

**UTICAJ IZMENE REŽIMA SAOBRAĆAJA NA PROSTORNU PRISTUPAČNOST
USLUGE - STUDIJA SLUČAJA NOVI SAD****THE IMPACT OF CHANGE IN THE TRAFFIC REGIME ON THE SPATIAL
ACCESSIBILITY OF SERVICE - CASE STUDY OF NOVI SAD**Miroslav Randić, Pavle Pitka, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ I TRANSPORT**

Kratak sadržaj – Predmet rada jeste uticaj izmene režima saobraćaja zbog zatvaranja Hajduk Veljkove ulice, u delu od raskrsnice sa ulicom Novosadskog sajma do raskrsnice sa Futoškom ulicom, na liniji broj 11 u Novom Sadu, na organizaciju prevoza i kvalitet usluge na liniji. Na osnovu transportnih zahteva i pokazatelja rada linije biće predstavljena varijantna rešenja kako bi se uticaj izmene režima saobraćaja što manje negativno odrazio na kvalitet usluge i organizaciju prevoza.

Ključne reči: Javni gradski prevoz putnika, Prostorna pristupačnost, Kvalitet usluge

Abstract – The subject of this paper is the impact on the organization of transport and quality of service on bus line number 11 in Novi Sad, due to closing segment in Hajduk Veljkova street. The paper will present the static and dynamic elements of the bus line 11 based on transport requirements and line performance indicators. Variant solutions will be presented in order to have the least negative impact on the quality of service and organization of transport.

Keywords: Public passenger transportation, Service quality, Spatial accessibility

1. UVOD

Kako se gradovi neprekidno razvijaju, problemi koje ih prate takođe se odražavaju na javni gradski prevoz. Najčešće uzročnici imaju zajedničke elemente u vidu smanjene mobilnosti stanovništva, zagađenje životne sredine (vazduha, buka i sl.), pojave gužvi u saobraćaju i drugo. Razvojem grada počinje i sve veća potreba stanovnika za kretanjem unutar grada, gde relacije koje trebaju preći više nisu lako savladive krećući se pešaka. Uz nagli porast stepena motorizacije koji je primećen, putovanje privatnim automobilom u gradu Novom Sadu predstavlja sve veći problem. Kako bi zadovoljili potrebe stanovnika za kretanjem, kao jedino optimalnu rešenje koja pruža mogućnost rešenja ovog problema nameće se javni saobraćaj. Iz tog razloga postoji potreba za konstantim podizanjem nivoa kvaliteta sistema javnog prevoza putnika. Povećanje kvaliteta omogućuje putnicima da svakodnevno ostvare neophodnu mobilnost, i takođe privlači nove korisnike.

NAPOMENA:

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

U radu će biti predstavljeni statički i dinamički elementi linije 11 u Novom Sadu, a na osnovu transportnih zahteva i pokazatelja rada linije projektovane su varijante rešenja, za slučaj zatvaranja dela Hajduk Veljkove ulice. Za predstavljene varijante je vrednovan uticaj izmene trase na prostornu pristupačnost i kvalitet usluge. Sve analize su urađene za jedan radni dan zimskog reda vožnje.

2. STATIČKI I DINAMIČKI ELEMENTI LINIJE

Linija javnog masovnog transporta putnika predstavlja osnovni element sistema javnog masovnog transporta putnika i najniži hijerarhijski nivo u upravljanju ovim sistemom. 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. Linija 11, prema klasifikaciji pripada kružnim linijama. Kružne linije rasterećuju ostale tipove linija omogućavajući unutar zonska putovanjau centralnoj gradskoj zoni. Ukoliko liniju posmatramo kao sistem, kada govorimo o upravljanju, postoje dve grupe elemenata kojima se kvantitativno definiše linija masovnog transporta putnika u prostoru i vremenu, a to su:

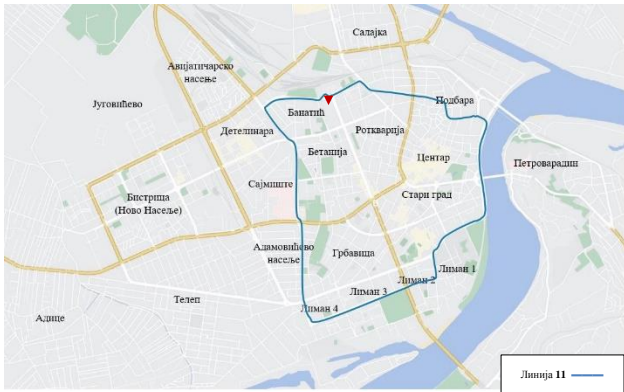
- Statički elementi linije,
- Dinamički elementi linije.

2.1 Statički elementi linije

Statički elementi linije predstavljaju osnovu za funkcionisanje javnog gradskog prevoza putnika kao i postizanje odgovarajućeg nivoa kvaliteta prevoznih usluga. Statički elementi linije su [1,2]:

- Trasa i dužina linije,
- Terminusi,
- Stajališta,
- Gravitaciono područje.

Trasa linije javnog gradskog prevoza putnika je unapred utvrđena putanja kojom se kreću vozila javnog prevoza između dva terminusa [3]. Trasa kružne linije broj 11 smer A u Novom Sadu obuhvata 23 stajališta i dužina linije je 11,4 kilometara. Broj stajališta u smeru B je 24, i dužina je ista u oba smera linije [4]. Trasa linije i delovi grada koje linija povezuje su prikazani na slici broj 1. U svom najužem pojasu povezani delovi grada najkraćom putanjom su Banatić sa Sajmištem, Sajmište sa Adamovićevim naseljem, Adamovićevo naselje sa Limanima, Limani sa Starim gradom, Stari grad sa Podbarom, Podbara sa Banatićem.



Slika 1. Linija 11 u Novom Sadu

Terminus linije je početna, odnosno završna tačka kretanja vozila duž linije. Terminusi linije 11 isti su u smeru A i B linije, a na slici 1 su predstavljeni crveni trouglovi.

Stajališta predstavljaju obeležena mesta na liniji na kojima se vozila JGPP-a zaustavljaju i koja su prilagodena i organizovana za ulazak i izlazak putnika. Linija 11 u oba smera ima 47 stajališta. Ova stajališta su stalna i autobusi na njima obavezno staju bez obzira da li ima ili nema putnika za ulaz i izlaz.

Prosečno međustanično rastojanje na linije 11 iznosi 485 metara. Gravitaciono područje ili uticajna zona linije predstavlja onaj deo površine grada iz koga se vrši priliv putnika na posmatranu liniju, odnosno onaj deo površine grada sa koje stanovnici mogu ili prihvataju da koriste jednu ili više linija javnog gradskog putničkog prevoza.

U pojednostavljenom obliku, uticajne zone su krugovi, čiji radijus predstavlja kriterijum za dužinu koju treba preći pešice. Na ovaj način uticajna zona linije dobila bi se kao skup uticajnih oblasti pojedinih stanica, tj. njene spoljne granice bile bi tangente na izohome krugove. Poluprečnik kruga uticajne zone jednog stajališta na linije 11, za potrebe analize, usvojen je 400 metara.

2.2 Dinamički elementi linije

Dinamički elementi linije utvrđuju se redom vožnje koji se menjaju periodično, u skladu sa promenama prevoznih zahteva na liniji. Dinamički elementi istovremeno predstavljaju i značajne parametre kvaliteta JGPP-a. Osnovni dinamički elementi linije su [1,2]:

- Broj vozila na liniji (N_r),
- Vreme obrta i putovanja (T_o),
- Brzina (V),
- Interval i frekvencija vozila (i, f) i
- Prevozna sposobnost na liniji (Q).

Dinamički elementi linije 11 u postojećem stanju predstavljeni su u tabeli 1.

Tabela 1. Dinamički elementi linije 11 u Novom Sadu

		Postojeće stanje linije 11			
11 A	Dinamički elementi linije	Vršno opterećenje	Van vršno opterećenje	Noćni period	
		Broj vozila	5	4	2
		Vreme obrta [min]	50	48	44
		Interval sledenja [min]	10	12	22
11 B	Dinamički elementi linije	Vršno opterećenje	Van vršno opterećenje	Noćni period	
		Broj vozila	48	48	44
		Vreme obrta [min]	4	4	2
		Interval sledenja [min]	12	12	22

3. PROJEKTOVANJE STATIČKIH I DINAMIČKIH ELEMENATA PO VARIJANTAMA

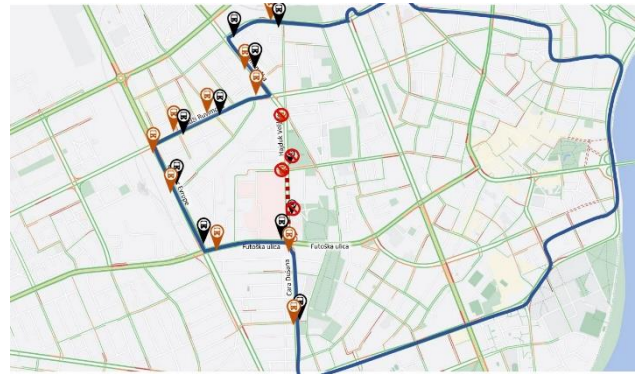
Za potrebe izmene trase kružne linije 11 zbog zatvaranja ulice Hajduk Veljkove, u delu od raskrsnice sa ulicom Novosadskog sajma do raskrsnice sa Futoškom ulicom (slika 5.1), na osnovu kriterijuma, kako bi se održao nivo kvaliteta usluge predstavljene su dve varijante izmene režima saobraćaja.

Varijanta 1: „Bulevar Evrope“

Varijanta u kojoj bi trasa linije 11, umesto Hajduk Veljkovu ulicu, obuhvatila sledeće ulice:

- Hadži Ruvimova,
- Bulevar Evrope,
- Futošku ulicu.

Takva devijacija trase linije predstavljena je na slici 2. Ovakvo varijantno rešenje utiče na gravitaciono područje linije 11, zbog devijacije ukidaju se dva postojeća stajališta u Hajduk Veljkovoj ulici a uvode šest novih stajališta, već postojećih na mreži.



Slika 2. Varijanta 1 - „Bulevar evrope“

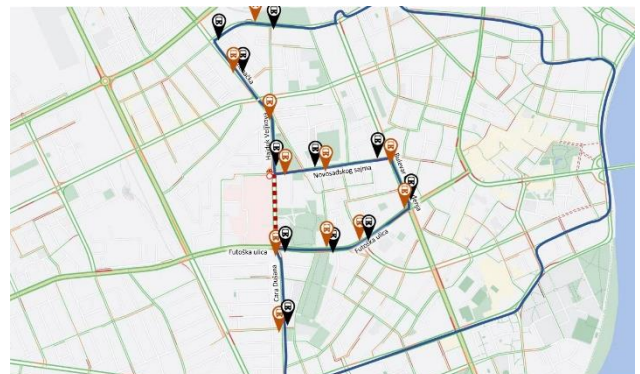
Ukupna dužina trase za varijantu jedan je 12,6 km, što znači da je trasa nove relacije duža za 1,2 km u odnosu na 11,4 km, kolika je dužina linije broj 11.

Varijanta 2: „Bulevar Oslobođenja“

Varijanta u kojoj bi trasa linije 11, umesto Hajduk Veljkovu ulicu, obuhvatila sledeće ulice:

- Novosadskog sajma,
- Bulevar Oslobođenja,
- Futošku ulicu.

Takva devijacija trase linije predstavljena je na slici 3. Ovakvo varijantno rešenje u potpunosti pokriva gravitaciono područje postojeće linije 11.



Slika 3. Varijanta 5 - „Bulevar Oslobođenja“

Ukupna dužina trase za varijantu dva je 13,1 km, što znači da je trasa nove relacije duža za 1,7 km u odnosu na 11,4

km, kolika je inače dužina linije broj 11 u Novom Sadu. Dinamički elementi linije 11 u postojećem stanju i po varijantama predstavljeni su u tabeli 2.

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

Смер А		Постојеће стање			Варијанта 1			Варијанта 2		
		Вршно оптерећење	Ван вршно оптерећење	Нолни период	Вршно оптерећење	Ван вршно оптерећење	Нолни период	Вршно оптерећење	Ван вршно оптерећење	Нолни период
Смер А	Време обрта [min]	50	48	44	56	53	49	58	55	51
	Интервал следења [min]	10	12	22	10	12	22	10	12	22
	Број возила	5	4	2	6	5	3	6	5	3
	Фреквенција [voz/čas]	6	5	2,7	6,4	5,7	3,7	6,2	5,5	3,5
Смер Б		Постојеће стање			Варијанта 1			Варијанта 2		
		Вршно оптерећење	Ван вршно оптерећење	Нолни период	Вршно оптерећење	Ван вршно оптерећење	Нолни период	Вршно оптерећење	Ван вршно оптерећење	Нолни период
Смер Б	Време обрта [min]	48	48	44	53	53	49	55	55	51
	Интервал следења [min]	12	12	22	12	12	22	12	12	22
	Број возила	4	4	2	5	5	3	5	5	3
	Фреквенција [voz/čas]	5	5	2,7	5,7	5,7	3,7	5,5	5,5	3,5

Време обрта се у варијанти 1 повећало у односу на време обрта у постоjećем стању са 50 минута на 56 минута, што је повећање од 6 минута у смеру А линије, док је повећање времена обрта на линији 11 у смеру Б од 5 минута, са 48 минута на 53 минута (у вршном оптерећењу). Време обрта се у варијанти 2 повећало у односу на време обрта у постоjećем стању са 50 минута на 58 минута, што је повећање од 8 минута у смеру А линије, док је док је повећање времена обрта на линији 11 у смеру Б од 7 минута, са 48 минута на 55 минута (у вршном оптерећењу).

Интервал следења возила се у предлоženим варијантима 1 и 2 није menjao у односу на постојеће стање како се време чекања путника на стajалиштима не би повећало, и самим тим задржала приступачност система у времену.

Број возила на раду се у варијантима 1 и 2 повећао у односу на број возила у постоjećем стању, како би се одржао интервал следења. Број возила на раду у варијанти 1 се повећао за једно возило у односу на број возила у постоjećем стању са 5 возила на 6 возила у смеру А линије, такође је увећан број возила на линији 11 за један у смеру Б, од 4 возила на 5 возила (у вршном оптерећењу). Број возила на раду у вршном оптерећењу, у варијанти 2, се такође повећао за једно возило (у оба смера) као и у предлоženом варијанти 1.

Капацитет линије у предлоženим варијантима се није променио у односу на постојећи капацитет линије, с обзиром да је интервал следења остао исти, брзина обрта и такође су задржане постојеће превозне јединице, истог капацитета.

4. KVALITET USLUGE

Узимајући у обзир светске стандарде, у својства квалитета система и услуге у систему јавног масовног транспорта путника за пројектовање, извршење и контролу транспортне услуге, убрајају се [3]:

- Организацијска подршка услуге,
- Погодност услуге за коришћење,
- Расположивост услуге,
- Стабилност услуге,

- Производна способност система,
- Експлоатациона поузданост техничке експлоатације.

Својство приступачности услуге може се поделити на два подсвојства:

- Приступачност у времену,
- Приступачност у простору,

а оцена тих подсвојства може се извршити квантитативним показатељима који се користе у фази оптимизације структуре и функционисања линије, односно као улазни параметри у фази пројектовања линије јавног масовног транспорта путника[5].

Интервал следења возила на линији је задржан како би приступачност у времену остала непроменјена, а подаци о приступачности у постоjećем стању линије 11 и по варијантима предстavljeni су у tabelи 3.

Tabela 3. Приступачност у простору по варијантима

Смер А		Постојеће стање	Варијанта 1	Варијанта 2
		Дужина линије [km]	11,4	12,65
Укупан број станица на линији [stanica]	23	27	28	
Број станица по километру линије [stanica/km]	2,02	2,13	2,14	
Средња вредност међустаничних растојања [km]	0,496	0,469	0,468	
Смер Б		Постојеће стање	Варијанта 1	Варијанта 2
		Дужина линије [km]	11,4	12,70
Укупан број станица на линији [stanica]	24	27	29	
Број станица по километру линије [stanica/km]	2,11	2,13	2,16	
Средња вредност међустаничних растојања [km]	0,475	0,470	0,462	

4.1. Време пешаčenja до станице

Време пешаčenja до станице утврђује се на бази тањних локација станице и броја путника који улазе на појединим станицама. Ако се предпостави да је равномерна густина становања или других активности у зони станице, онда је средња дужина пешаčenja до станице К [2]:

$$L_{pk} = \frac{L_{k-1,k}}{8} + \frac{D_k}{2} + \frac{L_{k,k+1}}{8} = \frac{L_{k-1,k} + L_{k,k+1} + 4D_k}{8}$$

Као пример узето је стajалиште у улици Хајдук Вељкова - „Новосадски сјај“. На слици 4 су стajалишта на линији 11 у смеру Б обележена црном бојом, стajалиште „Новосадски сјај“ обележено словом К, стajалиште „Деџија болница“ је обележено К-1 а стajалиште у Руменачкој улици - „Апотека“ је обележено као К+1. Поџетак пешаčenja до стajалишта, унутар гравитационе зоне стajалишта „К“ обележен је наранџастом звездом.



Слика 4. Пешаčenje унутар гравитационе зоне

Време пешаčenja је добијено као колиџник средње дужине пешаčenja и средње брзине кретања пешака. Као средњу брзину кретања пешака узета је вредност од 1,4 м/с, што је око 5 км/х. У раду је израчунато укупно средње време

pešačenja putnika do stajališta koja se zbog devijacije trase linije 11 ukidaju. Srednje vreme pešačenja do stajališta pomnoženo je sa brojem putnika koji su ušli na tom stajalištu u toku dana. Dobijeni podaci predstavljeni su u tabeli 4.

Tabela 4. Ukupno vreme provedeno u pešačenju do stajališta koja se ukidaju

Линија 11 смер А		Линија 11 смер Б	
Стајалиште	Проведено време у пешачењу [h]	Стајалиште	Проведено време у пешачењу [h]
Хајдук Вељкова - „Сајам“	23,4	Хајдук Вељкова - „Дечија болница“	49,7
Хајдук Вељкова - „Медицински факултет“	24,8	Хајдук Вељкова - „Новосадски сајам“	15,1
Сума времена - Σ	48,2 [h]	Сума времена - Σ	64,8 [h]

Za varijante devijacije linije je izračunata potencijalno najduža moguća relacija koju bi putnik trebao da prepešači, kako bi stigao do stajališta koje se koristi kao zamena za stajalište koje putnik inače koristi. Prilikom proračuna utrošenog vremena na pešačenje do stajališta uvećano je gravitaciono područje zamenskih stajališta, da čitavo gravitaciono područje ukinutih stajališta bude obuhvaćeno. Na ovaj način izračunati su maksimalni vremenski gubici i potom upoređeni sa vremenom koji su putnici utrošili na pešačenje do stajališta koje su inače koristili.

Ukinutim stajalištima u varijanti 1 ukupno gravitira 1523 putnika, i vreme provedeno u pešačenju do stajališta uvećalo se sa 113 [h] na 290,6 [h], što je ukupno uvećanje od 177,6 [h] za putnike koji su gravitirali ukinutim stajalištima.

Ukinutim stajalištima u varijanti 2 ukupno gravitira 1036 putnika, i vreme provedeno u pešačenju do stajališta uvećalo se sa 74,5 [h] na 96,3 [h], što je ukupno uvećanje od 21,8 [h] za putnike koji su gravitirali ukinutim stajalištima.

5. ZAKLJUČAK

Za scenario zatvaranja ulice Hajduk Veljka u Novom Sadu bilo je potrebno napraviti predlog izmene režima saobraćaja u sistemu javnog gradskog prevoza putnika za liniju broj 11 u Novom Sadu. Analizom statičkih i dinamičkih elemenata linije, a na osnovu transportnih zahteva i pokazatelja rada linije predstavljena su dva varijantna rešenja kako bi se uticaj izmene režima saobraćaja što manje negativno odrazio na kvalitet usluge i organizaciju prevoza. Predložena varijantna rešenja su:

- Varijanta 1 „Bulevar Evrope“,
- Varijanta 2 „Bulevar Oslobođenja“.

U predloženoj varijanti 1, broj stajališta koja se ukidaju na postojećoj trasi linije je veći od onog koji se ukida u varijanti dva, što se negativno odražava na prostornu pristupačnost u varijanti 1.

Kada je reč o gravitacionom području linije, prednost ima varijanta 2 koja u potpunosti pokriva gravitaciono područje postojeće trase linije 11, i dodatno ga povećava, posmatrajući u odnosu varijantu 1. Daljom analizom prostorne pristupačnosti, varijanta dva predstavlja povoljnije rešenje zbog većeg broja novo-uvodjenih

stajališta, tj. broj stajališta po kilometru trase veći je u oba smera linije u poređenju sa varijantom 1.

Analizom parametara vremena pešačenja do stanice, utvrđeno je da kod varijante 1 (ukupno u oba smera linije) putnici provedu 177,6 [h] više u pešačenju do stajališta u odnosu na vreme pešačenja u postojećem stanju linije. U slučaju varijante 2 zabeleženo je da putnici provedu 43,7[h] više u pešačenju do stajališta, (ukupno u oba smera linije) u odnosu na vreme pešačenja u postojećem stanju linije. Po tom osnovu, varijanta 2 predstavlja bolje rešenje.

Na osnovu dobijenih rezultata, analize prostorne pristupačnosti može se zaključiti da je optimalno usvojiti varijantu dva, tj. izvršiti izmenu režima saobraćaja, zbog zatvaranja Hajduk Veljkove ulice, preusmeravanjem linije preko bulevara Oslobođenja.

6. LITERATURA

- [1] Vuchic, Vukan, *Urban Transport Operation, Planning and Economics*, New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2005.
- [2] Banković, Radovan, *Organizacija i tehnologija javnog gradskog putničkog prevoza*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1994.
- [3] Veselinović, Miomir, Milan Simeunović, *Praktikum Sa Zbirkom Zadataka Iz Tehnologije Javnog Gradskog Transporta Putnika*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2007.
- [4] Fakultet tehničkih nauka, *Smart plan - prikupljanje podataka „prva faza“ - Istraživanje u javnom gradskom prevozu putnika*, Novi Sad, 2017.
- [5] Pitka Pavle; Leković Milja; Marjanović Strahinja; Radivojević Dejan; *QUALITY OF SERVICE IN MASS PUBLIC TRANSPORT, Vol. 1, Str. 227-232, ISBN 978-86-86355-32-4*, Izdavač: Research Center DQM, International Conference Life Cycle Engineering and Management – ICDQM, Prijedor ; 2016.

Kratka biografija:



Miroslav Randić rođen u Čupriji 1991.god.
Kontakt: miroslav.randjic@gmail.com



Pavle Pitka rođen je u Šašincima 1983.
Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2016. god., a od 2017. je zvanja docent. Oblast interesovanja su sistemi javnog prevoza.