

# **PROCENA DRUŠTVENIH UTICAJA VELIKIH SAOBRAĆAJNIH PROJEKATA – STUDIJA SLUČAJA BEOGRADSKOG METROA**

## **SOCIAL IMPACT ASSESSMENT IN THE LARGE TRANSPORTATION PROJECTS - CASE STUDY OF THE BELGRADE METRO PROJECT**

**Mirjana Pantić**, dipl.saobraćajni inženjer

**Zoran Ilić**, dipl. građevinski inženjer

**Dr Vladimir Depolo**, dipl.saobraćajni inženjer

JUGINUS, Beograd, [mirjana@juginus.rs](mailto:mirjana@juginus.rs)

Egis International, Beograd, [zoran.ilic@egis.fr](mailto:zoran.ilic@egis.fr)

Beograd, [depolov@sbb.rs](mailto:depolov@sbb.rs)

# 1. UVOD

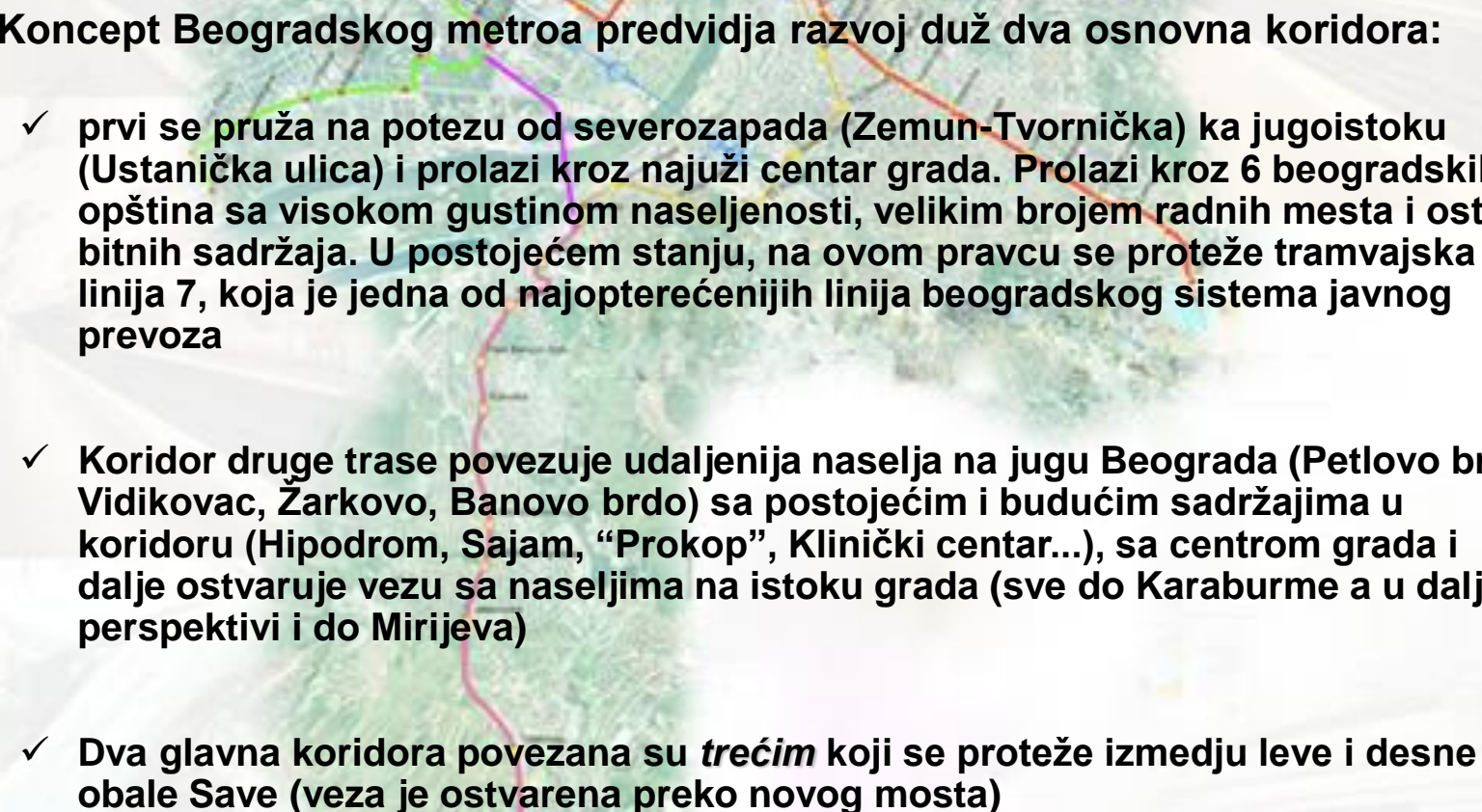
- U radu koji sledi prikazan je jedan od načina ocenjivanja efekata uvođenja novih sistema saobraćaja (izgradnje infrastrukture i/ili uvođenja podsistema javnog prevoza) na primeru projekta BEOGRADSKOG METROA
- Projekat Beogradskog metroa se izvodi u okviru donacije Vlade Francuske, i on, u prvom koraku definiše Sveukupnu strategiju i razvoj metro sistema
- U cilju optimizacije efekata strategije, sprovedeno je kompleksno socio – ekonomsko ocenjivanje. Osnovni cilj je bio da se, poredjenjem osnovnih kriterijuma, dodje do celovite slike o prednostima/nedostacima koji se mogu očekivati u slučaju realizacije predložene koncepcije metro sistema
- Glavni kriterijumi koji su odabrani za ocenjivanje svrstani su u grupe:
  - ❖ Transportni efekti
  - ❖ Eefekti vezani za energiju
  - ❖ Efekti uticaja na okruženje i
  - ❖ Efekti vezani za individualne korisnike (koristi i slično).



## **2. KRATAK OPIS KONCEPTA BEOGRADSKOG METROA I UTICAJNOG PODRUČJA**

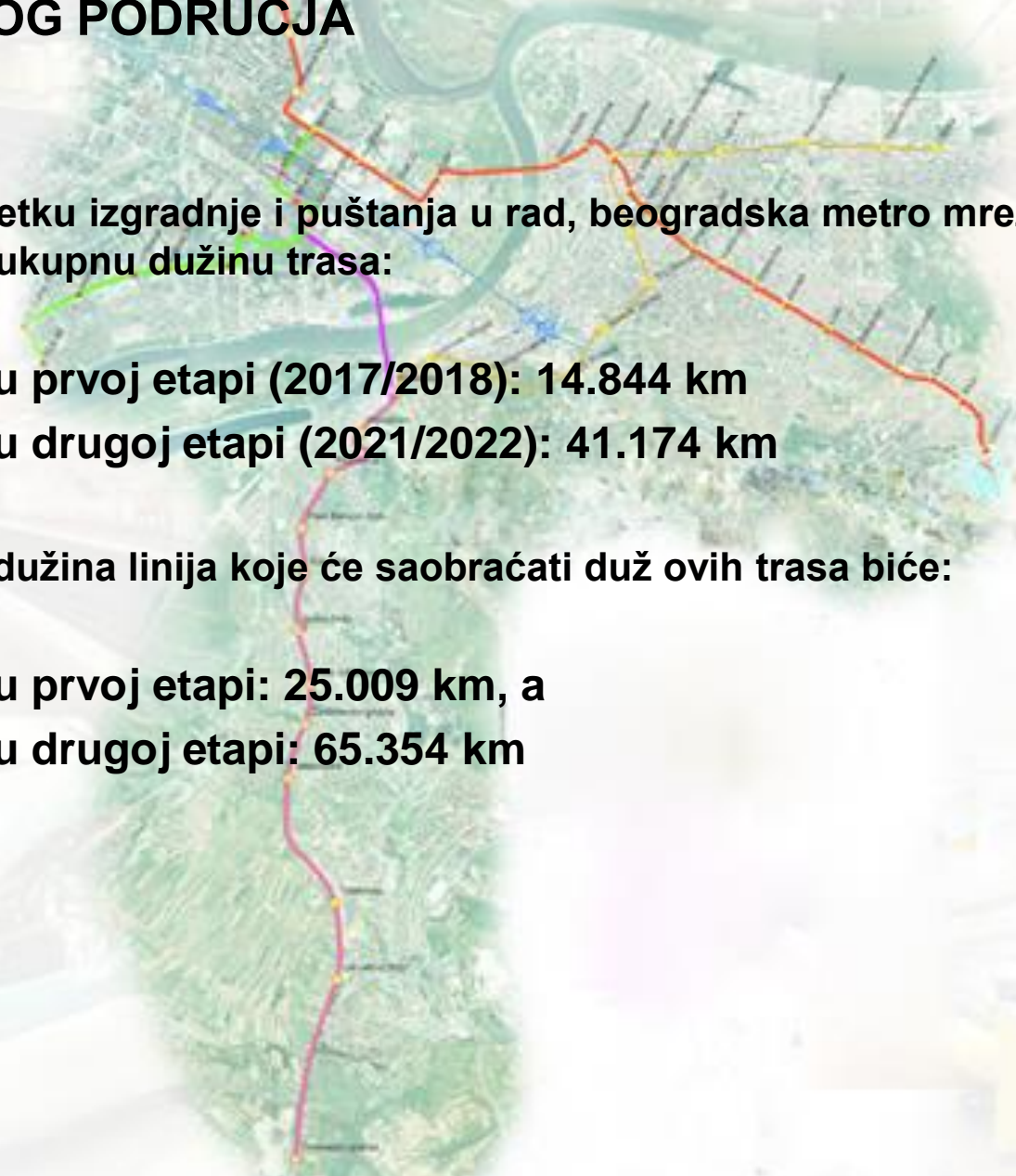
- **Ideja o integrisanju metro sistema u sistem javnog prevoza putnika u Beogradu postoji od sredine sedamdesetih godina prošlog veka. Ova ideja je potvrđena i početkom novog veka, implementacijom u Generalni Plan Beograda do 2021.godine, prema kome, na kraju planskog perioda Beogradski sistem treba da sadrži tri trase metroa**
- **Od 2005 – 2009.godine studijsko-tehnička i planska dokumentacija bila je usmerena na razvoj koridora I trase metroa na potezu Ustanička – Tvornička ulica (Prethodna studija opravdanosti sa Generalnim projektom, sa elementima idejnog projekta, Studija izvodljivosti prve linije bazirana na modelu finansiranja izgradnje sa akcentom na Javno privatno partnerstvo....)**
- **Tokom 2010. godine radna grupa, formirana rešenjem Gradonačelnika, uradila je dokument „Beogradski metro - Osnova za izbor rešenja“, koji je usvojen na sednici Skupštine grada 30. juna 2010. godine. Na osnovu tog dokumenta, a u okviru donacije Vlade Republike Francuske, započeta je izrada studijsko tehničke dokumentacije pod nazivom Sveukupni koncept i definisanje beogradskog metro sistema i Idejni projekat beogradske metro linije 1.**
- **Za potrebe izrade Studije Sveukupni koncept i definisanje beogradskog metro sistema, tokom 2012.god. uradjena je Studija socio-ekonomsko vrednovanje koncepta definisanog master planom, a neki od rezultata prikazani su u ovom radu**

## 2. KRATAK OPIS KONCEPTA BEOGRADSKOG METROA I UTICAJNOG PODRUČJA

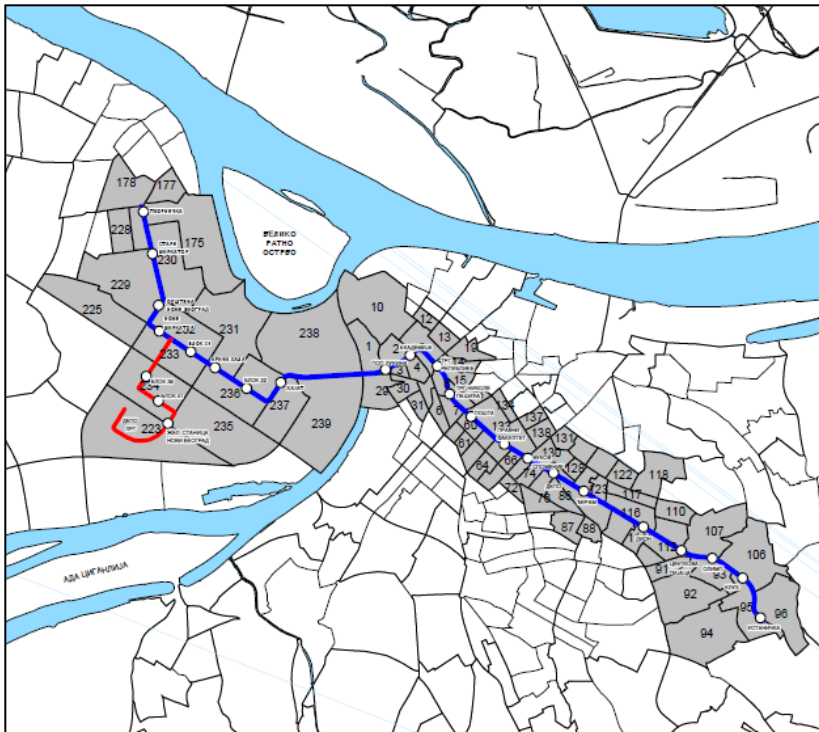
- 
- **Koncept Beogradskog metroa predviđa razvoj duž dva osnovna koridora:**
- ✓ prvi se pruža na potezu od severozapada (Zemun-Tvornička) ka jugoistoku (Ustanička ulica) i prolazi kroz najuži centar grada. Prolazi kroz 6 beogradskih opština sa visokom gustinom naseljenosti, velikim brojem radnih mesta i ostalih bitnih sadržaja. U postojećem stanju, na ovom pravcu se proteže tramvajska linija 7, koja je jedna od najopterećenijih linija beogradskog sistema javnog prevoza
  - ✓ Koridor druge trase povezuje udaljenija naselja na jugu Beograda (Petlovo brdo, Vidikovac, Žarkovo, Banovo brdo) sa postojećim i budućim sadržajima u koridoru (Hipodrom, Sajam, “Prokop”, Klinički centar...), sa centrom grada i dalje ostvaruje vezu sa naseljima na istoku grada (sve do Karaburme a u daljoj perspektivi i do Mirijeve)
  - ✓ Dva glavna koridora povezana su *trećim* koji se proteže između leve i desne obale Save (veza je ostvarena preko novog mosta)



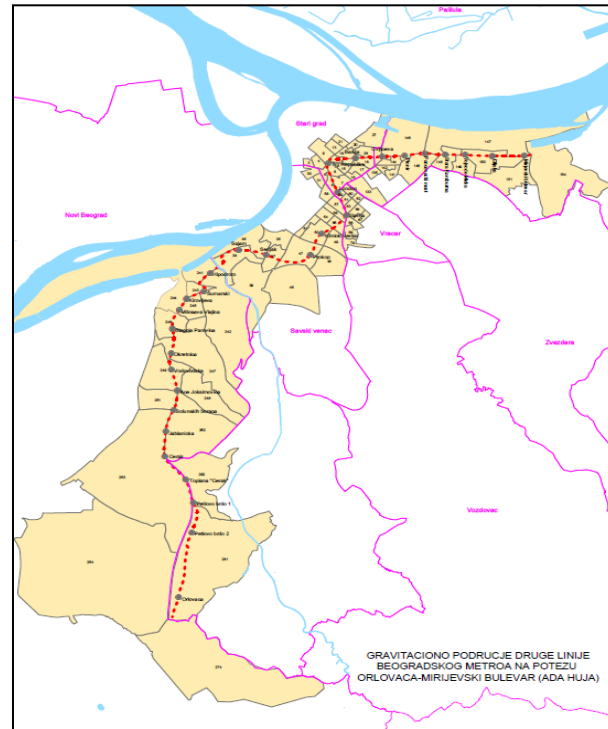
## 2. KRATAK OPIS KONCEPTA BEOGRADSKOG METROA I UTICAJNOG PODRUČJA

- 
- po završetku izgradnje i puštanja u rad, beogradska metro mreža će imati sledeću ukupnu dužinu trasa:
    - ❖ u prvoj etapi (2017/2018): 14.844 km
    - ❖ u drugoj etapi (2021/2022): 41.174 km
  - Ukupna dužina linija koje će saobraćati duž ovih trasa biće:
    - u prvoj etapi: 25.009 km, a
    - u drugoj etapi: 65.354 km

## 2. KRATAK OPIS KONCEPTA BEOGRADSKOG METROA I UTICAJNOG PODRUČJA



- Uticajno područje koridora 1



- Uticajno područje koridora 2

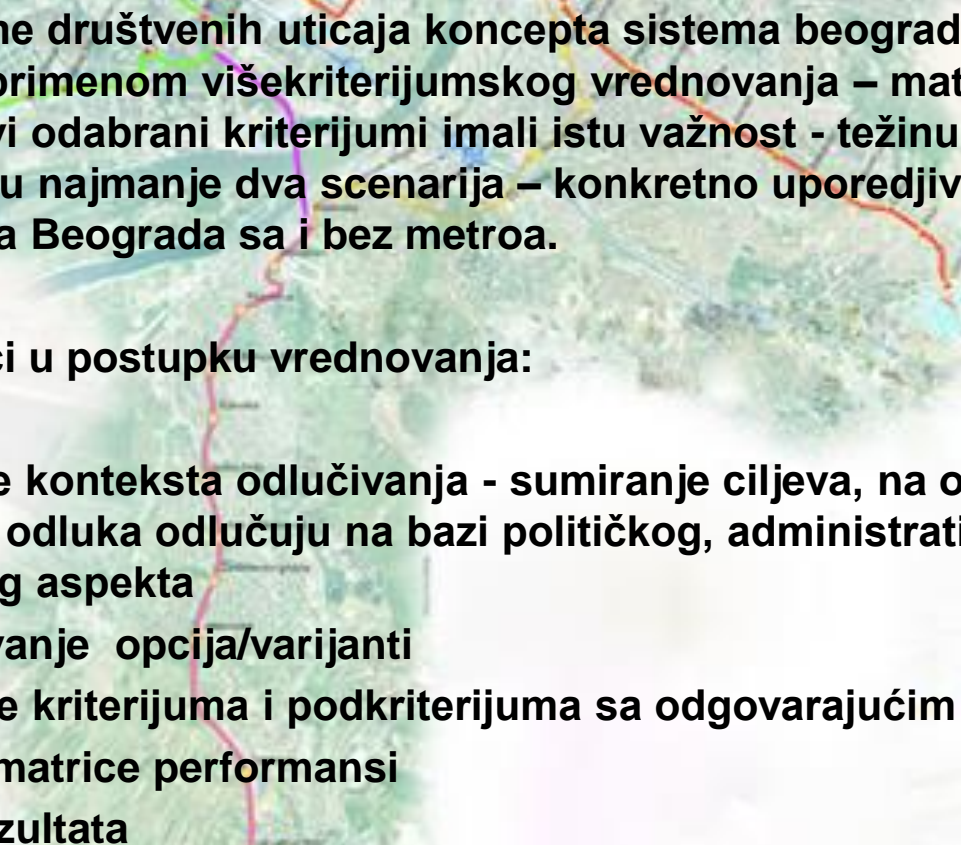
## 2. KRATAK OPIS KONCEPTA BEOGRADSKOG METROA I UTICAJNOG PODRUČJA

- Tabela- Lična karta uticajnog područja metro sistema

R.b	Područje/indikator	Trasa 1	Trasa 2	Obe trase *	Područje GP
1.	Površina (u ha)	2.153	6.173	8.074	76.820
	% od GP	2,8	8,0	10,5	100,0
	Pros.gustina naseljenosti (st/ha)	117,4	46,2	63,0	17,2
2.	Stanovništvo	252.669	285.080	508.712	1.323.413
	% od GP	19,1	21,5	38,4	100,0
3.	Broj domaćinstava	101.400	105.800	194.409	475.153
	% od GP	21,3	22,3	40,9	100,0
4.	Broj zaposlenih po mestu stanovanja	115.998	121'.805	228.123	458.141
	% od GP	25,3	26,6	49,8	100,0
5.	Broj zaposlenih po mestu rada	145.088	153.537	246.764	431.931
	% u GP	33,6	35,5	57,1	100,0
6.	Broj učenika po mestu stanovanja	45.880	29.271	73.592	138.290
	% od GP	33,2	21,2	53,2	100,0
7.	Broj učenika po mestu obrazovanja	85.075	94.863	153.409	
	Gustina učenika po ha	39,5	15,4	19,0	
8.	Broj korisnika prostora	482.822	533.480	908.885	1.925.769
	% od GP	25,1	27,7	47,2	100,0
9.	Broj poslovnih jedinica**	18.750	17.736		53.454
	% od GP	35,1	33,2		100,0
10.	Površina neto poslovnog prostora (m <sup>2</sup> )**	3.996.124	5.271.557		16.695.729
	% od GP	23,9	31,6		100,0

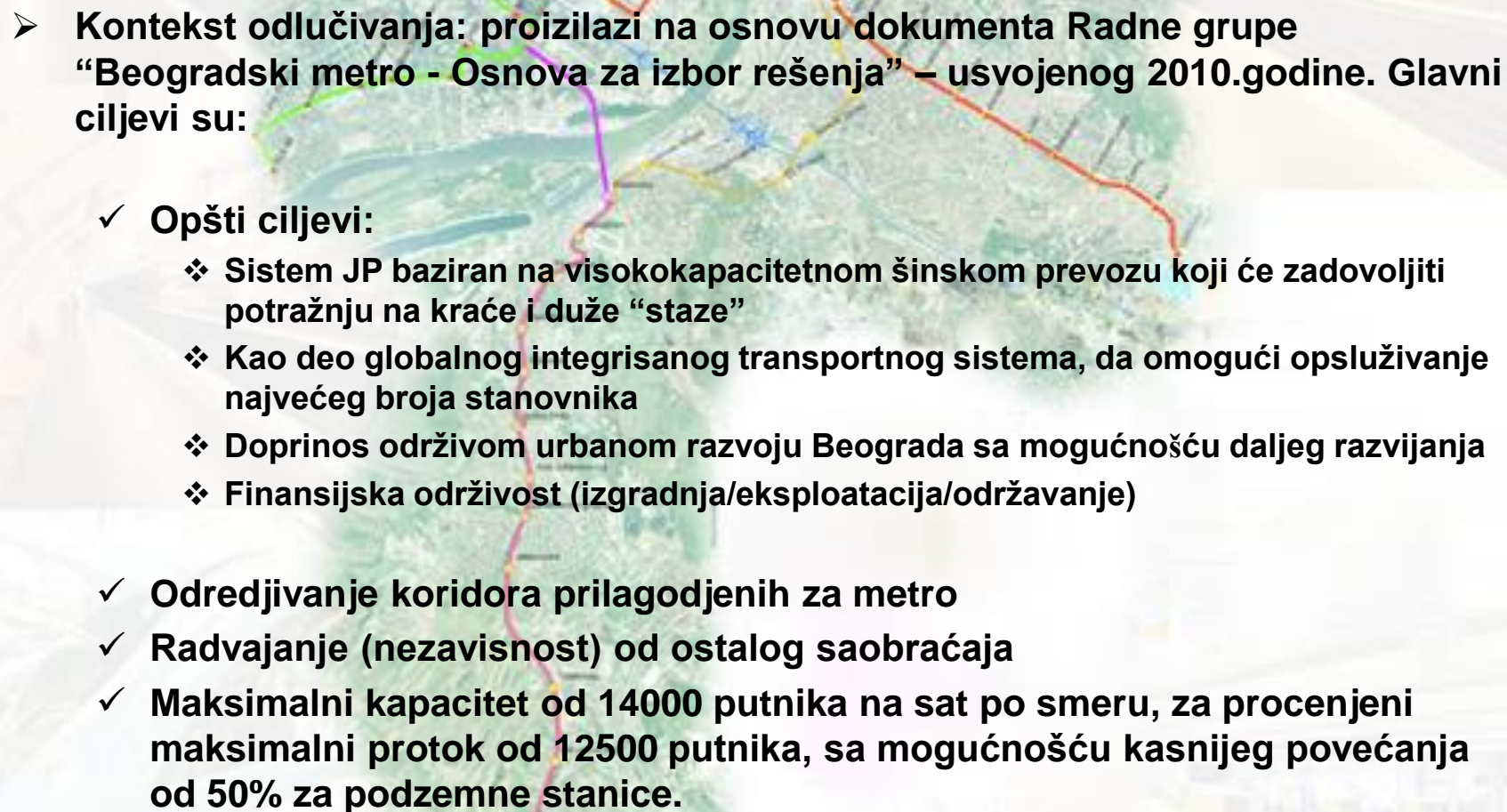


### **3. OSNOVNE KARAKTERISTIKE PRIMENJENOG POSTUPKA VREDNOVANJA**

- 
- **Postupak ocene društvenih uticaja koncepta sistema beogradskog metroa sproveden je primenom višekriterijumskog vrednovanja – matrica performansi, pri čemu su svi odabrani kriterijumi imali istu važnost - težinu. Metod se sastoji u uporedjivanju najmanje dva scenarija – konkretno uporedjivanjem mreže javnog prevoza Beograda sa i bez metroa.**
  - **Osnovni koraci u postupku vrednovanja:**
    - ❖ **Formiranje konteksta odlučivanja - sumiranje ciljeva, na osnovu kojih, donosioci odluka odlučuju na bazi političkog, administrativnog i društvenog aspekta**
    - ❖ **Identifikovanje opcija/varijanti**
    - ❖ **Definisanje kriterijuma i podkriterijuma sa odgovarajućim pokazateljima**
    - ❖ **Priprema matrice performansi**
    - ❖ **Analiza rezultata**



### 3. OSNOVNE KARAKTERISTIKE PRIMENJENOG POSTUPKA VREDNOVANJA

- 
- **Kontekst odlučivanja: proizilazi na osnovu dokumenta Radne grupe “Beogradski metro - Osnova za izbor rešenja” – usvojenog 2010.godine. Glavni ciljevi su:**
    - ✓ **Opšti ciljevi:**
      - ❖ **Sistem JP baziran na visokokapacitetnom šinskom prevozu koji će zadovoljiti potražnju na kraće i duže “staze”**
      - ❖ **Kao deo globalnog integrisanog transportnog sistema, da omogući opsluživanje najvećeg broja stanovnika**
      - ❖ **Doprinos održivom urbanom razvoju Beograda sa mogućnošću daljeg razvijanja**
      - ❖ **Finansijska održivost (izgradnja/eksploatacija/održavanje)**
    - ✓ **Odredjivanje koridora prilagodjenih za metro**
    - ✓ **Radvajanje (nezavisnost) od ostalog saobraćaja**
    - ✓ **Maksimalni kapacitet od 14000 putnika na sat po smeru, za procenjeni maksimalni protok od 12500 putnika, sa mogućnošću kasnijeg povećanja od 50% za podzemne stanice.**

### 3. OSNOVNE KARAKTERISTIKE PRIMENJENOG POSTUPKA VREDNOVANJA

- U sledećem koraku definisane su 2 opcije/scenarija razvoja sistema javnog prevoza u Beogradu:
  - ✓ Opcija A - tzv. "scenario sa investicijom u metro mrežu" – opcija u kojoj se realizuje koncepcija metroa koja je definisana u okviru dokumenta „Sveukupni koncept i definisanje Beogradskog metro sistema”
  - ✓ Opcija B - scenario zasnovan na ulaganjima u poboljšanje i dogradnju postojeće, prevashodno tramvajske infrastrukture uz potreban nivo ulaganja u vozna sredstva i odgovarajuća prilagođavanja mreža ostalih podsistema javnog prevoza (u daljem tekstu scenario bez investicija u metro mrežu/„do minimum“).
  
- U narednom koraku je izvršeno definisanje kriterijuma za upoređivanje različitih opcija razvoja sistema razvrstanih u sledeće grupe:
  1. Transportni (srednja dužina putovanja, srednje vreme putovanja, transportno vreme na nivou sistema JP i po podsistemima, transportni rad, raspodela putovanja po podsistemima JP, eksploataciona dužina mreža i sl.);
  2. Energetski učinci (ušteta energije);
  3. Ekološki učinci (uticaj rada vozila JP je veoma bitan, posebno kada se posmatra u dužem vremenskom periodu);
  4. Efekti vezani za individualne korisnike (individualne koristi koje proističu usled korišćenja javnog prevoza)



### 3. OSNOVNE KARAKTERISTIKE PRIMENJENOG POSTUPKA VREDNOVANJA

*Svakom od nabrojanih kriterijuma pridružen je skup podkriterijuma kojima se objašnjava učinak scenarija po datom kriterijumu*

*Konceptom poređenja dvaju scenarija nije uzeto u obzir rangiranje kriterijuma prema važnosti (t.j. dodeljivanje svakom odgovarajuće težinske mere), već su svi oni tretirani na jednak način. Svakom kriterijumu/podkriterijumu je pridružena poželjna ocena: manja/veća vrednost je bolja.*

Proračuni pokazatelja urađeni su primenom odgovarajućih programskih paketa, kojima je izvršeno modelovanje celokupnog sistema za karakteristične vremenske preseke:

- *postojeće stanje,*
- *vremenski horizont za koji je okvirno planiran početak rada prve trase metroa,*
- *vremenski presek u kome se očekuje zaokruženje metro mreže i ostalih podsistema javnog prevoza u Beogradu,*
- *vremenski horizont nakon dvadeset godina od početka rada prve trase metroa, i na kraju*
- *za vremenski horizont nakon trideset godina od početka izgradnje metro mreže.*



# 4. PRIKAZ REZULTATA POREDJENJA OPCIJA RAZVOJA MREŽA JAVNOG PREVOZA

## 1. Transportni pokazatelji

Podkriterijum	Opis/vrednost za poredjenje
Transportno vreme – sistem JP (putnički minuti)	Podkriterijum daje kvantifikaciju rada mreže javnog prevoza. Bolje rešenje mreža podrazumeva da je za učinak sistema (broj putovanja koji se realizuje) bolja vrednost ona koja je manja, jer se ostvaruju bolje komercijalne brzine, između ostalog.
Transportno vreme – bus podsistem (putnički minuti)	Bolje organizovanu mrežu predstavlja ona koja angažuje manje transportno vreme.
Transportno vreme – šinski podsistemi (putnički minuti)	Bolje rešenje je ono u kome se teži maksimiziranju rada mreže šinskih podsistema (zbog energetskih i ekoloških posledica, ponajviše).
Transportni rad – sistem JP (putnički kilometri)	Manja vrednost pokazuje da je mreža ekonomičnija i koherentnija.
Transportni rad – bus podsistem (putnički kilometri)	U ovom slučaju, pored napred opisanog, teži se da se postigne takva organizacija mreže u kojoj autobuski podsistem dobija svoju ulogu. Ovaj kriterijum je u direknoj funkciji podkriterijuma koji sledi.
Transportni rad – šinski podsistemi (putnički kilometri)	Bolja je ona mreža u kojoj šinski podsistem nosi veći transportni rad.
Učešće putovanja autobuskim podsistemom u ukupnom broju putovanja JP-om (u %)	Boljom mrežom smatra se ona u kojoj udeo putovanja autobuskim podsistemom ne dominira.
Učešće putovanja šinskim podsistemima u ukupnom broju putovanja JP-om (u %)	Kada postoje dva osnova podsistema, kvalitetnijim rešenjem smatraće se ono u kome je šinski sistem dominantan u realizaciji prevoznih potreba.
Eksploataciona dužina mreže JP (km)	Iz mnogih razloga ekonomičnijim rešenjem smatraće se ona mreža koja u uslovima jednake dostupnosti ima manju eksploatacionu dužinu.
Eksploataciona dužina mreže – bus podsistem (km)	U kontekstu prethodnog opisa, manja eksploataciona dužina mreže autobuskog podsistema predstavlja ekonomičnije rešenje.
Eksploataciona dužina mreže – šinski podsistemi (km)	U ovom slučaju, s druge strane, ekonomičnije rešenje predstavlja ona mreža šinskih sistema koja ima veću dužinu.

# 4. PRIKAZ REZULTATA POREDJENJA OPCIJA RAZVOJA MREŽA JAVNOG PREVOZA

## 2. Energetski učinci – struktura pogonske energije

Podkriterijum	Opis/vrednost za poređenje
Fosilna goriva (tr.rad u voz-km godišnje)	Ekomičnijim i ekološki povoljnijim rešenjem smatraće se ona mreža za čiju će eksploataciju biti potrebna manja količine energije dobijene iz fosilnih goriva. Ovaj kriterijum je u direknoj funkciji transportnog rada.
Električna energija (tr.rad u voz-km godišnje)	Mreža koja će se u većoj meri oslanjati na električnu energiju smatraće se kvalitetnijim rešenjem.

## 3. Efekti vezani za individualne korisnike

Podkriterijum	Opis/vrednost za poređenje
Srednja dužina putovanja (km)	Boljim rešenjem smatraće se onaj koncept mreže koji će zahtevati manju srednju dužinu putovanja (bolja dostupnost).
Srednje vreme putovanja (minuti)	Boljim rešenjem smatraće se onaj koncept mreže koji će zahtevati kraće srednje vreme putovanja (bolja dostupnost, veća brzina).
Koeficijent presedanja	Sa stanovišta komfora, za korisnika sistema javnog prevoza putnika kvalitetniji je onaj koncept koji iziskuje manji broj presedanja u realizaciji putovanja.

## 4. PRIKAZ REZULTATA POREDJENJA OPCIJA RAZVOJA MREŽA JAVNOG PREVOZA

Kriterijum/podkriterijum za poredjenje	Min/max	Vrednost pokazatelja		Bolje rešenje/ Scenario
		Opcija A	Opcija B	
<b>A. Transportni pokazatelji</b>				
Transportno vreme – <i>sistem JP</i> (putnički minuti)	min	2.399.616,6	2.927.303,7	<b>Opcija A</b>
Transportno vreme – <i>bus podsistem</i> (putnički minuti)	min	1.463.922,8	2.009.358,0	<b>Opcija A</b>
Transportno vreme – <i>šinski podsistemi</i> (putnički minuti)	max	823.545,3	730.781,7	<b>Opcija A</b>
Transportni rad – <i>sistem JP</i> (putnički kilometri)	min	1.059.705,4	1.100.780,7	<b>Opcija A</b>
Transportni rad – <i>bus podsistem</i> (putnički kilometri)	min	566.111,2	731.386,6	<b>Opcija A</b>
Transportni rad – <i>šinski podsistemi</i> (putnički kilometri)	max	456.935,69	302.105,2	<b>Opcija A</b>
Učešće putovanja autobuskim podsistemom u ukupnom broju putovanja JP-om (u %)	min	50,6%	60,1%	<b>Opcija A</b>
Učešće putovanja šinskim podsistemima u ukupnom broju putovanja JP-om (u %)	max	43,5%	30,9%	<b>Opcija A</b>
Eksploataciona dužina mreže JP (km)	min	1.064,66	1.049,57	<b>Opcija B</b>
Eksploataciona dužina mreže – <i>bus podsistem</i> (km)	min	658,91	661,14	<b>Opcija A</b>
Eksploataciona dužina mreže – <i>šinski podsistemi</i> (km)	max	189,753	173,315	<b>Opcija A</b>
<b>B. Energetski učinci – struktura pogonske energije</b>				
Fosilna goriva (tr.rad u voz-km godišnje)	min	81.840.707,12	96.248.387,59	<b>Opcija A</b>
Električna energija (tr.rad u voz-km godišnje)	max	20.659.550,40	29.399.812,49	<b>Opcija A</b>
<b>C. Ekološki učinci</b>				
Broj putovanja BUS-om preko mostova (Brankov most – oba smera)	min	2.237	12.925	<b>Opcija A</b>
<b>D. Efekti vezani za individualne korisnike</b>				
Srednja dužina putovanja (km)	min	5,54	6,67	<b>Opcija A</b>
Srednje vreme putovanja (minuti)	min	12,6	17,7	<b>Opcija A</b>
Koeficijent presedanja (broj presedanja po jednom putovanju)	min	1,35	1,17	<b>Opcija B</b>



## 4. PRIKAZ REZULTATA POREDJENJA OPCIJA RAZVOJA MREŽA JAVNOG PREVOZA

### Zaključci poredjenja:

- ❖ **Transportni pokazatelji:** mreža sa investicijom u metro sistem (Opcija A) pokazuje bolje vrednosti za 10 od 11 podkriterijuma.
- ❖ **Pokazatelji energetskeg učinka:** mreža sa investicijom (Opcija A) pokazuje bolje vrednosti za oba podkriterijuma.
- ❖ **Ekološki učinci:** mreža sa investicijom ima bolje vrednosti podkriterijuma - broj prelazaka preko mostova.
- ❖ **Efekte vezani za individualne korisnike:** mreža sa investicijom (Opcija A) ima bolje vrednosti za srednje vreme i dužinu putovanja, dok je po osnovu kriterijuma presedanja bolje performanse pokazala mreža bez investicije (Opcija B) .

## 5. EKOLOŠKI UČINCI

- **Jedan od vrlo važnih elemenata budućeg razvoja sistema javnog prevoza u Beogradu je aspekt zaštite životne sredine. Naime, opšte je poznato da je globalno zagrevanje, nastajanje kiselih kiša, oštećenja gornjih slojeva atmosfere, izmedju ostalog, posledica velikog oslobadjanja ugljen dioksida (CO<sub>2</sub>) iz automobilskih motora i industrijskih postrojenja. Uticaj drumskog saobraćaja na zagađenje životne sredine i klimatske promene posebno je izražen u urbanim aglomeracijama, odnosno gradskim sredinama.**
  
- **Najvažniji štetni sastojci koji potiču od saobraćaja, odnosno nastaju kao produkt sagorevanja tzv. konvencionalnih goriva (dizel, benzin i sl.) su:**
  - ugljen monoksid (CO)
  - azotni oksidi (NO<sub>2</sub>),
  - ugljovodonici (C<sub>x</sub>H<sub>x</sub>)
  - sumpordioksid (SO<sub>2</sub>)
  - čadj kao
  - i emisija CO<sub>2</sub>.



## 5. EKOLOŠKI UČINCI

- Prema nekim svetskim istraživanjima, procenjuje se da u gradskim sredinama sa velikim brojem stanovnika, u atmosferi, **oko 90% ugljen monoksida, preko 55% azotnih oksida, oko 50% ugljovodonika i oko 10% ostalih čestica** potiče od saobraćaja, odnosno kao produkt sagorevanja fosilnog pogonskog goriva.
- Za *procenu* uticaja javnog gradskog prevoza putnika, odnosno vidovne raspodele u okviru njega, na zagađenje životne sredine u Beogradu, korišćeni su:
  - istorijski podaci i pojedina istraživanja sprovedena u Beogradu (merenje koncentracije štetnih materija u zonama grada u kojima funkcioniše gradski prevoz),
  - podaci o strukturi voznog parka GSP-a (kao nosioca javnog prevoza) prema vrsti pogonskog goriva koje koriste i prosečnoj potrošnji,
  - podaci o obavljenom transportnom radu autobusa GSP-a,
  - tablične vrednosti emisije zagađenja datim u EURO standardima emisije zagađenja (ESC TEST Dir.1999/96/EC),
  - kao i dostupni izvori podataka i literatura



## 5. EKOLOŠKI UČINCI

- Tabela – Procena uticaja

Scenario	Transportni rad autobuskog podsistema (vozilo-km godišnje)	Emisija štetnih materija (kg na godišnjem nivou)				
		CO	CxHx	NOx	Čvrste čestice (PM)	CO <sub>2</sub>
Postojeće stanje (2012.godina)	96.512.776,23	481.212,2	150.943,8	1.150.434,5	22.679,5	134.538.815,0
Opcija A – godina 2017./2018.	84.002.520,22	418.836,1	131.378,1	1.001.312,0	19.739,7	11.709.951,5
Opcija B – godina 2017./2018.	96.512.776,23	481.212,2	150.943,8	1.150.434,5	22.679,5	134.538.815,0
Opcija A – godina 2021./2022.	70.515.465,53	351.589,8	110.284,6	840.546,0	16.570,4	98.298.562,5
Opcija B – godina 2021./2022.	84.528.724,83	421.459,8	132.201,0	1.007.584,4	19.863,4	117.833.046,7

## 5. EKOLOŠKI UČINCI

- Procena uticaja implementacije metro podsistema u sistem javnog prevoza putnika u Beogradu na životnu sredinu izvršena je upoređivanjem količine emisije štetnih izduvnih gasova i čestica u scenariju sa investicijom (Opcija A) i u scenariju bez investicije (kada je uz razvoj tramvajskog podsistema, autobuski podsistem i dalje nosilac javnog prevoza putnika) na osnovu razlike u ostvarenom transportnom radu autobusa za odabrane vremenske preseke, uz pretpostavku da će struktura vozila GSP-a (prema vrsti pogonske energije) ostati ista kao u postojećem stanju.
- Na osnovu *procenjenih vrednosti*, po svim pokazateljima se vidi da je scenario sa investicijom superiornije rešenje.
- Uočava se evidentno smanjenje svih štetnih materija koje potiču od sagorevanja pogonskog goriva autobuskog podsistema u mreži javnog prevoza sa metroom (Opcija A)
- 2017. godine, kada treba da počne funkcionisanje prve trase metroa, smanjenje bi iznosilo oko 13%, dok bi 2021./2022.godine, sa potpunim zaokruženjem sistema metro mreže, smanjenje emisije štetnih materija, u odnosu na scenario kada nema metroa, iznosilo oko 17%.