoru. Cilj rada je da se na osnovu identifikovanih pokretača promena ukaže na buduće pravce razvoja.

U drugoj tački rada opisan je razvoj poštanskog sektora tokom vremena. Uzroci promena u poštanskom sektoru definisani su u trećoj tački. Zakonski okviri i pozicija poštanskih operatera opisani su u četvrtoj i petoj tački dok je šesta tačka posvećena zaključnim razmatranjima.

## **2. Poštanski sektor**

U svim državama poštansko poslovanje je u početku uspostavljeno od strane vlada, i u većini država vlade su ostale u vlasništvu nacionalnih poštanskih operatera. Privatizacioni talas koji je nastupio širom sveta tokom sredine 80-tih godina prošlog veka napustila je većina nacionalnih poštanskih operatera transformišući se u javne korporacije. Javni sektor zadržao je snažan interes za poštanski sektor. Tokom 90-tih godina prošlog veka otpočela je liberalizacija poštanskog sektora, sa ciljem unapređenja kvaliteta, donoseći niže cene i ohrabrujući privredni rast, kao i rast zaposlenosti. Sa današnje tačke može se reći da su rezultati ukupnog procesa niži od očekivanih. U većini država cene usluga koje spadaju u okvir univerzalne poštanske usluge su se povećale. Što se tiče tržišta, liberalizacija je pogodovala rastu e-trgovine, kao i razvoju poslovnih modela poput integratora i paketskih operatera. Istovremeno, liberalizacija je primorala nekadašnje monopoliste da unaprede svoje kapacitete i da preorijentišu svoje poslovne modele ka rastućem paketskom tržištu.

Pad pismonosnih usluga u korist elektronskih supstituta je nepovratan. Nasuprot tome, trendovi u oblasti e-trgovine su takvi da stvaraju poslovne prilike za koje će nacionalni poštanski operateri morati da se izbore sa sve intenzivnijom konkurencijom. Značajan rast paketskog tržišta za posledicu je imao rast konkurencije kako na globalnom tako i nacionalnom nivou. Takve promene dovele su do prilagođavanja nacionalnih poštanskih operatera novonastalom okruženju. Suočavajući se sa takvim strukturnim promenama na tržištu, nacionalni poštanski operateri pomerili su svoje poslovne modele ka paketskom i ekspres poslovanju, sa restrukturiranjem i racionalizacijom svojih poštanskih mreža. U novonastaloj situaciji, nacionalni poštanski operateri pokušavaju da se oslone na diverzifikaciju. Najčešći oblici diverzifikacije obuhvataju finansijske usluge, logistiku i telekomunikacione usluge. Takođe, nacionalni poštanski operateri nastoje da putem svojih mreža obezbede i usluge od opšteg interesa. Racionalizacija i restrukturiranje poslovnih modela poštanskih operatera vodili su do pada zaposlenosti, rasta alternativnih formi zapošljavanja, pogoršavanja radnih uslova i nižih primanja.

Uspešni nacionalni poštanski operateri podizali su produktivnost za 1% do 2% godišnje tokom poslednje dekade [1]. Taj nivo permanentnih unapređenja postaje sve teže održati uzimajući u obzir dešavanja na tržištu. Moderne tehnologije poput dronova nisu još uvek pružile rešenja za izazove koji su se pojavili. U cilju održavanja koraka, od nacionalnih poštanskih operatera se zahteva da optimizuju svoje aktivnosti od prijema, otpreme, transporta, prispeća pa do uručjenja.



Kako bi se blagovremeno izašlo u susret promenama, kod poštanskih operatera postoji potreba za dugoročnim planovima. Pod tim se pre svega smatra predviđanje odgovarajućih kapaciteta koji će pratiti dinamičan razvoj različitih tržišta, poput tržišta paketskih pošiljaka. Razvoj odgovarajućih kapaciteta suočava se sa različitim izazovima.

Jedno od pitanja na koje treba dati odgovor je to koliki su kapaciteti potrebni, kao i gde je njihova lokacija kako bi se izašlo u susret zahtevima e-trgovaca i krajnjim korisnicima. Da bi se uspešno odgovorilo na ovo pitanje, svakako je neophodno primeniti savremene tehnologije za praćenje poštanskih tokova [2]. Zatim, postavlja se pitanje odgovarajućeg nivoa automatizacije saglasno sa diverzifikacijom usluga. Takođe, otvara se i pitanje načina integracije dodatnih kapaciteta u zatečene mreže sa što manjim turbulencijama na tekuće poslovanje. Strateške investicije u okviru poštanskih mreža otvaraju prilike ne samo kao odgovor na formiranje kapaciteta u susret rastu obima pošiljaka, kao i poboljšanju operativnih troškova, već i u pogledu promene u ponudi usluga. Uzimajući u obzir navedeno, vodeći igrači na tržištu poštanskih usluga odvajaju značajne sume u pogledu unapređenja svojih mreža.

### **3. Uzroci promena**

Mnogi nacionalni poštanski operatori imaju bogate istorije gde su decenijama, pa i vekovima predstavljali najznačajnije državne ustanove. U talasu promena koji je nastupio krajem prošlog veka može se reći da posebno mesto zauzima digitalizacija. Digitalizacija je ubrzano promenila način na koji ljudi širom sveta realizuju aktivnosti putem poštanskih mreža koje se pre svega odnose na komuniciranje i kupovinu. Pismanosne pošiljke, nekada su predstavljale ključni segment u poslovanju nacionalnih poštanskih operatera, doživljavaju konstantan pad usled krucijalnih promena na tržištu. Nove poslovne prilike koje se stvaraju od strane direktne pošte ili od usluga čiji je korisnik država, mogu doprineti povećanju pismanosnih pošiljaka u budućnosti ali teško da će uspeti da zaustave negativne tendencije na ovom tržištu. Sa druge strane trendovi u području e-trgovine donose brz i kontinualan rast na tržištu paketskih pošiljaka.

Potrebe korisnika zauzimaju centralno mesto na tržištu poštanskih pošiljaka. Shodno tome, od nacionalnih poštanskih operatera se očekuje da razumeju potrebe korisnika što je detaljnije moguće, sa ciljem da se te potrebe prevedu u odgovarajuće aktivnosti. Brzina u promeni potreba korisnika posebno dolazi do izražaja na području e-trgovine. Na ovom području u odnosu na nacionalne poštanske operatore promene diktiraju pre svega korisnici, prodavci i konkurencija u paketskom B2C segmentu. Korisnici očekuju sve brže, transparentnije i podesnije vidove uručjenja svojih pošiljaka, po sve povoljnijim cenama. Takođe, sve češće je prisutno očekivanje kod korisnika da budu oslobođeni troškova poštarine u okvirima e-trgovine. U okvirima e-trgovine može se uočiti i trend proširenja spektra proizvoda koji se kupuju online. Istovremeno na strani online prodavaca tržište postaje ukрупnjenje. Od prodavaca, poput Amazona ili Alibabe očekuje se da budu sposobni da ponude širok spektar opcija za uručjenje svojim korisnicima. Stanje na tržištu je takvo, da mnoge inovacije kroz nekoliko godina postaju tržišni standard.

Nacionalni poštanski operatori najčešće zaostaju u odnosu na svoje nove rivale iz područja e-trgovine. Oni su često u zastoju sa skupim i kompleksnim IT sistemima, tako da im je brzina i agilnost u predstavljanju digitalnih inovacija ograničena. Relativno krute korporativne kulture, koje se sporo pokreću i imaju averziju prema riziku, usložnjavaju izazove koji se postavljaju u poslovanju. Ukoliko se ne pozicioniraju

odgovarajuće na rastućem tržištu paketskih usluga, mogu dovesti u pitanje svoje postojanje. Njihov prethodni uspeh bio je zasnovan na obimu, koji je profilisao sliku njihovog brenda, zatim su tu i dugotrajniji odnosi sa svojim korisnicima, kao i mrežna sinergija. Među najznačajnijim faktorima koje mogu uticati na poštanske usluge u budućnosti su [3]:

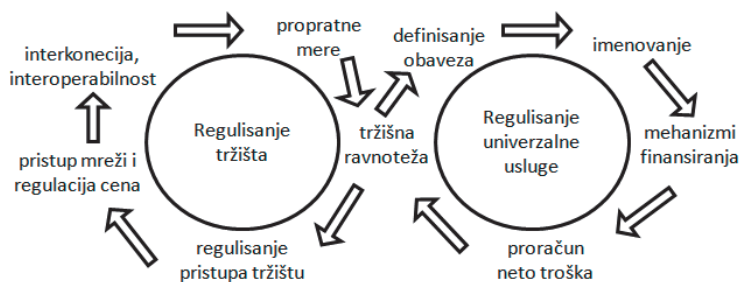
- pojava bilo kakvih šokova na strani privrede, odnosno bilo kog faktora koji ometa proizvodne aktivnosti, kao što je recimo nedostatak radne snage;
- stabilnost lanaca snabdevanja i sektora povezanih sa transportom;
- trajanje mera javnog zdravlja, obuhvatajući ograničenja na putovanja i pružanje javne funkcije, što zavisi od nivoa razvijenosti zdravstvene infrastrukture određene države;
- obim mera za smanjenje ekonomskog rizika koje su preduzele vlade država;
- nivo raspoloživog dohotka potrošača/domaćinstva;
- mogućnost da potrošači/domaćinstva usvoje digitalne alternative, bilo poštanskim uslugama ili kupovini u maloprodajnim objektima;
- nivoa razvoja poštanskog sektora posebno u pogledu pouzdanosti i njihove prilagodljivosti.

#### 4. Zakonski okvir

Iz političkog ugla regulisanje poštanskog i telekomunikacionog sektora odvija se odvojeno, pored toga što su njihove usluge ili supstituti ili komplementi. Može se reći da oba sektora imaju jedinstvenu misiju, a to je realizacija komunikacionih usluga među korisnicima. Internet revolucija je dosegla do svih tržišta. Za posledicu toga došlo je do promena navika korisnika, kao i do promene poslovnih strategija na strani poštanskih i telekomunikacionih operatera.

Od druge polovine XX veka regulativa poštanskog sektora u Evropi pod snažnim je uticajem privrednih i političkih procesa integracije. Osnovni cilj regulisanja poštanskog sektora u EU je uspostavljanje jedinstvenog tržišta za poštanske usluge i osiguranje visokog kvaliteta univerzalne usluge.

Paralelno sa liberalizacijom i rastućom konkurencijom, regulativa u poštanskom sektoru je predmet široke diskusije (Slika 1). Fokus ovih rasprava najčešće je usmeren na pitanje u kojoj meri je neophodna regulacija. Liberalizacija i pristup tržištu mogu zahtevati dalju regulaciju mrežnog pristupa i drugih mera poput regulacije uslova rada itd.



Slika 1. Regulisanje poštanskog sektora [4]

Status nacionalnih poštanskih operatora se značajno promenio. Jedna od najznačajnijih promena je korporatizacija. Odnosno uspostavljanje statutarne korporacije ili kompanija sa ograničenim državnim vlasništvom. Oskora privatni kapital polako ulazi i u ove operatore.

Na nivou EU donešena je formalna odluka koja EU posmatra kao jedinstvenu poštansku teritoriju sa slobodom konkurencijom među poštanskim operatorima. Osnovni principi ovog pristupa sadržani su u direktivama 97/67/CE, 2000/39/CE i 2008/6/CE.

## **5. Položaj poštanskih operatora**

Poštanski operatori su jedan od ključnih faktora za razvoj privrede. To može posebno doći do izražaja tokom kriznih vremena kada oni omogućavaju fizičku povezanost različitih područja, korisnika i proizvođača, građana i institucija. Pored različitih negativnih uticaja iz okruženja, nacionalni poštanski operatori u kontinuitetu prilagođavaju svoje aktivnosti sa ciljem da obezbede permanentno pružanje svojih usluga. Posebno dolazi do izražaja važnost uloge poštanskog sektora u realizaciji e-trgovine, gde je on sastavni deo celokupnog iskustva. Poštanski operatori realizuju širok spektar usluga sa ciljem da izađu u susret svim potrebama korisnika. U tom pravcu poštanski operatori obuhvataju online i mobilne tehnologije sa ciljem obezbeđenja konkurentnih usluga širom sveta. Takođe zanimljiva je podrška malim i srednjim preduzećima, koja razvijaju sopstvenu ponudu e-trgovine putem online platformi ili putem posebnih veb portala, gde se razvija poslovni model koji je usmeren na prekogranični rast usluga ovih preduzeća. Zadatak koji se postavlja pred poštanske operatore je da usluge prilagođavaju potrebama korisnika uz održavanje konkurentnih cena. U okviru opsluge korisnika u prekograničnom saobraćaju različita tržišta imaju različite potrebe. Kao odgovor na to je fleksibilan spektar usluga koji je usmeren na mogućnost međusobnog povezivanja poštanskih operatora, kako bi se doseglo do lokalnih specifičnosti.

Poštanske mreže iziskuju značajnu infrastrukturu u pogledu faza prenosa pismonosnih pošiljaka. Pored toga što je glavni trošak vezan za radnu snagu koja učestvuje u pojedinim fazama prenosa, tu je takođe i kapitalna oprema. Troškovi održavanja se ne mogu lako smanjiti kao odgovor na pad u pogledu pismonosnih pošiljaka. Što se tiče pismonosnih pošiljaka, relativno male fluktuacije u prihodu mogu da imaju veliki uticaj na profit. Pad prihoda od pismonosnih usluga dovodi do gubitaka u poslovanju mnogih nacionalnih poštanskih operatora. Fiksna troškovna priroda kao i obaveza pružanja univerzalne poštanske usluge otežava nacionalnim poštanskim operatorima da dosegnu profitabilnost putem smanjenja troškova.

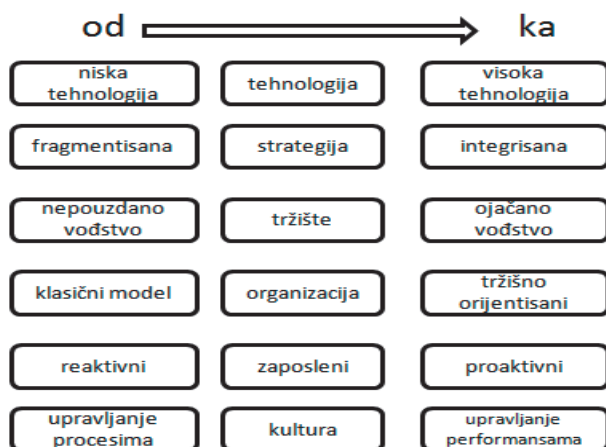
Budućnost bilo kog sektora usluga zavisi od načina na koji se zahtevi za tim uslugama menjaju sa prihodom stanovništva. Kako stanovništvo postaje bogatije, tako raste i njihova potrošnja za uslugama ili različitim dobrima. Dugo vremena komunikacione usluge (koje su do 1990-tih značile slanje pisama) rasle su paralelno sa rastom BDP-a. Sa pojavom interneta, pismonosne usluge rasle su sporije nego BDP, prevashodno što im je opao udeo u ukupnom komunikacionom saobraćaju.

Ukupna potražnja za poštanskim uslugama u zavisnosti je od potreba i sklonosti korisnika, poslovnih entiteta i javnog sektora. Poštanski operatori treba da uzmu to u obzir i da prilagode svoje lanac vrednosti ka tome.

Pošanski sektor je pod velikim uticajem tehnološkog razvoja. Digitalizacija je uticala na dva fronta u pogledu poštanskog sektora. Dok je sa jedne strane dovela do pada pismonosnih usluga usled e-supstitucije, na drugoj strani usled razvijanja e-trgovine pružila je priliku za rast KEP (kurirskih, ekspres i paketskih) pošiljaka. Međutim u pogledu KEP tržišta može se reći da je fragmentisano, gde je učešće nacionalnih poštanskih operatora relativno nisko i gde se intenzivira konkurencija stavljajući na probu poslovne modele i profitabilnost nacionalnih poštanskih operatora [4]. Takođe sve više pažnje se poklanja uticaju poštanskog sektora na okruženje. Kao odgovor na promene u okruženju i izraženom padu profitabilnosti, nacionalni poštanski operatori nalaze se u stanju transformacije. Transformacija se ogleda pre svega u razvijanju novih usluga, primeni novih poslovnih modela, primene efikasnijih tehnologija, smanjenje negativnog uticaja na okruženje i uspostavljanje novih oblika zapošljavanja. Sa druge strane, finansijska održivost većine provajdera univerzalne poštanske usluge nalazi se pod pritiskom budući da njihovo učešće na tržištu KEP pošiljaka najčešće nije dovoljno da pokrije umanjene prihoda uzrokovanog padom pismonosnih pošiljaka. Izgradnja odgovarajućih operativnih postrojenja od strane nacionalnih poštanskih operatora, trebalo bi da na duže staze obezbedi kapacitete neophodne za učešće na tržištu KEP pošiljaka. U pogledu toga treba dati odgovore na sledeća pitanja [1] :

- Koliki su kapaciteti potrebni, kao i gde treba da bude njihova lokacija kako bi izašli u susret potrebama e-prodavaca?
- Koji je optimalan nivo automatizacije?
- Na koji način optimalno integrisati dodatne kapacitete u postojeću mrežu?

Nacionalni poštanski operatori potrebno je da formiraju viziju i ciljeve koje će deliti kroz ceo sistem (Slika 2). Neophodno je rezumeti potrebe korisnika što je detaljnije moguće, sa ciljem da uočene potrebe prevedu u odgovarajuće aktivnosti. Kako bi promena dala očekivane rezultate, neophodno je da svi od neposrednih izvršilaca do rukovodstva razumeju kakve će benefite transformacija doneti. Kombinacija optimizacije, proširenja kapaciteta, automatizacije i redizajn usluga, trebalo bi da dovedu do značajnog smanjenja operativnih troškova i povećanja produktivnosti.



Slika 2. Razvoj nacionalnih poštanskih operatora [6]

Početa tačka za proširenje kapaciteta trebalo bi da bude koliko se kapaciteta zahteva, kao i njihova geografska lokacija. Rešenje tog problema se nalazi u projekciji rasta obima pošiljaka, odnosno u projekciji rasta tržišta i evoluiranju zahteva korisnika. U tom smislu, ukoliko se posmatra razvoj e-trgovine, od nacionalnih poštanskih operatora očekuje se detaljno razumevanje načina kretanja zahteva korisnika, što se pre svega odnosi na brzinu uručenja i puteve prodaje. Tako recimo razlika između uručenja istog dana i sledećeg dana, može igrati veoma važnu ulogu u proceni potrebnih kapaciteta, ali i finansijskih rezultata [7]. Automatizacija zauzima centralno mesto u težnjama nacionalnih poštanskih operatora da prošire svoje kapacitete pre svega za paketske pošiljke. Osnovni razlog za to je da rast paketskih pošiljka prevazilazi manuelne kapacitete angažovanih radnika. Sa druge strane, automatizacija procesa vodi ka smanjenju troškova vezanih za angažovanje radne snage koji se ne može postići manuelnim radom.

Mnogi poštanski operatori unapredili su performanse svojih usluga ubrzavajući prenos pošiljaka, kao i uvodeći dostavu vikendom i večernjim časovima [8]. Takođe, unapređenje usluga može se uočiti i u segmentima na strani pošiljaoca i primoca poput fleksibilnih dostavnih tačaka, paketskih ormara itd.

Ekonomski rast i socijalna dinamika zahtevaju odgovarajuću infrastrukturu kako bi se podržali nastoji država za razvojem. Neodgovarajuća komunikaciona infrastruktura može dovesti do sprečavanja razvoja država. Danas poštanske usluge možda imaju aktivniju ulogu nego u prošlosti. Poštanske usluge širom sveta su se razvile u niz proizvoda i usluga sa dodatnom vrednošću, na taj način postali su bitni motori nacionalnog razvoja.

## **6. Zaključak**

Širom sveta poštanski sektor prolazi kroz strukturne promene sa razvojem novih tehnologija, koje menjaju ponašanja korisnika. Kako se sa jedne strane smanjuje udeo u komunikacionom tržištu poštanskih usluga, sa druge strane, na tržištu robnog transporta raste. Na taj način može se videti da primena novih tehnologija ne mora nužno voditi ka potpunijoj zameni poštanskih usluga, već da mogu koegzistirati kao komplementarne.

Supstitucija poštanskih usluga značajno jeftinijim drugim komunikacionim medijima nije jedina opasnost po nacionalne poštanske operator, već je sve više izraženija direktna konkurencija koja se sve više prilagođava rastućim zahtevima tržišta. Takođe nedovoljna ulaganja u nekim slučajevima vodila su ka tome da nacionalni poštanski operatori nisu bili u mogućnosti da apsorbuju veći obim saobraćaja, kao i da nisu bili ekonomski održivi bez ekskluzivnog prava na monopol.

U prošlosti su mnogi predviđali drastičan pad poštanskih usluga sa pronalaskom telefona, telegrafa i faksa, što je negirano u praksi. Vremenom poštanski operatori ne samo da su uspeli da se nose sa rastućom pretnjom, već su pretnje uspeli da inkorporiraju u svoje usluge, unapređujući ih i razvijajući nove usluge. Možemo reći da je poštanski sektor danas u sličnoj situaciji. Odnosno brojni nacionalni poštanski operatori već počinju da se pozicioniraju na tržištu plasiranjem novih platformi e-poštanskih usluga. Sagledavajući da se postojeće poštanske usluge zasnivaju na tri dimanzije (fizičkoj, finansijskoj i elektronskoj), pruža se prilika nacionalnim poštanskim operatorima da obezbede usluge u skladu sa razvojem korisničkih potreba. Ta transformacija nije negacija tradicionalnog poštanskog poslovanja, već pre opcija za poštanski sektor,

zasnovana na njegovim ranijim dostignućima. Dok su konvencionalne poštanske usluge zasnovane uglavnom na interkonekciji različitih procesa i operacija u okvirima fizičke mreže u realnom svetu, snaga novih poštanskih usluga nalazi se u koheziji te fizičke mreže i nove digitalne infrastrukture.

## Literatura

- [1] J. Dragendorf, D. Mohr, T. Ecker, F. Neuhaus, P. Briest, E. Beretzky and T. Zimmermann, *The endgame for postal networks*, New York, NY: McKinsey & Company, 2019.
- [2] L. Švadlenka, M. Dobrodolac, M. Blagojević, “Application of tracking technologies in the postal system”, *The Proceedings of International Conference on Traffic and Transport Engineering – ICTTE Belgrade 2016*, pp. 980-990, Belgrade, Serbia, 2016.
- [3] UPU (2020, May 25). The COVID-19 crisis and the postal sector. [Online]. Available at:  
<https://www.upu.int/UPU/media/upu/publications/theCovid19CrisisAndThePostalSectorEn.pdf>
- [4] C. Jaag, U. Trinkner, *A general framework for regulation and liberalization in network industries*. M. Finger, R. Künneke (Eds.), International Handbook for the Liberalization of Infrastructures, Cheltenham, UK: Edward Elgar, pp. 26-53, 2011.
- [5] Policy Department for Structural and Cohesion Policies (2019, November 25). Postal services in the EU. [Online]. Available at:  
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/629201/IPOL\\_STU\(2019\)629201\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/629201/IPOL_STU(2019)629201_EN.pdf)
- [6] UPU (2018, October 26). Postal Reform Guide. [Online]. Available at:  
<https://www.upu.int/UPU/media/upu/files/postalSolutions/developmentCooperation/GuideReformPostalEn.pdf>
- [7] M. Dobrodolac, P. Ralević, L. Švadlenka, and V. Radojičić, “Impact of a new concept of universal service obligations on revenue increase in the Post of Serbia”, *Promet - Traffic and Transportation*, vol. 28, no. 3, pp. 235-244, 2016.
- [8] D. Lazarević, L. Švadlenka, V. Radojičić, and M. Dobrodolac, „New Express Delivery Service and Its Impact on CO2 Emissions“, *Sustainability*, vol. 12, 456, 2020.

**Abstract:** *As change is relatively difficult to predict, the field of change management is becoming an increasingly important research field. Despite the fact that more and more advanced information systems are being developed, human potential is still one of the basic entities dealing with change. The initiators of change in the postal sector define its future development. The postal sector is undergoing a series of structural changes depending on various cultural, political, economic and technological factors. In this regard, it is required to analyze the staff involved in the change process. That is, how radically the staff needs to adjust their attitudes and behavior, as well as the time period necessary to implement these changes*

**Keywords:** *change management, postal sector, change drivers, adaptation*

## DRIVERS OF CHANGE IN THE POSTAL SECTOR

Bojan Jovanović, Nataša Čačić, Marjan Osvald

## ServSTAT METODOLOGIJA ZA PRIKUPLJANJE, OBRADU I PRIMENU STATISTIČKIH PODATAKA U POŠTAMA

Dragana Šarac<sup>1</sup>, Spasenija Ožegović<sup>2</sup>, Momčilo Kujačić, Marija Unterberger<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, dsarac@uns.ac.rs

<sup>2</sup>JP “Pošta Srbije”, spasenija.ozegovic@posta.rs

<sup>3</sup>Saobraćajna škola “Pinki” – Novi Sad, marijaunterberger@gmail.com

**Rezime:** *Godinama unazad poštanski operatori nastoje da obezbede adekvatnu metodologiju za prikupljanje, obradu i primenu statističkih podataka. S obzirom na to da se radi o velikom broju podataka i veoma složenim mehanizmima za primenu istih, kao i značajnosti njihove primene u procesu poslovnog odlučivanja, dosadašnja metodologija nije uvek davala zadovoljavajuće rezultate. Problemi najčešće nastaju prilikom interpretacije rezultata obrade ili njihovoj primeni u drugim sistemima obračuna, kao što je obračun troškova i cene koštanja univerzalne poštanske usluge. Cilj ovog rada je da se prikažu najvažniji aspekti nove metodologije (ServSTAT) za prikupljanje, obradu i primenu statističkih podataka, koja će obezbediti pogodnu bazu za donošenje pravovremenih i dobrih menadžerskih odluka. Uspešna primena ServSTAT metodologije, između ostalog obezbeđuje i praćenje strukture ostvarenih usluga, po poslovnim oblastima, vrstama, stopama mase, i drugim parametrima od značaja za razvoj i unapređenje poštanskog saobraćaja. Pored ostalog, obezbeđena je obrada i prikaz rezultata posebno za univerzalnu poštansku uslugu, a posebno za komercijalne, odnosno ostale poštanske usluge. Takođe, kvalitetnom primenom ServSTAT metodologije obezbeđuje se i praćenje rada po procesima (fazama prenosa: prijem, prerada, transport, uručenje), aktivnostima (prijem pojedinačno, prijem preko kovčežca, deljenje pošiljaka, kartovanje i td.) kao i radnim operacijama (utvrđivanje mase pošiljaka, brojanje novca, unos podataka u evidencije i td.) u pošti. Na osnovu primene ServSTAT metodologije, menadžment može efektivno i efikasno upravljati celokupnim sistemom do nivoa radnih operacija. Prikupljanje podataka je veoma jednostavno, a obrada i dinamičko izveštavanje je automatizovano.*

**Cljučne reči:** *ServSTAT metodologija, statistika, pošta, podaci*

### 1. Uvod

Merenje učinka u poštanskoj delatnosti, kao i u većini uslužnih delatnosti sa velikim brojem usluga i izvršioca nije jednostavno, jer se radi o radno intenzivnoj delatnosti sa dosta poslovnih aktivnosti, operacija i učesnika u lancima poslovnih

procesa. Pojedine operacije se obavljaju kolektivno što dodatno otežava merenje pojedinačnih učinaka [1]. Takođe, veliki broj poslova u okviru tehnoloških procesa su po prirodi nemerljivi pa se ne mogu ni normirati. To su poslovi planiranja, organizovanja, kadrovanja i kontrole prisutni u svim tehnološkim fazama. Pored merenja rada, normiranje rada ima važnu ulogu i kod utvrđivanja realnih troškova po aktivnostima, procesima, fazama i vrstama usluga. Personalizacija rada je preduslov kvalitetnom merenju učinka zaposlenih i različitih organizacionih delova preduzeća.

Postojeći modeli i metodologije merenja, prikupljanja i obrade statističkih podataka su jednostavni i daju dobre rezultate, ali imaju i niz nedostataka koji ih čine ograničenim u primeni, a često u određenim segmentima i neprimjenljivim i nepravednim jer izjednačavaju rad radnika u urbanoj poštanskoj jedinici (sa većim brojem zaposlenih, sa većim nivoom specijalizacije i td.) i ruralnoj poštanskoj jedinici u kojoj radnik obavlja veći broj poslova, od kojih neki nisu normirani.

Svedoci smo ubrzanih i dinamičkih tehnoloških promena u domenu automatizacije procesa, primeni računarskih tehnologija i organizaciji rada, što uslovljava potrebu za sistematičnim i kontinuiranim praćenjem tih promena kroz preispitivanje postojećih normi.

Tehnološka rešenja će u budućnosti imati sve kraći životni ciklus raranja” promene i na dalje biti prisutne, pa modeli merenja i prikupljanja, obrade podataka i sistem dinamičkog izveštavanja treba da budu fleksibilni, jednostavni i održivi.

Primena statističkih podataka u poštanskom saobraćaju treba blagovremeno da obezbedi:

- standardizaciju i unapređivanje rada zaposlenih;
- potpunu primenu informaciono komunikacionih tehnologija u svakodnevnom radu i prikupljanju i obradi statističkih podataka;
- utvrđivanje ključnih faktora i njihov uticaj na definisanje radnog učinka za kontrolorske i upravničke poslove (Faktori: a) unutrašnji (broj usluga, broj radnih mesta, broj dostavnih reona itd.; b) spoljašnji (demografski (broj domaćinstava, migracije, obrazovanje...), socijalni, ekonomski (broj pravnih lica, ukupna zaposlenost...))
- preciznu, blagovremenu i pouzdanu evidenciju statističkih podataka za potrebe alokacije troškova poštanskih usluga iz domena univerzalne poštanske usluge i ostalih poštanskih usluga. Kako bi se ova kako zakonska obaveza, tako i jedna od veoma važnih potreba imenovanih/javnih poštanskih operatora obezbedila neophodno je obezbediti i elemente svake norme, odnosno strukturu norme (skup operacija) za svaki pojedinačni posao, radne aktivnosti, odnosno procese.

Cilj ovog rada je da predstavi najvažnije aspekte novog metodološkog pristupa merenju, prikupljanju, obradi i korišćenju podataka o utrošenom radu poštanskih radnika na svim normiranim radnim mestima (upravnik, kontrolor, blagajnik, šalterski radnik, dostavljač, kartista u pošti i u RPLC-u...) , uključujući pri tom sve ostvarene usluge i administrativne, poslove podrške u vezi sa izvršenim uslugama.

U radu je prikazana mogućnost primene i deo efekata primene sa fokusom na ostvarene rezultate primene predložene metodologije u raspodeli troškova univerzalne poštanske usluge.



## 2. Potreba za razvojem novog modela

Norme u poštanskom saobraćaju od strane velikog broja poštanskih operatora, u najvećem broju slučajeva određivale su se primenom radne metode za merenje utrošenog rada. Suština ove metode je da se norme uvrđuju kao vreme potrebno za izvršenje usluga, delova procesa i procesa rada. Potrebno vreme za izvršenje usluge ili dela procesa dobijala se, po pravilu, na jedan od sledećih načina:

- ručnim merenjem, pomoću štoperice;
- analizom podataka o vremenu trajanja pružanja usluge iz postojećih računarskih aplikacija;
- kombinacijom prva dva načina za određivanje potrebnog vremena.

Prilikom uvođenja novih usluga, ili redefinisanja postojećih usluga uvek je potrebno, u skladu sa internim procedurama, utvrditi i potrebno vreme za njihovo izvršenje, odnosno. izvršiti renormiranje/normiranje istih. Ovaj postupak podrazumeva:

- *merenje procesa rada više puta* (najmanje 10 puta) – za nove usluge ovo može predstavljati problem, jer prilikom uvođenja nove usluge nemamo upravljačku informaciju o vremenu potrebnom za njeno izvršenje, što može biti problem u organizacionom podešavanju i samoj organizaciji rada pošte.
- *merenje u periodima kada postoje i ne postoje redovi čekanja* – ovo je takođe, često sporno jer usluge koje se pružaju, moraju biti standardnog kvaliteta bez obzira da li postoji ili ne postoji red čekanja, s obzirom na prisutne oscilacije u zahtevima za pružanje usluga kako na mesečnom tako i na dnevnom nivou.
- *merenje u različitim delovima radnog vremena* – ovo takođe može biti često sporno, jer se zaposlenom mora obezbediti potreban odmor, kako bi usluge bile standardnog kvaliteta u toku celog vremenskog ciklusa, a vremenski protok radnog vremena ne bi uticao na brzinu pružanja usluge.

Prilikom merenja, javlale su se velike oscilacije, koje su nastajale iz više razloga, a najčešće zbog kontinuiranog merenja kada se štoperica aktivira na početku procesa i meri celokupno vreme do kraja procesa. Zato je veoma važno utvrditi strukturu svake norme, predmet rada/ proces kojim počinje i kojim se završava merenje, kako bi znali šta merimo. Na sam tok procesa uticaj ima više faktora, kao što su: vremenski period merenja, specijalizacija radnika, starosna dob, nivo obrazovanja, organizacija radnog mesta itd. Navedeni faktori ne smeju biti od uticaja na normiranje procesa.

Logička provera i kontrola izmerenih vremena trajanja usluge ili procesa je veoma kompleksna, posebno za usluge kod kojih se javljaju visoka odstupanja prilikom merenja. Takođe, ovo je i vremenski veoma zahtevan i obiman posao jer je potrebno više puta izmeriti trajanje više stotina usluga i na hiljade procesa u poštanskom saobraćaju, a da opet na kraju ne znamo sa sigurnošću koliko i kojih operacija je utrošeno i gde su „uska grla“ koja povećavaju trajanje pružanja usluge.

## 3. Opšti prikaz *ServSTAT* metodologije

Pre opisa ključnih aspekata predložene nove metodologije navešćemo značenje nekih osnovnih pojmova koji će se koristiti: *Radne operacije* – su osnovne operacije u procesu pružanja usluge. Kombinacijom više radnih operacija nastaje usluga.

*Usluga* – je skup radnji pojedinca ili grupe zaposlenih usmerene ka zadovoljenju potreba korisnika ili procesa rada u jedinicama poštanske mreže. Usluga se prikazuje kao skup radnih operacija, nad pošiljkama, proizvodima ili dokumentacijom u proizvodnom procesu prenosa.

*Proces prenosa* – proces prenosa poštanskih pošiljaka sastoji se od tehnoloških procesa, od mesta prijema do uručenja, odnosno sledećih tehnoloških faza: prijem, prerada, transport, i uručenje.

*Faza* – pod pojmom faza, u *ServSTAT* metodologiji posmatraju se skupovi aktivnosti u domenu procesa prenosa pošiljaka. Faze za koje se vrši snimanje su: **prijem, prerada** (prispeće i otprema iz pošta, RPLC, PLC), **transport** i **uručenje**. Kao posebne faze u ovom slučaju posmatraju se još dve faze: **Pošta carine** i **Ostalo**.

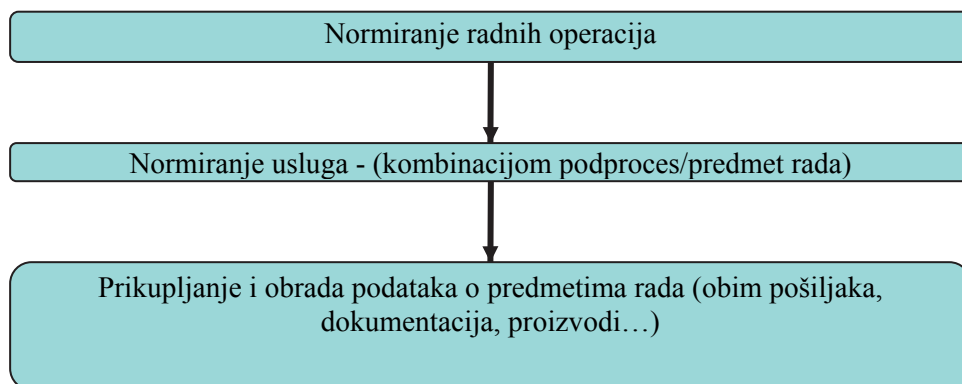
*Podproces* – su delovi procesa prenosa koji se odvijaju u fazama prijema, prerade, uručenja, pošta carinjenja i ostalih poslova, nad pošiljkama, proizvodima ili dokumentacijom u procesu prenosa (*u prijemu*: prijem pojedinačno, prijem od velikih korisnika (opremljen/neopremljen popis), prijem putem kovčežića; *u preradi*: otprema, prispeće, razmena, sravnjenje i preuzimanje, posredovanje, kartovanje, usmerenje/deoba; u uručanju: zaduženje, razduženje (uručene/neuručene), pojedinačna dostava/isplata, skupna dostava, pregradak sa ključem, pregradak bez ključa, post restante/izveštaj o prispeću, vraćene neuručive/neisporučive).

*Ukupno je identifikovano 24 ključna podprocesa u procesu prenosa pošiljaka/pružanja usluga i rukovanju predmetima rada (pošiljkama, dokumentacijom i ostalim proizvodima). Identifikovana su i 54 predmeta rada u poštama (pošiljke, dokumentacija, proizvodi).*

Rezultati koji se očekuju primenom *ServSTAT* metodologije su:

- fleksibilno rešenje za prikupljanje i obradu podataka o normama radnih operacija i usluga;
- ažurno vođenje statističkih podataka u skladu sa tehnološkim promenama ili procesima pružanja usluga;
- obezbeđenje pouzdanih podataka i informacija u vezi sa radnim učinkom (produktivnošću) svakog zaposlenog, grupe zaposlenih (dostavaljači i šalterski radnici), pošta, i drugih organizacionih celina;
- obezbeđenje pouzdanih podataka i informacija u cilju izpunjenja zakonskih obaveza o troškovima svih usluga (ceni koštanj) iz domena univerzalne poštanske usluge i ostalih poštanskih usluga;
- obezbeđenje pouzdanih i blagovremenih informacija u procesu donošenja menadžerskih, a i operativnih poslovnih odluka;

*Opšti model ServSTAT* metodologija može se prikazati kao na slici 1.



Slika 1. Opšti model *ServSTAT* metodologije

*Merenje i utvrđivanje normi za radne operacije* - Pružanje poštanskih usluga korisnicima i obavljanje drugih poslova u poštama, podrazumjeva kombinaciju više standardnih radnih operacija. Radne operacije definisane u ovoj fazi primene *ServSTAT* metodologije, na primer su: preuzimanje – operacija se sastoji od pojedinačnog preuzimanja pošiljaka, obrazaca ili dokumenata u procesu pružanja usluge; opremanje pošiljaka – operacija se sastoji od lepljenja odgovarajućih nalepnica na pošiljku (R, AR, V, OTK, AVIONOM itd); unos podataka u bazu (po karakteru) – operacija se sastoji od unosa pojedinačnog alfa ili numeričkog karaktera na tastaturi u svrhu „pozivanja“ transakcije i unosa potrebnih podataka u pojedinačne transakcije na računaru, za usluge koje se prate putem računarskog sistema, i td.. *Primenom ServSTAT metodologije identifikovano je 22 radne operacije čijom kombinacijom se mogu opisati sve usluge i poslovi koji se pružaju u pošti.*

Norme za radne operacije predstavljaju radni učinak određene vrste, količine i kvaliteta rada. Iskazane su u minutima na dve decimale, i predstavljaju vremensko trajanje radnih operacija. Normirane su sve radne operacije u jedinici poštanske mreže. Norma se utvrđuje kontinuiranim merenjem bez zaustavljanja štoperice u toku trajanja radne operacije ili empirijski na osnovu dostupnih naučnih saznanja ili iskustva. Norma - uključuje rad radnika, rad radnika i mašine i rad mašine (pod mašinom se podrazumjeva sredstvo koje radnik koristi za obavljanje radne operacije, npr. štampač, sortirka, mašina za žigosanje, mašina za frankiranje i sl.). Normiranje se može vršiti uz obezbeđenje sledećih uslova: zaposleni je upoznat sa radnom operacijom, uvežban, zdrav i odmoran odnosno sposoban za normalan rad, kao i da su radni i vremenski uslovi povoljni. Pre izračunavanja norme, izuzimaju se snimci čije vreme trajanja znatno odstupa od vremena trajanja u ostalim snimcima iste radne operacije, ekstremi. Revizija normi i popisa radnih operacija radi se najmanje jednom godišnje.

*Obračun norme za uslugu po podprocesima* - Na osnovu normi za radne operacije, utvrđuju se norme za usluge (Tabela 1.), u zavisnosti od faze prenosa, procesa i podprocesa u kojima se nalaze predmeti rada (pošiljke, proizvodi ili dokumentacija). Norme za usluge predstavljaju radni učinak određene vrste, količine i kvaliteta rada koji se obračunava kao zbir ili kombinacija normi radnih operacija koje učestvuju u izvršenju

konkretne usluge. Najpre je potrebno opisati relacije između usluge, (pod)procesa i radnih operacija. Zatim se definiše broj iteracija određenih radnih operacija u toku izvršenja jedne usluge (Tabela 1.). Nakon toga, vrši se obračun ukupne norme za uslugu. Ovakvo utvrđene norme su osnova za obračun bruto rada zaposlenih i jedinica poštanske mreže, prema definisanim procesima, u uslovima automatizovane obrade statističkih podataka

Primenom *ServSTAT* metodologije, kao što je navedeno, kod poštanskog operatora u kojem je vršeno testiranje i potvrđena mogućnost primene *ServSTAT* metodologije, identifikovano 54 osnovne vrste pošiljaka, proizvoda i drugih predmeta rada. Unosom novog predmeta rada, na primer, nove vrste pošiljke, automatski se omogućava i unošenje pojedinačnih usluga po fazama ili procesima u sklopu faza prijem, prerada, uručenje, pošta carine i ostalo. Za svaku novu vrstu pošiljke i uslugu, potrebno je po procesima definisati, koje će radne operacije nad tom pošiljkom biti primjenjivane prilikom pružanja usluga. Nakon toga je potrebno definisati vremensko trajanje svake pojedinačne usluge, na osnovu trajanja pojedinačnih radnih operacija koje učestvuju u izvršenju usluge.

Tabela 1. *Obračun norme za usluge po osnovu podprocesa*

		PODPROCES - PRIJEM - POJEDINAČNO																					
		RADNA OPERACIJA																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Trajanje operacije u norma minutama		0	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0,2	0,5	0,2	0,1	2	0	0,2	0,1	0,3	0,4	0,6	0,1	0	1,5
PREDMETI RADA																							
OBIČNE POŠILJKE		1	1		1		1			1													0,36
TISKOVINE I SEKOGRAMI		2	1		1		1			1													0,36
...																							
IZVEŠTAJ		54																					

Kod izabranog poštanskog operatora u kojem je vršeno testiranje mogućnosti primene *ServSTAT* metodologije i ostvarenim efektima primene iste, ukupno je identifikovano 24 podprocesa u fazama prijem, prerada (prispeće i otprema), pošta carine, uručenje i ostali poslovi.

Osnovne faze u procesu prenosa/pružanja usluga u kojima je primenjena/testirana *ServSTAT* metodologija su:

**PRIJEM/PRODAJA** – podrazumeva fazu procesa prenosa/pružanja usluga u kojoj se vrši prijem pošiljke od korisnika (od preuzimanja do otpreme prema kartisti). U ovoj fazi mogu se naći i ostali predmeti rada kao što su: nalozi za uplatu/isplatu, izveštaji, zapisnisci i td. Kao usluga javlja se i prijem dokumenata, naplata računa itd. U ovoj fazi identifikovana su 4 podprocesa

**PRERADA** – podrazumeva fazu procesa prenosa/pružanja usluga u kojoj se vrši otprema / prispeće / razmena / savnjenje / preuzimanje / posredovanje / kartovanje /usmerenje / deoba pošiljaka, vreća ili dokumenta u pošti, PLC-u. izmjeničnoj pošti itd. Identifikovano je 7 podprocesa. Ovi podprocesi se javljaju u svim jedinicama poštanske mreže u šalterskim poštama prilikom otpreme pošiljaka iz pošte, u dostavnim poštama prilikom

deobe pošiljaka na reone ili deobe po itinereru, u isporučnim poštama prilikom deobe po poštanskim pregradcima, kao i u PLC-ima i izmjeničnoj pošti itd.

POŠTA CARINE – U ovoj fazi se podrazumeva prisustvo radnika pošte u postupku carinjenja pošiljaka u uvozu i izvozu (2 podprocesa).

URUČENJE – Ova faza podrazumeva, pripremu za uručenje, dostavu pošiljaka na domu i isporuku pošiljaka u prostorijama pošte. U ovoj fazi se ne evidentiraju norme za deobu pošiljaka po reonima ili ABC ormanu ili itinereru dostavljača/poštara (navedeni poslovi su normirani pod fazom „prerada“ tj. podproces „usmerenje/deoba“).

OSTALO – ovo je faza koja je pomoćna u procesu pružanja usluga. U ovoj fazi su najčešće usluge/aktivnosti/procesi koje pružaju organizatori posla u pošti (upravnici i kontrolori). Takođe u ovoj fazi se nalaze i usluge koje su zajedničke za sve faze pružanja usluge ili poslova koje obavljaju pomoćne blagajne.

Faza TRANSPORTA ne prati se kao poseban podproces, već se prevoz pošiljaka u internom i eksternom transportu obračunava na osnovu pređenog puta u zavisnosti od prevoznog sredstva.

Rezultat utvrđivanja normi za usluge/poslove po podprocesima, dati su u tabeli 2. koja predstavlja matricu tipa 24x54 (24 podprocesa i 54 predmeta rada). Pojedini elementi matrice nisu popunjeni, jer se predmeti rada ne javljaju u datim podprocesima. Na ovaj način, olakšana je provera ispravnosti normiranja tehnološkog procesa prenosa/pružanja usluga.

Tabela 2. Prikaz normi za usluge/poslove (predmeti rada/podprocesi)

	PROCESI	PRIJEM/PRODAJA				PRERADA								POSTA CARINE		URUČENJE						OSTALO			
		POJEDINAČNO	OD VELIKIH KORISNIKA - skupno		IZ KOVČEŽICA	OTPREMA	PRIFJEĆE	RAZMENA	STAVLJENJE I PREDJIZNANJE	POSREDOVANJE	KARTOVANJE	USMERNENJE / DODBA	CARINJENJE - UVOZ	CARINJENJE - IZVOZ	ZAUZETIJE	RAZDUŽENJE		POJEDINAČNA DOSTAVA/PUTA	SKUPNA DOSTAVA	PREGRAĐAN SA KLJUČEM	PREGRAĐAN BEZ KLJUČA	POST RISTANTE Ili IZVEŠTAJ O PRIFJEĆU	VRACENJE nametnute/nepripravne	SACINJENJE O POŠTI Ili IZDATO ROBRANJE	IMEBENJE
			OPREMLJENO	NEOPREMLJENO												URUČENE	NEURUČENE								
POŠILJKE I PREDMETI RADA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
UPS OBIČNE POŠILJKE		0,36	0,01	0,06	0,06	0,01	0,02					0,06			0,01	0,01	0,01	0,55	0,20	0,04	0,04	0,04			
UPS TISKOVINE I SEKOGRAMI		0,36	0,01	0,01		0,01	0,02					0,06			0,01	0,01	0,01	0,55	0,20	0,04	0,04	0,04			
...																									
MPS Izveštaj		54																						5,2	

Obračun ostavrenog bruto rada i produktivnosti vrši se za sve zaposlene u pošti, za grupe radnike (dostava i šalterski poslovi/zaposleni) i sve pošte. U konačnom obračunu produktivnosti, produktivnost upravnika i kontrolora se, po potrebi uz prethodnu procenu opravdanosti, produktivnost u funkciji korektivnog faktora, može uvećati za 10% na svakih 5 radnika u organizacionoj celini kojom zaposleni rukovodi, ali ne više od 50%, na ime poslova rukovođenja, kadrovanja, kontrole i organizacije.

Evidencije se vode na nivou svakog radnog mesta i svakog zaposlenog. Prikupljeni podaci se sintetički prikazuju na nivou organizacionih jedinica (pošta, radna jedinica, preduzeće).

U tabeli 3. prikazani su rezultati testiranja primene *ServSTAT* metodologije u alokaciji troškova usluga iz domena univerzalne poštanske usluge i ostalih poštanskih

usluga, a kao mesto troška prikazana je specijalizovana dostava paketa i ekspres pošiljaka

Uspešnom primenom *ServSTAT* metodologije obezbeđena je mogućnost praćenja direktnih troškova i alociranje zajedničkih troškova [2], [3] koji nastaju u proizvodnom procesu u pošti, dok se alokacija indirektnih troškova utvrđuje na osnovu unapred definisanih ključeva raspodele. Poseban izazov za menadžment predstavlja alokacija troškova objekata i opreme.

Tabela 3. Primena *ServSTAT* metodologije u domeni alokacije troškova usluga

		UČEŠĆE TARIFE U PRIJEMU	UČEŠĆE TARIFE U PRERADI	UČEŠĆE TARIFE U TRANSPORTU	UČEŠĆE TARIFE U URUČENJU
I.	Unutrašnji saobraćaj				
I.1.	Pismonosne pošiljke				
I.1.1.	Pismo od 1gr do 2000 gr				
I.1.1.1.	Stope mase:				
0	- Od 1 do 20 gr	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
0	- Od 21 do 50 gr	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
0	- Od 51 do 100 gr	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
0	- Od 101 do 250 gr	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
0	- Od 251 do 500 gr	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
0	- Od 501 do 1000 gr	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
0	- Od 1001 do 2000 gr	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
I.2.	Dopisnice do 20 gr	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
I.3.	Paketi				
I.3.1.	Paket do 10 kg				
I.3.1.1.	Stope mase:				
0	- Do 2 kg	1,7573%	1,2501%	0,3257%	0,1283%
0	- Preko 2 do 3 kg	2,7622%	1,9650%	0,5119%	0,2016%
0	- Preko 3 do 4 kg	2,1471%	1,5274%	0,3979%	0,1567%
0	- Preko 4 do 5 kg	1,4964%	1,0645%	0,2773%	0,1092%
0	- Preko 5 do 6 kg	1,1060%	0,7868%	0,2050%	0,0807%

Obrada podataka i izveštavanje, primenom *ServSTAT* metodologije je jednostavno i obezbeđuje veliki broj adekvatnih i potrebnih informacija u procesu poslovnog odlučivanja. U tabeli 4. prikazan je obračun po fazama (grupama podprocesa) i predmetima rada. Ovaj izveštaj donosiocu odluke ukazuje na trajanje proizvodnog procesa na svaki predmet rada bilo da je reč o pošiljkama/uplatama ili dokumentaciji (izveštaji, zapisnici...).

Tabela 4. Prikaz po fazama i predmetima rada

VrstaUloge	% FAZA PRIJEM	%FAZA PRERADA	% FAZA TRANSPORT	% FAZA URUČENJE
OBIČNE POŠILJKE	0,00000000%	0,00000000%	0,00000000%	0,00000000%
TISKOVINE I SEKOGRAMI	0,00000000%	0,00000000%	0,00000000%	0,00000000%
NEADRESOVANA POŠTA	0,00000000%	0,00000000%	0,00000000%	0,00000000%
PREPORUČENE POŠILJKE	0,00000000%	0,01962236%	0,09654996%	0,10925900%
VREDNOSNE POŠILJKE	2,17409527%	0,28886274%	0,18629239%	0,10102082%
OTK POŠILJKE	0,00000000%	0,00000000%	0,00000000%	0,00000000%
EKSPRES POŠILJKE	0,19058627%	25,77383430%	22,07830474%	21,61350458%

Praćenje i evidentiranje statističkih podataka, ne vrši se samo s ciljem merenja produktivnosti rada zaposlenih, što je njegova primarna uloga, već i sa ciljem precizne

alokacije toškova, pre svega troškova radne snage (u poštanskoj delatnosti ovi troškovi u strukturi ukupnih troškova u proseku učestvuju sa oko 70% .

#### 4. Zaključak

U ovom radu predstavili smo *ServSTAT* metodologiju za prikupljanje, obradu i primenu statističkih podataka u poštama. Prikazani su samo osnovni elementi *ServSTAT* metodologije. *ServSTAT* metodologija je mnogo kompleksnija i pruža znatno više podataka i informacija od prethodno korišćenih metodologija. Značajno je naglasiti i to da je mogućnost primene ove metodologije testirana na primeru jednog imenovanog poštanskog operatora da je u primeni od 2019. godine. Očekivani efekti njene uspešne primene su i ostvareni.

Primenom *ServSTAT* metodologije ostvaren je značajan doprinos u postupcima prikupljanja i obrade statističkih podataka u poštanskoj delatnosti. *ServSTAT* metodologija se koristi u alokaciji troškova poštanskih usluga, formulisanju cene koštanja istih, kao i u ostvarenju značajnih rezultata u raspodeli zajedničkih troškova. Poseban doprinos istaknut je pri definisanju ključeva za raspodelu indirektnih troškova poslovanja.

Prednost nove *ServSTAT* metodologije može se sagledati i u tome što se prati manji broj predmeta rada, pošiljke su razvrstane u zavisnosti od rukovanja i porekla (unutrašnji ili međunarodni saobraćaj), svi ostali izveštaji i dokumentacija su podeljeni po grupama radi lakšeg evidentiranja. Unos podataka je pregledan, čime se smanjuje mogućnost pogrešnog unosa ostvarenog broja usluga. Logička kontrola unetih podataka je jednostavnija i brža, a izveštavanje kao osnov dobrih menadžerskih odluka, dinamično uz mogućnost prilagođavanja potrebama korisnika.

Primenom *ServSTAT* metodologije u alokaciji troškova, dobijaju se izveštaji prilagođeni regulativi, potrebama imenovanog/javnog poštanskog operatora zahtevima i potrebama Nacionalne regulatorne agencije.

#### Literatura

- [1] Milić P., Gezović S. (2015). Primena norma minuta u raspodeli troškova poštanskih usluga. XXXIII Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2015, Beograd, 1. i 2. decembar 2015. pp. 110-118, Beograd.
- [2] European Commission (2008). Directives 97/67/EC, 2002/39/EC, 2008/6/EC
- [3] Zakon o poštanskim uslugama (2019). "Sl. glasnik RS", br. 77/2019.

**Abstract:** *For years, postal operators have been striving to provide an adequate methodology for collecting, processing and applying statistics. Given that this is a large number of data and very complex mechanisms for their application, as well as the importance of their application in the business decision-making process, the current methodology has not always given satisfactory results. Problems most often arise when interpreting processing results or applying them to other billing systems, such as cost*

*allocation and price of universal postal service. The aim of this paper is to present the most important aspects of the new methodology for collecting, processing and applying statistical data, which will provide a suitable basis for making timely and good managerial decisions. The successful application of this methodology, among other things, provides monitoring of the structure of realized services, by business areas, types, rate and other parameters of importance for the development and improvement of postal traffic. Among other things, the processing and presentation of results is provided especially for the universal postal service, especially for commercial and other postal services. Also, the quality application of this methodology ensures the monitoring of work by processes (acceptans, sorting, transport, delivery), activities (acceptans individually, acceptans via mail box, sorting of items, etc.) as well as working operations ( measurement, counting, data entry, etc.) at the post office. Based on the application of the proposed methodology, management can effectively and efficiently manage the entire system up to the level of working operations. Data collection is very simple, processing and dynamic reporting is automated.*

**Keywords:** *ServSTAT methodology, statistics, post office, data*

**ServSTAT METHODOLOGY FOR COLLECTING, PROCESSING  
AND USE STATISTICAL DATA IN POST OFFICES**

Dragana Šarac, Spasenija Ožegović, Momčilo Kujačić, Marija Unterberger



## PERFORMANCE INDICATORS OF THE NEW SORTING CENTER

Katarina Mostarac<sup>1</sup>, Zvonko Kavran<sup>1</sup>, Estera Rakić<sup>2</sup>, Filip Tonković<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb - Faculty of Transport and Traffic Sciences,  
k.mostarac@fpz.unizg.hr; zkavran@fpz.unizg.hr; ftonkovic27@gmail.com

<sup>2</sup>Croatian Post, estera.rakic@posta.hr

**Abstract:** *New sorting center (NSC) of Croatian Post (HP) was build and opened in 2019. Within the NSC, advanced technologies enable more efficient processing and sorting of shipments and increase postal service quality. Six modern machines improve logistics and postal services' performance and facilitate postal and logistics center processes. Also, the schedule of devices, departments, premises, and places of receipt and dispatch are optimally located. Shipments are received as soon as possible, sent for processing, and prepared for dispatch. This paper analyses the technological and technical indicators of the NSC.*

**Key words:** *sorting center, letter and parcel machines, logistic operations.*

### 1. Introduction

The postal sorting center is a facility where shipments are consolidated, processed, sorted, and finally shipped to all areas within a country and abroad. Various postal and logistics processes are performed within the sorting center, which is essential to providing quality postal services. In the Republic of Croatia, the New Sorting Center (NSC) of the Croatian Post was built, in Velika Gorica, near the capital city Zagreb. The location of the NSC is on former military premises. The location is close to the Franjo Tuđman International Airport and close to the Zagreb - Sisak motorway and the Zagreb - Velika Gorica expressway. Most Croatian Post (Management and Administration) employees and delivery vehicles in multiple locations in Zagreb have been moved to the NSC. The construction of the sorting center and the relocation of delivery mail trucks from the city center, closer to larger roads, will optimize the technological phases while reducing congestion in the city centers [1].

Significant investments (350 million HRK) in modern sorting systems have made NSC most modern sorting center in South East Europe [2]. Such technology enables faster and better processing of shipments and packages and speedier delivery. NSC includes technological processes: take over, routing, transport, processing, dispatch to deliver parcels in the national and international market [3]. These processes are complex, with high user requirements, so the technology speeds up all processes within the sorting center with minimum error rate. The NSC's large internal space enables employees' easier movement,

placement of different machines throughout the space and a very well-arranged schedule related to different jobs.

The number of the sorting machines in the new sorting center is currently six, with more planned. The machines are strategically planned and distributed, to allow continuous uninterrupted operation for a period of 24 hours. Sorting systems consists of machines for sorting (letter) shipments and machines for sorting parcels:

- Four machines for automatic sorting of letter items with 240 output bins (Vantage manual machine)
- One machine for automatic sorting of flat shipments with 90 output bins (VariSort machine)
- One machine for automatic parcel sorting
- Central computer system (CCS), with video coding system.

## 2. Technical and technological indicators of the NSC sorting systems

Technical and technological performance of the NSC will be analyzed through sorting systems characteristics. Sorting systems are generally divided into shipments (refers to letter and flat mail) and parcel sorting systems.

### 2.1 Sorting of postal shipments

*Vantage manual* (VM) is a machine for automatic sorting of letter items with 240 output bins. Four VM's have been installed in the NSC, and one in the sorting center in Split. This machine efficiently sorts letter shipments intended for the local and national level, while international mail is also sorted, but in smaller quantities.

The machine has 240 compartments that are divided into four levels. The upper exit compartment height is a maximum of 160 cm so that the shipments are easily accessible to every worker. The two upper compartments are slightly inclined downward at an angle of 10 - 15 degrees. Each compartment's depth is a minimum of 350 mm, and one compartment can hold over 60 shipments. The main characteristics of the VM are shown in Table 1 [4].

Table 1. *Vantage machine characteristics*

Characteristic	Indicator
Length	16 m
Hight	2,2 m
Width <sup>1</sup>	3,5 m
Width <sup>2</sup>	2 m
Loading weight	320 kg
Minimum operating capacity	42,000 per hour
Sorting accuracy	99.5 %

Although the VM is automated, a worker should still be present during operation, except when the machine runs continuously for 24 hours without stopping for maintenance. The worker starts and stops the machine and assigns sorting functions according to nine sorting centers (see Table 4) located throughout the Republic of Croatia.

<sup>1</sup> Width at the induction point

<sup>2</sup> Width for transport modules and output bins module

*VariSort* (VS) is a machine for automatic sorting of flat shipments (flats) with 90 output bins. Flats are items larger than letter items that usually do not fit in the mailbox and are delivered directly to customers. VS sorts shipments that are larger and can be of a different shape. The characteristics of the VS are particular and essential for sorting flat shipments, as shown in Table 2 [4].

Table 2. *VariSort* machine characteristics

Characteristic	Indicator
Automatic loading width	5 m
Manual loading width	5 m
The transport module and the module with exits for sorted shipments width	2 m
Total length	38 m
Total height	2,5 m
Maximum weight <sup>3</sup>	320 kg
Automatic shipment module nominal/operating capacity	8,000/7,500 pieces per hour
Manual shipment module nominal/operating capacity	3,000/2,700 pieces per hour

The number of sorted outputs is 90 and divided into two levels. The first 29 output bins are intended for sorting shipments for larger cities. The other 61 output bins are intended for shipments to Zagreb. The box's maximum height stand at the upper exit is 150 cm and must not be higher for easier access. The machine has one automatic and two manual loading modules. VS works with larger shipments, so the sorting speed is slightly lower.

VS has sensors that inform the workers if the compartment is 70% or 100% full. When the compartment is 70% complete, the machine signals the worker to prepare the replacement of the yellow boxes or bags. When the compartment is 100% complete, the worker replaces the boxes or bags with empty ones. In addition to this, the machine also prints labels that contain information about the sorting destinations [4].

## 2.2 Sorting of parcels

A parcel sorting machine (PSM) automatically sorts parcels and consists of 55 large exit slides and 90 small exit slides. Large parcels weighing up to 30 kg usually come out through large slides, and other smaller packages or flat shipments come out through smaller slides. The machine consists of five inductions through which shipments pass through the machine. On these inductions, scales for weighing and moving shipments are located, a terminal for powering the machine and a terminal for manual shipments sorting. At the top of the machine there are two tunnels through which each shipment passes to scan and determine shipments' dimension. There are also cameras to capture a picture of each shipment.

Each machine's induction has a terminal for starting the machine and a terminal for possible manual sorting by entering the address or just the postal code number. For each sorting, a table is made that defines shipment dimensions and weight that go into large

---

<sup>3</sup> Weight that loads one square meter

slides or that can go to the exit for bags and boxes. PSM characteristics are shown in Table 3 [4].

*Table 3. Parcel machine characteristics*

<b>Characteristic</b>	<b>Indicator</b>
Length	85
Hight	Up to 10 m
Width	45 m
Operating capacity	15,000 parcels per hour
Maximum capacity	16,800 parcels per hour

The difference between VM, VS, and PSM is that this machine sorts parcels and express shipments, but it can also sort some flat shipments and small packages. The value of this machine is 67.5 million HRK. It accelerated parcel sorting, which ultimately increases the quality of services. Shipment characteristics of various sorting system machines is shown in Table 4 [4].

*Table 4. Sorting systems shipment characteristics*

<b>Sorting system</b>	<b>Characteristic</b>	<b>Indicator</b>
<b>Vantage Manual</b>	Length	127 mm – 285 mm
	Hight	89 mm – 162 mm
	Thickness	0.2 mm – 6 mm
	Mass	2 g – 100 g
<b>Varisort</b>	Length	127 mm – 400 mm
	Height	102 mm – 305 mm
	Thickness	0,5 mm – 35 mm
	Mass	25 g – 1500 g
<b>PSM</b>	Length	130 – 1200 mm
	Hight	80 – 600 mm
	Thickness	10 mm – 600 mm
	Mass	100 g – 30 kg

Optic Code Reader (OCD) enables automatic address recognition. Readability rates of the VM, VS, and PSM sorting systems are shown in Table 3 [4].

*Table 5. Vantage, VariSort, and PSM machine OCD readability rates*

<b>Characteristic</b>	<b>Performance (%)</b>
Postal code and name, street, and house number	90
Handwritten address	68
Only zip code and name (typing)	98
Only zip code and name (manually)	70
Bar code	99.5

### 3. Comparison of key performance indicators before and after NSC opened

Frazelle [5] identified performance, cost, and value measures of the logistics system. Furthermore, authors in [3] identified performance indicators in the postal logistics centers. We analyze key performance indicators, mainly: financial, productivity performance, and service quality. Analysis of the key performance indicators before and after NSC was opened is performed

Financial indicators are analyzed through number of workers, before and after NSC was opened. These data are shown in Table 6.

*Table 6. Number of sorting center workers*

Sorting centre	2017	2020
<b>Other</b>	2	1
<b>Bjelovar</b>	26	26
<b>Gospić</b>	12	0
<b>Slavonski Brod</b>	23	26
<b>Šibenik</b>	16	0
<b>Varaždin</b>	30	0
<b>Zadar</b>	42	46
<b>Osijek</b>	72	63
<b>Rijeka</b>	116	116
<b>Split</b>	138	141
<b>Zagreb</b>	650	528
<b>Total</b>	1127	948

The total number of 179 workers have been reduced in 2020, after the opening of the NSC. If costs are reviewed, Croatian Post reduced workers' costs in sorting centers by 1,363,801 HRK in 2020, compared to 2017. Productivity performance indicators are shown in Table 7.

*Table 7. Productivity performance indicators*

Characteristics	Previous sorting systems	NSC
Daily machine capacity	800,000 items	1,800,000
Processing time <sup>4</sup>	10 + 10 hours	11 + 7 hours
Sorting level rate	Postal offices (70%) and delivery area (30%)	Delivery area (99%)

It is evident that NSC increased productivity rate at all characteristics of the sorting system. Shipment capacity and sorting level rate have increased, while secondary sorting process is reduced by three hours.

<sup>4</sup> Primary and secondary sorting

When service quality is concerned, we calculate performance using example of sorting systems before and after the NSC opening. If the daily capacity was 800,000 shipments and the number of shipments on the peak day was 1,200,000, the number of shipments to be sorted the next day was 400,000. If the number of incoming shipments next day was 1,400,000, cumulative number of the unsorted shipments for the third day was 1,000,000 shipments. Quality was severely jeopardized, and quality standards were not met. Since the NSC's daily capacity overseeds the number of incoming shipments, even on peak days, service quality is not endangered. Therefore, quality of the postal services significantly improved since the NSC opening.

## **5. Conclusion**

Croatian Post currently has nine sorting centers, including the postal and logistics center in Velika Gorica, built in 2019. Within the NSC, advanced sorting technologies are implemented, which allow for efficient sorting of shipments and increase the quality of postal service. Six modern sorting systems provide the flawless performance of logistics and postal services and facilitate the processes. In addition, the layout of sorting systems, departments, premises and places of receipt and dispatch are located so that shipments are received, sent for processing, and prepared for delivery as soon as possible. Each of the departments performs tasks and is also connected to other departments to form one completely complex system. Centralization has enabled Croatian Post more efficient procedures that affect entire postal network, with significant savings. Less workforce is needed, where sorting is carried out by the delivery area level. Key performance indicators identified in the paper are related to finance, productivity performance and service quality. All of the analyzed indicators show better performance after the NSC opening.

## **Literature**

- [1] A. Bogdan, Kapitalna investicija za unaprijeđenje poštanskog tržišta, *Gradjevinar* 7/2018, [Online]. Available at: <http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-70-2018-7-6-Gradiliste.pdf>
- [2] Hrvatska pošta, Novi sortirni centar, [Online]. Available at: <https://www.posta.hr/novi-sortirni-centar-6345/6345>
- [3] M. Kujačić, S. Nikoličić, B. Jovanvić, D. Mirčetić, Logistics Performance in Postal Logistics Centers, 1<sup>st</sup> Logistics International Conference, 28 – 30 November 2013, Belgrade, Serbia, 2013
- [4] F. Tonković, Technical and Technological Features of the Postal Logistics Center. University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences, Master 's thesis. Zagreb, 2020.
- [5] E. Frazelle, Supply Chain Strategy, *The Logistics of Supply Chain Management*, McGraw-Hill, 2002.

## **INDIKATORI PERFORMANSI NOVOG POŠTANSKOG CENTRA**

Katarina Mostarac, Zvonko Kavran, Estera Rakić, Filip Tonković

## ANALIZA UTICAJA USLUGE PRENOSA EKSPRES POŠILJAKA SA UNAPREĐENOM VREMENSKOM DOSTUPNOŠĆU NA EMISIJU CO<sub>2</sub>

Dragan Lazarević, Momčilo Dobrodolac, Bojan Stanivuković  
Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet,  
d.lazarevic@sf.bg.ac.rs, m.dobrodolac@sf.bg.ac.rs, stanivukovic@sf.bg.ac.rs

**Sadržaj:** U radu su prikazani rezultati analize uticaja novog koncepta usluge prenoša ekspres pošiljaka sa unapređenom vremenskom dostupnošću na emisiju CO<sub>2</sub>. Ova usluga – „Post Express non-stop“, zajedno sa postojećim uslugama podrazumeva opslugu korisnika 24 časa dnevno, sedam dana u nedelji. Na teritoriji grada Beograda, sprovedena je simulacija dostave ekspres pošiljaka u realnim uslovima, a u skladu sa postojećim uslugama, kao i predloženom novom uslugom. Na osnovu dobijenih pokazatelja, određene su emisije CO<sub>2</sub> kao produkt drumskog transporta u okviru dostave, pri čemu su najznačajniji rezultati komparativne analize prikazani u radu.

**Ključne reči:** prenos ekspres pošiljaka, unapređenje, vremenska dostupnost, simulacija dostave, emisija CO<sub>2</sub>.

### 1. Uvod

Uticaji čoveka na životnu sredinu su različite vrste i intenziteta, ali u svakom obliku uglavnom izazivaju značajne negativne posledice. Njihovo ublažavanje ili eliminisanje, predstavlja izuzetno aktuelan zadatak na globalnom nivou. Jedan od najčešćih negativnih uticaja, jeste emisija štetnih gasova, nastala kao produkt sagorevanja fosilnih goriva u transportu. Korišćenje fosilnih goriva uzrok je rastućem problemu, koji se ogleda u emisiji CO<sub>2</sub>, usled čega zahteva pažnju javnosti i adekvatne korektivne pristupe [1, 2].

Na teritoriji Evropske unije (EU), transport je izvor za oko 30% ukupne emisije CO<sub>2</sub>, od čega preko 70% dolazi kao produkt drumskog transporta. EU je definisala dugoročni cilj, koji podrazumeva da se do 2050. godine za 60% smanje emisije u odnosu na nivo iz 1990. godine, koje potiču iz transporta.<sup>1</sup> Za transportne kompanije to pre svega podrazumeva neophodnost razvijanja i primene različitih strateških pristupa. Brojni su modeli koji se mogu prilagoditi i koristiti za fokusirano delovanje menadžmenta na poslovni proces u cilju njegovog unapređenja [3,4,5]. Jedan od osnovnih konceptata na kome će se težiti, pri realizovanju navedenog cilja, zasniva se na primeni obnovljivih i

---

<sup>1</sup> European Parliament: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20190313STO31218/co2-emissions-from-cars-facts-and-figures-infographics>

„čistih“ izvora energije. To znači da će električna i hibridna vozila u budućnosti biti veoma zastupljena u ekološki odgovornim transportnim sistemima. Korišćenje alternativnih goriva takođe predstavlja ekološki pogodno rešenje. Dodatno, odgovarajuće tehnike vožnje, poput EKO vožnje, doprinose smanjenju potrošnje goriva, a samim tim i smanjenju emisija štetnih gasova [6, 7, 8].

Osnovne karakteristike stanja saobraćaja u dnevnim gradskim uslovima jesu česte gužve i opterećenje mreže, što ima značajan i direktan uticaj na efikasnost njegovog funkcionisanja i na potrošnju goriva. Česta zaustavljanja vozila iniciraju i česte polaske iz mesta, kao i vožnju na visokom broju obrtaja u nižim stepenima prenosa. Navedene karakteristike jesu osnova za funkcionisanje saobraćaja u gradu, ali i uticajni faktori na značajno povećanje potrošnje goriva. Jedan od glavnih ciljeva društveno odgovornih kompanija jeste smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu i promocija ekološki odgovornog obavljanja poslovnih aktivnosti. Kako je emisija štetnih gasova u direktnoj vezi sa potrošnjom goriva, jedan od načina za postizanje navedenog cilja jeste upravo smanjenje njegove potrošnje [2, 9].

Eksploatacija nove usluge prenosa ekspres pošiljaka podrazumeva i prelazak jednog dela dnevnih zahteva za prenosom (postojeće usluge) na večernji i noćni prenos (nova usluga). To direktno utiče na prebacivanje jednog dela saobraćajnih zahteva sa dnevnih uslova saobraćaja na večernje i noćne uslove. Značajna odlika saobraćaja u periodu vremena realizovanja nove usluge jeste manja gužva, što direktno utiče i omogućuje lakše održavanje konstantne brzine tokom vožnje i smanjenje broja nepotrebnih zaustavljanja (zaustavljanje u koloni vozila, zaustavljanja usled nemogućnosti usklađivanja sa „zelenim talasom“ i sl). Na osnovu navedenog, može se pretpostaviti da bi se u terminima obavljanja nove usluge (večernji i noćni – u daljem tekstu noćni), potrošilo manje goriva i samim tim emitovalo manje CO<sub>2</sub> nego u terminima postojećih usluga (dnevni uslovi), a za isti obim zahteva [2,9]. U skladu sa navedenom pretpostavkom, definisani su predmet i cilj istraživanja u ovom radu.

## **2. Metodologija istraživanja**

Usled brojnih uticajnih faktora koje donose savremene okolnosti poslovanja i života, potrebe i navike, kako fizičkih tako i pravnih lica - korisnika poštanskih usluga, se manjaju. Značajan broj ovih korisnika nije u mogućnosti da koristi usluge prenosa ekspres pošiljaka ili ih koristi, a da na taj način negativno utiče na ostale sopstvene, tekuće aktivnosti. Česti uzrok ovoj pojavi jeste podudaranje radnih vremena poštanskih kompanija i zainteresovanih potencijalnih korisnika. Nameće se zaključak da periodi vremena, u kojima se usluge prenosa ekspres pošiljaka ne obavljaju, mogu biti interesantni kako pružaocima, tako i potencijalnim korisnicima usluge. Upravo, predložena nova usluga - „Post express non-stop“, ispunjava navedeni vremenski prostor čime u velikoj meri doprinosi unapređenju vremenske dostupnosti. Zajedno sa postojećim uslugama, predložena nova usluga obezbeđuje maksimalnu vremensku dostupnost. To podrazumeva da se nova usluga radnim danima obavlja u periodu od 19h uveče, do 8h ujutru, a vikendom od 15h subotom do 8h ponedeljkom [9,10].

Kako bi se došlo do odgovarajućih zaključaka o uticaju nove usluge na životnu sredinu, konkretno na emisiju CO<sub>2</sub>, sproveden je eksperiment na teritoriji grada Beograda. Obuhvatio je simulaciju dostave ekspres pošiljaka u okviru postojećih usluga, kao i u okviru predložene nove usluge „Post express non-stop“. U oba slučaja, u obzir su uzeti



identični zahtevi. Primenjena metodologija istraživanja, obuhvata nekoliko ključnih koraka [2,9]:

1. Definisanje teritorije na kojoj bi se realizovao eksperiment, odnosno simulacija dostave ekspres pošiljaka;
2. Analiza zahteva, definisanje rute kretanja i perioda u toku dana u kojima bi se eksperiment realizovao, kao i njegova dinamika;
3. Izlazak vozila na teren i simuliranje dostave na zadatim lokacijama, a u skladu sa unapred određenom rutom;
4. Završetak vožnje (dostave ekspres pošiljaka) i povratak u polaznu tačku uz kontrolu potrošnje goriva od trenutka izlaska vozila na teren;
5. Određivanje emisije CO<sub>2</sub> na osnovu potrošnje goriva.

Metodologija podrazumeva realizaciju eksperimenta tokom čitave radne nedelje, na istom vozilu, sa istim opterećenjem i pritiskom u pneumaticima. Učešće u eksperimentu je uzelo više vozača kako bi bili obuhvaćeni različiti stilovi vožnje. Svaki vozač na osnovu definisanih identičnih zahteva i rute obilazi lokacije za dostavu, a nakon završetka, vraća se u početnu tačku, gde se kontroliše potrošnja goriva. Za iste zahteve vozač simulira dostavu još dva puta u toku dnevne smene (postojeće usluge), odnosno još tri puta u okviru usluge „Post express non-stop“. U skladu sa navedenim, predviđeno je da svaki vozač vozi (simulira dostavu) šest vožnji, u skladu sa istim zahtevima i po identičnoj ruti, samo u različitim delovima dana (3 vožnje u dnevnim uslovima – postojeće usluge; 3 vožnje u noćnim uslovima – nova usluga „Post express non-stop“). Podrazumeva se da pri obavljanju realne dostave vozač po dolasku na lokaciju isključuje motor vozila. U slučaju simulacije dostave vozači dolaze do lokacije, parkiraju se, a nakon toga nastavljaju svoj put ka narednoj lokaciji. Po završetku eksperimenta, određuje se ukupna potrošnja goriva za dnevne uslove (postojeće usluge), odnosno za noćne uslove (nova usluga „Post express non-stop“), uzimajući u obzir različite stilove vožnje, a za identične zahteve, odnosno rute [2,9].

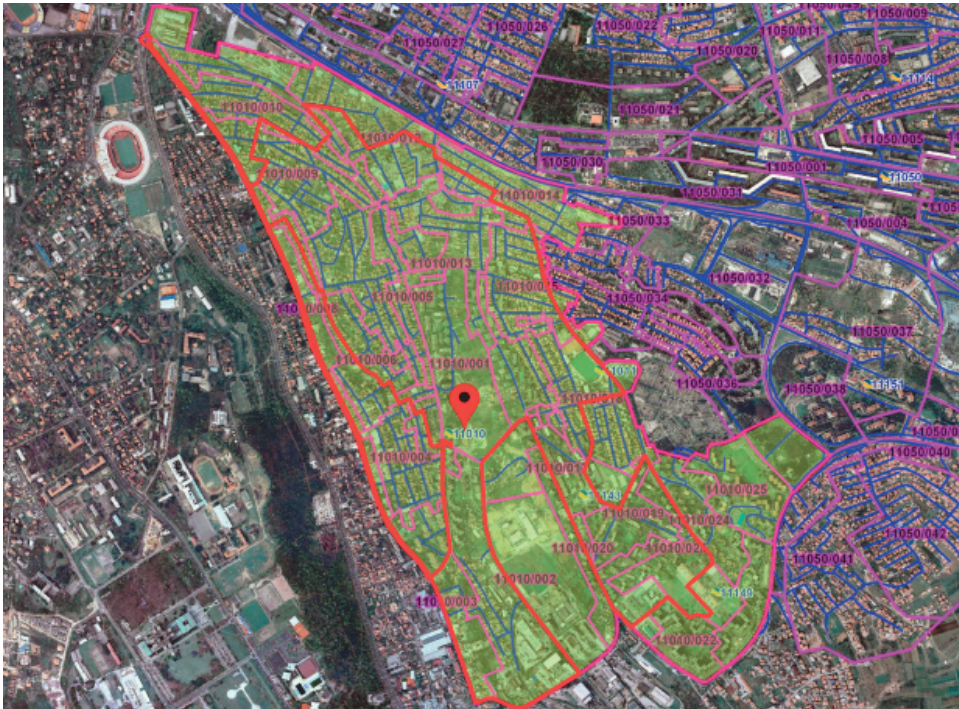
U skladu sa potrošnjom goriva i činjenicom da se pri sagorevanju 1 litra dizela emituje 2,640kg CO<sub>2</sub>, određuje se ukupna emisija CO<sub>2</sub> [11,12]. Uzimajući u obzir prosečan broj zahteva (pošiljaka), koje kurir može da realizuje u datim uslovima, može se definisati količina emisije CO<sub>2</sub> po pošiljci, a u okviru procesa transporta pri dostavi (nisu uključene emisije koje potiču od drugih aktivnosti u okviru tehnološkog procesa prenosa pošiljaka – pakovanje, sortiranje...). Na ovaj način, moguće je analizirati emisiju CO<sub>2</sub> za realizaciju dostave u dnevnim (postojeće usluge), odnosno u noćnim uslovima (nova usluga „Post express non-stop“), pa se može utvrditi uticaj nove predložene usluge na životnu sredinu kroz emisiju CO<sub>2</sub> [2,9].

### **3. Primena predložene metodologije na teritoriji Beograda**

U prvom koraku primene predložene metodologije, najpre je definisana teritorija za realizaciju istraživanja. U ovom slučaju, odabran je deo teritorije na opštini Voždovac i to rejoni za dostavu koji pripadaju jedinici poštanske mreže 48. Odabrana teritorija je pogodan reprezent čitave teritorije grada usled pripadajućeg reljefa, gustine naseljenosti i razvijenosti saobraćajne mreže.

U drugom koraku, na osnovu realnih zahteva koji su prikupljeni uvidom u sistem za praćenje pošiljaka posmatranog operatora [13], formirani su zahtevi za potrebe

istraživanja. Prikazani su u formi rute na rejonu koju kurir treba da pređe kako bi obišao sve potrebne lokacije (Slika 1). Prikazana ruta (dužine od približno 16.3 km), nastala je na osnovu analize realnih zahteva i predstavlja jednu od putanja kojom se kuriri na ovom rejonu najčešće kreću. Crveni marker predstavlja lokaciju jedinice poštanske mreže, koja je početna i krajnja tačka putanje. Prolaskom definisane rute, kuriri najčešće obilaze oko 20 lokacija i dostavljaju u proseku 28 pošiljaka (na pojedinim lokacijama se dostavlja više od 1 pošiljke) [2,9].



*Slika 1. Teritorija i pripadajuća ruta na kojoj je realizovan eksperiment*

Prilikom testiranja i kontrole potrošnje goriva, u obzir je uzeto i različito stanje (opterećenje) na saobraćajnoj mreži. Kako bi se to postiglo, izdvojena su po tri karakteristična perioda vremena, za realizaciju simulacije dostave, u dnevnim, odnosno noćnim uslovima [2,9]:

- Dnevni uslovi (postojeća usluga): od 8h – 10h, 12h – 14h i od 16h – 18h;
- Noćni uslovi (nova usluga): od 20h – 22h, 01h – 03h i od 05h – 07h.

U okviru definisanih vremenskih perioda nije obuhvaćeno vreme trajanja dostave na lokaciji, jer nema uticaj na cilj istraživanja. Vozač u trenutku dolaska na lokaciju isključuje motor vozila i realizuje dostavu, tako da u tom periodu vremena nema potrošnje goriva.

U eksperimentu je učesće uzelo 5 vozača, različitih stilova vožnje. Svaki od njih je vezano vozio u definisanim terminima, kako u dnevnim, tako i u noćnim uslovima. Pri tome se vodilo računa da isti vozač, zbog umora, ne simulira jednu za drugom dostave u

dnevnim i noćnim uslovima. Rute i zahtevi su bili identični u svakom terminu i za svakog vozača. Prilikom simulacije, vozači su samo dolazili do lokacija za dostavu, parkirali se, a nakon toga nastavljali svoj put ka narednoj lokaciji. Posle svakog završetka vožnje, kontrolisana je potrošnja goriva i o tome vođena evidencija [2,9].

Za potrebe realizacije eksperimenta, odnosno simulacije dostave, korišćeno je jedno vozilo - *Peugeot Partner 1.6 HDI*, dizel, godište 2007, 66 kW (90 PS) sa manuelnim menjačem i pneumaticima za letnju sezonu, kada je istraživanje i sprovedeno. Prilikom simulacije dostave, u vozilu je bio prisutan vozač i istraživač [2,9].

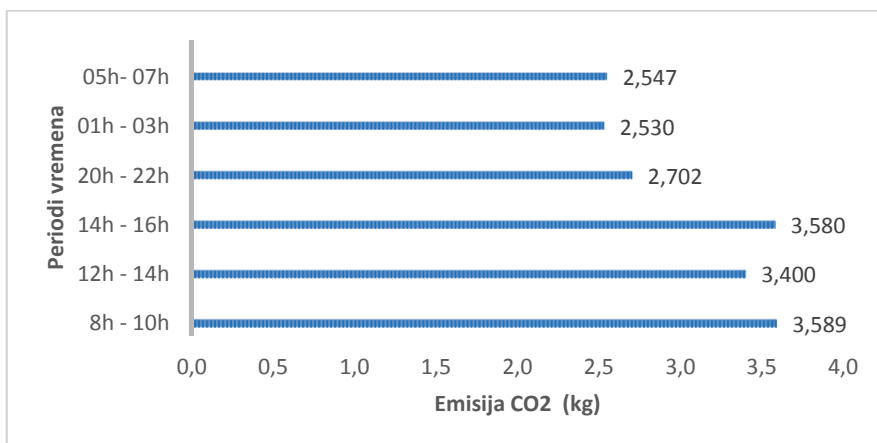
### 3.1. Izdvojeni rezultati eksperimenta

Prilikom simulacije dostave, svi vozači su vozili isto vozilo, istom rutom u dnevnim i noćnim uslovima, odnosno u definisanim periodima vremena (ukupno 3 vožnje u dnevnim i 3 vožnje u noćnim uslovima). U tabeli 1, prikazani su dobijeni podaci o prosečnoj potrošnji dizela (PPD), kada se uzmu u obzir vožnje svih vozača u definisanim periodima vremena [2,9].

Tabela 1. Prosečna potrošnja dizela u definisanim periodima vremena

Periodi vremena	Dan (postojeće usluge)			Noć (nova usluga)		
	8h – 10h	12h – 14h	16h – 18h	20h – 22h	01h – 03h	05h – 07h
PPD (litar)	1.35942	1.2877	1.35616	1.02364	0.95844	0.96496

Na osnovu dobijenih pokazatelja, određene su vrednosti emisije CO<sub>2</sub> za posmatrane periode vremena (Slika 2). Analizom dobijenih rezultata, može se zaključiti da je najmanja potrošnja i emisija CO<sub>2</sub> ostvarena u noćnim uslovima saobraćaja i to u periodu od 01h – 03h, dok je najveća u dnevnim uslovima od 08h – 10h. Dodatno, mogu se izdvojiti periodi vremena od 05h – 07h i 16h – 18h sa vrednostima potrošnje i emisije CO<sub>2</sub> koje su bliske minimalnoj i maksimalnoj, respektivno. Rezultati potvrđuju pretpostavku da bi se u noćnim uslovima saobraćaja potrošilo manje goriva u odnosu na dnevne (samim tim emitovalo bi se manje CO<sub>2</sub>), a za isti obim zahteva [2,9].



Slika 2. Emisija CO<sub>2</sub> u posmatranim periodima vremena

U tabeli 2, prikazane su prosečne vrednosti potrošnje goriva (prosečna potrošnja dizela na nivou svih perioda vremena – PPD SP) i emisije CO<sub>2</sub> (prosečna emisija CO<sub>2</sub> na nivou svih perioda vremena – PE CO<sub>2</sub> SP) uzimajući u obzir istovremeno sva tri dnevna, odnosno noćna perioda vremena za sve vozače. U skladu sa usvojenim brojem pošiljaka, koji se jednim prolaskom definišane rute dostavlja (28 pošiljaka), znači da se za tri prolaska (dnevna perioda vremena) dostavi 84 pošiljke. Isto je usvojeno i za noćne uslove. Na osnovu ovih podataka, izračunate su prosečne potrošnje dizela i emisije CO<sub>2</sub> po jednoj pošiljci, ali samo za segment transporta pri dostavi, kako za dnevne uslove (postojeća usluga), tako i za noćne uslove (nova usluga). Analizom dobijenih vrednosti, dolazi se do zaključka da su uštede po pomenutim kriterijumima u noćnim uslovima (nova usluga) oko 26% u odnosu na dnevne uslove (postojeća usluga) [2,9].

*Tabela 2. Prosečna potrošnja dizela i emisija CO<sub>2</sub> u dnevnim i noćnim uslovima*

<b>Dan (postojeće usluge)</b>		<b>Noć (nova usluga)</b>	
PPDSP (litar)	PE CO <sub>2</sub> SP (kg)	PPDSP (litar)	PE CO <sub>2</sub> SP (kg)
4.00328	10.5686592	2.94704	7.7801856
PPDSP /pošiljka (litar /pošiljka)	PE CO <sub>2</sub> SP / pošiljka (kg/ pošiljka)	PPDSP / pošiljka (litar / pošiljka)	PE CO <sub>2</sub> SP / pošiljka (kg/ pošiljka)
0.047658095	0.125817371	0.03508381	0.092621257

U cilju projekcije rezultata u budućem periodu, za prognoziranje broja pošiljaka korišćen je Bass-ov difuzioni model [14,15]. Na osnovu izračunatih parametara inovacije i imitacije i odgovarajućeg potencijala tržišta, procenjen je broj pošiljaka (za period od 2020. godine do 2025. godine) za predloženu uslugu „ Post express non-stop “ (Tabela 3) [2,9].

*Tabela 3. Prognozirani broj (intenzitet prihvatanja) „Post express non-stop“ pošiljaka za period od 2020. godine do 2025. godine*

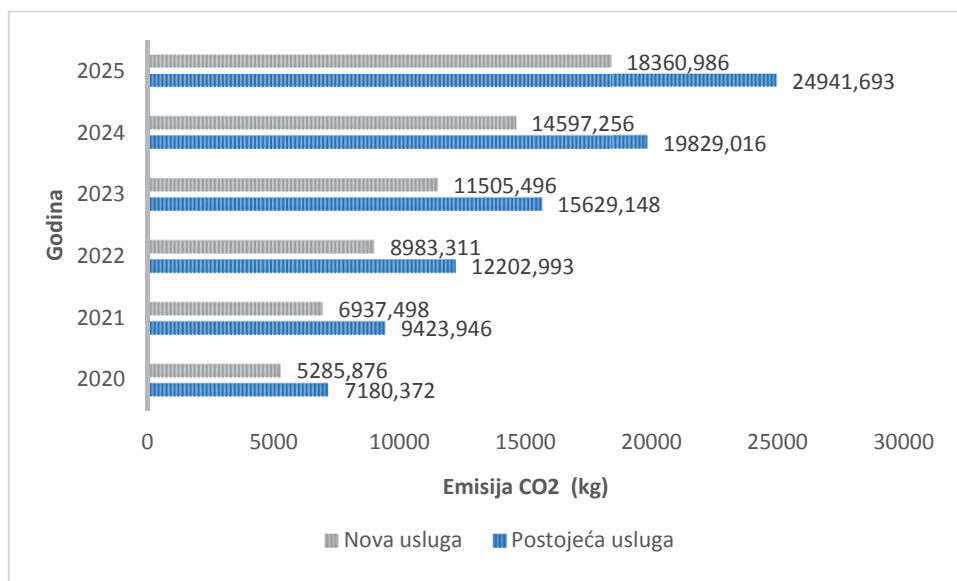
<b>Godina</b>	<b>Broj pošiljaka</b>
2020	57 069.798
2021	74 901.7913
2022	96 989.72793
2023	124 220.9052
2024	157 601.5731
2025	198 237.2773

Dobijene vrednosti prosečne potrošnje dizela i emisije CO<sub>2</sub> po jednoj pošiljci i prognozirani broj pošiljaka za novu uslugu (Tabela 3) omogućuju projekciju emisije CO<sub>2</sub> za novu uslugu u periodu od 2020. godine do 2025. godine. Eksperiment je realizovan u jednom delu grada Beograda, međutim usled sličnih zahteva i reljefne strukture grada, kao i razvijenosti saobraćajne mreže, dobijeni rezultati se u svrhu istraživanja mogu aproksimirati na čitavu teritoriju grada. Smatra se da bi, ukoliko nova usluga ne počne sa funkcionisanjem, svi njeni zahtevi prešli na postojeće dnevne usluge. U skladu sa tim, u tabeli 4 se može videti uporedna analiza potrošnje dizela za zahteve (pošiljke), koji

pripadaju novoj usluzi u odnosu na iste te zahteve, ako bi se realizovali putem postojećih usluga. Na slici 3, prikazan je odnos emisije CO<sub>2</sub> za isti slučaj [2,9].

Tabela 4. Uporedna analiza potrošnje dizela po godinama

Godina	Dizel (litar) - dan	Broj pošiljaka	Dizel (litar) - noć
2020	2719.837855	57069.798	2002.22595
2021	3569.676685	74901.7913	2627.840215
2022	4622.345668	96989.72793	3402.769187
2023	5920.131701	124220.9052	4358.142636
2024	7510.990743	157601.5731	5529.263646
2025	9447.610994	198237.2773	6954.918972
<b>Ukupno</b>	<b>33790.59365</b>	<b>709021.0728</b>	<b>24875.16061</b>



Slika 3. Uporedna analiza emisije CO<sub>2</sub> za period od 2020. do 2025. godine

Dobijeni rezultati ukazuju da bi za period od 2020. – 2025. godine, ukoliko bi se započelo sa eksploatacijom nove usluge, emisija CO<sub>2</sub> čiji su izvor transportne aktivnosti pri dostavi pošiljaka, bila manja za 23.5 tone. Projekcija broja pošiljaka je realizovana za teritoriju grada Beograda, ukoliko bi se obuhvatila veća teritorija, uštede bi bile izraženije. Dodatno, ukoliko bi sličnu poslovnu politiku primenili i ostali poštanski operatori, kojih u Republici Srbiji ima oko 50, smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu, kroz emisiju CO<sub>2</sub>, bilo bi značajno. Pored toga, u kalkulaciju nije uključena činjenica da bi se u noćnim uslovima mogao dostaviti veći broj pošiljaka nego što je to slučaj u dnevnim uslovima, odnosno u noćnim uslovima saobraćaja isti broj pošiljaka bi se mogao dostaviti za kraći vremenski period. Pored pokazanog smanjenja emisije CO<sub>2</sub>, značajni su i sekundarni

pozitivni efekti uvođenja nove usluge, poput smanjenja troškova za gorivo, smanjenja ostalih štetnih emisija i opterećenja saobraćajne mreže u dnevnim uslovima saobraćaja. U tehnološkom procesu prenosa pošiljaka, postoji još izvora negativnih uticaja na životnu sredinu (poput aktivnosti vezanih za preradu i sortiranje), koje treba identifikovati, analizirati i unaprediti, kako bi njihov ekološki efekat bio pozitivan.

Jedan od narednih poduhvata, može biti formiranje ekološke slike saobraćajne mreže čitavog grada, u različitim periodima vremena (u okviru 24 sata) i korišćenje kao odrednice, prilikom kreiranja ruta (EKO rute). Dodatno, edukacija i različite specijalizovane obuke vozača, promovisanje EKO stila vožnje, mogu doprineti smanjenju emisije CO<sub>2</sub>. EKO stil vožnje je naročito pogodan za primenu u noćnim uslovima saobraćaja, jer je tada jednostavnije održavati konstantnu brzinu i zahvaljujući anticipaciji izbegavati nepotrebna zaustavljanja, što predstavlja osnovu navedenog koncepta vožnje [2,9].

#### 4. Zaključak

Održivo poslovanje predstavlja imperativ za svaku kompaniju iz bilo koje poslovne oblasti. Zasniva se na odgovornom delovanju u sve tri dimenzije održivosti – ekološkoj, društvenoj i ekonomskoj. Vođene ovim konceptom, kompanije mogu ostvariti značajne uspehe na tržištu [16].

Kada je reč o kompanijama koje se bave poštanskim saobraćajem, odnosno prenosom ekspres pošiljaka navedene dimezije održivosti su posebno osetljive. Razlog tome jesu brojne specifičnosti koje se javljaju u njihovom poslovanju. Naime, za efikasno realizovanje poslovnih aktivnosti, kompanije koje se bave navedenom delatnošću, u značajnoj meri koriste brojne resurse različite prirode [17]. Kako se dostava ekspres pošiljaka zasniva na transportnim aktivnostima, koje su istovremeno veoma osetljive u pogledu održivosti, jasno je da je ovom segmentu neophodno posvetiti dodatnu pažnju prilikom organizacije poslovanja.

U radu je izdvojen problem koji podrazumeva vremensko ograničenje korisnika za korišćenje usluge prenosa ekspres pošiljaka. Kao rešenje navedenog problema, predložena je usluga sa unapređenom vremenskom dostupnošću - „Post Express non-stop“. Zasniva se na funkcionisanju u periodima vremena, koji nisu obuhvaćeni postojećim uslugama prenosa ekspres pošiljaka (radnim danima u periodu od 19h uveče, do 8h ujutru, odnosno vikendom od 15h subotom do 8h ponedeljkom). Na ovaj način, nova usluga, zajedno sa postojećim uslugama, obezbeđuje maksimalnu vremensku dostupnost.

U skladu sa konceptom održivosti, izdvojena je ekološka dimenzija kako bi se izvršila detaljna analiza efekta predložene nove usluge. Kako je već rečeno, prenos ekspres pošiljaka je zasnovan na transportnim aktivnostima, tako da je posebno analiziran njihov uticaj na životnu sredinu i to kroz određivanje emisije CO<sub>2</sub>.

Na teritoriji grada Beograda, sprovedena je simulacija dostave ekspres pošiljaka u realnim uslovima, a u skladu sa postojećim uslugama, kao i predloženom novom uslugom. Na osnovu dobijenih pokazatelja, određene su emisije CO<sub>2</sub> kao produkt drumskog transporta u okviru dostave ekspres pošiljaka. Za sprovođenje eksperimenta, odabrani su rejonu za dostavu koji pripadaju jedinici poštanske mreže 48, na teritoriji opštine Voždovac. Na osnovu realnih zahteva formirani su zahtevi za potrebe istraživanja i u skladu sa njima ruta na rejonu koju kurir treba da pređe kako bi definisane zahteve realizovao, odnosno obišao sve lokacije. U eksperimentu je učešće uzelo 5 vozača, kako bi

bili obuhvaćeni različiti stilovi vožnje. Takođe, simulacije dostave su realizovane u različitim periodima vremena u toku dana i noći, kako bi bili obuhvaćeni različiti uslovi u saobraćaju. Na kraju svake vožnje, vršena je kontrola potrošnje goriva i na osnovu toga određivana emisija CO<sub>2</sub>.

Rezultati komparativne analize ukazuju da su uštede po pomenutim kriterijumima značajne u noćnim uslovima (nova usluga) i iznose oko 26% u odnosu na dnevne uslove (postojeća usluga). Pozitivni ekološki efekti uvođenja nove usluge projektovani su i za period od narednih pet godina, čime je dokazana i njena ekološka održivost u budućnosti.

## Zahvalnica

Rad je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

## Literatura

- [1] T. Peng, S. Zhou, Z. Yuan, and X. Ou, „Life cycle greenhouse gas analysis of multiple vehicle fuel pathways in China“, *Sustainability*, vol. 9, no. 12, pp. 2183, 2017.
- [2] D. Lazarević, L. Švadlenka, V. Radojičić, and M. Dobrodolac, „New Express Delivery Service and Its Impact on CO<sub>2</sub> Emissions“, *Sustainability*, vol. 12, 456, 2020.
- [3] M. Dobrodolac, D. Lazarević, L. Švadlenka, and M. Živanović, „A study on the competitive strategy of the universal postal service provider“, *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 28, no. 8, pp. 935-949, 2016.
- [4] D. Lazarević, M. Dobrodolac, L. Švadlenka, and B. Stanivuković, „A model for business performance improvement: a case of the postal company“, *Journal of Business Economics and Management*, vol. 21, no. 2, pp. 564-592, 2020.
- [5] Wang, X. P., Zhang, J., and Yang, T., „Hybrid SWOT approach for strategic planning and formulation in China Worldwide Express Mail Service“, *Journal of Applied Research and Technology*, vol. 12, no. 2, pp. 230-238, 2014.
- [6] Y. Saboohi, and H. Farzaneh, „Model for developing an eco-driving strategy of a passenger vehicle based on the least fuel consumption“, *Applied Energy*, vol. 86, no. 10, pp. 1925-1932, 2009.
- [7] M. Sivak, and B. Schoettle, „Eco-driving: Strategic, tactical, and operational decisions of the driver that influence vehicle fuel economy“, *Transport Policy*, vol. 22, pp. 96-99, 2012.
- [8] K. Ayyildiz, F. Cavallaro, S. Nocera, and R. Willenbrock, „Reducing fuel consumption and carbon emissions through eco-drive training“, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 46, pp. 96-110, 2017.
- [9] D. Lazarević, *Upravljanje kvalitetom poštanske usluge primenom geometrijskog modeliranja*. PhD diss., Univerzitet u Beogradu-Saobraćajni fakultet, 2020.
- [10] M. Dobrodolac, and D. Lazarević, „Analiza stavova i potreba za uslugom prenoša ekspres pošiljaka sa unapređenom vremenskom dostupnošću“, *XXXVII Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju–PosTel 2019*, pp. 83-93, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2019.
- [11] M. I. Khan, and M. R. Islam, *True sustainability in technological development and natural resource management*. Nova Publishers, 2007.

- [12] I. Batalla, M. T. Knudsen, L. Mogensen, Ó. del Hierro, M. Pinto, and J. E. Hermansen, „Carbon footprint of milk from sheep farming systems in northern Spain including soil carbon sequestration in grasslands”, *Journal of Cleaner Production*, vol. 104, pp. 121-129, 2015.
- [13] L. Švadlenka, M. Dobrodolac, and M. Blagojević, “Application of tracking technologies in the postal system”, *The Proceedings of International Conference on Traffic and Transport Engineering – ICTTE Belgrade 2016*, pp. 980-990, Belgrade, Serbia, 2016.
- [14] F. M. Bass, „A new product growth for model consumer durables”, *Management science*, vol. 15, no. 5, pp. 215-227, 1969.
- [15] V. Radojičić, and B. Bakmaz, *Primena kvantitativnih metoda prognoziranja u telekomunikacijama*. Saobraćajni fakultet, Beograd, 2010.
- [16] M. Dobrodolac, P. Ralević, L. Švadlenka, and V. Radojičić, “Impact of a new concept of universal service obligations on revenue increase in the Post of Serbia”, *Promet - Traffic and Transportation*, vol. 28, no. 3, pp. 235-244, 2016.
- [17] M. Dobrodolac, G. Marković, M. Čubranić-Dobrodolac, and S. Čičević, “A Model for the Allocation of Limited Resources for Technological Improvement: A Case of Courier Service”, *Engineering Economics*, vol. 23, no. 4, 348-356, 2012.

**Abstract:** *In this paper, we present the results of the analysis of the impact of the new concept of express delivery service with improved time availability on CO<sub>2</sub> emissions. This service - "Post Express non-stop", together with existing services implies customer service 24 hours a day, seven days a week. On the territory of the city of Belgrade, a simulation of the delivery of express items in real conditions was conducted, in accordance with the existing services, as well as the proposed new service. Based on the obtained indicators, CO<sub>2</sub> emissions as a product of road transport within the delivery were determined, with the most significant results of the comparative analysis presented in the paper.*

**Keywords:** *transfer of express items, improvement, time availability, delivery simulation, CO<sub>2</sub> emissions*

**ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE EXPRESS DELIVERY SERVICE  
WITH ADVANCED TIME AVAILABILITY ON CO<sub>2</sub> EMISSIONS**  
Dragan Lazarević, Momčilo Dobrodolac, Bojan Stanivuković



## INOVATIVNI MODELI POSLOVANJA U FUNKCIJI ODRŽIVOG RAZVOJA U POŠTANSKOM SEKTORU

Jelena Milutinović<sup>1</sup>, Đorđe Popović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Visoka škola strukovnih studija za informacione i komunikacione tehnologije,  
jelena.milutinovic@ict.edu.rs

<sup>2</sup>Saobraćajni fakultet u Doboju, djdjpopovic1970@gmail.com

**Rezime:** *Aktuelne promene u okruženju u velikoj meri utiču na sve faktore od značaja u poštanskom sektoru - kreatorne poštanske politike, davaoce usluga i korisnike. Liberalizacija tržišta i razvoj konkurencije zahtevaju proaktivno delovanje, efikasnije poslovanje i definisanje procedura u procesu smanjenja troškova. Promene u poslovanju operatora direktno utiču na politiku zapošljavanja, zaposlene u sektoru i njihovu percepciju zadovoljstva poslom. Neki tradicionalni modeli funkcionisanja se moraju prilagoditi novim okolnostima, ali specifična veza koja se ostvaruje između korisnika i poštara, ostvarena kao posledica svakodnevnog prisustva u lokalnoj zajednici, može postati konkurentna prednost u razvoju novih poslovnih modela i diverzifikaciji poslovanja poštanskih operatora.*

**Ključne reči:** *poštanski operatori, održivost, zadovoljstvo poslom, novi modeli poslovanja, socijalne veze*

### 1. Uvod

Poštanski sektor se nalazi usred transformacije uzrokovane, s jedne strane, tekućim procesima globalizacije, liberalizacije i korporatizacije, a sa druge naglim razvojem novih tehnologija kao što su veštačka inteligencija, Internet stvari i društveni mediji. Četvrta industrijska revolucija u kombinaciji sa liberalizacijom i globalizacijom podstiče nove potrebe kupaca, povećanu i promenljivu konkurenciju, kao i razvoj novih poslovnih modela. Informacione tehnologije nisu samo pokretači poslovnih procesa poštanskih operatora - one postaju jezgro razvoja poštanske industrije koja vrši sinergiju virtuelnog i fizičkog sveta.

Smanjenje obima pismonosnih pošiljaka i rast obima paketskih pošiljaka trenutno su, i u bliskoj budućnosti, glavni trendovi u poštanskom sektoru i predstavljaju odraz tehnološkog napretka, digitalizacije društva, promena u ponašanju potrošača i preferencije krajnjih korisnika poštanskih usluga [1]. Ove promene se manifestuju u pomeranju međuljudske komunikacije na digitalne načine komunikacije, razvoju novih organizacija i poslovnih strategija (e-trgovina, inovativne usluge dostave, e-supstitucija) [2]. Danas poštanski sektor u okviru Evropske unije (EU) ostvaruje dohodak od oko 79

milijardi dolara godišnje što je oko 0,5% GDP EU i zapošljava oko 1,7 miliona radnika što je oko 0,8% zaposlenog stanovništva u EU [3].

U ovom radu, prateći aktuelne trendove u poštanskom sektoru i pregledom stručne i naučne literature, ideja autora je bila da utvrde izazove sa kojima se poštanski sektor suočava i na koji način te promene utiču na strukturu zaposlenih i njihovo (ne)zadovoljstvo poslom. Takođe, u okviru diversifikacije usluga velikih operatora, autori su pokušali da utvrde određene pravilnosti koje bi mogle biti primenljive na sektor i definisati dalje pravce poslovanja.

## **2. Trendovi poslovne politike u poštanskom sektoru**

Pošte i poštanske kompanije širom sveta su neki od najvećih poslodavaca u svojim zemljama i ostvaruju poslovnu saradnju sa velikim brojem kompanija iz različitih segmenata poslovanja (npr. USPS ima 50.000 ugovora sa malim i velikim kompanijama i jezgro je industrije od 3 milijarde dolara koja podržava oko 8 miliona radnih mesta).

Kao što se može videti u Tabeli 1, ukupna zaposlenost u poštanskom sektoru kod imenovanih poštanskih operatora (IPO) je pala za oko 6%. Jedina regija u kojoj je došlo do porasta broja zaposlenih je Azija-Pacifik. U industrijalizovanim zemljama došlo je do porasta zaposlenih sa nepunim radnim vremenom što je uticalo i na porast ovog segmenta na globalnom nivou. Ipak, kao oblik zapošljavanja, dominira zaposlenje sa punim radnim vremenom (na globalnom nivou 78,9%) i najveći broj zaposlenih je u razvijenim zemljama.

Koristeći podatke o broju stanovnika po regijama, može se videti koliko stanovnika opslužuje jedan zaposleni kod IPO – u razvijenim zemljama jedan zaposleni opslužuje oko 400 ljudi, dok je Africi to nešto preko 17.000. U Africi postoji trend rasta broja stanovnika, opada broj zaposlenih i dolazi do zatvaranja JPM. Smanjenje broja zaposlenih u sektoru, posebno u dve regije - razvijenim zemljama i Evropi i ZND, može se tumačiti kao posledica ekonomske krize iz 2008. godine, kao i elektronske supstitucije. Međutim, poštanski promet se nije smanjivao istim tempom što znači da je u ove dve regije zapravo povećana produktivnost [4].

Broj zaposlenih u poštanskoj delatnosti u Republici Srbiji kontinuirano raste (Tabela 2). U 2018. godini evidentiran je rast od 1,5%. U obavljanju poštanskih usluga angažovano je 18.883 zaposlenih, odnosno 0,92% ukupnog broja zaposlenih u RS (2.052.546 zaposlenih), od čega 80% zaposlenih u poštanskoj delatnosti zapošljava IPO. Postoji povećanje broja zaposlenih za 0,94% kod IPO, s tim da posmatrani broj zaposlenih obuhvata i zaposlene koji su angažovani na povremenim i privremenim poslovima. Kod ostalih poštanskih operatora koji obavljaju ekspres i kurirske usluge, zabeleženo je povećanje broja zaposlenih od 3,7% pri čemu je godišnja fluktuacija u poslednjih pet godina najviše iznosila 140 zaposlenih.

Porast e-trgovine zajedno sa liberalizacijom tržišta uticao je na razvoj konkurencije što utiče na poslovanje IPO na način da se oni sve više oslanjaju na pakete i logistiku kao alternativne izvore prihoda [4]. Od 2015. godine zvanična statistika Svetskog poštanskog saveza (SPS) u okviru upitnika koji se šalju regulatorima zahteva da se utvrdi prisustvo konkurencije u tri ključna segmenta: pismonosne, paketske i ekspres usluge. Za svaku od navedenih kategorija utvrđuje se „multiplikator konkurencije” kojim je određen udeo poslovanja IPO u ukupnom poslovanju poštanskog sektora, pa se može izvesti zaključak da IPO imaju dominantan položaj na tržištu pismonosnih pošiljaka (vrednost multiplikatora je 72,8%), dok su vrednosti multiplikatora za paketske i ekspres pošiljke respektivno (38% i 39%). Autori izveštaja ovakav rezultat tumače dvojako - liberalizacijom paketskog tržišta koja je prethodila liberalizaciji pismonosnog tržišta sa preostalim monopolskim delom u rezervisanom sektoru kojim su se pokrivali troškovi obaveze pružanja univerzalne poštanske

usluge (UPU) i razvojem e-trgovine koja je značajno povećala potražnju za dostavom robe, pa su mnoge kompanije ulagale u ovaj segment.

*Tabela 1. Regionalna distribucija zaposlenih u poštanskom sektoru kod IPO, izvor [4]*

<b>Region</b>		<b>Broj zaposlenih (2017)</b>	<b>Promena broja zaposlenih (2007-2017) (%)</b>	<b>Broj stanovnika po zaposlenom</b>
Afrika	Ukupno	57.383	-2,52	17.218
	Puno radno vreme	56.552	0,81	17.471
	Nepuno radno vreme	831	-70	1.188.955
Arapska regija	Ukupno	117.127	-6,96	3.606
	Puno radno vreme	115.074	-6,39	3.671
	Nepuno radno vreme	2.053	-30,59	205.739
Azija - Pacifik	Ukupno	1.702.450	5,34	2.364
	Puno radno vreme	1.370.286	9,36	2.938
	Nepuno radno vreme	332.164	-8,52	12.118
Evropa i ZND	Ukupno	759.375	-19,13	649
	Puno radno vreme	554.023	-30,07	889
	Nepuno radno vreme	205.352	39,95	2.399
Razvijene zemlje	Ukupno	2.441.260	-6,75	387
	Puno radno vreme	1.872.858	-9,5	505
	Nepuno radno vreme	568.402	3,67	1.663
Latinska Amerika i Karibi	Ukupno	183.316	-5,8	3.494
	Puno radno vreme	180.757	-4,67	3.544
	Nepuno radno vreme	2.559	-41,93	250.320
Ukupno (svet)	Ukupno	5.260.911	-5,97	1.428
	Puno radno vreme	4.149.550	-7,41	1.811
	Nepuno radno vreme	1.111.361	4,03	6.761

*Tabela 2. Zaposleni u poštanskoj delatnosti u RS*

	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
IPO	15.015	14.965	14.868	14.980	15.121
Ostali poštanski operatori	2.615	2.751	3.096	3.629	3.762
Ukupno	17.630	17.716	17.964	18.609	18.883

Razvoj tehnologije, potrebe korisnika, konkurencija, neophodnost profitabilnog delovanja i smanjenje troškova menjaju uslove zapošljavanja i zahteve za radnom snagom poštanskih operatera. Veliki operatori sve više primenjuju alternativne poslovne modele pri zapošljavanju [5]:

- Zaposlenje sa nepunim radnim vremenom;
- Privremeni rad (rad na određeno vreme),
- Ugovori povezani sa učinkom,
- Fleksibilno zapošljavanje,
- Ugovori o samozapošljavanju i
- Podugovorni rad (rad preko agencije za privremeni rad).

Akteri poštanskog sektora identifikovali su sledeće aktuelne trendove u uslovima zapošljavanja:

- Još veći pritisak na smanjenje skupih ugovora o radu, npr. državnih službenika, čiji se broj smanjuje po stopi od -6,7% godišnje u proseku širom Evrope od 2013. do 2016. godine, naspram -1,7% prosečne godišnje stope opšteg zaposlenja;
- Korišćenje novih modela zapošljavanja koji su prethodno navedeni;
- Više ugovora povezanih sa učinkom (npr. na osnovu broja isporučenih poštanskih pošiljaka i paketa dnevno). Ove vrste ugovora koristi jedna trećina evropskih IPO, iako njihov udeo u ukupnom zapošljavanju ne prelazi 13 procenata;
- Mere za ublažavanje planiranih gubitaka radnih mesta se kreću od prevremene penzije do interne mobilnosti (prekvalifikacija i rotacija poslova zaposlenih kao odgovor na implementaciju novih tehnologija) i otpremnine u slučaju otkaza [6].

Na primer, Amazon neprestano unapređuje rad u svojim skladištima i u segmentu dostave koristeći inovativna rešenja i alternativne ugovore o radu. U svojim skladištima koristi robote za nošenje i grupisanje predmeta za određenu porudžbinu smanjujući potrebu za skupim manuelnim radom za ove operacije. U okviru dostave na poslednjoj milji Amazon koristi samozaposlene prevoznike i male kooperante koordinirane putem platforme za isporuku. To znači da je potrebno samo imati vozilo, pametni telefon i biti dostupan u smenama 1-4h kako bi fizičko lice obavljalo ovu vrstu posla.

### **3. Uticaj promena u poslovanju na zadovoljstvo poslom zaposlenih**

Autori studije [7] analiziraju poštansko tržište 30 godina posle početka procesa liberalizacije i smatraju da su rezultati niži od očekivanih. U svim zemljama koje su obuhvaćene studijom cene usluga iz domena UPU su povećane, kvalitet usluge je opao – usluge prenosa pošiljaka u roku D+1 sve više postaju premija usluge, frekvencija dostave se smanjuje i rokovi prenosa rastu. S druge strane, liberalizacija je podstakla razvoj e-trgovine i CEP sektora. Autori smatraju da je razvojem konkurencije došlo do slabljenja mehanizma za finansiranje i obezbeđivanje UPU. Zasnovan na 11 nacionalnih studija slučaja, izveštaj pokazuje trenutno stanje poštanskog tržišta i fokusira se na tri glavna aspekta liberalizacije:

- Nacionalne poštanske operatore i konkurenciju
- Zapošljavanje i uslove rada i
- Kvalitet usluga

Restrukturiranje, lošiji uslovi rada, velika opterećenja, rad pod stresom, tj. generalno teški uslovi rada i niže zarade doveli su do pogoršanja socijalne klime unutar organizacija,

gubitka pozitivne poslovne identifikacije zaposlenih i demotivacije radnika [8]. IPO, suočeni sa promenama na tržištu i imajući u vidu model niskih cena rada koje koriste drugi operatori, pokušali su da smanje troškove i zamrzavanjem plata, uvođenjem drugačijih oblika zapošljavanja i novih niskokvalifikovanih radnih mesta. Velika opterećenja se javljaju kao direktna posledica promene u obimu i strukturi pošiljaka, drugačijih zahteva korisnika i smanjenja broja zaposlenih. Povećani pritisak na zaposlene je posledica nove upravljačke kulture usmerene na performanse, odnosno radni učinak i produktivnost. Problemi koji se javljaju su istaknuti u studiji [9]:

- Postojanje standarda za sve radnike i njihove performanse koje su konstantne i ne uzimaju u obzir specifičnosti rada, dužinu radnog staža i profesionalne veštine koje se menjaju (najveći problem sa novim radnicima i radnicima koji su pred penziju),
- Izračunavanje učinka se svodi na usrednjavanje dnevnih operacija ne uzimajući u obzir specifičnosti i neizvesnosti koje se svakodnevno javljaju pri obilasku ruta,
- Nemoguće je oceniti i standardizovati interakciju između korisnika i poštara jer gajenje ovih nesebičnih odnosa predstavlja aspekt posla koji poštari visoko kotiraju i opisuju kao najzanimljiviji i onaj koji pruža najveću satisfakciju i zadovoljstvo poslom.

Kao posledica racionalizacije troškova, drugačije poslovne politike i poslovne klime i nesigurnog radnog statusa kod većine zaposlenih dolazi do izražene strepnje od budućnosti, pa se kao posledica javlja porast dugotrajnog odsustvovanja s posla, povećana incidenca profesionalnih bolesti i velika fluktuacija.

Aktuelni trend je poremetio i postojeće društvene veze između poštara i stanovništva uprkos njegovoj tradicionalnoj ulozi i činjenici da je on jedna od najznačajnijih figura u kolektivnom poimanju zajednice. Poštar više nema vremena za razgovore sa korisnicima ili se zamenjuje anonimnim ili nepoznatim kuririma. Primena novih tehnologija (GIS) i geolokalizacija [10,11] smanjuju potrebu za posebnim veštinama, pa tradicionalni profil posla poštara biva zamenjen razvojem dva niskokvalifikovana profila – radnika za sortiranje i dostavu. U vreme kada menadžment razmatra uvođenje novih usluga koje se baziraju na čvrstim vezama poštara i lokalnog stanovništva i brizi o zajednici, dolazi do promene u shvatanju tradicionalne figure poštara.

Novе tendencije u sektoru izazvale su različite reakcije zaposlenih. U nekoliko istraživanja koja su se bavila zadovoljstvom poslom došlo se do sličnih rezultata.

Istraživanje zadovoljstva poslom koje je sprovedeno u Finskoj na penzionisanim poštanskim radnicima starosti 50-67 godina korišćenjem kvantitativne i kvalitativne analize odslikava njihov odnos prema aktuelnom trendu smanjenja broja zaposlenih. U okviru analize smanjenje zadovoljstva poslom je povezano sa:

- Zdravstvenim problemima (smanjenom radnom sposobnošću i lošijim zdravljem koje uključuju različite fiziološke probleme sa mišično-skeletnim bolestima i rakom i psihološke probleme kao što su stres, iscrpljenost i depresija),
- Profesionalnim nazadovanjem (dobijanjem beznačajnih i besmislenih radnih zadataka i gubitkom rukovodećih pozicija) i
- Pogoršanjem uslova rada (stalni pregovori o saradnji i otpuštanju što dovodi do loše radne atmosfere, osećaja nejednakog tretmana i nesigurnosti, gubitka kolektivnog duha i podrške).

Autori nisu utvrdili značajne razlike između polova, odnosno manualnih radnika i menadžmenta. Kvalitativnom analizom je utvrđeno da je do pada zadovoljstva poslom dolazilo u tridesetim godinama ispitanika što se poklapa sa godinama komercijalizacije i restrukturiranja Finske pošte [12].

Autori u [13] razmatraju rad Slovačke pošte (SP) i kao najveću pretnju održivosti vide nedostatak radne snage. Ovaj hronični problem tumače kao posledicu niskih zarada i nemogućnosti privlačenja i zadržavanja mladog i talentovanog kadra, pa SP preduzima niz mera i aktivnosti poput održivog upravljanja ljudskim resursima, poboljšanja uslova rada i kontinuirane obuke zaposlenih. Istraživanje je pokazalo da na lojalnost i zadovoljstvo poslom značajno utiče i pravedna politika nagrađivanja, kao i uvažavanje ideja i stavova zaposlenih, a novi, u istraživanju primenjeni, HRSI model se može koristiti kao dijagnostički alat u praćenju zadovoljstva i lojalnosti zaposlenih. Kontinuirano praćenje zadovoljstva zaposlenih ukazuje na relevantnost sprovedenih korektivnih mera na osnovu rezultata prethodnih merenja. Ovakav pristup ne samo da kvantifikuje ukupno zadovoljstvo zaposlenih, već identifikuje i atribute posla i socio-demografske karakteristike (starost, dužina radnog staža, radno mesto) koji utiču na zadovoljstvo poslom i lojalnost. Povećanje zadovoljstva zaposlenih je presudno za održivost i razvoj konkurentne prednosti kompanije.

Cilj rada [14] je merenje povezanosti zadovoljstva zaposlenih poslom i zadovoljstva korisnika poštanskim uslugama, i posredno, njihov uticaj na efikasnost poslovanja poštanske organizacije i bolje pozicioniranje na konkurentom tržištu. Neki od najvažnijih rezultata istraživanja zadovoljstva poslom koje je sprovedeno u okviru IPO u Srbiji su sledeći:

- Zadovoljstvo zaposlenih i nije na tako visokom nivou kao što je pretpostavljeno, s obzirom na prosečne ocene oba faktora (radni prostor i oprema za rad) i mali procenat onih koji su naveli da su njima veoma zadovoljni,
- U istraživanju nivoa stresa kod zaposlenih rezultati pokazuju da preko 70% ispitanika smatra da često radi pod stresom,
- Odnos sa nadređenima ocenjen je tako da prosečna ocena prelazi zadovoljavajući minimum, dok faktor koji se odnosi na saradnju sa kolegama je nešto malo ispod nivoa,
- Zaposleni nisu zadovoljni mogućnostima za edukaciju i napredovanje, kao ni visinom plate,
- 70% radnika ne dobija nikakve benefite, a oni koji ih dobijaju, navode da su to benefite u vidu pohvala i novca, dok kriterijumi na osnovu kojih zaposleni dobijaju benefite nisu precizno definisani.

#### **4. Diversifikacija poslovanja u skladu sa aktuelnim trendovima**

Mnoge poštanske uprave suočene su sa neefikasnošću poslovanja, padom prihoda i neophodnošću restrukturiranja poštanske mreže [15,16]. Jedno od rešenja za ove operatore je istraživanje mogućnosti diversifikacije svojih usluga, kako bi se iskoristila povoljna reputacija u lokalnoj zajednici i pronašli alternativni načini za zaradu. IPO širom sveta smatraju da mogu da ponude nove usluge kojima se zadovoljavaju socijalne potrebe stanovništva i koje tržište ne može da ponudi. Poštanska služba je u ruralnim oblastima prisutna bezuslovno svakoga dana. Samo prisustvo bilo kog drugog pravnog subjekta je preskupo, pa bi poštanski sektor, korišćenjem postojećeg poslovnog prostora i infrastrukture, trebalo da preuzme ulogu socijalnog čvorišta i mesta razmene podataka sa državnim službama poput e-zdravstva i e-vlade.

Menadžment Finske pošte je zatražio od svojih poštara ideje o tome šta mogu da budu novi zadaci pošte i kakve su potrebe u njihovim regijama. Pošta u Finskoj je proširila svoj delokrug poslovanja i nudi usluge košenja travnjaka utorkom, kada je najmanji broj pošiljaka za dostavu, uz unapred utvrđenu naknadu. Pored ovog, radnici pošte dva sata dnevno raznose hranu iz velike kuhinje pri bolnici u periodu 11-13 časova i prema propisima se zadržavaju maksimalno 3 minuta kod korisnika. Oba servisa su naišla na dobar prijem,

naročito kod starijih i osoba koje karakteriše manja mobilnost. Radnici pošte razmišljaju i o pomoći u procesu selidbe jer za to imaju adekvatnu logistiku.

Specifična vrednost koju je Belgijska pošta prepoznala je fokusiranje na fizičku prisutnost, izgradnji poverenja i dugoročnog odnosa sa korisnicima. Ove, tzv. „usluge blizine“ koje su svrstane u usluge od opšteg ekonomskog interesa su, prema zakonu, podeljene u 3 oblasti i obuhvataju 14 različitih usluga. Društvena uloga poštara uključuje usluge koje se pružaju osobama koje žive same i najmanje privilegovanim, uključujući, ali ne ograničavajući se na:

- Provođenje vremena sa njima, u smislu jednostavnih razgovora i kontakata;
- Pomoći u elektronskim transakcijama i plaćanjima (npr. upotrebom ručnih platnih terminala i elektronskih ličnih karata).

Ove usluge se korisnicima pružaju besplatno, a ne produžavaju značajno standardno vreme opsluge. Na ovaj način Belgijska pošta zajedno sa socijalnom službom ostvaruje poboljšanje socijalne kohezije i pružanje zaštite i podrške osobama koje žive same i siromašnim građanima u njihovom prebivalištu.

Francuska pošta La Poste pruža sledeće javne usluge:

- Usluge javne uprave, npr. izdavanje vozačkih dozvola;
- Socijalne usluge namenjene starijim osobama (redovne posete i provere; dostava namirnica, lekova i obroka; instaliranje kućnih elektronskih uređaja kao što su satelitski TV uređaji);
- Usluge zaštite životne sredine:
  - Energetska obnova - podizanje svesti vlasnika imovine o izazovima energetske obnove, sprovođenje energetske procene u privatnim kućama;
  - Recikliranje papira, elektronike, tekstila i baterija;
  - Konsalting o održivoj mobilnosti („Bemobi“) – razvijanje planova mobilnosti, optimizacija voznog parka i primena rešenja kolaborativne mobilnosti.

Sindikata Kanadske pošte je, kao odgovor na promene u poslovanju, ponudio neka rešenja za diverzifikaciju poslovanja:

- Unapređenje postojećeg rešenja za dostavu namirnica,
- Redovna kontrola starijih i invalida i njihovih domova, uz malu naknadu,
- Ponovno uvođenje Vladinih usluga u male zajednice,
- Mogućnost korišćenja poslovnih prostorija pošte u druge svrhe – pretvaranje seoskih pošta u središte zajednice („pop-up“ prodavnice, mesta za sastanke za odlučivanje o važnim pitanjima u zajednici),
- Pristup širokopojasnom internetu na severu u ruralnim oblastima gde je ova usluga ograničena,
- Inicijative vezane za održivost:
  - Razvijanje mreže punionica za električna vozila pri poštama,
  - Uvođenje električnih vozila u flotu poštanskih vozila,
  - Uvođenje mera za energetske efikasnije poslovanje.

Sindikata je uveren da bi predložene mogućnosti stvorile prihod i zaštitile radna mesta zaposlenih, dok je menadžment odbio sve predloge izuzev dela o dostavi prehrambenih proizvoda.

U [17] razmatrana je obaveza operatora o teritorijalnoj pokrivenosti i pripadajućim troškovima pristupa do svake adrese. USPS daje listu mogućih nepoštanskih usluga (Tabela 3) koje bi kuriri mogli da pružaju na rutama kojima se kreću svakodnevno. To bi pružilo nove poslovne mogućnosti i smanjilo visoke troškove dostave, koja predstavlja jednu od najskupljih

faza u prenosu pošiljke [18]. Takođe, veći broj različitih poslova koje bi poštari obavljali zahtevao bi dodatne obuke, ali bi i povećao poverenje lokalne zajednice u državu i njene institucije koje su prisutne u različitim aspektima života korisnika.

Pored ovih usluga, određeni operatori, npr. Amazon, razvijaju usluge bazirane na poverenju kao što su *In-home delivery*, *In-car delivery*, *In-garage* i *In-fridge delivery*. Servis je povezan sa bravom (*Key by Amazon*) i sigurnosnim sistemom i omogućuje dostavljaču da, koristeći jednokratni kod, uđe u kuću korisnika i ostavi pošiljku dok on može kasnije da pogleda kompletan snimak dostave ili da ga prati u realnom vremenu. Valmart je otišao korak dalje – on želi da dođe do potrošačkih kuhinja i frižidera. Slično Amazonovom modelu kućnog pristupa, on oprema radnike telesnim kamerama kako bi ublažio zabrinutost potrošača zbog neznanaca koji ulaze u njihove domove. Pored toga, Valmart se obavezuje da će osigurati da zaposleni rade najmanje 12 meseci na poslu pre nego što im bude dozvoljeno da uđu u domove potrošača i uključiće kratke biografije svakog radnika u svoju aplikaciju za dostavu kako bi personalizovao iskustvo i počeo stvarati kupce koji će verovati ovoj usluzi. U budućnosti se očekuje rad na regulativi koja bi mogla da reguliše komplikovane odnose između korisnika i davaoca usluge jer je davanje privatnosti na ovaj način vrlo podložno zloupotrebi, dok sa strane davaoca usluge svodi neuspešnost dostave na nulu.

*Tabela 3. Spisak nepoštanskih usluga koje poštanski sektor može da ponudi prema [11]*

<b>Usluge koje pružaju poštari</b>	<b>Usluge koje pružaju poštari u vozilima</b>
Provera stanja ljudi slabije mobilnosti – starih i bolesnih uz naknadu	Praćenje nivoa hemijskih ili bioloških agensa ili radioloških materijala
Usluge nadgledanja imovine korisnika koji su odsutni (na odmoru, putu, letovanju...)	Identifikacija i nadzor curenja gasa
Prikupljanje donacija od vrata do vrata za dobrotvorne organizacije	Praćenje kvaliteta vazduha i nivoa zagađenja
Prikupljanje kutija za reciklažu i stare odeće	Testiranje mobilne pokrivenosti i praćenje relevantnih parametara
Obavljanje popisa	Nadgledanje obrazaca parkiranja i pešačkog saobraćaja
Obrada pasoške dokumentacije, vozačke dozvole i drugih usluga licenciranja na adresi	Biološka ispitivanja (merenje koncentracije polena u vazduhu, bakterija...)
Očitavanje komunalnih brojlara (gas, električna energija...)	Dezinsekcija putem feromonskih kloпки
Prijavljivanje oštećene imovine	Fotografisanje ulica - street view
Praćenje određenih populacija divljih životinja (prepelice, zečevi...)	Mapiranje puteva
	Praćenje obrazaca saobraćaja
	Nadgledanje stanja saobraćajne infrastrukture
	Mapiranje magnetnih i električnih polja
	Merenje nivoa buke i mapiranje izvora (aerodromi, fabrike, gradilišta...)
	Prikupljanje vremenskih podataka

## 5. Zaključak

Razvoj i održivost IPO u promenljivom poslovnom okruženju treba da predstavlja zajednički cilj za kreatore poštanske politike, poštanske operatore –



menadžment i zaposlene i korisnike usluga. Izazovi sa kojima se suočava sektor zahtevaju proaktivno delovanje i ulaganje zajedničkih napora svih zainteresovanih strana u pronalaženje novih održivih poslovnih modela. Problemi pružanja UPU i obaveze teritorijalne dostupnosti IPO mogu, uz implementaciju novih tehnologija, razvojem socijalnih servisa baziranih na prisustvu i ostvarivanju trajnih veza i poverenja u lokalnoj zajednici, postati izazov i konkurentska prednost koja omogućava bolji život svih stanovnika, a naročito onih u udaljenim oblastima i korisnicima iz osetljivih grupa.

## Literatura

- [1] M. Dobrodolac, P. Ralević, L. Švadlenka, and V. Radojičić, “Impact of a new concept of universal service obligations on revenue increase in the Post of Serbia”, *Promet - Traffic and Transportation*, vol. 28, no. 3, pp. 235-244, 2016.
- [2] ERGP, *ERGP (18) 49 Report Developments in the postal sector and implications for regulation*. Brussels, EU: ERGP, 2019.
- [3] Copenhagen Economics, *Postal Services in the EU*. Brussels, EU: Policy Department for Structural and Cohesion Policies, European Parliament, 2019.
- [4] UPU, *Postal economic outlook 2019 - Latest trends in an evolving sector*. Berne, Switzerland: UPU, 2019.
- [5] Copenhagen Economics, *Main developments in the postal sector (2013–2016)*. Brussels, EU: European Commission, Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, 2018.
- [6] ECORYS, *Mobilising social partners in a new context*. Brussels, EU: PostEurop on behalf of the European Social Dialogue Committee for the postal sector (SDC), 2016.
- [7] A. Jakubowski, T. Januszkiewicz, M. Prigge, J. Serrano, and S. Lauobi, *The economic and social consequences of postal services liberalization*. Brussels, EU: Syndex / Uni Global, 2018.
- [8] P. Ralević, A. Dragojlović, M. Dobrodolac, N. Denić, and Z. Nešić, “Increasing organizational performance by human resource management”, *Tehnicki vjesnik/Technical Gazette*, vol. 22, no. 2, 263-269, 2015.
- [9] E. Martinez, and P. Bouffartigue, *NETPoste - Transformations and bargaining of work and employment in the European's postal services Belgium–Bulgaria–Spain–France–United Kingdom, Final Report*. Brussels, EU: ULB, 2018.
- [10] M. Dobrodolac, L. Švadlenka, and D. Lazarević, “Trends in sustainable development in the postal sector”, *Proceedings of the 7th International Scientific Conference of the Faculty of Transport Engineering*, pp. 78-86, Pardubice, Czech Republic, 2018.
- [11] L. Švadlenka, M. Dobrodolac, and M. Blagojević, “Application of tracking technologies in the postal system”, *The Proceedings of International Conference on Traffic and Transport Engineering – ICTTE Belgrade 2016*, pp. 980-990, Belgrade, Serbia, 2016.
- [12] M. Niska, K. Prakash, A. Siukola, H. Kosonen, J. Luomanen, K. Lumme-Sandt, S. Neupane, P. Nikander, and C.-H. Nygård, “Evaluation of Lifelong Work Satisfaction among Former Postal Service Workers”, *Nordic Journal of Working Life Studies*, vol. 10, no. 1, pp. 19-39, 2020.

- [13] M. Strenitzerová, and K. Achimský, “Employee satisfaction and loyalty as a part of sustainable human resource management in postal sector”, *Sustainability*, vol. 11, no. 17, pp. 4591, 2019.
- [14] M. Unterberger, L. Dudak, S. Ožegović, and N. Žujić, “Povezanost zadovoljstva zaposlenih poslom i zadovoljstva korisnika u poštanskim organizacijama”, *XXXVI simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju Postel 2018*, pp. 99-108, Beograd, Srbija, 2018.
- [15] P. Ralević, M. Dobrodolac, D. Marković, and M. Finger, “Stability of the classifications of returns to scale in data envelopment analysis: a case study of the set of public postal operators”, *Acta Polytechnica Hungarica*, vol. 11, no. 8, pp. 177-196, 2014.
- [16] M. Dobrodolac, D. Lazarević, L. Švadlenka, and M. Blagojević, “The impact of entropy on the efficiency of express courier systems”, *Journal of Applied Engineering Science*, vol. 13, no. 3, pp. 147-154, 2015.
- [17] United States Government Accountability Office, *U.S. POSTAL SERVICE: Offering Nonpostal Services through Its Delivery Network Would Likely Present Benefits and Limitations*. Washington, WA: United States Government Accountability Office, 2019.
- [18] M. Blagojević, D. Marković, M. Kujačić, and M. Dobrodolac, “Applying activity based costing model on cost accounting of provider of universal postal services in developing countries”, *African Journal of Business Management*, vol. 4, no. 8, pp. 1605-1613, 2010.

**Abstract:** *Current changes in the environment largely affect all factors of importance in the postal sector - postal policymakers, postal operators and service users. Market liberalization and the development of competition require proactive actions, more efficient operations and the definition of procedures in the process of reducing costs. Changes in the business of operators directly influence the employment policy, employees in the sector and their perception of job satisfaction. Some traditional models of operation have to adapt to new circumstances, but the specific connection between users and postmen, as a consequence of the daily presence in the local community, can become a competitive advantage in developing new business models and diversifying the business of postal operators.*

**Keywords:** *Postal operators, sustainability, job satisfaction, new business models, social connections*

## **INNOVATIVE BUSINESS MODELS IN THE FUNCTION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE POSTAL SECTOR**

Jelena Milutinović, Đorđe Popović

## STANJE TRŽIŠTA POŠTANSKIH USLUGA SA ASPEKTA POSLEDICA LIBERALIZACIJE

Mladenka Blagojević, Dejan Marković  
Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet,  
m.blagojevic@sf.bg.ac.rs, mdejan@sf.bg.ac.rs

**Rezime:** Liberalizacija tržišta poštanskih usluga, započeta 90-tih godina, bila je usmerena na poboljšanje kvaliteta usluga, na postizanje pada cena usluga i podsticanje ekonomskog rasta. Trideset godina kasnije čini se da su rezultati celokupnog procesa slabiji od očekivanih. U radu se prikazuje stanje na poštanskom tržištu u kontekstu liberalizacije, pri čemu je fokus na tri glavna aspekta: uticaj otvaranja tržišta na konkurenciju i javne poštanske operatore, zapošljavanje i uslovi rada i kvalitet usluga. Posmatrajući tržište sa ovih aspekata došlo se do zaključka da je, uprkos manje ili više stabilnim statistikama u vezi sa dostavom na vreme, kvalitet usluga opao. Dalje, liberalizacija je podržala rast e-trgovine i podstakla poslovni model vodećih CEP (courier, express and parcel) integratora i drugih operatera. Takođe je primorala bivše monopoliste da modernizuju svoju infrastrukturu i preorijentišu poslovne modele ka rastućem tržištu paketa. Međutim, istovremeno je liberalizacija oslabila način na koji se ispunjava i finansira obaveza javne univerzalne poštanske usluge, zauzvrat podstičući razvoj konkurencije.

**Cljučne reči:** liberalizacija, poštansko tržište, poštanski operator

### 1. Uvodna razmatranja

Od svog nastanka poštanska delatnost predstavlja oblast čiji je razvoj pratio razvoj društva, pa tako i danas čini važan faktor u egzistenciji svakog pojedinca i društva u celini. Posebno je značajna i specifična ekonomska funkcija ove delatnosti, koja omogućava efikasno funkcionisanje privrede i društva i od vitalnog je značaja kako za komercijalne korisnike (pravna lica), tako i za pojedinačne korisnike (fizička lica), pa se zbog toga ubraja u usluge od opšteg ekonomskog interesa [1]. Uzimajući u obzir činjenicu da takva poštanska oblast ne sme ostati van procesa privrednih, ekonomskih, demografskih, pravnih i tehnoloških promena koje imaju direktan uticaj na obim i vrstu poštanskih usluga za kojima postoji tražnja, tendencija u visoko razvijenim zemljama je da razvoj privrede istovremeno prati i adekvatan razvoj poštanske delatnosti.

Cilj strategije razvoja javnog poštanskog operatera, kao jednog od ključnih činilaca poštanskog sektora, treba da bude analiza postojećeg stanja i definisanje smernica razvoja tržišta poštanskih usluga u posmatranoj zemlji. U tom procesu

planiranja regulatorna načela usmeravaju na osiguranje kvaliteta i održivosti univerzalne poštanske usluge, usaglašenost sa politikama i preporukama Svetskog poštanskog saveza (SPS), razvoj unutrašnjeg poštanskog tržišta kroz modernizaciju postojećih i razvoj novih usluga, konkurenciju u domenu poštanskih usluga, jačanje zaštite krajnjih korisnika, razvoj veština i stručnosti zaposlenih, međunarodnu saradnju sa drugim poštanskim upravama, jačanje marketinga.

Opšti porast privredne aktivnosti i rast bruto domaćeg proizvoda, promena socijalnih faktora kao i odgovarajuća demografska kretanja (migracije, starenje, urbanizacija, obrazovna struktura i dr.) imaju direktan i relativno snažan uticaj na obim i strukturu poštanskih usluga, kao prateći elementi procesa liberalizacije na koje operatori nemaju direktan uticaj.

U zemljama koje su analizirane u ovom radu, sa aspekta stanja tržišta nakon liberalizacije, primećeno je da su cene usluga koje spadaju u domen univerzalne porasle. Na dostavu u roku D+1 sve više se gleda kao na luksuznu uslugu, dok se broj dana dostave u sedmici smanjuje i rokovi dostave rastu. Za radnike u poštanskom sektoru usledile su pretežno negativne promene. Liberalizacija je dovela do naglog pada zaposlenosti u sektoru, do rasta alternativnih modusa zapošljavanja i do promene uslova rada. U nastavku su prikazani neki od zaključaka izvršene analize.

## **2. Uticaj liberalizacije na konkurenciju i javne poštanske operatore**

Tokom proteklog perioda u sektoru poštanskih usluga došlo je do značajnih strukturnih i sistemskih promena. Evropska komisija je podstakla transformaciju tržišta poštanskih usluga otvaranjem tržišta i stvaranjem konkurentnog okruženja, a regulisano putem poštanskih direktiva 97/67/EC, 2002/39/EC i 2008/06/EC. Cilj navedenih direktiva bio je da podstakne razvoj i konkurentnost na tržištu poštanskih usluga, uz obezbeđenje efikasnih, pouzdanih i kvalitetnih poštanskih usluga svim stanovnicima zemalja Evropske unije i zemalja kandidata za članstvo, po pristupačnim cenama, putem odgovarajućeg regulatornog okvira.

U kontekstu obeleženom opadanjem obima pismonosnih pošiljaka, otvaranje tržišta nije dovelo do značajnijeg povećanja konkurencije na tržištu ovih pošiljaka, sa izuzetkom najunosnijih segmenata tržišta. Istovremeno, na brzo razvijajućem tržištu paketa, javni poštanski operatori se suočavaju sa konkurencijom kako od strane globalnih kompanija za dostavu pošiljaka (pre svega paketa,) tako i od strane privatnih operadora. Ovakve evolucije potresaju pozicije istorijskog poslovnog modela provajdera univerzalne poštanske usluge primoravajući ih da se prilagode novim tržišnim realnostima.

### **2.1. Osvrt na konkurenciju na tržištu pismonosnih pošiljaka**

Uopšteno govoreći, uprkos otvaranju tržišta, konkurencija na tržištu pismonosnih pošiljaka se sporo razvija i tržište ostaje visoko koncentrisano. U značajnom broju zemalja provajderi univerzalnih usluga zadržali su ukupan ili kvazi monopol na nekoliko ranije zaštićenih segmenata tržišta. Glavni razlog za to je relativna neisplativost nekih usluga zbog visokih troškova pristupa u smislu uspostavljanja i održavanje mreže, kombinovano sa padom obima pismonosnih pošiljaka, u kontekstu

rastuće digitalizacije i e-zamene. Prema Svetskom poštanskom savezu, javlja se pad obima pismonosnih pošiljaka u unutrašnjem saobraćaju za oko 32% na globalnom nivou tokom poslednjih 10 godina.

U nekim slučajevima drugi faktori poput antikonkurentskog ponašanja bivših monopolista i/ili regulatornih barijera koje je postavila država takođe idu u prilog ograničavanju pristupa tržištu. Uprkos tome, konkurencija se, međutim, razvila u nekim od profitabilnijih segmenata tržišta pismonosnih pošiljaka kao što su masovna pošta (*bulk mail*) i direktna pošta. Razlog za to je činjenica da je na ova tržišta lakše prođeti jer se usluge obično pružaju za račun velikih pravnih lica kao što su javna preduzeća, osiguravajuće kuće, banke i sl. Ovi ključni korisnici obezbeđuju velike količine pošiljaka koje mogu sami da predaju, unapred sortirane, lokalnim preradnim centrima ili da njihove pošiljke budu preuzete na adresi od strane poštanskog operatora. Zahvaljujući tome novi učesnici na tržištu, čiji se poslovni modeli često zasnivaju na frekvenciji dostave od dva ili tri puta nedeljno u gusto naseljenim oblastima i koji rade sa vrlo fleksibilnom radnom snagom, mogu izbeći uspostavljanje skupe mreže jedinica za pružanje usluga korisnicima i poštanskih sandučića koji pokrivaju teritoriju cele zemlje. Ova situacija, koja se često kritikuje kao „branje trešanja“ (*cherry-picking*), ugrožava tradicionalni poslovni model javnih poštanskih operatora [2].

## 2.2. Osvrt na konkurenciju na tržištu paketa

*CEP (courier, express and parcel)* tržište je složeno i fragmentirano tržište koje karakteriše intenzivna konkurencija. Azijsko-pacifički region je najveće regionalno tržište paketa i čini oko 42% globalnog tržišta [3]. Region Severne Amerike i Evrope zajedno predstavljaju nešto više od 50%. Zahvaljujući razvoju e-trgovine (maloprodaja preko Interneta je glavni pokretač rasta obima dostavljenih paketa), tržište beleži veoma snažan rast, posebno u industrijalizovanim zemljama i u Istočnoj Evropi. Kina je ključno rastuće tržište i predstavlja skoro 62% ukupnog azijsko-pacifičkog regiona. Obim paketa na tržištu ove zemlje dostigao je 64 milijarde u 2019. godini [3]. SAD su i dalje najveće tržište u smislu vrednosti i opsega, iako ga je Kina premašila po obimu pošiljaka. U Evropi je Nemačka i dalje najveće tržište, a tržišta Italije i Velike Britanije su najbrže rastuća, od razvijenijih zemalja.

Prema SPS-u, globalno gledano, obim paketa u unutrašnjem saobraćaju i obim ekspres pošiljaka porasli su za 62%, odnosno 110%, respektivno, tokom poslednjih deset godina [3]. Očekuje se da će se rast tržišta nastaviti (i ubrzati) u narednim godinama jer se preko Interneta kupuje više nego ikada.

Na tržištu paketa i ekspres pošiljaka mogu se identifikovati tri vrste operatora: globalni integratori (DHL, FedEx, TNT i UPS), javni poštanski operatori i operatori u privatnom vlasništvu. Kombinovani tržišni udeli integratora čine 87% međunarodnog tržišta ekspres pošiljaka (obim) i oko 40% svetskog tržišta paketa. Zahvaljujući svojoj globalnoj mreži fokusiraju se prvenstveno na međunarodni saobraćaj gde je prihod po paketu mnogo veći. Sa aspekta prihoda, integratori imaju globalni tržišni udeo od oko 37%. Javni poštanski operatori imaju oko 24%, dok ostali prevoznici/operatori u privatnom sektoru imaju preostalih 39% [3].

Privatni prevoznici (operatori) fokusiraju se uglavnom na pakete i *Business to Business (B2B)* usluge. U ovom domenu u Evropi se tržište paketa Velike Britanije

smatra najkonkurentnijim, sa 15 ključnih konkurenata. Gledajući globalnije, najveći privatni prevoznici paketa širom sveta su japanski Yamato i Sagawa, kineski SF Express, ZTO, YTO, Yunda i Best Express. Tu je i Hermes koji je značajno prisutan u Nemačkoj i Velikoj Britaniji, a i u drugim evropskim zemljama.

### **3. Strategije prilagođavanja javnih poštanskih operatora**

Suočeni sa strukturnim promenama na tržištu, javni poštanski operatori kao provajderi univerzalne poštanske usluge prilično progresivno preusmeravaju svoje poslovne modele ka modelima usmerenim na pakete i ekspres pošiljke (na štetu njihove obaveze u pogledu univerzalne usluge) i restrukturiraju i racionalizaciju svoje poštanske mreže.

#### **3.1. Prelazak na CEP poslovanje**

Udeo paketa i ekspres pošiljaka u prometu provajdera univerzalne poštanske usluge raste iz godine u godinu. Ovi operatori prilagođavaju svoje strategije uglavnom kroz:

- premeštanje osoblja iz pismonosne službe u CEP poslovanje i kroz ulaganje u nove tehnologije i objekte: na primer, u Belgiji je Bpost nedavno otvorio svoj novi Brussels X centar za koji se smatra da će postati drugi po veličini sortirni centar za pakete u Evropi;
- postepen rast: provajderi univerzalne poštanske usluge uspostavljaju nove jedinice mreže ciljano za CEP usluge ili fokusiraju neke od već postojećih ka CEP poslovanju. Ovi novi entiteti uglavnom posluju po jeftinijem poslovnom modelu, na isti način kao i uglavnom privatni tržišni igrači u ovom segmentu poslovanja (visoko fleksibilna radna snaga, nezavisni ugovarači poslovnih odnosa i sl.);
- pružanje inovativnih usluga u vezi sa dostavom paketa, kao što je praćenje paketa i usluge sa dodatnom vrednošću, predvidljiva dostava i preusmerenje dostave, dostava istog dana kao i raznovrsna *PUDO (pick-up and drop-off)* rešenja;
- internacionalizaciju sopstvene mreže (regionalno ili globalno): dobar primer je francuski operator La Poste čija je strategija jasno usmerena na to da postane glavni igrač u čitavom lancu prenosa paketa iz Kine i Evrope. Drugi primer je švedski operator Posten AB koji se spojio sa Post Danmark A/S i postao PostNord i od tada je razvio integrisanu nordijsku mrežu (Finska, Norveška) preko koje dostavlja pošiljke pisane komunikacije, vrši usluge distribucije i logistike.

#### **3.2. Strategije uštede troškova: restrukturiranje i racionalizacija poštanske mreže**

Ključna komparativna prednost poštanske delatnosti je kvalitetna i razvijena mreža. Poštanska mreža predstavlja skup poštanskih objekata, opreme i sredstava koji su međusobno povezani u jedinstvenu tehničko - tehnološku celinu, radi pružanja univerzalne poštanske usluge. Pošta kao pravni entitet je obavezna organizovati, održavati i razvijati poštansku mrežu koja obezbeđuje obavljanje univerzalne poštanske usluge na celom području države, na način propisan aktima Svetskog poštanskog saveza i pripadajućom nacionalnom regulativom.

U prethodnom periodu poštanska delatnost bila je fokusirana, pre svega, na pružanje tradicionalnih poštanskih usluga koje su se zasnivale na pismonosnim pošiljkama i paketima. Savremene tehnologije nametnule su potrebu da se razvoj poštanske delatnosti pored daljeg unapređenja univerzalne poštanske usluge i kontinuiranog razvoja poštanske mreže, bazira na e-uslugama.

Od početka liberalizacije, javni poštanski operatori su restrukturirali svoje tradicionalne operacije, reorganizovali su poštanske mreže i uveli nove tehnologije (bar kod, senzore, otiske prstiju, optičko prepoznavanje karaktera i video kodiranje, *RFID*, robotiku, itd.) koje su im omogućile da centralizuju i automatizuju preradne centre (centre za sortiranje i distribuciju), kao i da reorganizuju dinamiku dostave pošiljaka i same dostavne rute.

Nacionalni operatori, suočeni sa konkurencijom i sve većim pritiskom u vezi sa troškovima reorganizovali su svoje poštanske mreže ukidanjem izvesnog broja poštanskih sandučića i zatvaranjem određenog broja jedinica poštanske mreže. Većina njih je alocirala tačke pristupa mreži i deo jedinica mreže pretvorilo u franšizne pošte smeštene u drugim entitetima (kao što supermarketi, benzinske pumpe ili tržni centri). Zahvaljujući razvoju digitalizacije i automatizacije neki poštanski operatori razvijaju mreže koristeći bespilotnu tehnologiju (dronovi, autonomna vozila, roboti), samouslužne terminale (paketomatima), nude usluge putem svojih sajtova ili mobilnih aplikacija.

Brojni bivši državni monopolisti su centralizovali svoje aktivnosti i uložili velika sredstva u nove, potpuno automatizovane centre za sortiranje. Jedan broj njih je takođe pojačao centralizaciju i automatizaciju u smislu restrukturiranja distributivnih centara. Belgijski Bpost je tako, na primer, smanjio broj distributivnih centara sa 400 na 60. Isto se dogodilo na Novom Zelandu, gde se broj poštanskih centara operatora NZ Post sveo sa 6 na 3. Dok se u nekim zemljama razvrstavanje pošiljaka (tj. sortiranje pošiljaka za pojedinačne dostavne rute) i dalje vrši od strane poštanskih radnika u lokalnim distributivnim centrima, u drugima se pošiljke potpuno sortirane (do nivoa itinerera dostavljača) dostavljaju dostavnim poštama. Ovo, zauzvrat, može ozbiljno uticati na prirodu i kvalitet posla koji obavljaju poštonoše jer može dovesti do stvaranja novih niskokvalifikovanih profila zaposlenih koji bi zamenili tradicionalnog poštonošu i tretirali bi se kao agent za sortiranje i agent za dostavu.

### **3.3. Diverzifikacija i pružanje novih usluga**

Proces modernizacije poštanskih usluga nije jednostavan i većina poštanskih operatora kreira usluge zavisno od potreba na tržištu i zahteva korisnika. Evidentan je rast *online* trgovine koji dovodi do povećanja broja prenesenih paketa poštanskim kanalima. Nove poštanske usluge ne predstavljaju samo razvoj novih proizvoda i usluga već izmene u načinu organizacije poslovanja i postojećem procesu pružanja usluga. Tehnologija nameće novi vid komunikacije između ljudi, pa samim tim i način pružanja poštanskih usluga. Inovacije koje nastaju primenom informaciono-komunikacionih tehnologija postale su deo savremenih poštanskih tržišta.

Suočeni sa opadanjem obima pismonosnih pošiljaka i borbom da se ostvari dovoljan prihod, poštanski operatori pribegavaju diverzifikaciji usluga. Najpopularniji oblici diverzifikacije uključuju finansijske usluge, logistiku ili telekomunikacione usluge (na primer, usluge e-uprave ili elektronsko poštansko sanduče). U nekim slučajevima

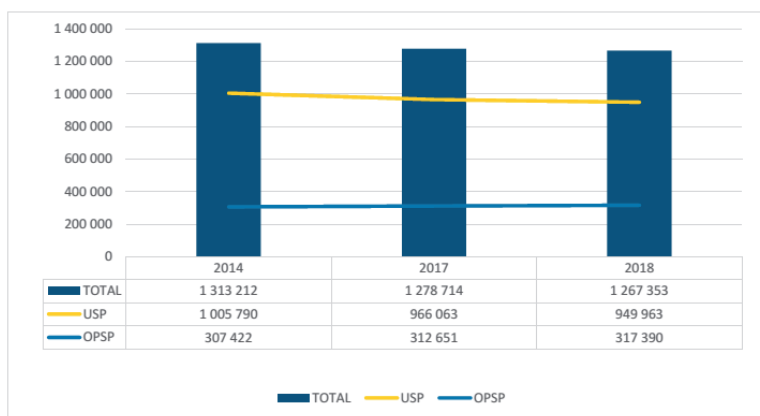
operatori pokušavaju da koriste svoje lokalne poštanske mreže za pružanje usluga stanovništvu (poput usluga od opšteg interesa). Na primer, u Francuskoj strategija operatora La Poste ima za cilj da pruža i usluge kao što su „Pazi na moje roditelje“, dostava potrepština za domaćinstva, dostava obroka ili lekova, tehničku ili administrativnu pomoć (pomoć oko obrazaca za prijavu poreza, ugradnja televizijskih modema, dekodera i sl.) [4]. Navedeni primer je samo jedan od mnoštva mogućih vidova diverzifikacije i pridruživanja dodatnih svojstava uslugama.

#### 4. Društvene posledice liberalizacije

Pad obima pismonosnih pošiljaka, razvoj e-trgovine i povećana konkurencija i na CEP i na najunosnijim otvorenim tržištima primorali su provajdere univerzalnih usluga, uglavnom kao nacionalne (javne) operatore, da prilagode svoje strategije. Racionalizacija i restrukturiranje njihovih operativnih poslovnih modela doveli su do opšteg smanjenja zaposlenosti, kao i do razvoja alternativnih oblika zapošljavanja, pogoršanja uslova rada i nižih plata, pošto su istorijski operatori progresivno evoluirali ka poslovnom modelu sličnom onom koji zastupaju njihovi konkurenti iz privatnog sektora.

##### 4.1. Evolucija zapošljavanja

Procena uticaja liberalizacije na zapošljavanje u poštanskom sektoru zahteva povratak u prošlost. Istorijski poštanski operatori počeli su da se restrukturiraju svoje operacije još u periodu pre liberalizacije (tokom priprema budućih kretanja na tržištu) i u vreme kada je uspon e-trgovine bio nov fenomen. Stoga, sa metodološke tačke gledanja, analiziranje uticaja otvaranja tržišta na zapošljavanje samo na osnovu podataka koji se odnose na skoriji period nema smisla. Podaci o zaposlenosti u zemljama koje su posmatrane u ovom radu jasno pokazuju da je, početkom 21. veka, nivo zaposlenosti kod provajdera univerzalne usluge opao. Isti zaključak važi i za zemlje Evropske unije (EU-27), prikazano slikom 1.



Slika 1. Zaposlenost kod provajdera univerzalne usluge i ostalih operatora Evropske unije (broj zaposlenih): 2014-2018 [5]



Zaključeno je da je ukupna zaposlenost opala za približno 3,5% u periodu 2014-2018. Razlog ovog pada je postepeni pad broja zaposlenih kod provajdera univerzalne usluge koji se smanjio za oko 5,6% tokom istog perioda. Inače, broj zaposlenih kod ostalih provajdera poštanskih usluga blago je porastao za oko 3,2%. Udeo zaposlenosti provajdera univerzalne usluge u ukupnoj zaposlenosti ostao je stabilan: 76,6% u 2014. i 75,0% u 2018. Kao i uvek u prethodnim periodima, u periodu 2014-2018 ukupan broj zaposlenih kod provajdera univerzalne usluge i dalje premašuje broj zaposlenih od strane ostalih provajdera/operatora.

#### **4.2. Povećana opterećenja radnika**

Povećana opterećenja radnika su direktan rezultat povećane količine paketa (ako posmatramo radnike na dostavi), povećanih očekivanja korisnika i smanjenja broja zaposlenih u poštanskom sektoru. Konkretno, smanjenje jednog broja osoblja povećava opterećenje za preostalo osoblje. Na primer, u Švedskoj je zaključeno da se smanjenje broj zaposlenih (u delu tradicionalnih poštanskih usluga) odvija brže od pada obima pošiljaka. Previše radikalno smanjenje broja zaposlenih predstavlja problem u vezi sa poštovanjem zvaničnog radnog vremena zaposlenih, posebno s obzirom na to da obim pošiljaka varira iz dana i dan, kao i sezonski.

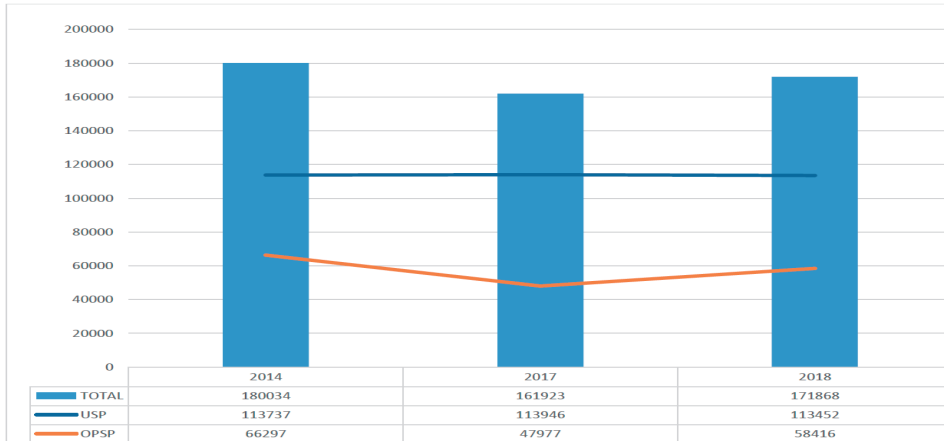
U većini slučajeva poštanski operatori su racionalizacijom i automatizacijom aktivnosti sortiranja omogućili i da se poveća dužina rute dostavljača i svakodnevnog radnog vremena. Na primer, na Novom Zelandu i u Japanu sindikati ukazuju na probleme dužeg radnog vremena dostavljača, duži obilazak ruta i manji broj ljudi obavljaju poslove dostave. U Francuskoj je La Poste reorganizovala radno vreme. Poštunoše sada počinju i završavaju sa radom kasnije (počinju u 8 časova ujutru umesto u 6), a radni dan uključuje pauzu za ručak. Tokom rada posluje se po principu „radi i završi” a koji podrazumeva da je poštunoša završio radno vreme onda kada je dostavio sve pošiljke kojima je bio zadužen. Ovakav princip nije dobro prošao od strane poštunoša u Francuskoj.

### **5. Pitanja kvaliteta**

Liberalizacija je imala štetan uticaj na zapošljavanje i uslove rada. Istovremeno, nije pomogla u povećanju kvaliteta usluga (pokazatelji kvaliteta se delimično pogoršavaju), dok su cene u konstantnom porastu [6].

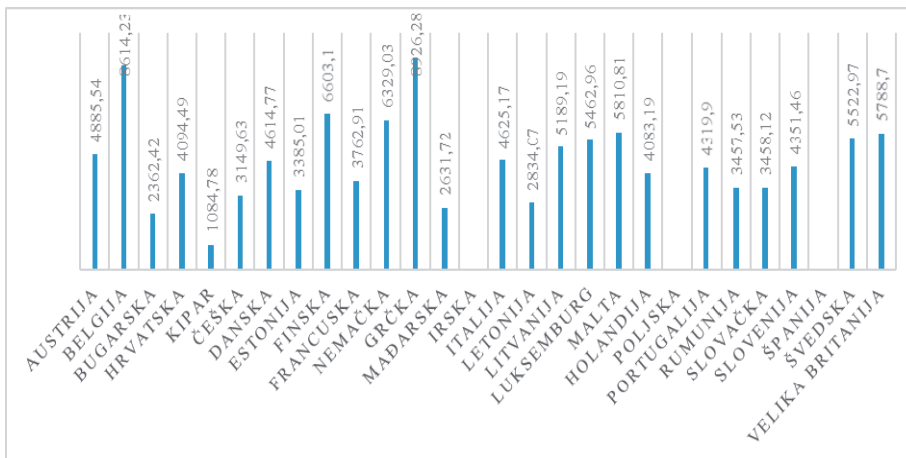
#### **5.1. Pristupačnost**

Kao što je prikazano na sledećoj slici (slika 2), a uzimajući u obzir ukupne podatke za zemlje koje su pružile podatke o provajderima univerzalne usluge i ostalim operatorima, između 2014. i 2018. godine ukupan broj jedinica poštanske mreže smanjio se za 4,5%, uz blagi pad broja pošta kod provajdera univerzalne usluge (- 0,3%) i smanjenje broja poslovnica ostalih provajdera (-11,9%). Broj stalnih jedinica poštanske mreže provajdera univerzalne usluge nije se značajno promenio u poslednje 2 godine. Za ostale provajdere u 2018. godini došlo je do povećanja broja poslovnica u odnosu na prethodnu godinu (21,8%), što je suprotno trendu smanjenja primećenom tokom 2014-2017.



Slika 2. Ukupan broj jedinica poštanske mreže kod provajdera univerzalne usluge i ostalih provajdera u periodu 2014-2018. godine u EU [5]

Ova relativna stabilnost može se objasniti postojanjem nacionalnih propisa obavezujućih za provajdere univerzalne usluge u pogledu određenog broja pristupnih tačaka koje moraju biti uspostavljene, ali i postojanjem u određenim zemljama monopola. Međutim, u većini zemalja (kao što je već ranije pomenuto), veliki broj klasičnih pošta je zamenjen drugim vidovima pristupnih tačaka koje se nalaze u supermarketima, kioscima, benzinskim pumpama, a što se što teško može smatrati pokazateljem kvaliteta usluge. Kao posledica ukupnog smanjenja broja jedinica poštanske mreže, a rasta populacije, prosečan broj stanovnika koju opslužuje jedna jedinica mreže naravno da se smanjuje. Prosečan broj stanovnika koje opslužuje jedna jedinica poštanske mreže za 2018. godinu, za zemlje EU, prikazan je slikom 3.



Slika 3. Prosečan broj stanovnika koje opslužuje jedna jedinica poštanske mreže za 2018. godinu, zemlje EU

## 5.2. Blagi pad brzine dostave na vreme, ali stalni porast žalbi kupaca

Statistika vezana za blagovremenu dostavu pismonosnih pošiljaka ostala je više-manje stabilna od početka liberalizacije, uprkos blagom padu u gotovo svim zemljama koje su posmatrane. U većini zemalja javni operatori ostvaruju rokove dostave u procentu iznad 90% (tabela 1). U međuvremenu se znatno povećao broj žalbi koje su primili nacionalni regulatori i operatori. Razlozi za to su veća očekivanja kupaca u vezi sa dostavom paketa, kao i izazovnijim logističkim procesima za dostavu. Na primer, u Evropi je taj broj porastao za 88% od 2013. do 2016. Ovo povećanje se uglavnom odnosi na usluge van domena univerzalne, a posebno na pošiljke e-trgovine.

*Tabela 1. Procenat pismonosnih pošiljaka dostavljenih u roku D+1 od strane provajdera univerzalne usluge u unutrašnjem saobraćaju, zemlje EU i zemlje kandidati za članstvo*

	2012 (%)	2013 (%)	2014 (%)	2015 (%)	2016 (%)	2017 (%)	2018 (%)
Belgija	93,9	95,7	94,7	91,3	90,9	91,6	91,2
Bugarska	47,9	50,7	67,2	71,4	59,7	53,1	49
Češka	-	93,1	93,9	93,8	93	93,4	92,9
Danska	93,5	93,2	94,9	92,8	93,2	95,5	95,4
Nemačka	92,3	91,2	90,9	86,6	89,8	88,7	88,3
Estonija	88,8	88,7	88,5	87,9	88,6	85,9	76
Irska	86	87	90	91	91	90	89
Grčka	91,7	90,5	87,3	89,9	86,1	71,7	74,7
Španija	-	-	-	-	-	-	53,8
Francuska	87,9	87,4	86,7	85,5	84,9	86,4	-
Hrvatska	78	85,2	87,6	86,4	85,2	85,4	85,4
Italija	90,7	90,7	90,5	-	83,9	85,8	85,9
Kipar	90	90	90	90	90	90	89,3
Letonija	90,1	90,5	90,8	93	94,5	94,4	94,4
Litvanija	85,9	90	85,4	81,1	83,1	88,6	84,6
Luksemburg	98,4	99,6	99,8	99,6	99,6	99,4	96,8
Mađarska	93	92,8	90,1	90,2	90	88,9	88,6
Malta	95,8	95,2	94	95,3	93,6	94,5	95
Holandija	93,9	95,8	-	96,4	96,4	95,4	95
Austrija	96	95,5	-	-	95,7	-	-
Poljska	68,5	66,7	65,4	60,9	59,2	57,2	57,1
Portugalija	94,9	94,9	95,3	95,2	93,8	91,4	92,3
Rumunija	-	34,3	-	23,4	33,1	30	57,1
Slovenija	97,3	96,2	97	98,6	96,6	94,7	95,7
Slovačka	96	94,7	96,4	95,6	95,5	95	94,4
Finska	90,4	90,2	91	-	82	94	99,5
Švedska	94,8	94,4	93,2	89,8	91,2	90,3	98,6
Velika Britanija	91,7	93,2	93	92,5	93,1	91,6	91,5
Island	89	88	89	88	87	84	90
Norveška	85,3	86	-	85,4	86,1	85,4	89,9
Švajcarska	97,9	97,6	97,7	97,8	98	-	-
Makedonija	60,5	-	-	-	63,2	62,3	-
Srbija	-	-	-	71,1	77,7	67,1	67,2

## 5.3. Cene

U većem broju zemalja cene pisma prve stope mase u unutrašnjem saobraćaju ostale su uglavnom konstantne tokom posmatranih godina (tabela 2).

Tabela 2. Cena pisma prve stope mase u unutrašnjem saobraćaju, provajder univerzalne usluge (eura)

	2014 (€)	2015 (€)	2016 (€)	2017 (€)	2018 (€)
<b>Belgija</b>	0,77	0,77	0,79	0,79	0,79
<b>Bugarska</b>	0,43	0,43	0,43	0,43	0,49
<b>Češka</b>	0,47	0,48	0,59	0,61	0,62
<b>Danska</b>	1,21	1,34	1,07	1,08	1,21
<b>Nemačka</b>	0,6	-	0,7	0,7	0,7
<b>Estonija</b>	0,55	0,55	0,65	0,65	0,65
<b>Irska</b>	0,6	0,7	0,7	1	1
<b>Grčka</b>	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
<b>Španija</b>	0,38	0,42	0,45	0,5	0,55
<b>Francuska</b>	0,66	0,76	0,8	0,85	0,95
<b>Hrvatska</b>	0,41	0,41	0,41	0,42	0,42
<b>Italija</b>	0,8	2,8	2,8	2,8	2,8
<b>Kipar</b>	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
<b>Letonija</b>	0,6	0,6	0,57	0,57	0,57
<b>Litvanija</b>	0,45	0,45	-	0,45	0,45
<b>Luksemburg</b>	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7
<b>Mađarska</b>	0,47	0,47	0,47	0,5	0,5
<b>Malta</b>	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
<b>Holandija</b>	0,64	0,69	0,73	0,8	0,8
<b>Austrija</b>	0,68	0,68	0,68	0,68	0,8
<b>Poljska</b>	0,56	0,56	0,57	0,59	0,75
<b>Portugalija</b>	0,5	0,55	0,58	0,58	0,63
<b>Rumunija</b>	0,36	0,36	0,31	0,31	0,56
<b>Slovenija</b>	0,34	0,37	0,4	0,4	0,4
<b>Slovačka</b>	0,65	0,65	-	0,7	0,7
<b>Finska</b>	1	1,1	1,2	1,3	1,4
<b>Švedska</b>	0,62	0,6	0,69	0,73	0,88
<b>Velika Britanija</b>	0,77	0,87	0,78	0,73	0,73
<b>Island</b>	0,84	1,05	1,31	-	-
<b>Norveška</b>	-	1,17	1,18	1,39	1,46
<b>Švajcarska</b>	0,77	0,87	-	0,9	0,87
<b>Makedonija</b>	0,29	0,29	0,29	0,29	-
<b>Srbija</b>	0,2	0,19	0,19	0,19	0,19

U Evropi, jedina zemlja u kojoj je liberalizacija bila praćena padom cena je Švedska. Međutim, tamošnja situacija je izuzetak pošto se liberalizacija dogodila u vreme kada su obimi pošiljaka rasli (1994. godine). Posle toga, cene su počele da rastu i u Švedskoj. Generalni razlozi za ovaj rast cena su, naravno, opadajući obimi pošiljaka (pre svega pismonosnih), potreba za velikim ulaganjima i visoki troškovi restrukturiranja. U nekim zemljama su takođe povezani sa potpunom ili delimičnom privatizacijom nacionalnih poštanskih operatora. Na primer, u Velikoj Britaniji je Royal Mail od momenta privatizacije isplatio približno milijardu funti u vidu dividendi deoničarima, a taj iznos novca sindikati tvrde da je trebalo reinvestirati u poslovanje kako bi se osigurala budućnost.

Stavovi sindikata u vezi sa ovim rastom cena razlikuju se od organizacije do organizacije. U nekim slučajevima (u Švedskoj, na primer), sindikati pozivaju na rast cena, jer bi to moglo pomoći u poboljšanju uslova rada i smanjenju rizika od otpuštanja. U drugim slučajevima, poskupljenja se smatraju kao nešto što se dešava suprotno principu univerzalnog pristupa javnoj usluzi.

#### **5.4. Učestalost i brzina dostave**

Broj dana dostave nedeljno ostao je stabilan tokom godina u zemljama, a u vezi sa činjenicom da su obaveze za usluge koje spadaju pod univerzalnu, a koje propisuju regulatori, ostale takođe stabilne tokom godina. Na primer, član 3 Direktive 2008/6 /EC precizira da univerzalnu uslugu treba garantovati najmanje pet radnih dana u nedelji, osim u određenim okolnostima ili geografskim uslovima koji se smatraju izuzetnim. Takvi propisi postoje i u zemljama koje nisu članice EU. Izuzetak je, na primer, Novi Zeland, gde je smanjen broj dana dostave nedeljno sa 5 na 3.

Prosečna brzina dostave takođe je ostala stabilna u većini zemalja. Međutim, postoji sve prisutniji trend ka pogoršanju ovakvog stanja. Pre nekoliko godina švedska vlada je ukinula dostavu preko noći i zamenila zahtev D+1 obavezom da standardna pisma budu dostavljena u roku od dva radna dana, počev od 2018. godine. Ostale evropske zemlje poput Danske, Finske, Luksemburga, Norveške i Španije takođe su smanjile brzinu dostave u poslednjih nekoliko godina.

Zbog sve većih gubitaka koje nacionalni operatori prave na tržištu pismonosnih pošiljaka, kao i zbog povećane konkurencije na CEP tržištu, postoji rizik da se ova situacija promeni u bliskoj budućnosti.

#### **6. Zaključak**

U radu je predstavljen samo deo analize stanja na tržištu poštanskih usluga nakon procesa liberalizacije tržišta. Celokupna analiza je značajno obimnija i sadržajnija u smislu podataka i njihovog tumačenja, posmatrano sa raznih aspekata koji karakterišu liberalizaciju.

Počev od ranih 90-ih godina (Finska, Švedska, Novi Zeland) i beležeći nagli porast u ranim 2000-im godinama, liberalizacija poštanskih usluga je sveobuhvatni globalni trend. Uprkos regionalnim i nacionalnim razlikama u pogledu obima univerzalne usluge i relevantne regulative, liberalizacija je uvek težila istim ciljevima, odnosno uvođenju konkurencije u cilju povećanja kvaliteta usluga, snižavanja cena i podsticanja ekonomskog rasta i rasta zaposlenosti. Ponekad je ovaj proces išao paralelno sa potpunom ili delimičnom privatizacijom istorijskih poštanskih operatera sa ciljem smanjenja državnog duga i povećanja efikasnosti bivših monopolista. U međuvremenu, u većini zemalja, a posebno u Evropi, regulatori rade na neophodnosti garantovanja univerzalne poštanske usluge koja obuhvata kvalitetne usluge pružene po pristupačnim cenama u korist svih korisnika, bez obzira na njihov geografski položaj. Podaci pokazuju da su neki od ciljeva liberalizacije ispunjeni uspešno, a neki manje uspešno, u korelaciji sa mnogim faktorima. U određenom broju zemalja proces i dalje traje.

## Zahvalnica

Rad je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

## Literatura

- [1] M. Blagojević, D. Marković, M. Kujačić and M. Dobrodolac, “Applying activity based costing model on cost accounting of provider of universal postal services in developing countries”, *African Journal of Business Management*, Volume 4 (8), pp. 1605-1613, 2010.
- [2] D. Marković, M. Blagojević, Đ. Popović, “Activity based cost management kao tehnika za obračun troškova u procesu reforme poštanskog sektora”, *Zbornik radova 28. Simpozijuma o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2010*, str. 09 – 118, Beograd, 2010.
- [3] Apex Insight, Global Parcel Delivery Market Insight Report, 2020.
- [4] The economic and social consequences of postal services liberalization, Syndex/Uni Global study, Brussels, November 2018.
- [5] ERGP Report on core indicators for monitoring the European postal market, 2019.
- [6] L. Švadlenka, M. Dobrodolac, and M. Blagojević, “Application of tracking technologies in the postal system”, *The Proceedings of International Conference on Traffic and Transport Engineering – ICTTE Belgrade 2016*, pp. 980-990, Belgrade, Serbia, 2016.

**Abstract:** *The liberalization of the postal services market, which began in the 1990s, was aimed at enhancing the quality of services, bringing down prices and prices for services and stimulating economic growth. Thirty years on, the results of the overall process appear to be lower than expected. The paper presents the situation on the postal market in the context of liberalization, focusing on three main aspects: the impact of market opening on competition and public postal operators, on employment and working conditions, and on the quality of services. These aspects lead to the conclusion that, despite more or less stable statistics regarding delivery on time, the quality of services has declined. Furthermore, liberalization has supported the growth of e-commerce and fostered the business model of leading CEP (courier, express and parcel) integrators and other operators. It has also forced former monopolists to modernize their infrastructure and reorient business models toward a growing package market. At the same time, however, liberalization has weakened the way public service obligations are met and financed, in turn encouraging the development of competition.*

**Keywords:** *liberalization, postal market, postal operator*

## STATE OF THE POSTAL SERVICES MARKET FROM THE ASPECT OF THE CONSEQUENCES OF LIBERALIZATION

Mladenka Blagojević, Dejan Marković

**TELEKOMUNIKACIONI  
SAOBRAĆAJ, MREŽE I  
SERVISI**





## INTERNET ENERGIJE: KONCEPT, ARHITEKTURA I PERSPEKTIVE PRIMENE

Slavica V. Boštjančič Rakas<sup>1</sup>, Mirjana D. Stojanović<sup>2</sup>, Jasna D. Marković-Petrović<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu - Institut Mihajlo Pupin, slavica.bostjancic@institutepupin.com

<sup>2</sup>Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, m.stojanovic@sf.bg.ac.rs

<sup>3</sup>JP EPS Beograd, jasna.markovic-petrovic@eps.rs

**Rezime:** U radu su predstavljene osnovne postavke Interneta energije kao evolucionog rešenja nastalog na osnovu savremenog tehničko-tehnološkog razvoja i potreba društva, uključujući arhitekturu i ključne pojmove, kao što su energetske ruter, "prosumer" i virtuelne elektrane. Predstavljena je arhitektura savremene informacione i komunikacione podrške elektroenergetskom sektoru, uključujući osnovne karakteristike i integraciju tehnologija budućeg Interneta, kao i problemi sajber bezbednosti koji nastaju uvođenjem ovakvih tehnologija. Prikazan je pregled aktuelnih istraživanja i identifikovani su problemi i pravci budućeg istraživanja.

**Ključne reči:** elektroenergetski sistem, Internet stvari, računarstvo u oblaku, računarstvo u magli, zaštita.

### 1. Uvod

Od početka primene električne energije odnosno druge industrijske revolucije, elektroenergetski sistemi prošli su kroz četiri faze razvoja, od decentralizovanih i centralizovanih preko distribuiranih do inteligentnih sistema. Savremeni tehnološki razvoj senzorskih i mernih elemenata i težnja ka optimalnoj integraciji distribuiranih izvora električne energije usloveli su ideju o inovativnom obliku elektroenergetskih sistema koji se naziva Internet energije (*Energy Internet, Internet of Energy*) [1], [2], [3].

Tehnologije budućeg Interneta (*Future Internet, FIN*), kao što su računarstvo u oblaku (*Cloud Computing*), Internet stvari (*Internet of Things, IoT*), *Big Data* analitika, mobilni Internet, sve više nalaze mesto i u tradicionalnom elektroenergetskom sektoru, i to u svim njegovim delovima, od proizvodnje i prenosa do distribucije i potrošnje [4]. Istovremeno, sve raznovrsniji distribuirani izvori električne energije i sve veća količina podataka kombinuju se u cilju stvaranja fleksibilnih, personalizovanih i efikasnih sistema proizvodnje i potrošnje električne energije.

Trendovi razvoja savremenog elektroenergetskog sistema zahtevaju integraciju bežičnih senzorskih mreža, aktuatora, inteligentnih mernih uređaja i drugih komponenti sa FIN u cilju obezbeđivanja detaljnijeg uvida u proizvodnju i potrošnju energije i predviđanja budućih akcija sa ciljem povećanja energetske efikasnosti i smanjenja

ukupnih troškova. Primena IoT u elektroenergetskom sistemu unapređuje vidljivost objekata sistema, optimizuje upravljanje distribuiranim izvorima električne energije, smanjuje gubitke električne energije, kao i ukupne troškove proizvođača i potrošača.

Rad je organizovan na sledeći način. U drugom poglavlju opisan je razvoj elektroenergetskog sistema kroz istoriju. Treće poglavlje sadrži opis ključnih pojmova i arhitekture Interneta energije, kao i opis FIN tehnologija kao osnove Interneta energije. Četvrto poglavlje posvećeno je problemima zaštite u okruženju Interneta energije, dok su u petom poglavlju prikazani pravci budućeg istraživanja. Šesto poglavlje sadrži zaključna razmatranja.

## 2. Razvoj elektroenergetskog sistema kroz istoriju

Od druge industrijske revolucije do danas tehnologija proizvodnje i potrošnje električne energije prošla je kroz velike razvojne procese, koji mogu da se podelu u četiri osnovne faze [5]:

(1) **Decentralizovani sistem.** Na početku primene električne energije, nivo proizvodnje i potrošnje električne energije je bio relativno nizak. Potražnja je bila zadovoljena malim generatorima na veoma niskom tehnološkom nivou i male proizvodnje. Ovakav sistem je bio izolovan i ne tako efikasan.

(2) **Centralizovani sistem.** U vreme ubrzane industrijalizacije, tehnologija proizvodnje električne energije ostvarila je veliki napredak. Glavni izvor električne energije postale su međusobno povezane različite elektrane. Proizvodnja električne energije je postala nezavisan i važan industrijski sektor. Centralizovana proizvodnja velike količine električne energije u velikoj je meri poboljšala efikasnost snabdevanja električnom energijom. Centralizovana proizvodnja, prenos energije na velike daljine i stabilno snabdevanje su u velikoj meri smanjili i troškove.

(3) **Distribuirani sistem.** Sa sve ozbiljnijim problemima u vezi sa potrebnim resursima i negativnim uticajem na životnu sredinu, postala je sve važnija izgradnja čistijeg odnosno ekološki orijentisanog elektroenergetskog sistema [6]. Brz razvoj tehnologija povezanih sa obnovljivim izvorima električne energije, npr. vetroparkovi i solarne elektrane, omogućio je razvoj distribuirane proizvodnje električne energije i mikromreža. Razvila se tendencija manjeg oslanjanja na električnu energiju koja se dobija iz fosilnih goriva i na prenos električne energije na daljinu. Sa druge strane, rasla je potreba za efikasnom distribucijom energije i smanjenjem gubitaka kod distribuiranih izvora energije. Tako je od velike važnosti bilo da se obezbedi ravnoteža između ponude i potražnje električne energije, poboljša energetska efikasnost i promoviše održivi razvoj. Distribuirani elektroenergetski sistem je komplementaran sa tradicionalnim centralizovanim elektroenergetskim sistemom.

(4) **Inteligentan i povezan sistem.** Predstavlja deo Industrije 4.0. Tehnologije budućeg Interneta sve više postaju deo tradicionalnih industrijskih sektora, uključujući i elektroenergetski sektor. Uvođenjem računarstva u oblaku, IoT-a, *Big Data* analitike, mobilnog Interneta, tradicionalni elektroenergetski sistem postaje inteligentniji. Ključni postaju napredni merni sistemi koji uključuju upravljanje potrošnjom i brojilima (*smart metering*), kao i prikupljanje i obrada velikih količina podataka. *Big Data* i razvoj usmerenih marketinških strategija omogućili su dvosmernu interakciju i poboljšanje kvaliteta servisa. Nastaju novi proizvodi, servisi i poslovni modeli.

Osnovni cilj evolucije jeste migracija elektroenergetskog sistema ka Internetu energije, odnosno stvaranje pametnog, efikasnog, bezbednog, fleksibilnog, personalizovanog i održivog sistema proizvodnje, prenosa, distribucije i potrošnje električne energije, koji će ljudima unaprediti kvalitet života i koji promoviše ekonomski i društveni razvoj.

### **3. Internet energije**

#### **3.1. Ključni pojmovi**

U ovom poglavlju ukratko su opisani ključni pojmovi Interneta energije, čije razumevanje je važno za prepoznavanje poslovnih vrednosti i analizu poslovnih inovacija u okruženju Interneta energije [5].

##### *Prosumer*

U elektroprivrednom sektoru, brz razvoj i široka primena distribuirane proizvodnje i skladištenja električne energije omogućili su da tradicionalni korisnik električne energije postane i nezavisan proizvođač električne energije, odnosno tzv. *prosumer*. Postoje tri osnovne uloge *prosumer*-a: proizvođač, potrošač i prodavac električne energije [7]. Proizvodnja i potrošnja električne energije vrši se iz obnovljivih izvora, čime se doprinosi i unapređenju ekoloških i ekonomskih pitanja koja se tiču sve veće potražnje električne energije.

##### *Mikromreža*

Mikromreža je mreža nižeg ili srednjeg naponskog nivoa, koja se nalazi blizu ili na mestu potrošnje električne energije. To je mali sistem distribucije električne energije koji snabdeva potrošače iz nekoliko distribuiranih izvora električne energije, uključujući distribuirane generatore i distribuirane uređaje za skladištenje električne energije [8]. Osnovne prednosti su: (1) pouzdanost; (2) operativna nezavisnost od glavne elektroenergetske mreže što je prednost u vanrednim situacijama kao što je nestanak napajanja u glavnoj mreži; (3) jednostavnija integracija obnovljivih izvora energije (sunce i vetar) bez potrebe za reinženjeringom sistema prenosa i distribucije; (4) smanjeno zagađenje životne sredine.

##### *Virtuelna elektrana*

Virtuelna elektrana predstavlja inovativni operativni koncept elektroenergetskog sistema. Podrazumeva integraciju distribuiranih generatora, sistema za skladištenje električne energije, kontrolabilnih opterećenja i distribuiranih izvora električne energije (koji često mogu da budu obnovljivi) sa naprednim tehnologijama nadzora, merenja, komunikacije i sl., kojima se upravlja kao celinom iz jednog centralizovanog kontrolnog centra. Drugim rečima, virtuelna elektrana je virtuelna celina koja se oslanja na primenu specifičnog softvera i komunikacionih veza, a zapravo predstavlja uslugu upravljanja potrošnjom i proizvodnjom električne energije [9]. Dobavljačima električne energije omogućava efikasno upravljanje sve brojnijim i nepredvidivim obnovljivim izvorima, skladištima električne energije i upravljanje potrošnjom.

##### *Inteligentna elektroenergetska mreža (smart grid)*

Inteligentna mreža objedinjuje protok električne energije i informacija integracijom FIN tehnologija i tradicionalne elektroenergetske mreže [10]. Intelligentni merni uređaji i druga unapređena merna infrastruktura mogu da prikupe veliku količinu podataka o iskorišćenju električne energije od strane potrošača u realnom vremenu. Na osnovu obrade ovakvih podataka inteligentna mreža postaje stabilnija i ekonomičnija. Internet energije zapravo predstavlja evoluciju inteligentnih mreža u Internet bazirano okruženje, u cilju unapređenja performansi elektroenergetskog sistema.

### *Energetski ruter*

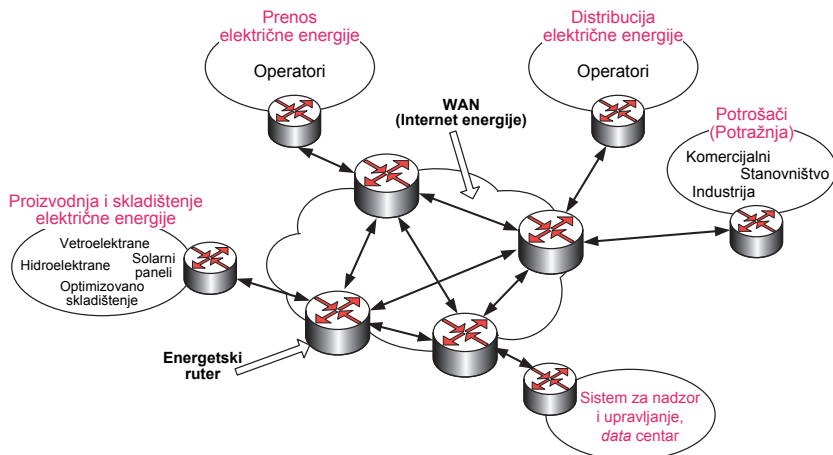
Energetski ruter (*energy router*) predstavlja jezgro Interneta energije koji povezuje tri podsistema, energetski, informacioni i mrežni podsistem. Omogućava prosljeđivanje toka energije i podataka i predstavlja osnovnu i neophodnu opremu koja obezbeđuje upravljanje "pametnom" energijom. Koncept energetskog rutera za potrebe dinamičkog raspoređivanje tokova električne energije i komunikacije između uređaja elektroenergetskog sistema u realnom vremenu predstavljen je u [11], [12]. Energetski ruter integrisan sa četiri modula (modul sa elektronskim transformatorom, modul za inteligentni nadzor, modul za detekciju grešaka i komunikacioni modul) predložen je u [13]. Ovi ruteri su odgovorni za alokaciju električne energije, dvosmernu kontrolu tokova električne snage i električne energije i grupisanja uređaja, odnosno optimizaciju proizvodnje i potrošnje električne energije u realnom vremenu.

### 3.2. Arhitektura Interneta energije

Internet energije podrazumeva integraciju elektroenergetskog i informaciono-komunikacionog sistema u cilju unapređenja upravljanja elektroenergetskom mrežom i razvoja novih servisa. Predstavlja softversku platformu koja omogućava nadzor i upravljanje celim elektroenergetskim sistemom, u kojem su svi delovi sistema međusobno povezani [14]. Takav sistem zahteva visoku pouzdanost, veliku brzinu prenosa podataka i veliki propusni opseg, malo kašnjenje, kao i ravnotežu između proizvodnje i potrošnje električne energije. Za razliku od inteligentne mreže čiji je cilj optimizacija snabdevanja električnom energijom, Internetom energije vrši se integracija distribuiranih (obnovljivih) izvora električne energije i personalizovano korišćenje električne energije u domaćinstvima [14]. Na slici 1 je prikazan primer ovakvog sistema. To je WAN (*Wide Area Network*) mreža koja povezuje različite delove elektroenergetskog sistema, kao što su izvori električne energije (velike elektrane, distribuirani izvori električne energije), sistem prenosa električne energije, sistem distribucije električne energije, potrošači električne energije (stanovništvo, industrija, komercijalni potrošači), sistemi za skladištenje električne energije i sistemi za nadzor i upravljanje i data centri. WAN mrežu čine energetski ruteri, koji omogućavaju razmenu informacija i upravljanje tokom električne energije između različitih regiona.

Osnovne karakteristike Interneta energije su [11], [14], [15]: (1) nadzor i upravljanje svim aktivnostima i funkcionalnostima elektroenergetskog sistema putem IoT-a; (2) energetska interoperabilnost sa mogućnošću razmene informacija između svih elemenata sistema; (3) integracija toka energije i informacija; (4) pojava *prosumer*-a; (5) obnovljivi izvori energije kao primarni izvori energije; (6) distribuirana proizvodnja energije i skladištenje energije; (7) smanjenje emisije štetnih čestica.

Iako postoje sličnosti između Interneta energije i *smart grid*-a, osnovne razlike ova dva sistema su [16], [17], [18], [19]: (1) Internet energije integriše različite mreže elektroenergetskog sistema, tehnologije nadzora i upravljanja u realnom vremenu, kao i tehnologije distribucije energije, dok *smart grid* predstavlja modernizovanu elektroenergetsku mrežu. (2) Distribuirani nadzor i upravljanje u Internetu energije i generatori mogu da poseduju *plug and play* funkciju. U *smart grid*-u, prikupljanje informacija i rutiranje komandi je centralizovano i svakom generatoru je potrebna "dozvola" od sistema za nadzor i upravljanje pre nego što se priključi elektroenergetskom sistemu. (3) Internet energije podrazumeva integraciju informacionog i fizičkog sistema, dok su u *smart grid*-u ovi sistemi razdvojeni. (4) Internet energije omogućava dvosmernu razmenu informacija i energije, dok *smart grid* pretpostavlja jednosmernu komunikaciju. (5) Internet energije je baziran na Internet tehnologijama, a *smart grid* se pre svega sastoji od komunikacionih sistema i tradicionalne industrije. (6) Internet energije obuhvata različite vrste distribuiranih izvora energije, pre svega obnovljivih i ekoloških izvora energije, kao što su solarna energija, energija vetra, itd.



Slika 1. Arhitektura Interneta energije

### 3.3. Tehnologije budućeg Interneta kao osnova Interneta energije

Industrijski sektor ima značajne koristi od primene IoT-a, u smislu automatizacije sistema, primene različitih tipova senzora, poboljšanja efikasnosti i povećanja prihoda. Količina podataka koja se prikuplja u takvim sistemima se meri u milionima gigabajta. Tradicionalne informacione tehnologije ne mogu da zadovolje zahteve za analizu podataka, za kašnjenje, mobilnost, zaštitu, privatnost i propusni opseg.

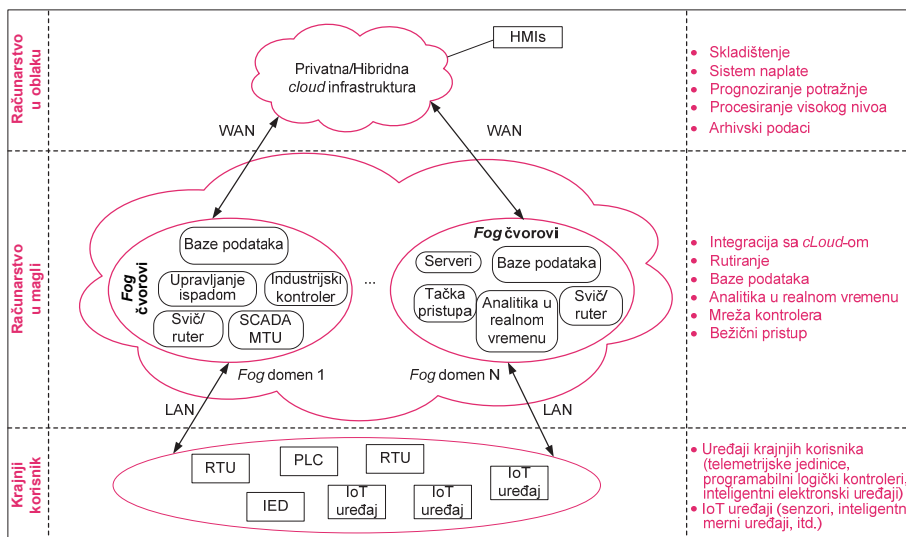
FIN tehnologije postepeno postaju sastavni deo elektroenergetskog sistema, i to u svim njegovim delovima, od proizvodnje, prenosa, distribucije i potrošnje, a u cilju optimizacije, personalizacije i povećanja efikasnosti sistema proizvodnje i potrošnje električne energije. Računarstvo u magli predstavlja decentralizovanu mrežnu arhitekturu gde su skladištenje i procesiranje podataka i aplikacije distribuirane na najefikasniji način između izvora podataka i *cloud*-a. Računarstvo u magli i računarstvo u oblaku su slični u smislu korišćenja računarskih, skladišnih i mrežnih tehnologija. Međutim, najznačajnija

razlika jeste, da je računarstvo u magli locirano blizu krajnjih korisnika, što odgovara aplikacijama i servisima koji imaju stroge zahteve za kašnjenje. Dodatno, karakteristika posedovanja informacije o lokaciji omogućava podršku mobilnosti. Računarstvo u magli u osnovi proširuje usluge računarstva u oblaku na periferiju mreže, odnosno bliže korisnicima. Posledično, krajnji korisnici, računarstvo u magli i oblaku čine troslojnu arhitekturu (slika 2).

Najniži sloj odnosi se na uređaje krajnjih korisnika, kao što su telemetrijske jedinice (*Remote Terminal Unit*, RTU), programabilni logički kontroleri (*Programmable Logic Controllers*, PLCs), inteligentni elektronski uređaji (*Intelligent Electronic Devices*, IEDs), inteligentni meri uređaji, različiti senzori kao i IoT uređaji.

Srednji sloj se sastoji od jednog ili više *fog* domena kojima upravlja isti ili različiti provajderi. *Fog* domen se sastoji od *fog* čvorova, odnosno uređaja koji omogućavaju prikupljanje, obradu i skladištenje podataka kao i mrežne konekcije. Primeri takvih uređaja su industrijski kontroleri, prekidači, ruteri, SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) serveri itd. *Fog* čvorovi omogućavaju integraciju sa najvišim slojem (*cloud*), rutiranje, skladištenje i deljenje podataka, obradu podataka u realnom vremenu, upravljanje ispadima, upravljanje uređajima krajnjih korisnika (RTUs, PLCs, IEDs), bežični pristup itd. Najniži i srednji sloj su obično povezani žičnim ili bežičnim lokalnim računarskim mrežama. Računarstvo u magli omogućava da se obrada podataka vrši u mrežnim elementima (*fog* čvorovima) koji su smešteni na ivicama/krajevima pristupne mreže, odnosno između udaljenog *cloud*-a i IoT uređaja. Cilj je povećanje računarskih resursa i propusnog opsega bez značajnog uticaja na kvalitet servisa koji se pruža korisnicima.

Najviši sloj je odgovoran za funkcije poput skladištenja visokog nivoa, sistema naplate, prognoziranja potražnje, obrade podataka visokog nivoa i analize arhivskih podataka. Komunikacija između srednjeg i najvišeg sloja vrši se WAN konekcijama.



Slika 2. Troslojna komunikaciona arhitektura u elektroenergetskom sistemu

#### 4. Zaštita u okruženju Interneta energije

Poslednjih nekoliko godina raste broj napada na *smart grid*, što je dovelo do velikih ekonomskih gubitaka i potencijalnog ugrožavanja životne sredine. Internet energije bi trebalo da unapredi sajber bezbednost *smart grid*-a. Međutim, zbog njegove složenosti, vrlo je teško dizajnirati potpuno bezbedan i efikasan okvir za detekciju i prevenciju napada i ranjivosti [14].

Osnovni problemi realizacije Interneta energije jesu pre svega problemi kompleksnosti, efikasnosti, pouzdanosti i zaštite informacija i infrastrukture. Ovakav sistem predstavlja vrlo kompleksnu infrastrukturu s obzirom da integriše FIN tehnologije, tehnologije iskorišćenja obnovljivih izvora energije i tehnologije skladištenja električne energije, tako da modelovanje, analiza i dizajn odgovarajuće komunikacione infrastrukture predstavljaju veliki izazov. Osim toga, integracijom FIN tehnologija u sve delove elektroenergetskog sistema, ovakav sistem postaje osetljiviji u smislu sajber bezbednosti, pri čemu je neophodna implementacija vrlo pouzdanih i sofisticiranih sistema zaštite.

Računarstvo u oblaku, pored pretnji koje postoje u postojećim računarskim platformama i mrežama donosi i dodatne, kao što su [20], [21]: (1) napadi drugih korisnika; (2) problemi kontrole pristupa; (3) unutrašnji napadi; (4) problemi deljene tehnologije; (5) otkazi sistema zaštita kod provajdera; (6) loša integracija provajderskog i korisničkog sistema zaštite; (7) nebezbedni aplikacioni programski interfejsi; (8) gubitak podataka i (9) hakovanje naloga ili servisa.

Internet energije integrisan sa računarstvom u oblaku se susreće sa istim rizicima sajber bezbednosti kao i drugi sistemi koji su bazirani na tehnologijama računarstva u oblaku. Međutim, Internet energije je izloženiji sajber pretnjama kao što su lažne komande i napadi koji prouzrokuju odbijanje servisa (*Denial of Service*, DoS); mrežne konekcije između elektroenergetskog sistema i *cloud*-a mogu u većoj meri da ugroze celokupni sistem za nadzor i upravljanje od strane spoljnih napadača itd.

Određeni problemi koje donosi računarstvo u oblaku, mogu da bude prevaziđeni uvođenjem računarstva u magli, gde se zaštita izvršava lokalno (a ne u *cloud*-u), što omogućava primenu korporativnih politika, kontrole i procedura koje se koriste u tradicionalnim elektroenergetskim sistemima. Na taj način se povećava nivo zaštite u odnosu na računarstvo u oblaku. Međutim, za razliku od računarstva u oblaku, za računarstvo u magli ne postoje još uvek standardizovana rešenja i mere zaštite.

Osnovni problemi primene IoT-a su: (1) problem interoperabilnosti – integracija novih tehnologija od različitih proizvođača; (2) efikasno iskorišćenje velike količine podataka koje generišu različiti delovi elektroenergetskog sistema u cilju poboljšanja performansi sistema; (3) zaštita podataka i privatnosti prikupljenih podataka.

Rešenja u smislu zaštite u okviru IoT-a i računarstva u magli su generalno slična onima koja se primenjuju u računarstvu u oblaku, sa fokusom pre svega na sledećim tehnikama [20]: (1) **Autentifikacija**. Sve poruke i svi entiteti moraju da budu autentifikovani, a moguća je primena različitih tehnika, uključujući javnu kriptografiju zajedno sa tehnologijom mamaca, biometrijskom autentifikacijom i sl. (2) **Kontrola pristupa**. Svi *fog* čvorovi treba da obezbede kontrolu pristupa i autorizaciju u cilju zaštite funkcija kao što su čitanje i upisivanje podataka, izvršavanje programa i upravljanje senzorima/aktuatorima. (3) **Tehnike prevencije i detekcije napada**. Generalno se primenjuju u *cloud* okruženju kako bi se identifikovali mogući incidenti kao što su

različite vrste sajber napada i kršenja politika zaštite mreže ili standardnih bezbednosnih praksi. Sa računarstvom u magli sistemi prevencije i detekcije napada mogu da budu implementirani kako na strani korisnika tako i na strani mreže (*fog*), čime se obezbeđuje dvostruka zaštita, od unutrašnjih napada i napada koji dolaze iz *cloud* sloja. Ukoliko se detektuje napad, *fog* čvorovi blokiraju maliciozni saobraćaj i štite kritičnu infrastrukturu. Osetljivi podaci mogu da se obrađuju na lokaciji krajnjih uređaja (*field site*). (4) **Privatnost.** Mora da bude obezbeđena tehnikama zaštite, s obzirom da su *fog* čvorovi locirani blizu ili na lokacijama krajnjih uređaja i prikupljaju osetljivije podatke.

## 5. Pravci budućeg istraživanja

Iako je Internet energije perspektivan koncept, još uvek postoje brojna otvorena tehnička pitanja, kao što su optimalno povezivanje različitih energetske sistema, unapređenje informaciono-komunikacionog sistema za bezbedan operativni rad, više pilot projekata koji pokazuju nove funkcionalnosti za Internet energije, itd. [22].

S obzirom da su tokovi energije i podataka usko povezani, neophodni su intenzivni istraživački naponi kako bi se rešila tehnička pitanja u vezi sa prikupljanjem informacija, bezbednom komunikacijom i nadzorom i upravljanjem u realnom vremenu.

Povezivanje različitih energetske sistema i povezivanje različitih informacionih sistema zasnivaju se na različitim zakonima i pravilima, zbog čega je neophodan razvoj novih teorijskih modela i standardizovanih bezbednih protokola.

Posebna pažnja treba da bude posvećena sajber bezbednosti kao glavnom faktoru rizika, što zahteva ozbiljan istraživački rad i postepenu migraciju ka ovom složenom sajber-fizičkom sistemu. Svaki pojedinačni slučaj zahteva sprovođenje odgovarajuće analize sajber bezbednosnog rizika, a neophodan je i razvoj novih metoda za procenu bezbednosnog rizika [23]. Fazi logika je višestruko primenljiva tehnika pri analizi i proceni bezbednosnog rizika u svim delovima sistema Interneta energije, jer može uključiti objektivnu komponentu, koja se bazira na dostupnim tehničkim informacijama (npr., arhivski podaci) i subjektivnu komponentu, koja se bazira na iskustvu i mišljenju relevantnih stručnjaka [24]. Na osnovu procenjenog rizika, povećanje troškova može da bude opravdano, u cilju pružanja bezbednih komunikacionih servisa.

Na kraju, treba napomenuti da u većini zemalja u razvoju na svetskom nivou, proizvodnja električne energije ostaje monopolistička. Politiku naplate često određuje država kako bi se zaštitili potrošači od previsoke cene energije, a preduzeća sprečila da ostvaruju preterano veliku dobit. Uvođenje Interneta energije podrazumeva donošenje odgovarajućih regulatornih propisa i politika.

## 6. Zaključak

Elektroenergetski sistemi su tokom istorije prošli kroz četiri osnovne tehnološke faze razvoja, gde bi u skladu sa najnovijim dostignućima i zahtevima naredna faza predstavljala pametan i povezan elektroenergetski sistem baziran na primeni tehnologija budućeg Interneta. U skladu sa energetske potrebama, zahtevima za energetske efikasnošću, kao i potrebama za očuvanje životne sredine, zahvaljujući tehnološkom napretku nameće se razmišljanje o novim inteligentnim elektroenergetskim sistemima, koji bi omogućili optimalnu integraciju i korišćenje distribuiranih izvora energije.



Internet energije podrazumeva integraciju energije i informacija, čime se obezbeđuje "čistije" i efikasnije korišćenje energije. Omogućava dvosmernu razmenu informacija i energije, zahvaljujući integraciji FIN tehnologija, inteligentnih terminala i sistema koji mogu da unaprede tradicionalne elektroenergetske sisteme u nove inteligentne platforme. Cilj ovakve integracije je i unapređenje upravljanja elektroenergetskom mrežom i razvoj novih servisa.

Iako ovakvi sistemi donose brojne prednosti, postoje i veliki izazovi i problemi, pre svega u oblasti sajber bezbednosti sistema. Ovi problemi zahtevaju posebnu pažnju i razvoj odgovarajućih arhitektura i mehanizama zaštite.

**Zahvalnica.** Rad je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

## Literatura

- [1] M. Jaradat, M. Jarrah, A. Bousselham, Y. Jararweh and M. Al-Ayyoub, "The Internet of Energy: Smart sensor networks and Big Data management for Smart Grid", *Procedia Computer Science*, vol. 56, pp. 592–597, 2015.
- [2] S. You, L. Jin, J. Hu, Y. Zong and H. W. Bindner, "The Danish perspective of Energy Internet: From service-oriented flexibility trading to integrated design, planning and operation of multiple cross-sectoral energy systems", *Zhongguo Dianji Gongcheng Xuebao*, vol. 35, no. 14, pp. 3470–3481, 2015.
- [3] K. Wang, J. Yu, Y. Yu, Y. Qian, D. Zeng, S. Guo, Y. Xiang and J. Wu, "A survey on Energy Internet: Architecture, approach, and emerging technologies", *IEEE Systems Journal*, pp. 2403–2416, 2017.
- [4] "Energy Cloud 4.0 - Capturing Business Value through Disruptive Energy Platforms", Navigant, white paper, 2018.
- [5] R. Kumar and V. Gupta, "Realization and concept of Energy Internet", *Indian Journal of Scientific Research*, vol. 17, no. 2, pp. 6–11, 2018.
- [6] P. D. Lund, J. Mikkola and J. Ypyä, "Smart energy system design for large clean power schemes in urban areas", *Journal of Cleaner Production*, vol. 03, pp. 437–45, 2015.
- [7] R. Zafar, A. Mahmood, S. Razzaq, W. Ali, U. Naeem and K. Shehzad, "Prosumer based energy management and sharing in smart grid", *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, vol. 82, pp. 1675–1684, 2018.
- [8] R. H. Lasseter, "Microgrids", In *Proc. of the IEEE Power Engineering Society Winter Meeting*, pp. 305–8, New York, NY, 2002.
- [9] J. Saletović, H. Salkić and A. Softić, "Virtual power plants - Concept, perspectives, and challenges", In *Proc. of the 13th Bosnian CIGRÉ*, Article C6, pp. 1–8, Sarajevo, BiH, 2017
- [10] M. L. Tuballa and M. L. Abundo, "A review of the development of smart grid technologies", *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, vol. 59, pp. 710–725, 2016.
- [11] J. Cao and M. Yang, "Energy Internet – Towards smart grid 2.0.", In *Proc. of the Fourth International Conference on Networking and Distributed Computing 2013*, pp. 105–110, Los Angeles, CA, 2013
- [12] Y. Xu, J. Zhang, W. Wang, A. Juneja and S. Bhattacharya, "Energy router: Architectures and functionalities toward Energy Internet", In *Proc. of the IEEE International Conference on Smart Grid Communications*, pp. 31–36, Brussels, Belgium, 2011
- [13] L. Chen, Q. Sun, L. Zhao and Q. Cheng, "Design of a novel energy router and its application in Energy Internet", In *Proc. of the Chinese Automation Congress (CAC)*, pp. 1462–1467, Wuhan, China, 2015.

- [14] A. S. Sani, D. Yuan, J. Jin, L. Gao, S. Yu and Z. Y. Dong, "Cyber security framework for Internet of Things-based Energy Internet", *Future Generation Computer Systems*, vol. 93, pp. 849–859, 2019.
- [15] B. Shakerighadi, A. Anvari-Moghaddam, J. C. Vasquez and J. M. Guerrero, "Internet of Things for modern energy systems: State-of-the-art, challenges, and open issues", *Energies*, vol. 11, no. 5, pp. 1–23, 2018.
- [16] Q. Sun, *Energy Internet and We-Energy*. Singapore: Springer, 2019
- [17] R. R. Surani, "From smart grids to an Energy Internet: A review paper on key features of an Energy Internet", *International Journal of Engineering Research & Technology*, vol. 8, no. 4, pp. 228–231, 2019
- [18] K. Wang, X. Hu, H. Li, P. Li, D. Yeng and S. Guo, "A survey on energy Internet communications for sustainability", *IEEE Transactions on Sustainable Computing*, vol. 2, no. 3, pp. 231–254, 2017.
- [19] K. Wang et al., "A survey on Energy Internet: Architecture, approach, and emerging technologies", *IEEE Systems Journal*, vol. 12, no. 3, pp. 2403–2416, 2017.
- [20] S. Khan, S. Parkinson and Y. Qin, "Fog computing security: A review of current applications and security solutions", *Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications*, vol. 6, no. 19, pp. 1–22, 2017.
- [21] M. Stojanović and S. Boštjančič Rakas, "Challenges in securing industrial control systems using Future Internet technologies", In M. Stojanović and S. Boštjančič Rakas (Eds.) *Cyber Security of Industrial Control Systems in the Future Internet Environment*. Hershey, PA: IGI Global, pp. 1–26, 2020.
- [22] Y. Cao, Q. Li, Y. Tan, Y. Li, Y. Chen, X. Shao and Y. Zou, "A comprehensive review of Energy Internet: Basic concept, operation and planning methods, and research prospects", *Journal of Modern Power Systems and Clean Energy*, vol. 6, no. 3, pp. 399–411, 2018.
- [23] M. D. Stojanović, S. V. Boštjančič Rakas and J. D. Marković-Petrović, "SCADA systems in the cloud and fog environments: Migration scenarios and security issues", *FACTA UNIVERSITATIS Series: Electronics and Energetics*, vol. 32, no. 3, pp. 345–358, 2019.
- [24] J. D. Markovic-Petrovic, M. D. Stojanovic, and S. V. Bostjancic Rakas, "A fuzzy AHP approach for security risk assessment in SCADA networks", *Advances in Electrical and Computer Engineering*, vol. 19, no. 3, pp. 69–74, 2019.

**Abstract:** *This paper presents the development of the Energy Internet throughout the history as an evolutionary solution based on modern technological development and needs, with the respect of its architecture, key features, and key concepts, such as energy router, prosumer, and virtual power plant. The architecture of advanced information and communication support for the electric power sector is considered, including its basic characteristics, the integration of the Future Internet technologies, as well as the security issues that arise with the application of these technologies. This paper provides an overview of recent research related to the concept of Energy Internet and identifies gaps and directions for further research.*

**Keywords:** *Cloud computing, cybersecurity, fog computing, Internet of Things, power system*

**ENERGY INTERNET:  
CONCEPT, ARCHITECTURE AND APPLICATION**  
Slavica Boštjančič Rakas, Mirjana Stojanović, Jasna Marković-Petrović

## ANALIZA IoV UMREŽAVANJA U URBANIM SREDINAMA

Goran Marković<sup>1</sup>, Suzana Miladić-Tešić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet  
g.markovic@sf.bg.ac.rs

<sup>2</sup>Univerzitet u Istočnom Sarajevu – Saobraćajni fakultet  
suzana.miladictesic@sf.ues.rs.ba

**Sadržaj:** *Umrežavanje vozila putem Interneta, uglavnom zastupljeno u urbanim sredinama, predstavlja složen heterogeni sistem kojeg čine komunikaciona infrastruktura, veliki broj vozila i drugih učesnika u saobraćaju. Za podršku vremenski osetljivih aplikacija potrebno je razviti robusnu komunikacionu infrastrukturu. Dinamično okruženje i specifičnosti urbanih sredina, koje karakteristiše veliki broj raskrsnica, zgrada, komunikacionih uređaja i vozila, otežavaju uspostavljanje i održavanje pouzdanih komunikacija. U radu su analizirani problemi i uslovi za umrežavanje vozila putem Interneta, sa posebnim akcentom na integrisanje naprednih softverski definisanih i cloud zasnovanih mrežnih tehnologija u jedinstvenu IoV platformu.*

**Ključne reči:** *Internet vozila, komunikacija, umrežavanje, urbane sredine.*

### 1. Uvod

Koncept umrežavanja vozila putem Interneta (IoV, *Internet of Vehicles*), nastao kao rezultat kombinacije tehnologija Interneta stvari (IoT, *Internet of Things*) i inteligentnih transportnih sistema (ITS, *Intelligent Transportation Systems*) pruža široke mogućnosti u pogledu sprečavanja saobraćajnih nezgoda, upravljanja tokovima saobraćaja u realnom vremenu, eliminisanja saobraćajnih zagušenja, pružanja brojnih aplikacija informativnog-zabavnog karaktera i dr. Razvoj IoV, kao proširenje IoT koncepta na okruženje vozila, podstaknut je brojnim ograničenjima i nedostacima tradicionalnog koncepta umrežavanja vozila putem VANET (*Vehicular Ad-hoc Networks*) mreža. Zbog visoke mobilnosti čvorova, povezani VANET entiteti su privremeni, slučajni i nestabilni, dostupnost mreže je ograničena samo na lokalna i diskretna područja podržavajući samo *ad-hoc* komunikacije između vozila V2V (*Vehicle-to-Vehicle*) i vozila sa saobraćajnom infrastrukturom V2I (*Vehicle-to-Infrastructure*), bez mogućnosti pristupa Internetu ili pouzdanog održavanja Internet konekcije, što znači da VANET ne pruža globalne, kompletne i održive aplikacije za korisnike. Pored toga, VANET karakterišu i ograničene sposobnosti u pogledu procesiranja i memorisanja podataka, nedovoljna skalabilnost mreže, signalizaciono preopterećenje, kao i nekompatibilnost sa različitim personalnom opremom korisnika (pametnim telefonima,

tabletima i dr). Karakteristike savremenih gradova, kao što su saobraćajna zagušenja, stalno rastući broj vozila, složenost ulične infrastrukture, prisustvo visokih zgrada, različita ponašanja vozača i sl. dodatno otežavaju funkcionisanje VANET-a u urbanom okruženju. Stoga je upotreba VANET-a vremenom počela da stagnira, a očekivana šira rasprostranjenost i komercijalni benefiti su izostali.

Nedavni napredak u razvoju alata veštačke inteligencije (AI, *Artificial Intelligence*), podržan ubrzanim razvojem tehnologija računarstva u oblaku i 5G mobilnih komunikacionih mreža predstavlja snažan pokretački faktor za unapređenje tradicionalnih VANET-a u fleksibilne heterogene IoV globalne komunikacione arhitekture, od kojih se očekuje da zadovolje stroge komunikacione zahteve vezane za umrežavanje širokog spektra entiteta (vozila, pešaka, infrastrukturne opreme, personalnih uređaja, senzora i dr) za potrebe budućih IoV aplikacija.

IoV sistemi će omogućiti brojne benefite i tržišne mogućnosti ne samo u domenu automobilske industrije, već i za softversku industriju, proizvođače IT opreme, telekomunikacione operatore, Internet servis provajdere i brojne druge povezane učesnike. Unapređenja po pitanju obezbeđenja malih kašnjenja, visoke mobilnosti, visoke pouzdanosti komunikacije, QoS (*Quality of Service*) i QoE (*Quality of Experience*) parametara biće omogućena razvojem i implementacijom mobilnih 5G mreža, SDN (*Software Defined Network*) tehnologije i FC (*Fog Computing*) koncepta kojim se *cloud* resursi približavaju ivici mreže (vozilima) i time značajno smanjuje vreme za procesiranje i razmenu podataka [1]. S obzirom da su urbane sredine prve u kojima će IoV koncept biti implementiran, potrebno je prilikom kreiranja komunikacionih platformi i modela za umrežavanje uzeti u obzir specifične karakteristike ovih sredina, kao što su veliki broj vozila, velika mobilnost čvorova mreže, složena putna infrastruktura, postojanje mnoštva prepreka koje otežavaju bežičnu komunikaciju i dr.

Cilj rada je da ukaže na ključne aspekte koji se odnose na razvoj i primenu platformi za klaudifikaciju resursa mreže i kreiranje modela za umrežavanje vozila u urbanim sredinama. Rad je organizovan na sledeći način. Drugo poglavlje ukratko prikazuje bežične komunikacione tehnologije, protokole i modele konektivnosti u IoV sistemu. Treće poglavlje predstavlja softverske i *cloud* tehnologije koje se mogu integrisati u jedinstvenu IoV platformu i daje kraći pregled određenih predloženih platformi, dok četvrto poglavlje zaključuje rad.

## **2. IoV tehnologije i modeli konektivnosti u urbanim sredinama**

IoV koncept predstavlja složen heterogeni sistem hijerarhijski organizovanih komunikacionih mreža i podrazumeva različite modove konektivnosti (V2X, *Vehicle-to-Everything*), kao što su: komunikacije između vozila, V2V (*Vehicle-to-Vehicle*), komunikacije vozila sa saobraćajnom infrastrukturom, V2I (*Vehicle-to-Infrastructure*), povezivanje vozila sa Internetom i drugim komunikacionim mrežama, V2N (*Vehicle-to-Network*), komunikacije vozila sa pešacima / personalnim uređajima u okruženju, V2P (*Vehicle-to-Personal Device*) i prikupljanje informacija sa različitih senzora, V2S (*Vehicle-to-Sensor*).

IoV se fokusira na inteligentnu integraciju ljudi, vozila, stvari i okruženja sa ciljem pružanja različitih usluga. Podrazumeva otvoreni i integrisani mrežni sistem za upravljanje saobraćajem i sastoji se od više korisnika, više vozila, više stvari i više mreža. Inteligentni interfejsi se koriste za integraciju heterogenih mreža. IoV servisi nude

učesnicima u saobraćaju brojne pogodnosti, utiču na redukovanje potrošnje energije i minimizaciju troškova i vremena putovanja.

Bežične tehnologije i protokoli koji se koriste u IoV umrežavanju mogu se podeliti u tri opšte kategorije: mobilne celularne mreže (Wi-Max, 4G/LTE, 5G/NR); namenske mreže za vozila (DSRC/WAVE) i mreže za kratke domet (WiFi, Bluetooth, ZigBee, NFC i druge). U Tabeli 1 prikazane su pojedine WAT (*Wireless Access Technology*) tehnologije koje se mogu koristiti za potrebe umrežavanja različitih entiteta u IoV sistemima. Selekcija odgovarajuće WAT tehnologije za specifičnu IoV aplikaciju i QoS zahteve vrši se prema prioritetu uzimajući u obzir brzinu prenosa podataka, domet komunikacije, podršku mobilnosti, kašnjenje, nivo bezbednosti, sklabilnost mreže i dr. Kao jedna od obećavajućih solucija za buduće IoV sisteme, svakako se nameće dolazeća 5G mobilna celularna mreža, koja zahvaljujući spektrumu naprednih tehnologija, poput mm-talasa, ultra-gustih mreža, masivnog MIMO (Multiple Input Multiple Output) antenskog koncepta, *beamforming*-a i tehnologije potpunog dupleksa pruža brojne prednosti u pogledu mogućnosti ispunjenja zahteva budućih IoV aplikacija, obezbeđujući povećan propusni opseg, velike brzina prenosa podataka, visoku pouzdanost komunikacija, mala kašnjenja i dr.

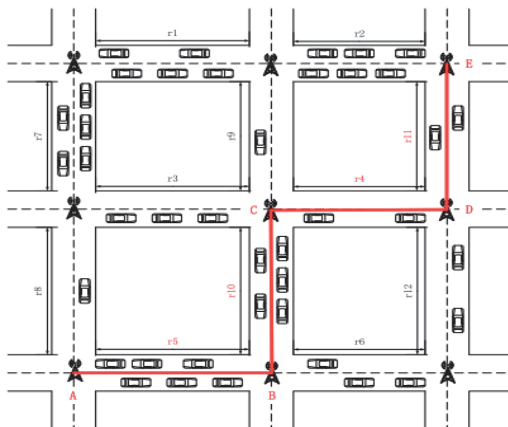
Tabela 1. Karakteristike različitih bežičnih tehnologija za IoV aplikacije [1]

Tip Mreže	Naziv tehnologije	Oznaka standarda	Frekventni opseg	Maksimalni domet
Mobilne celularne mreže	Wi-Max	IEEE 802.16 d/e	2-11 GHz	50 km
	4G/LTE	3GPP	700 MHz - 2.7GHz	10 m - 100 km
	5G/NR		700 MHz - 6 GHz > 24GHz (mm)	~ 4G/LTE < 500m
Namenske mreže za vozila	DSRC/WAVE	IEEE 802.11 p	5.9 GHz	1000 m
Bežične mreže za kratke domete	WiFi	IEEE 802.11 a/b/g/n	2.4 - 5 GHz	100 m
	Bluetooth	IEEE 802.15.1	2.4 GHz	10 - 100 m
	ZigBee	IEEE 802.15.4	868-915 MHz, 2.4 GHz	10 - 100 m
	NFC	ISO/IEC 18092	13.56 MHz	< 10 cm

Skraćenice u tabeli podrazumevaju: Wi-Max (Worldwide Interoperability for Microwave Access), LTE (*Long Term Evolution*), NR (*New Radio*), DSRC (*Dedicated Short Range Communication*), WAVE (*Wireless Acces in Vehicular Environments*), 3GPP (*The 3rd Generation Partnership Program*), WiFi (Wireless Fidelity), NFC (*Near Field Communications*), IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), ISO/IEC (*International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission*)

Efikasno planiranje i raspodela prostorno-vremenskih resursa IoV mrežne arhitekture predstavlja izazovan zadatak. Pored toga što urbane sredine obuhvataju veliki broj ukrštanja, raskrsnica, česte promene topologije, potrebno je imati u vidu da je gustina raspodele vozila neravnomerna, odnosno da je gustina mreže promenljiva, što može uticati na funkcionalnost komunikacione mreže. Na Slici 1 prikazan je model heterogene IoV arhitekture u urbanom području, kojeg čine vozila opremljena odgovarajućom bežičnom komunikacionom opremom (V2X), mrežni prolazi na

raskrsnicama, celularne bazne stanice, RSU (*Road Side Units*) jedinice i druga infrastrukturna oprema [2],[3]. Za poznatu brzinu kretanja vozila, domet bežičnih uređaja za umrežavanje vozila i gustinu vozila na određenoj sekciji puta, moguće je, prema analizi predstavljenoj u [2], izvršiti modelovanje povezanosti čvorova mreže u dinamičnom IoV okruženju kroz sledeća četiri atributa: verovatnoća uspostavljanja konekcija, vreme prosleđivanja paketa podataka, sposobnost linka za prosleđivanje podataka i verovatnoća greške paketa. Predložen je optimizacioni model za maksimizaciju verovatnoće konektivnosti mreže, uz definisan skup ograničenja u pogledu dopuštenih vrednosti za vreme prenosa paketa, sposobnost linka za prosleđivanje podataka i verovatnoće greške paketa, prema specifičnim zahtevima IoV aplikacija.



Slika 1. Model heterogene IoV mreže u urbanim sredinama [2]

U IoV okruženju, vozila ostvaruju V2X konekcije po principu stalne povezanosti na trenutno najbolju raspoloživu komunikacionu mrežu i imaju mogućnost saradivanja u pogledu izbora dostupnih mreža u slučaju da se u trenutnoj mreži pojavi bilo kakav problem u pogledu njene funkcionalnosti.

### 3. Integracija softverskih i cloud tehnologija u IoV platformu

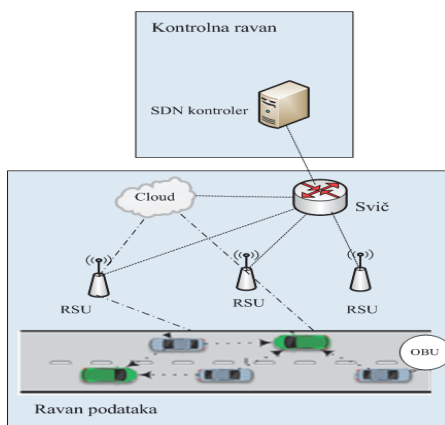
Koncept IoV zahteva nove perspektive razvoja platformi, algoritama i tehnika za kontrolu vozila i korisničkog saobraćaja kombinacijom *clouda*, mreže i tehnika virtuelizacije. To podrazumeva softverski definisano umrežavanje (SDN), virtuelizaciju mrežnih funkcija (NFV, *Network Function Virtualization*), *fog/edge* računarstvo (*computing*) i upotrebu kontejnera [4]. SDN se zasniva na razdvajanju kontrolne i korisničke ravni. NFV, standardizovan od strane ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) podrazumeva kreiranje dinamičke mreže u virtuelnom okruženju omogućavajući bilo koju konfiguraciju mreže potrebnu za testiranje. *Edge/fog computing* omogućava da se procesiranje i memorisanje podataka približi krajnjim korisnicima. Realizuje se u formi posrednika između *clouda* i IoT infrastrukture [5]. Kontejneri omogućavaju virtuelizaciju na aplikativnom nivou, pokretanjem servisa preko različitih platformi.

### 3.1. Softverski definisane mreže vozila

U postojećim mrežama, svaka tehnologija poseduje sopstvene kontrolne ravni, zbog čega se mreža sastoji od više slojeva, svaki od njih ima sopstvenu konfiguraciju i rezervaciju resursa, a upravljanje od jedne do druge tačke u takvoj mreži preko nekoliko kontrolnih ravni je veoma složeno. Softverski definisano umrežavanje podrazumeva razdvajanje ravni podataka od kontrolne ravni (Slika 2). Na taj način prevazilaze se ograničenja distribuiranog rutiranja koja se odnose na mehanizme konfiguracije, dupliranje podataka i sl. Ravan podataka obuhvata prenos podataka, dok kontrolna ravan podrazumeva centralizovani sistem koji upravlja prosljeđivanjem takvih podataka.

Arhitektura SDN mreže vozila podrazumeva SDN bazirane komponente, kao što su RSU, bazne stanice ili čak pojedinačna vozila, kojom se postiže veći nivo kontrole i automatizacije VANET mreža i omogućuje realizacija SDVN (*Software Defined-Vehicular Networking*) umrežavanja. Kontrolna ravan omogućava uspostavljanje, održavanje i upravljanje konekcijama putem uređenih putanja. Na taj način se omogućava efikasan prenos korisničkih podataka od početnog do krajnjeg čvora kroz različite domene. Razmena signalizacionih poruka odvija se posredstvom posebnog protokola između softverskih komponenata koje nazivamo signalizacionim kontrolerima, Signalizacioni kontroleri (svičevi/ruteri) prikupljaju podatke o korisničkom saobraćaju (npr. brzina i gustina vozila) i karakteristikama aplikacija i donose odluku o načinu rutiranja.

Integracijom SDN i SDN omogućene opreme (RSU, bazne stanice ili vozila) dozvoljeno je upravljaču mreže da alokira resurse, izbegava interferenciju, integriše više vrsta tehnologija (WiFi, Wi-Max, LTE, NR), kontroliše saobraćajno zagušenje i ravnomerno opslužuje saobraćajne zahteve [6].



Slika 2. SDN mreža vozila [4]

### 3.2. Virtuelizacija mreže

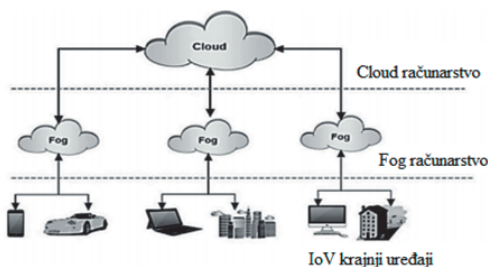
Virtuelizacija mreže ima za cilj minimizaciju hardvera korišćenjem generičke infrastrukture koja se bazira na serverima i virtuelnim mašinama (VM) koje se prilagođavaju fizičkoj infrastrukturi. Na taj način je omogućena bilo koja konfiguracija ili

dodavanje resursa u skladu sa zahtevima. NFV u velikoj meri zavisi od računarstva u oblaku (*cloud computing*), a hipervizori (monitori virtuelnih mašina), kao što su *OpenStack* ili *VMWare* odgovorni su za razdvajanje procesorskih i memorijskih resursa od hardvera. Time je omogućeno razvijanje softvera nezavisno od hardvera i obrnuto. Softver zvani hipervizor emulira hardverske resurse servera u potpunosti, što omogućava deljenje istih između većeg broja VM.

U kontekstu NFV uvodi se termin orkestracija servisa koja podrazumeva tri NFV koncepta. Prvi podrazumeva virtuelni ekvivalent mrežnih komponenata, kao što su svičevi, ruteri, SDN kontroleri, proksi itd. Drugi se odnosi na NFV infrastrukturu koja pokriva sve hardverske i softverske komponente koje čine jedno okruženje i održava i implementira sve funkcije mreže, kao što su memorisanje, procesiranje i umrežavanje. Treći koncept podrazumeva monitoring virtuelnih mrežnih komponenata. U suštini, NFV omogućava kreiranje virtuelnih RSU, baznih stanica, vozila, svičeva, rutera itd. potrebnih za definisanje određenog okruženja (npr. urbanih sredina), čime se izbegava potreba za korišćenjem odgovarajućih hardverskih komponenata.

### 3.3. Fog/Edge računarstvo

Primena koncepta računarstva u oblaku (*cloud computing*) za podršku *big-data* baziranih IoV servisa dovodi do brojnih nedostataka, kao što su povećano kašnjenje, nedovoljna efikasnost i loša skalabilnost sistema. Ključni uzrok ovih problema proističe iz centralizovanog koncepta procesiranja i memorisanja podataka *cloud* servisa. Da bi se ovi problemi prevazišli, predlažu se napredna rešenja zasnovana na distribuiranom *fog/edge* računarstvu kojim se postiže lokalizacija *cloud* servisa (klaudifikacija mreže).



Slika 3. Fog Computing u IoV konceptu [7]

*Fog Computing* (FC) predstavlja proširenje *cloud* okruženja, koje se realizuje u formi posrednika između *cloud*-a i IoV infrastrukture (Slika 3), sa ciljem da se računarski resursi i brz prenos podataka približe krajnjim korisnicima (izvorima podataka), što značajno smanjuje kašnjenje u poređenju sa centralizovanom *cloud* arhitekturom. Svaki uređaj, koji poseduje mogućnost procesiranja, memorisanja i prenosa informacija naziva se *fog* čvor, bez obzira da li se radi o industrijskom kontroleru, sviču, ruteru, *embedded* serveru, naprednoj kameri za nadzor i sl. [5]. Iako FC nema procesnu i memorijsku sposobnost kao resursi u *cloud*-u, njihova najvažnija karakteristika je da obezbede dovoljno malo kašnjenje u okviru rada odgovarajućih IoV aplikacija.

*Edge computing* (EC) ili računarstvo na ivici mreže predstavlja takođe distribuiran koncept računarstva, kod kojeg se sve računarske operacije izvršavaju



direktno na krajnjim uređajima (npr. senzorima/aktuatorima, vozilima) ili na njihovim interfejsima. EC ima slične funkcionalnosti kao i FC, a osnovna razlika između ova dva koncepta proističe iz različitih pozicija na kojima se vrši procesiranje podataka. Za razliku od FC, koji podrazumeva prenos podataka sa krajnjih uređaja/interfejsa do *fog* čvorova u okviru lokalne računarske mreže (LAN) radi njihovog procesiranja, kod EC sve računarske operacije se izvršavaju na krajnjim uređajima, bez potrebe za razmenom podataka putem LAN mreže.

*Multi Access Edge Computing* (MEC), poznat i pod ranijim nazivom *Mobile Edge Computing* predstavlja napredni koncept mrežne arhitekture koji omogućuje distribuirano računarstvo u ivičnom delu mobilne mreže, odnosno na nivou pristupne radio mreže (RAN, *Radio Access Network*). Osnovna ideja MEC koncepta je da pokretanjem aplikacija i izvršavanjem odgovarajućih procesnih zadataka bliže samom mobilnom korisniku omogući smanjenje saobraćajnih zagušenja u mreži i brže pokretanje (izvršenje) aplikacija. MEC funkcionalnost se mogu implementirati na nivou baznih stanica ili drugih ivičnih čvorova mreže, pružajući mogućnost brzog i fleksibilnog razvoja velikog broja novih korisničkih aplikacija i servisa, omogućujući istovremeno operatorima da ponude ("otvore") svoje RAN mreže trećim autorizovanim učesnicima (kreatorima aplikacija i provajderima sadržaja) za korišćenje memorijskih i procesorskih resursa. Osnovni benefit MEC arhitekture podrazumevaju malo kašnjenje, veliki raspoloživ propusni opseg, mogućnost povezivanja velikog broja krajnjih uređaja, kao i mogućnost pristupa relevantnim informacijama u realnom vremenu. Realizacija MEC koncepta zasniva se na integraciji različitih naprednih tehnologija, uključujući *cloud* računarstvo, SDN, NFV, VM i kontejnere.

### 3.4. Kontejneri

Softverski kontejneri (Linux ili Windows) su način za izvršavanje aplikacija u sopstvenom izolovanom procesu. Kao što im i sam naziv govori, kontejneri služe da se u njih "spakuje" samo ono što je potrebno da se aplikacija pokrene. Integracija kontejnera u jedinstvenu IoV platformu odnosi se na primenu virtuelizacije, odnosno virtuelno kreiranje servisa ili aplikacija. Aplikacija koja se pokreće primenom kontejnera podrazumeva instalirane biblioteke u kontejnerima, a ne u operativnom sistemu. Kontejneri se izvršavaju kao posebni (izolovani) procesi koji dele resurse operativnog sistema na kome su pokrenuti, a njihovo pokretanje traje znatno kraće. Zbog toga što zahtevaju manje resursa (nije im potreban ceo operativni sistem), lakše se isporučuju i pružaju mogućnost pokretanja više servisa korišćenjem istog hardvera. Kontejner sadrži samo aplikaciju, potrebne biblioteke, komponente od kojih aplikacija zavisi i datoteke za konfiguraciju čime aplikacija postaje nezavisna od infrastrukture na kojoj se pokreće [8]. Dve glavne funkcije kontejnera su migracija i replikacija odnosno jednom instalirani mogu se kasnije prenositi i pokretati bilo gde. Fleksibilnost proizlazi iz toga da su sve datoteke potrebne za pokretanje aplikacije sadržane u kontejneru. Najčešći primer izvršavanja aplikacija kroz kontejnere su mikroservisi.

### 3.5. Pregled nekih predloženih IoV platformi

Da bi se omogućila evaluacija performansi budućih IoV sistema, različite arhitekture i platforme zasnovane na tehnologiji *fog/edge* računarstva istražuju se od

strane šire akademske zajednice, ICT (*Information & Communication Techology*) industrije, kao i vodećih standardizacionih tela širom sveta. U literaturi su predložene različite platforme za simulaciju/emulaciju IoV okruženja sa fokusom na rešavanje različitih ključnih problema, uključujući aspekte korisničkog kvaliteta servisa, mobilnost, kašnjenje, balansiranje mrežnog saobraćaja, upravljanje saobraćajem (sprečavanje zagušenja) i dr.

Rešenje predloženo u [9], zasnovano na primeni naprednih tehnologija za umrežavanje vozila, fokusira se na istovremenom smanjenju mrežnog saobraćaja i kašnjenja sa ciljem povećanja korisničkog kvaliteta servisa. Implementacija ovih tehnologija omogućuje promene strategija za kontrolisanje mrežnog saobraćaja u skladu sa specifičnim zahtevima aplikacija. U [10] je predložen VANET-zasnovana platforma za isporuku sadržaja primenom softverski definisane MEC(*Multi access Edge Computing*) infrastrukture u mobilnom mrežnom okruženju, koja obezbeđuje pristup informacijama u realnom vremenu, velike propusne opsege i malo kašnjenje. U [11] je predložena *EdgeIoT* arhitektura za fleksibilno i skalabilno povezivanje IoT uređaja na mobilnu celularnu infrastrukturu. Približavajući računarske resurse bliže krajnjim IoT uređajima, predložena *EdgeIoT* arhitektura smanjuje saobraćaj u jezgu mreže zasnovanoj na SDN i minimizira kašnjenje "s kraja na kraj". Predložena je šema migracije zasnovana na *proxy VM* za minimiziranje saobraćaja u SDN baziranom jezgu mreže. Okvir arhitekture i softverska platforma predložena u [12] zasnovana na *cloud, edge i gateway* slojevima ima za cilj balansiranje saobraćaja između pojedinih slojeva mreže. U [4] je predloženo 5G bazirano rešenje integrisane platforme za emulaciju IoV sistema, koja istovremeno tretira probleme mobilnosti, kašnjenja i balansiranja saobraćaja. Rezultati istraživanja pokazali su da predložena platforma zasnovana na SDN, NFV, *fog/edge* računarstvu i kontejnerima predstavlja obećavajuće rešenje koje može da ispuni stroge zahteve u pogledu kašnjenja, kako za infrastrukturni tako i za *peer-to-peer* scenario distribucije sadržaja. Tabela 2 daje sumarni pregled karakteristika predloženih IoV platformi.

Tabela 2. Pregled funkcionalnosti nekih predloženih IoV platformi - prilagođeno iz [4]

Referenca	Problem	SDN	NFV	Fog/Edge računarstvo	Kontejneri	Mobilnost	Metod evaluacije
[9]	QoS	Da	Da	Da	Da	Ne	Simulacija
[10]	Kašnjenje	Da	Ne	Da	Ne	Da	Emulacija
[11]	Mobilnost i kašnjenje	Da	Ne	Da	Ne	Da	Simulacija
[12]	Balansiranje saobraćaja	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Simulacija
[4]	Mobilnost, balansiranje saobraćaja i kašnjenje	Da	Da	Da	Da	Da	Emulacija/ Testbed

#### 4. Zaključak

Koncept umrežavanja vozila putem Interneta predstavlja oblast koja je trenutno u ubrzanom razvoju i zaokuplja široku pažnju velikog broja istraživača iz šire akademske zajednice i industrije (ICT, automobilske i dr.). Zahvaljujući savremenim rešenjima baziranim na *cloud* računarstvu, IoT servisima i naprednim 5G mobilnim tehnologijama,

omogućena je evolucija tradicionalnog koncepta komunikacija između vozila (V2V) i vozila sa infrastrukturom (V2I) na sveprisutnu fleksibilnu i skalabilnu IoV platformu, od koje se očekuje da omogućiti umrežavanje širokog spektra entiteta u saobraćaju (V2X).

U radu su predstavljeni ključni koncepti i analiziran problem umrežavanja u heterogenoj IoV mreži koju čine veliki broj vozila, složena putna i ulična infrastruktura, bazne stanice i druga infrastruktura. Razvoj IoV fokusira se u pravcu integracije naprednih komunikacionih, softverskih, *big-data* i *cloud* tehnologija u jedinstvenu platformu sa ciljem kreiranja novih scenarija i nadolazećih aplikacija u okruženju za vozila, poput autonomnih vozila, kooperativne vožnje, kolaborativne percepcije ITS okruženja u realnom vremenu i dr. Da bi ove i druge aplikacije za vozila mogle biti podržane zahteva se rešavanje brojnih izazovnih problema vezanih za ispunjenje specifičnih zahteva, kao što su ultra-mala kašnjenja, visoka pouzdanost konekcije, procesiranje, memorisanje i prenos ogromne količine podataka velikim brzinama. IoV servisi će omogućiti vozilima, ljudima i "stvarima", poput senzora i različitih uređaja unutar i/ili izvan vozila da u potpunosti komuniciraju sa svojim okruženjem kombinujući tako ljudske sposobnosti i inteligenciju vozila i pružajući brojne pogodnosti korisnicima, kao što su povećana bezbednost učesnika u saobraćaju (smanjenje broja nezgoda), izbegavanje saobraćajnih zagušenja, lokalizacija i navigacija bilo kada i bilo gde, smanjenje potrošnje energije, zagađenja, ukupnih troškova i vremena putovanja, uz mogućnost podrške širokog spektra novih inovativnih aplikacija u okruženju vozila.

Neka od otvorenih pitanja koja moraju biti istražena i rešena u cilju budućeg umrežavanja vozila putem Interneta odnose se na probleme interoperabilnosti IoV ekosistema, bezbednosnih (*cyber*) napada i mogućnosti zaštite, aspekta poverljivosti, elastičnosti mreže (mogućnosti njenog brzog oporavka u slučaju incidentnih scenarija), zaštite privatnosti, kao i brojne kompleksne probleme vezane za optimalnu alokaciju resursa u heterogenom bežičnom okruženju sa strogim QoS specifikacijama IoV servisa, brzo rastućim brojem povezanih entiteta i sa visokom mobilnošću vozila. Ubrzani razvoj alata veštačke inteligencije, tehnika mašinskog učenja, kao i *network slicing* tehnologije za virtualizaciju mreže predstavljaju ohrabrujući podstrek za rešavanje izazovnih i kompleksnih problema alokacije IoV mrežnih resursa. Očekuje se da će intenzivne istraživačke aktivnosti u ovoj oblasti podržane ubrzanim tehnološkim napredkom omogućiti početne korake za razvoj i praktičnu implementaciju IoV sistema u skorijoj budućnosti.

## **Zahvalnica.**

Rad je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

## **Literatura**

- [1] E. Benalia et al., „Data dissemination for Internet of vehicle based on 5G communications: A survey”, *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, vol. 31, no. 5, e3881, 2020.
- [2] J. Cheng et al., „Connectivity modeling and analysis for Internet of Vehicles in urban road scene“, *IEEE Access*, vol. 6, pp. 2692-2702, 2018.

- [3] J. Cheng et al., „Routing in Internet of Vehicles: A review“, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 16, no. 5, pp. 2339-2352, 2015.
- [4] F. Da Silva Barbosa et al., „A platform for cloudification of network and applications in the Internet of Vehicles“, *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, vol. 31, no. 5, e3961, 2020.
- [5] S. Mitrović i dr., „Praveci razvoja IoV komunikacione infrastrukture“, *XXXVI Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel*, Zbornik radova, str. 147-156, Beograd, Decembar 2018.
- [6] M. Chahal et al., „A survey on software-defined networking in vehicular ad-hoc networks: challenges, applications and use cases“, *Sustainable Cities and Society*, vol. 35, pp. 830–840, 2017.
- [7] H. F. Atlam et al., „Fog Computing and the Internet of Things: A Review“, *Big Data and Cognitive Computing*, vol. 2, no. 2, p. 10, 2018.
- [8] A. Brogi et al., „Container-based support for autonomic data stream processing through the fog“, *European Conference on Parallel Processing*, Proceedings, pp. 17-28, Springer, Cham, 2017.
- [9] H-C Hsieh et al., „Mobile edge computing platform with container-based virtualization technology for IoT applications“, *Wireless Personal Communications*, vol. 102, no. 1, pp. 527-542, 2018.
- [10] J. Al-Badarneh et al., „Cooperative mobile edge computing system for VANET-based software-defined content delivery“, *Computers & Electrical Engineering*, vol. 71, pp. 388-397, 2018.
- [11] X. Sun, N. Ansari, „EdgeIoT: Mobile edge computing for the Internet of Things“, *IEEE Communications Magazine*, vol. 54, no. 12, pp. 22-29, 2016.
- [12] D. Santoro et al., „Foggy: a platform for workload orchestration in a fog computing environment“, *International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom)*, Proceedings, pp. 231-234, 2017.

**Abstract:** *Internet of Vehicles, mostly deployed in urban environments is a complex heterogeneous system which consists of communication infrastructure, a large number of vehicles as well as other traffic entities. A robust communication infrastructure has to be deployed to support various time critical IoV applications. The dynamic environment and specifics of urban road scene, characterized by a large number of intersections, buildings, communication devices and vehicles, make it difficult to establish and maintain reliable communications. The paper analyzes the problems and conditions for vehicles networking via the Internet, with particular reference to integration of some advanced solutions for software defined and cloud based networking technologies into a single platform.*

**Keywords:** *Internet of Vehicles, communication, networking, urban environment*

## ANALYSIS ON INTERNET OF VEHICLES NETWORKING FOR URBAN ENVIRONMENTS

Goran Marković and Suzana Miladić-Tešić

## MOGUĆNOSTI PRIMENE BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJE ZA UNAPREĐENJE POUZDANOSTI U VANET-u

Branka Mikavica, Aleksandra Kostić-Ljubisavljević  
Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet,  
b.mikavica@sf.bg.ac.rs, a.kostic@sf.bg.ac.rs

**Rezime:** *Vehicular Ad-Hoc Networks (VANET) omogućavaju deljenje poverljivih podataka u realnom vremenu između susednih vozila, kao i između vozila i infrastrukture, a sve u cilju prevencije saobraćajnih nezgoda i unapređenja komfora učesnika u saobraćaju. Međutim, čvorovi u VANET-u u nekim situacijama nisu kooperativni i ne poštuju pravila deljenja poverljivih podataka, čime narušavaju performanse saobraćajnih sistema i ugrožavaju bezbednost. Kako bi se sprečilo maliciozno delovanje čvorova u mreži, neophodno je stvoriti bezbedno okruženje za pouzdano deljenje poverljivih podataka. Imajući u vidu karakteristike VANET-a, obezbeđivanje pouzdanosti između učesnika predstavlja veliki izazov. Različiti mehanizmi za upravljanje pouzdanošću mogu se primeniti u cilju unapređenja bezbednosti bez uticaja na performanse mreže. Nedavno, blockchain tehnologija je prepoznata kao vitalni segment za obezbeđivanje pouzdanosti u saobraćajnom okruženju. U ovom radu su prikazane mogućnosti primene blockchain tehnologije u mehanizmima za upravljanje pouzdanošću u VANET okruženju. Osnovne karakteristike ovih mehanizama, kao i izazovi u njihovoj implementaciji takođe su analizirani.*

**Ključne reči:** *VANET, pouzdanost, blockchain*

### 1. Uvod

Unapređenje bezbednosti u saobraćaju je jedan od primarnih ciljeva VANET-a. U današnje vreme, vozila su opremljena brojnim sensorima, kao i računarskim i skladišnim kapacitetima koja omogućavaju prenos poverljivih informacija. Informacije za prevenciju nezgoda, nailazak na oštre krivine ili klizav kolovoz, mogu se deliti između vozila ili između vozila i infrastrukture. Prenos informacija mora biti takav da ne sme doći do bilo kakvih izmena u sadržaju. Zbog karakteristika komunikacije između čvorova u VANET-u, moguće je prenositi i saobraćaj od malicioznih čvorova. Uzimajući u obzir osetljivost informacija, kreiranje bezbednog i pouzdanog okruženja je od krucijalnog značaja. Istovremeno, ovo pitanje predstavlja veliki izazov. Nedavno je uvedeno upravljanje pouzdanošću kako bi se unapredila bezbednost bez uticaja na performanse mreže. Pouzdanost, u ovom kontekstu, predstavlja neophodno poverenje između vozila

kako bi se omogućio prenos informacija. Pouzdanost se može meriti na osnovu mišljenja susednih vozila, odnosno reputacije vozila u prethodnim interakcijama tokom komunikacije sa vozilima [1]. Usled velike mobilnosti vozila i ograničenog trajanja interakcija, evaluacija pouzdanosti je vrlo složena. Postoje različiti modeli za procenu pouzdanosti i autentičnosti prenetih poruka u VANET okruženju [2-5].

*Blockchain* tehnologija se sve više smatra obećavajućim rešenjem za brojne izazove koji se javljaju u VANET-u, a posebno za ona pitanja koja se tiču pouzdanosti. U osnovi, *blockchain* predstavlja distribuirani sistem koji obezbeđuje bezbednost, privatnost i pouzdanost u saobraćajnom okruženju. Najznačajnije prednosti *blockchain*-a su decentralizacija, pouzdanost, anonimnost, transparentnost i nepromenljivost [6]. Izgradnja pouzdanosti između čvorova u mreži ostvaruje se kroz mehanizam konsenzusa, bez potrebe za angažovanjem treće strane. Sve interakcije između učesnika u VANET-u zasnovanom na *blockchain*-u su javne, čime se obezbeđuje transparentnost. Za obezbeđivanje anonimnosti, koriste se pseudonimi. Jednom dodati segmenti *blockchain*-a, tzv. blokovi, vrlo teško se mogu naknadno menjati, čime se obezbeđuje nepromenljivost. Novi blokovi se dodaju u lanac u procesu rudarenja. Čvorovi koji imaju ulogu minera agregiraju validne transakcije u blokove. Nakon ostvarivanja konsenzusa, ti blokovi postaju sastavni deo *blockchain*-a. *Blockchain* se smatra tehnologijom sa mogućnošću široke primene. Do sada, *blockchain* je našao primenu u zdravstvenim sistemima, poslovanju, *Internet of Things* (IoT), a postoji i veliki potencijal za primenu u saobraćajnim i transportnim sistemima.

Ovaj rad je koncipiran na sledeći način. Nakon uvoda, u drugom delu rada opisana je osnovna klasifikacija mehanizama za upravljanje pouzdanošću u VANET-u. Osnovne karakteristike *blockchain* tehnologije predstavljene su u trećem delu rada. Nekoliko primera primene ove tehnologije za unapređenje pouzdanosti u saobraćajnom okruženju prikazane su u četvrtom delu rada. U petom delu rada analizirani su izazovi u pogledu primene *blockchain*-a. Zaključna razmatranja data su na kraju rada.

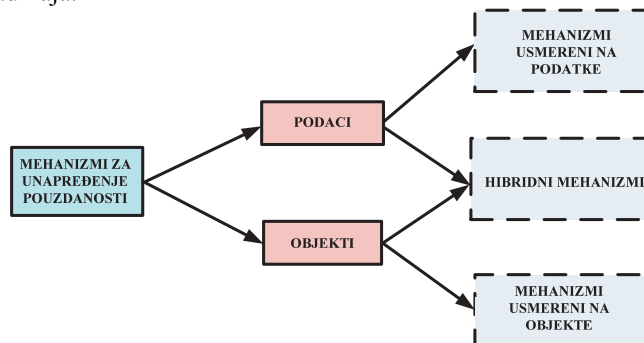
## **2. Mehanizmi za upravljanje pouzdanošću u VANET-u**

Detekcija malicioznog delovanja čvorova i upravljanje poverenjem privlače sve veću pažnju istraživača. Termin maliciozno delovanje odnosi se na odstupanje od skupa dozvoljenih aktivnosti koje su predviđene za čvorove mreže. U literaturi se može pronaći nekoliko tipova nedozvoljenog delovanja čvorova: delovanje čvora sa delimičnim otkazom, delovanje čvora sa potpunim otkazom, sebični napad i maliciozni napad [7]. Sebični napad predstavlja tendenciozno pasivno delovanje. U tom slučaju, čvorovi selektivno učestvuju u prenosu podataka kako bi smanjili iskorišćenost sopstvenih resursa, kao što su računarski resursi, trajanje baterije itd. Maliciozni napadi se odnose na aktivna nedozvoljena delovanja, kada čvorovi namerno narušavaju operacije u mreži. Neki napadi su usmereni na podatke koji se dele između čvorova mreže. Stoga, važan zadatak svih pristupa za detekciju malicioznih delovanja jeste prevencija bilo kakvih modifikacija pri deljenju podataka.

Osnovna svrha upravljanja pouzdanošću je evaluacija različitih delovanja čvorova u VANET-u i određivanje reputacije svakog čvora u zavisnosti od procene delovanja. Reputacija se može koristiti za ocenu pouzdanosti čvorova, može pomoći u odlučivanju o uspostavljanju kooperacije sa pojedinim čvorovima i potencijalno, može

poslužiti za uspostavljanje sistema penala nepouzdanim čvorovima [7]. Mehanizmi za upravljanje pouzdanošću često primenjuju dve faze za evaluaciju delovanja čvorova. Prva faza se sprovođi od strane samih vozila u mreži. Rezultati istraživanja se mogu prikupljati pasivno ili aktivno. Pasivno prikupljanje informacija se vrši u slučaju kada čvor u mreži analizira akcije susednih vozila neselektivno. Definisavanje reputacije čvorova može se zasnivati i na direktnim potvrdama o delovanju čvorova, kada se informacije prikupljaju aktivno. Druga faza se izvršava indirektno i to uglavnom nakon razmenjenih informacija iz prve faze. Osnovni nedostaci druge faze su povećani troškovi, netačno izveštavanje i kolizija podataka [7].

U zavisnosti od mete napada, mehanizmi za upravljanje pouzdanošću mogu se, u najširem smislu, klasifikovati u mehanizme usmerene na podatke, mehanizme usmerene na objekte i hibridne mehanizme, kao što je to prikazano na Slici 1. Ovi mehanizmi se najčešće integrišu u vozilima kako bi se ocenila pouzdanost podataka ili vozila primenom različitih tehnika. Primarni cilj je identifikacija malicioznih vozila i malicioznih sadržaja.



Slika 1. Mehanizmi za unapređenje pouzdanosti u saobraćajnom okruženju

Mehanizmi usmereni na podatke ocenjuju pouzdanost primljenih podataka. U te svrhe, neophodno je prikupiti informacije iz različitih izvora, kao što su susedna vozila ili infrastruktura kraj puta. Pouzdanost poruka može se ocenjivati na osnovu različitih faktora kao što su sličnost sadržaja, konflikti u sadržaju i sličnost putanja. Takođe, može se koristiti i sistem glasanja sa težinskim faktorima zasnovan na rastojanju od nekog događaja. U tom slučaju, veći težinski faktor biće dodeljen podacima koji potiču od vozila koje je na kraćem rastojanju od datog događaja. Nivo signala na prijemu može biti još jedan način merenja pouzdanosti, na osnovu određivanja rastojanja i pozicije vozila [8]. Evaluacija podataka može se izvršavati od strane centralizovanog sistema u infrastrukturi kraj puta. Pouzdanost podataka se tada određuje na osnovu povratnih informacija od infrastrukture. Vozila detektuju neki događaj i pokreću analizu zajedno sa procenom pouzdanosti na osnovu udaljenosti od događaja i broja ugrađenih senzora koji su detektovali događaj. Nakon toga, rezultati analize se dele sa infrastrukturom koja zatim ažurira listu događaja. Primenom različitih tehnika, jedinice infrastrukture evaluiraju pouzdanost i dele rezultate susednim vozilima. Ovaj pristup je adekvatniji za urbane zone, s obzirom na to da se u najvećoj meri oslanja na susednu infrastrukturu [1]. Mehanizam usmeren na podatke može se bazirati i na evaluaciju pouzdanosti svakog vozila. Na taj način, formira se skup vrlo pouzdanih vozila. Tabela pouzdanosti se

održava od strane svakog vozila. Kada se primi poruka od pouzdanog izvora, poverenje se uveća. Ovakav mehanizam podrazumeva samo direktna iskustva od vozila koja učestvuju u razmeni poruka, ali ne uključuje bilo kakve informacije koje se tiču pouzdanosti događaja [9].

Mehanizmi usmereni na objekte procenjuju pouzdanost vozila. Ovi mehanizmi primenjuju različite tehnike za uspostavljanje sistema reputacija ili pružaju podršku odlučivanju u skladu sa procenama susednih vozila. Višenivovski pristup može se primeniti u cilju detekcije izvora malicioznih podataka, kada se pouzdanost zasniva na ulozi, iskustvu, prioritetima i većini [8]. Infrastruktura kraj puta se takođe može koristiti za razlikovanje malicioznih ili sebičnih vozila u VANET-u. Reputacija svakog vozila može se definisati u skladu sa prethodnim iskustvima pri komunikaciji sa određenim vozilom, na osnovu preporuka od susednih vozila i na osnovu preporuka od centra za upravljanje. Usled velike mobilnosti vozila, teško je prikupiti dovoljno informacija i izračunati nivo reputacije. Takođe, neophodno je adekvatno analizirati i bezbednost sistema za određivanje reputacije vozila.

Hibridni mehanizmi su usmereni i na objekte i na podatke. Ovi mehanizmi analiziraju pouzdanost vozila i istovremeno procenjuju pouzdanost podataka. Time se obuhvataju prednosti, ali i nedostaci mehanizama usmerenih na podatke i mehanizama usmerenih na objekte. Pouzdanost vozila može se proceniti na osnovu funkcionalne pouzdanosti i pouzdanosti proistekle iz preporuka od ostalih učesnika. Pouzdanost vozila ukazuje na to da li posmatrano vozilo može ispuniti funkcionalna očekivanja i predstavlja nivo poverenja u informacije koje potiču od datog vozila. Pouzdanost podataka određuje se na osnovu podataka prikupljenih od više vozila. S obzirom na to da mnoge kontrolne poruke moraju biti obrađene u ograničenom vremenskom intervalu, hibridni mehanizmi zahtevaju i značajan dodatni *overhead*, što je najveći nedostatak ovih mehanizama.

Vozila u telekomunikacionim mrežama prenose informacije od izuzetnog značaja za bezbednost u saobraćaju, kao što su upozorenja u raskrscima, upozorenja o vozilima hitnih službi u blizini, upozorenja o opasnostima na putu, nedozvoljenom smeru kretanja, ili upozorenja o mogućnosti nezgode [10]. Od krucijalnog značaja je kreirati bezbedno i pouzdano okruženje kako bi se omogućio prenos pouzdanih, autentičnih informacija. Obecavajuće rešenje za ove izazove jeste *blockchain*, tehnologija koja nudi brojne prednosti u poređenju sa ostalim konvencionalnim tehnologijama.

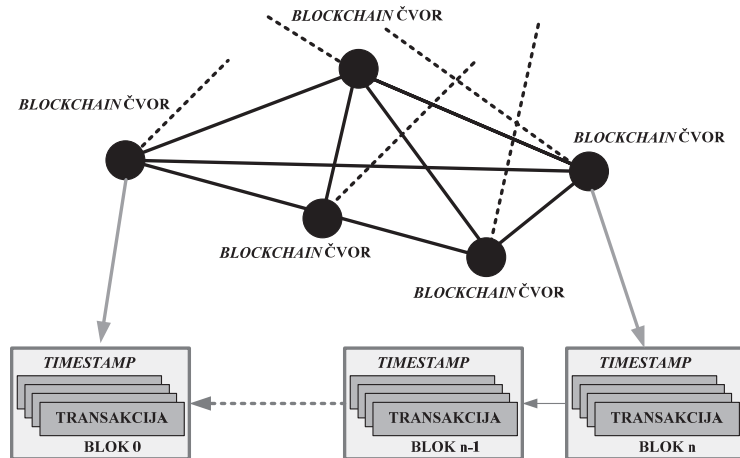
### 3. Osnovne karakteristike *blockchain*-a

*Blockchain* je bezbedna, distribuirana baza koja obezbeđuje skladištenje i praćenje resursa u *peer-to-peer* mreži. Sastoji se iz baze podataka i mreže čvorova, kao što je to prikazano na Slici 2.

Baza podataka u *blockchain*-u je deljena, bez grešaka, sa mogućnošću dodavanja bez izmena. Blokovi koji čine *blockchain* su povezani tako što svaki blok čuva *hash* vrednost svog prethodnika. *Hash* funkcija uzima ulaz proizvoljne dužine i generiše izlaz jedinstvene fiksne dužine. Ukoliko je jedna vrednost u ulazu modifikovana, izlaz se značajno menja. Svaki blok koji sadrži podatke ima svoju *hash* funkciju. Ukoliko dođe do nekih izmena, modifikovani blok ima potpuno drugačiju *hash* vrednost, kako bi svaki čvor u mreži imao uvid u izmene. Na taj način se postiže pouzdanost u podatke sačuvane u blokovima. Takođe, svaki blok sadrži *timestamp*, odnosno vremensku odrednicu



kreiranja bloka, kao i *nonce* vrednost za kriptografske operacije. *Nonce* vrednost ima 4 bajta koji počinju sa 0 i uvećavaju se svaki put kada se izvršava izračunavanje *hash* funkcije. Blokovi se ne mogu brisati ili modifikovati, što je najveća prednost *blockchain*-a. Komunikacija između čvorova u mreži odvija se bez učešća treće strane. Sve interakcije se čuvaju u bazi podataka, čime se zadovoljavaju zahtevi u pogledu bezbednosti. Korisnici šalju transakcije kroz *blockchain* mrežu u cilju interakcije sa ostalim korisnicima.



Slika 2. Blockchain mreža

Predefinisani čvorovi u mreži vrše proveru validnosti transakcija i kreiraju novi blok validnih transakcija. Ovaj proces se naziva rudarenje. Ukoliko je blok validan, dodaje se u bazu podataka. U suprotnom, blok se odbacuje. Nakon dodavanja bloka, naknadne izmene nisu moguće. U nekim aplikacijama zasnovanim na *blockchain*-u, čvorovi sa dozvolom rudarenja - mineri, koji prvi kreiraju blok bivaju nagrađeni. Pobjednik u procesu rudarenja se određuje kroz mehanizam konsenzusa. Najčešće korišćeni mehanizmi konsenzusa su *Proof-of-Work* (PoW), *Proof-of-Stake* (PoS) i *Practical Byzantine Fault Tolerance* (PBFT) [11]. PoW postavlja složene matematičke probleme koji se često menjaju. Nakon što prvi čvor validira transakciju i reši matematički problem, blok biva kreiran. Kada drugi čvorovi sa ulogom minera validiraju blok, isti se dodaje u bazu *blockchain*-a. Pobjednički miner biva nagrađen. Stoga, vrlo teško može doći do grešaka, imajući u vidu da je za to potrebno najmanje 50% kompromitovanih minera. U slučaju PoS, izbor minera se vrši na pseudo-slučajan način a u zavisnosti od uloga datog čvora. U osnovnoj verziji, pobjednički miner se ne nagrađuje, međutim, novije verzije uključuju nagrade i penale u zavisnosti od performansi čvorova. U slučaju primene PBFT konsenzus mehanizma, čvorovi u mreži biraju lidera iz skupa čvorova. Čvor lider je zadužen za validaciju transakcija i kreiranje blokova. Blok se dodaje u bazu samo ako je dve trećine minera verifikovalo tačnost bloka. Čvor lider se periodično menja, čime se obezbeđuje decentralizacija.

Postoje tri generacije *blockchain* tehnologije koje podržavaju transakcije, resurse i pametne ugovore [11]. Prva generacija je ograničena na novčane transakcije i koristi *Bitcoin* kriptovalutu. Za razliku od prve, druga generacija dozvoljava razmenu

resursa. Tako, korisnici mogu razmenjivati bilo koju vrstu resursa, kao što su različita dobra, svojina, glasovi itd. Treća generacija *blockchain* tehnologije uvodi pametne ugovore. Pametni ugovor je programabilni ugovor proveren od strane svih čvorova u mreži koji se izvršava automatski po unapred definisanim pravilima.

Razvoj *blockchain* tehnologije omogućio je unapređenje raznih sistema. Decentralizacija, transparentnost, autonomnost, anonimnost i nepromenljivost su osnovne karakteristike *blockchain*-a. Decentralizacija omogućava izmestanje funkcija i kontrole iz centralnog upravljačkog dela ka svim čvorovima u mreži. Svaki učesnik čuva kopiju svih transakcija, a blok se dodaje kroz validaciju transakcija. Na taj način ova *peer-to-peer* mreža funkcioniše u decentralizovanom okruženju. Pored toga, *blockchain* podržava transparentnost i izvršava kontrolu kako bi se suzbile maliciozne radnje. Imajući u vidu to da je centralna kontrola izmestena, pitanja pouzdanosti su delegirana na celu mrežu. Važno svojstvo *blockchain* tehnologije je anonimnost, koja je garantovana s obzirom na to da je potrebna samo *blockchain* adresa korisnika. Nakon skladištenja podataka u blok, naknadne izmene nisu moguće, čime se obezbeđuje nepromenljivost.

Neke od poznatijih *open-source* implementacija *blockchain*-a su *Bitcoin*, *Ethereum* i *HyperLedger*. *Bitcoin* je rasprostranjena platforma koja primenjuje PoW mehanizam konsenzusa. Osnovna prednost *Bitcoin*-a je skalabilnost, međutim, vrlo je zahtevan u pogledu računarskih resursa, kao i vremena izvršavanja. *Ethereum* je *blockchain* platforma koja primenjuje pametne ugovore i PoW ili PoS mehanizam konsenzusa. *HyperLedger* platforma primenjuje pametne ugovore i PBFT mehanizam konsenzusa. U poređenju sa drugim *blockchain* platformama, pokazuje bolje karakteristike u pogledu skalabilnosti.

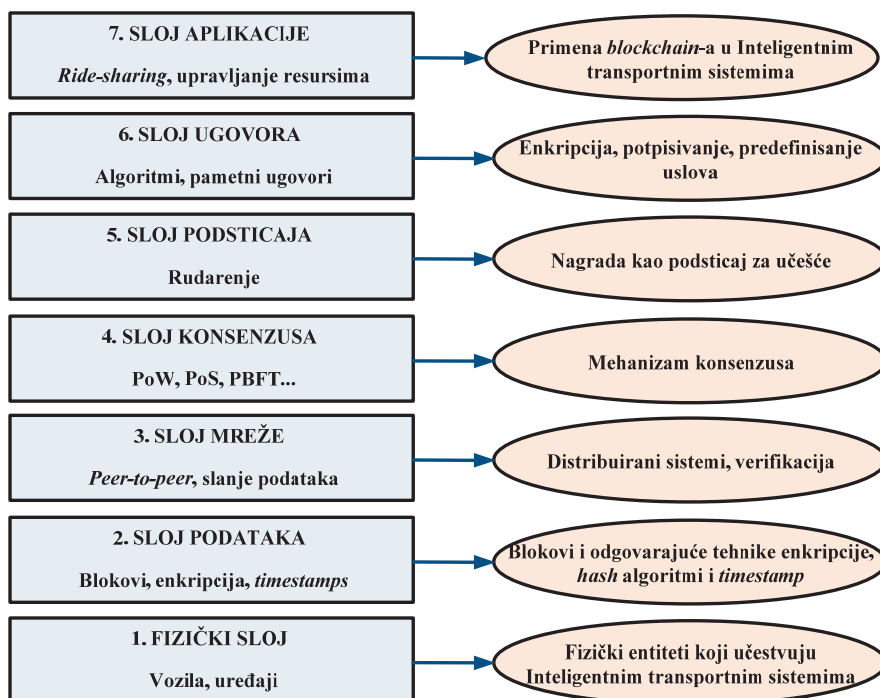
#### **4. Primeri primene *blockchain*-a u pouzdanom saobraćajnom okruženju**

*Blockchain* obezbeđuje prikupljanje podataka od vlasnika vozila, upravnika vovnih parkova i proizvođača, kako bi se unapredila bezbednost u saobraćaju, efikasnost i komfor u toku vožnje. Do sada je izvršeno nekoliko implementacija *blockchain*-a u saobraćajnom okruženju. Jedna od implementacija podrazumeva formiranje bezbednog, pouzdanog i decentralizovanog saobraćajnog okruženja zasnovanog na *blockchain*-u kroz konceptualni model od sedam slojeva [12]. Drugi pristup zasnovan na *blockchain*-u kombinuje dve vrste aplikacija u vozilima, odnosno, neophodne aplikacije i opcione aplikacije [13]. Neophodne aplikacije obuhvataju regulisanje saobraćaja, osiguranje vozila, porez itd, dok opcione aplikacije aktiviraju upozorenja na zagušenja u saobraćaju ili vremenske uslove. Pored bezbednosti, neophodno je održati pouzdanost i privatnost. Rešenja zasnovana na *blockchain*-u podržavaju bezbedne, *peer-to-peer* komunikacione linkove između vozila bez otkrivanja privatnih informacija, čime se unapređuje pouzdanost. Zahvaljujući brojnim prednostima, sprega VANET-a i *blockchain*-a sve više privlači pažnju istraživača.

Tojotin istraživački institut, *Toyota Research Institute* (TRI), inicirao je tri *blockchain* projekta, deljenje podataka tokom vožnje, transakcije o deljenju vožnje i osiguranje zasnovano na korišćenju [14]. Vozila u VANET-u prikupljaju važne podatke pomoću senzora ugrađenih u vozilo, a zatim te podatke skladište na *cloud*. *Blockchain* tehnologija obezbeđuje centralizovanu platformu koja omogućava korisnicima deljenje i monetizaciju prikupljenih informacija iz saobraćajnog okruženja u bezbednom okruženju

sa garancijom očuvanja vlasništva nad podacima. Takođe, *blockchain* podstiče vlasnike vozila da monetizuju svoje resurse i dele vozilo, na primer, kroz deljenje vožnje ili deljenje prtljažnog prostora. Primenom *blockchain* pametnih ugovora, finansijske transakcije između korisnika izvršavaju se bez učešća treće strane. Ovaj sistem takođe može obezbediti daljinski pristup vozilu (zaključavanje/otključavanje, paljenje/gašenje motora). Skladištenje podataka u *blockchain*-u obezbeđuje korisnicima niže troškove osiguranja, s obzirom na to da se na osnovu prikupljenih podataka može evaluirati bezbednost i navike vozača.

Model od sedam slojeva u *blockchain*-u, predložen od strane Kineske akademije nauka, kreiran je po ugledu na poznati *Open Systems Interconnection* (OSI) referentni model [12]. Ovaj model predstavlja konceptualni okvir koji obezbeđuje uvid u kompleksne relacije između slojeva. Model obuhvata tipičnu arhitekturu, najveće komponente i pripadajuće tehnike *blockchain* sistema, kao što je to prikazano na Slici 3.



Slika 3. Slojevita struktura VANET mreže zasnovane na *blockchain*-u

U cilju unapređenja bezbednosti u VANET okruženju, predložena je i platforma ta autonomna vozila koja je zasnovana na *blockchain*-u [15]. S obzirom na to da se autonomna vozila u značajnoj meri oslanjaju na bežične tehnologije, rizik od pojave malicioznih napada je povećan. Osnovni cilj ovog koncepta je obezbediti alate za bezbedno ažuriranje softvera, izmene sadržaja i pružanja udaljene dijagnostike primenom *Ethereum blockchain* platforme. Predloženi sistem bazira se na tokenima i povezuje sve *blockchain* servise, uključujući deljenje podataka prikupljenih tokom vožnje, kao i osiguranja vozila. Na taj način, vlasnik vozila generiše podatke iz saobraćajnog okruženja koji se zatim čuvaju u *blockchain*-u, i za uzvrat dobija tokene. Korisnik koji

zahteva pristup tim podacima ulaže svoje tokene. Osiguravajuća društva i druge organizacije mogu obezbeđivati podatke takođe kroz upotrebu tokena. Na taj način, prodavci vozila, benzinske stanice, ili serviseri mogu ponuditi popuste pri nabavci vozila, održavanje vozila ili pogodnosti pri osiguranju vozila. Važno je naglasiti da ovakva platforma za autonomna vozila zasnovana na *blockchain*-u obezbeđuje pouzdano okruženje i štiti privatnost.

## 5. Izazovi u primeni *blockchain*-a u pouzdanom saobraćajnom okruženju

*Blockchain* tehnologija obezbeđuje značajna unapređenja u oblasti bezbednosti, podržavajući najviše nivoe privatnosti i pouzdanosti. Međutim, složenost tehnologije uzrokuje poteškoće u implementaciji u realnim scenarijima primene. Vozila u VANET-u suočavaju se sa raznim ograničenjima, kao što su ograničeni energetske i skladišni kapaciteti. Neophodno je najpre rešiti ove izazove, kako bi se postigla integracija *blockchain*-a i VANET-a.

Skalabilnost predstavlja jedan od najznačajnijih izazova u VANET okruženju. Odnosi se na mogućnost *blockchain*-a da podrži rastući obim distribuiranih baza podataka. U konvencionalnom *blockchain* sistemu, svaki čvor u mreži troši značajnu energiju u procesu rudarenja. Neophodan je server za trajno skladištenje podataka, čime implementacija *blockchain*-a u saobraćajnom okruženju postaje još složeniji izazov. Obećavajuće rešenje može biti periodično čuvanje podataka prikupljenih od strane vozila na eksterno skladište.

Brzina obrade transakcija i računarski kapaciteti su važni ograničavajući faktori u primeni *blockchain*-a. Mehanizmi konsenzusa u *blockchain*-u još uvek ne nude odgovarajuće rešenje za adekvatnu brzinu obrade transakcija. Na primer, vreme potrebno da se postigne konsenzus u kreiranju novog bloka pri primeni PoW iznosi 10 minuta za *Bitcoin*, dok primena PoS u *Ethereum*-u zahteva 17 sekundi. Takođe, prosečno vreme potvrde u *Bitcoin*-u je približno 250 minuta (najduže zabeleženo je 42 sata). Ovi rezultati su suviše spori za aplikacije u realnom vremenu, kakve se koriste u saobraćajnom okruženju. Čvorovi sa ulogom minera zahtevaju značajne energetske resurse. Stoga, potrošnja energije zahteva inovativne pristupe kako bi se prevazišla postojeća ograničenja.

Pouzdanost i transparentnost su često konfliktne ciljevi u VANET-u zasnovanom na *blockchain*-u. Mnoga regulatorna tela imaju različita gledišta po pitanju toga koje podatke treba čuvati u okviru distribuiranih sistema. U decentralizovanom modelu, svi učesnici dele informacije. U skladu s tim, privatni ugovorni podaci ne bi trebalo da se čuvaju u distribuiranoj bazi. Ove baze treba da sadrže minimum informacija, koje treba da budu dostupne samo korisnicima koji imaju mogućnost obaveštavanja, sinhronizacije i potvrde. S druge strane, poverljivi podaci se mogu čuvati u *blockchain*-u, s obzirom na to da *blockchain* garantuje bezbednost i nepromenljivost sačuvanih podataka.

U kontekstu očuvanja privatnosti podataka, razvijene su različite tehnike. Metode za očuvanje anonimnosti imaju za cilj zaštitu ličnih podataka. Međutim, pokazalo se da ove metode nisu efikasne u slučaju velikog obima podataka ili kada su neki delovi podataka otkriveni [16].

Lokalni karakter VANET-a i globalna sinhronizacija zahtevaju kompromisno rešenje. Integracija lokalnih mreža u saobraćajnom okruženju i globalno distribuirane

platforme uzrokuju određene probleme usled heterogenosti blokova u pogledu njihove zavisnosti od infrastrukture i softverskih komponenti. Većina zadataka u VANET-u su od značaja u lokalnom području. Nasuprot tome, *blockchain* predstavlja globalnu platformu. Nema potrebe za deljenjem lokalnih transakcija na globalnoj distribuiranoj platformi. Na taj način se može smanjiti obim podataka. Problem lokalnog značaja u saobraćajnom okruženju i globalnog karaktera *blockchain*-a može se rešiti detaljnijom analizom podataka u VANET-u.

#### 4. Zaključak

VANET omogućava deljenje poruka između vozila u saobraćajnom okruženju, a koje se tiču uslova na putu, zagušenja u saobraćaju i slično. Ove poruke pružaju vozilima uvid u uslove u saobraćaju u realnom vremenu, čime se unapređuje bezbednost i efikasnost saobraćaja. Bezbedno, pouzdano okruženje koje ujedno štiti privatnost korisnika je neophodno za adekvatno deljenje poruka u VANET-u. Od presudnog je značaja izgraditi poverenje između vozila. Usled velike mobilnosti i heterogenosti u VANET okruženju, susedna vozila ne mogu imati potpuno međusobno poverenje. Složenost ovog problema raste u slučaju prisustva malicioznih vozila u mreži. Različiti mehanizmi su predloženi kako bi se unapredila bezbednost u VANET okruženju. U opštem slučaju, ti mehanizmi mogu se podeliti na mehanizme usmerene na podatke, mehanizme usmerene na objekte i hibridne mehanizme, u zavisnosti od mete napada u mreži. *Blockchain* tehnologija je prepoznata kao obećavajuće rešenje u VANET okruženju, obezbeđujući decentralizaciju, transparentnost, autonomnost, anonimnost i nepromenljivost. Moguće primene *blockchain* platformi u pouzdanom saobraćajnom okruženju prikazane su u radu. Uprkos brojnim prednostima, postoje izazovi koje je neophodno prevazići, kao što su skalabilnost, brzina obrade transakcija, potrošnja energije i transparentnost.

#### Literatura

- [1]. F. Ahmad, A. Adnane, F. Kurugollu, R. Hussain, „A Comparative Analysis of Trust Models for Traffic Safety Applications in IoT-enabled Vehicular Networks“, in *Proceedings of the 2019 Wireless Days (WD)*, Manchester, United Kingdom, 2019, pp. 1-8.
- [2]. Z. Lu, G. Qu, Z. Liu, „A Survey on Recent Advances in Vehicular Network Security, Trust, and Privacy“, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 20(2), pp. 760-776, 2019.
- [3]. M. S. Sheikh, J. Liang, „A Comprehensive Survey on VANET Security Services in Traffic Management System“, *Wireless Communications and Mobile Computing*, 19, 2423915, 2019.
- [4]. M. S. Sheikh, J. Liang, W. Wang, „A Survey of Security Services, Attacks, and Applications for Vehicular Ad Hoc Networks (VANETs)“, *Sensors*, 19(16), 3589, 2019.
- [5]. M. Azees, P. Vijayakumar, L. J. Deborah, „Comprehensive Survey on Security Services in Vehicular Ad Hoc Networks“, *IET Intelligent Transport Systems*, 10(6), pp. 379-388, 2016.
- [6]. M. Wu, K. Wang, X. Cai, S. Guo, M. Guo, C. Rong, „A Comprehensive Survey of Blockchain: From Theory to IoT Applications and Beyond“, *IEEE Internet of Things Journal*, 6(5), pp. 8114-8154, 2019.

- [7]. W. Li, H. Song, „An Attack-Resistant Trust Management Scheme for Securing Vehicular Ad Hoc Networks“, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 17(4), pp. 960-969, 2016.
- [8]. Z. Lu, G. Qu, Z. Liu, Z. „A Survey on Recent Advances in Vehicular Network Security, Trust, and Privacy“, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 20(2), pp. 760-776, 2019.
- [9]. T. Gazdar, A. Belghith, H. Abutair, „An Enhanced Distributed Trust Computing Protocol for VANETs“, *IEEE Access*, 6, pp. 380-392, 2017.
- [10]. A. Mahmood, B. Butler, W. E. Zhang, Q. Z. Sheng, S. A. Siddiqui, „A Hybrid Trust Management Heuristic for VANETs“, in *Proceedings of the 2019 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)*, Kyoto, Japan, 2019, pp. 748-752.
- [11]. T. Salman, M. Zolanvari, A. Erbad, R. Jain, M. Samaka, „Security Services Using Blockchains: A State-of-the-Art Survey“, *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 21(1), pp. 858-880, 2019.
- [12]. Y. Yuan, F. Wang, „Towards Blockchain-Based Intelligent Transportation Systems“, In *Proceedings of the 2016 IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*, Rio de Janeiro, Brazil, 2016, pp. 2663–2668.
- [13]. B. Leiding, P. Memarmoshrefi, D. Hogrefe, „Self-Managed and Blockchain-Based Vehicular Ad-Hoc Networks“, in *Proceedings of the ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*, Heidelberg, Germany, 2016, pp. 137-140.
- [14]. Toyota’s Vision of How Blockchain Will Change the Auto Industry. (2017). Available at: <http://www.thebanksreport.com/home-page/toyotas-vision-blockchain-will-change-auto-industry/>
- [15]. *Autonomous Car Network Security Platform Based on Blockchain*. CUBE White Paper, 2017.
- [16]. G. Zyskind, O. Nathan, „Decentralizing Privacy: Using Blockchain to Protect Personal Data“, In *Proceedings of the IEEE Security and Privacy Workshops*, San Jose, United States of America, 2015, pp. 180–184.

**Abstract:** *Vehicular Ad-Hoc Networks (VANET) enable vehicles to share sensitive information with neighbouring vehicles and with the infrastructure, with the aim to prevent traffic accidents and improve driving experience. However, network nodes in VANET may not be honest and cooperative, thus deteriorating traffic performances and safety. To mitigate misbehaving network nodes, a secure environment for reliable and trusted information dissemination among the network nodes is needed. Due to the characteristics of VANET, trust issues are highly challenging. Various trust management schemes can be used to enhance security without affecting network performance. Recently, blockchain technology appears as a vital segment in different approaches enabling trustworthy VANET environment. In this paper, the possibilities of blockchain implementation in trust management schemes in vehicular networks are addressed. Key characteristics of blockchain-based trust management approaches and challenges relevant to traffic safety improvement are also analysed.*

**Keywords:** *VANET, trust, blockchain*

**POSSIBILITIES OF BLOCKCHAIN APPLICATION  
FOR IMPROVEMENT OF TRUST IN VANET**  
Branka Mikavica, Aleksandra Kostić-Ljubisavljević

## DINAMIČKO PROGNOZIRANJE MREŽNIH SERVISIA

Valentina Radojičić, Slobodan Mitrović  
Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet  
valentin@sf.bg.ac.rs; s.mitrovic@sf.bg.ac.rs

**Rezime:** U cilju dobijanja pouzdane prognoze internet saobraćaja u slučaju pojedinih mrežnih servisa, ovaj rad predlaže novi pristup prognoziranju na osnovu rekonstrukcije vremenskih serija baziran na tehnici tzv. rekonstrukcije faznog prostora za mapiranje statističkih multivarijantnih podataka. Ovaj pristup, pored primene tehnika kratkoročnog i dugoročnog prognoziranja, uključuje i neuronsku mrežu sa radijalnom funkcijom (RBF) poboljšanu algoritmom Levenberg-Markuardt (LM) za dinamičko ažuriranje težina neuronske mreže. Na ovaj način, unapređena je preciznost prognoze a ostvaruje se dinamičko predviđanje saobraćaja u više koraka. Niz eksperimenata je izvedeno na bazi samostalno prikupljenih skupova podataka. Eksperimentalni rezultati pokazuju da je pristup opisan u ovom radu, u pogledu preciznosti, bolji od prethodnih pristupa i pogodniji za prognoziranje u više koraka..

**Gljučne reči:** dinamičko prognoziranje, rekonstrukcija vremenske serije, neuronske mreže

### 1. Uvod

Sa sve bržim razvojem mrežne tehnologije na kojoj su bazirani širokopoljanski internet servisi, zahtevi za povećanjem mrežnog opsega rastu, ujedno sa rastom stanovništva u urbanim sredinama. Ovi faktori takođe utiču na povećanje složenosti topologije mreže, što rezultuje i povećanjem učestalosti problema vezanim kako za mrežne performanse, tako i za kvalitet mrežnih servisa. Da bi se zadovoljile potrebe korisnika za kvalitetnim mrežnim servisima, provajderi moraju voditi računa o optimalnom iskorišćenju mrežnih resursa, što zahteva blagovremenu analizu operativnog stanja mreže uz upotrebu alata za nadzor i upravljanje mrežnim komponentama. Da bi se planirale adekvatne mere unapređenja, neophodno je izvršiti prognoziranje vrednosti različitih veličina čime se može dobiti projekcija mogućih stanja mreže. Ovo je posebno bitno u slučajevima kada su na raspolaganju ograničeni mrežni resursi, gde se kroz uspostavljanje modela prognoziranja mrežnog saobraćaja obezbeđuje proaktivan pristup rešavanju različitih problema, koji su ključni za poboljšanje mrežnih performansi i kvaliteta mrežnih servisa.

Imajući u vidu da kompleksnost mreže može uticati na tačnost podataka dobijenih monitoringom mreže, u radu će biti primenjen pristup u rešavanju problema

rekonstrukcije vremenske serije baziran na tehnici tzv. rekonstrukcije faznog prostora za mapiranje statističkih multivarijantnih podataka.

Kada se posmatra intenzitet mrežnog saobraćaja u vremenskim intervalima različitih dužina, lako se dolazi do zaključka da se ovakve vremenske serije mogu modelovati na različite načine, počevši od primene tradicionalnih modela, pa do popularnih modela kao što su *AutoRegressive Moving Average* (ARMA), *AutoRegressive Integrated Moving Average* (ARIMA), *AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity* (ARCH), i sl. Osim navedenih sve češće su u upotrebi i alternativni pristupi koji se zasnivaju na primeni alata koji su vezani za mašinsko učenje, primenu neuronskih mreža, fuzzy-logiku i sl.

U ovom radu analizira se proces prognoziranja mrežnog saobraćaja koji je vezan za primenu neuronskih mreža, budući da su istraživanja pokazala da neuronska mreža, koja ima nelinearnu strukturu, može približiti bilo koju nelinearnu funkciju [1]. Imajući u vidu efikasnost učenja, kao i raznovrsne mogućnosti mapiranja, neuronske mreže su u stanju da formiraju nelinearne modele na osnovu podataka koji fluktuiraju između ulaznih i izlaznih tačaka, zbog čega je lako uočena njihova primena u prognoziranju mrežnog saobraćaja [1].

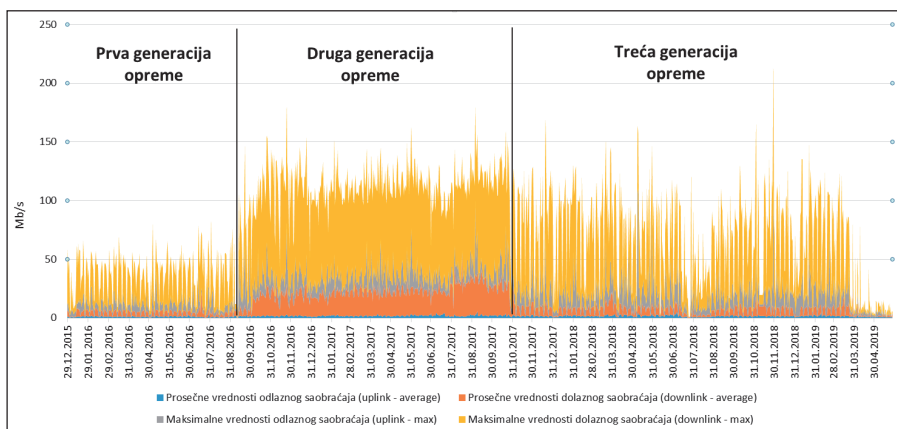
U fokusu istraživanja je neuronska mreža sa radijalnom funkcijom (*Radial Basis Function* - RBF), koja je jedna od najčešće korišćenih i najuspešnijih neuronskih mreža zahvaljujući karakteristikama, kao što su ulazna i izlazna težina neuronske mreže, skriveni centar i širina jedinice [1]. Razmatrajući problematiku prognoziranja mrežnog saobraćaja, RBF neuronske mreže su pogodne za navedeni oblik primene, zahvaljujući i funkcionalnim karakteristikama, kao što su jednostavnost strukture, adaptabilnost problemima, optimalna sposobnost globalne aproksimacije i sposobnost generalizacije [1]. Tradicionalne metode optimizacije parametara RBF neuronske mreže koriste algoritam gradijentnog spuštanja, koji ima malu brzinu pretraživanja, veliku količinu računanja, veliku potrošnju memorije, kao i određena ograničenja vezana za pretragu globalnog minimuma, zbog čega dobijeni parametri ne moraju biti nužno optimalni [1]. Da bi se izbegla navedena ograničenja [2], u radu je primenjen *Levenberg-Markuardt* (LM) algoritam za dinamičko ažuriranje težine neuronske mreže.

## 2. Rekonstrukcija vremenske serije

Promena mrežnog hardvera često podrazumeva i delimičnu izmenu pravila vezanih za prikupljanje podataka dobijenih procesom monitoringa posmatranih mrežnih tačaka, i/ili značajnih delova mreže. Imajući u vidu činjenicu da računarske mreže, tokom dužeg perioda eksploatacije uključuju događaje, koji se odnose na otkaz mrežnih komponenti, kao i na nadgradnju aktivne infrastrukture, retki su događaji kada zamena uređaja ne utiče na izmenu karakteristika vremenske serije. Na slici 1, prikazana je vremenska serija dobijena na istoj mernoj tački, gde je monitoring intenziteta saobraćaja obuhvatio prikupljene podatke na 3 generacije mrežne opreme. U slučajevima poput navedenog, prognoziranje intenziteta saobraćaja nije primenljivo ukoliko je potrebno izvršiti prognoziranje na osnovu vremenskih serija koje obuhvataju period u kome je izvršena promena opreme. U ovakvim slučajevima, jedno od mogućih rešenja uključuje proces rekonstrukcije vremenske serije, baziranu na tehnikama rekonstrukcije višedimenzionalnog faznog prostora, pri čemu se za izvor podataka uzimaju rezultati monitoringa topološki susednih mrežnih uređaja, kao i onih mrežnih uređaja, koji



topološki nisu susjedni, ali mogu povećati rezoluciju podataka rezultujuće vremenske serije.



Slika 1. Vremenska serija dobijena procesom monitoringa tri generacije mrežne opreme

Rekonstrukcija višedimenzionalnog faznog prostora podrazumeva konstrukciju strukture faznog prostora originalnog sistema sa smerom „unazad“, kroz jednodimenzionalne vremenske serije. Rekonstrukcija faznog prostora bazirana je na Takensovoj teoriji [2, 3], prema kojoj je razvoj slučajnih promenljivih u sistemu određen interakcijom sa drugim promenljivama, a informacije o relevantnoj promenljivoj implicitne su razvoju bilo koje druge promenljive [2]. Imajući navedeno u vidu, Packard i Takens [3,4] su predložili metodu koordinatne rekonstrukcije sa vremenskim odlaganjem (kašnjenjem), koja koristi sekvencu vremenskog odlaganja za rekonstrukciju faznog prostora [2-4]. Suštinski, koordinatna rekonstrukcija sa vremenskim odlaganjem se zasniva na odloženom uvođenju haotičnih vremenskih serija  $x_1, x_2, \dots, x_n$  u proces konstrukcije vektora  $m$ -dimenzionalnog faznog prostora, koji se može prikazati na sledeći način [2]:

$$X_i = (x_i, x_{i+\tau}, \dots, x_{i+(m-1)\tau})^T \quad (i = 1, 2, \dots, M), \quad (1)$$

gde su:  $M = n - (m - 1)\tau$  broj rekonstruisanih faznih prostora,  $\tau$  je vremensko odlaganje, a  $m$  je dimenzija prostornog uklapanja, odnosno dimenzija rekonstruisanog faznog prostora. Parametri  $m$  i  $\tau$  se smatraju ključnim u tehnici rekonstrukcije faznog prostora [2]. Na osnovu navedenog, signalima predikcije  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , koji imaju  $n$  tačaka podataka, može se rekonstruisati  $M = n - (m - 1)\tau$  tačaka stanja u  $m$ -dimenzionalnom faznom prostoru, a njihova veza formira lokus od  $n$  tačaka  $m$ -dimenzionalnog faznog prostora, kojim se karakteriše evolucija sistema, posmatrano kroz njegov status tokom vremena [1]. Takensovom teorijom je dokazano da ako je dimenzija prostornog uklapanja  $m > 2d + 1$ , pri čemu je  $d$  dinamička dimenzija sistema (tj. prostora), onda su dinamička ponašanja u faznom prostoru (koja su konstruisana sa vrednostima promenljivih kod prvobitnog stanja sistema) jednaka dinamičkim ponašanjima u faznom prostoru (konstruisanom sa vrednostima jednodimenzionalnih promenljivih), pri čemu su atraktori haotičnosti (u dva posmatrana prostora) difeomorfični (tj. mogu se predstaviti

diferencijalnom funkcijom za koju postoji inverzna funkcija, a koja je takođe diferencijalna) [1,3]. Na ovaj način, Takensova teorija osigurava rekonstrukciju topološki ekvivalentnog faznog prostora originalnog sistema, upotrebom jednodimenzionalnih vremenskih nizova i pruža teorijsku osnovu za predviđanje haotičnih vremenskih serija [2].

Vremensko odlaganje  $\tau$  može se izračunati primenom dve popularne grupe metoda: metodama korelacije sekvence i metodama geometrije faznog prostora. Primer grupe metoda korelacije sekvenci je *metoda autokorelacije*, koja predstavlja jednostavan način za izračunavanje vremenskog odlaganja, ali sa njom se može izvršiti samo ekstrakcija linearne korelacije između vremenskih serija. Među metodama geometrije rekonstrukcije faznog prostora, nalazi se i *metoda prosečnog pomeranja*, koja može uspostaviti vezu sa kriterijumima korelacije, ali ova metoda može imati snažno variranje rezultata i prilikom promene trenda (odnosno, prisutna je slučajnost) [2]. Imajući navedeno u vidu, u radovima se često koristi *metoda višestruke korelacije*, koja kombinuje metodu autokorelacije i metodu prosečnog pomeranja [5]. Metoda višestruke korelacije ima manju složenost proračuna i veliku otpornost na prisustvo „šuma“ u podacima, a postupak proračuna se vrši na sledeći način [2]: neka je prosečno pomeranje vremenskih serija  $\{x(n)\}$  u rekonstrukciji  $m$ -dimenzionalnog faznog prostora, označeno je sa  $\langle S_m^2(\tau) \rangle$  sledećim izrazom:

$$\langle S_m^2(\tau) \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=1}^{m-1} (x_{i+j\tau} - x_i)^2, \quad (2)$$

gde je  $N$  - broj tačaka sekvence posmatranja (zanemarujući razliku u graničnim tačkama). Ukoliko se sa  $E$  označi izraz:

$$E = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} x_{i+j\tau}^2, \quad (3)$$

i ako se formula (3) u intervalu  $[0, m-1]$  označi kao konstanta; odnosno ako je:

$$E = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} x_i^2, \quad (4)$$

i potom inkorporira u formulu (2), dobija se sledeći izraz:

$$\langle S_m^2(\tau) \rangle = 2(m-1)E - 2 \sum_{j=1}^{m-1} R_{xx}(j\tau) \quad (5)$$

gde  $R_{xx}(j\tau)$  predstavlja autokorelacionu funkciju sekvence u vremenskom rasponu  $j\tau$ , odnosno:

$$R_{xx}(j\tau) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} x_i x_{i+j\tau}, \quad (6)$$

$$R_{xx}^m(\tau) = \sum_{j=0}^{m-1} R_{xx}(j\tau), \quad (7)$$

gde se prva nulta vrednost formule (8) usvaja kao vremensko  $j\tau$  [1].

Izračunavanje dimenzije prostornog uklapanja zasniva se na Takensovoj teoremi, koja se može opisati na sledeći način [1]: „za idealne jednodimenzionalne

vremenske serije beskonačne dužine i bez šuma, dimenzije prostornog uklapanja  $m$  i vremensko odlaganje  $\tau$  mogle bi imati bilo koju vrednost, ipak, treba imati u vidu da su vremenske serije - nizovi konačne dužine, koji sadrže šum, dimenziju prostornog uklapanja i vremensko odlaganje ne može imati bilo kakvu vrednost, jer bi se time uticalo na kvalitet rekonstrukcije faznog prostora“. Određivanje dimenzije prostornog uklapanja radi se sa ciljem da se originalni i rekonstruisani atraktori učine topološki ekvivalentnim. Shodno navedenom, u [1] je upotrebljena tzv. Cao metoda za izračunavanje dimenzije prostornog uklapanja  $m$  [6], u slučaju vremenske serije  $\{x(n)\}$ :

$$a(i, d) = \frac{\|x_{d+1}(i) - x_{d+1}^{NN}(i)\|}{\|x_d(i) - x_d^{NN}(i)\|}, \quad (8)$$

gde  $x_d(i)$  predstavlja  $i$ -ti vektor, dok je  $x_d^{NN}(i)$  njegova najbliža tačka u  $d$ -dimenzionalnom prostoru. Na isti način,  $x_{d+1}(i)$  predstavlja  $i$ -ti vektor, dok je  $x_{d+1}^{NN}(i)$  njegova najbliža tačka u  $(d+1)$ -dimenzionalnom prostoru. Izračunata vrednost  $a(i, d)$  se nadalje koristi u formulama (9) i (10) [1]:

$$E(m) = \frac{1}{N - m\tau} \sum_{i=1}^{N-m\tau} a(i, m), \quad (9)$$

$$E_1(m) = \frac{E(m+1)}{E(m)}. \quad (10)$$

Ako se utvrdi vremenska serija, tada će varijabla  $E_1(m)$  ostati nepromenjena nakon dostizanja određene vrednosti sa porastom  $m$ , čime je dimenzija prostornog uklapanja  $m$  konačno određena [1].

### 3. Neuronska mreža sa radijalnom funkcijom RBF

Neuronska mreža sa radijalnom funkcijom (*Radial Basis Function* – RBF), predstavlja poseban tip neuronske mreže koja koristi funkciju radijalne osnove (baze) kao svoju aktivacionu funkciju [7]. Prema načinu propagacije signala unutar mreže, RBF neuronska mreža spada u grupu mreža sa propagacijom unapred (*feedforward*). RBF mreža ima tri sloja: ulazni, skriveni i izlazni sloj (slika 2). Aktivaciona funkcija u slučaju RBF mreže je vezana za jedinice skrivenog sloja. Na taj način se ulazne promenljive mapiraju direktno u prostor skrivenog sloja, tako da se po utvrđivanju centra radijalnih baznih funkcija, odmah određuje i odnos mapiranja između ulaznog i skrivenog sloja. Funkcija radijalne osnove  $\varphi_j(x)$  služi za mapiranje centara  $j$ , grupisanih u skrivenom sloju na sledeći način [2]:

$$\varphi_j(x) = \exp\left(\frac{-\|x - c_j\|^2}{2\sigma_j^2}\right), \quad j = 1, 2, \dots, m, \quad (11)$$

gde je  $x$  – ulazni podatak,  $c_j$  je  $j$ -ti centar, dok je  $\sigma_j$  njegova širina. Na osnovu navedenog, funkcija izlaznog sloja na jednom izlaznom čvoru  $i$ , može se prikazati sledećom formulom

$$y_i = F_i(x) = \sum_{m=1}^N w_m \varphi_m(x), \quad i = 1, \dots, t+k \quad (12)$$

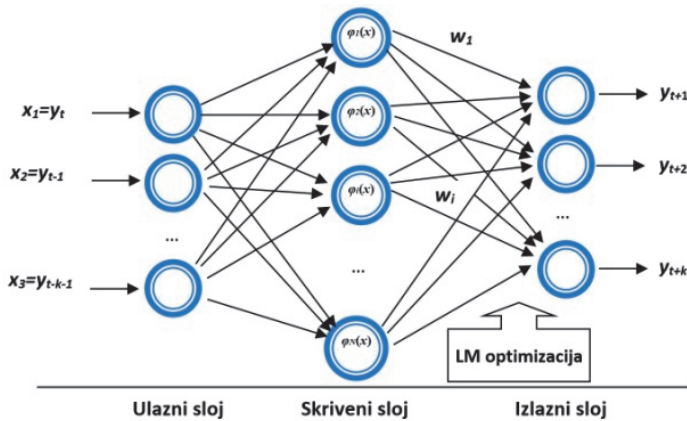
gde je  $m=(1, \dots, N)$  broj centara u skrivenom sloju, a  $w_m$  težina  $m$ -te veze ka izlaznom sloju.

Određivanje optimalnog broja centara, kao i njihovih položaja u skrivenom sloju ima veliku važnost, jer se time utiče na stepen složenosti mreže, kao i sposobnost da se na efikasan način dođe do kvalitetnih rezultata. Ako je broj centara u skrivenom sloju nedovoljan, mreža ne može da bude efikasno istrenirana na osnovu ulaznih podataka (*underfitting*). U suprotnom, prevelik broj centara dovodi do pojave efekta prevelike istreniranosti (*overfitting*).

#### 4. Levenberg-Markuardt pristup optimizaciji težina neuronske mreže

Kao što je već navedeno, metode optimizacije parametara RBF neuronske mreže koriste metode poput algoritma gradijentnog spuštanja, koji imaju određena ograničenja, zbog čega ponekad imaju sklonost ka pronalaženju lokalnih minimuma. To ima za rezultat da dobijeni parametri mreže ne moraju biti nužno optimalni. Jedan od pristupa koji mogu predstavljati rešenje za navedeni problem je tzv. *Levenberg-Markuardt* (LM) pristup optimizaciji težina neuronske mreže (slika 2).

Ovaj pristup predstavlja kompromis između Newton metode i metode gradijentnog spuštanja [2]. Pristup koristi približni izvod drugog reda za rešavanje optimalne vrednosti funkcije drugog reda  $f(W)$ , gde  $W = [w_1, w_2, \dots, w_L]$  predstavlja vektor težina između između skrivenog i izlaznog sloja ( $L$  je ukupan broj težina). Ovaj pristup se zasniva na sledećim principima: ako sa  $g$  označimo vektor izvoda funkcije, a sa  $H$  - odgovarajuću Hessian matricu, onda se optimalno podešavanje vektora težina  $W$  može realizovati primenom izraza  $\Delta W = (H + \lambda I)^{-1}g$ , gde je  $I$  jedinična matrica ista kao  $H$ , a  $\lambda$  - regularni koeficijent koji garantuje pozitivni definitiv  $H + \lambda I$  [2].

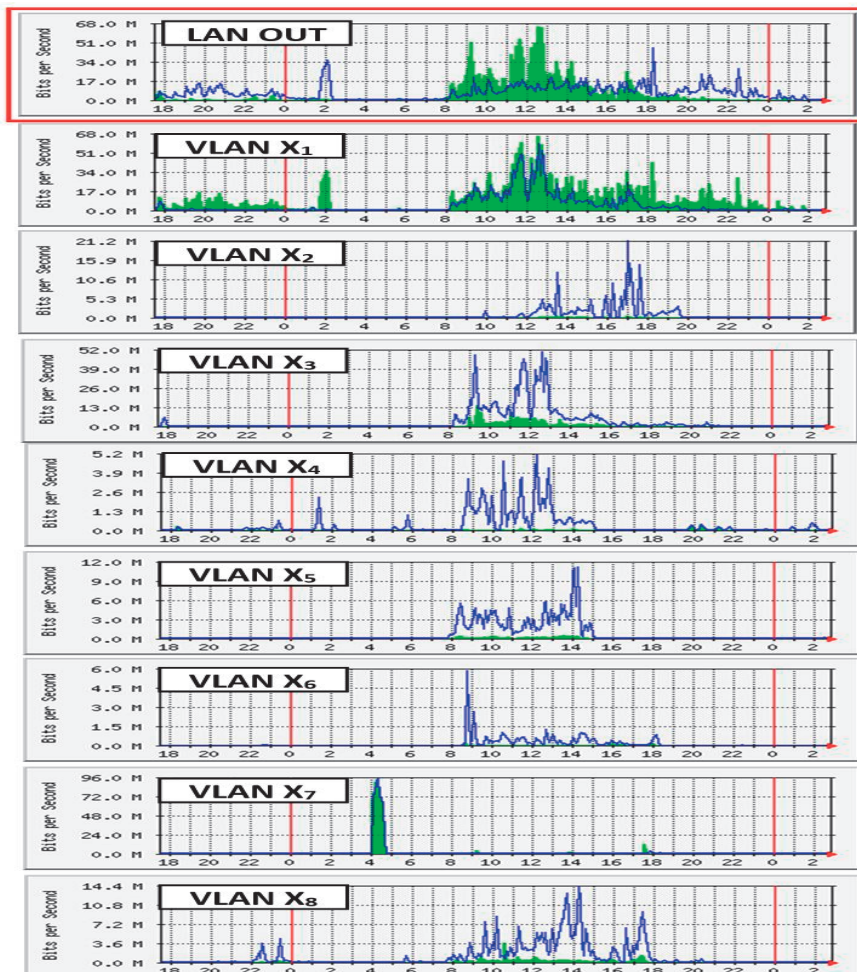


Slika 2. RBF neuronska mreža

Primenom navedenog pristupa u toku faze treniranja, dobija se brzina optimizacije neuronske mreže koja je veća u odnosu na brzinu dobijenu primenom metode gradijentnog spuštanja.

## 5. Numerički primer

Za potrebe ovog eksperimenta upotrebljeni su podaci, dobijeni kao rezultat monitoringa mrežnog saobraćaja lokalne računarske mreže (LAN) Saobraćajnog fakulteta u Beogradu. Snimanje saobraćaja je izvršeno primenom monitoring platforme *The Multi Router Traffic Grapher* (MRTG) [10]. Opservacije saobraćaja realizovanog u okviru navedenih virtuelnih LAN mreža, vršene su za dnevni nivo na svakih 300 sec (5min), a podaci su snimljeni u odgovarajuće MRTG *log* datoteke. Podaci na dnevnom nivou su namerno odabrani, upravo zbog navedenog intervala za opservacije, jer je na tom nivou usled različitih operativno-tehničkih faktora najveća verovatnoća gubitka podataka. Tehnika rekonstrukcije faznog prostora primenjena je nad snimljenim podacima intenziteta saobraćaja realizovanog u okviru 8 virtuelnih LAN mreža, čiji su grafikoni prikazani na slici 3 (VLAN X<sub>1</sub> - VLAN X<sub>8</sub>).

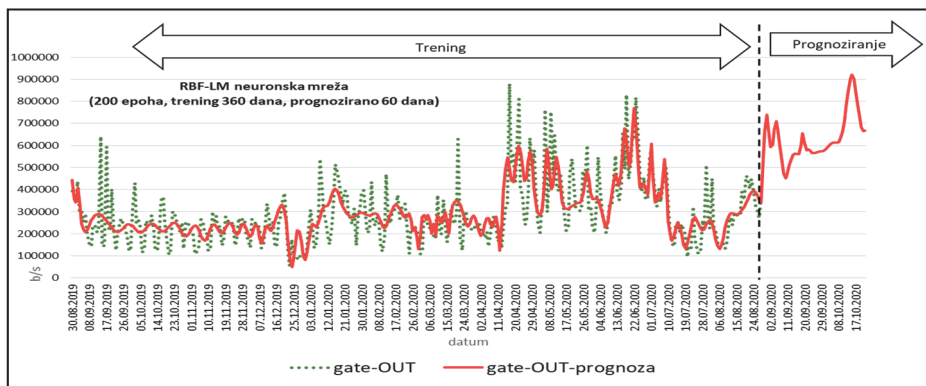


Slika 3. Prikaz rekonstrukcije faznog prostora

Treba napomenuti da saobraćaj koji je realizovan u okviru navedenih virtuelnih LAN mreža, uključuje kako saobraćaj koji je realizovan unutar LAN mreže Fakulteta, tako i saobraćaj čije se izvorište ili destinacija nalazi van lokalne mreže Fakulteta. Takođe, posmatrana mrežna infrastruktura sastoji se i od određenog broja virtuelnih mreža, čiji podaci nisu bili dostupni za potrebe istraživanja. Imajući u vidu da su postojali podaci po istim vremenskim preseccima, usvojeno je da nema vremenskog odlaganja ( $\tau=0$ ), tako da se primenom formula (9) i (10) rekonstrukcija svela na trivijalan slučaj, jer je veličina  $E_I$  odmah postala konstanta. Rekonstruisani podaci su nadalje inkorporirani u vremensku seriju na kome su zabeležene opservacije za godišnji novi saobraćaja, skaliranjem podataka sa intervala od 300sec na 86400sec (24h) uz izračunavanje srednjih vrednosti i maksimuma, u skladu sa tehnikom generisanja MRTG datoteke [10]. Iz ove datoteke upotrebljena je vremenska serija od 726 opservacija u periodu od 04.09.2018. godine do 29.08.2020. godine. Period od 30.08.2019 do 29.09.2020. godine upotrebljen je za treniranje mreže, dok je period 30.08.- 23.10.2020 predviđen za potrebe prognoziranja. Ova vremenska serija je potom upotrebljena za deo eksperimenta koji se odnosi na dinamičko prognoziranje primenom RBF neuronske mreže, koja je nadgrađena *Levenberg-Markuardt* (LM) algoritmom za optimizaciju težina (nadalje RBF-LM mreža). Ova mreža je implementirana u programskom jeziku *Python* (v.3.9), u *PyCharm Community* IDE okruženju na PC hardverskoj platformi Intel(R) Core(TM) i5-3470 CPU@3.20GHz, 16GB RAM, Windows 10. Beleženje podataka se vršilo manipulacijom datoteka u lokalnom fajl okruženju. Posmatrana vremenska serija podeljena je u dva dela – deo za treniranje neuronske mreže i deo za prognoziranje. Treniranje je izvršeno upotrebom tehnike „kliznih prozora“ (*sliding windows*), sa *lookback* periodom od 60 dana, dok je period „pomeranja kliznih prozora“ definisan na 15 dana, na osnovu čega je izvršeno ukupno 24 „pomeranja“, kojima je uključeno poslednjih 360 opservacija, kao i dodatnih 60 opservacija u zoni kranjeg levog *lookback* perioda. Treniranje je ponovljeno sa unapred predefinisanim brojem epoha (100, 200, 400, 600, 800 i 1200). Nakon faze treniranja, RBF-LM mreža je ušla u fazu dinamičkog prognoziranja, koje je realizovano u 4 uzastopna perioda od po 15 dana, odnosno, za ukupno 60 dana. Dobijeni podaci prikazani su na slici 4. Za utvrđivanje pouzdanosti prognoze, upotrebljena su tri standardna testa: srednja kvadratna greška reziduala (*Mean Square Error*, MSE), srednja apsolutna greška reziduala (*Mean Absolute Error*, MAE), kao i srednja apsolutna procentna greška (*Mean Absolute Percentage Error*, MAPE). Ovi testovi su realizovani na dva nivoa: prvi se odnosi na periode od po 60 dana, koji odgovaraju pojedinačnim „pomeranjima prozora“, dok se drugi nivo odnosi na period od poslednjih 360 dana. Dobijeni podaci prikazani su u tabelama 1 i 2, pri čemu treba napomenuti da su u Tabeli 1 prikazani reprezentativni podaci, za jedno „pomeranje prozora“.

Kao i u prethodnim istraživanjima, izračunate su vrednosti MAPE testova, koji se ocenjuju na osnovu Lewis-ove skale za procenu tačnosti prognoziranih vrednosti [12].

Uvidom u navedenu skalu, pokazano je da se prognozirane vrednosti za period 01.07.2020. – 29.08.2020. (60 dana) mogu oceniti kao „dobre“, gde su navedeni rezultati dobijeni nakon realizacije 200 epoha rada RBF-LM neuronske mreže. U slučaju perioda 30.08.2019. do 29.08.2020. godine (360 dana), prognozirane vrednosti se mogu oceniti kao „razumne“, pri čemu su navedeni rezultati dobijeni nakon 600 epoha rada navedene mreže.



Slika 4. Grafički rezultati dinamičkog prognoziranja primenom RBF-LM neuronske mreže

Tabela 1. Rezultati testova pouzdanosti prognoze za period 01.07 – 29.08.2020. (60 dana)

Br. epoha	MAE	MSE	MAPE(%)
100	45416.17	$3.34 \times 10^9$	19.23
200	38490.88	$2.95 \times 10^9$	16.19
400	46427.81	$4.41 \times 10^9$	19.74
600	43529.92	$4.32 \times 10^9$	18.15
800	40699.08	$2.64 \times 10^9$	16.47
1200	41132.09	$3.89 \times 10^9$	17.37

Tabela 2. Rezultati testova pouzdanosti prognoze za period 30.08.2019 – 29.08.2020. (360 dana)

Br. epoha	MAE	MSE	MAPE(%)
100	73291.74	$9.36 \times 10^9$	29.24
200	66988.46	$8.49 \times 10^9$	26.87
400	68688.13	$8.71 \times 10^9$	27.96
600	60459.54	$7.65 \times 10^9$	24.05
800	61553.59	$7.75 \times 10^9$	24.80
1200	63683.16	$7.49 \times 10^9$	25.37

## 6. Zaključak

U ovom radu primenjen je pristup za dinamičko prognoziranje mrežnog saobraćaja, u slučaju kada je potrebno prethodno izvršiti rekonstrukciju vremenske serije. Imajući u vidu da se za rekonstrukciju koriste vremenske serije intenziteta saobraćaja realizovanog na topološki susjednim uređajima, predložena je tehnika rekonstrukcije faznog prostora, gde vrednost parametra vremenskog odlaganja može imati nultu vrednost. Nadalje, sprovedeno je dinamičko prognoziranje upotrebom RBF neuronske mreže, koja je nadgrađena *Levenberg-Markwardt* (LM) algoritmom za optimizaciju težina, imajući u vidu da je ova vrsta mreže poznata po mnogo bržoj stopi konvergencije u poređenju sa platformama na bazi mašinskog učenja (MLP). U slučaju izvedenog eksperimenta (RBF-LM mreža) dobijeni su zadovoljavajući rezultati prognoziranja sa malim brojem realizovanih epoha. Takođe, primećeno je da povećanje broja epoha dovodi do *overfitting* efekta, kao uzroka smanjene pouzdanosti prognoze.

## Zahvalnica

Ovaj rad delimično je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

## Literatura

- [1] D. Wei, „Network traffic prediction based on RBF neural network optimized by improved gravitation search algorithm“, *Neural Computing and Applications*, t. 28, p. 2303–2312, 2017.
- [2] P. Zhang, L. Wang, W. Li, H. Leung and W. Song, „A web service QoS forecasting approach based on multivariate time series“, *IEEE International Conference on Web Services (ICWS)*, 2017.
- [3] F. Takens, „Detecting strange attractors in turbulence“, *Dynamical systems and turbulence*, Warwick 1980, Springer, p. 366–381, 1981.
- [4] N. H. Packard, J. P. Crutchfield, J. D. Farmer and R. S. Shaw, „Geometry from a time series“, *Physical review letters*, t. 45, p. 712, 1980.
- [5] J. Wang, L. Sun, X. Fei and B. Zhu, „Chaos analysis of the electrical signal time series evoked by acupuncture“, *Chaos, Solitons & Fractals*, t. 33, p. 901–907, 2007.
- [6] M.-Y. Cheng, C.-H. Ko, „A genetic-fuzzy-neuro model encodes FNNs using SWRM and BRM“, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, t. 19, p. 891–903, 2006.
- [7] D. S. Broomhead, D. Lowe, „Multivariable functional interpolation and adaptive networks“, *Complex systems*, vol. 2, 1988.

**Abstract:** *In order to obtain a reliable forecast of Internet traffic in the case of partial timeseries data loss, this paper proposes an approach that includes techniques such as phase space reconstructions for mapping statistical multivariate data. This approach, in addition to the application of short-term and long-term forecasting techniques, includes a Radial Basis Function neural network (RBF) enhanced by the Levenberg-Marquardt (LM) algorithm for dynamic updating of the neural network weight. A series of experiments were performed on the basis of independently collected data sets. Experimental results show that the approach described in this paper, in terms of accuracy, is better than previous approaches and more suitable for multi-step forecasting.*

**Keywords:** *dynamic forecasting, time series reconstruction, neural networks*

## DYNAMIC FORECASTING OF NETWORK SERVICES

Valentina Radojičić, Slobodan Mitrović



## PREDIKCIJA BAZIRANA NA MAŠINSKOM UČENJU I SENZORSKIM PODACIMA

Snežana Mladenović<sup>1</sup>, Ana Uzelac<sup>2</sup>, Stefan Zdravković<sup>3</sup>, Ivana Andrijanović<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, snezanam@sf.bg.ac.rs

<sup>2</sup>Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, ana.uzelac@sf.bg.ac.rs

<sup>3</sup>Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, s.zdravkovic@sf.bg.ac.rs

<sup>4</sup>Javno preduzeće „Putevi Srbije“, Beograd, ivana.andrijanovic@putevi-srbije.rs

**Rezime:** *U mnogim oblastima kontinuirano se prikupljaju podaci koristeći različite pametne tehnologije, među kojima su naročito zastupljeni senzori. Analiza senzorskih podataka zahteva pristupe koji će omogućiti da se otkriju zakonitosti u podacima koje nisu ni poznate, ni očigledne, a mogu biti korisne. U drumskom saobraćaju koriste se podaci o intenzitetu i strukturi saobraćajnih tokova, od faze planiranja putne infrastrukture, preko izgradnje, do njenog korišćenja i održavanja. Karakteristike saobraćajnih tokova rezultat su obrade podataka dobijenih brojanjem saobraćaja. U ovom radu istraživane su mogućnosti primene metode nadgledanog mašinskog učenja na saobraćajnim podacima prikupljenim od strane automatskih brojača saobraćaja, čiji je rad baziran na induktivnim petljama. U radu su predstavljeni rezultati predikcije karakteristika budućih saobraćajnih tokova na posmatranim deonicama puteva, dobijeni primenom različitih algoritama mašinskog učenja u softverskom alatu Weka.*

**Ključne reči:** *mašinsko učenje, Weka, Python, predikcija saobraćaja*

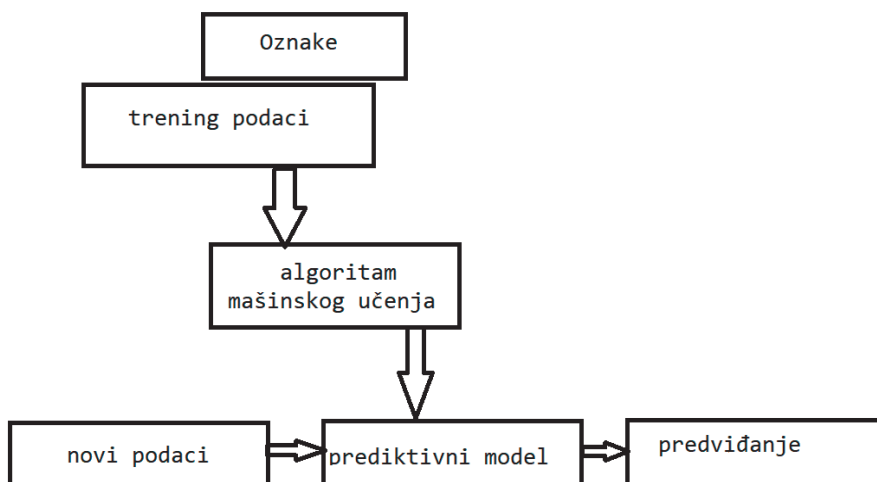
### 1. Uvod

Razvojem bežičnih tehnologija i sve većom primenom senzora generišu se ogromne količine podataka. Kao takvi, senzorski podaci u saobraćaju imaju *Big Data* obeležja i predstavljaju podesan izvor podataka za određivanje saobraćajnih pokazatelja koji se navode u zvaničnim statistikama i izveštajima. Predikcija na osnovu prikupljenih senzorskih podataka ima važnu ulogu u razvoju pametnih saobraćajnih sistema. Cilj praćenja drumskog saobraćaja je prikupljanje informacija o različitim učesnicima u saobraćaju, koje su u okviru pametnih saobraćajnih sistema neophodne za regulisanje i nadgledanje, bezbednijeg i ekološki prihvatljivijeg saobraćaja. Prikupljanje, upravljanje i kontrola velikog skupa senzorskih podataka donosi mnogo izazova u koje se pored ostalih može uvrstiti i kvalitet prikupljenih podataka. Automatsko brojanje vozila predstavlja jednu od mera koja se koristi u nadgledanju i kontroli saobraćajnog toka. U

zavisnosti od veličine i složenosti posmatranog saobraćajnog sistema koriste se različite metode i uređaji, kao što su: kamere za video nadzor, pneumo senzori, piezoelektrični senzori, induktivne petlje, magnetni senzori, akustični detektori, pasivni i aktivni infracrveni senzori, Doplerovi mikrotalasni senzori. Nadgledanje saobraćajnog toka korišćenjem magnetnih bežičnih senzorskih mreža predstavlja deo inovativne tehnologije; međutim i kod primene ove tehnologije javljaju se problemi. Ukoliko se primenjuju postojeći algoritmi skeniranja i odlučivanja, senzori zasnovani na zvuku mogu da imaju nedostatke u slučaju prisustva ostalih izvora buke koji mogu da uzrokuju greške u otkrivanju i brojanju vozila [1]. Druge tehnologije, poput merenja intenziteta saobraćaja i brzine vozila zasnovane na Doplerovim mikrotalasnim sensorima dovode u pitanje tehničku i ekonomsku opravdanost ovih aktivnosti [2]. Korišćenje akustičnih detektora u proceni drumskog saobraćaja se retko primenjuje u praksi. Međutim, postoje eksperimentalna istraživanja u ovoj oblasti [3, 4]. Integrisani senzori magnetnog polja imaju prednosti u odnosu na ostale senzorske tehnologije poput neosetljivosti na klimatske i vremenske prilike i niske cene [5]. Upotreba ove tehnologije uglavnom je zasnovana na anizotropno-magnetno otpornom (eng. *anisotropic magnetoresistance* - AMR) tipu senzora. S druge strane, snimanje saobraćaja pomoću video uređaja omogućava preciznije praćenje saobraćaja, monitoring više saobraćajnih traka i veći skup prikupljenih podataka. Međutim, nedostaci ove tehnologije mogu biti: neophodno periodično čišćenje sočiva, negativan uticaj loših vremenskih uslova na performanse uređaja, koji uz to zahtevaju i značajne računarske resurse [6]. Dodatno, kod sistema klasifikacije saobraćaja koji su zasnovani na video uređajima javljaju se problemi obrade velike količine prikupljenih podataka, čime se značajno produžava vreme otkrivanja i klasifikacije. Različite senzorske tehnologije imaju određene prednosti i nedostatke u pogledu troškova implementacije i održavanja, veličine, energetske potrošnje i lakoće instalacije. U narednim sekcijama rada istraživane su mogućnosti primene metode mašinskog učenja na saobraćajnim podacima prikupljenim pomoću automatskih brojača saobraćaja, čiji je rad zasnovan na tehnologiji induktivnih petlji. Ovu tehnologiju karakterišu: princip rada zasnovan na merenju induktivnosti, niski troškovi implementacije, velika energetska potrošnja i složenost same implementacije.

Sveprisutnost senzora dovodi do generisanja velike količine kako strukturiranih tako i nestruktuiranih podataka. Za prepoznavanje određenih pravilnosti i otkrivanje zakonitosti u senzorskim podacima pogodno je koristiti metodu mašinskog učenja. Mašinsko učenje obezbeđuje alate kojima se velike količine podataka mogu automatski analizirati. To je jedna od oblasti računarske analize podataka koja se poslednjih decenija najbrže razvija.

Postoje tri tipa mašinskog učenja: nadgledano učenje (eng. *supervised learning*), nenadgledano (eng. *unsupervised learning*) i učenje uz podsticaje (eng. *reinforcement learning*) [7]. Nadgledano učenje se primenjuje nad označenim podacima, ovakvo učenje daje nam direktno povratne informacije i ima mogućnost predviđanja. Kod nenadgledanog učenja nemamo označenih podataka, niti povratnih informacija, ali možemo da otkrijemo skrivene obrasce u podacima. Učenje uz podsticaje podrazumeva proces učenja gde model donosi određene odluke na osnovu pokušaja i grešaka, pri čemu svaka akcija donosi ili nagradu ili neku kaznu.



Slika 1. Tok procesa nadgledanog mašinskog učenja

U ovom radu su korišćene tehnike nadgledanog mašinskog učenja nad dostupnim skupom podataka sa ciljem da se uradi predikcija jednog od ciljnih atributa. Prvo je model istreniran koristeći označen skup podataka za učenje. Istrenirani model je nakon toga u mogućnosti da predvidi vrednosti ciljnog atributa na novom testnom skupu podataka. Tipičan tok procesa nadgledanog mašinskog učenja prikazan je na slici 1 [8]. Ovaj rad predstavlja nastavak ranijeg istraživanja dela autorskog tima ovog rada koje je opisano u [9].

## 2. Metodologija

Studija slučaja u ovom radu je zasnovana na skupu podataka koji su generisali izabrani automatski brojači saobraćaja, na državnim putevima i kategorije u Srbiji, u periodu od 01.01.2011. do 31.12.2018. godine. U radu je korišćen skup podataka koji je generisao jedan od brojača koji nosi oznaku 1270. Izabrani brojač se nalazi na putu broj 23, IB kategorije u mestu Preljina.

Početni skup podataka sadrži podatke o broju vozila, posebno za svaki smer, koje je svakog sata registrovao izabrani brojač saobraćaja. Dati brojač je za period od 8 godina generisao skup podataka koji se sastoji od ukupno 140.256 instanci, a svaka instanca sadrži sledeće atribute: *datum*, *dan u nedelji*, *sat*, *smer* i *broj vozila*. Cilj ovog istraživanja bio je da se na pomenuti skup podataka primeni tehnika nadgledanog mašinskog učenja i izvrši predikcija broja vozila na izabranom brojačkom mestu, po smerovima za svaki sat. Tačnije, cilj je bio da se izvrši predikcija intervala u kojem će se nalaziti ukupan broj vozila za svaki sat, u svakom danu, na izabranom brojačkom mestu. Ako je broj vozila imao vrednost između 0 i 100, taj interval je označen sa 1, ako je broj vozila iznosio između 101 i 200, to je bio interval sa brojem 2, itd. Ukupno je bilo 11 intervala.

Kao skup podataka za obučavanje modela izabrane su instance koje se odnose na period od 2011-2015. godine, dok su instance koje se odnose na period od 2016-2018.

godine korišćene za testiranje napravljenog modela mašinskog učenja. Tako je skup podataka za učenje sadržao 87.648 instanci, dok je skup za testiranje sadržao 52.608 instanci.

U prvom delu ovog istraživanja izvršena je priprema podataka s ciljem da se od početnih nesređenih skupova podataka dobiju podaci koji su pogodni za kasniju obradu. Od izvornih datoteka do datoteka koje su spremne za primenu različitih algoritama mašinskog učenja došlo se korišćenjem makroa za Excel napisanih u VBA (*Visual Basic for Applications*) i programa napisanih u programskom jeziku Python. Svaki konkretan broj vozila je zamenjen intervalom kom pripada i to je takođe urađeno u programskom jeziku Python.

Pripremljeni skup podataka za učenje sastoji se, očekivano, od 87.648 instanci. Cilj je bio da se projektuje atribut koji označava kom intervalu pripada broj vozila. Pošto je projektovani atribut numeričkog tipa, na njega su primenjeni svi regresioni algoritmi za mašinsko učenje, koji su dostupni u softverskom alatu Weka (*Waikato Environment for Knowledge Analysis*) [10], kao što su: linearna regresija, regresiono drvo, neuronske mreže, itd. Modeli su trenirani i ocenjeni 10-strukom unakrsnom validacijom na skupu podataka za učenje, a potom su najbolji od njih dodatno ocenjeni na skupu podataka za testiranje.

Za upoređivanje algoritama korišćene su sledeće metrike: koeficijent korelacije (1), srednja apsolutna greška (5) i srednja kvadratna greška (6). Ukupan broj instanci za testiranje je  $n$ ; projektovane vrednosti na testnim instancama su  $p_1, p_2, \dots, p_n$ ; stvarne vrednosti su  $a_1, a_2, \dots, a_n$ ;  $\bar{p}$  i  $\bar{a}$  su srednje vrednosti projektovanih, odnosno stvarnih vrednosti.

$$\text{koeficijent korelacije} = \frac{S_{pA}}{\sqrt{S_p S_A}} \quad (1)$$

gde je

$$S_{pA} = \frac{\sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})(a_i - \bar{a})}{n - 1} \quad (2)$$

$$S_p = \frac{\sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^2}{n - 1} \quad (3)$$

$$S_A = \frac{\sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2}{n - 1} \quad (4)$$

$$\text{srednja apsolutna greška} = \frac{|p_1 - a_1| + \dots + |p_n - a_n|}{n} \quad (5)$$

$$\text{srednja kvadratna greška} = \frac{(p_1 - a_1)^2 + \dots + (p_n - a_n)^2}{n} \quad (6)$$

### 3. Rezultati i analiza rezultata

Obučavanje, validacija i testiranje modela mašinskog učenja obavljani su u *data mining* softverskom alatu Weka. Weka je softver otvorenog koda, kreiran na Univerzitetu Waikato na Novom Zelandu. Ovaj softver predstavlja kolekciju algoritama mašinskog učenja koji se koriste u poslovima koji se bave otkrivanjem zakonitosti u podacima. Ovaj softver je izabran jer je lak za rukovanje, otvorenog je koda i poseduje sve alate koji su neophodni za izvršavanje poslova u procesu mašinskog učenja. Od svih testiranih algoritama, više algoritama je dalo dobre rezultate, a odabrano je pet najboljih.

Performanse pet najboljih algoritama mašinskog učenja, primenjenih na skupu podataka za učenje, a koje su dobijene korišćenjem 10-struke unakrsne validacije, prikazane su u Tabeli 1.

Tabela 1: Performanse najboljih modela mašinskog učenja primenjenih na skupu podataka za učenje

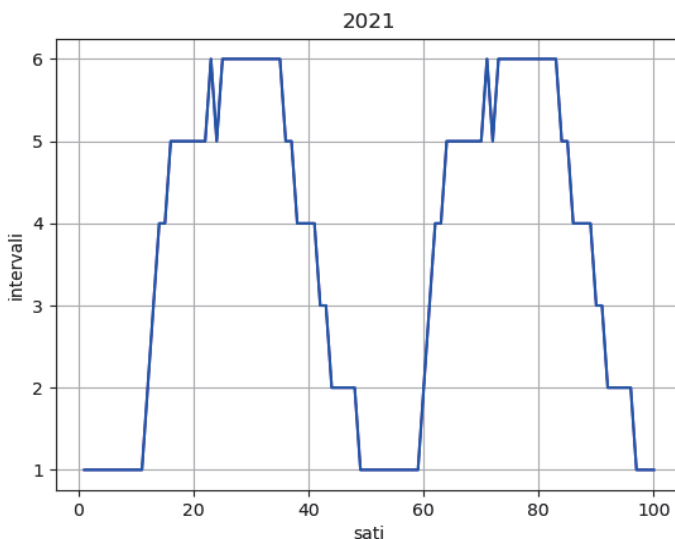
Algoritam za mašinsko učenje	Koeficijent korelacije	Srednja apsolutna greška	Srednja kvadratna greška
Random Forest	0.9620	0.3926	0.5438
Random Committee	0.9539	0.3972	0.6005
Bagging	0.9335	0.5137	0.7140
RandomTree	0.9348	0.9348	0.4464
Lazy IBk	0.9286	0.4720	0.7514

Radi određivanja modela koji najbolje rešava postavljeni problem, izvršena je evaluacija svih pet modela. Svi modeli rešavaju zadati problem, i performanse su približno iste. Najbolji koeficijent korelacije na skupu podataka za učenje ima *Random Forest* algoritam, a ima i najmanju srednju apsolutnu grešku. Kako bi se ostvarila što objektivnija procena performansi modela, evaluacija je sprovedena i nad novim, nepoznatim skupom podataka – skupom podataka za testiranje. Evaluacija je vršena korišćenjem istih metrika kao prilikom pravljenja modela. Performanse izabranih modela mašinskog učenja dobijene na skupu podataka za testiranje prikazane su u Tabeli 2. Iz tabele se može videti da je model baziran na Lazy IBk algoritmu pokazao malo bolje performanse (ima veći koeficijent korelacije, ali istovremeno i manju srednju apsolutnu i srednju kvadratnu grešku) od ostalih modela. Zato je model baziran na Lazy IBk algoritmu izabran kao najbolji.

Tabela 2: Performanse najboljih modela mašinskog učenja primenjenih na skupu podataka za testiranje

Algoritam za mašinsko učenje	Koeficijent korelacije	Srednja apsolutna greška	Srednja kvadratna greška
Random Forest	0.9128	0.8061	1.0850
Random Committee	0.9115	0.8062	1.0884
Bagging	0.9002	0.8591	1.1389
RandomTree	0.9115	0.8063	1.0884
Lazy IBk	0.9451	0.6795	0.9296

Korišćenjem modela koji je zasnovan na Lazy IBk algoritmu, urađena je i predikcija intervala kojem će pripadati broj vozila po smerovima na odabranoj lokaciji za svaki sat svakog dana u 2021. godini. Prvih 100 projektovanih vrednosti su vizuelizovane korišćenjem programskog jezika Python i prikazane su na slici 2.



*Slika 2: Projektovani protok vozila po satu za oba smeru u 2021. godini za brojač 1270, prikaz prvih 100 instanci*

#### 4. Zaključak

U sprovedenoj studiji slučaja obučavani su prediktivni modeli bazirani na regresionim algoritmima, i to: Lazy IBk (k-Nearest Neighbors), Random Forest, Random Tree i Random Committee. Na skupu podataka za treniranje, svi algoritmi su imali približne performanse, s tim da je Random Forest algoritam bio za nijansu bolji od ostalih. U procesu evaluacije modela na testnom skupu korišćenje istih metrika je ponovo pokazalo da su modeli približno sličnih performansi, ali je ovog puta model zasnovan na algoritmu Lazy IBk pokazao rezultate koji su malo bolji od ostalih.

Rezultati ovog istraživanja podudaraju se sa rezultatima ranijeg istraživanja gde je rađena predikcija konkretnog broja vozila (a ne predikcija intervala u koju će taj broj da „upadne“) [9]. U [9] je Random Forest algoritam imao najbolje rezultate na trening skupu podataka dok je Lazy IBk algoritam pokazao najbolje rezultate na testnom skupu podataka.

Ono što je ostalo neistraženo a ima smisla da se uradi u budućnosti je primena klasterovanja kojim bi bili izdvojeni delovi dana koji predstavljaju „špiceve“ sa najvećim brojem vozila, nasuprot onim delovima dana kada je protok vozila značajno manji.

## Zahvalnost

Ovaj rad delimično je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, u okviru projekata pod brojevima 032025 i 036012.

## Literatura

- [1] M. A. Adnan, N. Sulaiman, N. I. Zainuddin, and T. B. H. T. Besar, "Vehicle speed measurement technique using various speed detection instrumentation". *BEIAC 2013 - 2013 IEEE Business Engineering and Industrial Applications Colloquium*, 2013, 668–672. <https://doi.org/10.1109/BEIAC.2013.6560214>
- [2] A. Czyzewski, J. Kotus, and G. Szwoch, "Estimating traffic intensity employing passive acoustic radar and enhanced microwave doppler radar sensor". *Remote Sensing*, 2020, 12(1). <https://doi.org/10.3390/rs12010110>
- [3] H. S. Fimbombaya, N. H. Mvungi, N.Y. Hamisi, & H.U. Iddi, "Enhanced Magnetic Wireless Sensor Network Algorithm for Traffic Flow Monitoring in Low-Speed Congested Traffic". *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 2020, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2020/5875398>
- [4] Y. Na, Y. Guo, Q. Fu, and Y. Yan, "An acoustic traffic monitoring system: Design and implementation". *Proceedings - 2015 IEEE 12th International Conference on Ubiquitous Intelligence and Computing, 2015 IEEE 12th International Conference on Advanced and Trusted Computing, 2015 IEEE 15th International Conference on Scalable Computing and Communications, 2015 IEEE International Conference on Cloud and Big Data Computing, 2015 IEEE International Conference on Internet of People and Associated Symposia/Workshops, UIC-ATC-ScalCom-CBDCom-IoP 2015*, 119–126. <https://doi.org/10.1109/UIC-ATC-ScalCom-CBDCom-IoP.2015.41>
- [5] X. Zu, S. Zhang, F. Guo, Q. Zhao, X. Zhang, X. You, H. Liu, B. Li, and X. Yuan, "Vehicle Counting and Moving Direction Identification Based on Small-Aperture Microphone Array". *Sensors* (Basel, Switzerland), 2017, 17(5), 1–11. <https://doi.org/10.3390/s17051089>
- [6] S. R. E. Datondji, Y. Dupuis, P. Subirats, and P. Vasseur, "A survey of visionbased traffic monitoring of road intersections". *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2016, 17(10): 2681–2698
- [7] E. Alpaydin, *Introduction to Machine Learning*, Fourth edition. The MIT Press, 2020.
- [8] S. Raschka, V. Mirjalili, *Python Machine Learning*, Third edition. Birmingham, UK, Packt Publishing, 2019.
- [9] A. Uzelac, S. Zdravković, S. Janković, D. Mladenović, I. Andrijanić, "Predikcija časovnog protoka vozila korišćenjem metoda Big Data analitike". *Zbornik radova XLVII Simpozijuma o operacionim istraživanjima - SYM-OP-IS '20*, 2020, 293-296
- [10] I. Witten, E. Frank, M. Hall, C. Pal, *Data Mining, Practical Machine Learning Tools and Techniques*, Morgan Kaufmann Publishers, 2016.

**Abstract:** *In many different areas, data is continuously collecting with the aim to extract useful patterns. In order to collect different data, various smart technologies together with different kind of sensors are used. Analysis of data obtained through sensors require approaches that are able to extract not previously known, useful and subtle patterns from data. Data related to intensity and structure of traffic flows are used in different phases in the field of road traffic: from planning of road infrastructure through construction to its use and maintenance. The characteristic of traffic flows is the result of processing the data obtained by traffic counting. In this paper, the possibilities of applying the method of supervised machine learning on traffic data collected by automatic traffic counters based on inductive loops, are investigated. The paper presents the results of prediction of the characteristics of future traffic flows on the observed road sections, obtained by applying different machine learning algorithms in the Weka software tool.*

**Keywords:** *machine learning, Weka, Python, traffic prediction*

## **PREDICTION BASED ON THE MACHINE LEARNING AND SENSOR DATA**

Snežana Mladenović, Ana Uzelac, Stefan Zdravković, Ivana Andrijanić



## INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES FOR THE SOCIETY 5.0 ENVIRONMENT

Dragan Peraković, Marko Periša, Ivan Cvitić, Petra Zorić  
University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences,  
dragan.perakovic@fpz.unizg.hr, marko.perisa@fpz.unizg.hr,  
ivan.cvitic@fpz.unizg.hr, petra.zoric@fpz.unizg.hr

**Abstract:** *Current diameters of digital transformations within the Industry 4.0 paradigm identify significant challenges in enabling individual interactions with end-users depending on user requirements. For this reason, concept of Industry 5.0 appears. It implies the relevant stakeholders (employees, users, and devices) mutual interaction to address the need for personalization and mass customization of products for end-users. Society 5.0, as the latest paradigm, focuses on placing humans at the center of technological transformation and industrial automation driven by Industry 4.0. This paper aims to use analysis and synthesis methods of currently available scientific and professional literature to explore the possibilities provided by the intensive application of information and communication networks and technologies for establishing the Society 5.0 environment. Given that there are not many scientific and professional papers in this field, this paper's results will serve as a basis for understanding this paradigm and possible impact on production processes in the future.*

**Key words:** *Industry 4.0, Industry 5.0, Digital Transformation, Manufacturing Processes*

### 1. Introduction

In recent years, the manufacturing industry in the world faces several challenges, of which currently one of the biggest is the aging of society and the automation of production processes. The accelerated development of information and communication technologies (ICT) has contributed to a significant productivity improvement in the Industry 4.0 environment. Given the increase in automation through the progressive use of new information and communication technologies and networks to produce new or improved products and services, companies generate higher revenues, which increase the economic growth of society. Industry 4.0 has made digital innovations, products, and services accessible but has almost eliminated humans' role in a company's workflow. Industry 5.0, the fifth industrial revolution, which is still in its infancy, focuses on man and device cooperation within a production process. Returning

human to the very essence of industrial production leads to workers' training to provide value-added production tasks, thus achieving mass adaptation and personalization of products or services for the end-user. The establishment of a society based on information and communication technologies and focused on the human himself is a fundamental determinant of the environment of Society 5.0, which follows the development of Industry 5.0. This paper aims to explore the possibilities of applying information and communication technologies, networks, and devices to establish solutions based on meeting the Society 5.0 environment's needs. It is expected that the establishment of this environment can contribute to greater involvement of all able-bodied groups of society in production processes since, due to the currently available automation, it is not possible to achieve this fully.

## **2. Previous research on Industry 4.0 and Industry 5.0 environments**

To fully understand the Society 5.0 paradigm, it is necessary to explore what characteristics, i.e., information and communication technologies, networks, and devices, are necessary to establish Industry 4.0 and Industry 5.0 environments. Their differences are a significant indicator of the need to establish a Society 5.0 environment.

### **2.1. Main characteristics of Industry 4.0 environment**

The Industry 4.0 environment is evolving simultaneously as the fourth industrial revolution and represents a digital transformation of production and creating value for the product or provided service [1]. The German government presented in 2011 an idea to strengthen the competitiveness of production through high information and communication technologies strategies [2]. Expectations of the fourth industrial revolution's economic impact are significant given that one of its main goals is to promote increased operational efficiency and the development of entirely new business models, services, and products [3].

It is possible to identify four critical components for the development of Industry 4.0, namely Cyber-Physical Systems (CPS), Internet of Things (IoT), Internet of Services (IoS), and smart factory [4]. The application of Industry 4.0 in production processes so far shows how the established connections between people, objects, and systems lead to establishing a real-time dynamic and optimized network [5]. Such a network allows the creation of a smart factory. It aims to monitor assets and processes in real-time and enables autonomous decision-making processes through early stakeholder involvement, vertical and horizontal integration [6].

One of the conditions for these integrations is the wide availability of sensor networks (for example, Radio-Frequency Identification - RFID) during which smart objects that are created enable real-time communication between all stakeholders in the production system. This technology-driven development serves as the basis for using new business models in smart factories [7].

Intensive Machine-to-Machine (M2M) and Machine-to-Human (M2H) communication take place in a smart factory. Figure 1 shows the CPS used in a smart factory environment and its levels showing the above communication modes.

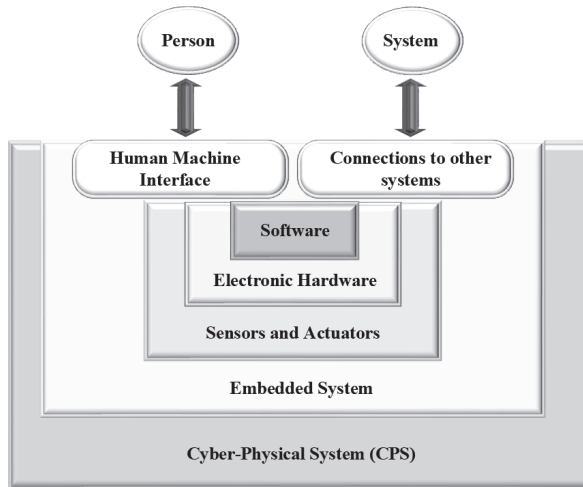


Figure 1. Humans and machines interactions via CPS processes [5]

CPS is the basis of Industry 4.0. As seen in Figure 1, it uses embedded systems with specific components to communicate and connect via IoT. In this way, difficulties between the physical and digital worlds are overcome, and the product or service's personalization is enabled to the end-user. Figure 2 shows the most critical technologies represented in Industry 4.0.



Figure 2. Overview of the main technologies of Industry 4.0 [7]

Although many technologies are part of the Industry 4.0 environment, it is essential to emphasize that Industry 4.0 does not represent or replace a particular technology but focuses on creating intelligent products, processes. Those processes that use the technologies are shown in Figure 2 [8]. End-to-end digitization and data integration in the value chain are achieved by transforming and integrating all activities in manufacturing sectors, i.e., in a smart factory environment [9], [10].

## 2.2. Main characteristics of Industry 5.0 environment

Mass customization of products enabled by Industry 4.0 technologies is not enough for end-users. End-users require mass personalization of products and services possible only in the case of the return of human contact in production [11]. This can be achieved by establishing an Industry 5.0 environment. Industry 5.0 refers to people working together with robots and smart machines, thus giving the automation and efficiency of the Industry 4.0 environment a personal human touch. The cooperation of man and the device itself within the factory facility increases the man's working ability and his return to the center of the production process [12].

Humans in this environment will have more significant interaction with robots, which will be one of the biggest challenges in Human-Machine Interaction (HMI). In doing so, robots will no longer have an independent role in the production automation process but will become human partners depending on the use scenario they are needed. It is a new generation of robots, the so-called cobots, which, in addition to the main functionality of quick understanding and memory, will also take care of safety criteria and processes related to work risks [13]. In such an environment, cobots will perform repetitive and labor-intensive work while people will have the role of adapting the product or service and thinking *out of the box* [14]. An example of a factory facility, i.e., the production process itself in the factories of the future in the Industry 5.0 environment, is shown in Figure 3.

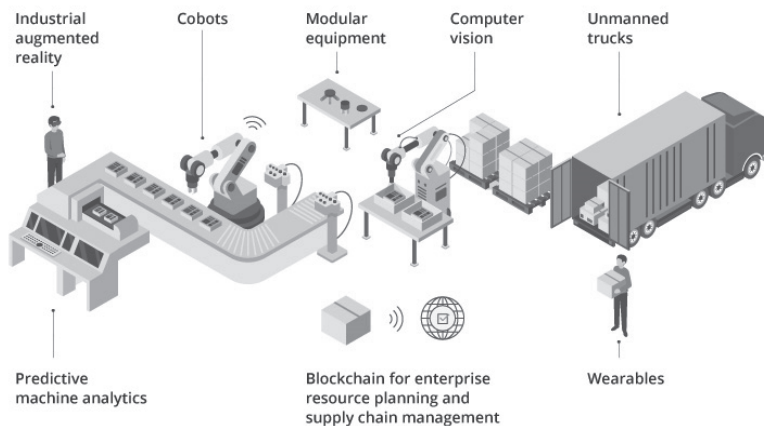


Figure 3. Factory of the future in Industry 5.0 [15]

With the establishment of the Industry 5.0 environment in the future factory scenario, each stakeholder is in mutual collaboration with machines equipped with appropriate information and communication technology. Using augmented reality (AR) technology in such an environment makes it possible to eliminate 3D printed physical models. Modular equipment such as replaceable robot parts or machines would allow a greater variety of machining itself. Predictive machine analytics refers to computers and sensors that take insights with predictive power from data obtained from machines. Computer vision uses machine-learning cameras to categorize and scan products. Wearables refer to high-tech equipment that allows workers to reduce repetitive work drastically. Blockchain technology promises the simplification of supply chain management. However, in the future factory, it could also lead to a better and simpler payment method.

Even though it is a complex environment, Industry 5.0 is based on simple tools such as 6R Methodology and L.E.D. (Logistics Efficiency Design) principles. L.E.D. is designed to improve supply chain efficiency. The main goal of these principles is to eliminate the waste created by the current situation in the customer-supplier business relationship. 6R methodology defines the order of execution of procedures, i.e., defining the model of improving the organization's business. It is not applicable exclusively in one business segment but in almost all life cycles of a business. Its phases are: Recognize, Reconsider, Realize, Reduce, Reuse, and Recycle [16].

Initially, it is necessary to identify the possibilities of industrial development and review the business and production processes in it. After that, it is necessary to understand innovation, i.e., improving the business process. Reducing the use of resources to achieve the most effective results is an essential part of the 6R methodology, as is the reuse of useful materials. Maximum recycling is one of the main results of industrial development efforts.

Industry 5.0 refers to the integration of physical and virtual space to solve both production and social problems. All advanced information and communication technologies, such as artificial intelligence (AI), AR, and data mining, should be used in industrial production and everyday life. Given the above, Industry 5.0 will have a broader and more significant impact on society itself. It is important to note that sustainability is one of the main features of the Industry 5.0 environment. Combining sustainability and mass production leads to a better approach to understanding and efficiency of the production process itself.

### **3. Society 5.0 environment**

The Society 5.0 concept was originated in Japan in 2016. The Japanese government promoted it as an idea based on considering placing man at the center of technological transformation rather than industry. Information and communication technology is the initiator of this concept, which strives for a super-intelligent society [17]. The term Society 5.0 is a continuation of the previous development of societies (Figure 4).

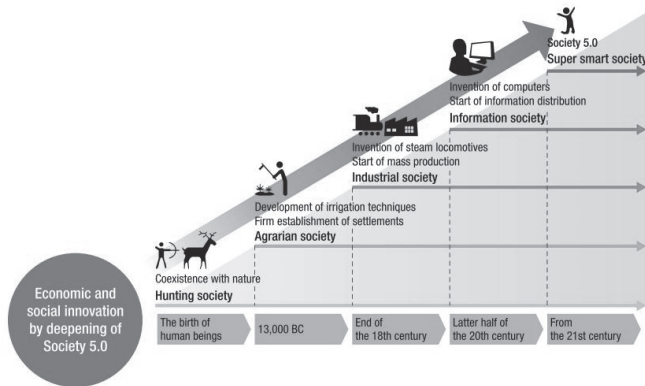


Figure 4. Overview of different phases of societies [18]

### 3.1. The main differences between Society 4.0 and Society 5.0

In Society 4.0 or the information society, the exchange of information and knowledge within the production environment itself was not sufficient, and the collaboration of workers and machines became difficult. People had to do a large amount of work despite the limitations in individual workers' abilities related to age and varying degrees of ability. Society 5.0 achieves a high degree of convergence between cyberspace and physical space [18].

In the previous information society, data collected from various sensors in a factory facility were stored in the cloud. When analyzing such data, employees accessed the cloud service or databases stored in cyberspace via the Internet and searched for retrieved such data. In Society 5.0, a vast amount of information collected from sensors in factory facilities in physical space and accumulates in cyberspace where AI analyzes such data. The results of the analysis are then returned to the employees in the physical space in various forms. This process brings new added value to the production process in the value chain of delivering the final product or service.

The new value created by innovation allows the provision of products or services tailored to different individual user requirements. The analysis of big data by AI in the manufacturing sector includes different types of information, such as information on suppliers' stocks, information on the delivery of the final product or service, demand for the same, and the like. The following can be achieved [19]:

- Flexible production planning and inventory management in response to current needs,
- More efficient production and labor savings,
- More efficient distribution of products or services,
- Cheaper goods without delivery delay according to the needs of end customers.

There are numerous benefits for society by using such solutions in the manufacturing sector. Some of them are strengthening industrial competitiveness, reducing greenhouse gas emissions and costs, improving customer satisfaction and stimulating consumption.

### 3.2. Establishing a Society 5.0 environment using information and communication technologies, networks, and devices

Table 1 shows the most critical information and communication technologies, networks, and devices needed to establish the Society 5.0 concept in the production environment and their areas of application for which they were selected for establishment. The subject of systematization is the analysis of previously published scientific research results in books, conference proceedings, and journals.

*Table 1. Information and communication technologies, networks and devices for establishing Society 5.0 environment*

Name	Division by type	Scope
IoT	technology	Allows varied and voluminous data gathering in the cyberspace
AI	technology	Transform to vast amount of data collected by IoT into a new type of knowledge with added value
Big data analytics	technology	Getting knowledge and value from a lot of wide assortment of information
Edge computing	technology	Innovation that empowers expanding speed and enhancement of real-time processing at the real system area, which is fundamental for expanding the usefulness of IoT.
Cloud computing	technology	Comprises a huge number of servers that are dispersed physically
Robotics	device	Facilitate work in manufacturing system
Drones	device	Improve distribution and logistics efficiency
Blockchain	technology	Critical technology for ensuring the integrity of the system as a whole
Sensor networks	network	Wireless networks of sensors at the devices that collect vast amounts of manufacturing data
Cybersecurity	technology	Backs up safe data and communication thus protecting the Society 5.0 environment from malicious attacks
Device technology	technology	Empowers fast, real-time preparation of extensive measures of information with low power utilization
Network innovation	technology	Technology that appropriates large measures of data at high limit and rapid speed
Quantum computing	technology	Developing quantum secure cloud technology by integrating quantum cryptography and secret computation into a network
Wearables	technology	Able to monitor location, body position and vital signs for learning the wearer's movements to identify anomalies
Virtual reality	technology	Remote support and demonstration of equipment installation and servicing

By searching scientific databases such as *Scopus*, *Web of Science*, *Science Direct*, *IEEE Xplore*, and *DOAJ* and by a selection method based on public availability criteria that directly address the Society 5.0 paradigm topic, the authors selected 20 scientific papers on which to base their analysis. These papers have been published in

scientific journals such as *Data, Industry 4.0, AI & Society, Kybernetes, Journal of Asian Public Policy, Business and Economics Journal* published by MDPI, *STUME Journals, Springer, Emerald Publishing Limited, Taylor & Francis, and Hilaris SRL*.

Also, the authors analyzed chapters in the books published by *Springer and Penerbit CV. Pena Persada* and ...Who else? included in their analysis papers published in the conference proceedings *Quality Festival 2019, Transport and Logistics 2019, Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&QM&IS) and Behavioral, Economic and Socio-Cultural Computing (BESC)*.

Of all the technologies and networks listed in Table 1, AI is a crucial technology for the Society 5.0 paradigm [20]. According to the Japanese Artificial Intelligence Technology Strategy, there are five pillars of the strategy: answers to how, where, for how long, and which companies can collect, store, and share customer data [21]. Everything from the technologies, networks, and devices for establishing the Society 5.0 environment originated from the Industry 4.0 and Industry 5.0 environments. Their interaction can achieve the best results in establishing a Society 5.0 environment applicable to the production sector scenario because they enable the integration of man into the production process center. Today's incorporation of new elements into existing technologies and knowledge leads to the design of hitherto unknown business services. Also, the traditional divisions of the producer of a service or product and the end-user who uses them are lost, contributing to the creation of the Society 5.0 environment. In the future, innovative technologies based on digitized information, such as IoT, AI, and robotics, are expected to impact generating new added value in production processes significantly. Society 5.0 concept is based on these expectations, laying the foundation for innovation in the manufacturing sector in the future.

#### **4. Conclusion**

The transition of the production process from the Industry 4.0 to the Industry 5.0 environment highlights an evident change from mass automation to the process of mass personalization of products or services. The Society 5.0 environment and Industry 5.0 face the same challenges in integrating information between different industries or sectors, and they relate to standardization, overcoming regulatory and technical difficulties, and establishing information security for the construction of these architectures. One of the biggest challenges in establishing a Society 5.0 environment will be to establish an optimal balance of society's needs with individuals' needs. However, with the proper use of information and communication technologies, networks, and devices listed in this paper that enable the integration of man into the center of the production process, such a thing will be possible. The research conducted in this paper was made to better understand the paradigm of Society 5.0 and information and communication technologies, networks, and devices that can be used to establish such an environment. It is necessary to apply the identified information and communication technologies, networks, devices, and complex solutions in all possible business cases to establish Society 5.0 based environments in future work. Based on the identified technical and technological characteristics, possible application scenarios, perceived advantages and disadvantages based on previous research results, it is necessary to



achieve synergy effects and contribute to the quality of human work by establishing Society 5.0 in today's business environments.

## Funding

This research is funded by the University of Zagreb through the Grants for core financing of scientific and artistic activities of the University of Zagreb in academic year 2019/2020 under the project (555-1) "Challenges of Information and Communication Networks and Technologies, services, and user equipment in establishing the Society 5.0 environment".

## Literature

- [1] T. Mazali, "From industry 4.0 to society 4.0, there and back," *AI & SOCIETY*, vol. 33, no. 3, pp. 405–411, Aug. 2018.
- [2] B. Ślusarczyk, "INDUSTRY 4.0 – ARE WE READY?," *Polish Journal of Management Studies*, vol. 17, no. 1, pp. 232–248, June 2019.
- [3] E. Blunck and H. Werthmann, "INDUSTRY 4.0 – AN OPPORTUNITY TO REALIZE SUSTAINABLE MANUFACTURING AND ITS POTENTIAL FOR A CIRCULAR ECONOMY," Why the capital letters? *DIEM*, vol. 3, no. 1, pp. 644–666, 2017.
- [4] P. O. Skobelev and S. Y. Borovik, "On The Way From Industry 4.0 to Industry 5.0: From Digital Manufacturing to Digital Society," *International Scientific Journal "Industry 4.0,"* vol. II, no. 6, pp. 307–311, 2017.
- [5] J. Tupa, J. Simota, and F. Steiner, "Aspects of Risk Management Implementation for Industry 4.0," *Procedia Manufacturing*, vol. 11, pp. 1223–1230, 2017.
- [6] F. Herrmann, "The Smart Factory and Its Risks," *Systems*, vol. 6, no. 4, p. 38, 2018.
- [7] T. Niesen, C. Houy, P. Fettke, and P. Loos, "Towards an Integrative Big Data Analysis Framework for Data-Driven Risk Management in Industry 4.0," in *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, 2016, pp. 5065–5074.
- [8] D. Peraković, M. Periša, and P. Zorić, "Challenges and Issues of ICT in Industry 4.0," in *Advances in Design, Simulation and Manufacturing II*, V. Ivanov, J. Trojanowska, J. Machado, O. Liaposhchenko, J. Zajac, I. Pavlenko, M. Edl, and D. Perakovic, Eds. Springer, Cham, 2020, pp. 259–269.
- [9] D. Peraković, M. Periša, I. Cvitić, and P. Zorić, "Business Process Modeling in Industry 4.0 Using Transformation Accelerator Tool," in *New Approaches in Management of Smart Manufacturing Systems*, L. Knapcikova, M. Balog, D. Peraković, and M. Periša, Eds. Springer, Cham, 2020, pp. 231–248.
- [10] D. Peraković, M. Periša, and I. Cvitić, "Analysis of the possible application of assistive technology in the concept of industry 4.0," in *Proceedings the Thirty-Sixth Symposium on Novel Technologies in Postal and Telecommunication Traffic—PosTel 2018*, Dec. 2018.
- [11] E. H. Østergaard, "Welcome to Industry 5.0," 2018. [Online]. Available: <https://ww2.isa.org/intech/20180403/>.
- [12] H. Johansson, "Profinet Industrial Internet of Things Gateway for the Smart Factory," University of Gothenburg, Sweden, 2017.
- [13] S. Nahavandi, "Industry 5.0—A Human-Centric Solution," *Sustainability*, vol. 11, no. 16, p. 4371, Aug. 2019.
- [14] M. Periša, D. Peraković, and P. Zorić, "Challenges of assistive technologies implementation into Industry 4.0: A review," in *The seventh international conference transport and logistics*, 2019, pp. 5–10.

- [15] O. Martynova, "Industry 5.0: Announcing the Era of Intelligent Automation," 2019. [Online]. Available: <https://www.intellias.com/industry-5-0-announcing-the-era-of-intelligent-automation/>.
- [16] M. Rada, "INDUSTRY 5.0 definition," 2018. [Online]. Available: <https://michael-rada.medium.com/industry-5-0-definition-6a2f9922dc48>.
- [17] M. Fukuyama, "Society 5.0: Aiming for a New Human-Centered Society," 2018.
- [18] V. Potočan, M. Mulej, and Z. Nedelko, "Society 5.0: balancing of Industry 4.0, economic advancement and social problems," *Kybernetes*, May 2020.
- [19] Cabinet Office Government of Japan, "Science, Technology and Innovation." [Online]. Available: <https://www8.cao.go.jp/cstp/english/index.html>.
- [20] V. Roblek, M. Meško, M. P. Bach, O. Thorpe, and P. Šprajc, "The Interaction between Internet, Sustainable Development, and Emergence of Society 5.0," *Data*, vol. 5, no. 3, Sep. 2020.
- [21] Strategic Council for AI Technology, "Artificial Intelligence Technology Strategy," Japan, 2017.

**Sadržaj:** *U dosadašnjim aktivnostima digitalnih transformacija unutar paradigme Industrije 4.0, identifikovan je značajan izazov omogućavanja individualne interakcije sa krajnjim korisnicima u zavisnosti od korisničkih zahteva. Iz navedenog razloga pojavljuje se koncept Industrije 5.0 koji podrazumeva zajedničku interakciju relevantnih učesnika (zaposlenih, korisnika i uređaja) s ciljem rešavanja potrebe za personalizacijom i masovnim prilagođavanjem proizvoda za krajnje korisnike. Society 5.0, kao najnovija paradigma, fokusira se na postavljanje čoveka u središte tehnološke transformacije kao i industrijske automatizacije podstaknute od strane Industrije 4.0. Cilj ovog rada je da metodama analize i sinteze trenutno dostupne naučne i stručne literature istraži mogućnosti koje pruža intenzivna primena informaciono-komunikacionih mreža i tehnologija u svrhu uspostavljanja Society 5.0 okruženja. S obzirom da trenutno ne postoji veliki broj naučnih i stručnih radova u ovoj oblasti, rezultati ovog rada poslužiće kao podloga za razumevanje same paradigme i mogućeg uticaja na proizvodne procese u budućnosti.*

**Ključne reči:** *Industry 4.0, Industry 5.0, digitalna transformacija, proizvodni procesi*

## INFORMACIONO-KOMUNIKACIONE TEHNOLOGIJE ZA SOCIETY 5.0 OKRUŽENJE

Dragan Peraković, Marko Periša, Ivan Cvitić, Petra Zorić

## MODELIRANJE I SIMULACIJA RAZLIČITIH SCENARIJA NAPLATE U IP MREŽAMA

Vesna Radonjić Đogatović, Marko Đogatović  
Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet,  
v.radonjic@sf.bg.ac.rs, m.djogatovic@sf.bg.ac.rs

**Rezime:** *Efikasan tarifni koncept podrazumeva da cena odražava kvalitet servisa. Osim tarifnog koncepta, za provajdera Internet servisa značajan je i izbor odgovarajućeg scenarija naplate. U ovom radu razmatrani su različiti scenariji naplate za tarifni koncept zasnovan na kvalitetu servisa, koji je usredsređen na zahteve korisnika. Radi analize varijacija prihoda provajdera Internet servisa u zavisnosti od primenjenog scenarija naplate primenjen je model simulacije diskretnih događaja koji može biti koristan provajderima Internet servisa u procesu izbora scenarija naplate sa ciljem maksimiziranja prihoda. Analiziran je prihod provajdera Internet servisa za različite scenarije naplate.*

**Ključne reči:** *kvalitet servisa, naplata, prihod, simulacija, tarifiranje*

### 1. Uvod

Provajderi Internet servisa (ISPs, *Internet Service Providers*) suočavaju se sa sve većim zahtevima korisnika u pogledu kvaliteta servisa (QoS, *Quality of Service*). Pored kvaliteta servisa, provajderi istovremeno razmatraju i druge parametre značajne za korisnike, kao što su bezbednost i cena. Primenom odgovarajućih poslovnih strategija, koje obuhvataju izbor efikasnog tarifnog koncepta i metode naplate, pospešuje se korisničko zadovoljstvo, koje se najčešće iskazuje kroz iskustveni kvalitet (QoE, *Quality of Experience*) [1]. Kao rezultat toga ISP može očekivati veće prihode od obezbeđivanja servisa.

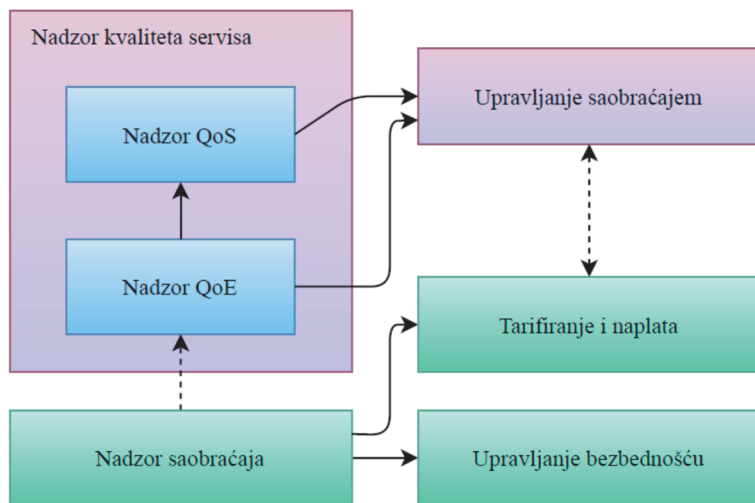
Izražen rast tražnje za servisima koje nude ISP provajderi podstakao je primenu tarifnih mehanizama kako u kontekstu kvaliteta servisa, tako i za rešavanje problema mrežnih opterećenja [2]. Da bi se tarifni koncept smatrao efikasnim, potrebno je da uzima u obzir i zahteve korisnika izražene kroz QoS i QoE. Osim što je za poslovanje provajdera servisa značajan izbor odgovarajućeg tarifnog koncepta, prihod provajdera servisa zavisi i od odabranog načina naplate [3]. U ovom radu je razmatran tarifni koncept zasnovan na kvalitetu servisa za koji su predloženi različiti scenariji naplate sa ciljem analize prihoda ISP. Razvijen je simulacioni model koji se može koristiti za analizu prihoda provajdera servisa i cena servisa.

Rad je organizovan na sledeći način. Nakon uvoda, u drugom poglavlju identifikovani su potencijalni zahtevi korisnika i na osnovu toga definisani su scenariji naplate koji obuhvataju različite tarifne pakete zasnovane na kvalitetu servisa i ceni. U trećem poglavlju predstavljen je simulacioni model koji je realizovan korišćenjem strategije raspoređivanja događaja. U četvrtom poglavlju su obrazloženi rezultati simulacija i u petom poglavlju su data zaključna razmatranja.

## 2. Tarifiranje zasnovano na kvalitetu servisa

Nadzor kvaliteta servisa predstavlja jedan od prvih koraka u procesu inženjeringa kvaliteta koji ISP implementira kako bi svojim korisnicima obezbedio zahtevani kvalitet servisa. Vrednosti dobijene merenjima QoS značajne su za uvid u trenutno stanje mreže, ali takođe i za upravljanje saobraćajem i pružanje ulaznih podataka za ekonomske i poslovne odluke, kao što su izbor tarifnog koncepta i metode naplate [1].

Na slici 1 prikazani su najvažniji procesi nadzora i upravljanja za provajdera servisa, koji obuhvataju koncepte nadzora i kontrole kvaliteta servisa sa aspekta mreže – QoS i sa aspekta korisnika – QoE, kao i odgovarajuće interfejsne za upravljanje Internet saobraćajem, bezbednošću i tarifiranjem. U zavisnosti od primenjenog tarifnog koncepta, može postojati povratna sprega između procesa upravljanja saobraćajem i funkcija tarifiranja i naplate.



Slika 1. Relacije između procesa nadzora i upravljanja za servise koje obezbeđuje ISP

Kvalitet IP servisa povezan je sa različitim faktorima kao što su podrška servisu, operativnost, bezbednost itd. i može se proceniti na osnovu parametara koji se odnose na efikasnost mreže u kontekstu obezbeđivanja servisa [4]. Za svakog efikasnog provajdera servisa takođe je važno definisati QoS parametre na način koji je značajan za korisnike, nezavisno od primenjene mrežne tehnologije. Neki od ključnih zahteva iz perspektive korisnika su dostupna brzina prenosa podataka i bezbednost, što uključuje poverljivost i integritet podataka [5]. Dok je nekim korisnicima potrebna veća brzina preuzimanja (*download*), drugi imaju strože zahteve u pogledu brzine otpremanja podataka (*upload*)

ili zahtevaju viši nivo bezbednosti. Podrazumeva se da određen broj korisnika servisa uvek daje prednost ceni u odnosu na kvalitet servisa. U ovom istraživanju, kao glavni QoS parametri, izabrani su: *download* brzina ( $s_d$ ) i *upload* brzina ( $s_u$ ), a kao dodatni tehnički parametar značajan za korisnike izdvojena je bezbednost ( $s$ ). Ovi parametri su presudni za korisnike koji prioritet daju kvalitetu servisa, dok je cena ključni parametar iz perspektive korisnika koji se opredeljuju za servis na osnovu cene. Pretpostavlja se da tehnički parametri mogu uzeti jednu od pet mogućih vrednosti, tako da su ispunjene sledeće nejednakosti:  $s_{d1} > s_{d2} > s_{d3} > s_{d4} > s_{d5}$ ,  $s_{u1} > s_{u2} > s_{u3} > s_{u4} > s_{u5}$  i  $s_1 > s_2 > s_3 > s_4 > s_5$ .

Mesečna cena određuje se na osnovu vrednosti za svaki tehnički parametar[6], tako da se servis sa najvećim garancijama kvaliteta i bezbednosti ( $s_{d1}$ ,  $s_{u1}$ ,  $s_1$ ) tarifira najvišom cenom -  $p_0$ . Svaka degradacija kvaliteta servisa i bezbednosti podrazumeva smanjenje cene od 5%. Prema tome, servis sa najnižim garancijama kvaliteta i bezbednosti ( $s_{d5}$ ,  $s_{u5}$ ,  $s_5$ ) tarifira se 60% nižom cenom od servisa sa najvišim garancijama kvaliteta i bezbednosti (tj.  $0,4p_0$ ).

Zahtevi korisnika mogu se grupisati u sledećih 8 kategorija:

- $D1$  – zahtev za maksimalnom *download* brzinom,
- $D2$  – zahtev za maksimalnom *upload* brzinom,
- $D3$  – zahtev za maksimalnom bezbednošću,
- $D4$  – maksimalna *download* brzina nije prioritet,
- $D5$  – maksimalna *upload* brzina nije prioritet,
- $D6$  – maksimalna bezbednost nije prioritet,
- $D7$  – maksimalna cena naknade za mesečni pristup Internetu je  $p_1$  ( $p_1 \geq 0,5p_0$ )
- $D8$  – maksimalna cena naknade za mesečni pristup Internetu je  $p_2$  ( $p_2 \geq 0,4p_0$ ), pri čemu se podrazumeva  $p_2 < p_1$ .

Podrazumeva se da jedan korisnik može imati više zahteva, ali se neki zahtevi međusobno isključuju. Na primer, korisnik sa zahtevom  $D1$  može istovremeno imati zahteve  $D2$  i  $D3$ , ali to isključuje  $D4$ ,  $D7$  i  $D8$ . Sve moguće kombinacije zahteva korisnika uključuju:  $D1+D2$ ,  $D1+D3$ ,  $D1+D5$ ,  $D1+D6$ ,  $D2+D3$ ,  $D2+D4$ ,  $D2+D6$ ,  $D3+D4$ ,  $D3+D5$ ,  $D1+D2+D3$ ,  $D1+D2+D6$ ,  $D1+D3+D5$  i  $D2+D3+D4$ . Pretpostavlja se da korisnici sa zahtevima  $D7$  i  $D8$  nemaju nikakve preferencije u pogledu kvaliteta servisa i bezbednosti, određene za prethodne tipove zahteva korisnika, pa će im biti dodeljen niži kvalitet servisa i bezbednosti i shodno tome niže cene.

Kada su poznati zahtevi korisnika, mogu se definisati tarifni paketi (TP, *Tariff Package*) sa odgovarajućim nivoima QoS, bezbednosti i cenama. Predložena su 4 različita scenarija naplate (BS, *Billing Scenario*), od kojih svaki predstavlja različitu kombinaciju tarifnih paketa. Tarifni paketi se razlikuju u pogledu *download* i *upload* brzine, bezbednosti i na osnovu toga, cene. U prvom scenariju (BS1), korisnici mogu da biraju između 12 tarifnih paketa. U drugom scenariju (BS2) definisano je 9 tarifnih paketa, dok u trećem i četvrtom scenariju (BS3 i BS4) korisnicima je na raspolaganju 6 tarifnih paketa. Za sve predložene scenarije naplate, tarifni paketi sa odgovarajućim QoS i cenama prikazani su u Tabeli 1. Korisnici se opredeljuju za odgovarajući tarifni paket prilikom ugovaranja servisa.

S obzirom da je glavni cilj ISP-a maksimiziranje prihoda, u ovom istraživanju fokus je na prihodu ISP-a, koji predstavlja funkciju *flat-rate* mesečne cene za svaki  $TP_i$  -  $p_{TP_i}$ , broja korisnika po  $TP_i$  -  $N_{TP_i}$  i broja TP -  $k$ . U primenjenom tarifnom konceptu,

*flat-rate* mesečna cena smanjuje se za određeni procenat ako zbog prekomernog mrežnog opterećenja (NL, *Network Load*) dođe do degradacije QoS, što se uglavnom ogleda u znatno manjoj brzini prenosa podataka od ugovorene tokom perioda dužeg od unapred utvrđenog perioda - *tp* (obično nekoliko minuta). Na taj način primenjeni tarifni koncept uzima u obzir ne samo QoS, već i QoE [3].

Tabela 1. Tarifni paketi za sve predložene scenarije naplate

BS1			BS2			BS3			BS4		
TP	QoS i bezbednost	Cena	TP	QoS i bezbednost	Cena	TP	QoS i bezbednost	Cena	TP	QoS i bezbednost	Cena
TP1	$s_{d1}, s_{u1}, s_1$	$p_0$	TP1	$s_{d1}, s_{u1}, s_1$	$p_0$	TP1	$s_{d1}, s_{u1}, s_1$	$p_0$	TP1	$s_{d1}, s_{u1}, s_1$	$p_0$
TP2	$s_{d1}, s_{u1}, s_2$	$0,95p_0$	TP2	$s_{d1}, s_{u1}, s_2$	$0,95p_0$	TP2	$s_{d1}, s_{u1}, s_2$	$0,95p_0$	TP2	$s_{d1}, s_{u3}, s_3$	$0,8p_0$
TP3	$s_{d1}, s_{u2}, s_1$	$0,95p_0$	TP3	$s_{d1}, s_{u2}, s_1$	$0,95p_0$	TP3	$s_{d1}, s_{u2}, s_1$	$0,95p_0$	TP3	$s_{d3}, s_{u1}, s_3$	$0,8p_0$
TP4	$s_{d2}, s_{u1}, s_1$	$0,95p_0$	TP4	$s_{d2}, s_{u1}, s_1$	$0,95p_0$	TP4	$s_{d2}, s_{u1}, s_1$	$0,95p_0$	TP4	$s_{d3}, s_{u3}, s_1$	$0,8p_0$
TP5	$s_{d1}, s_{u1}, s_3$	$0,9p_0$	TP5	$s_{d1}, s_{u1}, s_3$	$0,9p_0$	TP5	$s_{d4}, s_{u4}, s_4$	$0,55p_0$	TP5	$s_{d4}, s_{u4}, s_4$	$0,55p_0$
TP6	$s_{d1}, s_{u3}, s_1$	$0,9p_0$	TP6	$s_{d1}, s_{u3}, s_1$	$0,9p_0$	TP6	$s_{d5}, s_{u5}, s_5$	$0,4p_0$	TP6	$s_{d5}, s_{u5}, s_5$	$0,4p_0$
TP7	$s_{d3}, s_{u1}, s_1$	$0,9p_0$	TP7	$s_{d3}, s_{u1}, s_1$	$0,9p_0$						
TP8	$s_{d1}, s_{u3}, s_3$	$0,8p_0$	TP8	$s_{d4}, s_{u4}, s_4$	$0,55p_0$						
TP9	$s_{d3}, s_{u1}, s_3$	$0,8p_0$	TP9	$s_{d5}, s_{u5}, s_5$	$0,4p_0$						
TP10	$s_{d3}, s_{u3}, s_1$	$0,8p_0$									
TP11	$s_{d4}, s_{u4}, s_4$	$0,55p_0$									
TP12	$s_{d5}, s_{u5}, s_5$	$0,4p_0$									

Mesečna cena koja uključuje redukciju cena za  $TP_i$  označena je kao  $p_{TP_i}^r$ .

Uzimajući u obzir da se redukcija cena ne mora primenjivati za sve tarifne pakete, ukupni mesečni prihod provajdera ISP određuje se kao suma prihoda od  $k_i$  tarifnih paketa sa *flat-rate* cenama bez redukcije i prihoda od ostalih tarifnih paketa za koje je primenjena redukcija cena:

$$R = \sum_{i=1}^{k_1} p_{TP_i} N_{TP_i} + \sum_{i=k_1+1}^k p_{TP_i}^r N_{TP_i} \quad (1)$$

Ovaj tarifni koncept i način određivanja prihoda isti su za sve predložene scenarije naplate.

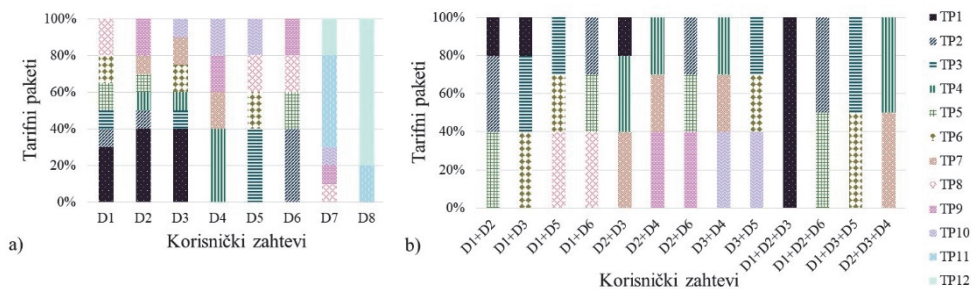
### 3. Simulacioni model

Ulazni parametri u simulacionom modelu su:

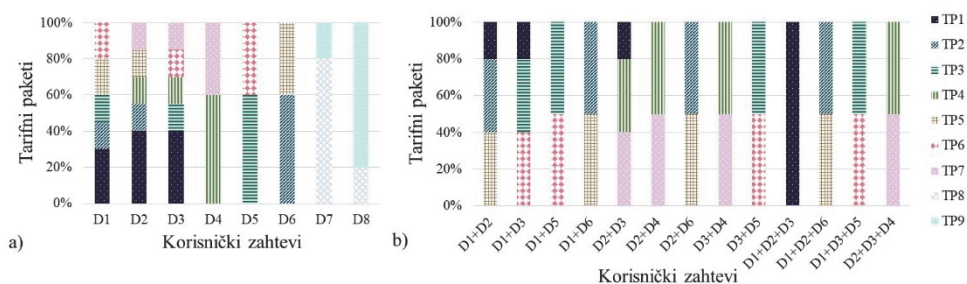
- ukupan broj korisnika,
- tehnički parametri - *download* brzina, *upload* brzina i bezbednost,
- tarifni paketi zasnovani na tehničkim parametrima i korisničkim zahtevima,
- mesečna cena za svaki TP,
- raspodela korisnika po tarifnim paketima prema zahtevima,
- tip NL, verovatnoća NL (*NLP*, *NL Probability*) i dnevno prosečno trajanje NL (*MTNL*, *Mean Time of NL*),
- obračunski period,

- redukcija cena tokom obračunskog perioda i
- simulacioni period.

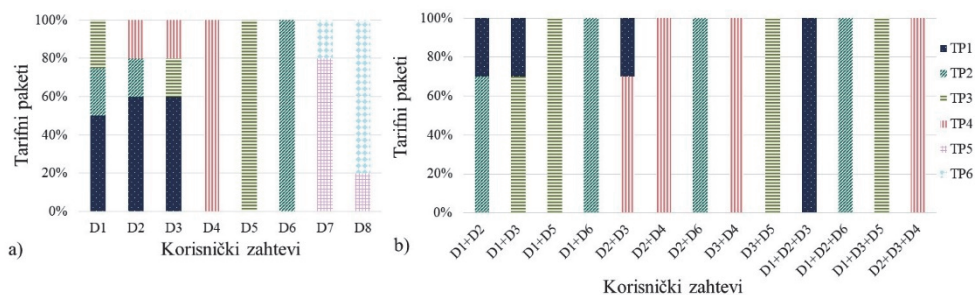
Na osnovu zahteva korisnika, određena je raspodela korisnika po tarifnim paketima za svaki scenario naplate, kao što je prikazano na slikama 3-6.



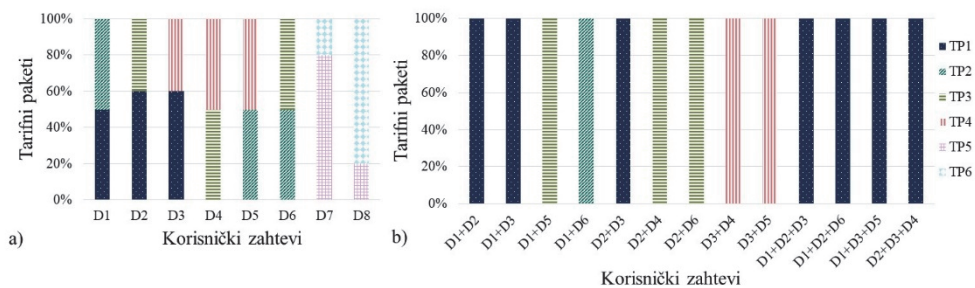
Slika 3. Raspodela korisnika po tarifnim paketima za scenario BS1 u slučajevima:  
a) jednog zahteva po korisniku i b) više od jednog zahteva po korisniku



Slika 4. Raspodela korisnika po tarifnim paketima za scenario BS2 u slučajevima:  
a) jednog zahteva po korisniku i b) više od jednog zahteva po korisniku



Slika 5. Raspodela korisnika po tarifnim paketima za scenario BS3 u slučajevima:  
a) jednog zahteva po korisniku i b) više od jednog zahteva po korisniku



Slika 6. Raspodela korisnika po tarifnim paketima za scenario BS4 u slučajevima: a) jednog zahteva po korisniku i b) više od jednog zahteva po korisniku

U primenjenom tarifnom konceptu, mesečna *flat-rate* cena zavisi od degradacije kvaliteta servisa koja se određuje preko mrežnog opterećenja. U ovom kontekstu NL se definiše kao procenat iskorišćenja mrežnih resursa u posmatranom vremenskom periodu [7]. Kada iskorišćenost mrežnih resursa prekorači određene vrednosti, povećava se verovatnoća degradacije QoS. Pretpostavljena su 4 tipa NL:

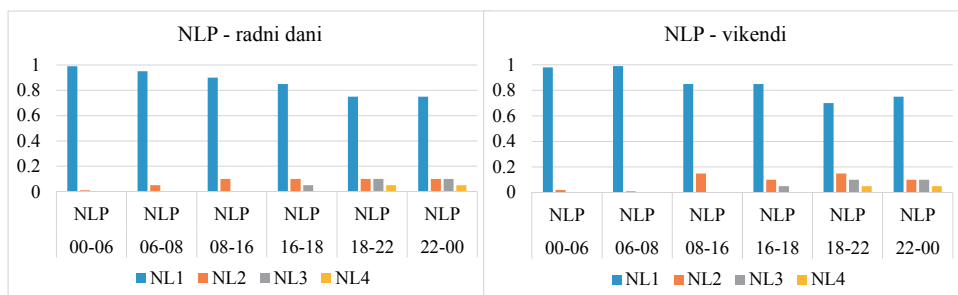
- *NL1* - za  $NL < x$
- *NL2* - za  $x \leq NL < y$
- *NL3* - za  $y \leq NL < z$
- *NL4* - za  $NL \geq z$ ,

Promenljive  $x$ ,  $y$  i  $z$  izražavaju se u procentima, pri čemu je  $x < y < z$ . Normalan operativni rad mreže podrazumeva da su svi tehnički parametri QoS i bezbednost u okviru ugovorenih vrednosti za svaki TP i tada je mrežno opterećenje *NL1*, što znači da nema redukcije cena [6]. U slučaju kada je brzina prenosa podataka niža od ugovorene za više od  $d$  % tokom perioda  $t_p > s$  minuta, što se dešava u slučaju *NL2*, *NL3*, i *NL4*, podrazumeva se da postoji degradacija QoS i u takvim slučajevima svaki put se vrši redukcija cena. Prema tome, osim tipa NL, i trajanje NL je važno za izračunavanje cena. U ovom istraživanju, pretpostavljena je eksponencijalna raspodela trajanja NL.

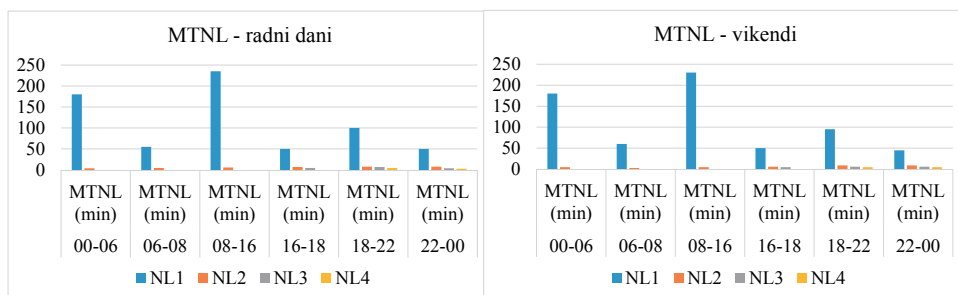
Za scenario BS1, mesečna *flat-rate* cena smanjuje se za 1% za korisnike tarifnih paketa *TP1-TP9* u slučaju *NL2*, za korisnike *TP1-TP10* u slučaju *NL3* i za *TP1-TP11* kada je mrežno opterećenje *NL4*. Za scenario BS2, degradacija QoS reflektuje se na cenu tako što se mesečna cena smanjuje za 1% za korisnike *TP1-TP7* kada je mrežno opterećenje *NL2* ili *NL3* i za korisnike *TP1-TP8* u slučaju *NL4*. Kada se primenjuje BS3, vrši se redukcija cena za 1% za korisnike *TP1-TP4* u slučaju *NL2* ili *NL3* i za korisnike *TP1-TP5* kada je mrežno opterećenje *NL4*. U slučaju primene BS4, cena se redukuje za 1% za korisnike *TP1-TP3* kada je mrežno opterećenje *NL2*, za korisnike *TP1-TP4* za *NL3* i za korisnike *TP1-TP5* za *NL4*.

U svakom scenariju naplate samo za *TP* sa najnižom cenom nema redukcije mesečne *flat-rate* cene, nezavisno od mrežnog opterećenja. S obzirom da se opterećenje mreže razlikuje za radne dane i dane vikenda, verovatnoće mrežnog opterećenja u toku dana i srednje vreme mrežnog opterećenja dati su na slikama 7 i 8, respektivno.





Slika 7. Verovatnoće mrežnog opterećenja u toku dana za radne dane i vikende



Slika 8. Srednje vreme mrežnog opterećenja u toku dana za radne dane i vikende

U skladu sa simulacionom strategijom raspoređivanja događaja, u modelu je moguće formulisati četiri bezuslovna događaja:

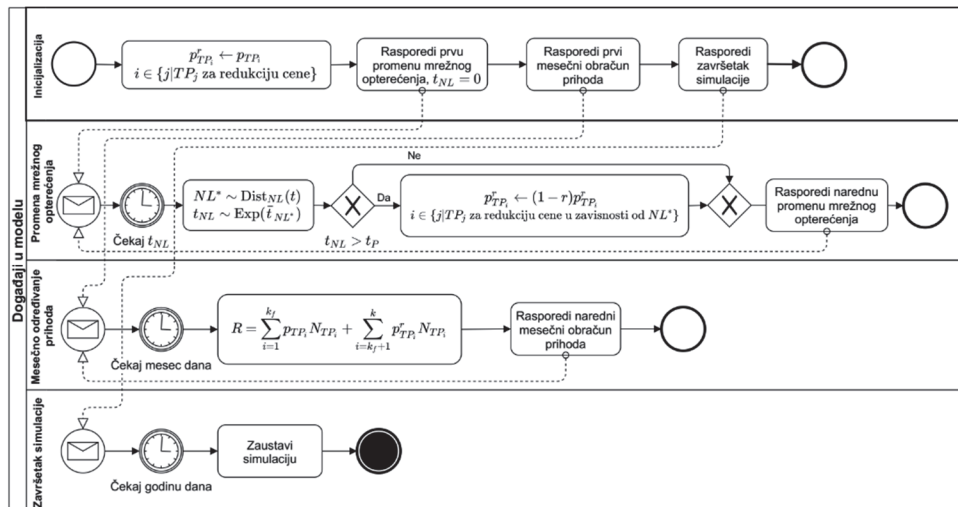
1. **inicijalizacija,**
2. **promena mrežnog opterećenja,**
3. **mesečni obračun prihoda i**
4. **završetak simulacije.**

Događaj **inicijalizacija** raspoređuje početnu promenu mrežnog opterećenja, početni mesečni obračun prihoda i završetak simulacije. Takođe, u okviru ovog događaja, za tarifne pakete kod kojih je potrebno izvršiti redukciju cena,  $p_{TP_i}^r$  je inicijalizovano sa vrednošću  $p_{TP_i}$ , pri čemu je  $i \in \{j | TP_j \text{ za redukciju cena}\}$ . U događaju **promena mrežnog opterećenja**, u zavisnosti od dana u nedelji i perioda dana ( $t$ ),  $NL^*$  se određuje na osnovu diskretne raspodele:  $NL^* \sim \text{Dist}_{NL}(t)$ . Ova raspodela zasniva se na vrednostima NLP, prikazanim na slici 7. Zatim, na osnovu utvrđenog  $NL^*$  i odgovarajuće vrednosti MTNL ( $\bar{t}_{NL^*}$ ), određene na osnovu vrednosti datih na slici 8, određuje se trajanje NL korišćenjem eksponencijalne raspodele:  $t_{NL} \sim \text{Exp}(\bar{t}_{NL^*})$ . Ukoliko je trajanje NL veće od unapred utvrđenog perioda ( $t_p$ ) tada se cene odgovarajućeg TP redukuju na sledeći način:

$$p_{TP}^r \leftarrow (1-r)p_{TP}^r \quad (2)$$

$i \in \{j | TP_j \text{ za redukciju cena u zavisnosti od } NL^*\}$ . Otuda, sledeći događaj **promena mrežnog opterećenja** određuje se na osnovu trajanja NL ( $t_{NL}$ ). U okviru događaja **mesečni obračun prihoda**, prihod provajdera ISP koji uključuje redukcije cena tarifnih

paketa, određuje se za svaki obračunski period na osnovu izraza (1). Događaj **završetak simulacije** zaustavlja izvršavanje simulacionog modela. Na slici 11 prikazani su događaji koji se odvijaju u modelu korišćenjem BPMN (*Business Process Model and Notation*) dijagrama [3].



Slika 9. BPMN dijagram događaja u modelu

#### 4. Rezultati simulacija

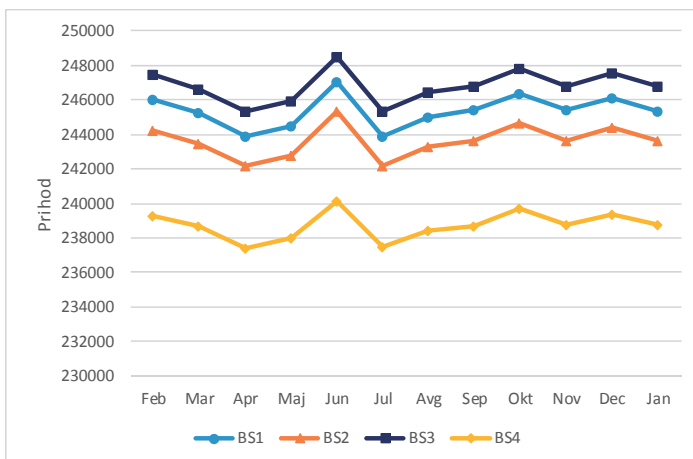
Predloženi simulacioni model realizovan je u programskom jeziku *Python*. Simulacioni eksperiment izveden je 150 puta za izabrani simulacioni period od 12 meseci i 5000 korisnika, pri čemu se podrazumeva da je obračunski period mesec dana.

U simulacionom modelu pretpostavljene su sledeće vrednosti parametara: *download* brzina (1Gbit/s, 500 Mbit/s, 200 Mbit/s, 100 Mbit/s, 40 Mbit/s), *upload* brzina (500 Mbit/s, 200 Mbit/s, 100 Mbit/s, 50 Mbit/s, 20 Mbit/s), bezbednost (veoma visoka, visoka, srednja, niska, veoma niska) i maksimalna cena 40 novčanih jedinica. Vrednosti značajne za NL:  $x$ ,  $y$  i  $z$  su 60%, 80% i 90%, respektivno. Redukcija cena vrši se kada je brzina prenosa podataka niža od ugovorene za više od 10% tokom perioda  $t_p > 10$  minuta.

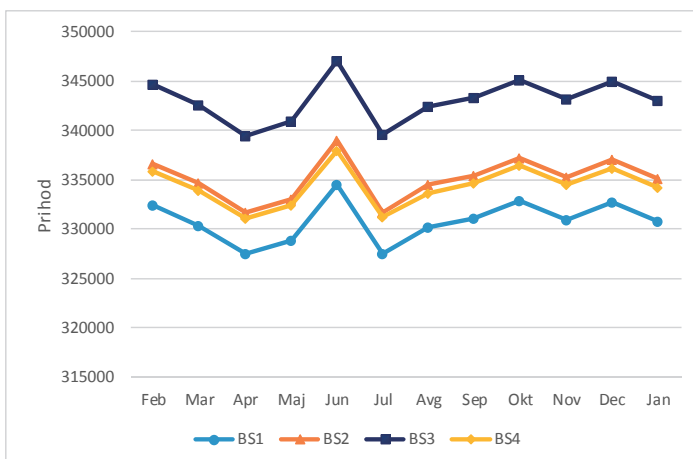
Simulaciona analiza prihoda izvršena je za dva slučaja: 1. kada većina korisnika daje prednost ceni u odnosu na kvalitet servisa i bezbednost (u simulaciji se pretpostavlja da su zahtevi  $D8$  i  $D7$  zastupljeni sa 40%, odnosno 20%, respektivno) i 2. kada većina korisnika ima veće zahteve u pogledu kvaliteta servisa i bezbednosti (u simulaciji se pretpostavlja da 70% korisnika ima zahteve  $D1$ ,  $D2$ ,  $D3$  ili kombinaciju ovih zahteva).

Poređenje prihoda ISP-a za različite scenarije naplate, u slučaju kada se većina korisnika za tarifne pakete opredeljuje na osnovu cene, prikazano je na slici 10. U ovom slučaju ISP ostvaruje najveće prihode kada je implementiran BS3 scenario, a najmanje za BS4. Na osnovu rezultata simulacija u slučaju da većina korisnika daje prioritet kvalitetu servisa i bezbednosti u odnosu na cenu (slika 11), ISP ostvaruje najveće prihode za BS3 scenario i najmanje za BS1, dok će mu primena BS2 obezbediti nešto veće prihode u odnosu na BS4. U poređenju sa ostalim scenarijima naplate (Tabela 1), BS3 ima

najizraženiju razliku u ceni između tarifnih paketa sa višim i nižim nivoom QoS i bezbednosti, što rezultira najvećim prihodima za obe kategorije korisnika. Kao što je i očekivano, ISP ostvaruje veće prihode u slučaju kada većina korisnika preferira kvalitet i bezbednost u odnosu na cenu.



Slika 10. Prihod ISP u slučaju kada je za većinu korisnika prioritet cena servisa



Slika 11. Prihod ISP u slučaju kada je za većinu korisnika prioritet QoS i bezbednost

## 6. Zaključak

Izbor tarifnog koncepta i načina naplate značajan je i za provajdera i za korisnika servisa. Kvalitet servisa je povezan sa tarifiranjem i takođe ga je potrebno razmatrati i sa aspekta provajdera i sa aspekta korisnika. U ovom radu razmatrani su različiti scenariji naplate sa ponudom odgovarajućih tarifnih paketa u okviru tarifnog koncepta koji se zasniva na kvalitetu servisa. Pri formiranju tarifnih paketa uzeti su u obzir zahtevi korisnika u pogledu kvaliteta servisa, bezbednosti i cene. Osim toga,

predloženi tarifni koncept podrazumeva redukciju cena pri pojavi degradacije ugovorenih tehničkih parametara. Za analizu prihoda u slučaju primene različitih scenarija naplate i različitih tipova korisnika (koji prioritet daju ceni ili QoS/bezbednosti) primenjen je simulacioni model koji je realizovan korišćenjem strategije raspoređivanja događaja.

Predloženi tarifni koncept može biti koristan za provajdera Internet servisa u smislu zadržavanja postojećih korisnika, kao i privlačenja novih korisnika. Takođe, može predstavljati podsticaj provajderu servisa da poboljša QoS i bezbednost dodatnim ulaganjima u mrežu na osnovu sveobuhvatne analize troškova i prihoda.

## Literatura

- [1] W. Robitza, A. Ahmad, P. A. Kara, et al., “Challenges of future multimedia QoE monitoring for internet service providers”, *Multimedia Tools and Applications*, 2017, vol. 76, pp. 22243–22266.
- [2] D. Elreedy, A. F. Atiya, H. Fayed, M. Saleh, “A framework for an agent-based dynamic pricing for broadband wireless price rate plans”, *Journal of Simulation*, 2019, vol. 13, no. 2, pp. 96-110.
- [3] V. Radonjic Djogatovic, M. Djogatovic, “A Novel Simulation Model for Pricing Different QoS Levels in IP Networks”, *Advances in Electrical and Computer Engineering*, 2020, vol. 20, no. 1, pp. 27-34.
- [4] R. Stankiewicz, P. Cholda, A. Jajszczyk, “QoX: What is It Really?”, *IEEE Communications Magazine*, 2011, vol. 49, no. 3, pp. 148-158.
- [5] S. Lindskog, E. Jonsson, “Adding Security to Quality of Service Architectures”, *Perspectives on Multimedia*, R. Burnett, A. Brunstrom, A.G. Nilsson, Ed., John Wiley & Sons, 2003, pp.145-158.
- [6] V. Radonjic Djogatovic, M. Djogatovic, M. Stanojevic, “Simulation Analysis of Quality of Business in IP Networks”, *Yugoslav Journal of Operations Research*, 2019, pp. 507–518.
- [7] D. Kashyap, J. Viradiya, “A Survey Of Various Load Balancing Algorithms in Cloud Computing”, *International Journal of Scientific & Technology Research*, 2014, vol. 3, no. 11, pp. 115-119.

**Abstract:** *An efficient pricing scheme implies that the price reflects quality of service. In addition to the pricing scheme, the selection of an appropriate billing scenario is also important for an Internet service provider. This paper discusses different billing scenarios within a pricing scheme based on QoS, with focus on users' requirements. In order to analyze revenue variations of an ISPs depending on the applied billing scenario, a discrete event simulation model has been applied. It can be useful for IPS in the billing scenario selection process in order to maximize its revenue. Finally, ISP's revenue under different billing scenarios was analyzed.*

**Keywords:** *quality of service, billing, revenue, simulation, pricing*

## MODELING AND SIMULATION OF DIFFERENT BILLING SCENARIOS IN IP NETWORKS

Vesna Radonjić Đogatović, Marko Đogatović

## STATISTIČKA I MULTIMEDIJALNA ANALIZA RADARSKÉ SLIKE U PRISUSTVU LED ŠUMA

Andreja Samčović<sup>1</sup>, Nikola Tošić<sup>2</sup>, Dejan Drajić<sup>3</sup>, Nenad Dumbelović<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, andrej@sf.bg.ac.rs

<sup>2</sup> nikola.tosic2017@gmail.com

<sup>3</sup> Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, ddrajić@etf.rs

<sup>4</sup> Vlatacom institut visokih tehnologija, nenad.dumbelovic@gmail.com

**Rezime:** *Kratkotalasni radar analiziran u ovom radu se primarno koristi za detekciju brodova na moru. Ovaj radar koristi vertikalno polarizovane elektromagnetne talase kako bi ostvario detekciju brodova, a primarno područje koje se želi pokriti je Ekskluzivno-Ekonomska Zona. Performanse kratkotalasnih radara mogu da budu degradirane najviše zahvaljujući spoljnoj interferenciji, a primarna interferencija koja će se biti analizirana u ovom radu potiče od elektromagnetnog šuma usled smetnji prouzrokovanih LED osvetljenjem. RD slika se može ekstrahovati kao jedan od koraka kod procesiranja prijemnog signala i predstavlja dvodimenzionalnu sliku gde je prikazana spektralna gustina snage radarskog eho signala. Uz pomoć sofisticirane analize koja se primenjuje nad RD slikom izvršiće se multimedijalna analiza, kao i statistička analiza histograma RD slike.*

**Cljučne reči:** *elektromagnetne smetnje, obrada slike, kratkotalasni radar, radijacioni LED šum*

### 1. Uvod

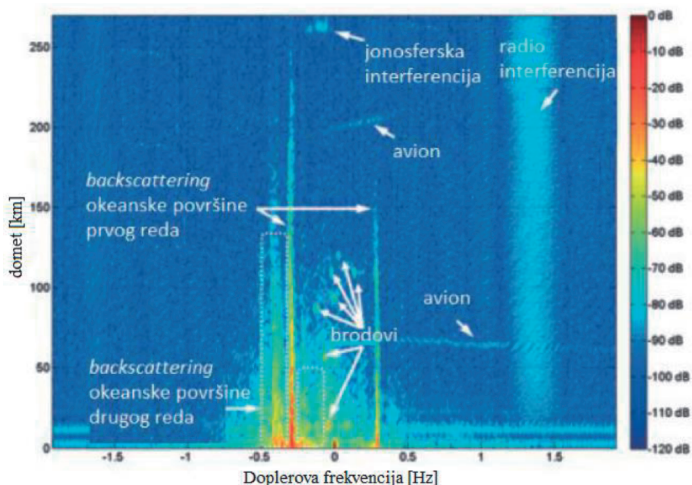
Analiza eksternih smetnji koje imaju uticaj na funkcionisanje radara je veoma važna zbog kvaliteta detekcije radarskih ciljeva. Izdvajanje radarskog signala iz intereferencije kod radara je mnogo teže nego kod komunikacionih sistema jer se signal reflektuje od radarskog cilja kome nije primarni cilj da bude detektovan. Sa druge strane, kod komunikacionih sistema signal se detektuje od predajne antene koja emituje elektromagnetni signal u cilju međusobnog komuniciranja. U opsegu frekvencija od 3 do 30 MHz eksterni šum daleko više dominira od unutrašnjeg šuma sistema. Smetnje u radarskim kanalima se mogu posmatrati kao slučajan proces, a sve ovo ima za posledicu kompleksno izdvajanje korisnog signala iz šuma. Eksterna interferencija ima negativan uticaj na kratkotalasni radar, a u ovom radu posebno će se analizirati elektromagnetni radijacioni šum koji potiče od LED (*Light Emitting Diode*) osvetljenja. Za analizu ovih smetnji je korišćena RD (*Range Doppler*) slika, na kojoj se mogu uočiti mnogo različitih smetnji. Sa obzirom na to da se u poslednje vreme usled ekonomičnosti sve više poslovnih

i rezidencijalnih korisnika okreće LED osvetljenju, negativni uticaj elektromagnetnog šuma usled LED osvetljenja sve više predstavlja problem za rad telekomunikacionih uređaja u blizini u novije vreme.

## 2. Kratkotalasni radari i RD slika

Kratkotalasni radar nad kojim su sprovedena istraživanja u ovom radu koristi površinske radio talase za detekciju brodova od moru. Ovi radari imaju mogućnost da detektuju brodove koji se nalaze iza linije horizonta. Područja pokrivenosti su daleko izvan konvencionalnih mikrotalasnih radarskih područja. Kratkotalasni radari se mogu koristiti, pored detekcije brodova, i za mnoge druge aplikacije, kao što su detekcija cunamija, morskih struja, detektovanje santi leda i dosta toga, a sve u okviru Ekskluzivno-Ekonomske Zone države koja izlazi na more. Nadgledanje morske aktivnosti je veoma važno pitanje u zaštiti nacionalnog suvereniteta države koja ima izlaz na more [1].

Kod procesiranja prijemnog signala kratkotalasnog radara može se izdvojiti RD slika. Na Slici 1 je prikazana spektralna gustina snage radarskog eho signala. Jedna osa ove slike predstavlja Doplerovu frekvenciju, a druga osa označava rastojanje radarskog cilja od radara koji se koristi za detekciju cilja od interesa. Primer jedne RD slike se može videti na Slici 1.



Slika 1. RD slika kada su prisutne određene smetnje [2]

Kada se završi procesiranje prijemnog signala, mogu se dobiti dragocene informacije kao što su mape okeanskog kretanja, spektar mapa talasa i pravac vetra. Neki od projekata koriste ove tehnike kako bi pratili brzinu vetra, morskih struja kao i praćenje brodova [3]. Metode obrade RD slike su pogodne za eliminisanje šuma i postoje već publikovani radovi gde je pokazano da se nad RD slikom mogu primeniti metode obrade slike [4]. Takođe, autori rada [5] su koristili metode obrade RD slike kratkotalasnog radara, a sve u cilju izdvajanja detektovane mete iz kumulativnog šuma. Međutim, ne koristi se obrada RD slike samo kod aplikacija detekcije brodova korišćenjem kratkotalasnog radara [5] već se takođe može koristiti i kod ublaživanja drugih eksternih smetnji kod kratkotalasnog radara, kao na primer ublažavanje smetnji koje potiču i od vetroturbina.

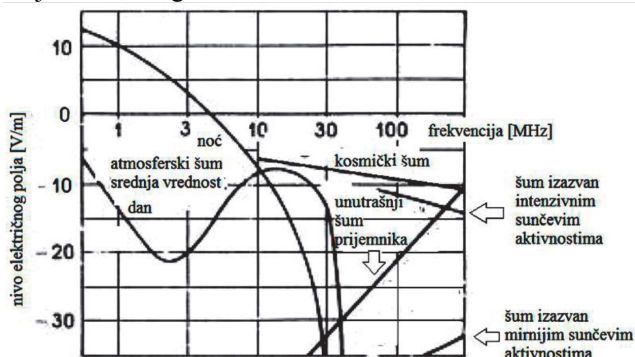
### 3. Smetnje kod kratkotalasnog radara

Refleksije elektromagnetnih talasa od jonosfere predstavljaju smetnju kod kratkotalasnog radara koji prvenstveno ima za cilj detekciju brodova. Ovi tipovi smetnji degradiraju informacijski sadržaj radara. Jonosferska smetnja nije jedini tip smetnji koji postoji, a smetnje koje se još mogu javiti mogu poticati od različitih izvora. Generalno, smetnje mogu da se podele na dve grupe: aktivne i pasivne smetnje.

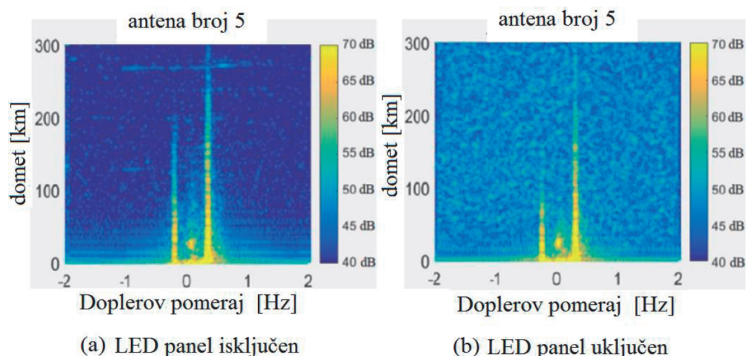
Aktivne smetnje mogu biti [6]:

- Atmosferske smetnje;
- Kosmičke smetnje;
- Radio-interferencije;
- Šum izazvan čovekovim uticajem.

Kao što se može primetiti, jedan od tipova aktivnih interferencija jeste šum izazvan čovekovim uticajem, a u ovu grupu se može svrstati i LED šum. Kada se poredi sa mikrotalasnim radarom, priroda smetnji koja se posmatra na samom radaru je značajno različita. Na HF opsegu eksterne smetnje dominiraju nad internim smetnjama unutar prijemnika. Kako se povećavaju operativne frekvencije radara, odnosno na radarima koji imaju VHF i UHF radne frekvencije glavni izvor interferencije koja limitira rad radara polako postaje unutrašnji šum prijemnika, sve dok ne postoji neki aktivni izvor koji intenzivno zauzima spektar radara. Slika 2 generalno prikazuje izvore smetnji koji svojim postojanjem emituju elektromagnetni šum.



Slika 2. Različiti izvori elektromagnetnih smetnji koji mogu uticati na radar [7]



Slika 3. RD slika kada nije prisutan LED šum kod kratkotalasnog radara (levo) i kada jeste prisutan (desno) [8]

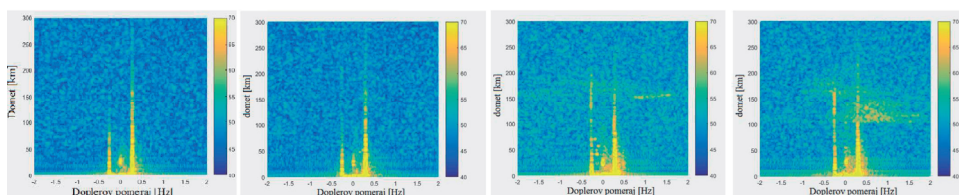


Usled nedovoljno istraženog uticaja LED smetnji, rad će se generalno fokusirati na analizu smetnji kada postoji šum zahvaljujući LED osvetljenju u blizini radarskog sistema. Slika 3 prikazuje primer kako izgleda RD slika kada je prisutan LED šum. Podaci su prikupljeni sa operativne radarske lokacije instalirane na zapadnoj obali Afričkog kontinenta.

#### 4. Uticaj LED smetnji na kratkotalasni radar i analiza RD slike

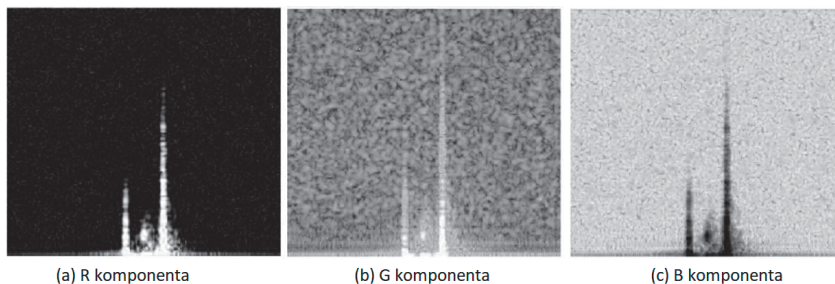
LED osvetljenje u poslednje vreme postaje sve popularnije usled niže potrošnje električne energije, manje veličine kao i zahvaljujući dužem radnom veku. Ovi tipovi osvetljenja u velikoj količini koriste prekidački izvor napajanja zahvaljujući kom se dešavaju značajna harmonijska izobličenja usled prisustva diodnih mostova sa kondenzatorima zahvaljujući čemu se stvara predidačka struja. Ovi izvori napajanja se popularno nazivaju „drajveri”. Njihova uloga jeste da pretvore jednosmernu struju iz naizmennične, a prekidačka frekvencija za ovaj tip napajanja kreće se u opsezima od 50 do 100 kHz, međutim harmonijska izobličenja se javljaju na mnogo višim frekvencijama. Prisustvo ovih smetnji je primećeno i kod kratkotalasnih radara [9].

U realnim uslovima, pored LED smetnji, mogu se javiti i drugi tipovi smetnji. Slika 4 daje prikaz kako izgledaju RD slike kada je prisutan jonosferski šum različitih intenziteta i LED šum, simultano. Ove slika je prikupljena u realnom radu sa operativne radarske lokacije.



Slika 4. Simultane smetnje usled LED šuma i jonosferske smetnje različitih intenziteta

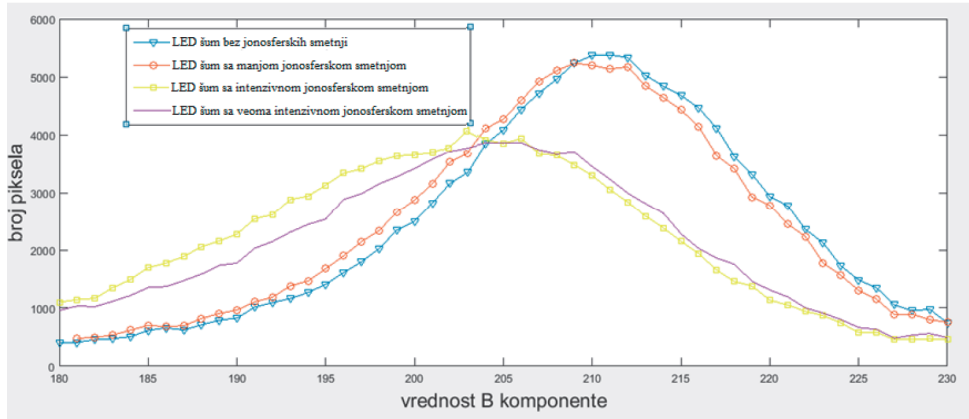
Mitigacija LED šuma na RD slici se može izvršiti i to je detaljno opisano u radu [8], a kao jedan od koraka je analiza histograma B (blue) komponente RGB (Red Green Blue) kolor modela RD slike [10]. Razlaganje RD slike na RGB komponente izgleda kao na Slici 5.



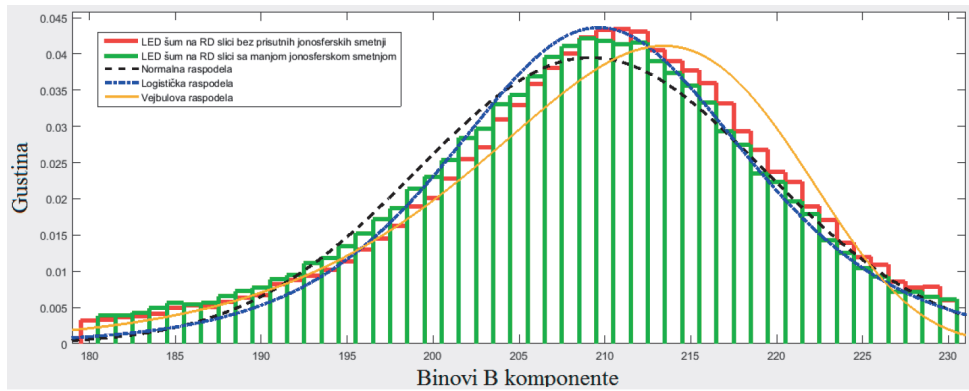
Slika 5. RGB komponente originalne RD slike [8]

U radu [8] pokazano je da su binovi u opsegu 180-230 najugroženiji LED šumom. Kada bi se analizirali binovi najviše ugroženi LED šumom histograma B komponente za primere sa Slike 4, to bi izgledalo kao na Slici 6.

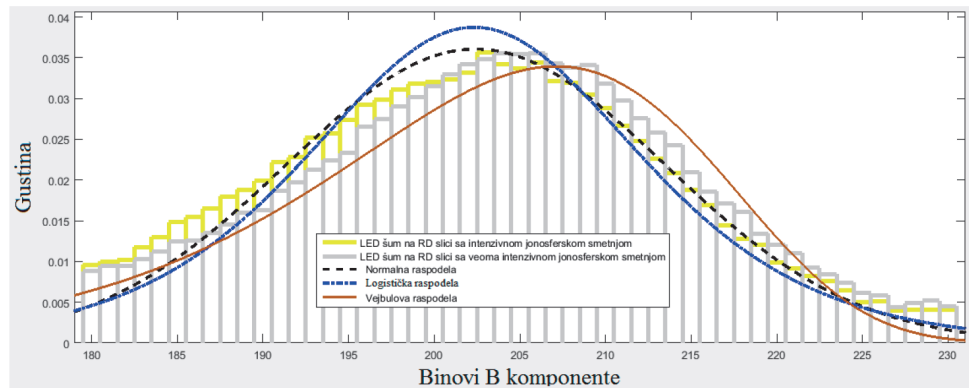




Slika 6. Histogrami različitih RD slika degradiranih LED šumom sa različitim jonoferskim smetnjama [8]



Slika 7. Analiza histograma B komponente uz simultano prisustvo slabog ili nimalo prisutnog jonoferskog šuma, kao i LED šuma [8]



Slika 8. Analiza histograma B komponente uz simultano prisustvo intenzivnog i veoma intenzivnog jonoferskog šuma, kao i LED šuma [8]

Odavde se može primetiti da za veće intenzitete drugih smetnji, amplituda histograma opada. Ova analiza je veoma bitna jer se na ovu analizu oslanja određivanje praga za područje ugroženo LED šumom. Ukoliko želimo da analiziramo kojoj raspodeli najviše odgovaraju područja histograma binova od interesa malopre pomenute RD slike, to bi se sprovelo na sledeći način: Slika 7 i Slika 8 prikazuju poređenje ovih binova preko različitih funkcija gustina raspodele.

Kao što se može primetiti, tri raspodele su analizirane za date podatke. To su Gausova, Vejbulova i logistička raspodela. Gausova raspodela se može definisati funkcijom gustine verovatnoće, koja je prikazana formulom (1), dok je odgovarajuća funkcija raspodele prikazana formulom (2) [11]:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, -\infty < x < \infty \quad (1)$$

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(u-\mu)^2}{2\sigma^2}} du \quad (2)$$

Ovde  $\mu$  predstavlja srednju vrednost,  $\sigma^2$  predstavlja varijansu, odnosno srednje kvadratno odstupanje od srednje vrednosti, dok veličina  $\sigma$  označava standardnu devijaciju.

Funkcija gustine verovatnoće dvoparametarske Vejbulove raspodele se može definisati formulom (3), dok je njena odgovarajuća funkcija raspodele prikazana formulom (4) [11]:

$$f(x) = \frac{a}{b} \left(\frac{x}{b}\right)^{a-1} e^{-\left(\frac{x}{b}\right)^a}, x > 0 \quad (3)$$

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{b}\right)^a} \quad (4)$$

U jednačinama (3) i (4)  $a$  označava parametar oblika, dok  $b$  predstavlja parametar skaliranja. U slučaju logističke raspodele, funkcija gustine verovatnoće se može definisati formulom (5), dok je njena odgovarajuća funkcija raspodele prikazana formulom (6) [11]:

$$f(x) = \frac{e^{-\frac{x-\mu}{s}}}{s \left(1 + e^{-\frac{x-\mu}{s}}\right)^2}, -\infty < x < \infty \quad (5)$$

$$F(x) = \frac{1}{1 + e^{-\frac{x-\mu}{s}}}, -\infty < x < \infty \quad (6)$$

U jednačinama (5) i (6), parametar  $\mu$  predstavlja srednju vrednost, dok se varijansa može dobiti formulom (7) koristeći parametar  $s$  iz formule (6) [11]:

$$\sigma^2 = \frac{s^2\pi^2}{3} \quad (7)$$

Tabela 1 prikazuje vrednosti parametara tih raspodela koje se najbolje poklapaju za prikupljene uzorke sa terena. Može se primetiti da u slučaju jako malog ili nimalo prisutnog jonosferskog šuma, a u isto vreme prisutnog LED šuma, raspodela teži logističkoj, dok kada jonosferska smetnja postane izraženija, raspodela se više približava Vejbulovoj [8]. Ova analiza je sprovedena korišćenjem *Matlab* softverskog alata.

*Tabela 1. Vrednosti parametara različitih raspodela za različite slučajeve RD slika u prisustvu LED šuma [8]*

	<b>RD slike degradirane LED šumom</b>	
	Tip 1: dodatna degradacija bez jonosferskog šuma i sa malom količinom jonosferskog šuma	Tip 2: dodatna degradacija sa intenzivnim i veoma intenzivnim jonosferskim šumom
<b>(Normalna raspodela)</b> Srednja vrednost	209,177	202,419
<b>(Normalna raspodela)</b> Standardna devijacija	10,1003	11,0594
<b>(Logistička raspodela)</b> Srednja vrednost	209,639	202,33
<b>(Logistička raspodela)</b> Standardna devijacija	5,72726	6,45132
<b>(Vejbulova raspodela)</b> Parametar <i>a</i>	213,822	207,702
<b>(Vejbulova raspodela)</b> Parametar <i>b</i>	23,8836	19,1442

## 5. Zaključak

Eksterni šum pridružen korisnom signalu ima negativnu osobinu da degradira informacioni sadržaj i time, konkretno kod kratkotalsnog radara negativno deluje na sposobnost detekcije ciljeva od interesa. Eksternih smetnji može postojati dosta, međutim akcenat je stavljen na elektromagnetni radijacioni šum koji potiče od LED osvetljenja. Ovaj šum izvorno potiče od prekidačkog izvora napajanja zahvaljujući kom se ostvaruju smetnje koje štete radu telekomunikacionih uređaja u okolini. Telekomunikacioni uređaj u ovom slučaju je kratkotalsni radar koji ima radnu frekvenciju u donjem opsegu HF opsega. Analiza ovih smetnji je sprovedena korišćenjem RD slike kratkotalsnog radara, a kolor model korišćen u ovoj analizi je RGB model. U ovom radu analizirane su smetnje i histogram RD slike, gde je na statistički način određeno kojoj raspodeli najviše odgovaraju ovi tipovi smetnji za različite scenarije. Pokazano je da u slučaju jako malog ili nimalo prisutnog jonosferskog šuma, a u isto vreme prisutnog LED šuma, raspodela teži logističkoj, dok kada jonosferska smetnja postane izraženija, raspodela se više približava Vejbulovoj raspodeli. Stoga se može primetiti značaj statističke analize, jer se na osnovu prisutne raspodele može odrediti da li je u većoj ili manjoj meri prisutna jonosferska smetnja, kada je simultano prisutan LED šum na RD slici.

U ovom radu nisu razmatrane konduktivne smetnje od LED osvetljenja, dok bi buduća istraživanja mogla da uključe u razmatranje i ove tipove smetnji. Treba uzeti u obzir da jonosferske smetnje nisu jedini tip smetnji. Statistička analiza bi takođe mogla da se sprovede kada bi bile uključene, simultano sa LED smetnjama i drugi tipovi smetnji, kao što su kosmički šum, različiti tipovi industrijskog šuma, kao i interferencije od drugih radnih stanica koje nelegalno rade na radnoj frekvenciji dodeljenoj namenski za kratkotalsni radar.

## Literatura

- [1] B. Džolić, N. Tošić, V. Orlić, M. Veinović, "Visualization Tools for Design of Maritime Surveillance System", *International Scientific Conference on Information Technology and Data Related Research SINTEZA*, Novi Sad, Serbia, pp. 546-552, 2019.
- [2] A. Dzvonnokaya, K. W. Gurgel, H. Rohling, T. Schlick, "HF Radar WERA Application for Ship Detection and Tracking", *IET International Conference on Radar Systems*, vol. 7, Edinburgh, UK, pp. 1-8, 2007.
- [3] D. Nikolić, N. Tošić, B. Džolić, N. Grbić, P. Petrović, A. Đurević, N. Lekić, "Tailoring OTHR Deployment in Order to Meet Conditions in Remote Equatorial Areas", *IEEE International Colloquium on Signal Processing and its Applications*, Penang, Malezia, pp. 12-15, 2019.
- [4] Z. Fenghui, W. Yanfei, S. Hongmei, "A New Real Time Range-Doppler Imaging Algorithm", *International Symposium on Systems and Control in Aeronautics and Astronautics*, Harbin, China, pp. 119-122, 2010.
- [5] Q. Li, W. Zhang, M. Li, J. Niu, Q. M. J. Wu, "Automatic Detection of Ship Targets Based on Wavelet Transform for HF Surface Wavelet Radar", *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, vol. 14, no. 5, pp. 714-718, May 2017.
- [6] T. Wen-Long, L. Gao-Peng, X. Rong-Qing, "Linearly Constrained Coherent Sidelobe Canceler for Ionosphere Interference Suppression for HFSWR", *International Conference on Pervasive Computing, Signal Processing and Applications*, Harbin, China, pp. 618-623, 2010.
- [7] A. A. Kolosov, *Over The Horizon Radar*. Norwood, MA, USA: Artech House, 1987.
- [8] N. Tošić, "Mitigacija negativnog efekta radijacionog LED šuma na kratkotalasni radar metodama obrade RD slike", doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, 2020.
- [9] N. Tošić, A. Samčović, D. Nikolić, D. Drajić, N. Lekić, "An Algorithm for Detection of Electromagnetic Interference in High Frequency Radar Range-Doppler Images Caused by LEDs", *IEEE Access*, vol. 7, pp. 84413-84419, June 2019.
- [10] A. Samčović, *Multimedijalne komunikacije*, Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, 2015.
- [11] S. C. Gupta, V. K. Kapoor, *Fundamentals of mathematical statistics*, 10th ed. New Delhi, India: Sultan Chand and Sons, 2000.

**Abstract:** *High Frequency (HF) radar analyzed in this paper is primarily used to detect ships at sea. This radar uses vertically polarized electromagnetic waves to achieve ship detection as targets of interest, and the primary area to be covered is the Exclusive Economic Zone. The performance of HF radars can be reduced mostly due to external interference, and the primary interference that will be analyzed in this paper originates from electromagnetic noise due to interference caused by LED light. The RD image can be extracted as one of the steps in processing the received signal and represents a two-dimensional image where the spectral power density of the radar echo signal is shown. With the help of sophisticated analysis applied to the RD image, a multimedia analysis was performed, as well as a statistical analysis of the histogram of the RD image.*

**Keywords:** *electromagnetic interference, image processing, high frequency radar, radiation LED noise*

### STATISTICAL AND MULTIMEDIA ANALYSIS OF RADAR IMAGE IN THE PRESENCE OF LED NOISE

Andreja Samčović, Nikola Tošić, Dejan Drajić, Nenad Dumbelović

## UNAPREĐENJE MODELA PROPAGACIJE U ZATVORENOM PROSTORU ZA NS-3 SIMULATOR

Marija Malnar, Nenad Jevtić, Pavle Bugarčić  
Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet,  
m.malnar@sf.bg.ac.rs, n.jevtic@sf.bg.ac.rs, p.bugarcic@sf.bg.ac.rs

**Rezime:** *Za analizu performansi bežičnih mreža primena mrežnih simulatora pokazala se kao veoma efikasno rešenje. Jedan od najpoznatijih i često korišćenih simulatora je Network simulator 3 (NS-3) koji u sebi sadrži različite module zadužene za modelovanje brojnih tehnologija, protokola i propagacije radio signala. Kreiranje propagacionih modela u zatvorenim okruženjima predstavlja izazovan problem imajući u vidu da treba da obuhvati različite vrste i oblike prostorija kroz koje se signal prostire. Trenutna verzija NS-3 simulatora ograničena je na primenu veoma jednostavnog building modela koji omogućava definisanje zgrade sa određenim brojem spratova i prostorija pravougaone osnove i istih dimenzija. Iz tog razloga, u ovom radu unapređen je postojeći building model kako bi se obezbedilo modelovanje propagacije signala u zgradama sa prostorijama različitih dimenzija. Model je realizovan definisanjem posebnih sekcija, koje mogu sadržati jednu ili više istih prostorija. Sekcije se dalje kombinuju tako da formiraju kompleksnu zgradu sa proizvoljno pozicioniranim prostorijama različitih dimenzija. Za definisanje slabljenja u kompleksnoj zgradi predložen je i odgovarajući propagacioni model. Implementacija predloženog modela u NS-3 simulatoru može se koristiti za analizu širokog spektra bežičnih mreža realizovanih u kompleksnim zatvorenim okruženjima.*

**Ključne reči:** *bežične mreže, propagacija u zatvorenom prostoru, mrežni simulator, NS-3, building model*

### 1. Uvod

Godinama unazad najveći broj modela propagacije radio signala odnosio se na prenos signala u spoljašnjoj sredini, obuhvatajući propagaciju mikro i makro ćelija. Međutim, sa razvojem tehnologije i povećanjem broja korisnika bežičnih mreža, razvijanjem bežičnih lokalnih (WLAN, *Wireless Local Area Networks*), personalnih, (WPAN, *Wireless Personal Area Networks*), telesnih (WBAN, *Wireless Body Area Networks*) i senzorskih (WSN, *Wireless Sensor Networks*) mreža došlo je do potrebe za razvijanjem modela za propagaciju u zatvorenom prostoru [1]. Korisnici očekuju pristup bežičnom signalu u svojim domovima, prodavnicama, hotelima, restoranima, tržnim centrima, odnosno, bežičan pristup bilo gde i bilo kada. Kako bi se ispunila očekivanja

korisnika i poboljšao kvalitet servisa, QoS (*Quality of Service*) bežičnih mreža u zatvorenim prostorima, analiza, istraživanje i modelovanje pokrivenosti i propagacije radio signala u ovim okruženjima postaju sve važniji.

Jedan od izazovnih zadataka prilikom planiranja bežične mreže u zatvorenom prostoru je određivanje optimalne lokacije pristupnih tačaka, AP (*Access Points*). Iz tog razloga, dobra predikcija prijemne snage, RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) osnovni je zadatak kada se istražuje pokrivanje AP. Usled kompleksnosti i velike dinamičnosti nivoa radio signala, kao i uticaja drugih bežičnih mreža na nivo signala koji se ne mogu unapred predvideti, prijemna snaga može se analizirati samo kao procena stvarne vrednosti.

Najbolji način za predikciju nivoa snage signala na prijemu je da se izvrši veliki broj merenja na osnovu kojih će se izabrati odgovarajući model, odnosno odrediti empirijska formula za određivanje nivoa snage signala. Međutim, obimna merenja je često veoma teško, a ponekad i nemoguće izvršiti, najčešće usled visoke cene kvalitetne merne opreme i potrebnog vremena za sprovođenje merenja. U tim situacijama, modelovanje signala simulacijom pokazalo se kao veoma efikasno rešenje. Iz tog razloga, korišćenje postojećih empirijskih propagacionih modela i simulacija propagacije signala u zatvorenom prostoru imaju važnu ulogu u planiranju mreže.

Imajući u vidu da je simulacija često korišćen alat za modelovanje mreže, kao i da se performanse računara konstantno unapređuju, ne iznenađuje činjenica da se danas koristi veliki broj mrežnih simulatora. Najčešće korišćeni simulatori otvorenog koda (*open source*) su *Objective Modular Network Test-bed* in C++ (OMNET++) [2], *Global Mobile Information System Simulator* (GloMoSim) [3], *Network Simulator 2* (NS-2) [4], *Network Simulator 3* (NS-3) [5]-[6], itd. Dva veoma popularna komercijalna simulatora su *OPTimized Network Engineering Tools* (OPNET) [7] i QualNet [8].

NS-3 je relativno nov simulator čija osnova (*core*) podržava paralelno izvršavanje, sadrži veliki broj modula kojima se mogu modelovati brojne tehnologije, protokoli i propagacija radio signala. Imajući u vidu da je nadogradnja postojećih modela relativno jednostavna, nije iznenađujuće što je NS-3 sve popularniji i češći izbor u istraživačkoj i nastavnoj zajednici. Iako osnovna verzija simulatora sadrži mnogo modela, trenutno je za modelovanje propagacije u zatvorenom prostoru NS-3 ograničen na primenu veoma jednostavnog *building* modela koji omogućava definisanje zgrade sa određenim brojem spratova i prostorija pravougaone osnove i istih dimenzija. Problem kod ovakvog modelovanja ogleda se u tome što efikasan model treba da obuhvati različite vrste i oblike prostorija kroz koje se signal prostire. Iz tog razloga, u ovom radu, predložen je nov *complex building* model, kao unapređenje postojećeg *building* modela, sa ciljem da se obezbedi modelovanje propagacije signala u zgradama sa prostorijama različitih dimenzija.

Model je realizovan definisanjem posebnih sekcija, koje mogu sadržati jednu ili više istih prostorija, a koje se dalje mogu kombinovati u formi kompleksne zgrade sa različitim proizvoljno pozicioniranim prostorijama. Kako bi se opisalo slabljenje u kompleksnoj zgradi predložen je i odgovarajući propagacioni model. Implementacija predloženog modela u NS-3 simulatoru može se koristiti za analizu širokog spektra bežičnih mreža realizovanih u kompleksnim zatvorenim okruženjima.

Rad je organizovan na sledeći način. U drugom poglavlju dat je detaljan opis postojećeg *building* modela i predloženog unapređenja, nazvanog *complex building* model.

U trećem poglavlju prikazani su rezultati simulacije, odnosno nivoi signala signala na prijemnim čvorovima u jednoj zgradi sa kompleksnim tlocrtom koji sadrži veći broj prostorija različitih dimenzija. U okviru poslednjeg, četvrtog poglavlja data su zaključna razmatranja i planovi za dalja istraživanja.

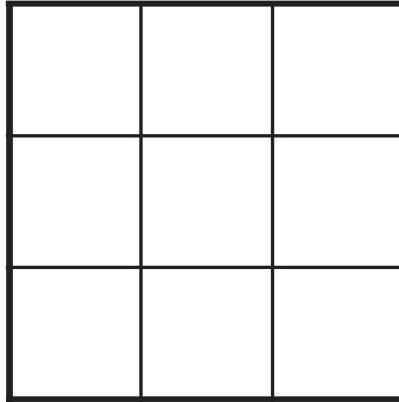
## 2. Opis postojećeg i predloženog *building* modela

Prilikom simulacije paketskog saobraćaja između WANET (*Wireless Ad hoc Networks*) čvorova, često se javlja potreba da se ti čvorovi, odnosno predajnici i prijemnici signala, rasporede unutar nekog zatvorenog prostora. Za implementaciju ovakvog okruženja NS-3 simulator nudi jednostavan *building* model. Ovaj model omogućava definisanje zgrade određenih dimenzija, tipa, vrste spoljašnjih zidova, broja spratova, kao i broja prostorija po dve ose na istom spratu. Od izabranog tipa zgrade zavisice nivo slabljenja signala pri prolasku kroz unutrašnje zidove, a od vrste spoljašnjih zidova zavisice slabljenje signala pri prolasku kroz spoljašnje zidove.

Za definisanje slabljenja u kombinovanom (*indoor* i *outdoor*) okruženju najčešće se koristi hibridni propagacioni model. Hibridni model predstavlja kombinaciju standardnih empirijskih modela (Okumura-Hata model, COST231, ITU-R P.1411, ITU-R P.1238) koji mogu proceniti gubitke usled propagacije na učestanostima od 200 do 2600 MHz u različitim okruženjima (urbano, suburbano ili otvoren prostor), uključujući i zgrade (tj. *indoor* i *outdoor* okruženja). Atributi koje je moguće definisati kod ovog modela su frekvencija, prag prelaska iz LoS (*Line-of-Sight*) u NLoS (*Non-Line-of-Sight*) okruženje u metrima, tip okruženja, veličina grada, visina nivoa krova, standardna devijacija normalne raspodele koja se koristi za izračunavanje parametra *shadowing* (*shadow fading* ili *slow fading*) [9] kod *outdoor* čvorova, standardna devijacija normalne raspodele koja se koristi za izračunavanje parametra *shadowing* kod *indoor* čvorova, standardna devijacija normalne raspodele koja se koristi za izračunavanje parametra *shadowing* prouzrokovanog prolaskom signala kroz spoljašnje zidove, kao i dodatni gubitak usled prolaska signala kroz unutrašnji zid. Parametar *shadowing* utiče na varijaciju slabljenja signala pri prolasku kroz spoljašnje zidove, unutrašnje zidove, itd.

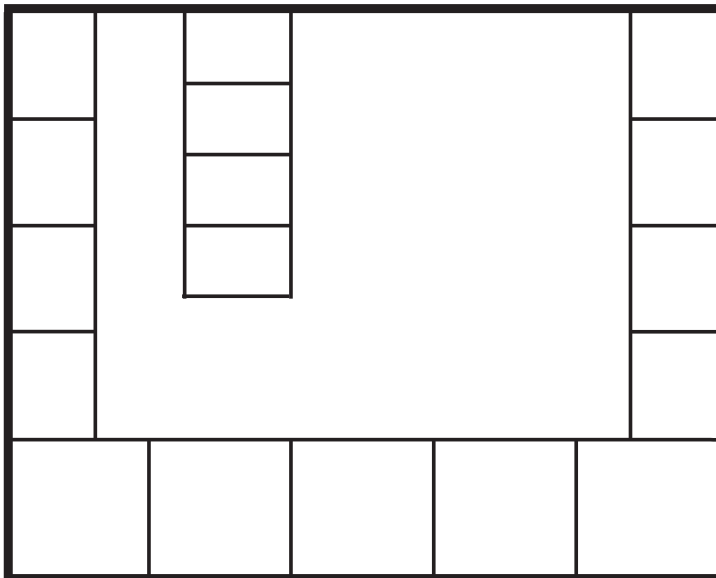
U postojećem *building* modelu definisanje rasporeda i dimenzija prostorija na jednom spratu je prilično ograničeno. Moguće je jedino definisati broj prostorija po širini i dužini, čime će ukupna širina i dužina zgrade biti podeljene na odgovarajući broj jednakih delova. Na ovaj način se kreiraju prostorije istih dimenzija, bez mogućnosti definisanja hodnika koji su prisutni u skoro svakoj realnoj zgradi. Grafički prikaz jednog nivoa zgrade kreirane korišćenjem postojećeg *building* modela, prikazan je na slici 1. Očigledno je da na ovaj način nije moguće kreirati zgradu sa proizvoljnim rasporedom i dimenzijama prostorija.

Kako bi se rešio ovaj problem, u ovom radu je predloženo unapređenje postojećeg *building* modela, nazvano *complex building*, koje omogućava kreiranje zgrade sa proizvoljnim rasporedom prostorija. Primer jedne ovakve zgrade prikazan je na slici 2. Kao što se može videti, prostorije ne moraju biti istih dimenzija, mogu biti proizvoljno pozicionirane, a moguće je i definisanje hodnika proizvoljne veličine. Na ovaj način su značajno proširene mogućnosti kreiranja željene zgrade. Jedini uslov koji mora biti ispunjen je taj da prostorije u zgradi moraju biti pravougaonog oblika.



Slika 1. Primer mogućeg rasporeda prostorija u zgradi kreiranoj korišćenjem postojećeg building modela

Kreiranje *complex building* modela je omogućeno definisanjem novih klasa unutar NS-3 simulatora: *BuildingSection*, *ComplexBuilding* i *HybridComplexBuildings PropagationLossModel*. Klasa *BuildingSection* omogućava definisanje posebnih sekcija unutar zgrade. Svaka od sekcija može da sadrži proizvoljan broj prostorija pravougaonog oblika i istih dimenzija. Ukoliko je potrebno spojiti dve sekcije, moguće je definisati da jedan od krajnjih zidova jedne od sekcija bude izostavljen, kako ne bi došlo do dupliranja zidova, a samim tim i slabljenja signala pri prolasku kroz te zidove.



Slika 2. Primer mogućeg rasporeda prostorija u zgradi kreiranoj korišćenjem complex building modela

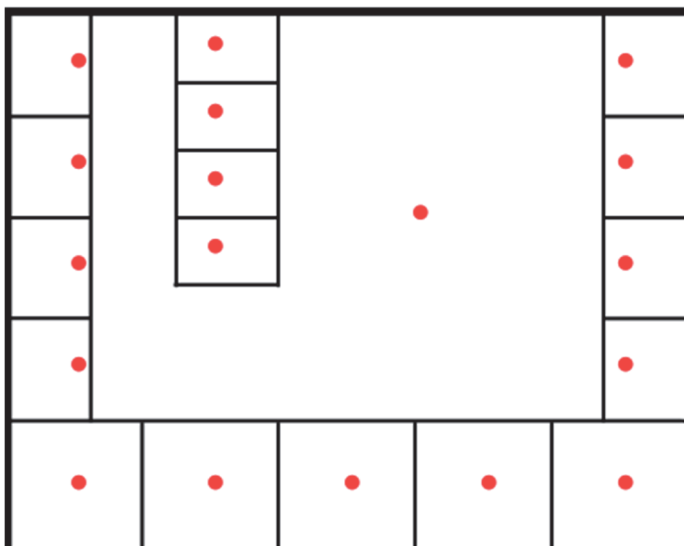


Klasa *ComplexBuilding* kreirana je sa ciljem da sve sekcije budu spojene u jednu kompleksnu zgradu. Ona definiše spoljašnje dimenzije zgrade i omogućava kreiranje neograničenog broja sekcija koje su proizvoljno pozicionirane unutar zgrade. Pozicije sekcija su definisane u klasi *BuildingSection*, uz očigledna ograničenja da sekcije moraju biti unutar kompleksne zgrade i da se sekcije međusobno ne preklapaju.

Za određivanje propagacionog slabljenja u novoj kompleksnoj zgradi predložen je *HybridComplexBuildingsPropagationLossModel*, koji predstavlja modifikaciju postojećeg hibridnog propagacionog modela u NS-3 simulatoru. Slabljenje signala pri prolasku kroz kompleksnu zgradu određuje se kao kod postojećih hibridnog modela na osnovu preporuke ITU-R P.1238 [10] koja se koristi kada su čvorovi u zatvorenom prostoru, odnosno preciznije kada su čvorovi unutar iste zgrade. Prema ovoj preporuci propagacija signala se modeluje prema *One-slope* modelu uz dodatak slabljenja kroz plafone višespratne zgrade. Pri tome faktor slabljenja kroz prostor bez prepreka i slabljenje kroz plafon zavise od učestanosti signala i tipa zgrade. Propagacija kroz unutrašnje zidove zgrade se dodaje na slabljenje iz preporuke ITU-R P.1238. Pri tome se broj zidova između predajnog i prijemnog čvora određuje za svaku sekciju pojedinačno u klasi *BuildingSection*, a zatim sumira za celu zgradu u klasi *ComplexBuilding*.

### 3. Rezultati simulacija

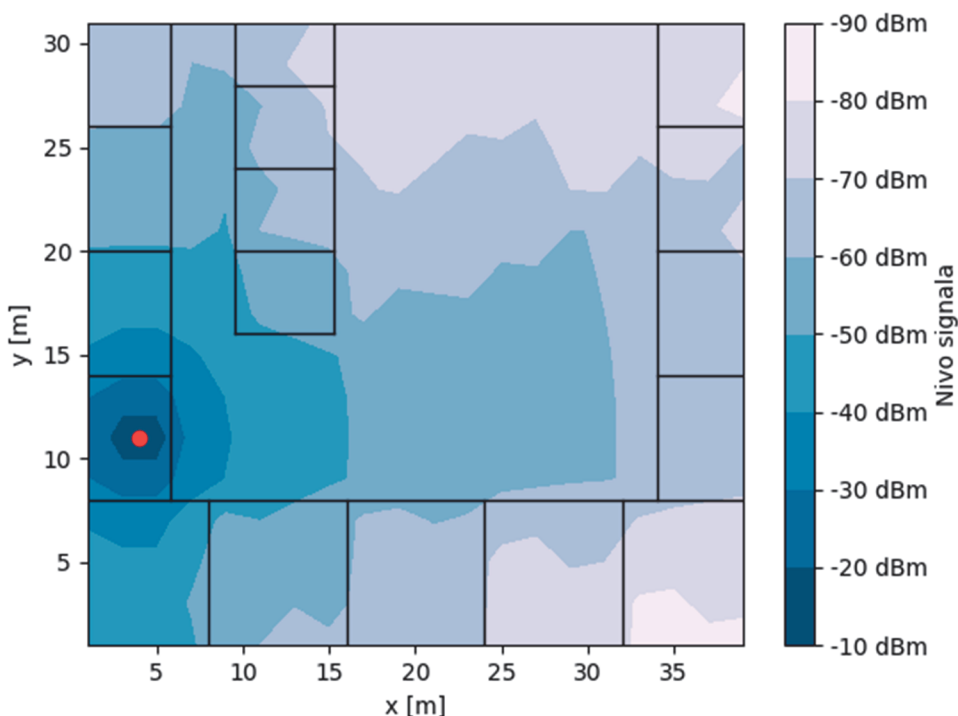
Analiza rezultata simulacija predloženog unapređenja *building* modela prikazani su u nastavku. Korišćena je verzija simulatora NS-3.29. Za potrebe simulacije kreirana je kompleksna zgrada dimenzija 40 m x 32m, sa četiri sekcije od kojih svaka ima veći broj prostorija, kao što je prikazano na slici 3. U svakoj od prostorija postavljena je po jedna pristupna tačka, označena tačkama na slici 3. Za verifikaciju nivoa snage signala u zgradi sa slike postavljena je mreža koja se sastoji od 320 prijemnih čvorova na međusobnom rastojanju od 2 metra.



Slika 3. Tlocrt korišćene zgrade i raspored pristupnih tačaka (AP)

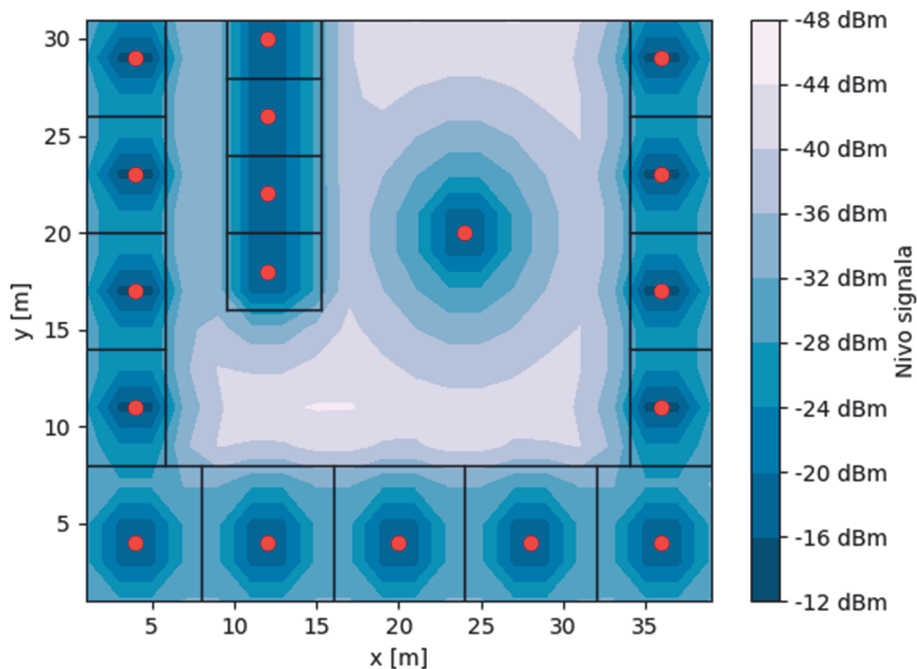
Za analizu nivoa snage signala, za MAC pod-sloj korišćen je standard 802.11b. Kanali su modelovani na osnovu *YansWiFiChannel* kanala i hibridnog propagacionog modela. *User Datagram Protocol* (UDP) je korišćen na transportnom sloju. U svakom AP instalirana je aplikacija koja generiše pakete sa periodom od 1 sekunde i difuzno ih šalje svim čvorovima koji su u dometu. Kako bi se obezbedilo merenje snage signala u prijemnim čvorovima, *YansWiFiChannel* modifikovan je na taj način što je snaga signala na mestu prijema upisana u poseban *tag* koji se pridružuje primljenom paketu. Aplikacije instalirane u prijemnim čvorovima, po prijemu paketa od odgovarajućeg AP, izdvajaju pridruženi *tag* i pamte vrednost nivoa snage signala (izraženu u dBm).

Po završetku simulacije, zapamćene vrednosti nivoa snage signala svih prijemnih tačaka, od svih AP, upisuju se u izlaznu tekstualnu datoteku u CSV (*Comma Separated Value*) formatu. Podaci iz ove datoteke, dalje su obrađeni u programskom jeziku *Python* i grafički prikazani na slikama 4 i 5.



Slika 4. Nivo snage signala u prijemnim čvorovima za jedan izdvojeni AP

Na slici 4 prikazan je nivo snage signala u prijemnim čvorovima za jedan, proizvoljno izabran AP, dok je na slici 5 prikazan nivo snage signala za sve AP. Sa slika se uočava da raspodela nivoa prijemnog signala prati očekivane vrednosti čime se može verifikovati ispravnost predloženog unapređenja *building* modela u NS-3 simulator.



Slika 5. Nivo snage signala u prijemnim čvorovima za sve AP

#### 4. Zaključak

Postojeći model za propagaciju bežičnih signala u zatvorenom prostoru u NS-3 simulatoru je veoma ograničen po pitanju definisanja unutrašnjih prostorija zgrade, što značajno degradira kvalitet i verodostojnost simulacionih analiza bežičnih mreža u ovakvim okruženjima. Iz tog razloga, u ovom radu opisano je jedno unapređenje postojećeg modela zgrade koje uvodi mogućnost definisanja prostorija proizvoljnih dimenzija i samim tim nudi realniji model propagacije bežičnih signala u zatvorenom prostoru. U cilju daljeg unapređenja modela, planira se razvoj složenijih sekcija koje uključuju mogućnost uvođenja različitih parametara koji opisuju slabljenje kroz različite prostorije (hodnike, amfiteatre, kancelarije, učionice, laboratorije, liftove, i sl.), kao i različitih koeficijenata slabljenja za unutrašnje zidove zgrade. Ovakav pristup svakako zahteva i uvođenje različitih parametara *shadow fading*-a za različite tipove unutrašnjih zidova. Ovakvim pristupom mogu se realnije simulirati scenariji u poslovnim zgradama gde se često sreću pregradni zidovi različitih debljina koji su napravljeni od različitih materijala, koji se značajno razlikuju u pogledu slabljenja nivoa bežičnog signala.

#### Literatura

- [1] A. Neskovic, N. Neskovic, G. Paunovic, "Modern approaches in modeling of mobile radio systems propagation environment", *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 3, no. 3, pp. 2–12, 2000.
- [2] OMNet++, [Online]. Available at: <http://www.omnetpp.org/>

- [3] GloMoSim, [Online]. Available at: <http://pcl.cs.ucla.edu/projects/glomosim/>
- [4] NS-2, [Online]. Available at: <http://www.isi.edu/nsnam2>
- [5] K. Wehrle, M. Gunes, J. Gross, *Modeling and Tools for Network Simulation*, Berlin, Springer, 2010.
- [6] NS-3, [Online]. Available at: <http://www.nsnam.org/>
- [7] X. Chang, "Network simulations with OPNET", *IEEE Simulation Conference*, vol. 1, pp. 307–314, 1999.
- [8] Qualnet, [Online]. Available at: <https://www.scalable-networks.com/qualnet-network-simulation>
- [9] M. Gudmundson, "Correlation model for shadow fading in mobile radio systems", *Electronics Letters*, vol. 27, no. 23, pp. 2145 – 2146, 1991.
- [10] Recommendation P.1238: *Propagation data and prediction methods for the planning of indoor radiocommunication systems and radio local area networks in the frequency range 300 MHz to 450 GHz*, Available at: <https://www.itu.int/rec/R-REC-P.1238/en>.

**Abstract:** *For the analysis of wireless network performance, the application of network simulators has proven to be a very efficient solution. One of the most popular and frequently used simulators is Network Simulator 3 (NS-3), which contains various modules used for modeling numerous technologies, protocols, and radio signal propagation. Having in mind that indoor environments often have different room types and shapes, creating an adequate propagation model for this kind of environment is a challenging task. The current version of the NS-3 simulator is limited to the application of a very simple building model that allows the definition of a building with a certain number of floors and rooms of rectangular base and the same dimensions. For this reason, in this paper, we have improved the existing building model in order to provide signal propagation modeling in buildings with rooms of different shapes and dimensions. The model is realized by defining special sections, which can contain one or more equal rooms. With the further combination of sections, a complex building with arbitrarily positioned rooms of different dimensions is formed. An appropriate propagation model has been proposed to define the attenuation in a complex building. The implementation of the proposed model in the NS-3 simulator can be used to analyze a wide range of wireless networks implemented in complex closed environments.*

**Keywords:** *wireless networks, indoor propagation, network simulator, NS-3, building model*

## IMPROVEMENT OF INDOOR PROPAGATION MODEL FOR NS-3 SIMULATOR

Marija Malnar, Nenad Jevtić, Pavle Bugarčić

## PRIMENE SOFTVERSKIH ALATA U BIG DATA ANALIZI SENZORSKIH PODATAKA U SAOBRAĆAJU

Slađana Janković, Dušan Mladenović  
Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet,  
s.jankovic@sf.bg.ac.rs, d.mladenovic@sf.bg.ac.rs

**Rezime:** Za prikupljanje podataka o drumskom saobraćaju koriste se statički senzori integrisani u putnoj infrastrukturi i senzori dostupni na vozilima i uređajima za navigaciju. Senzori različitih vrsta omogućavaju: brojanje i klasifikaciju vozila na saobraćajnicama, merenje prosečne brzine vozila, proveru zauzetosti saobraćajnih traka, kao i automatsku detekciju incidenata (vožnja u suprotnom smeru, objekti pali sa vozila, požar ili saobraćajna nezgoda). Senzorski podaci u drumskom saobraćaju poseduju sva četiri ključna Big Data obeležja, koja se odnose na: količinu, brzinu pristizanja novih podataka, raznovrsnost u pogledu struktuiranosti podataka i nepouzdanost. Ovaj rad istražuje mogućnosti primene softverskog alata Weka u obavljanju data mining poslova u Big Data analizi senzorskih podataka u drumskom saobraćaju. Weka omogućava: pripremu podataka, klasifikaciju, klasterovanje, selekciju relevantnih atributa, učenje pravilom asocijacije i vizuelizaciju podataka. U radu je demonstrirana primena tehnike klasifikacije u alatu Weka, na podacima koji predstavljaju karakteristike intenziteta saobraćajnih tokova, na izabranim deonicama puteva u Republici Srbiji, na mesečnom nivou.

**Ključne reči:** Big Data analitika, Weka, mašinsko učenje, senzorski podaci, automatski brojači saobraćaja

### 1. Uvod

Intelligentni transportni sistemi koriste Big Data tehnologije sa ciljem da povećaju energetska efikasnost, unaprede bezbednost saobraćaja, smanje zagađenje vazduha i ublaže saobraćajne gužve [1]. Različiti sistemi za prikupljanje podataka o saobraćajnim tokovima i Big Data tehnologije za skladištenje i obradu prikupljenih podataka, omogućili su ekspanziju primene neparametarskih metoda analize podataka u ovoj oblasti [2]. Senzorske tehnologije danas predstavljaju jedan od glavnih stubova na kojima počiva prikupljanje podataka o saobraćaju. Senzorski podaci poseduju sva ključna Big Data obeležja, koja se odnose na: količinu, brzinu pristizanja novih podataka, raznovrsnost u pogledu struktuiranosti podataka i nepouzdanost podataka. Stoga ova vrsta podataka zahteva primenu neke od tehnika Big Data analize. U ovom radu istraživane su mogućnosti primene jedne od neparametarskih metoda predikcije (nadgledanog

mašinskog učenja) za analizu podataka o saobraćaju, prikupljenih uz pomoć senzorskih tehnologija.

Predviđanje intenziteta protoka vozila smatra se ključnim elementom za uspešno projektovanje i razvoj inteligentnih transportnih sistema, posebno naprednih informacionih sistema u prevozu putnika, naprednih sistema za upravljanje saobraćajem, naprednih sistema javnog prevoza kao i operacija sa komercijalnim vozilima [3]. U ovom istraživanju cilj je bio da se, na raspoloživom skupu podataka o prosečnom mesečnom dnevnom saobraćaju (PMDS) na državnim putevima u Republici Srbiji, obuče i testiraju prediktivni modeli mašinskog učenja i izvrši predikcija PMDS za izabrani vremenski period u budućnosti. Imajući u vidu raspoloživu količinu podataka, prirodu definisanog problema i tehniku koja je izabrana za njegovo rešavanje, ovaj zadatak može se svrstati u zadatke *Big Data* analitike. U cilju rešavanja ovog zadatka istražene su mogućnosti *data mining* softverskog alata *Weka*. U *Weka* okruženju realizovane su sve faze procesa mašinskog učenja i kreirani različiti klasifikacioni i regresioni modeli za predikciju PMDS.

U drugoj sekciji rada biće reči o ulozi senzora u savremenom saobraćaju. Treća sekcija rada sadrži kratak opis studije slučaja, realizovane u okviru ovog istraživanja. U četvrtoj sekciji rada analizirane su neke od mogućnosti primene softverskog alata *Weka* u *Big Data* analizi senzorskih podataka o saobraćaju. U petoj sekciji rada prikazani su i analizirani najznačajniji rezultati studije slučaja. Na kraju rada predstavljeni su zaključci o mogućnostima korišćenja softverskog alata *Weka* u *Big Data* analizi senzorskih podataka u saobraćaju.

## **2. Primena senzora u drumskom saobraćaju**

Širom sveta gradske vlasti i preduzeća zadužena za upravljanje putnom infrastrukturom sve više koriste pametne tehnologije radi uvida i analize saobraćajne situacije u realnom vremenu. Ti podaci im omogućavaju da donose ispravne odluke, prilagođavaju saobraćaj realnoj situaciji na terenu i stalno unapređuju kvalitet života ljudi [4]. Jedna od mera, koja se već pokazala veoma efikasnom u mnogim gradovima, je instalacija saobraćajnih senzora za kontrolu rada svetlosnih saobraćajnih signala. Pametni senzori prikupljaju saobraćajne podatke u realnom vremenu, na raskrsnicama i glavnim ulicama koje predstavljaju takozvana "uska grla" u saobraćaju. Praćenjem saobraćaja na raskrsnicama i ulicama, šeme saobraćajnih signalizacija mogu se prilagoditi obimu saobraćaja, što za rezultat ima smanjenje vremena koje vozila provedu u praznom hodu. Na taj način povećava se protočnost vozila i pešaka i olakšava gradski saobraćaj. Takođe, detektori prisustva pešaka mogu da omoguće pešacima odgovarajuću dužinu trajanja zelenog signala, kao i da isti signal ne aktiviraju ako niko ne prilazi pešačkom prelazu.

Važna uloga saobraćajnih senzora je automatska detekcija incidenata, kao što su: vožnja u suprotnom smeru, objekti pali sa vozila, požar ili saobraćajna nezgoda. Posebno je izražena upotreba pametnih senzora za automatsku detekciju incidenata na mostovima i u tunelima. Detekcija rizičnog ponašanja učesnika u saobraćaju u realnom vremenu omogućava nadležnim službama u kontrolnim centrima da pravovremeno reaguju i primene odgovarajuće mere, na primer - da zaustave voz.

Saobraćajni senzori se takođe mogu koristiti za sakupljanje različitih podataka o saobraćaju (brojanje i klasifikacija vozila, merenje prosečne brzine, zauzetost saobraćajnih traka). Podaci o saobraćaju koriste se u:

- dimenzionisanju putnih deonioca, priključaka i raskrsnica,
- dimenzionisanju kolovoznih konstrukcija,
- dimenzionisanju mera za zaštitu okoline (npr. mere zaštite od buke),
- ekonomskom i finansijskom vrednovanju projekata,
- planiranju upravljanja i održavanja putne infrastrukture [5].

U različitim fazama koriste se različite kategorije podataka o saobraćaju. Tako na primer, u fazi planiranja putno saobraćajne infrastrukture, koristi se pokazatelj koji se zove prosečan godišnji dnevni saobraćaj (PGDS) po vrstama vozila, odvojeno za putnički i teretni saobraćaj.

### 3. Studija slučaja

Na mreži državnih puteva I kategorije u Republici Srbiji instaliran je 391 automatski brojač saobraćaja. Automatski brojači saobraćaja vrše detekciju i klasifikaciju vozila u realnom vremenu, 24 sata u toku dana, 365 dana u godini, u svim vremenskim uslovima, pomoću induktivnih petlji koje se postavljaju u isečen i zaliven utor na asfaltnom sloju kolovozne konstrukcije. Jedan takav brojač saobraćaja prikazan je na slici 1.



*Slika 1. Automatski brojač saobraćaja baziran na induktivnim petljama*

Brojači tipa QLTC-10C kontinuirano broje i klasifikuju vozila u deset kategorija, dok brojači tipa QLTC-8C klasifikuju vozila u osam kategorija. QLTC-10C brojači, npr. razvrstavaju vozila u sledeće kategorije: A0 - Motocikli, A1 - Putnički automobili i Putnički automobili sa prikolicom, A2 - Kombinovana vozila i Kombinovana vozila sa prikolicom, B1 - Laka teretna vozila i Laka teretna vozila sa prikolicom, B2 - Srednje teška teretna vozila, B3 - Teška teretna vozila, B4 - Teška teretna vozila sa prikolicom, B5 - Tegljači sa poluprikolicom, C1 - Autobusi, C2 - Zglobni autobusi, X - Nekategorisana (ostala) vozila.

Za svako vozilo koje detektuje, brojač evidentira: datum, vreme, smer kretanja vozila, redni broj vozila u tom danu za posmatrani smer, saobraćajnu traku, kategoriju vozila i brzinu kretanja vozila. Dobijeni podaci se skladište na memorijske SD (*Secure Digital*) kartice.

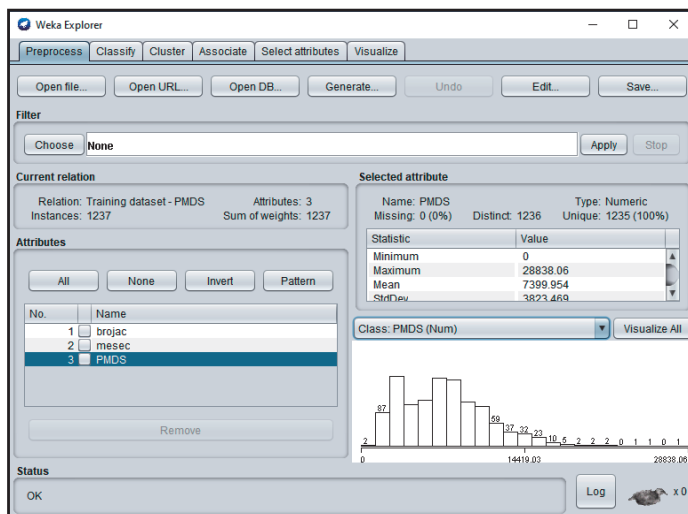
U studiji slučaja korišćeni su podaci dobijeni automatskim brojanjem saobraćaja na državnim putevima u Republici Srbiji, na 21 brojačkom mestu, u periodu od 2011. do 2018. godine. Izabrana brojačka mesta imaju sledeće oznake, odnosno nazive: 1025

(Kraljevo 2), 1026 (Trstenik), 1027 (Pojate), 1046 (Vodice), 1050 (Prijanovci), 1052 (Pridvorica), 1057 (Prijepolje), 1156 (Mojsinje), 1157 (Mrčajevci), 1183 (Trupale Bg-Ni), 1191 (Ineks), 1193 (Kneževići), 1194 (Zlatibor), 1195 (Kokin Brod 2), 1196 (Nova Varoš), 1198 (Gorjani), 1202 (Međuvršje), 1207 (Prijepolje 2), 1208 (Velika Župa), 1225 (Lučina) i 1270 (Preljina). Cilj studije slučaja bio je da se na osnovu istorijskih podataka o prosečnom mesečnom dnevnom saobraćaju (PMDS) na izabranim brojačkim mestima, izvrši predikcija ovog istog pokazatelja intenziteta saobraćaja za narednu kalendarsku godinu.

Za obučavanje modela mašinskog učenja korišćeni su podaci koji se odnose na period od 2011. do 2015. godine, dok su za testiranje modela korišćeni preostali raspoloživi podaci, koji se odnose na period od 2016. do 2018. godine. Za neke brojače nisu bili raspoloživi podaci o PMDS za svaki mesec u posmatranom periodu, tako da se skup podataka za trening sastojao od 1237 instanci, a skup podataka za testiranje od 765 instanci. Atributi korišćenih skupova podataka bili su: brojač (oznaka brojača) i mesec, dok je ciljna varijabla (klasa) bila PMDS.

#### 4. Big Data analiza u softverskom alatu Weka

Softverski alat *Weka* (*Waikato Environment for Knowledge Analysis*) je softver otvorenog koda razvijen na Univerzitetu Waikato na Novom Zelandu. *Weka* omogućava obavljanje različitih *data mining* poslova, kao što su: priprema podataka za analizu, klasifikacija, regresiona analiza, klasterovanje, učenje pravilom asocijacije, selekcija relevantnih atributa i vizuelizacija podataka [6]. Svaki od navedenih poslova obavlja se u zasebnom prozoru grafičkog korisničkog interfejsa softvera *Weka* (*Weka Explorer*), a otvara se izborom odgovarajuće kartice *Weka Explorer*-a (slika 2). Prozor *Preprocess*, prikazan na slici 2, omogućava učitavanje i pripremu raspoloživog skupa podataka za kasniju analizu.

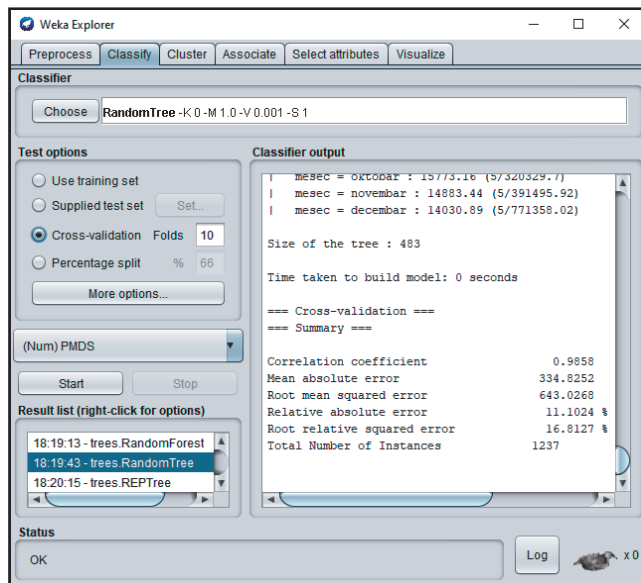


Slika 2. Grafički korisnički interfejs softverskog alata Weka – prozor za pripremu podataka



*Weka* omogućava da se podaci koji će biti predmet analize učitaju iz datoteke, sa URL (*Uniform Resource Locator*) adrese ili iz baze podataka. Osnovni format datoteka koje se mogu učitati u *Weka* okruženje je ARFF (*Attribute-Relation File Format*). To je ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) tekstualna datoteka u kojoj je jedan skup instanci opisan istim atributima. Osim ARFF datoteka i CSV (*Comma-Separated Values*) datoteke pogodne su za učitavanje podataka u *Weka* softver. Učitani skup podataka može se i editovati u prozoru *Preprocess*. Editovanje može da se obavi ručno ili automatizovano, tj. primenom nekog od ugrađenih filtera. Filteri se mogu primenjivati na atribute ili na instance skupa podataka. Filteri atributa omogućavaju različita konvertovanja vrednosti atributa, iz jedne forme u drugu, kao npr.: *NominalToBinary*, *DateToNumeric*, *StringToNominal*, *ChangeDateFormat*, *Discretize*, itd. Filteri instanci omogućavaju sortiranje i filtriranje instanci prema različitim kriterijumima, kao npr.: *Randomize*, *RemovePercentage*, *RemoveRange*, *RemoveWithValues*, *RemoveFrequentValues*, *SubsetByExpression*, itd. U prozoru *Preprocess* atributi raspoloživog skupa podataka mogu se i ručno isključivati i ponovo uključivati. Na slici 2 prikazan je prozor *Preprocess* nakon što je u *Weka Explorer* učitani skup podataka za trening, korišćen u studiji slučaja. Na ovom prozoru mogu se videti nazivi i tipovi atributa skupa podataka, ukupan broj instanci skupa podataka, osnovni statistički podaci o vrednostima svakog atributa, kao i histogram raspodele vrednosti svakog atributa. U ovom prozoru može se izabrati atribut koji će predstavljati zavisnu varijablu ili klasu (engl. *class*) ili se može izabrati da posmatrani skup podataka nema klasu, tj. da je neoznačen.

Prozor *Classify*, prikazan na slici 3, omogućava obučavanje i testiranje modela mašinskog učenja baziranih na različitim klasifikacionim i regresionim algoritmima.



Slika 3. Prozor za izgradnju, validaciju, testiranje i primenu modela mašinskog učenja u softverskom alatu *Weka*

Klasifikacija se odnosi na diskretnu predikciju, odnosno klasifikovanje podataka u definisan, konačan broj klasa. Regresija se, sa druge strane, odnosi na kontinualno predviđanje. Kod regresije, algoritam uči i predviđa kako će se funkcija ponašati u budućnosti, na osnovu istorijskih podataka. Veoma važna funkcionalnost *Weka* softvera je da on prepoznaje i nudi algoritme koji se mogu primeniti na učitanoj skupu podataka. Raspoloživost algoritma uslovljena je pre svega prirodom ciljne promenljive, ali i tipovima atributa skupa podataka. Neki algoritmi mogu se primeniti i na nominalne i na numeričke klase. Kod jednog broja algoritama tolerišu se nedostajuće vrednosti klase, dok kod drugih algoritama za svaku instancu mora postojati vrednost klase. Za svaki algoritam koji je implementiran u softveru *Weka*, jasno su definisana ograničenja koja se odnose na primenu posmatranog algoritma. Algoritmi koji se ne mogu primeniti na učitanoj skupu podataka, ne mogu se ni izabrati u grafičkom korisničkom interfejsu *Weka* softvera (onemogućeni su u prozoru *Classify*). Zbog svega navedenog prozor *Classify* ne može se ni otvoriti dok se ne učita skup podataka u prozoru *Preprocess*.

Svi raspoloživi klasifikatori (algoritmi mašinskog učenja) u *Weka* okruženju podeljeni su na sledeće kategorije: *bayes*, *functions*, *lazy*, *meta*, *misc*, *rules*, *trees*. Kada je u pitanju predikcija bilo kog pokazatelja intenziteta saobraćaja, izraženog u broju vozila u jedinici vremena, softverski alat *Weka* nudi različite algoritme uz pomoć kojih se može pokušati predikcija ove numeričke ciljne varijable (broj vozila). Neki od tih algoritama su: *GaussianProcesses*, *LinearRegression*, *MultilayerPerceptron*, *SMOreg* (iz kategorije *functions*), *IBk*, *KStar*, *LWL* (iz kategorije *lazy*), *M5P*, *RandomForest*, *RandomTree*, *REPTree* (iz kategorije *trees*) [7]. Kakvi će biti rezultati predikcije to se ne može znati unapred. Tek kada se na raspoloživom skupu podataka obuče i testiraju modeli mašinskog učenja i utvrde njihove performanse, postaje jasno da li je neki od raspoloživih *Weka* algoritama upotrebljiv za predikciju konkretne ciljne varijable. Najbolje je da se nad istim skupom podataka primene različiti algoritmi i uporede performanse njima odgovarajućih modela mašinskog učenja [8]. Na osnovu performansi modela donosi se zaključak da li je neki algoritam primenljiv i koji algoritam daje najbolje rezultate.

Nakon izbora algoritma mašinskog učenja, u prozoru *Classify* bira se jedna od četiri ponuđene metode verifikacije modela: korišćenjem celokupnog skupa podataka za obučavanje modela, korišćenjem posebno pripremljenog skupa podataka za testiranje, unakrsna validacija i procentualna podela raspoloživog skupa podataka na skup podataka za obučavanje i skup podataka za testiranje.

Klikom na komandno dugme *Start* u prozoru *Classify* pokreće se proces mašinskog učenja. Rezultati tog procesa prikazuju se u *Classifier output* segmentu prozora *Classify*, a sastoje se od: reprezentacije izgrađenog modela, predikcije dobijene primenom tog modela i performansi modela. Za prediktivne modele kod kojih je ciljna varijabla numerička, kao što je slučaj kod predikcije broja vozila, performanse modela su: koeficijent korelacije, srednja apsolutna greška, kvadratni koren srednje kvadratne greške, relativna apsolutna greška i kvadratni koren relativne kvadratne greške (slika 3).

Kod modela iz kategorije *trees* *Weka* okruženje nudi i mogućnost vizuelizacije stabla odlučivanja.

Važna funkcionalnost softverskog alata *Weka* je mogućnost čuvanja obučenog modela mašinskog učenja na medijumu eksterne memorije. Sačuvani model može se

kasnije učitati u *Weka* okruženje kako bi se izvršila njegova re-evaluacija na skupu podataka za testiranje. Ova mogućnost unapređuje efikasnost procesa mašinskog učenja.

## 5. Rezultati i analiza rezultata

U softverskom alatu *Weka* realizovan je proces mašinskog učenja i predikcija prosečnog mesečnog dnevnog saobraćaja (PMDS) na izabranim brojačkim mestima, za narednu kalendarsku godinu.

U tabeli 1 prikazane su performanse sedam modela predikcije PMDS merene na skupu podataka za trening. Lako se uočava da modeli bazirani na algoritmima iz kategorije *functions* (*Linear Regression* i *SMOreg*) imaju značajno slabije performanse od ostalih pet kreiranih i obučenih modela. Poređenja radi, koeficijent korelacije ova dva modela iznosi oko 0.4, dok koeficijent korelacije ostalih modela iznosi preko 0.9. Takođe, sve mere greške ova dva modela imaju vrednost za red veličine veću od vrednosti mera greške ostalih modela. Na taj način, za testiranje su kao najbolji izabrani modeli koji na skupu podataka za trening imaju koeficijent korelacije veći od 0.9. To su modeli bazirani na sledećim algoritmima: *IBk*, *M5P*, *Random Forest*, *Random Tree* i *REPTree*. U tabeli 2 prikazane su njihove performanse merene na skupu podataka za testiranje.

Tabela 1. Performanse sedam modela predikcije merene na skupu podataka za trening

Algoritam	Koeficijent korelacije	Srednja apsolutna greška	Kvadratni koren srednje kvadratne greške	Relativna apsolutna greška (%)	Kvadratni koren relativne kvadratne greške (%)
Linear Regression	0.4097	2885.822	3487.1333	95.6906	91.175
SMOreg	0.3891	2883.9394	3538.0019	95.6281	92.505
IBk	0.9843	337.5301	676.6501	11.1921	17.6918
M5P	0.9052	1011.7437	1669.4497	33.5483	43.6496
Random Forest	0.9852	374.6306	657.77	12.4223	17.1981
Random Tree	0.9858	334.8252	643.0268	11.1024	16.8127
REPTree	0.9102	931.0314	1582.7682	30.8719	41.3832

Ako se uporede performanse modela merene na skupu podataka za testiranje, sa performansama modela merenim na skupu podataka za obučavanje, uočava se da kod algoritama *IBk*, *Random Forest* i *Random Tree* nešto bolje performanse imaju modeli za trening. Ovakvi rezultati pokazuju da kod tih modela mašinskog učenja ne postoji problem prevelikog podudaranja (eng. *overfitting*) i da se mogu koristiti za predikciju. Za modele bazirane na algoritmima *M5P* i *REPTree* može se uočiti da je prisutan problem prevelikog podudaranja, tako da se oni ne mogu koristiti za predikciju.

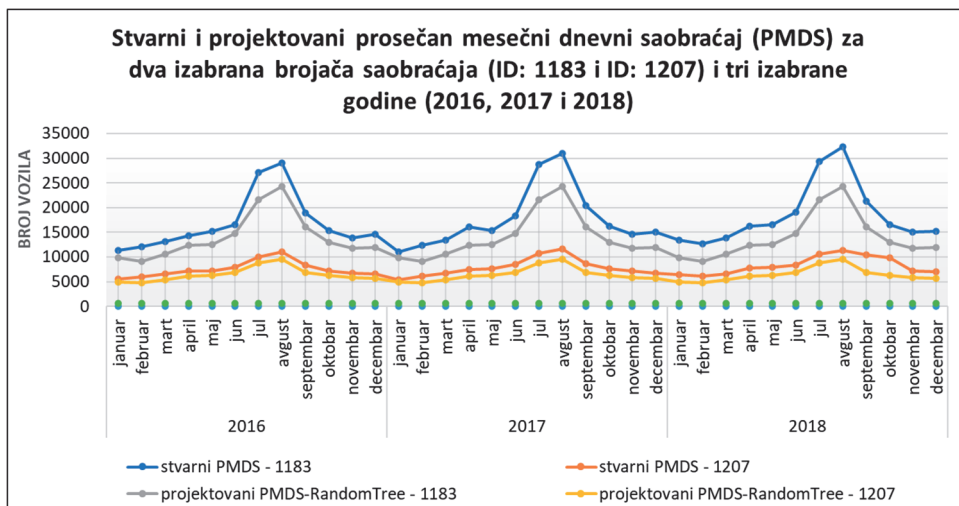
Analizirajući performanse modela *IBk*, *Random Forest* i *Random Tree* merene na skupu podataka za testiranje (tabela 2) uočava se da model baziran na algoritmu *Random Tree* ima najbolje performanse. Naime, ovaj model ima koeficijent korelacije 0.9812, kao i model baziran na algoritmu *IBk*, ali su njegove mere greške nešto manje od

greška *IBk* modela. Stoga je za predikciju vrednosti ciljne varijable u budućnosti izabran model baziran na algoritmu *Random Tree*.

Tabela 2. Performanse pet najboljih modela predikcije merene na skupu podataka za testiranje

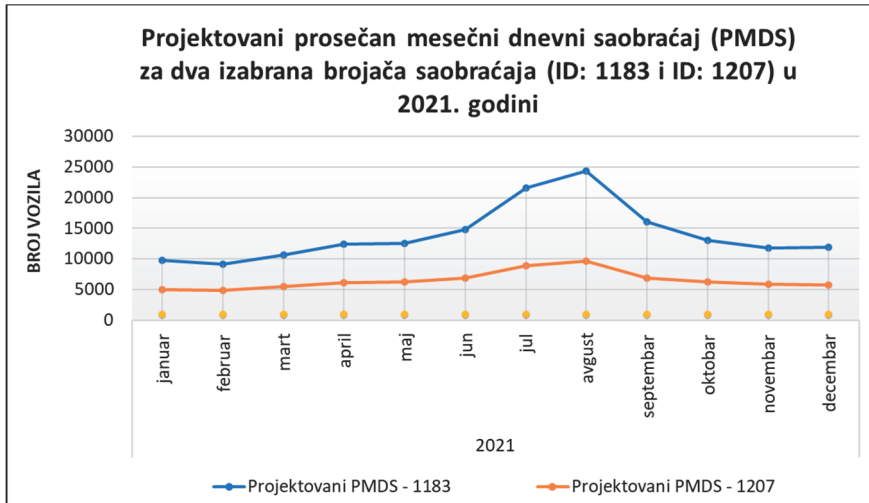
Algoritam	Koeficijent korelacije	Srednja apsolutna greška	Kvadratni koren srednje kvadratne greške	Relativna apsolutna greška (%)	Kvadratni koren relativne kvadratne greške (%)
IBk	0.9812	1267.7229	1609.0712	35.7986	34.9354
M5P	0.9477	1608.0937	2222.224	44.8492	47.0715
Random Forest	0.9807	1256.0444	1623.694	35.0307	34.3934
Random Tree	0.9812	1253.33	1607.7056	34.955	34.0547
REPTree	0.9561	1481.1124	1888.083	41.3077	39.9937

Na grafikonu prikazanom na slici 4 može se videti odnos stvarnog i projektovanog PMDS za dva izabrana brojača saobraćaja (1183 i 1207) i period od 2016-2018. Projekcija PMDS izvršena je korišćenjem modela baziranog na algoritmu *Random Tree*. Na grafikonu se jasno vidi da predikcija PMDS izvršena na skupu podataka za testiranje dobro prati stvarne vrednosti PMDS u posmatranom periodu (slika 4).



Slika 4. Stvarni i projektovani prosečan mesečni dnevni saobraćaj (PMDS) za dva izabrana brojača saobraćaja i tri izabrane godine

Rezultati predikcije PMDS na dva brojačka mesta (1183 i 1207) za 2021. godinu prikazani su na slici 5.



Slika 5. Projekтовани prosečan mesečni dnevni saobraćaj (PMDS) za dva izabrana brojača saobraćaja u 2021. godini

## 6. Zaključak

U sprovedenoj studiji slučaja, u softverskom alatu *Weka*, obučavani su modeli mašinskog učenja za predikciju prosečnog mesečnog dnevnog saobraćaja, bazirani na algoritmima: *Linear Regression*, *SMOreg*, *IBk*, *M5P*, *Random Forest*, *Random Tree* i *REPTree*. Na skupu podataka za trening, modeli bazirani na regresionim stablima odlučivanja i model baziran na *IBk* algoritmu pokazali su značajno bolje performanse od modela iz kategorije *functions* (*Linear Regression* i *SMOreg*). Stoga su na skupu podataka za testiranje testirani samo ovi modeli. Kod modela baziranih na algoritmima *IBk*, *Random Forest* i *Random Tree* nije uočen problem prevelikog podudaranja, dok je kod modela *M5P* i *REPTree* ovaj problem prisutan. Među zadovoljavajućim modelima (*IBk*, *Random Forest* i *Random Tree*) najbolje performanse imao je model baziran na algoritmu *Random Tree*, tako da je predikcija prosečnog mesečnog dnevnog saobraćaja izvršena korišćenjem ovog modela.

Softverski alat *Weka* pokazao je sledeće značajne osobine: posedovanje ugrađenih filtera koji omogućavaju različite transformacije podataka u fazi pripreme podataka; automatsko prepoznavanje algoritama koji se mogu koristiti na raspoloživom skupu podataka i efikasna primena obučenog modela na novim skupovima podataka. Na taj način nametnuo se zaključak da se *Weka* može efikasno koristiti u *Big Data* analizi senzorskih podataka u saobraćaju.

## Zahvalnica

Ovaj rad delimično je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

## Literatura

- [1] D. Ni, "Traffic Sensing Technologies - Characteristics, Experimental Methods, and Numerical Techniques", *Traffic Flow Theory*, Waltham, 2015, pp. 14-29.
- [2] S. Janković, S. Zdravković, D. Mladenović, S. Mladenović, A. Uzelac, "Predikcija obima saobraćaja korišćenjem regresionih stabala odlučivanja", *XLVII Simpozijum o operacionim istraživanjima - SYM-OP-IS '20, 20-23. septembar 2020, Beograd, Srbija, Zbornik radova*, str. 287-292, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet
- [3] Y. Lv, Y. Duan, W. Kang, Z. Li and F. Wang, "Traffic Flow Prediction With Big Data: A Deep Learning Approach", *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 16, no. 2, pp. 865-873, 2015.
- [4] eKapija, "Pametni senzori unapređuju kvalitet saobraćaja", 07.06.2018., Available at: <https://www.ekapija.com/news/2139946/pametni-senzori-unapredjuju-kvalitet-saobracaja-uredjaji-kompanije-flir-systems-analiziraju-podatke-i>
- [5] Javno preduzeće Putevi Srbije, *Priručnik za projektovanje puteva u Republici Srbiji*, Javno preduzeće Putevi Srbije, Beograd 2012.
- [6] I. Witten, E. Frank, M. Hall, C. Pal, *Data Mining, Practical Machine Learning Tools and Techniques*, Morgan Kaufmann Publishers, 2016.
- [7] Y. Wang, and I. H. Witten, *Induction of model trees for predicting continuous classes*, The University of Waikato, Hamilton, New Zealand, 1996.
- [8] Y. Xu, Q. Kong, and Y. Liu, "Short-term traffic volume prediction using classification and regression trees", *Proceedings of the 2013 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, 2013, Gold Coast, Australia, pp. 493-498.

**Abstract:** *Static sensors integrated in the road infrastructure, sensors located on vehicles and navigation devices are used to collect road traffic data. Various types of sensors enable counting and classification of vehicles on roads, measuring the average speed of vehicles, checking the occupancy of traffic lanes, as well as automatic detection of incidents (driving in the opposite direction, objects falling from vehicles, fire or traffic accident). Sensory data in the road traffic has all four key Big Data features, relating to: volume, speed of generating new data, diversity in terms of data structure and unreliability. This paper explores the possibilities of applying the Weka software tool in performing data mining operations in Big Data analysis of sensor data in the road traffic. Weka enables: data preparation, classification, clustering, selection of relevant attributes, association rule learning and data visualization. The paper demonstrates the application of the classification technique in the Weka tool, on data that represent the characteristics of traffic flow intensity, on selected sections of roads in the Republic of Serbia, on a monthly basis.*

**Keywords:** *Big Data analytics, Weka, machine learning, sensory data, automatic traffic counters*

### APPLICATIONS OF SOFTWARE TOOLS IN BIG DATA ANALYSIS OF SENSOR DATA IN TRAFFIC

Sladana Janković, Dušan Mladenović

## INDEKS AUTORA

Andrejić Milan	11	Milutinović Jelena	131
Andrijanić Ivana	195	Mitrović Slobodan	185
Blagojević Mladenka	141	Mladenović Dušan	239
Bojović Nebojša	31	Mladenović Snežana	195
Boštjančič Rakas Slavica	155	Mostarac Katarina	115
Bugarčić Pavle	231	Ninović Milena	91
Cvitić Ivan	203	Osvald Marjan	97
Čačić Nataša	97	Ožegović Spasenija	105
Čupić Aleksandar	41	Paunović Goran	79
Dabić-Miletić Svetlana	21	Peraković Dragan	203
Dimitrijević Branka	41	Periša Marko	203
Dobrodolac Momčilo	121	Petrović Ljubica	53
Drajić Dejan	223	Petrović Marijana	67
Dumbelović Nenad	223	Petrović Vladeta	3
Dumnić Slavija	91	Petrović Vujačić Jelica	59
Dupljanin Đorđije	91	Popović Đorđe	131
Đogatović Marko	213	Radojičić Valentina	185
Janković Slađana	239	Radonjić Đogatović Vesna	213
Jevtić Nenad	231	Rakić Estera	115
Jovanović Bojan	97	Samčović Andreja	223
Kavran Zvonko	115	Simić Vladimir	41
Knežević Nikola	31	Stanivuković Bojan	121
Kostić-Ljubisavljević Aleksandra	175	Stojanović Mirjana	155
Kujačić Momčilo	105	Stojanović-Višić Biljana	3
Lazarević Dragan	121	Šarac Dragana	105
Malnar Marija	231	Tomić-Petrović Nataša	53
Marković Dejan	141	Tonković Filip	115
Marković Goran	165	Tošić Nikola	223
Marković-Petrović Jasna	155	Trubint Nikola	91
Martinez de Yuso Alicia	31	Unterberger Marija	105
Mikavica Branka	175	Uzelac Ana	195
Miladić-Tešić Suzana	165	Zdravković Stefan	195
Milenković Miloš	31	Zorić Petra	203
Miljković Marko	59		

CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна библиотека Србије, Београд

621.39(082)  
004.72:316.774(082)  
004.738.5:339(082)  
656.8(497.11)(082)

**СИМПОЗИЈУМ о новим технологијама у поштанском и  
телекомуникационом саобраћају (38 ; 2020 ; Београд)**

Zbornik radova / Trideset osmi Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju PosTel 2020, Beograd, 1. i 2. decembar 2020. godine ; [organizator] Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Odsek za poštanski i telekomunikacioni saobraćaj ; editori Valentina Radojčić ... [et al.]. - Beograd : Univerzitet, Saobraćajni fakultet, 2020 (Zemun : Pekograf). - X, 249 str. : ilustr. ; 24 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tiraž 200. - Str. V-VI: Predgovor / editori. - Napomene i bibliografske reference uz radove. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts. - Registar.

ISBN 978-86-7395-431-8

а) ПТТ саобраћај -- Зборници б) ПТТ служба -- Организација -- Србија -- Зборници в) Мултимедијалне комуникације -- Зборници г) Електронско пословање -- Зборници д) Телекомуникационе мреже -- Зборници

COBISS.SR-ID 25865225





МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ,  
НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ



Република Србија

Министарство  
трговине, туризма  
и телекомуникација



РЕПУБЛИКА СРБИЈА  
**РАТЕЛ**  
РЕГУЛАТОРНА АГЕНЦИЈА ЗА  
ЕЛЕКТРОНСКЕ КОМУНИКАЦИЈЕ  
И ПОШТАНСКЕ УСЛУГЕ



**SES**  
SOUTH EASTERN EUROPE

