

**UTICAJ IZMENE REŽIMA SAOBRAĆAJA NA KVALITET USLUGE - STUDIJA
SLUČAJA LINIJA BROJ 2 NOVI SAD****THE IMPACT OF CHANGE IN THE TRAFFIC REGIME ON THE QUALITY OF
SERVICE - CASE STUDY OF LINE NUMBER 2 IN NOVI SAD**

Maja Romandić, Pavle Pitka, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO

Kratka sadržaj – *Povremeno zatvaranje pojedinih delova ulične mreže u gradu dovodi do potrebe za izmenama režima saobraćaja, a između ostalog i do promena trasa pojedinih linija. Privremene, nove trase linije u zavisnosti od situacije predstavljaju manju ili veću devijaciju u odnosu na postojeću trasu, što može različito da utiče na kvalitet usluge. Takođe, ulična mreža često dozvoljava više varijanti trasa jedne linije. U okviru ovog rada biće predstavljena analiza uticaja izbora varijantnih rešenja na kvalitet usluge javnog gradskog prevoza putnika.*

Ključne reči: *Javni prevoz, kvalitet usluge, vreme vožnje putnika*

Abstract – *The occasional closure of certain parts of the street network in the city leads to the need for changes in the traffic regime, and among other things, to changes in the routes of certain lines. Depending on the situation, the temporary, new route of the line represents a smaller or larger deviation in relation to the existing route, which can affect the quality of service differently. Also, the street network often allows multiple route variants of a single line. This paper will present an analysis of the impact of the choice of variant solutions on the quality of the public urban passenger transport service.*

Keywords: *Public transport, quality of service, passenger riding time*

1. UVOD

Sistem javnog gradskog prevoza putnika (JGPP) je veoma složen sistem sa složenom strukturom više tehnoloških i organizacionih podsistema. Ovakav sistem je jedan od najznačajnijih i najsloženijih podsistema grada i prema svojoj strukturi zahteva strogo poštovanje i primenu metoda i procedura sistemskih nauka i teorije upravljanja. Takođe, istovremeno predstavlja i privrednu delatnost koja angažuje velika sredstva uložena u resurse: vozila, zaposlene, objekte i opremu, energiju, finansije itd.

Zbog povremenih planiranih ili neplaniranih radova na uličnoj mreži u gradu javlja se potreba za izmenama režima saobraćaja. Ove izmene mogu da naprave značajne probleme u funkcionisanju saobraćaj jednoga grada, između ostalog zahtevaju i izmenu trase linija JGPP-a.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Pavle Pitka, vanr. prof.

U zavisnosti od konkretne situacije i privremenih rešenja, izmena trase određene linije može u manjoj ili većoj meri da utiče na kvalitet usluge sistema JGPP-a. Izmenjena trasa linije pored prostorne pristupačnosti u zavisnosti od projektovanih dinamičkih elemenata može značajno da utiče na vreme čekanja putnika, vreme vožnje, kao i na fizičku integraciju sa drugim linijama ili podsistemima JGPP-a.

U okviru ovog rada predstavljen je uticaj izmene režima saobraćaja na organizaciju prevoza i kvalitet usluge na liniji broj 2 u Novom Sadu za slučaj zatvaranja Jevrejske ulice, u delu od raskrsnice sa Bulevarom oslobođenja do raskrsnice sa Bulevarom Mihajla Pupina. U radu su predstavljeni statički i dinamički elementi linije, a na osnovu transportnih zahteva projektovane su varijante rešenja. Za projektovane varijante vrednovan je uticaj izmene trase na prostornu pristupačnost i vreme vožnje putnika. Sve analize su urađene za jedan radni dan zimskog reda vožnje.

2. STATIČKI I DINAMIČKI ELEMENTI LINIJE

Zbog svoje masovnosti javni gradski prevoz putnika uglavnom se organizuje linijski. Linijski prevoz putnika predstavlja specifičan vid prevoza, u kome vozila cirkulišu između dve krajnje stanice (terminusa) po unapred utvrđenoj trasi i redu vožnje, zaustavljajući se pri tome na svim stajalištima na kojima putnici ulaze i izlaze iz vozila. Prema položaju trase linije u odnosu na centralno gradsko urbano područje linije se mogu klasifikovati kao: radijalne linije, dijametralne linije, tangencijalne linije, kružne linije i periferne linije [1].

Ukoliko se linija posmatra kao sistem, kada se govori o upravljanju, postoje dve grupe elemenata kojima se kvantitativno definiše linija masovnog transporta putnika u prostoru i vremenu, a to su:

- Statički elementi linije,
- Dinamički elementi linije.

2.1 Statički elementi linije

Statički elementi predstavljaju preduslov za funkcionisanje javnog gradskog prevoza putnika, kao i postizanje odgovarajućeg kvaliteta prevoznih usluga i efikasnosti transportnog rada celokupnog sistema.

Trasa linije javnog gradskog prevoza putnika je unapred utvrđena putanja kojom se kreću vozila javnog prevoza između dva terminusa. Trasa linije određuje se na osnovu prethodno utvrđenih potreba (zahteva) putnika [3].

Dužina linije broj 2 iznosi 4820 m, za smer A, i sastoji se od 13 stajališta, dok za smer B, do Novog Naselja, dužina linije iznosi 5047 m i sastoji se od 12 stajališta. Trasa linije broj 2 prikazana je na Slici 1.



Slika 1. Trasa linije broj 2 u Novom Sadu

Terminusi predstavljaju početnu i završnu tačku kretanja vozila duž linije. Terminusi se najčešće izvode sa okretnicom, kao što je slučaj sa linijom broj 2.

Stajališta predstavljaju prostor za zaustavljanje vozila javnog gradskog prevoza putnika, koja su prilagođena i organizovana za ulazak i izlazak putnika i koja moraju da omoguće prostor za bezbedno čekanje putnika [3]. Linija broj 2 ima 13 stajališta u smeru A, dok u smeru B ima 12 stajališta. Na svim stajalištima autobusi obavezno staju bez obzira da li na stajalištu ima putnika za ulaz ili izlaz. Broj stajališta na liniji zavisi od prosečnog međustaničnog rastojanja. Prosečno međustanično rastojanje na liniji 2 iznosi 429 metara.

2.2 Dinamički elementi linije

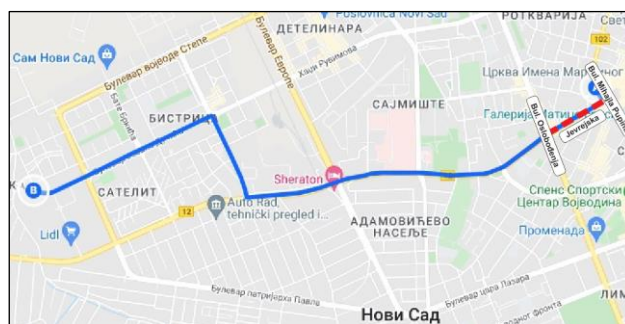
Dinamički elementi linije utvrđuju se redom vožnje, a koji se menjaju periodično, u skladu sa promenama prevoznih zahteva na liniji. Dinamički elementi istovremeno predstavljaju i značajne parametre kvaliteta javnog gradskog prevoza putnika. Osnovni dinamički elementi linije su [3]: broj vozila na liniji u karakterističnom periodu; vreme obrta; interval i frekvencija vozila na liniji; prevozna sposobnost linije u karakterističnom periodu i brzina vozila. Dinamički elementi linije broj 2, u postojećem stanju, predstavljeni su u Tabeli 1.

Tabela 1. Dinamički elementi linije broj 2 u Novom Sadu

Dinamički elementi linije	Vršno opterećenje	Vanvršno opterećenje	Noćni period
Broj vozila	7	4	2
Vreme obrta [min]	56	48	44
Interval sledenja [min]	8	12	22

3. PROJEKTOVANJE STATIČKIH I DINAMIČKIH ELEMENATA PO VARIJANTAMA

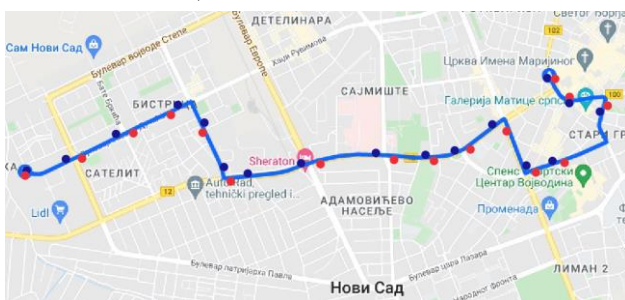
U slučaju zatvaranja Jevrejske ulice, u delu od raskrsnice sa Bulevarom Mihajla Pupina do raskrsnice sa Bulevarom oslobođenja (Slika 2), potrebno je izvršiti izmenu trase linije broj 2. Prilikom izmene trase linije neophodno je voditi računa o tome da se održi postojeći nivo usluge, te se iz tog razloga postavlja niz kriterijuma kojih se treba pridržavati.



Slika 2. Zatvaranje deonice u Jevrejskoj ulici

Varijanta „Maksima Gorkog“

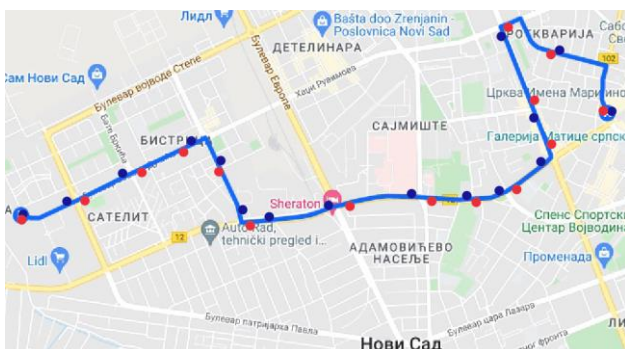
Stajališta koja bi bila korišćena prilikom predložene varijante trase linije broj 2 „Maksima Gorkog“ već su izgrađena i ne bi postojali dodatni troškovi otvaranja privremenih stajališta. Stajališta ove varijante predstavljena su na Slici 3. Na slici su plavom bojom prikazana stajališta koja bi koristila vozila u smeru A, dok su crvenom bojom predstavljena stajališta koja bi vozila koristila u smeru B. Ukupna dužina trase za varijantu „Maksima Gorkog“ u smeru A je 6494 metara, dok je u smeru B 6610 metara, što znači da je trasa nove linije u odnosu na postojeću trasu linije broj 2 duža za 1674 metara u smeru A, odnosno 1563 metra u smeru B.



Slika 3. Varijanta „Maksima Gorkog“

Varijanta „Vojvode Bojovića“

Stajališta koja bi bila korišćena prilikom predložene varijante trase linije broj 2 „Vojvode Bojovića“ već su izgrađena i ne bi postojali dodatni troškovi otvaranja privremenih stajališta. Stajališta ove varijante predstavljena su na Slici 4.



Slika 4. Varijanta „Vojvode Bojovića“

Na slici su plavom bojom prikazana stajališta koja bi koristila vozila u smeru A, dok su crvenom bojom predstavljena stajališta koja bi vozila koristila u smeru B. Ukupna dužina trase za varijantu „Vojvode Bojovića“ u smeru A je 6679 metara, dok je u smeru B 6708 metara, što znači da je trasa nove linije u odnosu na postojeću

trasu linije broj 2 duža za 1859 metara u smeru A, odnosno 1661 metar u smeru B.

Dinamički elementi linije broj 2 su projektovani tako da se zadrže postojeći intervala sleđenja vozila, dok su ostali dinamički elementi prilagođeni intervalu (Tabela 2.).

Tabela 2. Dinamički elementi linije broj 2 u postojećem stanju i po varijantama

Dan	Vršno opterećenje	Vanvršno opterećenje	Noćni period	Vršno opterećenje	Vanvršno opterećenje	Noćni period	Vršno opterećenje	Vanvršno opterećenje	Noćni period
	Postojeće stanje			Varijanta „Maksima Gorkog“			Varijanta „Vojvode Bojovića“		
Vreme obrta [min]	56	48	44	74	64	58	76	65	60
Interval sleđenja [min]	8	12	22	8	12	22	8	12	22
Broj vozila	7	4	2	10	6	3	10	6	3
Frekvencija [voz/h]	8	5	3	9	6	4	8	6	3

Poređenjem se može zaključiti da je kod varijante „Maksima Gorkog“ vreme obrta u odnosu na postojeće vreme obrta na liniji broj 2 u vršnom opterećenju veće za oko 17 minuta, u vanvršnom periodu veće za oko 16 minuta i u noćnom periodu veće za oko 14 minuta, dok je kod varijante „Vojvode Bojovića“ u vršnom opterećenju veće za oko 18 minuta, u vanvršnom periodu veće za oko 17 minuta i u noćnom periodu veće za oko 16 minuta.

Broj vozila na radu u odnosu na broj vozila u postojećem stanju u varijanti „Maksima Gorkog“ u vršnom periodu se povećao sa 7 vozila na 10 vozila, u vanvršnom periodu se povećao sa 4 vozila na 6 vozila i u noćnom periodu se povećao sa 2 vozila na 3 vozila, dok se broj vozila na radu varijanti „Vojvode Bojovića“ u vršnom periodu se povećao sa 7 vozila na 10 vozila, u vanvršnom periodu se povećao sa 4 vozila na 6 vozila i u noćnom periodu se povećao sa 2 vozila na 3 vozila.

4. VREDNOVANJE KVALITEA USLUGE

Kvalitet usluge, prema standardu 1/191-19-01, definiše se kao opšti efekat svojstva usluge koji određuje stepen zadovoljenja (potreba) korisnika usluge, pri čemu se naglašava da kvalitet usluge određuje kompleks svojstava kvalitete [4]. Kako se prevozna usluga odlikuje mnogim specifičnostima, kao najprihvatljivije struktuiranje svojstava kvaliteta može se smatrati [4]:

- organizacijska podrška usluge,
- pogodnost usluge za korišćenje,
- raspoloživost usluge,
- stabilnost usluge,
- proizvodna sposobnost sistema i
- eksploataciona pouzdanost tehničke eksploatacije.

Raspoloživost usluge, kao svojstvo kvaliteta sistema i usluge, može se definisati kao spremnost sistema javnog masovnog transporta putnika da izvrši uslugu, u trenutku kada je zahtevana od korisnika, i kontinualno nastavi i dalje da je obezbeđuje u zahtevanom vremenu trajanja, u zadatim tolerancijama i drugim zadatim uslovima [4].

Svojstvo pristupačnosti usluge može se podeliti na dva podsvojstva:

- pristupačnost u vremenu,
- pristupačnost u prostoru.

Ocena navedenih podsvojstva može se izvršiti kvantitativnim pokazateljima koji se koriste u fazi optimizacije strukture i funkcionisanja linije, odnosno kao ulazni parametri u fazi projektovanja linije javnog masovnog transporta putnika.

4.1. Prostorna pristupačnost

Prema predloženim varijantama izmene režima saobraćaja na liniji broj 2 u Novom Sadu vozila ne staju na stajalište (0337B) Jevrejska/Bul. oslobođenja.

Broj stajališta u postojećem stanju linije 2 u smeru A je 13, dok je u smeru B 12 stajališta. U varijanti „Maksima Gorkog“ ukupan broj stajališta je 33, odnosno 8 stajališta više nego u postojećem stanju linije. U varijanti „Vojvode Bojovića“ ukupan broj stajališta je 31, odnosno 6 stajališta više nego u postojećem stanju linije (Tabela 3.).

Tabela 3. Promena statičkih elemenata po varijantama

Pristupačnost u prostoru	Postojeće stanje		Varijanta „Maksima Gorkog“		Varijanta „Vojvode Bojovića“	
	Smer A	Smer B	Smer A	Smer B	Smer A	Smer B
Dužina linije	4820	5047	6494	6610	6679	6708
Broj stajališta na liniji	13	12	17	16	16	15
Broj stanica po km linije	2,7	2,4	2,6	2,4	2,4	2,3
Prosečno međ. stan. rast.	402	459	406	441	446	480

Napomena: Dužina linije i prosečno međustanično rastojanje je dato u metrima

Stajalište Jevrejska/Bul. oslobođenja je jedino autobusko stajalište u Jevrejskoj ulici. Kao zamena za ovo stajalište u obe varijante se koriste bliska stajališta na drugim prilazima raskrsnice ulica Bul. oslobođenja /Jevrejska /Futoška. Rastojanja između privremeno ukinutog i zamenskih stajališta po varijantama iznose: 90 metara za varijantu „Vojvode Bojovića“ i 110 metara za varijantu „Maksima Gorkog“. S obzirom da navedena rastojanja nisu velika i činjenice da su gravitaciona područja stajališta oko 500 metara, može se zaključiti da navedene izmene u obe varijante ne narušavaju postojeću prostornu pristupačnost transportne usluge, već je samo proširuju sa novim stajalištima.

4.2. Vreme vožnje putnika

Dužina trase linije broj 2 u obe analizirane varijante je značajno produžena u odnosu na postojeću dužinu trase. U varijanti „Maksima Gorkog“ dužina trase linije broj 2 posmatrano kumulativno za oba smera iznosi 13,1 kilometar, što je za 3,2 kilometra (32,3%) više u odnosu na postojeću trasu linije broj 2, dok u varijanti „Vojvode Bojovića“ dužina trase kumulativno za oba smera iznosi 13,4 kilometar, što je za 3,5 kilometra (35,4 %) više u odnosu na postojeću trasu linije broj 2 (Tabela 3.).

Na osnovu navedenih izmena u obe varijante, zaključuje se da se trasa linije broj 2 značajno produžila, što jednom broju putnika značajno produžava vreme vožnje. S obzirom da se izmena trase linije vrši na deonici između prvog i drugog stajališta na liniji, uticaj ove izmene je samo na putnike koji u smeru A kreću sa prvog stajališta u centru (Uspenska/Šafarikova) ili u smeru B završavaju na poslednjem stajalištu u centru (Uspenska/Pozorišni trg).

Na predmetnoj deonici u smeru A preveze se 1071 putnik na dan, a u smeru B 989 putnika na dan (Tabela 4.). Izmjena režima saobraćaja na liniji broj 2 usled zatvaranja

Jevrejske ulice će imati uticaj na vreme vožnje 2060 putnika. Ostali putnici na liniji neće imati promenu u kvalitetu prevozne usluge nakon zatvaranja Jevrejske ulice.

Tabela 4. Raspodela protoka putnika duž linije broj 2 u toku dana[2]

Smer A		Smer B	
Naziv stajališta	Protok	Naziv stajališta	Protok
Uspenska/Šafarikova	1071	N.Naselje/Okretnica	337
Futoška/Bul. oslobođenja	1792	Bul. J. Dučića/Igralište	618
Futoška/B. Nušića	1910	Bul. J. Dučića/B. Brkića	963
Futoška/Jodna Banja	1890	Bul. J. Dučića/Mladost	1334
Futoška/Bolnica	1808	Bul. S. Jovan./D.zdravlja	1604
Futoška/Bul. Evrope	1649	Futoški put/Vršačka	1750
Futoška/Jugoalat	1585	Futoška/Higijenski zavod	1895
Bul.S.Jovanovića/Fut.put	1541	Futoška/Cara Dušana	1944
Bul.S.Jovanovića/B. Bor.	1259	Futoška/Antona Čehova	1971
Bul.J.Dučića/Bul.S.Jovan.	913	Futoška/Braće Ribnikar	1787
Bul.J.Dučića/B. Dronjak	606	Jevrejska/B.oslobođenja	989
Bul. J. Dučića/Igralište	354	Uspenska/Pozorišni trg	0
N. Naselje/Okretnica	0	/	/

Napomena: Jedinica za protok putnika je putnik/dan.

Produženo vreme vožnje putnika je utvrđeno na osnovu postojećih statičkih i dinamičkih elemenata linije broj 2 i novoprojektovanih elemenata za obe varijante. Proračun je izvršen u nekoliko koraka (jedančine 1-3), a dobijene vrednosti su date u tabeli 5.

$$T_p = \frac{T_o - t_1 - t_2}{2} \quad (1)$$

$$v_p = \frac{L}{T_p} \quad (2)$$

$$t_{i,j} = \frac{l_{i,j}}{v_p} \quad (3)$$

gde je:

T_p – vreme putovanja vozila,

T_o – vreme obrta,

t_1, t_2 – vreme terminiranja,

v_p – prevozna brzina,

L – dužina linije,

$l_{i,j}$ – rastojanje između stajališta „i“ i „j“,

$t_{i,j}$ – vreme vožnje putnika između stajališta „i“ i „j“.

Tabela 5. Dodatno vreme vožnje putnika

	T_p [min]	v_p [km/h]	$t_{i,j}$ [min]
Postojeće stanje	23	12,9	3
Varijanta „Maksima Gorkog“	32	12,3	11
Varijanta „Voj. Bojovića“	33	12,2	12

Nakon zatvaranja Jevrejske ulice vreme vožnje za putnike koji započinju ili završavaju svoje putovanje linijom broj 2 na stajalištu u centru Novog Sada se produžava za 8 do 9 minuta u zavisnosti od izabrane varijante. Ovo predstavlja značajnu devijaciju trase. Vreme pešačenja između predmetna dva stajališta na zatvorenoj deonici je kraće od produženog vremena vožnje. Zaključuje se da će mnogi putnici za vreme rekonstrukcije Jevrejske ulice menjati svoje navike, između ostalog i izlaskom iz vozila stajalište ranije i dužim pešačenjem stizati do cilja.

5. ZAKLJUČAK

Za slučaj zatvaranja Jevrejske ulice u Novom Sadu izvršena je analiza mogućih rešenja izmene režima saobraćaja na linije broj 2 sa ciljem minimalnih odstupanja od postojećeg kvaliteta usluge JGPP-a.

Karakteristična ulična mreža Novog Sada i ograničenja uličnih profila su suzili moguća rešenja na 2 varijante sa značajnim devijacijama trase.

Detaljnou analizom predloženih varijanti utvrđeno je da se u obe varijante zatvara se samo jedno stajalište (u Jevrejskoj ulici u smeru B). U varijanti „Maksima Gorkog“ broj novih stajališta iznosi 9 (4 u smeru A i 5 u smeru B), dok je dužina nove trase 13,1 km (posmatrano kumulativno za oba smera) što je za 3,2 km više u odnosu na dužinu postojeće trase. U varijanti „Vojvode Bojovića“ broj novih stajališta iznosi 7 (3 u smeru A i 4 u smeru B), dok je dužina nove trase 13,4 km što je za 3,5 km više u odnosu na dužinu postojeće trase.

Navedene izmene u obe varijante ne narušavaju postojeću prostornu pristupačnost transportne usluge, već je samo proširuju sa novim stajalištima.

Usled značajne devijacije trase pojedini putnici će se voziti duže, odnosno 8 minuta u varijanti „Maksima Gorkog“ i 9 minuta u varijanti „Vojvode Bojovića“.

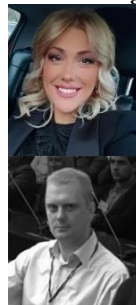
Izborom bilo koje od navedene dve varijante, za 2000 putnika u toku dana kvalitet usluge sa aspekta vremena putovanja će se značajno pogoršati, tako da će mnogi putnici za vreme rekonstrukcije Jevrejske ulice menjati svoje navike, između ostalog i izlaskom iz vozila stajalište ranije i dužim pešačenjem stizati do cilja. Ostalim putnicima neće biti narušen kvalitet usluge.

Na osnovu dobijenih rezultata, analize prostorne pristupačnosti i vremena vožnje putnika, može se zaključiti da nema značajnije razliku u analiziranim varijantama.

6. LITERATURA

- [1] Banković, Radovan, *Organizacija i tehnologija javnog gradskog putničkog prevoza*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1994.
- [2] Fakultet tehničkih nauka, *Smart plan - prikupljanje podataka „prva faza“ - Istraživanje u javnom gradskom prevozu putnika*, Novi Sad, 2017.
- [3] Gladović, Pavle, *Tehnologija drumskog saobraćaja*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2003.
- [4] Gladović, Pavle, *Sistem kvaliteta u drumskom transportu*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2013.

Kratka biografija:



Maja Romandić rođena je u Užicu 1990. godine.

Kontakt: majaniemcevicromandic@gmail.com

Pavle Pitka rođen je u Šašincima 1983. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2016. god., od 2022. je u zvanju vanrednog profesora. Oblas interesovanja su sistemi javnog prevoza.