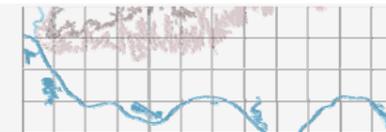
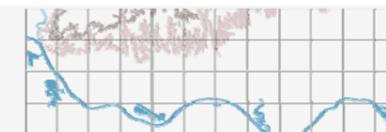


# URBANISTIČKO-PROMETNA STUDIJA SJEVERNE TANGENTE

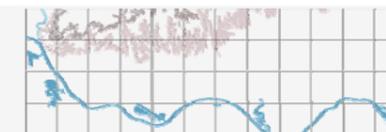




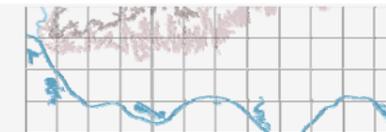
<b>naručitelj:</b>	GRAD ZAGREB, GRADSKO POGLAVARSTVO, Trg S. Radića 1	<b>radna grupa:</b>	Arhitektonski fakultet, Zavod za arhitekturu
	SVEUČILIŠTE U ZAGREBU, GRAĐEVINSKI FAKULTET, Kačićeva 26		prof. Branko Kincl, dipl.inž.arh. > voditelj studije Silvio Bašić, dipl.inž.arh. Darko Kovač, dipl.inž.arh. Zvonimir Kralj, dipl.inž.arh. Ivan Ljubić, dipl.inž.arh. Irena Matković, dipl.inž.arh. Zrinka Mustač, dipl.inž.arh. Ana Breka, aps.arh. Boško Opalić, stud.arh.
<b>izradio:</b>	SVEUČILIŠTE U ZAGREBU, ARHITEKTONSKI FAKULTET, ZAVOD ZA ARHITEKTURU, Kačićeva 26		Institut građevinarstva Hrvatske
	INSTITUT GRAĐEVINARSTVA HRVATSKE, ZAVOD ZA STUDIJE I PROJEKTE, J. Rakuše1		mr.sc. Stjepan Kralj, dipl.inž.građ. > voditelj Nina Dakić, dipl.inž.građ. Zdravko Duplančić, dipl.inž.prom. Stjepan Kordek, dipl.inž.građ. Tomo Novosel, dipl.inž.geol. Zvonimir Pejić, dipl.inž.prom. Dominik Stamač, dipl.inž.prom. Mara Stojan, dipl.inž.agr. Dako Šarić, dipl.inž.građ. Tomislav Tomić, dipl.inž.građ. Darinko Velan, dipl.inž.građ.
<b>tehnički rukovoditelj:</b>	Nives Mlinar, dipl.inž.arh.		
<b>voditelj studije:</b>	prof. Branko Kincl, dipl.inž.arh.		
<b>vrsta dokumentacije:</b>	URBANISTIČKO–PROMETNA STUDIJA SJEVERNE TANGENTE		
<b>broj ugovora:</b>	06/06-15		Gradski zavod za planiranje grada i zaštitu okoliša – odjel za statistiku Marija Šabić, dipl.oec.
			<b>Stručni konzultanti</b> mr.sc. Aleksandar Čaklović, dipl.inž.građ. mr.sc. Slavko Dakić, dipl.inž.arh. prof.dr.sc. Slavko Matić, dipl.inž.šum. doc.dr.sc. Damir Pološki, dipl.inž.građ.
			<b>Prostorne simulacije</b> Venko Ćurlin, dipl.inž.arh. Antipodi, d.o.o. Marko Trzun, dipl.inž.arh. Antipodi, d.o.o. Tomislav Tonković, dipl.inž.geod. Geofoto, d.o.o.



1. Uvod:	str. 1	7. Inženjersko-geološke i hidrogeološke karakteristike reljefa	str. 50
		7.1. Grafički prilozi	str. 52
2. Zagreb – povijesni razvoj aglomeracije	str. 2	8. Etapnost izgradnje	str. 55
2.1. 1742.-1970.	str. 4	8.1. Grafički prilozi	str. 56
2.2. 2003.	str. 5		
2.3. Današnje stanje	str. 6	9. Prijedlozi poboljšanja prometne mreže grada Zagreba, 1:25000	str. 59
3. Prirodni i po čovjeku stvoreni uvjeti okoliša:	str. 7	10. Prostorne simulacije tangente:	
3.1. Prirodni elementi	str. 8	10.1. Simulacija tangente na ortofoto karti	str. 63
3.2. Odnos reljefa i kretanja	str. 9	10.2. Simulacija pojedinih dionica tangente, Čvor Okrugljak	str. 67
3.3. Željeznica	str. 10	10.3. Simulacija pojedinih dionica tangente, Čvor Bukovec	str. 68
3.4. Prometnice	str. 11		
3.5. Zone koncentracija	str. 12	11. Analiza prometa:	
3.6. Analiza kretanja u prostoru	str. 13	11.1. Uvod	str. 69
4. Prostorno-statistički pokazatelji podsljemenskog područja	str. 14	11.2. Ciljevi i rezultati	str. 69
4.1. Stanovništvo, zaposleni i radna mjesta po gradskim četvrtima	str. 15	11.3. Osnove	str. 69
		11.3.1. Zadana ili uvjetovana polazišta	str. 69
5. Odnos gup-a i sjeverne tangente:		11.3.2. Metodološka ishodišta	str. 70
5.1. Prostorni, urbanistički i planerski aspekti sjeverne tangente	str. 16	11.4. Stanje ponude sistema	str. 72
5.2. Plan namjene površina i sjeverna tangenta	str. 18	11.4.1. Model mreže	str. 72
5.3. Stanovanje i sjeverna tangenta	str. 19	11.4.2. Ponuda modela	str. 72
5.4. Javna i gospodarska namjena i sjeverna tangenta	str. 20	11.5. Stanje prometne potražnje	str. 73
5.5. Zelenilo, šport i rekreacija i sjeverna tangenta	str. 21	11.5.1. Model potražnje	str. 73
5.6. Zaštita kulturne i prirodne baštine i sjeverna tangenta	str. 22	11.5.2. Kalibriranje modela	str. 73
5.7. Kategorizacija prometnica i sjeverna tangenta	str. 23	11.6. Razvoj ponude sistema	str. 74
5.8. Prijedlog kategorizacije prometnica i sjeverna tangenta	str. 24	11.7. Razvoj prometne potražnje	str. 74
6. Prometno rješenje, trasa i model prometne mreže:		11.7.1. Zakonitosti razvitka	str. 75
6.1. Varijante rješenja i tehnički elementi	str. 25	11.7.2. Intenzitet potražnje	str. 75
6.2. Odvodnja prometnih površina	str. 31	11.8. Prognoza prometnih tokova i prometnog rada	str. 75
6.3. Rješenja objekata	str. 32	11.8.1. Intenzitet prometnih tokova	str. 76
6.4. Rješenja tunela	str. 40	11.8.2. Prometni rad	str. 76
6.5. Čvorišta	str. 47	11.9. Umjesto zaključka	str. 77
6.6. Smjernice zaštite okoliša (buka, aerozagađenja, održavanje, ...)	str. 47		



12. Vrednovanje projekta		str. 103
12.1. Procjena investicijskih troškova		str. 103
12.2. Društveno-ekonomske ocjene projekta		str. 104
12.3. Zaključak		str. 105
13. Grafički prilozi:		
13.1. Situacija Gup-a: plan namjena površina i sjeverna tangenta	1:25000	
13.2. Situacija koridora sjeverne tangente	1:25000	
13.3. Uzdužni profil osnovne trase	1:25000/2500	
13.4. Uzdužni profili varijanata 1-4		
13.4.1. varijanta 1	1:25000/2500	
13.4.2. varijanta 2	1:25000/2500	
13.4.3. varijanta 3	1:25000/2500	
13.4.4. varijanta 4	1:25000/2500	
13.5. Situacija koridora na ortofoto karti	1:25000	
13.6. Prijedlog plana namjene površina i sjeverna tangenta		
13.6.1. Podsused - Vrapče	1:10000	
13.6.2. Črnomerec - Medveščak	1:10000	
13.6.3. Maksimir - Gornja Dubrava	1:10000	
13.6.4. Sesvete	1:10000	
14. Fotodokumentacija (iz zraka)		str. 106



Slijedom, sada već povijesnih potreba rješavanja glavnih prometnih tokova u Zagrebu, posebno u njegovim sjevernim dijelovima, grad Zagreb je naručio, putem Građevinskog fakulteta u Zagrebu izradu urbanističko-prometne studije sjeverne tangente od Arhitektonskog fakulteta u Zagrebu i Instituta građevinarstva Hrvatske iz Zagreba.

Područje urbanističko-prometnog poteza sjeverne tangente prostire se od autoceste za Krapinu na zapadu do autoceste za Varaždin na istoku u dužini od cca. 27 km. Trasa sjeverne tangente položena je područjem priobalja na sjeveru grada jednom od najvrjednijih i najljepših zona stanovanja na kojem je u stambenoj izgradnji i množina javnih, zdravstvenih, sportsko-rekreacijskih i visokoškolskih ustanova vrlo značajnih za grad. Ideja o izgradnji sjeverne tangente prelazi značaj samo prometnog poteza, to je zahvat u cjelovitu urbanističko-prostornu revalorizaciju sjevernog gradskog područja uz istovremeno proširenje mreže glavnih gradskih prometnica na deficitarno sjeverno područje, što je jedan od temeljnih uvjeta za kvalitetnije rješavanje prometa u gradu Zagrebu.

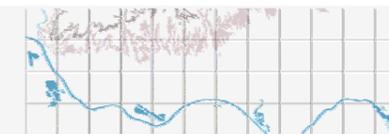
Izgradnja ovog prometnog poteza povukla bi za sobom i kompletnu rekonstrukciju i izgradnju nove mreže i objekata komunalne infrastrukture, što je uz rješavanje prometne problematike još jedna kvaliteta od kapitalnog značaja za grad i njegovi ukupni razvoj.

Postupno mijenjanje i kvalitetno oblikovanje sjevernog područja grada, osobito onih dijelova substandardnog karaktera, govori o povijesnom vraćanju grada na svoje sjeverne obronke. Zbog toga se studijom obrađivana problematika prvenstveno odnosi na:

1. reurbanizaciju i revitalizaciju sjevernog područja grada koje uz množinu javnih institucija ima status stambenog područja specifične stambene tipologije, u pravilu slobodno-stojećih obiteljskih kuća s vrtom i zelenilom u svom okruženju. Kvalitetnim oblikovanjem prostora kroz forme nove urbane tipologije, primjerene visoko konsolidiranim predjelima grada, trebalo bi prići uređenju cjelokupnog područja. Kod toga bi nukleusi/središta povijesnih naselja/sela, nastalih na sjevernom priobalnom dijelu grada u okruženju zelenila park šuma trebali biti jedan od nositelja urbane obnove ovoga područja.
2. bitno unaprijeđenje prometne ponude u gradu, pri čemu sjeverna tangenta ima dominantan značaj na cijelom sjevernom području, ali i znatan utjecaj na ravnomjerno opterećenje prometne mreže i kvalitetu prometnog rješenja grada u cjelini. Kod toga treba istaknuti znatne mogućnosti rasterećenja središnjeg gradskog područja i samog centra.

3. dostupnost postojećim park šumama i formiranje novih zona rekreacije u zelenilu sjevera te uspostavljanje veze grada s Medvednicom na više prometnih pravaca i tunelom kroz Medvednicu, što uključuje i sjeverne djelove Medvednice u povezanosti s gradom.
4. obnovu i izgradnju nove komunalne infrastrukture na sjevernom području grada čime će se standard života i stanovanja na tom području bitno unaprijediti, što se odnosi i na niz javnih i privrednih sadržaja. Isto tako potencijali za novu izgradnju na ovim područjima znatno će porasti.
5. varijantna vođenja trase, doprinos istraživanju i optimiranju kvalitete rješenja prometnih objekata i trase u području zaštićenih krajolika i zelenila.

Studija sjeverne tangente trebala bi potvrditi opravdanost takvog zahvata, a planski dokumenti koji nakon toga slijede nužnost ugradnje koridora u prostorno-planske dokumente kojim bi se bitno unaprijedila kvaliteta urbanog života na prostorima sjevernog priobalja grada veličine nešto veće od 350 km<sup>2</sup> na kojem živi nešto više od 300.000 stanovnika.



Prostorni i fizički rast grada Zagreba i njegovog stanovništva odvija se kontinuirano, kroz dugo povijesno razdoblje, sve do današnjih dana. Prema dostupnim podacima, iako su administrativne granice grada tijekom vremena mijenjane, moguća je procjena broja stanovnika u Zagrebu, kako slijedi:

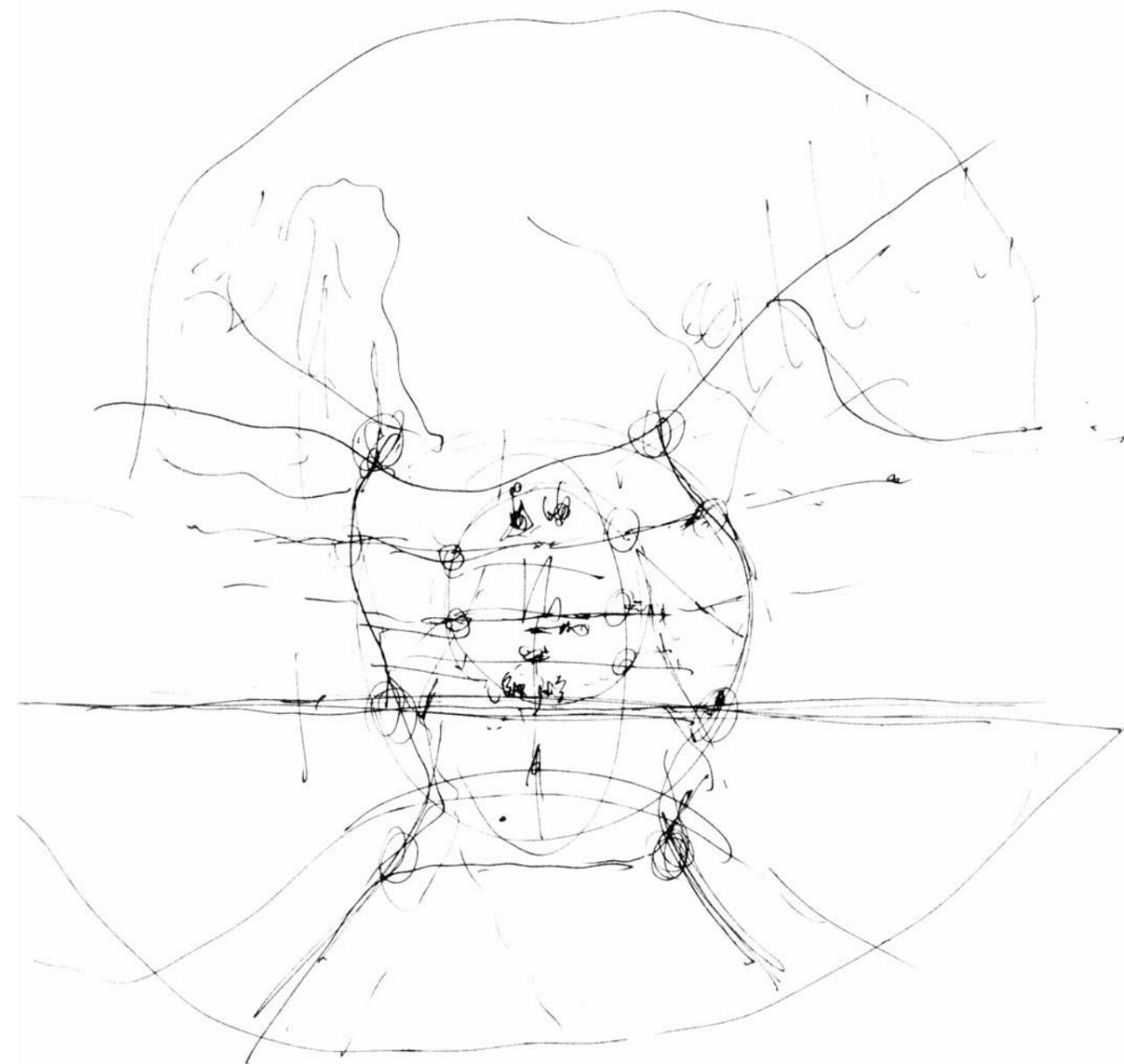
1742. godine	5.000	stanovnika
1890. godine	40.000	stanovnika
1910. godine	80.000	stanovnika
1931. godine	200.000	stanovnika
1948. godine	300.000	stanovnika
1970. godine	580.000	stanovnika
2003. godine	780.000	stanovnika

Analizirajući rast grada u njegovom prirodnom okruženju, može se zaključiti da je njegovo širenje posljedica deseterostrukog povećanja stanovnika i njihovih aktivnosti u periodima od po sto godina, (1742/1890/1970.). Uz ovaj kvantitativni podatak o rastu broja stanovnika, fizički i prostorni rast i razvoj grada vrlo je karakterističan.

Začet na obroncima kaptolske i gričke uzvisine, grad se širi, ali i spušta u nizinu, tvoreći u svom rastu i razvoju vrlo specifičnu fizionomiju čija se kompleksnost može očitati kroz odnos prema prirodnim datostima, (Zagrebačka gora, pribrežje, nizina, Sava), i slojevitosti nastajanja njegovih gradskih četvrti. O tome akademik Andre Mohorovičić u svom radu „Marginalna razmišljanja o razvoju urbane fizionomije grada“ daleke 1978. godine kaže:

„Čovjek na tom odruču živi od prethistorijskih razdoblja. Iskoristivši upravo spomenute elemente vrlo prikladnog geomorfološkog položaja – smještaj na najjužnijim obroncima Medvednice – počeo se razvijati grad u ekonomskim i strateškim uvjetima koje je diktirao srednjovjekovni život na dva izdanka – Grič i Kaptol – razvijaju se prve jezgre novih naselja najkasnije od XI stoljeća nadalje i poprimaju postepno određenu fizionomiju utvrđenih srednjovjekovnih gradova. Njihova urbana struktura i njihov koncept dispozicije formirani su kroz protekla stoljeća u završnom obliku. Prema tome, spomenute jezgre predstavljaju prvi i najstariji dio Zagreba, nazovimo ga A. One su u svojoj urbanoj strukturi cjelovite i završne, a u svojoj fizionomiji isto tako predstavljaju, naročito Grič, jednu zaokruženu, homogenu cjelinu.

Drugu zonu predstavlja proširena izgradnja grada nastala nakon prestanka svrsishodnog djelovanja utvrda, kada se grad pod snagom novog vitaliteta protegnuo ispod obronaka i raširio do prvih inundacionih površina Save. Osobito značenje koje mu pruža položaj na križanju velikih magistrala istok-zapad i sjever-jug ograničuje ga prema jugu izgradnjom željezničke pruge. Ovo prvo veliko proširenje predstavlja tzv. Donji grad. Nazovimo ga zonom B.“

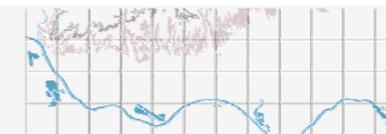


Zagreb 1978.

Prof. A. Mohorovičić

Idejna skica prometne mreže Zagreba - prof. A. Mohorovičić, 1978. god.

Međutim, za naše razmatranja problema potrebno je naglasiti da su uz sam grad Zagreb jednako važni rast i razvoj naselja njegovog najbližeg okruženja. Tako bilježimo u novijoj povijesti vrlo značajan rast Velike Gorice, Samobora, Zaprešića, Sesveta, Dugog Sela te područja naselja sjeverno od zagrebačke Dubrave i Sesveta.



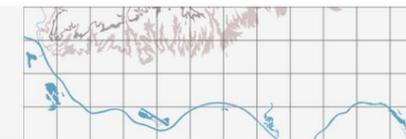
Analiza prostornog razvoja grada i naselja koja ga okružuju pokazuju jednu konstantu u širenju, a ta je da, za jedan pomak (korak), u rastu prema nizini na jugu, grad višestruko raste prema istoku i zapadu. Razmatrajući danas prostor grada od Podsuseda do Sesveta u smjeru istok-zapad te od granice sa šumom Zagrebačke gore na sjeveru i obilaznog autoputa na jugu, gradska aglomeracija pokriva područje dužine cca. 40 kilometara, a širine samo cca. 10 kilometara, što daje odnos 4:1. Taj odnos još je naglašeniji ako se u razmatranje uključe i naselja koja okružuju grad i s njim čine cjelinu aglomeracijskog sustava otvorenog, (velikog), Zagreba. U takvom se kontekstu raširenosti/geometrije aglomeracije u prostoru otvorenog/velikog Zagreba javlja kao logična posljedica naglašeno kretanje i duga putovanja u smjeru istok-zapad, dok će kraće dionice u kretanju biti sjever-jug.

Zbog toga je neobično važno u prometnoj problematici grada posvetiti posebnu pažnju distribuciji kretanja i prometnoj mreži na pravcima istok-zapad. Kod toga je uz planski uspostavljene pravce u nizinskom dijelu grada potrebno razmotriti mogućnosti uspostave pravaca istok-zapad i na sjevernom, pribrežnom dijelu grada. Uravnotežena mreža longitudinalnih, (istok-zapad), i transverzalnih, (sjever-jug), pravaca u prostoru grada uvjet je za postizanje spomenutog standarda visokoko urbanizirane sredine kakvoj teži Zagreb. Dostupnost pojedinim gradskim područjima i socijalni interval putovanja u tom će smislu biti jedno od osnovnih obilježja kvalitetne prometne slike grada, o čemu u svojim «Marginalnim razmišljanjima...» akademik Andre Mohorovičić kaže:

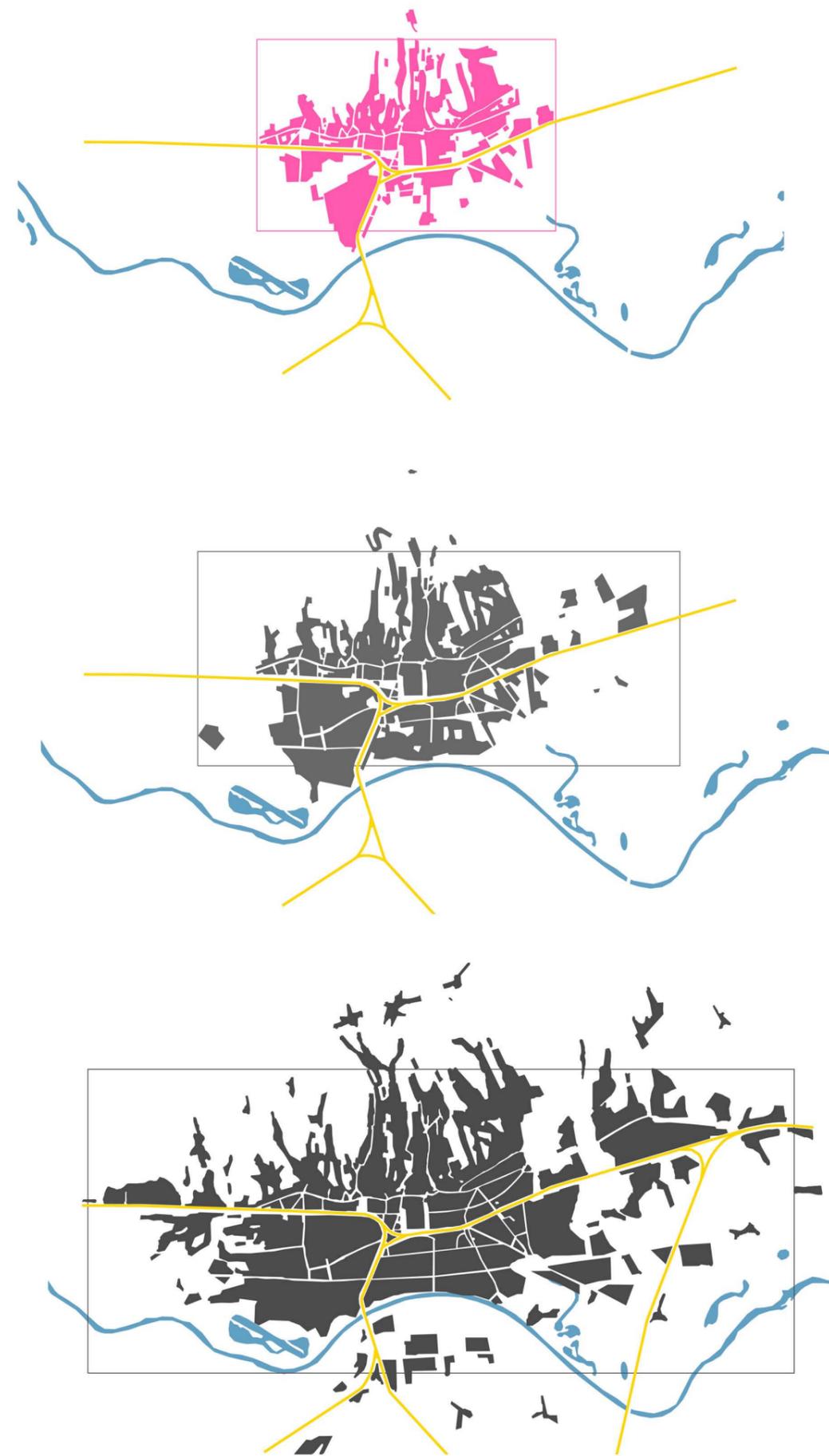
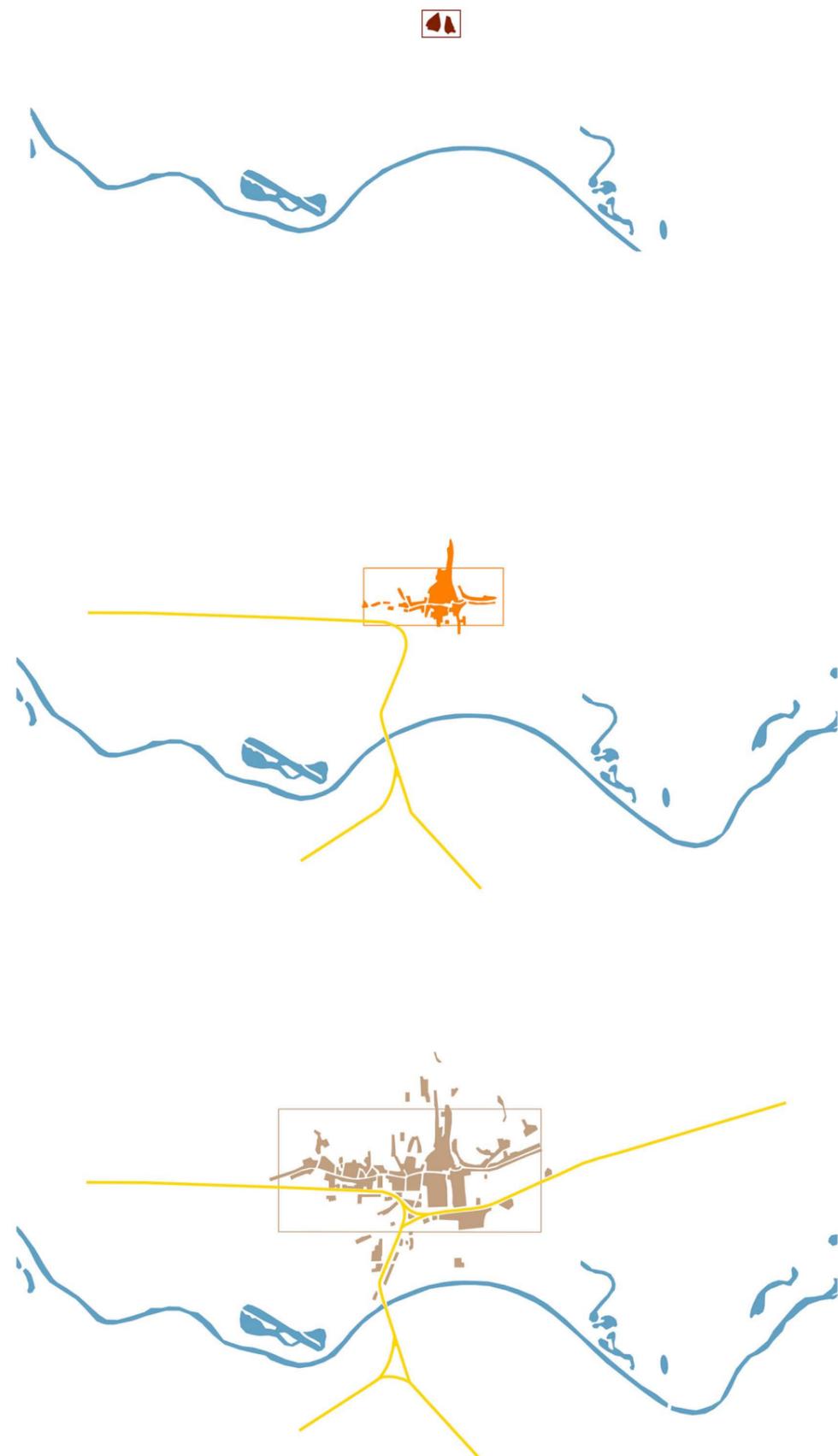
*„Prema tome, sjeverno od željezničke pruge uz prvu već spomenutu transverzalu koja bi direktno odteretila Gornji grad i Kaptol, bilo bi potrebno da se ponovo pokrene pitanje rješenja sjeverne podsljemenske transverzale koja bi negdje između Maksimira, područja Gračana, Šestina i donje Kustošije obilazila sjeverne obronke i bila po frekvenciji veoma jaka, veoma propusna, tako da bi mogla i po svojim tehničkim elementima preuzimati glavni transport, snabdijevanje i tranzit velikog gravitacionog stambenog područja koje se od Bukovca pa sve tamo do Mikulića intenzivno širi na sjevernom rubu grada. Ova je velika transverzala, odteretnica sjevera, bitna, jer povezuje cijeli krug sjevernih naselja i time intenzivira mogućnost društvenog, kulturnog i ekonomskog života.“*

Danas je otvorenost grada i njegova povezanost s bližom okolinom i regijom jedno od obilježja prostorne organizacije i prometnog sustava. U tom smislu i sjeverna se tangenta veže na autoputske pravce na istočnom i zapadnom dijelu grada.

2.1. > povijesni razvoj aglomeracije: 1742.-1970.

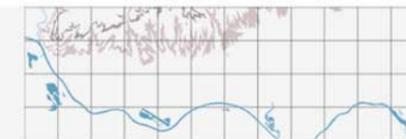


0 | 5 | 10 | 20 km



1742	5 000 st
1890	40 000 st
1910	80 000 st
1931	200 000 st
1948	300 000 st
1970	580 000 st

> IZGRAĐENO PODRUČJE



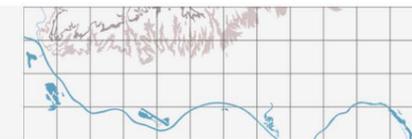
0 | 11 | | | 5 |

10 |

20 | km



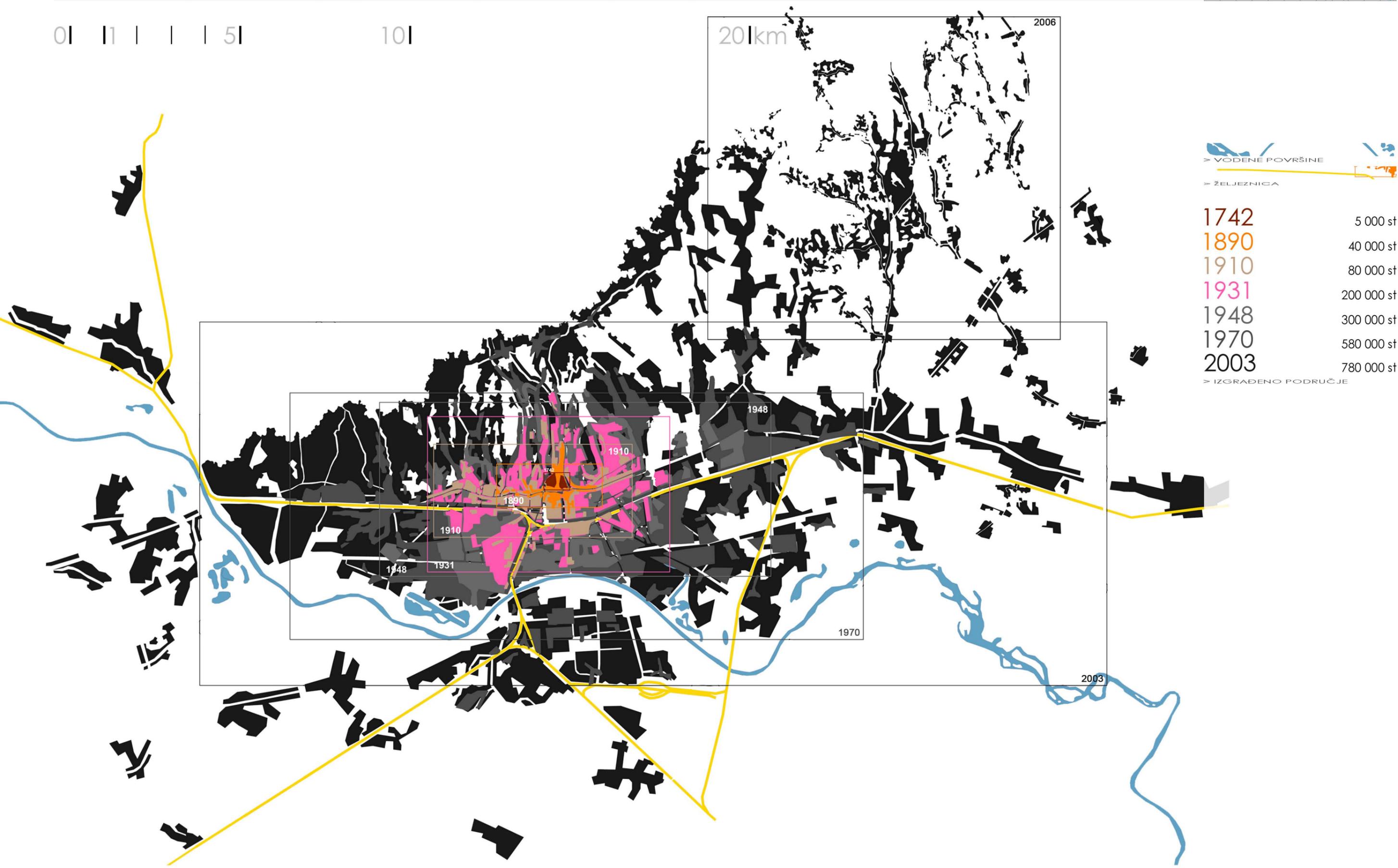
2003 780 000 st  
> IZGRADENO PODRUČJE



0 | 1 | 5 | 10 |

10 |

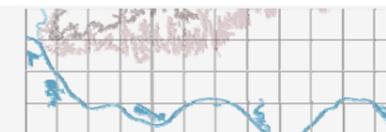
20 | km 2006



> VODENE POVRŠINE

> ŽELJEZNICA

1742	5 000 st
1890	40 000 st
1910	80 000 st
1931	200 000 st
1948	300 000 st
1970	580 000 st
2003	780 000 st
> IZGRAĐENO PODRUČJE	



Specifična izdužena prostorna razvijenost aglomeracije grada Zagreba te odnos pribrežnog i nizinskog dijela grada uvjetovali su, uz množinu političkih, ekonomskih i urbanističkih faktora razvijenost i oblik prometne mreže u gradu Zagrebu. U analizi su obrađeni prirodni i, od čovjeka stvoreni, artificialni faktori za koje smatramo da bitno utječu na razvoj prometne mreže u gradu.

Za pribrežni dio sjevernog područja grada karakterističan je položaj i razvijenost brežuljkastog reljefa u kojem se smjenjuju udoline i uzvisine naglašenog smjera sjever-jug. Takav položaj uzvisina brežuljaka naglašena je prirodna prepreka kretanja istok-zapad. Ova činjenica prirodne datosti te širenje grada u nizinu usmjerila je razvoj prometne mreže u dolinama ili na padinama brežuljaka prvenstveno u smjeru sjever-jug. U nizinskom dijelu grada, na lijevoj obali Save, planskim se zahvatima Donji grad razvija pravokutna mreža identičnog intenziteta u oba kardinalna smjera orijentacije. S južne strane Donjeg grada izgrađuje se nasip željeznice kroz cijeli grad koji ga još i danas dijeli. Rješenje ove, od čovjeka stvorene, barijere u planskom razvoju grada prema jugu, traži izgradnju podvožnjaka ili nadvožnjaka na prometno najugroženijim točkama. Logična posljedica ovakvog stanja su dodatne vožnje i preopterećenost mreže na pojedinim točkama i potezima.

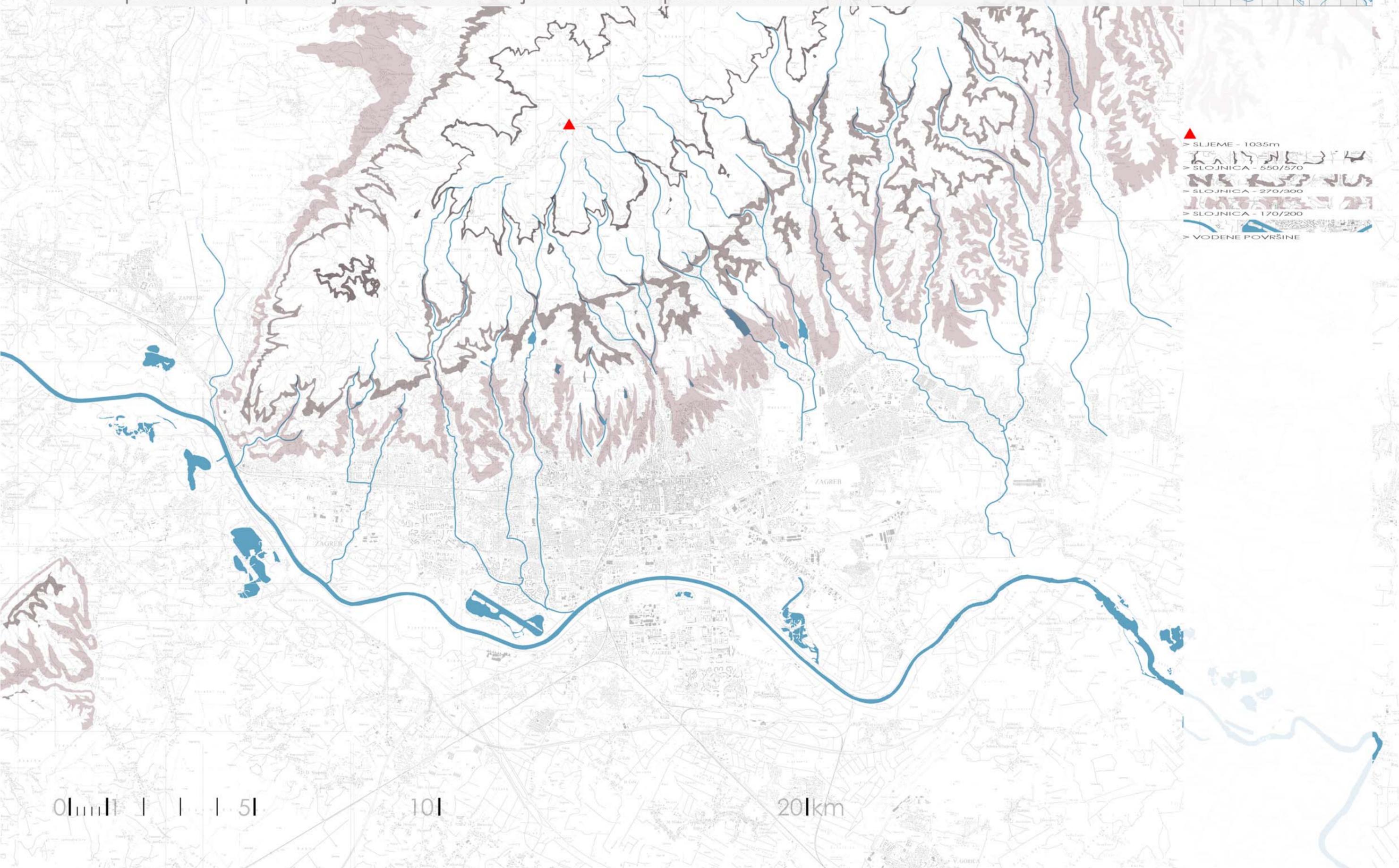
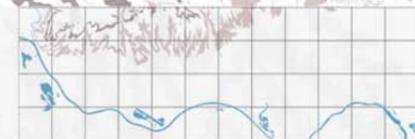
Novijim razvojem grada prema jugu razvija se u području između željezničke pruge i Save kapitalna prometna infrastruktura grada naglašenog funkcionalnog usmjerenja istok-zapad. Režim prometa na tim prometnim pravcima, (Vukovarska avenija, Slavonska i Ljubljanska avenija), širina poprečnog profila te veličina i vrsta čvorova još su jedna barijera u prohodnom i skladnom povezivanju susjednih gradskih područja u smjeru prema jugu. Rijeka Sava, kao još jedna prirodna prepreka u širenju grada prema jugu, premoštena je nedovoljnim brojem i neravnomjernim rasporedom mostova. Na zapadnom dijelu toka rijeke Save kroz grad udaljenost između Jankomirskog mosta i Jadranskog mosta iznosi približno 9,0 km. Povezanost i funkcionalnost prometne mreže na lijevoj obali Save s onom na desnoj obali ovisit će o uspješnosti rješavanja problema mostova na Savi u gradu.

Područjem Novog Zagreba prolaze longitudinalne Dubrovačke avenije i južnih paralelnih ulica. Na krajnjem je jugu grad opasan nasipom i objektima željezničkog čvora i ranžirnog kolodvora i obilaznom autocestom.

Naglašena longitudinalnost u razvoju grada logična je posljedica rasporeda/razmještaja njegovih aktivnosti i stanovništva u prostoru. Međutim, može se ustvrditi da istovremeni razvoj prometne infrastrukture ne prati razvoj i ne pogoduje cjelovitom povezivanju njegovih gradskih područja. Naprotiv, karakteristični longitudinalni smjerovi očituju se kao barijere koje otežavaju povezivanje gradskih područja. S druge strane, treba istaknuti da je urbani potencijal longitudinalna jedna od posebnosti Zagreba i njegovog razvoja.

Različitost resursa na spomenutim longitudinalnim pravcima od zelenila i rekreacije, javnih sadržaja, stanovanja i privrednih zona umreženih s određenim transverzalnim pravcima, trebali bi biti nositelji identiteta cjelokupne slike grada. U tom smislu, sjeverna tangenta na dužini trase od 27 kilometara udružuje niz originalnih elemenata prirodnih posebnosti, ali i po čovjeku stvorenih vrijednosti.

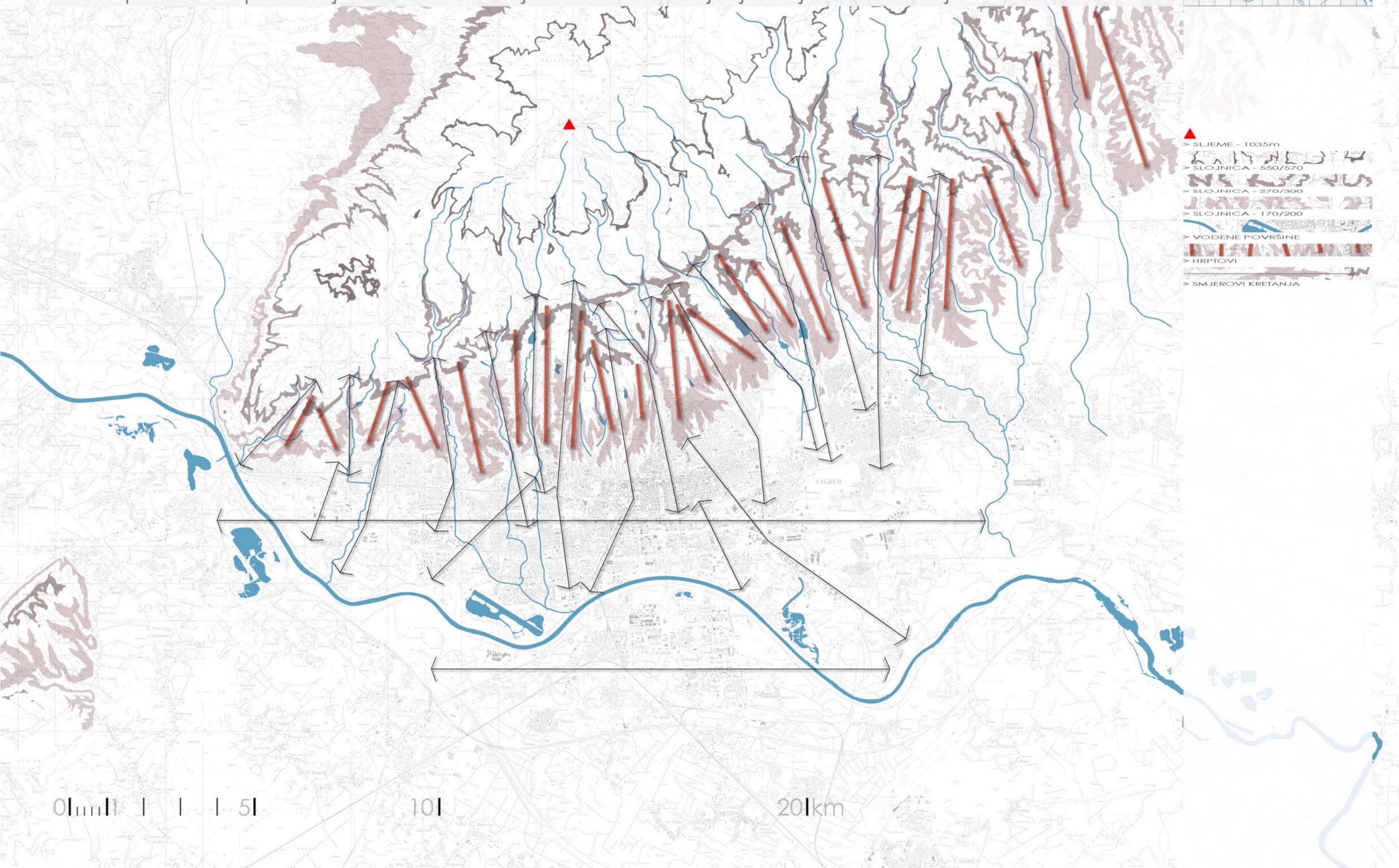
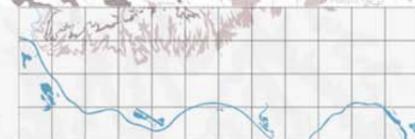
3.1. > prirodni i po čovjeku stvoreni uvjeti okoliša: prirodni elementi

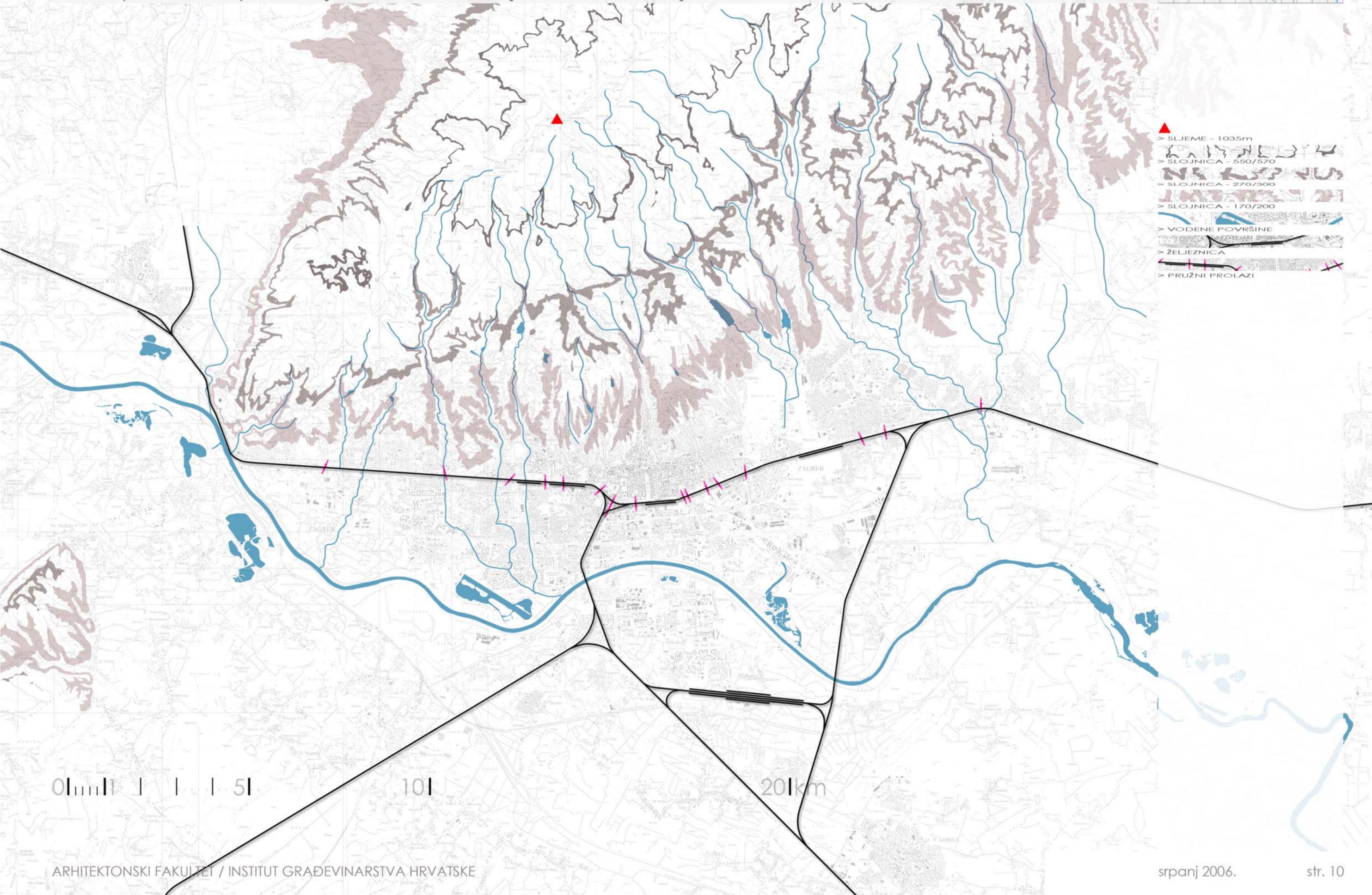
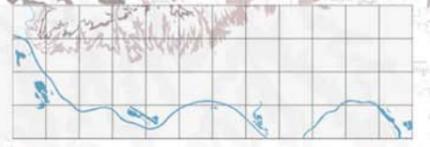


- > SLJEME - 1035m
- > SLOJNICA - 550/570
- > SLOJNICA - 270/300
- > SLOJNICA - 170/200
- > VODENE POVRŠINE

0 5 10 20 km

3.2. > prirodni i po čovjeku stvoreni uvjeti okoliša: obilježja reljefa i kretanje





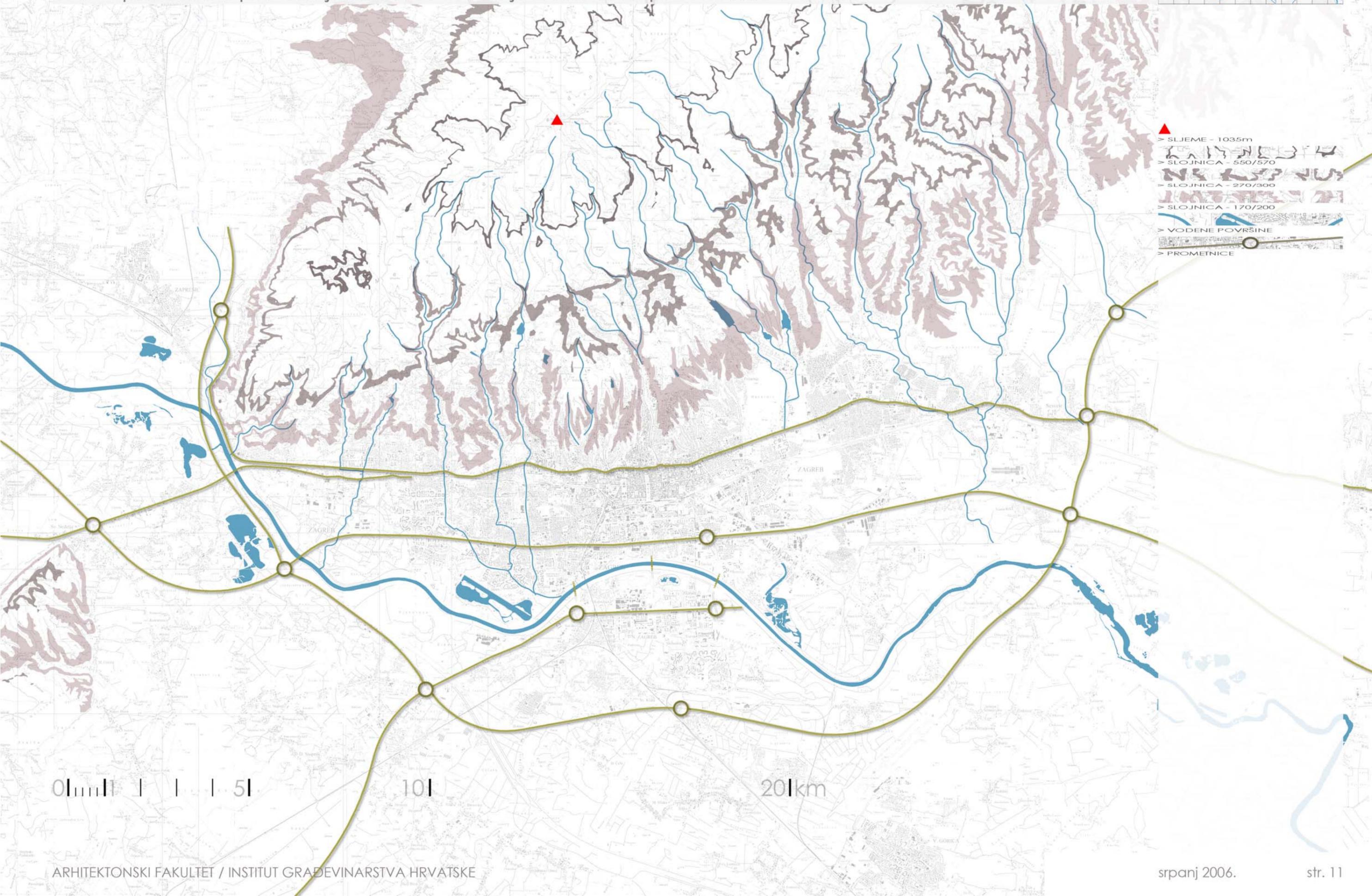
- > SLJEME - 1035m
- > SLOJNICA - 550/570
- > SLOJNICA - 270/300
- > SLOJNICA - 170/200
- > VODENE POVRŠINE
- > ŽELJEZNICA
- > PRUŽNI PROLAZI

0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50

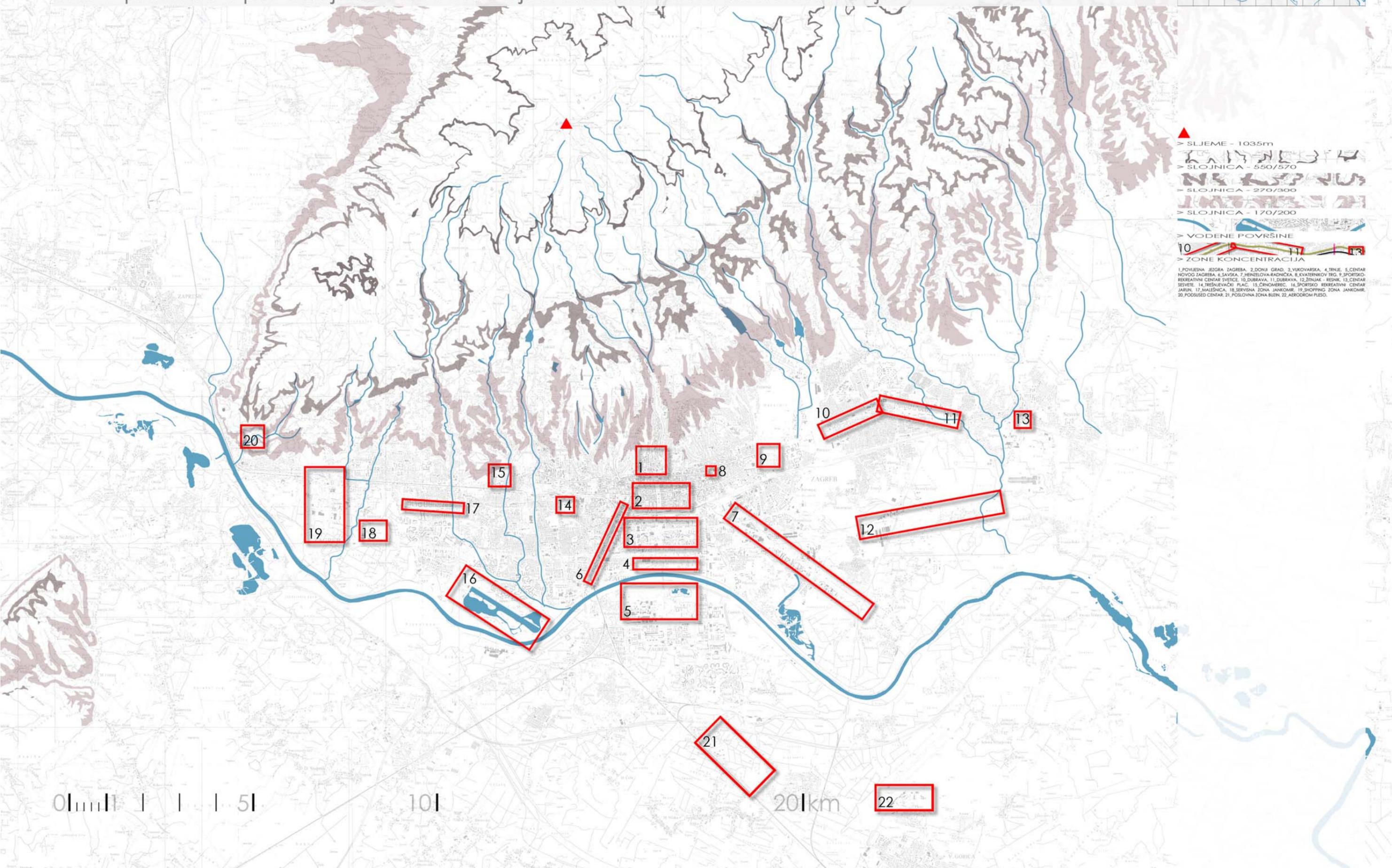
100

200m

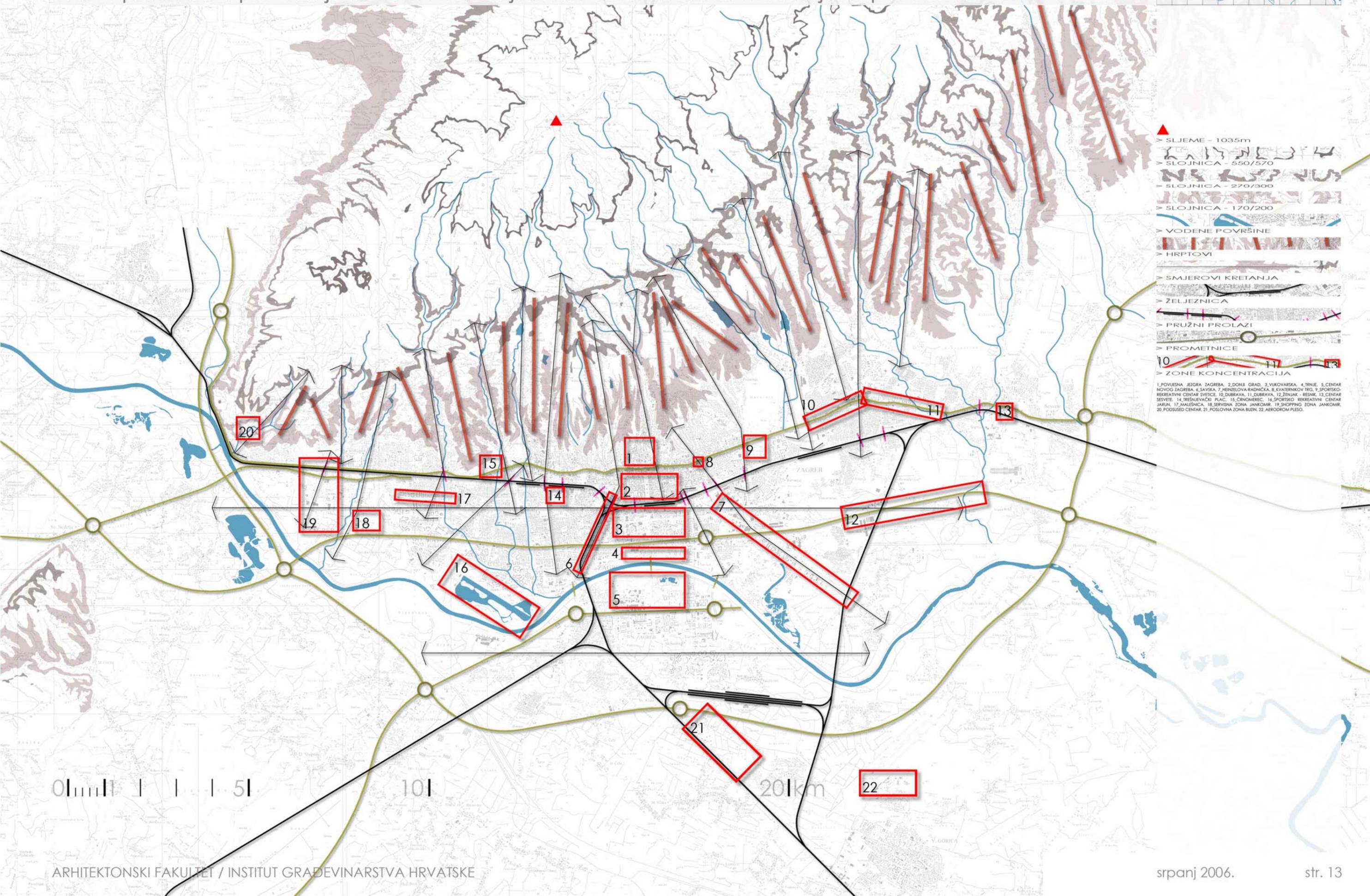
3.4. > prirodni i po čovjeku stvoreni uvjeti okoliša: prometnice



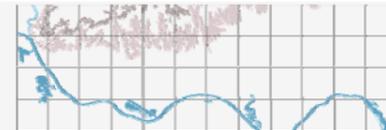
3.5. > prirodni i po čovjeku stvoreni uvjeti okoliša: zone koncentracija



3.6. > prirodni i po čovjeku stvoreni uvjeti okoliša: analiza kretanja u prostoru



- > SLJEME - 1035m
  - > SLOJNICA - 550/570
  - > SLOJNICA - 270/300
  - > SLOJNICA - 170/200
  - > VODENE POVRŠINE
  - > HRPTOVI
  - > SMJEROVI KRETANJA
  - > ŽELJEZNICA
  - > PRUŽNI PROLAZI
  - > PROMETNICE
  - > ZONE KONCENTRACIJA
1. POVIJESNA JEZIRA ZAGREBA, 2. DONJI GRAD, 3. VUKOVARSKA, 4. TRNJE, 5. CENTAR NOVOG ZAGREBA, 6. SAVSKA, 7. HERZELJEVA-RADNIČKA, 8. KVATERNOV TRG, 9. SPORTSKO-REKREATIVNI CENTAR SVETE, 10. DUBRAVA, 11. DUBRAVA, 12. ŽINJAK - RESNIK, 13. CENTAR SEVETE, 14. TRŠNJEVAČKI PLAC, 15. CRNOMERC, 16. SPORTSKO REKREATIVNI CENTAR JARUG, 17. MALESNICA, 18. SERVISNA ZONA JANKOMIR, 19. SHOPPING ZONA JANKOMIR, 20. PODSUŠED CENTAR, 21. POSLOVNA ZONA BUZEN, 22. AERODROM PLESO.



### Prostorno – statistički pokazatelji podsljemenskog područja

Potez Ilica – Vlaška – Maksimirska predstavlja povijesni pravac razvoja grada, dominantnu razdjelnu liniju između središnjeg urbanog prostora i podbrežja Medvednice te ujedno i najsjeverniji kontinuirani potez koji distribuira kretanje u smjeru istok–zapad.

U tom smislu, u prikazu prostorno–statističkih pokazatelja podsljemenskog područja uključeni su podaci o stanovništvu svih gradskih četvrti smještenih u cijelosti ili svojim većim dijelom sjeverno od poteza Aleja Bologne – Ilica – Vlaška – Maksimirska – Ulica Dubrava.

Obzirom na koncept sjeverne tangente kao longitudinalne koja proizlazi iz aglomeracijske geometrije i spaja autoceste za Varaždin i Krapinu, iskaz pokazatelja uključuje i gradsku četvrt Sesvete koja obuhvaća grad Sesvete i 36 prigrorskih naselja.

Dakle, u iskazu prostorno–statističkih podataka za podsljemensko područje uključeni su statistički podaci:

- gradske četvrti Podsused – Vrapče,
- gradske četvrti Črnomerec,
- gradske četvrti Gornji grad – Medveščak,
- gradske četvrti Podsljeme,
- gradske četvrti Gornja Dubrava,
- gradske četvrti Sesvete.

### Broj stanovnika

Prema podacima Popisa stanovništva 2001., unutar na ovaj način definiranog podsljemenskog područja živi 305 271 stanovnika ili 39% ukupnog stanovništva Grada Zagreba.

Promatrajući isključivo područje grada Zagreba, odnosno prostor unutar granica obuhvata Generalnog urbanističkog plana grada Zagreba, u podsljemenskoj zoni živi oko 190 000 stanovnika ili 28% ukupnog stanovništva na području obuhvata GUP-a.

### Gustoća stanovanja

Prosječna gustoća stanovništva u podsljemenskom području je 8,7 stanovnika/ha. Radi se o relativno niskoj gustoći stanovništva u urbanim okvirima Zagreba, koja je rezultat velike ukupne površine podsljemenskog područja (350,48 km<sup>2</sup> ili 55% površine Grada Zagreba), razmjerno velikog udjela neizgrađenih zelenih površina te stambene gradnje manjeg formata.

Najveću gustoću stanovništva imaju gradske četvrti Gornji grad – Medveščak (39,9 stanovnika/ha) i Maksimir (32,3 stanovnika/ha), a najmanju gradske četvrti Podsljeme (7,3 stanovnika/ha) i Sesvete (3,8 stanovnika/ha).

Kretanje gustoće stanovništva u razdoblju između popisa 1991. i 2001. pokazuje porast u gradskim četvrtima Podsused – Vrapče (11,7%), Podsljeme (2,6%), Gornja Dubrava (4%) i Sesvete (23%), a najveće smanjivanje gustoće u središnjem predjelu - u četvrti Gornji grad – Medveščak (4,1%).

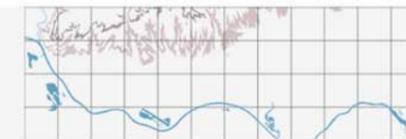
### Zaposleno stanovništvo / broj radnih mjesta

Ukupni broj zaposlenih građana – stanovnika podsljemenskog područja je 117 682 ili 39% ukupno zaposlenog stanovništva čije je prebivalište u Gradu Zagrebu.

Gradske četvrti promatranog podsljemenskog područja međusobno se razlikuju po omjeru broja zaposlenih stanovnika četvrti i broja radnih mjesta u četvrti. U gradskim četvrtima Črnomerec i Gornji grad – Medveščak ukupan broj radnih mjesta značajno je veći od broja zaposlenih stanovnika (oko 60%), što je očekivani omjer ukoliko se uzme u obzir veliki broj upravnih, zdravstvenih, znanstvenih i drugih institucija smještenih upravo u tim četvrtima.

U ostalim je gradskim četvrtima broj zaposlenih stanovnika veći od broja radnih mjesta što je jedan od pokazatelja njihova pretežito rezidencijalnog karaktera.

## 4.1. > stanovništvo, zaposleni i radna mjesta po gradskim četvrtima



granice Grada Zagreba  
 - površina: 641,36 km<sup>2</sup>  
 - broj stanovnika: 779 145  
 - broj zaposlenika: 305 000



park prirode Medvednica  
 - površina: 225,22 km<sup>2</sup>

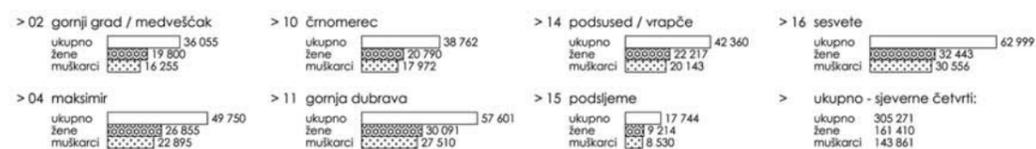


granice Grada Zagreba  
 - površina: 641,36 km<sup>2</sup>  
 - broj stanovnika: 779 145  
 - broj zaposlenika: 305 000

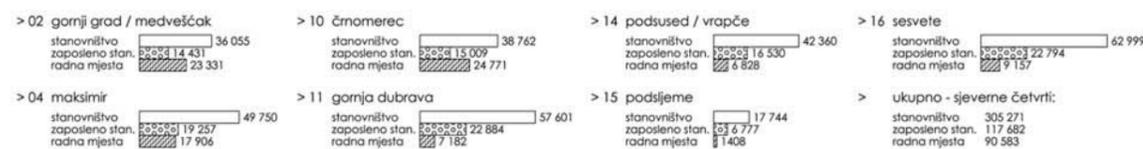
gradske četvrti koje su povezane tangentom  
 - površina: 350,48 km<sup>2</sup>  
 - broj stanovnika: 305 271

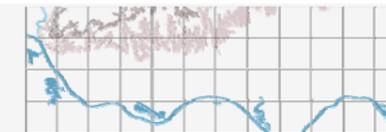


> BROJ STANOVNIKA U SJEVNIM GRADSKIM ČETVRTIMA



> BROJ ZAPOSLENIH STANOVNIKA / RADNIH MJESTA U SJEVNIM GRADSKIM ČETVRTIMA





### 5.1. Prostorni, urbanistički i planerski aspekti sjeverne tangente

U razmatranju niza novostvorenih odnosa u prostoru koji su posljedica superponiranja trase Sjeverne tangente u podsljemenski prostor grada nezaobilazno mjesto zauzima odnos GUP-a i sjeverne tangente.

Prema popisu stanovništva iz 2001. godine, na području grada Zagreba, veličine 641,86 km<sup>2</sup>, živi 779.145 stanovnika. U gradskim četvrtima koje su razmatrane studijom:

- Podsused – Vrapče
- Črnomerec
- Podsljeme
- Gornji grad i Medveščak
- Maksimir
- Sesvete

živi 305,271 stanovnik, na području je veličine 350.48km<sup>2</sup>. Ovako veliko područje, gotovo polovice Zagreba, i dužine oko 27 km nema niti jednog longitudinalnog kontinuiranog prometnog pravca. Sve, do danas učinjene, analize govore o potrebi izgradnji prometne longitudinalne visoke kategorije kroz pribrežno područje. Ova bi longitudinalna, smjera istok-zapad, značajno rasteretila prometnu mrežu u nizini s naglaskom na rasterećenju centralnog gradskog područja. No, ovakvo rješenje sa sobom povlači i odgovarajuće promjene i unaprijeđenja na prilaznim prometnim pravcima, odgovarajuća rješenja čvorova, promjena i usklađivanje kategorije spojnih prometnica te njihova rekonstrukcija, nadovezuju se na osnovno rješenje. Tako su svi prometni pravci koji se povezuju sa sjevernom tangentom na transverzalnog smjeru sjever-jug najviše kategorije /gradske avenije/, a čvorovi su, u pravilu, denivelirani.

Probleme oblikovanja prostora kojim prolazi trasa sjeverne tangente kao građevine dužine od oko 27 km, na studijskoj razini razrade nije moguće razmatrati kroz detaljna rješenja. Međutim, od samog početka rada na studiji kroz prometna, organizacijsko prostorna i druga rješenja stvaraju se kvalitetni preduvjeti za detaljna oblikovna rješenja. Jedna od osnovnih karakteristika je vođenje trase tunelima, (40% dužine trase) ili objektima vijadukta i mostova, (20% dužine trase), čime je u samom početku broj usjeka i nasipa na trasi sveden na minimum. Sva rješenja provjeravaju se ili će se provjeravati 3D simulacijama najsuvremenijim softverskim tehnologijama, a varijantna rješenja na određenim dijelovima trase prolaziti će kroz proces optimacije u daljnjoj razradi. Inženjersko tehnička obrada trase koja je izrađena u Institutu građevinarstva Hrvatske (Zavod za studije i projekte), uz primjenu najsuvremenijih metoda digitalnog i simulacijskog projektiranja prometnica te prometne analize s proračunima opterećenja mreže (Zavod za promet), ujedinjeno su s urbanističko-prostornom problematikom u cjelovito rješavanje ovog zadatka kao jedinstvene urbanističko prometne studije.

### Stanovanje i sjeverna tangenta

Podsljemenski prostor grada je rezidencijalno gradsko područje prosječno niske gustoće stanovanja ispresijecano zelenim cezurama gradskih šuma, potočnih dolina i zaštitnih površina. U razdoblju od 1945.–1995. godine taj se prostor izgrađivao i komunalno opremao umjerenim tempom, da bi se nakon 1995. proces izgradnje i naseljavanja podsljemenskog područja intenzivirao. Iako su postojele planske pretpostavke za progušćenje prometne i infrastrukturne mreže proces izgradnje i naseljavanja podsljemenskog područja nije bio praćen odgovarajućom gradnjom prometne infrastrukture. Velik broj stambenih zgrada, koje su izgrađene ili su u gradnji, pokazuje svakim danom potrebu ne samo za rekonstrukcijom i poboljšanjem postojeće već i za izgradnjom nove prometne mreže.

Posljednjim izmjenama i dopunama Generalnog urbanističkog plana Grada Zagreba ograničen je format novih građevina na format obiteljske kuće, kako bi se nova izgradnja uklopila u željenu tipologiju izgradnje podsljemenskih gradskih predjela i smanjio pritisak na nedostatnu infrastrukturnu mrežu.

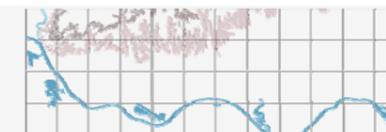
Prijedlog trase sjeverne tangente prolazi izvan najgušće naseljenih aglomeracija (prostor Medveščaka i Maksimira u kontaktu sa najužim gradskim središtem), no unatoč činjenici da je cca. 60% njene trase predviđeno je u objektima – pretežito u tunelima, nije bilo moguće u potpunosti izbjeći lokalne pojedinačne kolizije sa zonama stambene izgradnje. Izvršenom analizom trase kao i predloženim varijantnim rješenjima potreba za smanjivanjem sadašnjih zona stambene namjene i eventualnim rušenjima postojeće izgradnje je svedena na najmanju moguću mjeru. Daljnjom elaboracijom trase i detaljnim određivanjem poprečnog profila koridora moguće je ostvariti dodatnu racionalizaciju u ovom segmentu.

Osim sjeverne tangente najveći očekivani utjecaj na podsljemenski prostor imati će prometni pravci kojima će ona biti povezana u smjeru juga sa prometnom mrežom grada. Ti potezi svakako zaslužuju detaljniju urbanističku analizu.

Očekivana korist za stanovanje u podsljemenskom prostoru biti će povećanje komunalnog standarda i olakšana pristupačnost, a zbog uvođenja, danas nepostojeće, poprečne (longitudinalne) veza u ovaj prostor grada smanjiti će se i prometno opterećenje u središnjim dijelovima grada (potez Aleja grada Bologne-Ilica-Vlaška-Maksimirska).

### Javna i gospodarska namjena i sjeverne tangenta

Površine gospodarske namjene u Zagrebu se nalaze uglavnom južno od poteza Ilica – Vlaška - Maksimirska. Nekadašnji proizvodni pogoni smješteni u središtu grada doživljavaju ili najavljuju preobrazbu i izmiještanje („Kraš“, „Nada Dimić“, u novije vrijeme „Tvornica duhana Zagreb“, „Heruc“ i dr.)



S druge strane, očigledna je koncentracija sadržaja javne i društvene namjene u gradskom prostoru položenom sjeverno u odnosu na gore spomenuti potez.

Naime, tu je smješteno 13 gradskih bolnica (od čega 1 klinički bolnički centar, 5 kliničkih bolnica, 1 klinika, 1 opća bolnica i 5 specijalnih bolnica), sa ukupno 5573 postelje i nešto manje od 200 000 bolesnika godišnje.

Nadalje, sjeverno od poteza Ilica – Vlaška – Maksimirska nalazi se 5 fakulteta i 4 samostalne visoke škole, znanstveno – istraživačke ustanove, te čitav niz upravnih institucija državnog i lokalnog nivoa.

Sjeverna tangenta predloženom trasom u najvećoj mjeri poštuje sve postojeće zone javne i društvene namjene. Iznimka je lokacija novog gradskog groblja na lokaciji Krvarići koja je manjim dijelom iskorištena kao lokacija prometnog čvora – spoj sjeverne tangente i Vrapčanske ulice.

Predviđenim povezivanjem s prometnom mrežom u nizinskim dijelovima grada, preko niza postojećih i predloženih glavnih gradskih ulica u smjeru sjever jug postići će se lakša dostupnost postojećih sadržaja javne i društvene namjene u podsljemenskom prostoru i otvoriti raspravu o mogućim novim zonama javne i društvene namjene, duž svoje trase i u blizini čvorova.

#### **Zelenilo, šport i rekreacija i sjeverna tangenta**

Kada se govori o Zagrebu nezaobilazno mjesto u opisu grada čini Sljeme sa svojim obroncima. Upravo najveću vrijednost ovog prostora, kroz koji je položena trasa Sjeverne tangente, čine gradske šume, potočne doline i zaštitne zelene površine. One su osnovni atributi ovog prostora koji daju dodatnu kvalitetu stanovanju i svim drugim sadržajima koji se nalaze u podsljemenskom prostoru grada, ali su istovremeno i omiljena odredišta ostalih stanovnika grada.

Upravo da bi se mogući negativan utjecaj izbjegao ili sveo na najmanju moguću mjeru trasa Sjeverne tangenta je položena u prostor na način da je cca. 60% njene trase u objektima – pretežito u tunelima.

Zaštićeni spomenik parkovne arhitekture – park Maksimir tangenta ne dodiruje, kao ni groblje Mirogoj koje je u statusu „prijedloga zaštite“. Također, Sjeverna tangenta nema utjecaja na groblje Miroševac čija se parkovna arhitektura štiti mjerama GUP-a.

Segment trase kroz šumu Dotrščina, koja se štiti mjerama GUP-a, morat će se kroz detaljnu razradu maksimalno prilagoditi stvarnim karakteristikama reljefa i vegetacije, uz suradnju s nadležnim tijelom za zaštitu prirode. Krajolik doline potoka Branovca s vinogradima Oporovca i Novoselca trasa tangente dodiruje s južne strane, bez razaranja prostorne cjeline koja je u prijedlogu zaštite.

#### **Zaštita kulturne baštine i sjeverna tangenta**

Sjeverna tangenta ne dodiruje središnji povijesni gradski prostor u sustavu zaštite kulturnih dobara „A“ (Gornji grad i Kaptol, Donji grad).

Njena trasa prolazi dijelovima područja kulturnog dobra „Povijesna urbana cjelina Grada Zagreba“ za koje je utvrđen sustav zaštite „B“ i „C“. To uključuje sjeverne predjele Pantovčaka, Prekrižja i Okrugljaka, kao i nekadašnja sela i zaseoke koji su sastavni dio „Povijesne urbane cjeline Grada Zagreba“. Kako bi se mogući negativan utjecaj na ovaj, sa stajališta zaštite kulturne baštine najvrijedniji dio gradskog područja, sveo na najmanju moguću mjeru predviđeno je da se trasa u ovom području vodi uglavnom u tunelima radi poštivanja elemenata kompozicije naselja i njihovih reljefno – pejzažnih karakteristika, te zaštite vizura.

Rješenje prolaza tangente kroz memorijalno područje Dotrščina zahtijeva dodatnu detaljnu elaboraciju, prema propozicijama nadležnog tijela zaštite.

#### **Park prirode Medvednica i sjeverna tangenta**

Sjeverna tangenta na dva mjesta, upravo zbog otklona koji masiv Medvednice ima prostoru grada na zapadu, zadire u prostor Parka prirode. To su lokacije na području Podsuseda – gdje se područje Parka prirode Medvednica najjužnije - do doline rijeke Krapine i Save, odnosno pruge i županijske ceste, te u dolini potoka Dubravica (poteza uz Zelenu magistralu) gdje granica Parka prirode zadire duboko u naseljeno područje, spustajući se sve do Karažnika. Prolaz trase tangente kroz područje Parka prirode bio je neizbježan, a predložen je na objektima – vijaduktu (dolina potoka Dubravica), odnosno tunelu (najzapadniji dio trase). Na zapadu je trasa je položena preko kamenoloma Ivanec te pretpostavlja paralelnu sanaciju prostora eksploatacije.

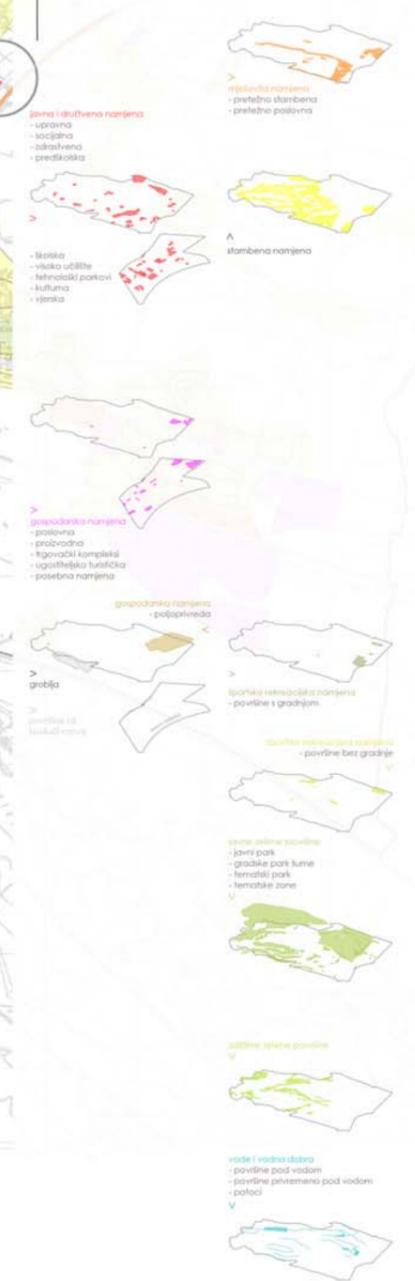
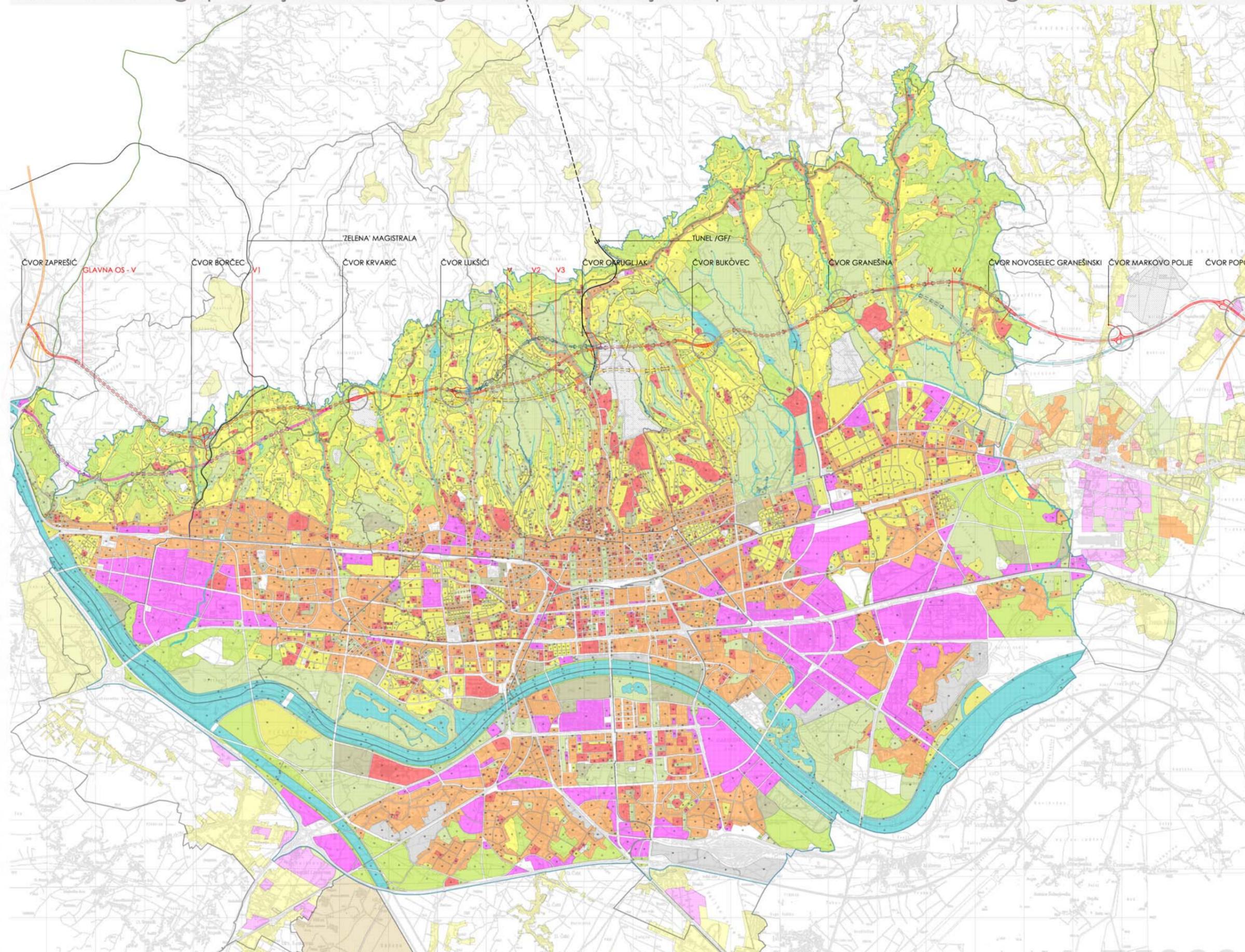
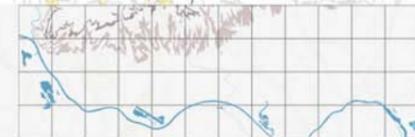
Također, izrađeno je i varijantno rješenje trase od čvora Zaprešić do čvora Krvarić koje je također pretežito u objektima (većinom tuneli) kako bi se umanjio mogući negativan utjecaj na zaštićeni dio prirode.

#### **Zaključak**

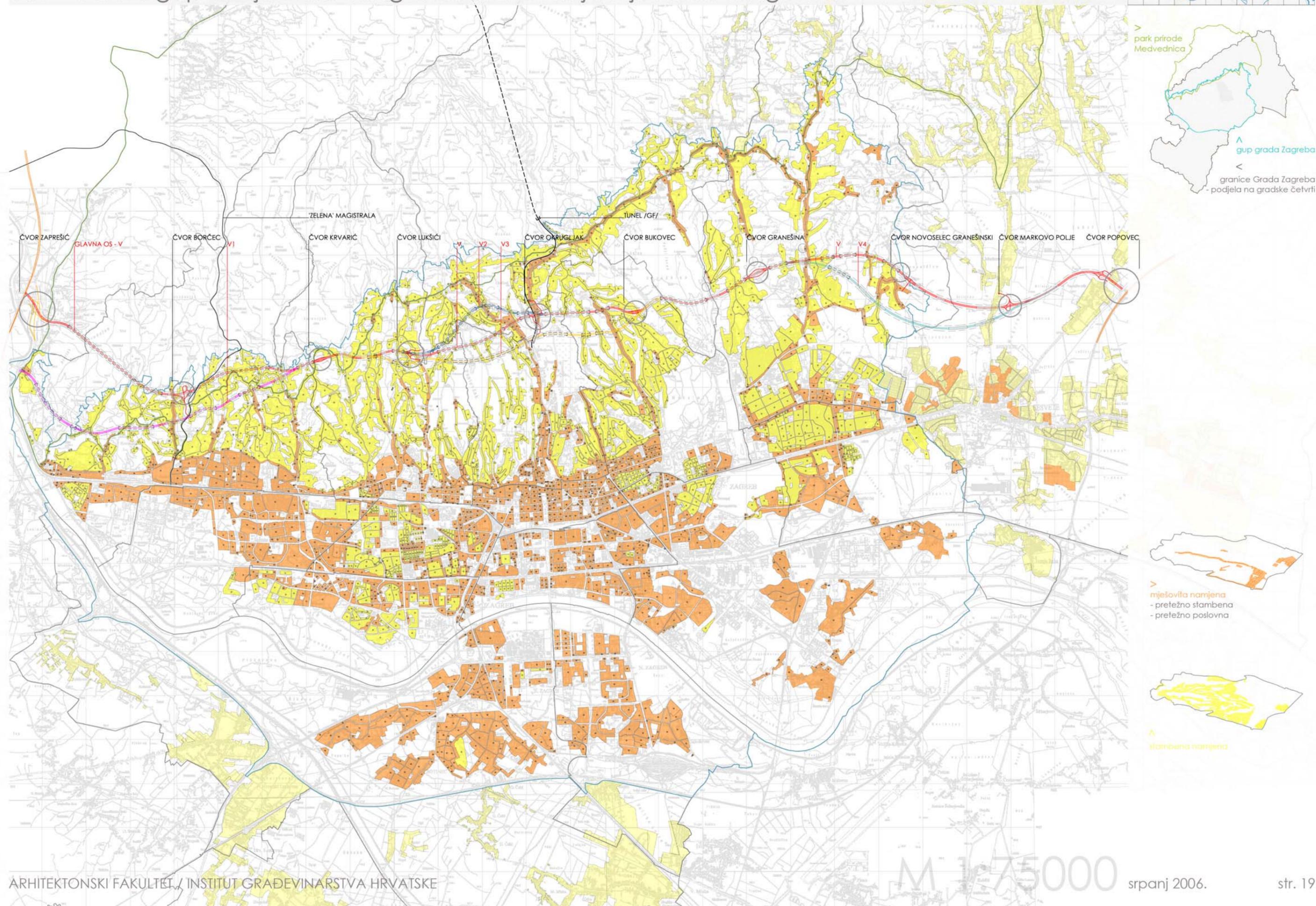
Usprkos složenim prostornim zahtjevima podsljemenskog prostora prijedlog trase Sjeverne tangente je realiziran uz maksimalno uvažavanje konfiguracije terena, namjene površine i zaštićenih kulturnih dobara i dijelova prirode.

Usvajanje prijedloga trase Sjeverne tangente i njeno uključivanje u prometnu mrežu grada za posljedicu će imati i njeno uključivanje u prostorno-planske dokumente (PP, GUP, PPPP Medvednica). U tom slučaju potrebno će biti iskoristiti očekivano poboljšanje opće prometne povezanosti i propusnosti prometne mreže na ovom gradskom prostoru (kao posljedice uvođenja Sjeverne tangente i redefiniranja prometne mreže grada) i u segmentu planiranja grada, i to kroz revalorizaciju namjene i korištenja prostora i moguće redefiniranje tipologije izgradnje u ovom prostoru.

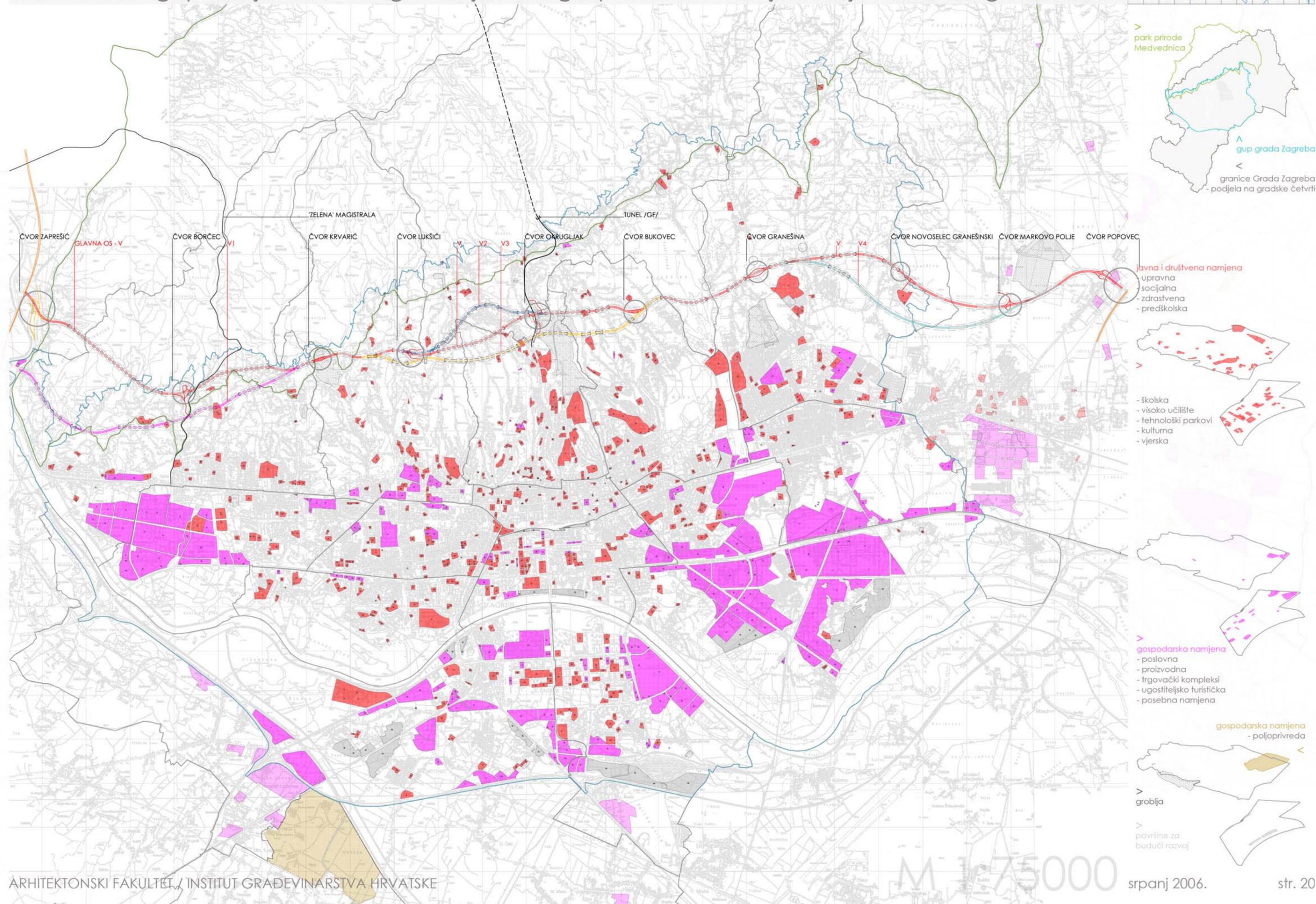
5.2. > odnos gup-a i sjeverne tangente: plan namjene površina i sjeverna tangenta



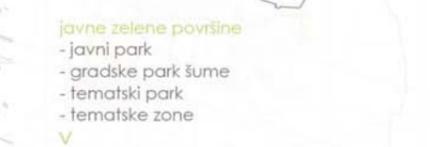
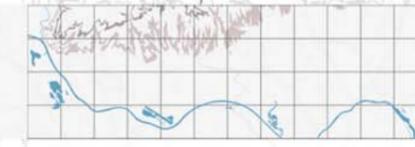
5.3. > odnos gup-a i sjeverne tangente: stanovanje i sjeverna tangenta



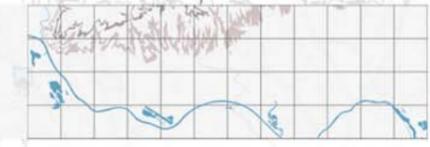
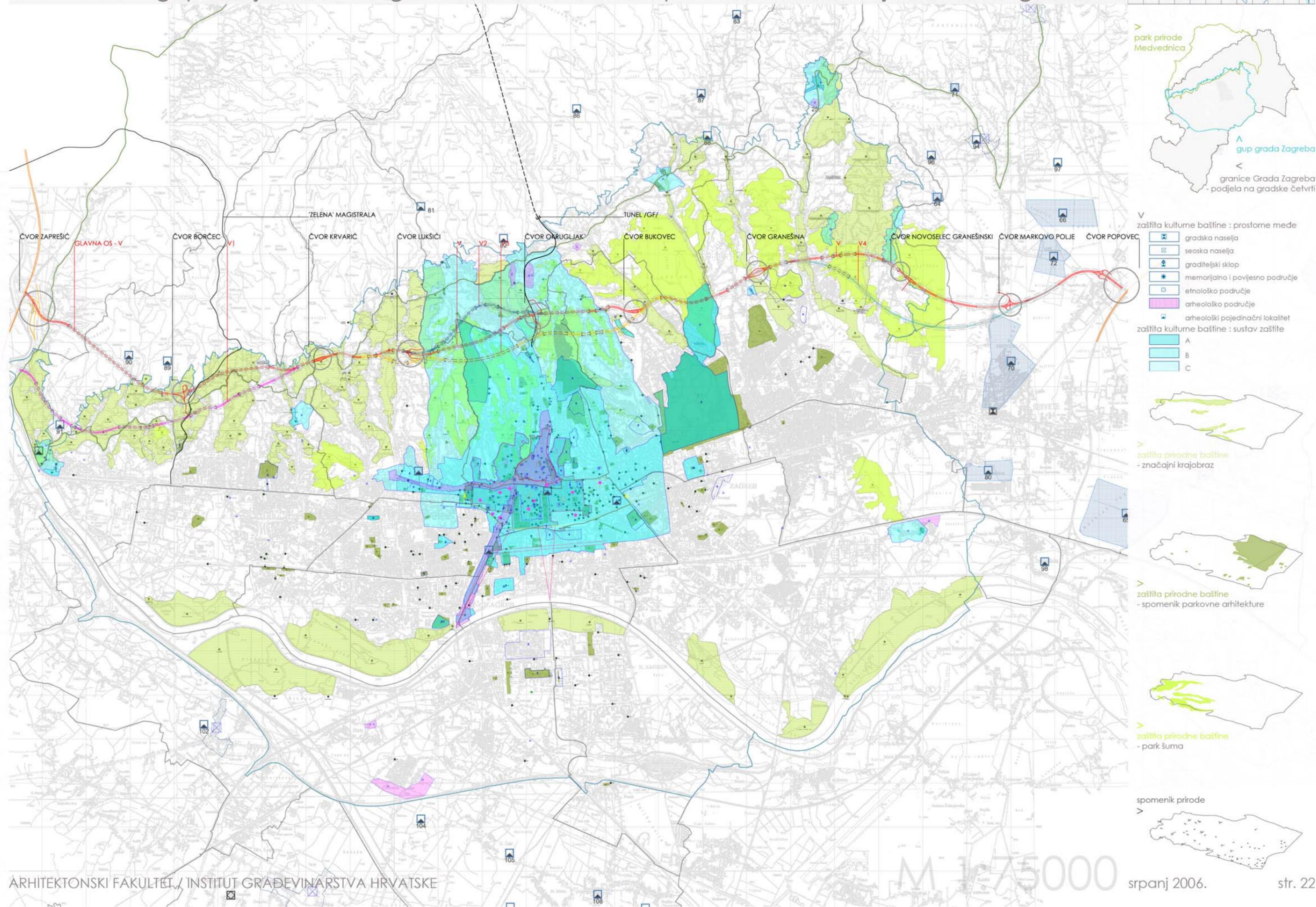
5.4. > odnos gup-a i sjeverne tangente: javna i gospodarska namjena i sjeverna tangenta



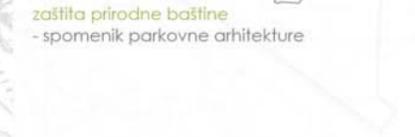
5.5. > odnos gup-a i sjeverne tangente: zelenilo, šport i rekreacija i sjeverna tangenta



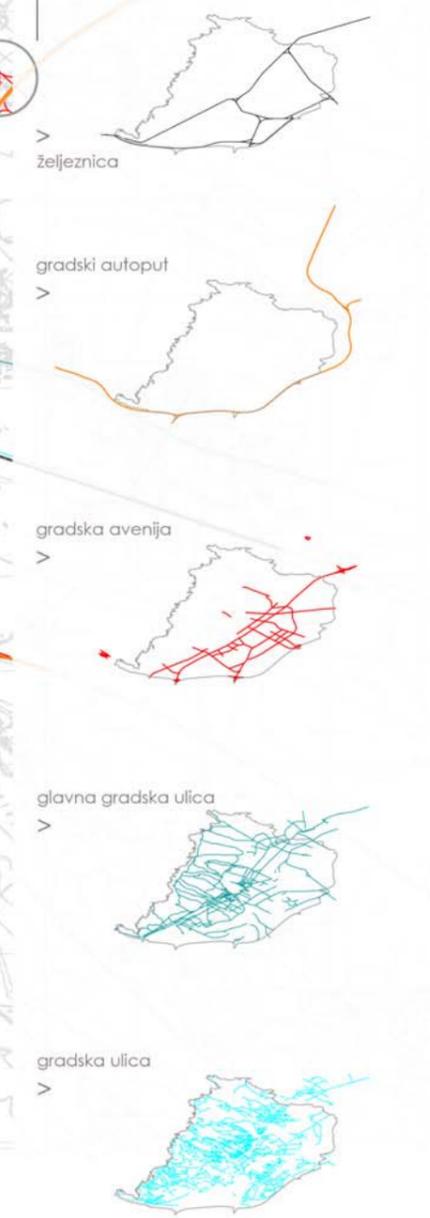
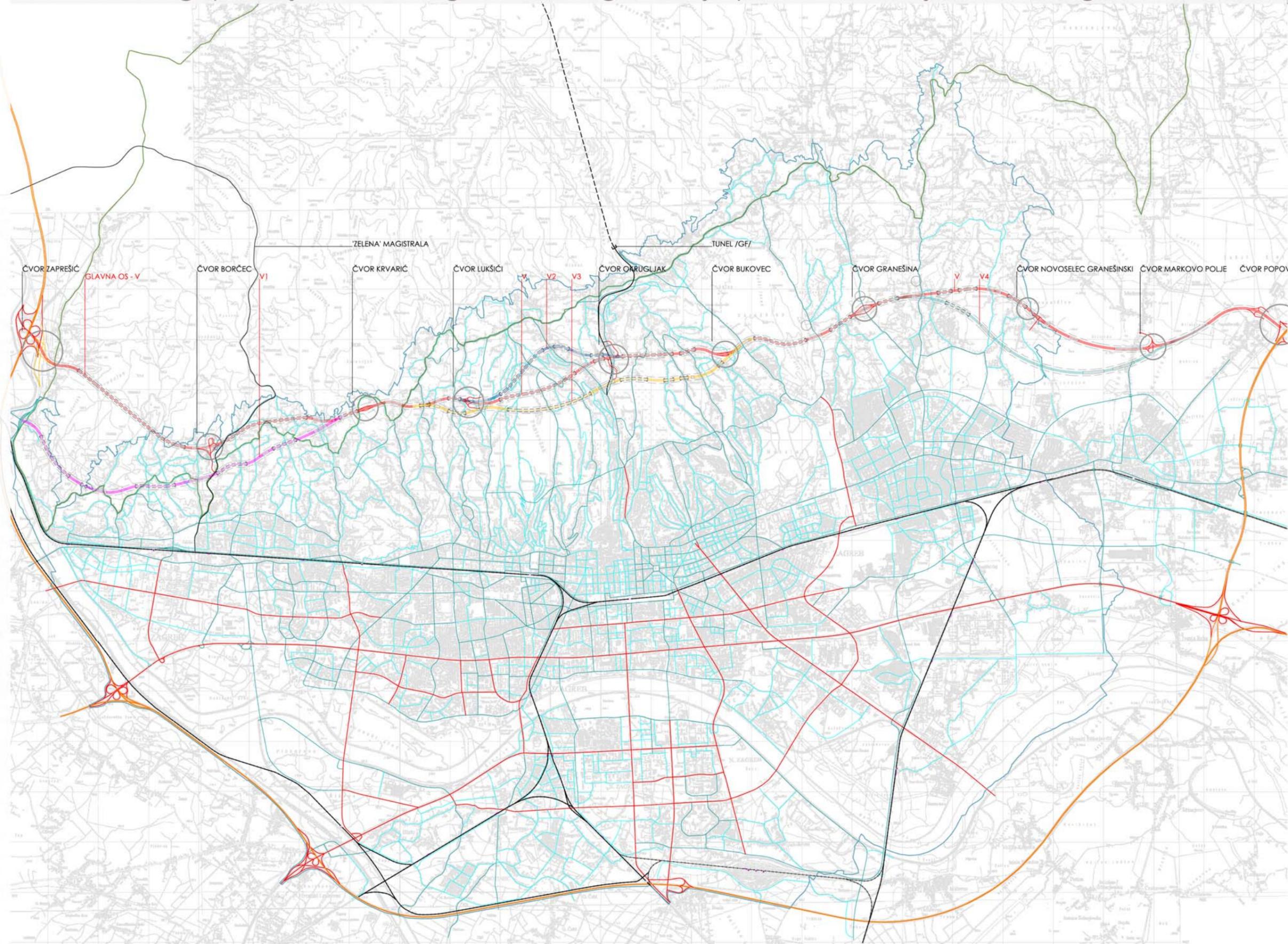
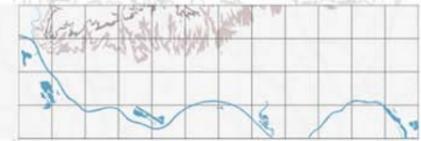
5.6. > odnos gup-a i sjeverne tangente: zaštita kulturne i prirodne baštine i sjeverna tangenta



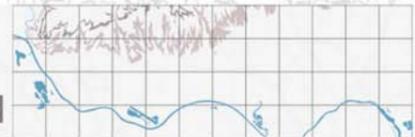
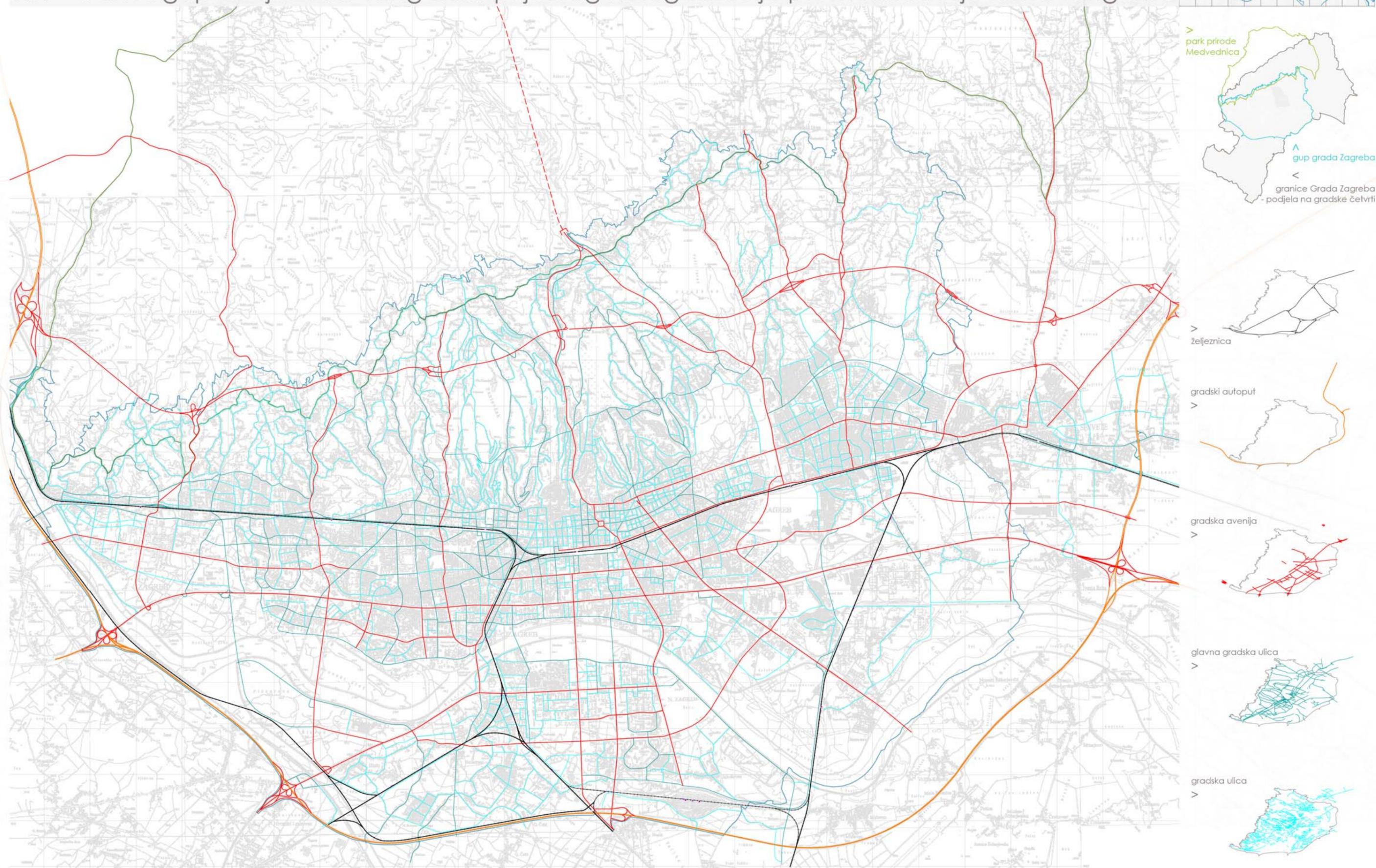
- V zaštita kulturne baštine : prostorne mede
- gradska naselja
  - seoska naselja
  - graditeljski sklop
  - memorijalno i povijesno područje
  - etnološko područje
  - arheološko područje
  - arheološki pojedinačni lokalitet
- zaštita kulturne baštine : sustav zaštite
- A
  - B
  - C

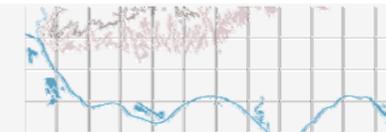


## 5.7. > odnos gup-a i sjeverne tangente: kategorizacija prometnica i sjeverna tangenta



5.8. > odnos gup-a i sjeverne tangente: prijedlog kategorizacije prometnica i sjeverna tangenta





### 6.1. Varijante rješenja i tehnički elementi

Izrada ovih studijskih rješenja, "Urbanističko-prometna studija sjeverne tangente", proizišla je temeljem određenih zaključaka gradske uprave Grada Zagreba da se pokuša razriješiti vrlo zamršena prometna situacija na sjevernom području grada, te da se kroz naredne aktivnosti izradi potrebna dokumentacija kao stručna podloga za izradu predstojeće prostorno-planske dokumentacije grada (Prostorni plan uređenja i izmjene i dopune Generalnog urbanističkog plana grada), a sve u kontekstu provedbe aktivnosti potrebnih za građenje.

Geoprometni položaj grada Zagreba određen je postojećom cestovnom mrežom u području zahvata postojećeg Generalnog urbanističkog plana. Sam geoprometni položaj grada danas je određen sustavom državnih cestovnih pravaca i gradskih ulica svih kategorija.

Ovim prometnim planom analiziraju se mogućnosti prolaska koridora sjeverne tangente područjem podsljemenske aglomeracije grada, kao i mogućnosti priključka pojedinih dijelova grada na tu buduću obilaznu cestu. Za iznalaženje optimalnih mogućnosti priključka, bilo je nužno analizirati i određeni gradski i prigradski prostor, posebno s gledišta urbanističke namjene prostora, prometnih analiza, zaštite okoliša i građevinsko-tehničkih parametara cesta, kako bi se mogle izvršiti određene pripreme i stvoriti uvjeti za početak radova (izmjene, dopune, usklađenja prostorno-planske dokumentacije kao osnove za daljnje aktivnosti).

Na priloženim kartografskim prikazima dat je prikaz mogućih prolaza i priključaka krupne infrastrukture na prostoru grada.

U pripremi prijedloga prioriteta zahvata na primarnoj mreži u sljedećih 3-5 godina, najprije su razmatrani brojni prijedlozi proizišli iz dosadašnjih studija i planova razvoja primarne mreže javnih cesta.

U tom kontekstu, u pogledu sporadičnih nejasnoća ili nedovoljno istraženih cestovnih pravaca, Grad mora osigurati financijska sredstva za pravodobnu studijsku i projektnu pripremu. Nužna su detaljnija istraživanja i kompleksne provjere za planirane koridore od tangente do dionica spojnih i obilaznih cesta i ulica.

Osnovni nedostaci u postojećoj cestovnoj mreži sjevernog dijela grada su u slaboj opremljenosti i izgrađenosti poprečnih profila pojedinih prometnica i vrlo velikoj i neurednoj izgrađenosti uz njih, otežanim reljefnim uvjetima, zaštićenim dijelovima prostora itd.

Temeljem iznešenih podataka iz dijagnoze zatečenog stanja sa prikazom točaka i zona gravitacije prometa, sagledane su određene konfliktne točke, te se ovim studijskim rješenjem daje prijedlog organizacije osnovnih prometnih tokova krupne cestovne infrastrukture na području sjevernog dijela grada, kako bi se iste maksimalno otklonile i time osigurala veća sigurnost i udobnost prometa i zaštita okoliša.

Posebno se ističe da su neka postojeća planerska rješenja u području planiranja prometne infrastrukture vjerovatno rezultat nedovoljno studioznih analiza, te da stoga nisu najbolja moguća rješenja kojima bi se za kraće ili duže vrijeme kroz realizaciju plana mogla dobiti i racionalna i kvalitetna rješenja temeljena na dostatnim saznanjima iz prometne, urbanističke, planerske i drugih struka koje trebaju participirati u nalaženju najpovoljnijih rješenja.

Izgradnjom sjeverne tangente ostvarit će se racionalno povezivanje ojedinih dijelova grada međusobno i grada sa regijama. Poboljšanje uvjeta prometa će poboljšati kvalitet života što će se manifestovati kroz:

- smanjenje dužine puta i vremena putovanja putnika,
- smanjenje troškova prevoza robe i putnika,
- povećanje zaposlenosti,
- valorizaciju geoprometnog položaja sjevernih dijelova i grada uopće,
- povećanje konkurentnosti na gravitacionom području koridora,
- pokretanje novih projekata i povećanje privatnih investicija u ekonomiji grada.

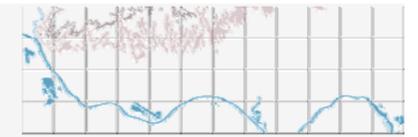
Naručena studijska i projektna dokumentacija ima za cilj da sveobuhvatno razmotri potrebu za poboljšanjem kvalitete odvijanja prometa, kapaciteta i sigurnosti prometa u koridoru, a kroz izgradnju sjeverne tangente. Izlazni podaci iz studija će biti upotrebljeni kao osnove za donošenje investicionih odluka od strane naručioca studija i finansijskih institucija. Ujedno je ova studija i jedan od priloga za izradu buduće prostorno-planske dokumentacije prometne infrastrukture.

Cilj izrade slijedeće faze studijske i projektne dokumentacije bio bi da se odredi ekonomska opravdanost izgradnje pojedinih dijelova angente, tangente u cjelini, kao i pod kojim uvjetima je projekat najisplativiji.

Za izradu geodetskih podloga korištene su današnje moderne tehnologije i software.

Informacijsku osnovu izrade Urbanističko-prometne studije čini digitalizirana geodetska podloga u MJ 1:25000 i 1:5000 u koju su unesena prostorna ograničenja. Uz te podloge za potrebe izrade rješenja trasa izrađene su još i slijedeće geodetske podloge:

- Digitalni model reljefa koridora 1: 25 000 u DWG formatu - isporučeno za programski paket MX ROAD
- Topografska karta 1: 5 000 u digitalnom rasterskom obliku (TIF formatu ili JPG formatu)
- Digitalna georeferencirana ortofoto karta (DOF) u TIF ili JPG formatu.



Za potrebe izrade daljnje dokumentacije trebati će izrade DMR u mjerilima 1:5000 i detaljnije za pojedine zahvate i objekte. Primjena tog modela na ortofoto plan kao podloga će služiti i za fotogeološku analizu koridora (u 3D modu).

Predviđeno je da svi postojeći infrastrukturni koridori na križanjima sa trasom tangente budu zaštićeni ili preloženi sukladno posebnim uvjetima nadležnih komunalnih institucija. Koridor tangente će u principu biti i koridor novih infrastrukturnih potreba koje će grad imati u tom segmentu (predmet posebnih studija i projekata).

Za dionicu ceste definirati će se uvjeti odvodnje (dijelom zatvoreni sustav odvodnje u postojeću kanalizaciju), na koje će se ishoditi suglasnost Hrvatskih voda prema vodopravnim uvjetima i nadležne komunalne organizacije. Ima regulacije nekoliko većih vodotoka.

Sva postojeća križanja ceste s elektrovodovima izvesti će se premošćenjem ceste.

Rekonstrukcija niskonaponskih mreža - NNM 0.4 kV i eventualnih dalekovoda (10/20 kV) na križanju sa predmetnom cestom izvesti će se potrebnim zaštitama ili prelaganjima, a prema posebnim uvjetima uvjetima HEPa. Za potrebe opskrbe javne rasvjete i semaforne signalizacije, predviđa se potreba energije od cca 30 kW.

Postojeću TK mreža na lokaciji ceste ili u njenom pojasu, planirano je rekonstruirati ili zaštititi (izgradnja oklopljene kabelaške TK instalacije) prema posebnim uvjetima T-com.

Vodovodnu i plinsku, te toplovodnu mrežu koja će se pojaviti u koridoru ceste, planira se preložiti i na odgovarajući način zaštititi (prema posebnim uvjetima nadležnog komunalnog poduzeća).

U postupku izdavanja posebnih uvjeta, nadležne komunalne institucije dati će pozicije svojih instalacija (ili potvrditi iskaz u ovom elaboratu), podatke o njima i uvjete njihove zaštite.

### 6.1.1. Opisi varijantnih rješenja

Ovom studijom istraživana je i planiran koridor cestovnog povezivanja zapadnog i istočnog ulaza u grad, tj. spoj između čvorišta zaprešić na autocesti A2 i čvorišta Popovec na autocesti A4. Istraživani koridor proteže se podsljemenskom zonom, rubnim područjem između granice parka prirode i naseljenih područja na obroncima zagrebačke gore. Obzirom na longitudinalno pužanje grada, i postojanje određenih longitudinalnih prometnih koridora u južnom i prekosavskom dijelu grada, nužno se nameće potreba postojanja takvog koridora i u ovim sjevernim dijelovima. Ovo je značajnije tim više što u tom velikom prostoru gotovo ne postoji primjerena cestovna mreža, osim nekoliko vertikalnih spojnica.

Kako trasa prolazi izuzetno složenim reljefom s velikim prostornim ograničenjima (prirodnim i po čovjeku stvorenim), istraživane su i dodatne moguće varijante u pojedinim zonama prostora. Koridor je analiziran kroz ukupno 11 varijanata, a u konačnom prikazu su prezentirane 4 podvarijante pojedinih zona koje treba u daljnjoj fazi dodatno detaljnije istražiti kako bi se do početka gradnje mogla donijeti najoptimalnija odluka o odabiru konačne trase.

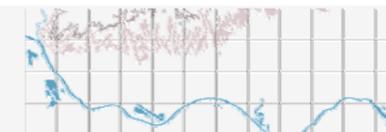
Planirani osnovni koridor (**varijanta V**) počinje u čvorištu Zaprešić, nastavlja pružanje na zapad (tunelom Ivanec) prema Bizeku i Borčecu. U nastaku se proteže iznad Gornjeg Vrapča prema Bijeniku, Lukšiću, G. Prekrižju i Okrugljaku. Nastavno tunelom prolazi područje Remeta, Dotrščinu i izlazi u predjelu sjeverno od Granešine. Zaobilazi Oporovec i dalje se pruža prema Markovu Polju, odnosno čvoru Popovec na autocesti A4. Ukupna dužina trase je 27,182 km.

Na tom koridoru (u svim varijantama) je predviđeno 9 čvorišta sa spojem cestama višeg ranga (novogradnje ili rekonstrukcije postojećih dijelova mreže) kojima se tangenta povezuje sa prometnom mrežom grada. Na osnovnoj trasi ima cca 60% objekata (tunela i većih mostova i vijadukata) što ukazuje na složenost prostornih i reljefnih odnosa.

Koridor tangente planiran je i vođen tako da osigurava priključak tunela kroz Sljeme (Građevinski fakultet Zagreb) i uvezuje ga u sustav cestovne mreže grada. U studiji je dato alternativno rješenje priključka tunela na tangentu u smislu da je izlaz priljučen u području Mihaljevca ili izravnom vezom na prometni prsten grada u čvoru Bukovec. Daljnja studijska istraživanja prometa trebala bi dati definitivni odgovor o odabiru ovog detalja.

Tunel izlaskom na tangentu i spojnima cestama u području Vrapča i Av. G. Šuška, te planiranim prometnicama (gradske avenije i glavne gradske ulice) u Novom Zagreb, čini određeni prometni prsten šireg područja centra. Pružanjem tangente dalje od tih spojnica na zapad i istok, osigurava se distribucija prometa na cijelo područje grada i stvaraju se mogućnosti povezivanja svih dijelova grada međusobno sa velikim izborom mogućih puteva kretanja.

Trase su u svim varijantama planirane sa tehničkim elementima za projektnu brzinu od 100 km/h, sa dva kolnika po dva vozna traka, odvojena razdjelnim pojasom. U cilju iznalaženja najoptimalnije trase ceste, trasiranje je provedeno u skladu s pozitivnim propisima u uvjetima prostornih ograničenja na tom području.



Na zapadnom dijelu analizirana je mogućnost prolaska nešto kraći tunelom i vezom na županijsku cestu u čvoru Ivanec (**varijanta V1**). Ta varijanta u tom dijelu nema bitnijih razlika u količini objekata, ali se uvlači više u izgrađeni dio Bizeka i Borčeca, dodatno otežava vezu na zelenu magistralu (čvor Borčec).

U centralnom dijelu tangente analizirane su još dvije varijante mogućeg prolaza od Bijenika do Bukovca. U odnosu na osnovnu trasu, **varijanta V2** je u području Mlinova, Mihaljevca i Gračana prošla nešto sjevernije kako bi se što manje narušio prostor Mihaljevca i vizure na Okrugljak. U toj varijanti trasa manjim objektima presjeca cestu za Šestine (sjeverno od Mlinova) i Bliznec, a tunelom prolazi Okrugljak. Otežani su uvjeti lociranja čvora Okrugljak.

U **varijanti V3** trasa je od Lukšića protegnuta izravnije na Bukovec, ima nešto kraći tunel u području Krematorija, ali otežane uvjete lociranja čvora Lukšić i posebno čvora Okrugljak. Izlazak iz tunela Prekrižje i prelazak na objekt preko postojećeg križanja a Mihaljevcu, izaziva potrebu za rušenjem ve objekata. U toj zoni bi trebalo locirati i novi čvor, a u opciji da i izlaz iz tunela bude trasom na Medveščak, taj čvor postaje izuzetno složen na tom prostoru.

Osnovna trasa je stoga provedena nešto sjevernije čime u funkciji praktično ostaje prometno rješenje na Mihaljevcu, a novi čvor se izmiče nešto na istok. Isto tako ako bi izlaz iz tunela bio izravno trasom o Blizneca prema čvoru Bukovec, onda ovaj čvor postaje sekundarnog značaja i još jednostavnije ga se može uvezati u postojeću mrežu. Glavni čvor tunela i tangente bio bi u tom slučaju čvor Bukovec koji se nalazi na relativno «slobodnom» prostoru i direktno na liniji tunel – tangenta - «prsten».

**Varijanta V4** je alternativno razmatranje prolaska same zone Granešina-Oporovec, odnosno diskutiranje dijela prostora iza Sesveta (ostaviti ili ne određenog «mesa» iza naselja, odnosno provesti prometnicu centralno u odnosu na mogući budući razvoj i širenje grada prema sjeveru i postojećim naseljima na sjever).

Tangenta je projektirana s dva, razdjelnim pojasom odvojena, kolnika koji će imati po dva vozna traka. Svi tehnički elementi autoceste definirani su prema projektnom zadatku i pravilnicima za kategoriju i značenje predmetne ceste, za projektnu brzinu  $V_p = 100$  km/h.

Sva križanja s postojećom prometnom mrežom riješena su kao denivelirana, a njezini spojevi s tangentom mogući su samo u čvorištima.

Slobodni profil iznad ceste je min 4.8 m od najviše kote kolnika.

Širina prometnog traka je 3,50 m. Na mostovima i vijaduktima osnovna širina kolnika ista je kao i na ostalom dijelu trase.

Ukupna duljina trase	27182 m
Duljina mostova i vijadukata	5.428 m
Udio mostova i vijadukata u trasi:	19.97 %

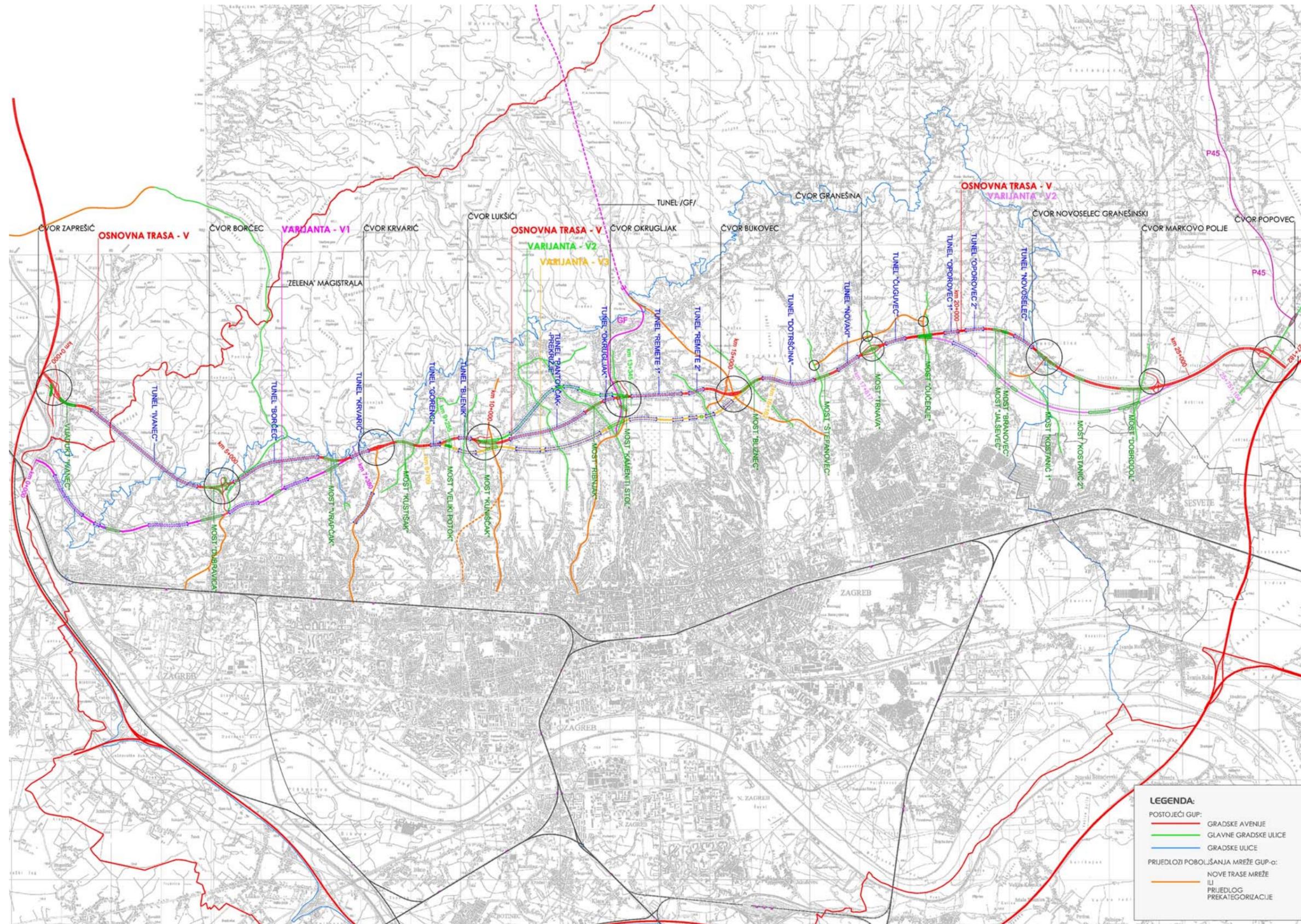
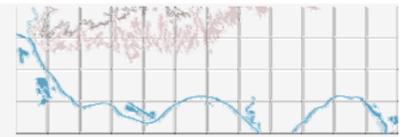
Duljina tunela	10.812 m
Udio tunela u trasi:	39.78 %
Ukupna duljina objekata	17.440 m
Ukupni udio objekata u trasi:	59.75 %
Lnetto =	10.942 m
Trasa netto:	42.25 %

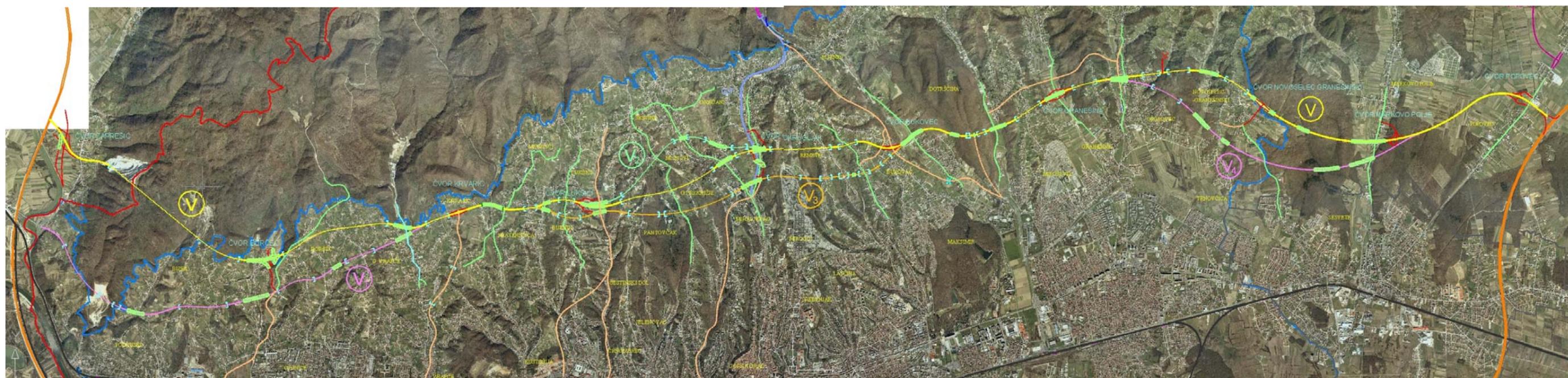
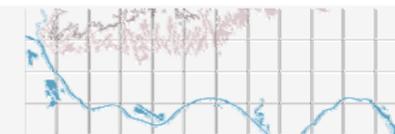
Iskazi i detaljniji opisi predloženih rješenja objekata dati su u poglavljima u nastavku.

Spojne ceste od čvorova do osnovne gradske mreže su u pravilu dvotračne prometnice (novogradnje ili rekonstrukcije postojećih) širine kolnika 2x3.50 m, s tehničkim elementima za rojecktnu brzinu 60-80 km/h.

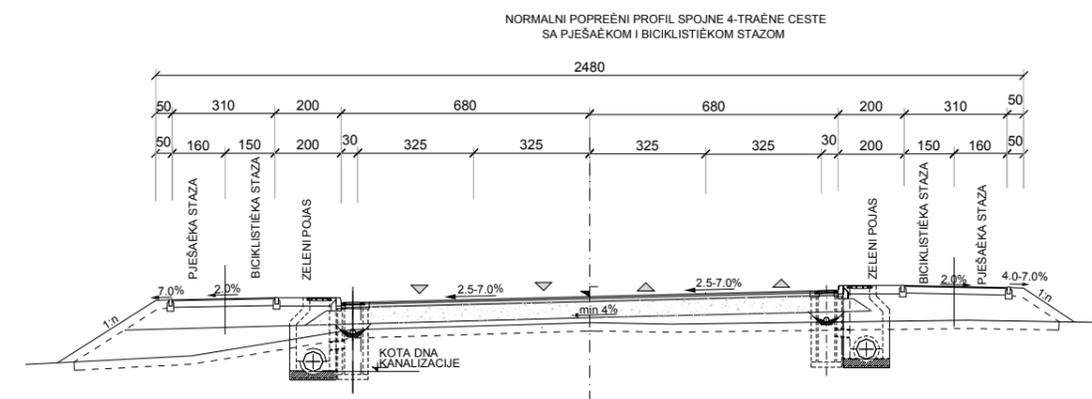
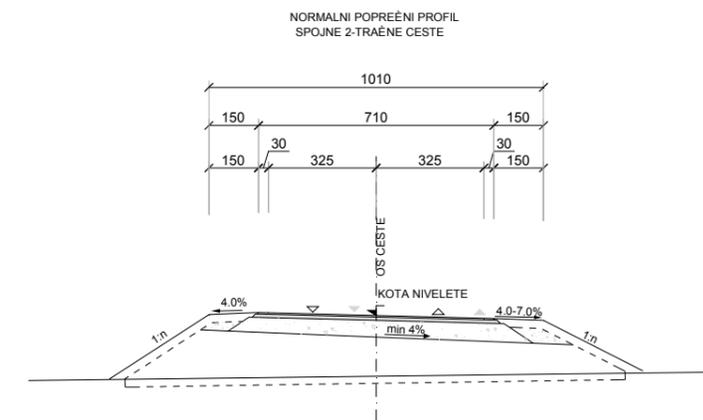
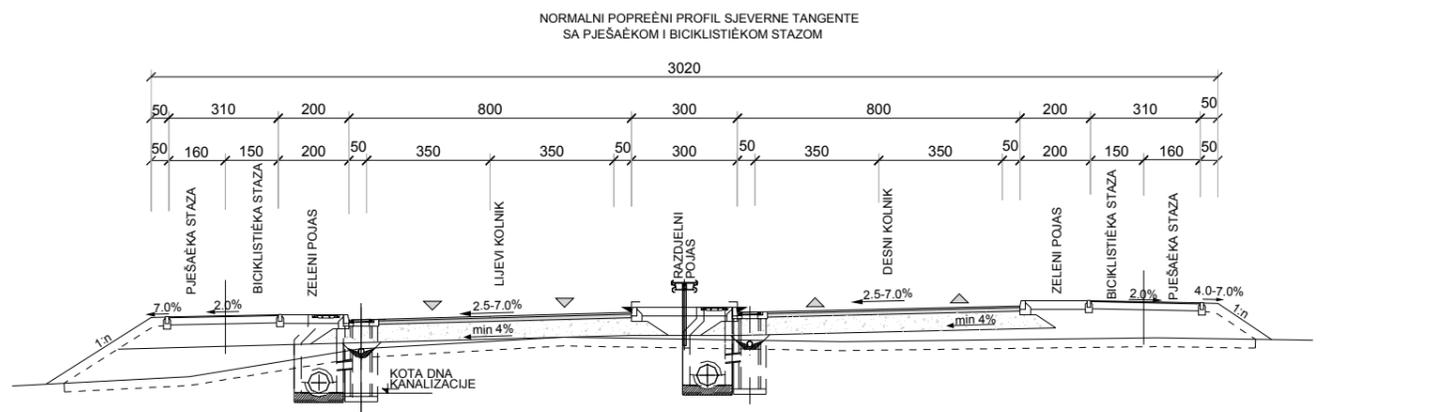
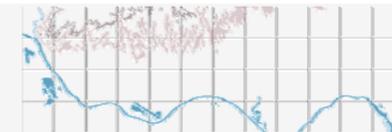
Predviđene dužine pojedinih spojnica su:

čvor Borčec - Aleja grada Bologne	L=2014 m
čvor Krvarić - Vrapče	L=3248 m
čvor Lukšići – Črnomerec	L=3075 m
čvor Okrugljak – Donji Grad	L=3925 m
(čvor Okrugljak – Stara Vlačka	L=3376 m)
čvor Bukovec – Dubrava	L=4100 m
čvor Granešina – Dubrava centar	L=3364 m
čvor Novoslec-Granešinski – Brestje	L=3021 m
čvor Markovo Polje – Sesvete	L=2674 m

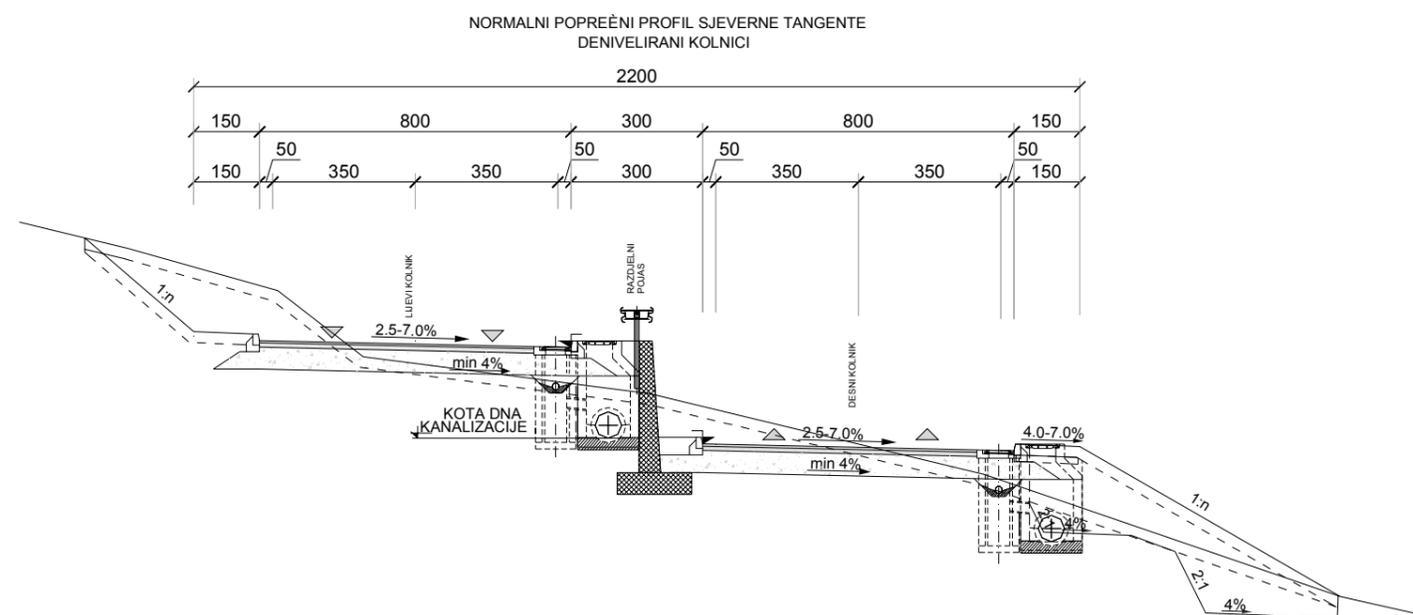
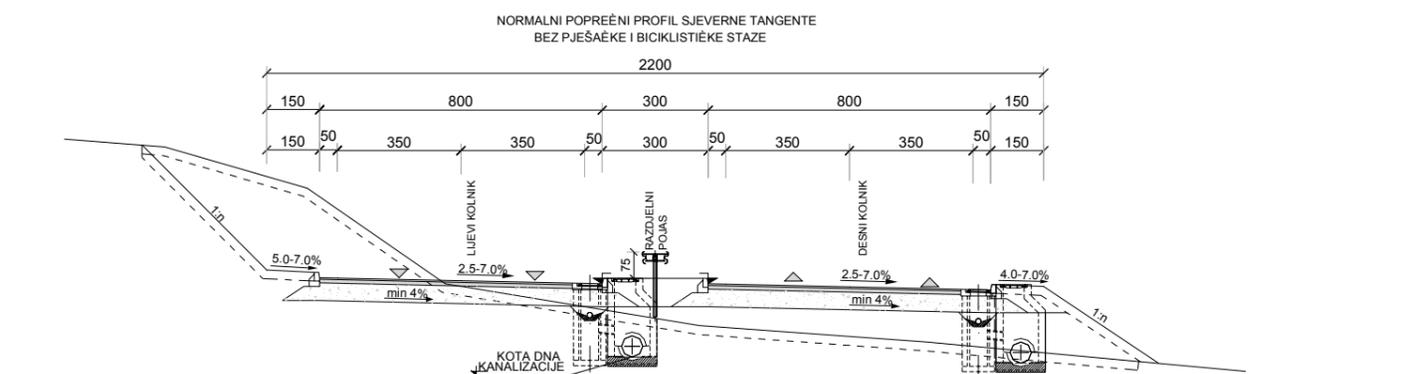




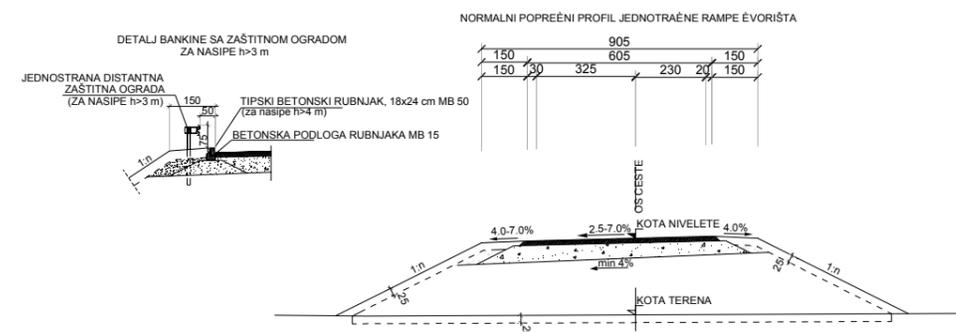
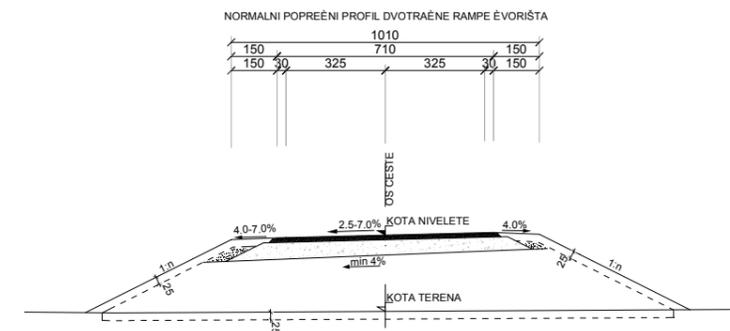
Prikaz koridora na ortofoto planu



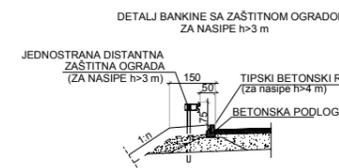
Poprečni presjeci spojnih cesta

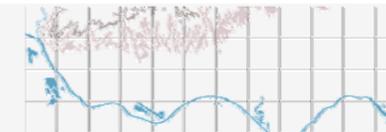


Poprečni presjeci osnovne trase



Poprečni presjeci rampi čvorišta





## 6.2. Odvodnje prometnih površina

Odvodnja prometnice temelji se na potrebama odvodnje kolnika prometnice i osiguranja sigurnih uvjeta vožnje, očuvanja i regulacije postojećeg vodnog režima šireg sliva i zaštite okoliša od negativnog djelovanja.

Unutarnjom odvodnjom smatra se sustav odvodnje kojim se oborine pale na slivnu površinu prometnice, slobodno, ili ukopanim i/ili otvorenim vodonepropusnim kanalima odvede izvan sliva prometnice, po potrebi čiste do zahtijevanog stupnja učinkovitosti u različitim zaštitnim građevinama, te potom koncentrirano ili raspršeno ispuštaju u recipijent.

Konačni režim odvodnje za pojedine dionice prometnice glede načina odvodnje, stupnja zaštite (učinkovitosti čišćenja) i načina konačnog ispuštanja, propisuje se u okviru Vodopravnih uvjeta i Studije o utjecaju prometnice na okoliš.

U pogledu sigurnosti prometa vezanog uz odvodnju kolnika prometnice primjenjuju se postojeći standardi odvodnje. Za autoceste i brze ceste prema standardu U.C4.020 s kolnika je potrebno osigurati neometano otjecanje mjerodavne oborine povratnog perioda od 10 godina, dok je za magistralne ceste propisani povratni period od 5 godina.

Za proračun mjerodavnih najvećih dotoka potrebno je osigurati ITP krivulje hidrometeoroloških stanica kojima gravitiraju dionice prometnice. Pri tome je potrebno odrediti granice utjecaja pojedinih postaja uvažavajući lokalne klimatske fenomene.

Najveći oborinski dotok s prometnice može se proračunati racionalnom metodom običnim analitičkim postupkom ili primjenom priznatih programskih paketa. Shodno praksi u zaštiti okoliša od negativnog djelovanja dotoka s prometnica i konkretnim prilikama na predmetnim trasama, u daljnjim razradama treba predvidjeti slijedeće razine zaštite:

### I razina zaštite

Dionice bez posebnih uvjeta odvodnje. Odvodnja s prometnice u funkciji je prometne sigurnosti, a sve prikupljene vode ispuštaju se raspršeno duž prometnice, ili koncentrirano na dionicama gdje je potrebna izgradnja kanalskog sustava. Ovakva odvodnja moguća je na onim dionicama gdje uz prometnicu postoji prirodni ili stvoreni zaštitni pojas od tla i vegetacije, odnosno na lokacijama gdje nisu ugrožene podzemne i nadzemne vode.

### II razina zaštite

Druga razina zaštite sastoji se od vodonepropusnog sustava odvodnje prometnice sa separatorom ulja i masti i koncentriranog ispusta prikupljenih voda u vodna tijela ili upojne građevine. Primjenjuje se dionicama gdje je

potrebno štiti podzemne i nadzemne vode uz moguću uspješnu naknadnu intervenciju u slivu nakon incidentnog zagađenja.

### III razina zaštite

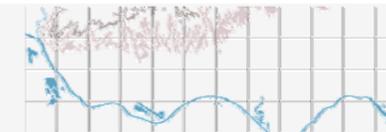
Treća razina zaštite sastoji se od vodonepropusnog sustava odvodnje prometnice sa separatorom ulja i masti, zaštitne građevine umjerenog učinka čišćenja i koncentriranog ispusta prikupljenih voda u vodna tijela ili upojne građevine. Primjenjuje se na umjerenom osjetljivim dionicama, gdje je uz zaštitu od incidentnog izlivanja tekućina lakših od vode potrebno dodatno čišćenje oborinskih dotoka prije ispuštanja u okoliš. Pod zaštitnim građevinama umjerene učinkovitosti podrazumijevaju se i u ovom projektu su primjenjene one koje su pod istim nazivom opisane u studiji: "Odvodnja prometnica – zaštita od okoliša od negativnog djelovanja", GF-Zagreb, 2000.g.

### IV razina zaštite

Četvrtu razinu zaštite čini vodonepropusni sustav odvodnje prometnice sa separatorom ulja i masti, zaštitna građevina visokog učinka čišćenja i koncentrirani ispust prikupljenih voda u vodna tijela ili upojne građevine. Primjenjuje se na vrlo osjetljivim dionicama, gdje je uz zaštitu od incidentnog izlivanja tekućina lakših od vode potrebno dodatno visoko učinkovito čišćenje oborinskih dotoka prije ispuštanja u okoliš. Pod zaštitnim građevinama visoke učinkovitosti podrazumijevaju se one koje su pod istim nazivom opisane u studiji: "Odvodnja prometnica – zaštita od okoliša od negativnog djelovanja". U spomenutu četvrtu, najvišu razinu zaštite spadaju i tuneli koji osim prometne funkcije imaju funkciju najviše zaštite prilikom prolaza kroz ekološki naročito osjetljiva područja.

U daljnjim fazama izrade dokumentacije, konceptualno na razini idejnog, te detaljno na razini glavnog u segmentu odvodnje i vodozaštite potrebno je izvršiti:

- Hidrološku obradu koridora trase
- Rješenja odvodnje povremenih vanjskih voda, regulaciju vodnih tokova koji presjecaju trasu ceste
- Rješenja sustava kolničke odvodnje
- Rješenja sustava građevina za pročišćavanje kolničkih voda
- Rješenja građevina za dispoziciju voda



### 6.3. Rješenja objekata

Zagrebačka tangenta obilazi grad prolazeći njegovim sjevernim dijelovima u podnožju Medvednice. Područje kojim prolazi izbrazdano je poprečnim dolinama koje se pružaju s obronaka Medvednice prema jugu i kojima obično teku potoci. Pored toga je i naseljeno, a trasu tangente presijecaju mnogobrojne ceste i ulice. Radi svladavanja svih tih prepreka potrebno je izgraditi više različitih građevina. Razlikujemo građevine u trupu ceste: vijadukte, mostove i podvožnjake, te nadvožnjake kojim postojeće ceste prelaze preko trase. Sve građevine u trasi bit će dvostruke, tj. za svaki smjer vožnje posebna građevina.

U ovoj se fazi izrade dokumentacije pokušalo utvrditi potreban broj objekata u trasi, njihova približna duljina, te na osnovi visine iznad tla dati približane uzdužne rasporede, tj. duljinu osnovnih raspona. To je učinjeno za osnovnu varijantu trase (V) i za sve četiri podvarijante (V1 do V4). Podloge za ovo razmatranje sastojale su se od situacije 1:25000 i pripadajućeg uzdužnog presjeka po srednjoj osi. Radi mnogih tunela osi će pojedinih smjerova na najvećem dijelu trase biti razdvojene, što još više smanjuje točnost određivanja duljina građevina. Osim toga točni se rasporedi otvora mogu odrediti tek kad se budu mogli uzeti u obzir i točni položaji svih prepreka koje treba izbjeći. Broj i duljina objekata, te prijedlozi rasponskih konstrukcija po pojedinoj varijanti, dani su u posebnim tablicama u nastavku.

U razradi se objekte pokušalo što je god više moguće tipizirati. Većina mostova i vijadukata smještena je relativno nisko, neka vrlo nisko na 8 do 12 m od tla, pa je kao osnovni rasponski sklop određena kontinuirana, armirana ili prednapeta, betonska ploča. Dakle konstrukcije koje se izvode na samome mjestu na skeli. Takve su građevine kvalitetne u pogledu trajnosti, nešto im je jednostavnije održavanje, a svojim jednostavnim i čistim oblikom dobro se uklapaju u prostor. Treba napomenuti da je ovakav tip konstrukcija izuzetno nepopularan kod naših izvoditelja i da se u preksi najčešće izvode rasponski sklopovi od prethodno izrađenih uzdužnih nosača oslonjene na stupove s naglavnica. Takve se konstrukcije, u varijanti s naknadnim kontinuitetom mogu i ovdje primijeniti, naročito kod viših građevina. Kod nižih se slični rasponski sklopovi mogu primijeniti samo tako da poprečni nosači budu oslonjeni na stupove bez naglavnica.

Niske građevine, visine 8 do 15 m od tla koje nisu dulje od 250 m, predviđeno je da budu izvedene kao armirane betonske kontinuirane ploče osnovnog raspona oko 20 m, debljine oko 1,0 m.

Za građevine do visine od oko 30 m od tla predviđene su prednapete kontinuirane ploče raspona do 35 m i debljine oko 1,3 m. Veći su rasponi predviđeni i za niske građevine dulje od 200 m.

Za građevine na visini od tla većoj od 30 m (najveća je visina oko 50 m) ploče se pretvaraju u sanduke s rasponima od 40 do 50 m. Visina sanduka je između 3,0 i 4,0 m.

Ukupna širina građevina ovisi o vrstama prometa koje njima trebaju proći. Dane su tri varijante ukupnih širina. Prvo za građevine kojima prolazi samo cesta koja se sastoji od dva vozna traka širine 3,50 m i pasica širine 0,50 m. Kolnik se proširuje za po 0,5 m obostrano i tu se onda smještaju betonske ograde tipa New Jersey. Da bi se izbjegao dojam „bob staze“ koje na vozače obično ostavljaju betonske ograde, ovdje je predviđeno da betonski dio ograde bude visok 0,8 m, a kao dodatna zaštita postavljaju se dvije uzdužne čelične cijevi, gornja na visini od 1,10 m od asfalta.

Ukupna širina ovog poprečnog presjeka je  $0,47+0,5+2\times 4,0+0,5+0,47=9,94$  m.

Druga varijanta poprečnog presjeka predviđena je za predjele koji su naseljeni i koje će trebati štiti od buke. Ograda za zaštitu od buke smješta se na vanjske strane građevina i to tako da se iza betonske ograde ostavi prostor od 0,8 m i na betonski vijenac širine 0,4 m postavi se ograda. Ukupna širina ovakvih građevina povećava se za 1,2 m i iznosi 11,14 m.

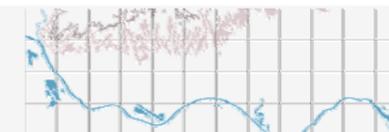
Za područja na kojima se uz cestu vode pješačke i biciklističke staze predviđena je treća varijanta poprečnog presjeka. Slično kao i kod druge varijante na vanjskim se stranama iza betonske ograde formira prostor širine 3,1 m (1,5 m za bicikliste i 1,6 m za pješake). Pošto se staze za pješake i bicikliste predviđaju u naseljenim područjima, vjerojatno će i tu trebati ograde za zaštitu od buke pa su i one predviđene. Ukupna širina ovog poprečnog presjeka povećava se za 2,3 m u odnosu na prethodnu varijantu pa iznosi 13,44 m.

Smještaj građevina u naseljena područja i ograde za zaštitu od buke mogu zimi znatno otežati ili gotovo onemogućiti čišćenje snijega. Stoga je potrebno razmotriti eventualnu upotrebu grijanih kolnika.

Za prolazak postojećih cesta i ulica koje se sa cestom križaju predviđet će se potreban broj podvožnjaka i nadvožnjaka. Na mjestima gdje je ona u nasipu predviđet će se podvožnjaci, a na mjestima gdje je cesta u usjeku ili u na razini terena nadvožnjaci.

Podvožnjaci će imati jedan raspon i svijetli otvor 12,0 m što je dovoljno za sve kategorije cesta. Rasponski sklop je armirana betonska ploča debljine 80 cm, oslonjena na potkovaste upornjake s paralelnim krilima. Širina podvožnjaka i poprečni raspored kolnika i ograde na njima jednaki su kao i na vijaduktima i mostovima. Za prelazak preko ceste, predviđena su dva tipa nadvožnjaka. Prvi, kada je cesta u usjeku, imaju dva raspona po 22,0 m (ukupna duljina 44 m) sa stupom u razdjelnom pojasu. Drugi kada je u ravnici ili niskom nasipu imaju četiri raspona  $14+18+18+14 = 64$  m. Rasponski sklopovi su kontinuirane armirane betonske ploče koje se izvode na skeli.

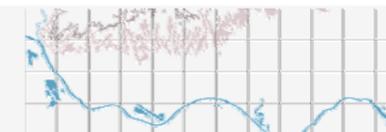
Širina nadvožnjaka ovisi o cesti koju prevodi, te o tome treba li propustiti pješake i bicikliste.



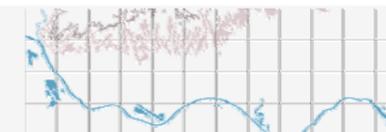
## VIJADUKTI I MOSTOVI

## OSNOVNA VARIJANTA V

BR.	GRAĐEVINA	STAC.	PREPREKA	MAX. VISINA. (m)	UZDUŽNI RASPORED	DULJINA (m)	ŠIRINA (m)	OPASKA
1.	Vijadukt IVANEC (V1)	0+943 – 1+371	naselje Ivanec Bistranski, cesta	12	 $27+11 \times 34+27=428\text{m}$	428	2x13,70	prednapeta ploča (dio čvora)
2.	Most DUBRAVICA (M2)	4+101 – 4+581	potok Dubravica, naselje Bizeki, cesta	51/25	 $40+10 \times 50+40=580\text{ m}$	580	2x13,70	prednapeti sanduk (čvor Borčec na mostu)
3.	Most VRAPČAK (M3)	6+625 -6+925	potok Vrapčak, naselje, cesta	46	 $32+38+4 \times 48+38=300\text{ m}$	300	2x13,70	prednapeti sanduk
4.	Most KUSTOŠAK (M4)	8+147 – 8+491	potok Kustošak, naselje, cesta	34	 $32+7 \times 40+32=344\text{ m}$	344	2x13,70	prednapeti sanduk
5.	Most VELIKI POTOK (M5)	9+168 – 9+276	Veliki potok, cesta	17	 $24+2 \times 30+24=108$	108	2x13,70	prednapeta ploča
6.	Most KUNIŠČAK (M6)	9+966 – 10+310	Potok Kunišćak, naselje Bijenik, cesta	33	 $32+7 \times 40+32=344\text{ m}$	344	2x13,70	prednapeti sanduk (čvor Lukšići na mostu)
7.	Most RIBNJAK (M7)	12+186 – 12+478	potok Ribnjak, naselje Mlinovi, cesta	22	 $27+7 \times 34+27=292\text{ m}$	292	2x13,70	prednapeta ploča
8.	Vijadukt KAMENITI STOL (V8)	12+827 – 12+989	potok, naselje, ceste	20	 $27+4 \times 34+27=162\text{ m}$	162	2x13,70	prednapeta ploča (dio čvora Okrugljak na vijaduktu)
9.	Most BLIZNEC (M9)	15+492 – 15+716	potok Bliznec, cesta	15	 $27+5 \times 34+27=224$	224	2x13,70	prednapeta ploča



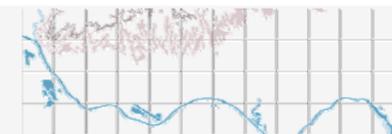
10.	Most DOTRŠĆINA (M10)	16+269 – 16+425	dolina	16	$27+3 \times 34+27=156 \text{ m}$	156	2x13,70	prednapeta ploča
11.	Most ŠTEFANOVEC (M11)	16+950 – 17+242	potok Štefanovec, cesta	20	$27+7 \times 34+27=292 \text{ m}$	292	2x13,70	prednapeta ploča
12.	Most TRNAVA (M12)	18+020 – 18+414	potok Trnava, cesta	13	$27+10 \times 34+27=394 \text{ m}$	394	2x13,70	prednapeta ploča (čvor Granešina)
13.	Most ČUČERJE (M13)	19+203 – 19+455	potok Čučerje, naselje, cesta	9	$16+11 \times 20+16=252 \text{ m}$	252	2x13,70	armirana betonska ploča



## VIJADUKTI I MOSTOVI

## VARIJANTA V1

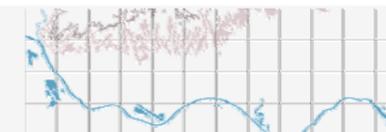
BR.	GRAĐEVINA	STAC.	PREPREKA	MAX. VISINA. (m)	UZDUŽNI RASPORED	DULJINA (m)	ŠIRINA (m)	OPASKA
1.	Vijadukt PODSUSED (V1)	1+993 – 2+319	potok, naselje Podsused, ceste	27	$27 + 8 \times 34 + 28 = 326 \text{ m}$	326	2x13,70	prednapeta ploča
2.	Most DUBRAVICA (M2)	3+957 – 4+421	potok Dubravica, naselje Bizeki, ceste	38	$32 + 10 \times 40 + 32 = 464 \text{ m}$	464	2x13,70	prednapeti sanduk
3.	Most OREŠJE (M3)	5+553 – 5+733	potok Orešje, naselje, cesta	19	$26 + 4 \times 32 + 26 = 180 \text{ m}$	180	2x13,70	prednapeta ploča
4.	Most VRAPČAK (M4)	6+687 – 6+976	potok Vrapčak, naselje G. Vrapče, ceste	33	$32 + 5 \times 40 + 32 + 25 = 289 \text{ m}$	289	2x13,70	prednapeti sanduk



## VIJADUKTI I MOSTOVI

## VARIJANTA V2

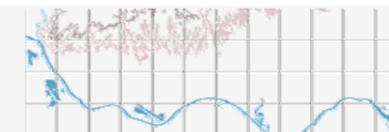
BR.	GRAĐEVINA	STAC.	PREPREKA	MAX. VISINA. (m)	UZDUŽNI RASPORED	DULJINA (m)	ŠIRINA (m)	OPASKA
1.	Most KUNIŠČAK (M1)	9+954 – 10+246	potok Kuniščak, naselje Bijenik, cesta	25	$27+7 \times 34+27=292 \text{ m}$	292	2x13,70	prednapeta ploča
2.	Most RIBNJAK (M2)	12+328 – 12+620	potok Ribnjak, naselje Mlinovi, cesta	23	$27+7 \times 34+27=292 \text{ m}$	292	2x13,70	prednapeta ploča
8.	Vijadukt PUSTI DOL (M3)	13+073 – 13+263	potok, naselje, ceste	20	$27+4 \times 34+27=190 \text{ m}$	190	2x13,70	prednapeta ploča (dio čvora Okrugljak na vijaduktu)



## VIJADUKTI I MOSTOVI

## VARIJANTA V3

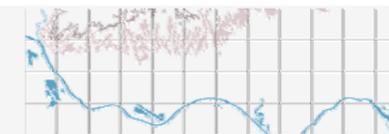
BR.	GRAĐEVINA	STAC.	PREPREKA	MAX. VISINA. (m)	UZDUŽNI RASPORED	DULJINA (m)	ŠIRINA (m)	OPASKA
1.	Most VELIKI POTOK (M1)	9+157 – 9+267	Veliki potok, cesta	18	<p>27+34+27+22=110 m</p>	110	2x13,70	prednapeta ploča
2.	Vijadukt DOL ŠESTINSKI (V2)	9+989 – 10+267	Potok Kunišćak, naselje Bijenik, cesta	28	<p>34+5x42+34=278 m</p>	278	2x13,70	prednapeti sanduk (dio čvora Lukšići na mostu)
3.	Vijadukt MIHALJEVAC (V3)	12+510 – 12+938	potok Ribnjak, naselje, ceste	27	<p>27+11x34+27=428 m</p>	428	2x13,70	prednapeta ploča
4.	Most REMETE (M4)	14+423 – 14+475	dolina	15	<p>16+20+16=52 m</p>	52	2x13,70	armirana betonska ploča
5.	Most BLIZNEC (M5)	15+617 – 15+809	potok Bliznec, cesta	10	<p>16+8x20+16=192 m</p>	192	2x13,70	armirana betonska ploča



## VIJADUKTI I MOSTOVI

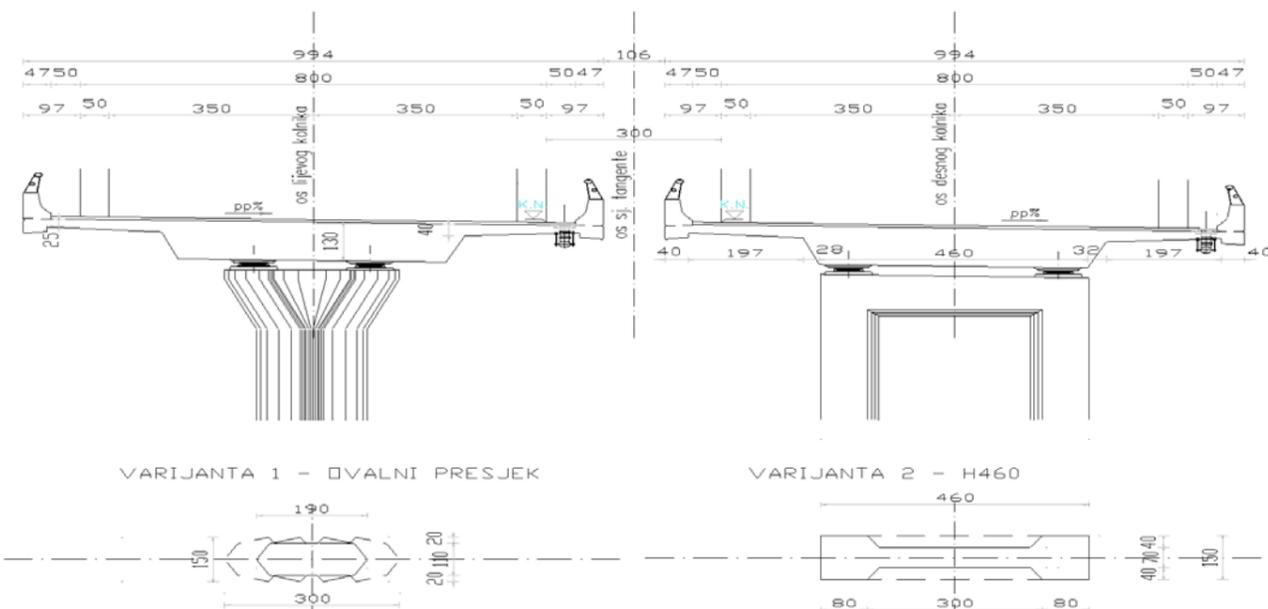
## VARIJANTA V4

BR.	GRADEVINA	STAC.	PREPREKA	MAX. VISINA. (m)	UZDUŽNI RASPORED	DULJINA (m)	ŠIRINA (m)	OPASKA
1.	Most TRNAVA (M1)	18+018 – 18+412	potok Trnava, cesta	13	$27+10 \times 34+27=394 \text{ m}$	394	2x13,70	prednapeta ploča (čvor Granešina)
2.	Most ČUČERJE (M2)	19+212 – 19+464	potok Čučerje, naselje, cesta	8	$16+11 \times 20+16=252 \text{ m}$	252	2x13,70	armirana betonska ploča
3.	Most JALŠEVEC (M3)	20+766 – 21+126	potok Jalševac, cesta	26	$27+9 \times 34+27=360 \text{ m}$	360	2x13,70	prednapeta ploča
4.	Most NOVOSELEC (M4)	21+379 – 21+535	dolina	23	$27+3 \times 34+27=156 \text{ m}$	156	2x13,70	prednapeta ploča
5.	Most KOSTANIĆ (M5)	23+030 – 23+492	potok Kostanić	18	$27+12 \times 34+27=462 \text{ m}$	462	2x13,70	prednapeta ploča (čvor Novoselec-G. Na mostu)
6.	Most DOBRODOL (M6)	23+634 – 24+062	potok Dobrodol, naselje, cesta	12	$27+11 \times 34+27=428 \text{ m}$	428	2x13,70	prednapeta ploča



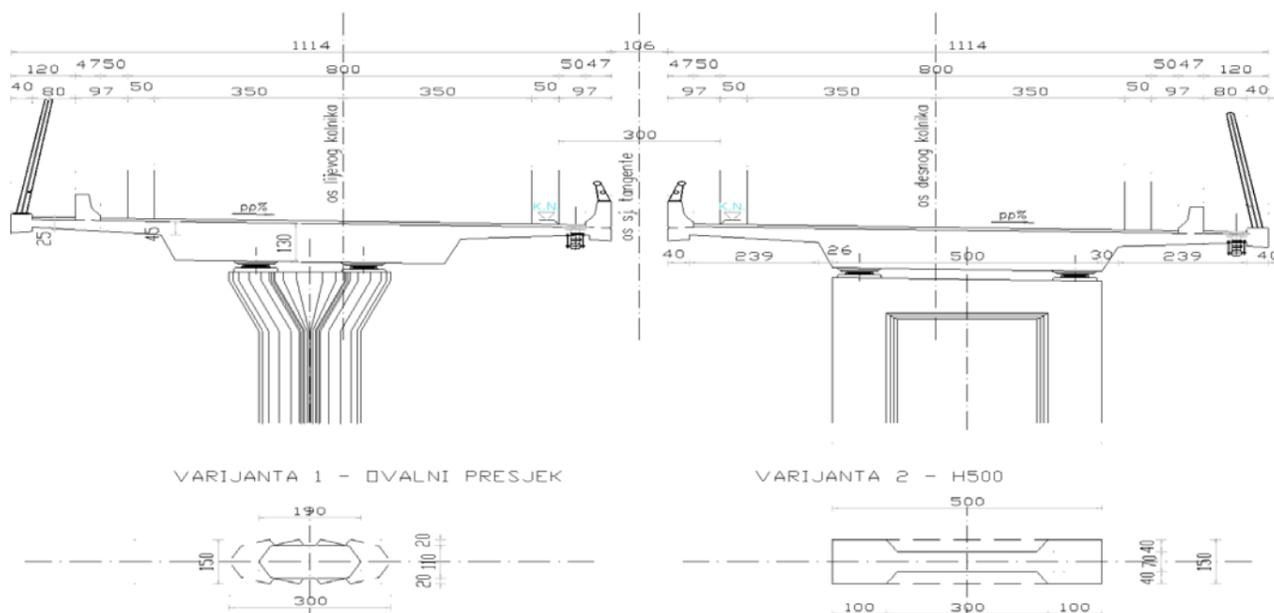
MOSTOVI I VIJADUKTI  
POPREČNI PRESJECI 1:100

MOST BEZ PJEŠAČKE I BICIKLISTIČKE STAZE



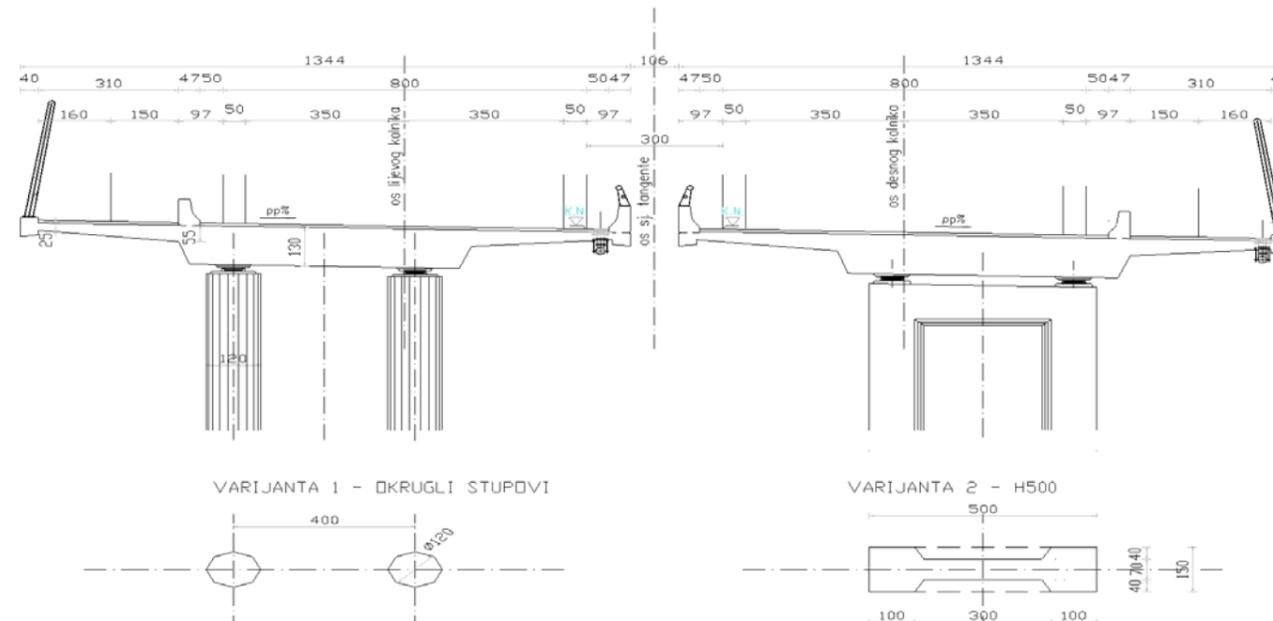
MOSTOVI I VIJADUKTI  
POPREČNI PRESJECI 1:100

MOST BEZ PJEŠAČKE I BICIKLISTIČKE STAZE S OGRADOM ZA ZAŠTITU OD BUKE

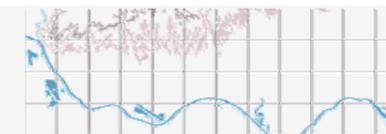


MOSTOVI I VIJADUKTI  
POPREČNI PRESJECI 1:100

MOST S PJEŠAČKOM I BICIKLISTIČKOM STAZOM I S OGRADOM ZA ZAŠTITU OD BUKE



Prijedlog poprečnih presjeka objekata



#### 6.4. Rješenja tunela

Na koridoru, obzirom na visoku kategorizaciju prometnice, na reljefnu složenost terena i važnost prostora kojim trasa prolazi, pojavljuje se niz tunelskih objekata čiji popis je prikazan u tabelarnim iskazima tunela u nastavku.

Važeća regulativa u smislu Pravilniku o tehničkim normativima i uvjetima za projektiranje i gradnju tunela na cestama (Sl. list 59/73) može se smatrati zastarjelom, te se predlaže korištenje sljedećih propisa, smjernica i pravilnika prilikom daljnjeg projektiranja tih građevina:

- DIRECTIVE 2004/54/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 29 April 2004 ON MINIMUM SAFETY REQUIREMENTS FOR TUNNELS IN THE TRANS EUROPEAN ROAD NETWORK
- Austrijske smjernice za projektiranje tunela RVS, izdanje 2002
- PIARC-ROAD TUNNELS COMMITTEE WORKING GROUP No. 4 : COMMUNICATION SYSTEMS AND GEOMETRY : CROSS SECTION GEOMETRY in UNI--DIRECTIONAL ROAD TUNNELS

Na osnovi preliminarnih rezultata inženjerskogeoloških i hidrogeoloških elaborata predlaže se usvajanje geomehaničke kategorizacije (Bieniawskog 1979) kao najprimjerenije za kategorizaciju stijenskih masa pri izvođenju tunela u stijenskim masama bušenjem i miniranjem ili strojnim iskopom u podzemlju.

Geomehanička kategorizacija se temelji na bodovanju sljedećih šest parametara stijenske mase:

- jednoosijalna tlačna čvrstoća stijenskog materijala,
- RQD - indeks kvalitete jezgre,
- razmak pukotina (diskontinuiteta),
- stanje diskontinuiteta,
- stanje podzemne vode,
- pružanje i nagib diskontinuiteta.

Na osnovi izvršenih klasifikacija i kategorizacija može se zaključiti da dio trase tunela u zapadnom koridoru pripada II i III tunelskoj brdskoj kategoriji, a plići i kraći tuneli u središnjem i istočnom dijelu u IV i V tunelsku kategoriju. U područjima oko portala tunela može se očekivati da pripadaju IV i V tunelskoj brdskoj kategoriji.

Sve pretpostavke treba potvrditi detaljnim hidrogeološkim i inženjerskogeološkim istraživanjima u nastavnim aktivnostima na projektu.

Na osnovi predloženih klasifikacija i kategorizacija izdvojeni su na osnovi dosadašnjeg iskustva iz gradnje tunela sljedeći podgradni sustavi kao i načini gradnje:

- tip I za stijensku masu II kategorije
- tip II za stijensku masu III kategorije
- tip III za stijensku masu IV kategorije
- tip IV za stijensku masu V kategorije

Za svaki od navedenih podgradnih sklopova u daljnjoj fazi projektiranja definirati će se detaljno sastav i elementi svakog takvog sklopa (mlazni beton, sidara, armatura, svodovi, itd.).

Geometrijski elementi trase na područjima tunela (tlocrtni elementi, visinski elementi-niveleta) položeni su tako da daju optimalan smještaj tunelskih cijevi i zadovoljavaju uvjete u tunelu za projektnu brzinu  $V = 100\text{km/h}$ .

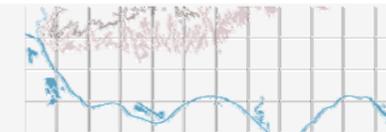
Predviđaju se sljedeći tipovi poprečnih presjeka tunela:

- TIP A poprečni presjek potkovičastog tipa koji prati elemente slobodnog profila. Obzirom na tunelsku brdsku kategoriju stijenske mase u kojoj se radovi izvode predviđa se poprečni presjek sa i bez podnožnog svoda (tip A, B).
- TIP B poprečni presjek za tunele izrađene "otvorenim načinom izvedbe" tako da se izvrši široki iskop s osiguranjem pokosa, izvede tunelska obloga i zatim ponovno zatrpa usjek (tzv. "cut and cover" metoda). Taj tip se izvodi na mjestima malih visina nadsloja i na mjestima gdje je niveleta trase spuštana kako bi se održala funkcija lokalne cestovne infrastrukture. Poprečni presjek se predviđa a.b. okvir "sandučasti oblik", ali se pri daljnjim analizama nebi trebao zanemariti ni poprečni presjek potkovičastog oblika kao kod bušenih tunela (TIP A) s oblogom koja je dimenzionirana na preuzimanje opterećenja od cijelokupnog nadsloja.

Uzdužni nagib u tunelu nije dozvoljen veći od 5 %. Poželjno je izbjegavati uzdužne nagibe veće od 3 % Minimalni nagib niveleta u tunelu ne bi smio biti manji od 0,5 %.

U skladu s većinom europskih propisa, kao i sa preporukama PIARC-ROAD TUNNELS COMMITTEE WORKING GROUP No. 4 : COMMUNICATION SYSTEMS AND GEOMETRY : CROSS SECTION GEOMETRY in UNI--DIRECTIONAL ROAD TUNNELS, te većim dijelom Europskih smjernica i propisa za tunele, predlaže se usvajanje  $V_{RAC} = 100\text{km/h}$  te odgovarajuće širine kolnika u tunelu:

- |                                 |        |         |
|---------------------------------|--------|---------|
| · broj i širine vozničkih traka | 2x3,50 | = 7,0 m |
| · rubne trake                   | 2x0,35 | = 0,7 m |
| · širina kolnika                |        | = 7,7 m |
| · pješački prolazi              | 2x0,75 | = 1,5 m |



Također, predlaže se visina profila je min 4,5 m (preporučljivo min 4,70 metara).

Za svaki kolnik predviđa se izvedba jedne tunelske cijevi čiji međusobni osni razmak bi iznosi minimalno 25 metara.

Prostori ispod pješačkih staza koriste se kao instalacioni kanali, dok se odvodnja kolnika u tunelu rješava "šupljim" rubnjacima i poprečnim spojevima na glavnu kanalizaciju tunela uključujući i poprečne spojeve uzdužnih drenaža.

Tunelska obloga oblikom prati elemente slobodnog profila i izvodi se od u pravilu nearmiranog betona MB-30 u kontinuiranoj debljini od 0,30 do 0,40 m. Portalne zone, kao i zone u petoj tunelskoj kategoriji potrebno je armirati.

Oblikovanje portalnih dijelova tunela uvjetovano je kako tehničkim elementima konstrukcije tunelske obloge tako i uvjetima prirodne okoline.

U tom smislu povoljno je rješenje portala "izvlačenjem" te proširenjem tunelske cijevi čija je funkcija uklapanje u okoliš uz minimalnu devastaciju okolnog terena i zaštita portalnog dijela kolnika od eventualnih odrona. Također, potrebno je pri oblikovanju portala voditi računa o prilagodbi vozača uvjetima vožnje u tunelu, odnosno osim samih svjetlosnih efekata potrebno je voditi računa i o vizualnom efektu.

Odvodnjom tunela rješava se prihvati i evakuacija površinskih i procjednih voda sa površine kolnika i iza tunelske obloge.

Odvodnja kolničke površine predviđena je "šupljim" rubnjacima koji prikupljaju tekućina na nižoj strani kolnika, te je zajedno sa procjednom vodom iza obloge tunela odvede u glavnu kanalizaciju tunela. Procjedna voda iza tunelske obloge prihvaća se u drenažne PVC cijevi, te poprečno odvodi u središnju kanalizaciju tunela.

Poželjno je posebno voditi procjednu vodu od tekućina sa kolnika kad god je to moguće. Način odvodnje tekućine s kolnika potrebno je projektirati tako da ima kapacitet da na dužini od 200 metara tunela može odvoditi 200 l/s, te da sprečava širenje požara putem kanalizacije.

Veće količine procjedne vode, kao i pojedine izvore koji se pojave prilikom proboja tunela, potrebno je kaptirati te ih ispustiti u prirodu.

Hidroizolacija tunelske obloge izvodi se po cijeloj duljini tunela sa primjenom PVC folije na podlozi od geotekstila. Osnovna funkcija hidroizolacije je da spriječi prodor procjedne i okolne vode u sam tunel.

Ventilacija tunela predviđa se u svim tunelima duljine veće od 500 metara. Za duljine od 200 do 500 metara potrebno je proračunom dokazati mogućnost dostatnosti prirodne ventilacije. Obzirom na duljinu tunela na trasi predviđa se kombinacija prirodne i uzdužne ventilacije.

Generalno, kod dvocijevnih tunela potrebno je predvidjeti uzdužnu ventilaciju. Tek kod izrazito dugih tunela (iznad 3000 metara) potrebno je ovisno o intenzitetu prometa i analizi rizika u tunelu predvidjeti mogućnost

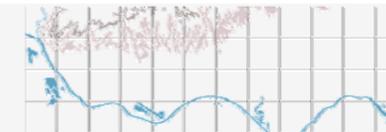
primjene poprečne ili polu-poprečne ventilaciju ukoliko analiza rizika za konkretni pojedini slučaj pokaže da uzdužna ventilacija ne zadovoljava.

Predviđa se umjetna rasvjeta svih tunela u sklopu cjelovitog rješenja rasvjete cijele trase. Intenzitet rasvjete treba biti definiran u skladu s dužinama tunela (veći dio je kraćih pa će intenzitet biti vjerojatno kao na otvorenoj trasi, jer nema vremenskog prostora za akomodaciju).

Pri razmatranju opreme u tunelu potrebno je uzeti u obzir DIRECTIVE 2004/54/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 29<sup>th</sup> April 2004 ON MINIMUM SAFETY REQUIREMENTS FOR TUNNELS IN THE TRANS EUROPEAN ROAD NETWORK kao i Austrijske smjernice RVS izdanje 2002 godine.

Predviđeno je da duži tuneli imaju slijedeću opremu:

- zaustavne površine na svakih 1000 metara
- poprečni prolaz za vozila svakih 1500 metara
- pješački poprečni prolazi na maksimalno 500 metara, preporučljivo kod svake druge SOS niše
- preporučljivo da svaki drugi prolaz omogućuje prolaz servisnih vozila
- telefonske (SOS) uređaje u blizini portala i na 150 m unutar tunela u niši
- aparate za gašenje požara smještene u istoj niši sa telefonskim uređajem,
- uređaje za dojavu požara, automatske i ručni javljači požara u svakoj SOS niši
- spoj kolnika na svakom portalu (asfaltirani razdjelni pojas)
- hidrantsku mrežu u tunelima dužim od 500 metara :
  - suhu u tunelima do 1000 metara,
  - sa rezervoarom min 100 m<sup>3</sup> za tunele iznad 1000 m
- rasvjeta svakog tunela:
  - normalna rasvjeta za uvjete normalnog korištenja tunela
  - sigurnosna rasvjeta
  - evakuacijska rasvjeta
- prometna signalizacija se dijeli na:
  - prometnu signalizaciju na prilazu tunelu koja je vertikalna i svjetlosna,
  - prometnu signalizaciju u tunelu
- ozvučenje tunela za sve tunele
- oprema za zatvaranje tunela (promjenjiva signalizacija i rampe) za tunele duže od 1000 metara na portalima i u tunelu svakih 1000 metara
- kontrolni centar za tunele duže od 3000 metara



- monitoring:
  - video monitoring sa sistemom automatske detekcije prometnog incidenta i požara za tunele duže od 3000 metara
- radio za korisnike
- radio sustav za sigurnosne službe za tunele duže od 1000 metara
- rezervno napajanje određenih sustava za sve tunele
- prometna signalizacija
- rezervno napajanje
- ozvučenje tunela za sve tunele iznad 500 m
- oprema za zatvaranje tunela (promjenjiva signalizacija i rampe) za tunele duže od 1000 metara na portalima i u tunelu svakih 1000 metara
- radio sustav za sigurnosne službe za tunele duže od 1000 metara

Za svaki pojedini tunel potrebno je izvršiti analizu rizika, te na temelju iste, kao i karakteristika tunela, odrediti potrebnu opremu, kao i razmak evakuacijskih puteva.

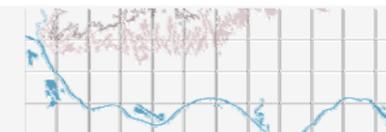
Tabelarni prikaz tunela po varijantama dat je u nastavku.

Kako je ranije navedeno predviđaju se dva načina (tipa) izvedbe tunela i to:

- Za prvu metodu (TIP A) probijanja i izvedbe tunela predviđa se primjena N.A.T.M. (nova austrijska metoda). Predviđeni sastav stijenske mase u kojoj se probijaju tuneli i razmjerno brzo napredovanje radova opravdava odabir ove metode. Iskop se osigurava primarnim podgradnim sustavom koji se sastoji od slijedećih elemenata: mlazni beton, čelična mreža, sidra (adheziona ili samobušeća), te eventualno i tunelski čelični (rešetkasti) lukovi. Predviđena debljina primarnog osiguranja iznosi 5-20 cm. Navedena tehnologija je primjerena s obzirom na kraški teren, očekivane učestale promijene kategorija, te učestale mogućnosti pojave kastrofikacijskih objekata (špilje, dimnjaci, kaverne, itd.). Predviđena debljina konačne (sekundarne) betonske obloge kreće se od 0,30 do 0,40 m u ovisnosti o tunelskoj kategoriji
- Drugi način (TIP B) primjenjuje se za tunele sa malim visinama nadsloja ili na mjestima gdje je niveleta trase prinudno spuštana. Izvođenje takovih “zasipanih tunela” predviđa se tzv. “cut and cover” metodom pri čemu se izvrši široki iskop s osiguranjem pokosa, izvede tunelska obloga i zatim se usjek ponovno zatrpa. Prednosti ove metode se očituju u tome da se radovi praktički izvode u otvorenoj građevnoj jami, da radovi brzo napreduju i sigurniji su u odnosu na klasične tunelske radove. Predviđeni su sandučasti i potkovičasti oblik poprečnog presjeka.

Obavezna oprema u tunelima:

- telefonske (SOS) uređaje u blizini portala
- SOS niša na 150 m s telefonskim uređajima, ručnom vatrodojavom i 2 ručna aparata za gašenje požara kod tunela dužih od 500 m
- pješački poprečni prolazi na maksimalno 500 metara
- rasvjeta tunela
- rasvjeta prilaza tunela
- spoj kolnika na svakom portalu (asfaltirani razdjelni pojas)
- uređaje za dojavu požara

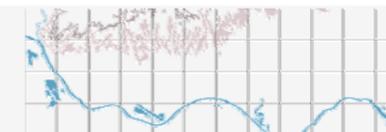


## TABELARNI PRIKAZ TUNELA PO VARIJANTAMA

TUNELI  
OSNOVNA VARIJANTA V

BR.	GRAĐEVINA	STAC.	PREPREKA	DULJINA (m)
1.	Tunel IVANEC (T1)	1+327 – 3+983	naselje Bizeki	2656
2.	Tunel BORČEC (T2)	4+729 – 6+526	Zelena magistrala, naselje Borčec i naselje Bolfani	1797
3.	Tunel KRVARIĆ (T3)	7+277 – 7+577	naselje Krvarić	300
4.	Tunel GORENCI (T4)	8+852 – 9+072	cesta Mikulići - Črnomerec	220
5.	Tunel BIJENIK (T5)	9+430 – 9+680	cesta Lukšići - Črnomerec	250
6.	Tunel PANTOVČAK- PREKRIŽJE (T6)	10+480 – 12+105	potok Pantovčak	1625
7.	Tunel OKRUGLJAK (T7)	12+525 – 12+750	naselje Okrugljak	225
8.	Tunel REMETE 1 (T8)	13+100 – 14+125	cesta Krematorij- -Remete, cesta Remete-Maksimir, naselje Remete	1025

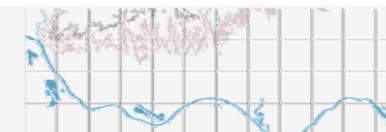
9.	Tunel REMETE 2 (T9)	14+252-14+577	cesta Svetice-Remete	325
10.	Tunel DOTRŠČINA (T10)	15+850-16+900	Potok, naselje Jazbina	1050
11.	Tunel NOVAKI (T11)	17+427-17+929	naselje Novaki	502
12.	Tunel ČUGUVEC (T12)	18+502-19+052	naselje Čuguvec	550
13.	Tunel OPOROVEC 1 (T13)	19+648-19+948	naselje Oporovec	300
14.	Tunel OPOROVEC 2 (T14)	20+141-20+526	naselje Branovec	385
15.	Tunel NOVOSELEC (T15)	21+147-21+579	naselje Novoselec- Granešinski	432


**TUNELI**  
**VARIJANTA V1**

BR.	GRAĐEVINA	STAC.	PREPREKA	DULJINA (m)
1.	Tunel DOLJE 1 (T1)	0+500-1+525	naselje G.Jarek	1025
2.	Tunel DOLJE 2 (T2)	1+767-1+902	naselje Podsusedsko- Dolje	135
3.	Tunel KOSTANJEK (T3)	2+900-3+700	naselje Kostanjek	800
4.	Tunel JAMINE (T4)	4+550-5+200	naselje Jamine, potok, cesta Borčec-Gajnice	650
5.	Tunel G.VRAPČE (T5)	5+800-6+300	naselje G.Vrapče, cesta Bolfani-G.Vrapče	500
6.	Tunel KRAVARIĆ	7+350-7+650	cesta Trdica-Krvarić	300

**VARIJANTA V2**

BR.	GRAĐEVINA	STAC.	PREPREKA	DULJINA (m)
1.	Tunel BIJENIK (T1)	9+424-9+677	cesta Črnomerec- Lukšić, naselje Bijenik	253
2.	Tunel: ŠESTINSKI VRH (T2)	10+500-11+781	cesta Šestinski Vrh- Vrhovec, naselje Šestinski Vrh	1281
3.	Tunel MLINOVI (T3)	11+944-12+264	naselje Mlinovi	320
4.	Tunel OKRUGLJAK (T4)	12+722-12+975	naselje Okrugljak	253

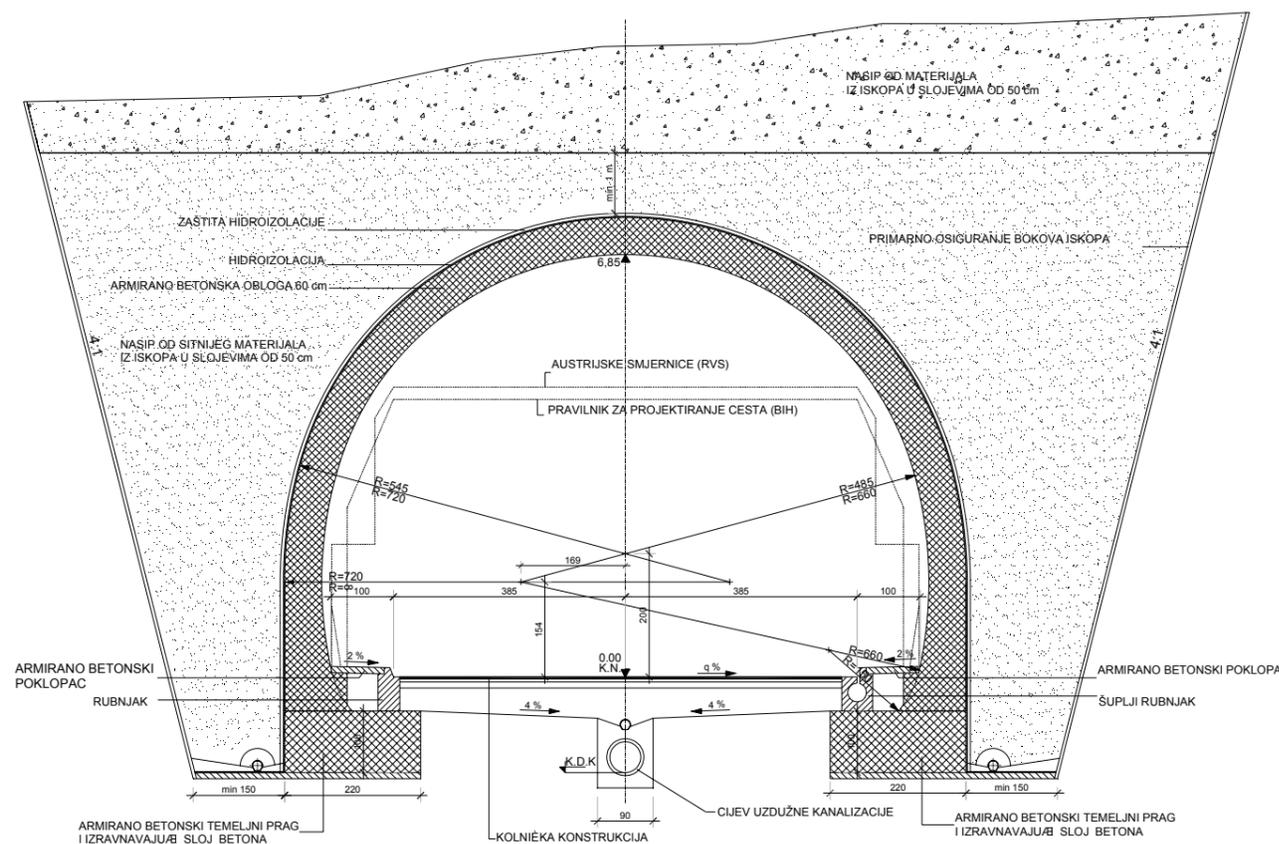
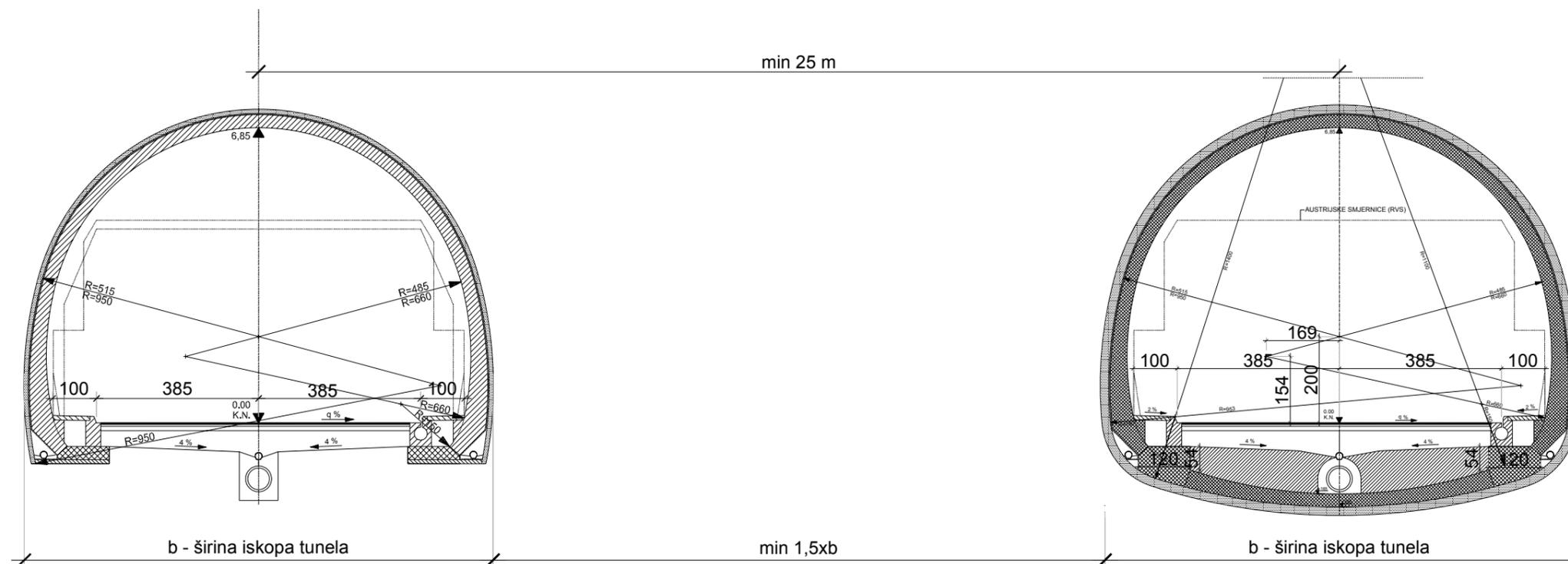
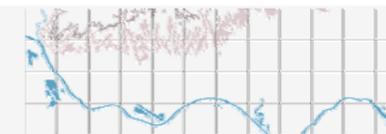


## VARIJANTA V3

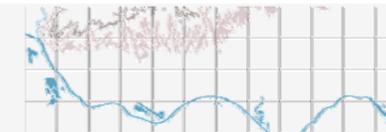
BR.	GRAĐEVINA	STAC.	PREPREKA	DULJINA (m)
1.	Tunel GORENCI (T1)	8+850-9+050	cesta Mikulići- Črnomerec, naselje Gorenci	200
2.	Tunel: BIJENIK (T2)	9+427-9+562	cesta Bijenik- Črnomerec naselje Bijenik	135
3.	Tunel PANTOVČAK (T3)	10+600-11+100	Cesta Šestinski Vrh- Vrhovec, naselje Vrhovec, potok	500
4.	Tunel PREKRIŽJE (T4)	11+188-12+368	Cesta Šestine- Prekrižje, naselje Prekrižje	1180
5.	Tunel KREMATORIJ (T5)	13+000-13+550	cesta Krematorij- Mihaljevac	550
6.	Tunel GORICA (T6)	13+875-14+075	Cesta Remete- Gorice	200
7.	Tunel REMETE 1 (T7)	14+188-14+348	naselje Remete	160
8.	Tunel REMETE 2 (T8)	14+528-14+719	naselje Remete	191
9.	Tunel G.BUKOVAC (T9)	14+950-15+175	Cesta Remete- Bukovec	225

## VARIJANTA V4

BR.	GRAĐEVINA	STAC.	PREPREKA	DULJINA (m)
1.	Tunel NOVAKI (T1)	17+428-17+928	naselje Novaki	500
2.	Tunel: ČUGUVEC (T2)	18+527-19+052	naselje Čuguvec	525
3.	Tunel OPOROVEC (T3)	19+900-20+435	naselje Oporovec	535



Poprečni presjeci tunela (tunelski iskop, zasipani tunel)



### 6.5. Čvorišta

Čvorišta na trasi tangente projektirana su kao čvorišta u više razina što je uvjetovano računskom brzinom na koju se projektirana ova prometnica.

Tipovi čvorišta odabrani su primjereno prometno-tehničkim kriterijima za njihovo oblikovanje, reljefnim mogućnostima i prostornim ograničenjima.

Za ovu trasu ceste primarni oblikovni kriterij je prostorna dispozicija glavne trase i mreže koju treba povezati s tangentom. Tu su zato korištena čvorišta tipa dijamant na lokacijama visinskih razlika koje je trebalo savladati. Uz taj tip korišten je i oblik trube ili poludjeteline, kao najprimjereniji oblik zbog lokalnih ograničenja na tim lokacijama. Preko čvorišta i spojnih cesta, tangenta je povezana sa postojećom prometnom mrežom. Rampe čvorova u dvije razine projektirane su za  $V_{min}=40$  km/h.

Maksimalni uzdužni nagibi rampi su do 6%, ali samo iznimno gdje se to nije moglo minimizirati.

Trasa počinje i završava u postojećim čvorištima za koja je planirano djelimično preuređenje.

Na koridoru sjeverne tangente predviđena su slijedeća čvorišta:

Zaprešić	km 0+450
Borčec	km 4+470
Krvarić	km 7+811
Lukšići	km 9+884
Okrugljak	km 12+920
Bukovec	km 15+190
Granešina	km 18+240
Novoslec-Granešinski	km 21+930
Markovo Polje	km 24+340
Popovec	km 26+806

### 6.6. Smjernice zaštite okoliša (buka, aerozagađenja, održavanje, ...)

Tokovi suvremenog razvitka i njihovo stalno ubrzanje, omogućeno gospodarskim procesom, uvjetovali su promjene odnosa između čovjeka i njegovih civilizacijskih postignuća i prirodno-zemljopisne osnove života ljudi. Prostor nije samo glavni resurs kvalitetnijeg življenja, nego u određenom smislu i ograničavajući čimbenik razvoja.

Ciljevi zaštite okoliša, kada je riječ o prometu, mogu se ostvariti istodobnim odgovarajućim planiranjem i izgradnjom, a u eksploataciji odgovarajućim mjerama ograničenja, tehničkih rješenja pa i zabrana.

Budući da je Republika Hrvatska, a posebice razmatrano područje grada Zagreba, zemlja dragocijenih i očuvanih prirodnih vrednota, razumljivo je da postoji veliki interes za zaštitu okoliša, prirodne i kulturne baštine. Uz to i zbog toga Hrvatska je zainteresirana za razvitak suvremenih prometnih tehnologija koje će pridonijeti očuvanju okoliša, u uvjetima intenzivnog unutarnjeg prometa i tranzita.

Radi postizavanja odgovarajućih efekata na području zaštite okoliša, nužno je striktno poštivati deklarirana opredjeljenja, kalkulirati sa troškovima za provedbu određenih mjera zaštite koje su u području prometa dosta mjerljive.

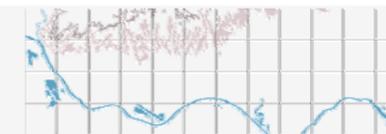
Potencijalne lokacije, uzroci, stupnjevi ugroženosti, palnirane i provedbene mjere zaštite i zbrinjavanja trebaju se definirati kroz odgovarajuću prostorno-plansku dokumentaciju kako županije tako i samog Grada (detaljno), uvažavajući prateću zakonsku regulativu.

**Ugroženost površinskih i podzemnih voda** na podslemenskom području grada Zagreba posljedica je nekontroliranog ispuštanja fekalnih otpadnih voda u podzemlje i vodotoke, odlaganja otpada na nesanitarnim i divljim odlagalištima, te korištenja kemijskih sredstava u poljodjelstvu.

Prema kategorizaciji voda za državne vode datoj u Državnom planu za zaštitu voda, vode vodotoka u krškim područjima do naselja, vode u nacionalnim parkovima i parkovima prirode i podzemne vode koje se koriste ili planiraju koristiti u vodoopskrbi pripadaju I. kategoriji.

Na području grada Zagreba ima izgrađen sustav kanalizacije, i to većem gradskom području, s ispuštanjem pročišćenih otpadnih voda u Savu. Ostala područja rješavaju odvodnju na neadekvatan način putem individualnih propusnih sabirnih jama ili direktnim ispustom u okolni teren. Neplansko širenje naselja ili pojedinih objekata još pogoršava situaciju.

Dodatno opterećenje za vode i općenito na okoliš na području grada predstavljati će planirana sjeverna tangenta što će trebati uzeti u obzir i kalkulirati s potrebnim mjerama zaštite.



S obzirom na hidrogeološku gradu zaleđa, slivnog područja značajnih vrela u planinskom pojasu, podzemne vode su posebice osjetljive na izvore onečišćenja.

Onečišćenja podzemnih voda i izvora se javljaju od otpadnih voda naselja i industrijskih pogona, te nešto i od kemijskih sredstava koja se koriste u poljodjelstvu na tim predjelima.

Za slivna područja izvorišta potrebno je izraditi određene hidrogeološke studije "Zone sanitarne zaštite izvorišta" kojima će se utvrditi zaštitne zone i režimi zaštite.

Sanacija postojećeg stanja i zaštitu voda moguće je postići na neke od slijedećih načina:

- izgradnjom zajedničkih kanalizacijskih sustava naselja, gospodarskih objekata i hotela s uređajima za čišćenje i ispuštima kojima će se ispuštati pročišćene otpadne vode u sustave kanalizacije ili otvorene recipijente.,
- izgradnjom uređaja za predtretman otpadnih voda industrijskih pogona, servisa, hotela i restorana prije upuštanja u gradsku kanalizaciju,
- zbrinjavanjem mulja sa uređaja za čišćenje,
- zbrinjavanjem otpadnih ulja od tehnoloških procesa,
- sanacijom postojećih odlagališta, a posebno brojnih divljih odlagališta,
- uređenjem novih sanitarnih odlagališta, na lokacijama koje bi se utvrdile na temelju detaljnih, poglavito hidrogeoloških istražnih radova, s primjenjenim sustavom zaštite okoliša (izoliranje dna, prekrivanje zemljanom materijalom, prikupljanje i obrada procjednih voda, prikupljanje oslobođenih plinova u odlagalištu, protivpožarna zaštita, kontrola odlaganja otpada),
- uspostavljanjem, na nivou Grada i Županije, cjelovitog sustava gospodarenja otpadom - ograničenjem uporabe umjetnih gnojiva i kemijskih sredstava za zaštitu bilja,
- zabranom izgradnje gospodarskih objekata koji ispuštaju štetne i opasne tvari,
- zabranom korištenja otpadnih voda u poljodjelstvu i upuštanja otpadnih voda u tlo,
- zabranom odlaganja otpada na odlagalištima smještenih u užoj vodozaštitnoj zoni izvorišta koja se koriste u vodoopskrbi,
- redovitom kontrolom kakvoće vode na vodotocima i izvorima,
- provedbom potrebnih mjera zaštite prilikom izgradnje planiranih prometnica u zonama kada one prolaze u blizini određenih zona sanitarne zaštite.

**Kakvoća zraka** na ovom području nije značajnije narušena. Onečišćenja se javljaju na pojedinim lokacijama, a izazvana su prometom i gospodarskom aktivnošću. Industrija ne predstavlja značajniji izvor onečišćivanja zraka, jer na ovom području nije bitnije zastupljena.

Zaštita zraka će se ostvariti ugradnjom otprašivača u eventualnim kamenolomima, ugradnjom filtera za pročišćavanje zraka od sagorjelih plinova i prašine na industrijskim pogonima i hotelskim kompleksima, izborom goriva sa malom količinom sumpora, te usmjeravanjem na izvorno čistu tehnologiju.

Među najvećim onečišćivačima zraka je cestovni promet, posebice u samom gradu Zagrebu tokom cijele godine. Za onečišćenje od prometa je nepovoljno što na određenim lokalitetima, u gradovima i najvrjednijim prirodnim, kulturnim i spomeničkim zonama, dolazi do sučeljavanja najvećih emisija i najvećeg mogućeg broja potencijalno ugroženih osoba. Onečišćenja zraka nastaju od emisije SO<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, dušikovih oksida (NOX), hlapljivih organskih tvari (benzen, ksilen). Tu su još onečišćenja praškastim tvarima. Najznačajnije je onečišćenje olovom. Postupnim prelaženjem na bezolovni benzin (ugradnja katalizatora) i diesel gorivo sa sadržajem sumpora manjim od 0,3 %, dugoročno 0,02 %, najviše se pridonosi smanjenju emisija. Onečišćenje je moguće smanjiti u naseljima ubrzanjem protoka vozila unapređenjem gradske mreže prometnica, boljom regulacijom prometa i izgradnjom obilaznica naselja. Realizacijom sjeverne tangente (čija bi trasa išla zaleđem grada), određena količina prometa, a time i glavnina onečišćenja bi se odmaknuli u slabije naseljena područja.

Zagađenja od zračnog prometa ovdje nisu izravno prisutna. Zračni promet doprinosi oštećenju stratosferskog ozona i globalnom zagrijavanju.

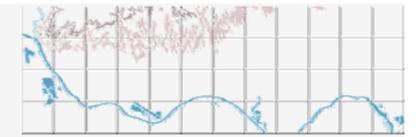
Kamenolomi (postojeći ili eventualno palnirani) i asfaltne baze izvori su emisija dima i čestica (kamena prašina). Zaštita zraka bi se postigla ugradnjom otprašivača (ovakve aktivnosti na ovom području nisu planirane).

Odlagališta otpada izvor su metana i neugodnih mirisa koji nastaju zbog biološke razgradnje organskog otpada i dima koji nastaje kod spaljivanja otpada. Pri spaljivanju otpada nastaju otrovni klorirani spojevi dioksini i furani. Onečišćenja će se spriječiti sanitarnim uređenjem odlagališta, sa skupljanjem bioplina koji će se energetski koristiti.

Kontinuirano mjerenje kakvoće zraka provodi jedino Državni hidrometeorološki zavod mjerenjem u sklopu Programa mjerenja kemijskih karakteristika oborina na 20 postaja u Hrvatskoj, odnosno nešto i Zavod za javno zdravstvo.

U svrhu zaštite i poboljšanja kakvoće zraka potrebno je uspostaviti katastar emisija onečišćujućih tvari u zrak i praćenje kakvoće zraka:

- u okviru državne mreže za praćenje kakvoće zraka pozadinskog onečišćenja, regionalnog i prekograničnog daljinskog prijenosa, te mjerenja u okviru međunarodnih obveza države, mjerenja kakvoće zraka u zaštićenim područjima i mjerenja kakvoće zraka u urbanim opterećenim područjima,
- u okviru jedinica lokalne samouprave (područna mreža) za praćenje kakvoće zraka u naseljenim i industrijskim područjima, te posebne namjene radi praćenja utjecaja na okoliš nekog izvora emisije.



Na temelju mjerenja utvrdila bi se kategorizacija područja obzirom na preporučene (PV) i granične (GV) vrijednosti kakvoće zraka (nekoliko kategorij).

Temeljem izrađene kategorizacije Županija, gradovi i općine donose programe zaštite i poboljšanja kakvoće zraka s ciljem da se gospodarskim razvitkom ne prekorači utvrđena kategorija kakvoće zraka nekog područja, odnosno da se sanacijskim mjerama dostigne veća kategorija kakvoće.

**Ugroženost bukom** najizraženija je u većim naseljima, te uz najopterećenije prometnice. Najproblematičnije su dionice gdje je cesta u ravnini ili iznad okolnog terena u naseljenim područjima. Utjecaj buke bi se smanjio poduzimanjem mjera koje su navedene i kod zaštite zraka: unaprijeđenjem gradske mreže prometnica, izgradnjom obilaznica naselja, te hortikulturnim mjerama.

Mogućnost smanjenja utjecaja buke mogla bi se provesti prostorno-planerskim intervencijama. U zoni utjecaja buke uz glavne prometnice trebalo bi predložiti namjene manje osjetljive na buku kao što su:

- slobodna carinska zona
- skladišta i parkirališta
- velikoprodajni centri
- industrijsko-servisni pogoni
- poljodjelske površine
- zelenilo

Koridor sjeverne tangente predviđeno je štiti od prekomjerne buke određenim konstrukcijama na objektima i otvorenim dijelovima trase (zidovi). Kako se radi o trasi koja je cca 40 % u tunelima, problem buke neće biti pretjerano izražen. Izgradnjom te prometnice, veliki dio prometa iz središta grada će se «preseliti» na taj koridor, te na taj način rasteretiti samo gradsko središte. Na taj način će se bitno smanjiti emisije štetnih tvari, pa i buke u sanon središtu grada. Konačni izbor oblikovanja elemenata zaštite od buke, treba provesti kroz naredne faze dokumentacije sa multidisciplinarnim timom stručnjaka, obzirom da se trasa nalazi u dosta «osjetljivom» prostoru.

#### **Ekološki vrijedna i zaštićena područja – prirodna baština**

Na području grada registrirana su i evidentirana neka zaštićena područja prirodne baštine. Prema stupnju zaštite (Zakon o zaštiti prirode), jedan je i park prirode Medednica.

Prema popisu iz "Crvene knjige biljnih vrsta Republike Hrvatske" u kategorijama izumrlih, ugroženih, osjetljivih i rijetkih vrsta izdvojeno je ukupno 226 biljnih svojti za cjelokupno područje RH.

Zaštićena i ekološki vrijedna područja svrstana su u tri cjeline:

- Registrirana zaštićena područja;
- Evidentirana zaštićena područja s prijedlogom zaštite;
- Ekološki posebno vrijedna područja.

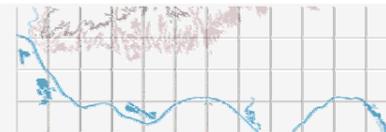
Detaljnije je ovo područje obrađeno u poglavljima ove studije. U daljnjim fazama izrade studija i dokumentacije za infrastrukturu, biti će predviđene potrebne mjere u pojedinim konfliktnim zonama, za očuvanje te baštine.

Procjena utjecaja na okoliš i izradom Studije o uticaju na okoliš potrebno je utvrditi u prvom redu potrebe zaštite pojedinih područja grada kao najugroženijeg i najosjetljivijeg dijela, te zaštićenih i predloženih za zaštitu dijelova prirodne i kulturne baštine.

#### **Sustavi održavanja prometnica**

Detaljne planove sustava održavanja prometnica izrađuju i provode nadležne uprave i institucije za pojedine kategorije cesta. U okviru redovitih održavanja je i zimsko održavanje. Kako je veći dio koridora tangente na objektima (vijadukti i tuneli), odreene poteškoće će se javljati u osiuranju prometa na vijaduktima i mostovima u zimskom periodu. Tu se prentstveno misli na poledicu i čišćenje snijega. U studiji je predloženo rješenje objekata sa ugradnjom grijača u kolniku na objektima, a snijeg treba odvoziti sa trase, obzirom da će na objektima biti montirani zidovi za zatitu od buke i da su u neposrednoj okolini tih objekata stambeni objekti.

Za tunnelske objekte postoje posebni programi održavanja cjelokupnog objekta i sustava opreme.



## 7. Inženjersko-geološke karakteristike reljefa

Koridor prometnice sjeverne obilaznice grada Zagreba položen je na južnim padinama Medvednice. Duž trase su prisutne naslage različitih litoloških karakteristika, te širokog raspona starosti. Od zapada prema istoku trasa generalno prolazi starijim mezozojskim naslagama (gornji trijas), mlađim naslagama tercijara (neogen), te najmlađim, naslagama kvartara.

### Gornji trijas ( $T_3$ )

Najstarije naslage koje se javljaju na koridoru su naslage gornjeg trijasa ( $T_3$ ). Sastoje se uglavnom od vapnovitog dolomita, dolomita, te dolomitiziranog vapnenca. Debljina slojeva varira od 5 cm do preko 1 m. Slojevi su naguti generalno prema jugu i jugoistoku. Boje su svjetlosive do tamnosive. U starijim dijelovima dolomitne serije mogući su prosljoci tamnosivih do crnih šejlova. U hidrogeološkom smislu stijene vapnovitog dolomita su propusne, dok su naslage šejlova nepropusne.

Naslage gornjeg trijasa nalaze se gotovo na krajnjem jugozapadnom dijelu Medvednice, i samo u tom dijelu zahvaćaju koridor prometnice (vidjeti geološku kartu u prilogu).

### Gornja kreda ( $K_2$ )

Nakon trijasa transgresivno se nadovezuju naslage gornje krede ( $K_2$ ). Zastupljene su brečama, konglomeratima, subgrauvakama, vapnencima, laporima, šejlovima, silitima, te karbonatnim klastitima. Intenzivna tektonska aktivnost u kredi uvjetovala je veliku poremećenost i raznolikost brojnih litoloških članova koji su taloženi na razveden paleoreljef. U hidrogeološkom smislu stijene gornje krede su propusne (breče, konglomerati) do nepropusne (lapori).

Na koridoru prometnice, kreda je zastupljena na kratkom intervalu zapadnog dijela trase, na sjevernijoj varijanti, u dužini oko 500m (vidjeti geološku kartu u prilogu).

### Miocen (gornji baden) ( ${}_2M_2^1$ )

Transgresivno na naslagama krede i trijasa slijede naslage miocena, i to gornjeg badena ( ${}_2M_2^1$ ). Izgrađuju ih litotamnijski vapnenci, pješčenjaci, mjestimice konglomerati i breče. Pokrivaju znatan dio krajnjeg jugozapadnog dijela Medvednice u kojem su slojevi nagnuti prema jugoistoku. Na strmijim padinama moguća je pojava klizišta. U hidrogeološkom smislu stijene gornjeg badena su propusne.

Koridor prometnice prolazi ovim naslagama na svom zapadnom dijelu na nekoliko mjesta (vidjeti geološku kartu u prilogu).

### Miocen (sarmat) ( $M_2^2$ )

Stijene sarmata izgrađuju pješčenjaci, kalcitni lapori, glinoviti lapori, te kvarcni lapori. U nižim nivoima prevladavaju glinoviti vapnenci i kalcitni lapori, dok su u gornjim dijelovima česte izmjene sa finoslojenim lističavim, kvarcnim laporima. Na strmijim padinama moguća je pojava klizišta. U hidrogeološkom smislu stijene sarmata su nepropusne. Naslage sarmata nalaze se na jugozapadnom dijelu Medvednice u uskom pojasu prema mlađim naslagama, a koridor prometnice presijeca ih na nekoliko kratkih dionica duljine od oko 400m do 700m, na svom zapadnom dijelu (vidjeti geološku kartu u prilogu).

### Miocen (panon) ( $M_3^1$ )

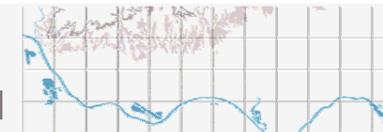
Naslage gornjeg miocena, odnosno panona ( $M_3^1$ ) dijele se na donji i gornji panon. Donji panon karakterizira nazočnost tzv. Croatica-naslaga. To su bijeli pločasti glinoviti vapnenci i kalcitni lapori, koji mjestimice sadrže rijetke i tanke prosljoke pješčenjaka. Mjestimice se mogu naći i krupnozrnati pješčenjaci s detritusom. U vršnim dijelovima donjopanonskih naslaga kalcitni lapori prelaze u žučkaste i sive, slabouslojene ili gromadaste lapore. Gornji panon karakteriziraju tzv. Banatica-naslage. Izgrađene su od različitih lapora. U bazi dolaze debelouslojeni ili gromadasti, žučkastosivi lapori, a kasnije rijetko slabouslojeni i neuslojeni lapori. Mjestimice se javljaju i pjeskoviti lapori, ali i pješčenjaci, te konglomerati. Slojevi su nagnuti prema jugoistoku ili jugu. U hidrogeološkom smislu naslage panona su nepropusne. Na padinama je moguća pojava klizišta.

Naslage panona imaju značajnu zastupljenost na zapadnom dijelu koridora prometnice, osobito na južnoj varijanti (vidjeti geološku kartu u prilogu).

### Miocen (pont) ( $M_3^2$ )

Sedimenti donjeg i gornjeg pontu protežu se jugoistočnim obroncima Medvednice u vidu cjelovite zone. U litološkom smislu sedimenti donjeg pontu su vrlo montoni, a razvijeni su u facijesu tzv. Abichi-naslaga. Najčešće su prisutni lapori različitih nijansi sivih boja koji prelaze u kalcitne gline. Rijetki su prosljoci nevezanih i slabovezanih zaglinjenih pijesaka i pješčenjaka. Gornji pont je razvijen u facijesu tzv. Rhomboidea-naslaga. Prisutni su raznobojni pijesci ili pjeskoviti i glinoviti lapori. Rjeđe se javljaju ulošci glina, kao i tanki prosljoci pješčenjaka. Slojevi su nagnuti prema jugoistoku ili jugu. U hidrogeološkom smislu naslage pontu su nepropusne. Na padinama je moguća pojava klizišta.

Na koridoru prometnice, naslage pontu susreću se u dva navrata, i to: u zapadnom dijelu srednjeg dijela trase i zapadnom dijelu istočnog dijela trase (vidjeti geološku kartu u prilogu).



#### Pliocen-kvartar (PI,Q)

U slijedu tercijarnih sedimenata nastavljaju se naslage pliocena sa kontinuiranim prijelazom u kvartar (PI,Q). Izgrađene su od šljunaka, pijesaka i glina u međusobno izmjeni. Rjeđe se mogu naći ulošci pješčenjaka i konglomerata. U pojedinim dijelovima ovih naslaga izražena je jaka limonitizacija u vidu nekoliko centimetara tankih limonitnih konkreција i pješčenjaka vezanih limonitnim vezivom. Gline dolaze u obliku tanjih proslojaka ili leća, te su mjestimice i ugljevite. Šarena boja ovisi o sadržaju limonitne i organske tvari. Šljunci su pretežno nesortirani, a sastoje se od valutica različitih stijena, promjera najčešće do 5 cm. Valutice su mjestimice uložene u glinom onečišćene, nevezane, krupnozrne pijeske. Sitnozrni sedimenti determinirani su kao pijesci, krupnozrni pijesci, siltozni pijesci, glinoviti pijesci, siltovi, siltozne i pjeskovite gline. U hidrogeološkom smislu naslage pliokvartara su slabopropusne do nepropusne. Na padinama je moguća pojava klizišta. Središnji dio koridora sjeverne tangente prolazi ovim naslagama (vidjeti geološku kartu u prilogu).

#### Kvartar (QI)

Naslage kvartara u ovom području djelomično su zastupljene bezkarbonatnim kopnenim lesolikim naslagama (QI). To su naslage žute, sivožute ili žutosmeđe boje, često prošarane svijetlim glinovitim prugama. Ponekad se u tim naslagama izlučuju limonitom ili manganom impregnirane siltne konkreције. Koridor prometnice ovim naslagama prolazi na svom istočnom dijelu (vidjeti geološku kartu u prilogu).

#### Kvartar (Qa)

U krajnjem zapadnom dijelu koridora prometnice (oko Zaprešića) prisutne su aluvijalni nanosi rijeke Krapine. U gornjem dijelu prevladavaju gline, glinoviti siltovi i sitnozrni pijesci, a u donjem dijelu šljunak pomiješan s glinom i pijeskom. U središnjim i istočnim dijelovima koridora prometnice prisutne su naslage potočnog aluvija. Sastoje se uglavnom od šljunaka i pijesaka čija granulacija jako varira. U manjoj mjeri mogu biti prisutni siltovi i gline. U hidrogeološkom smislu ove naslage su uglavnom vrlo propusne. Za rasprostiranje naslaga kvartara uz koridor prometnice vidjeti geološku kartu u prilogu.

U strukturogeološkom smislu, koridor buduće prometnice prolazi kroz nekoliko tektonskih jedinica. Na zapadnom dijelu koridora, koji se nalazi na jugozapadnim padinama Medvednice, trasa prolazi Žumberačko-medvedničkom navlakom. To je prostor izgrađen od sedimenata trijasa i krede.

U središnjem dijelu koridor prolazi zagrebačkim prigorjem koji pripada prostoru savskog tercijarnog bazena. Sa sjeverne i sjeverozapadne strane rubnim je rasjedima odvojen od centralne mase horsta Medvednice, a s južne strane je utonuo i prekriven naplavinama proluvija i savskog aluvija. Rubni rasjedi koji

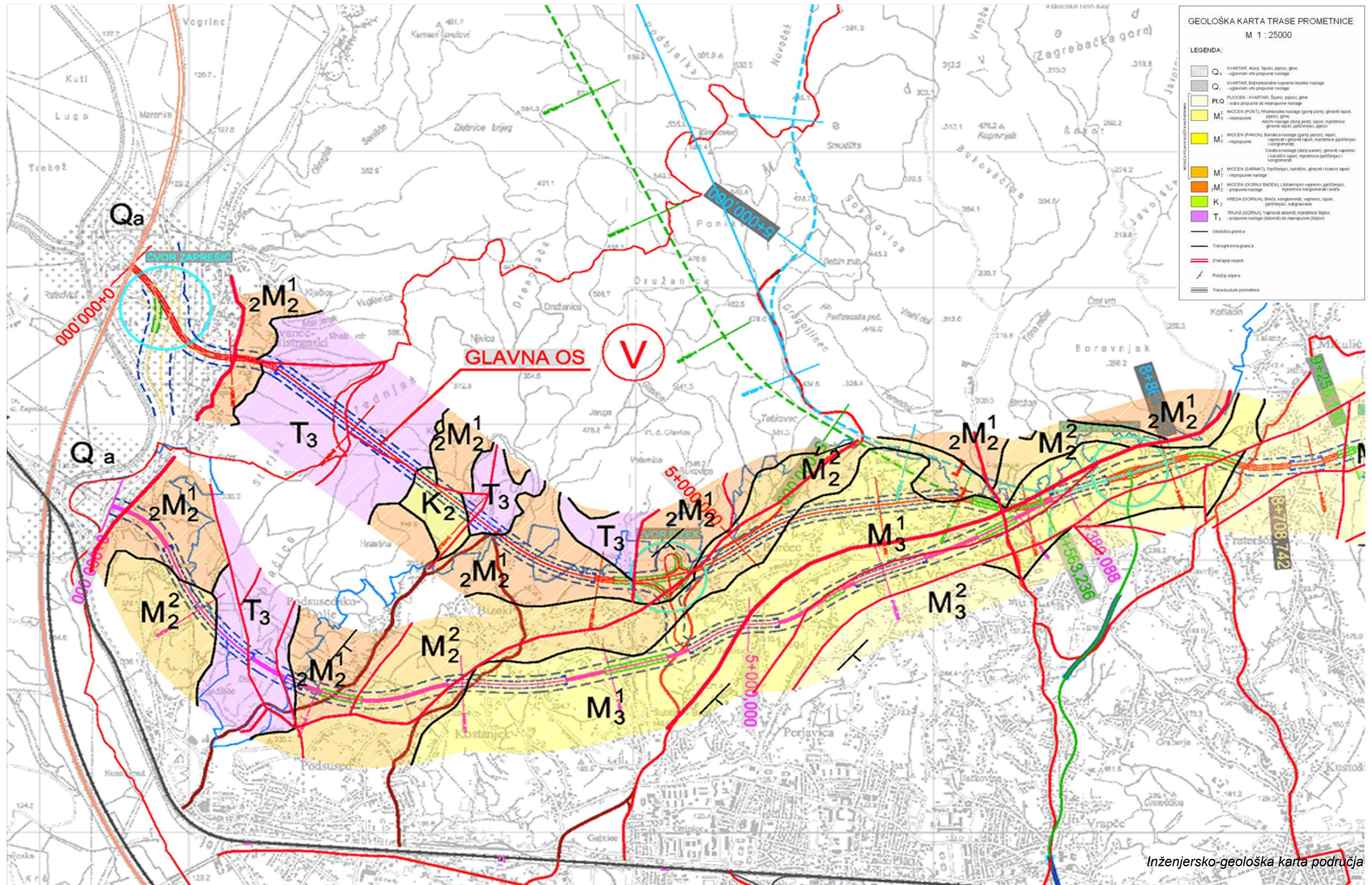
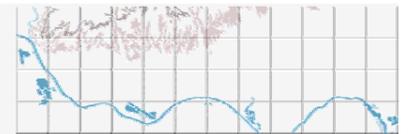
omeđuju Medvednicu generalnog su pružanja jugozapad-sjeveroistok i spadaju među najstarije rasjede na području. Najmlađi sistem rasjeda generalnog je pružanja sjever-jug, a u jugoistočno dijelu Medvednice karakter pružanja rasjeda je sjeverozapad-jugoistok.

Na istočnom i krajnjem zapadnom dijelu koridora sjeverne tangente prisutni su kvartarni aluvijalno-proluvijalni sedimenti savske potoline.

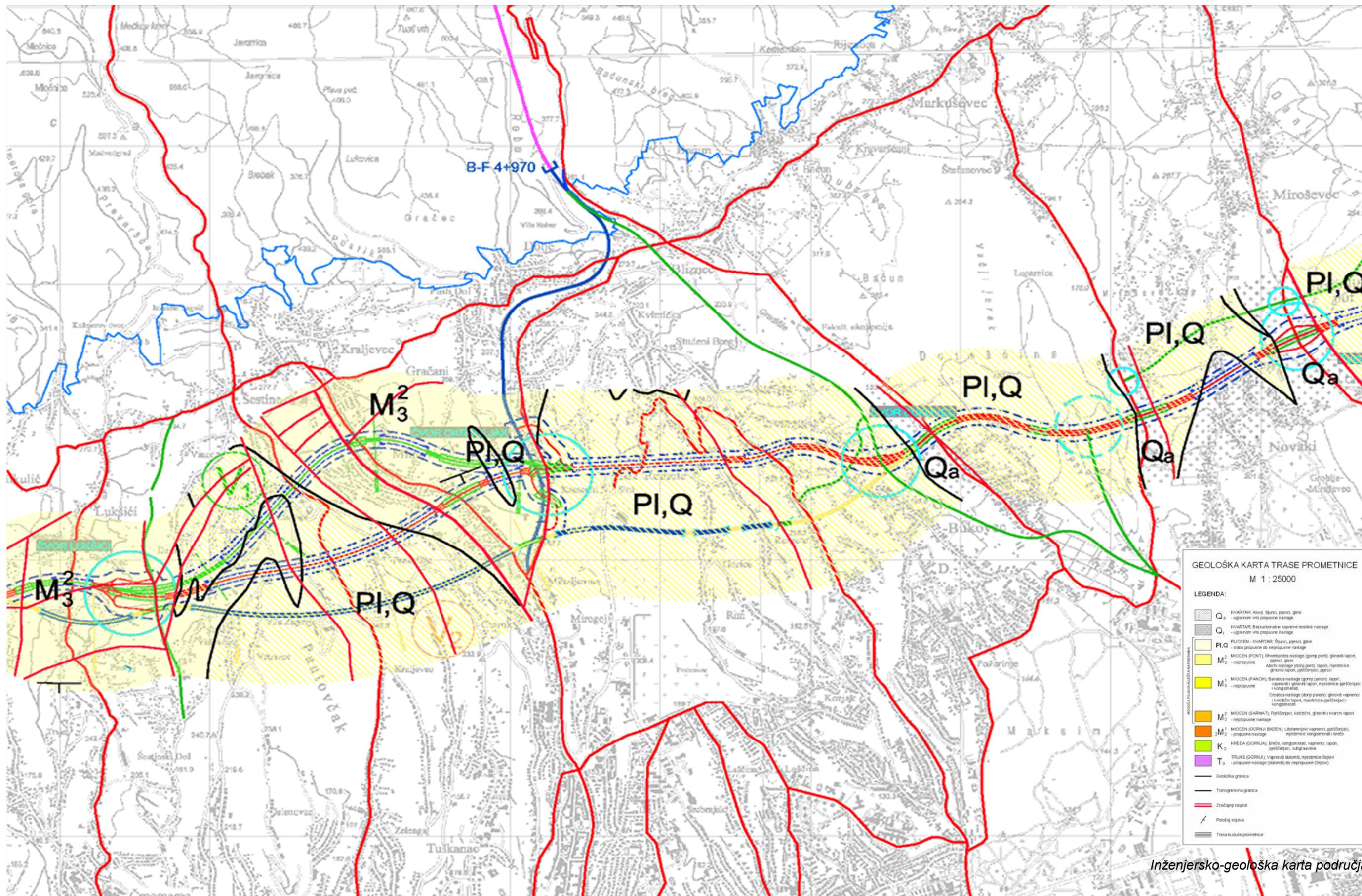
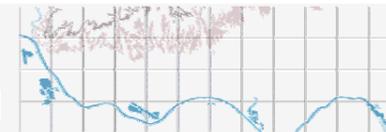
Za točan raspored i položaj rasjeda koji presijecaju koridor buduće prometnice, pogledati geološku kartu u prilogu.

Kao osnova za utvrđivanje općih geoloških, inženjerskogeoloških i hidrogeoloških obilježja terena kojim prolazi koridor sjeverne obilaznice poslužili su:

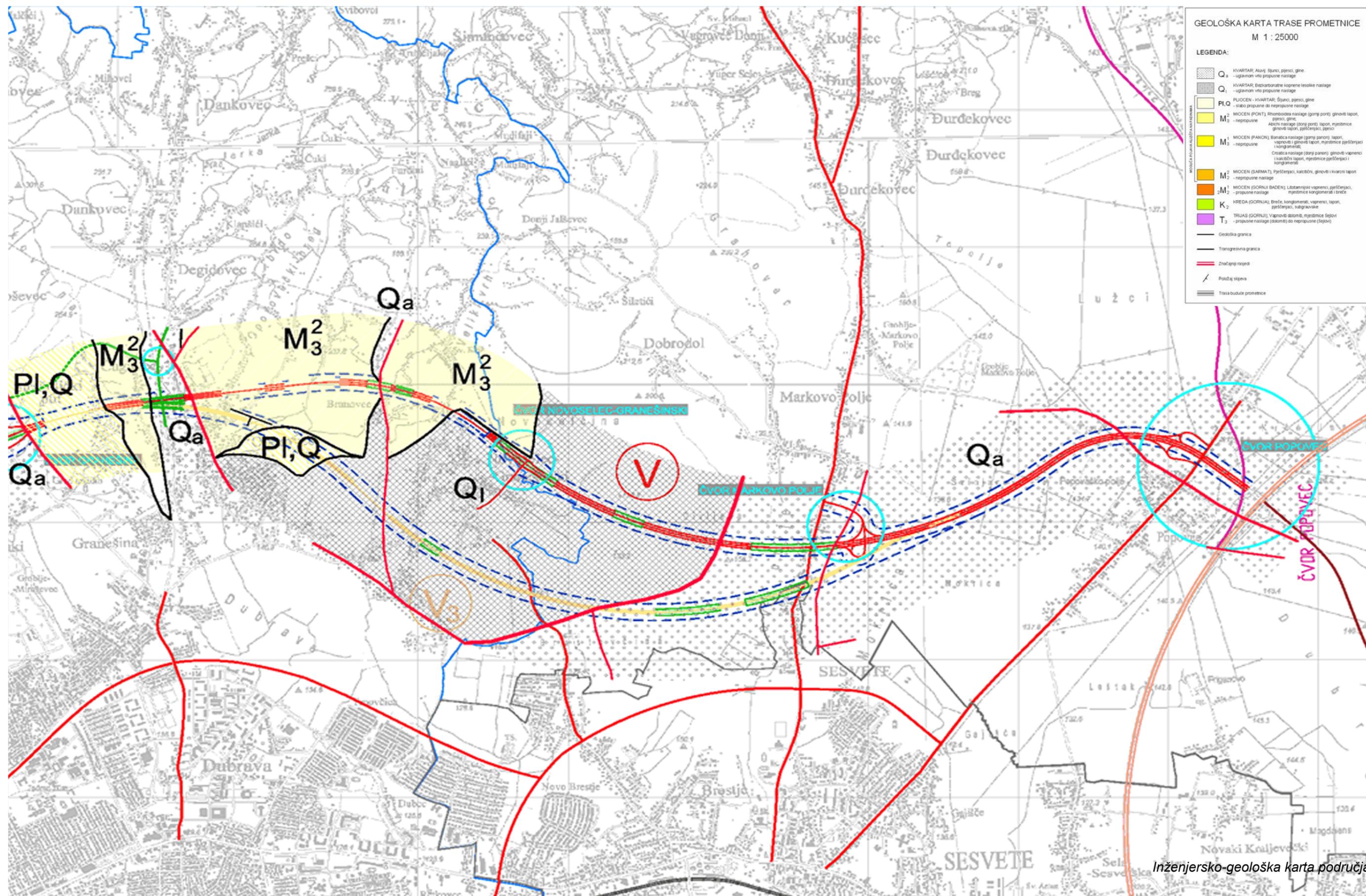
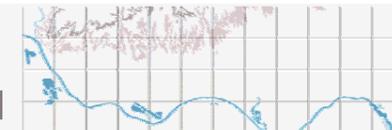
- Osnovna geološka karta M 1:100 000, list Zagreb i pripadajući tumač;
- Osnovna geološka karta M 1:100 000, list Ivanić Grad i pripadajući tumač;
- Geološka karta Medvednice M 1:25 000 (Prelogović, 2002.)
- Herak, M.(1990.): Geologija, Školska knjiga, Zagreb.



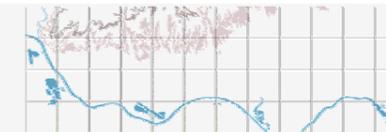
Inženjersko-geološka karta područja



Inženjersko-geološka karta područja



Inženjersko-geološka karta područja



## 8. Etapnost izgradnje

Analizirajući reljefno-prostorne mogućnosti, prometne potrebe i razvoj prometne potražnje, ovom studijom je predviđena etapna gradnja ovog koridora. Temeljem provedenih analiza, realizacija cijelog koridora predlaže se kroz tri etape:

### 1. etapa

- a. centralni dio trase od čvora Krvarić do čvora Bukovec, uključujući čvorove,
- b. spojna cesta čvor Krvarić – Vrapče
- c. dio spojne cesta od Šestinske ceste preko čvora Lukšić do ul. Šestinski dol (novogradnja)
- d. spojna cesta od čvora Bukovec do Av. G. Šuška (novogradnja)

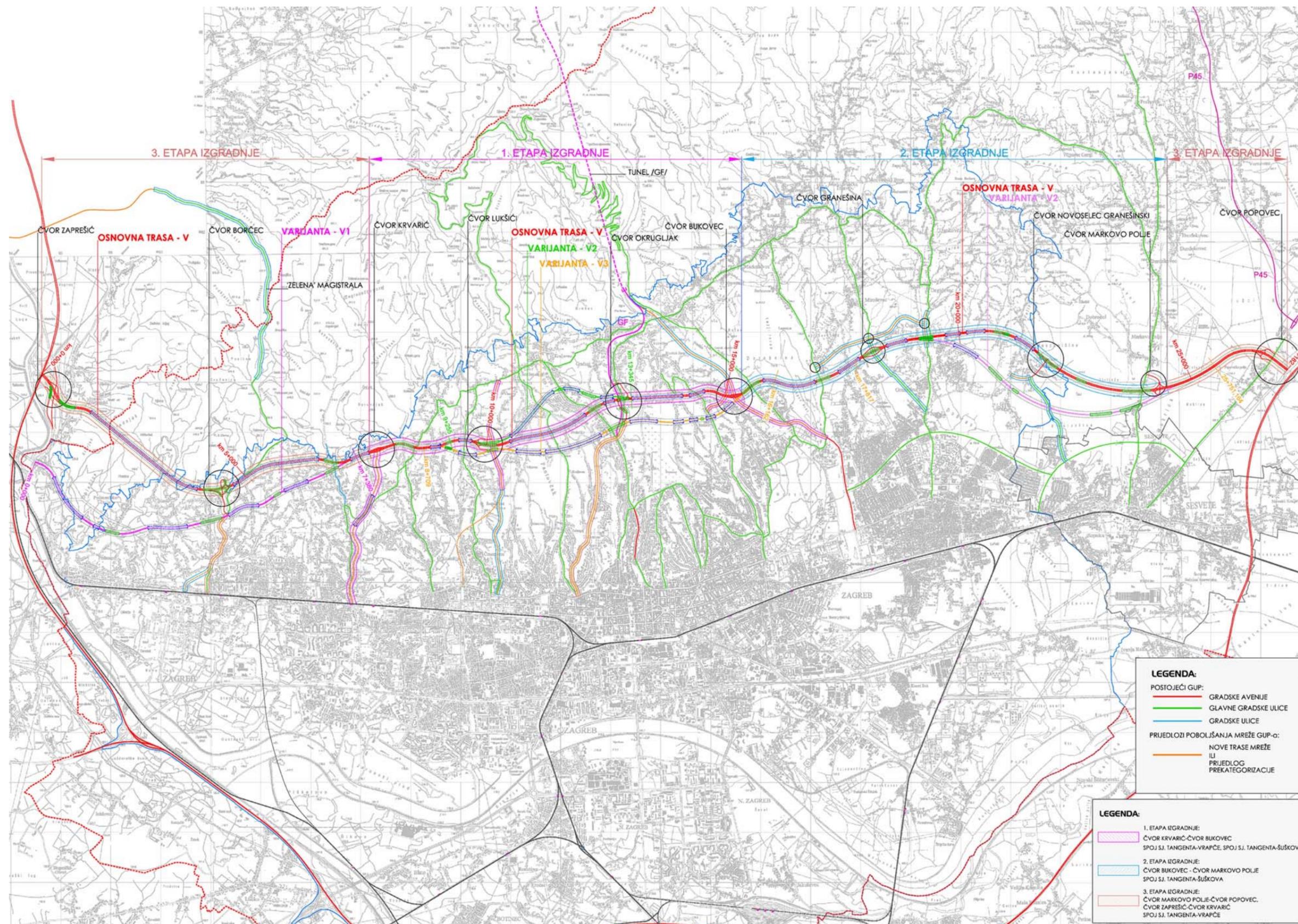
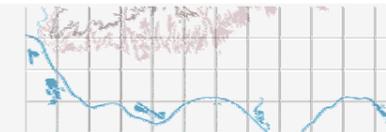
### 2. etapa

- a. istočni dio trase od čvora Bukovec do čvora Markovo Polje, uključujući čvorove,
- b. spojna cesta čvor Granešina – Granešina (uređenje postojeće)
- c. spojna cesta ul. Štefanovec – Mirošvečka - Oporovečka
- d. prelaganje dijela Oporovečke ul. u Čuguvcu
- e. spojna cesta Novoselec Granešinski – Brestje (uređenje postojeće)
- f. dio spojne cesta od čvora Lukšić do Ilice (uređenje Šestinskog dola ili alternativne trase)
- g. spojna cesta od čvora Bukovec do Av. G. Šuška (novogradnja)
- h. prelaganje dijela zelene magistrale u Gajnicama (direktni spoj na Škorpikovu)
- i. izgradnja nastavka zelene magistrale do Bistre

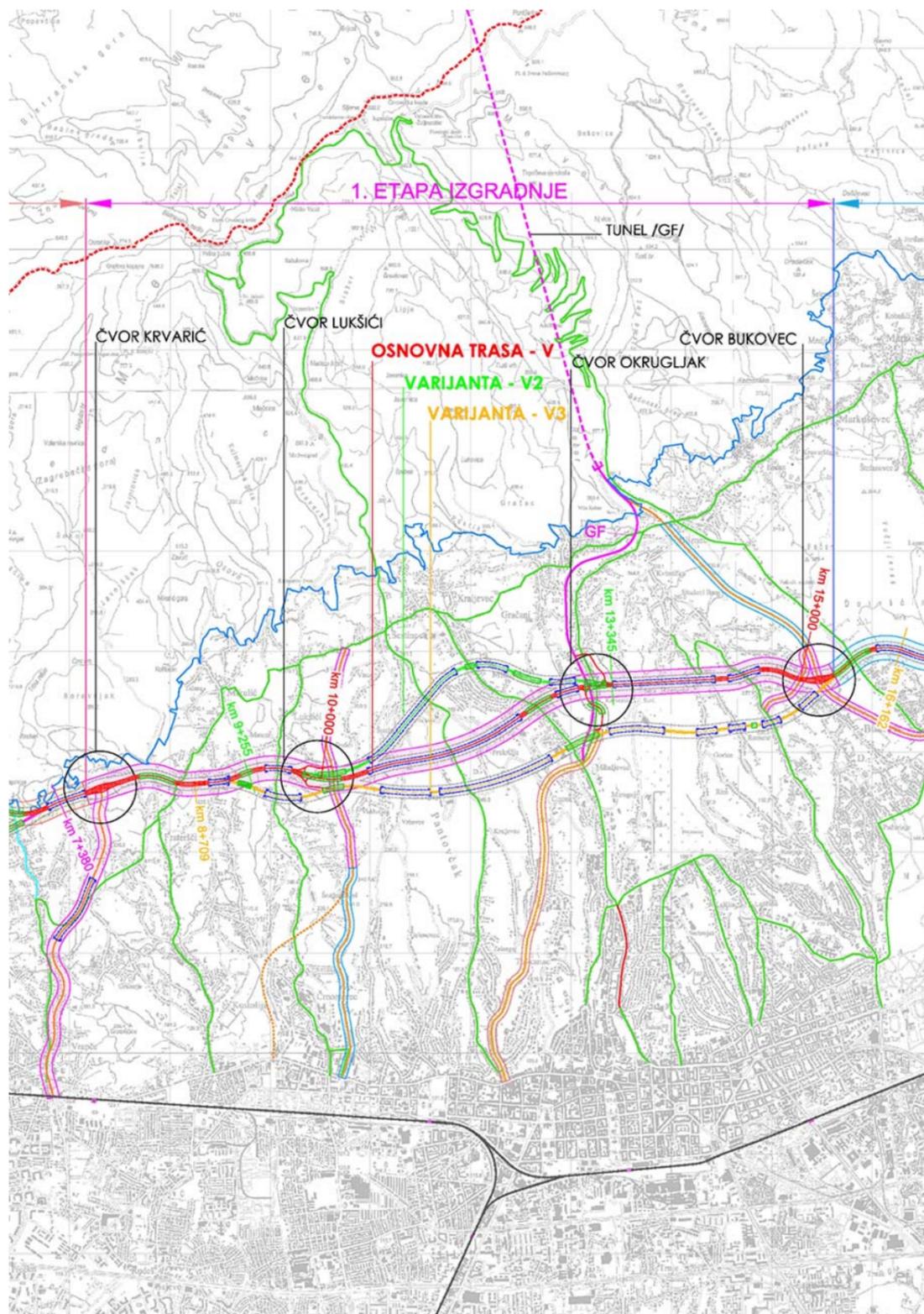
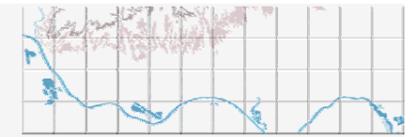
### 3. etapa

- a. zapadni dio trase od čvora Zaprešić do čvora Krvarić, uključujući čvorove
- b. istočni dio trase od čvora Markovo Polje do čvora Popovec, uključujući čvorove
- c. spojna cesta čvor Borčec – Gajnice (uređenje zelene magistrale)
- d. dio spojne cesta od Mihaljevca do Britanskog trga (novogradnja)

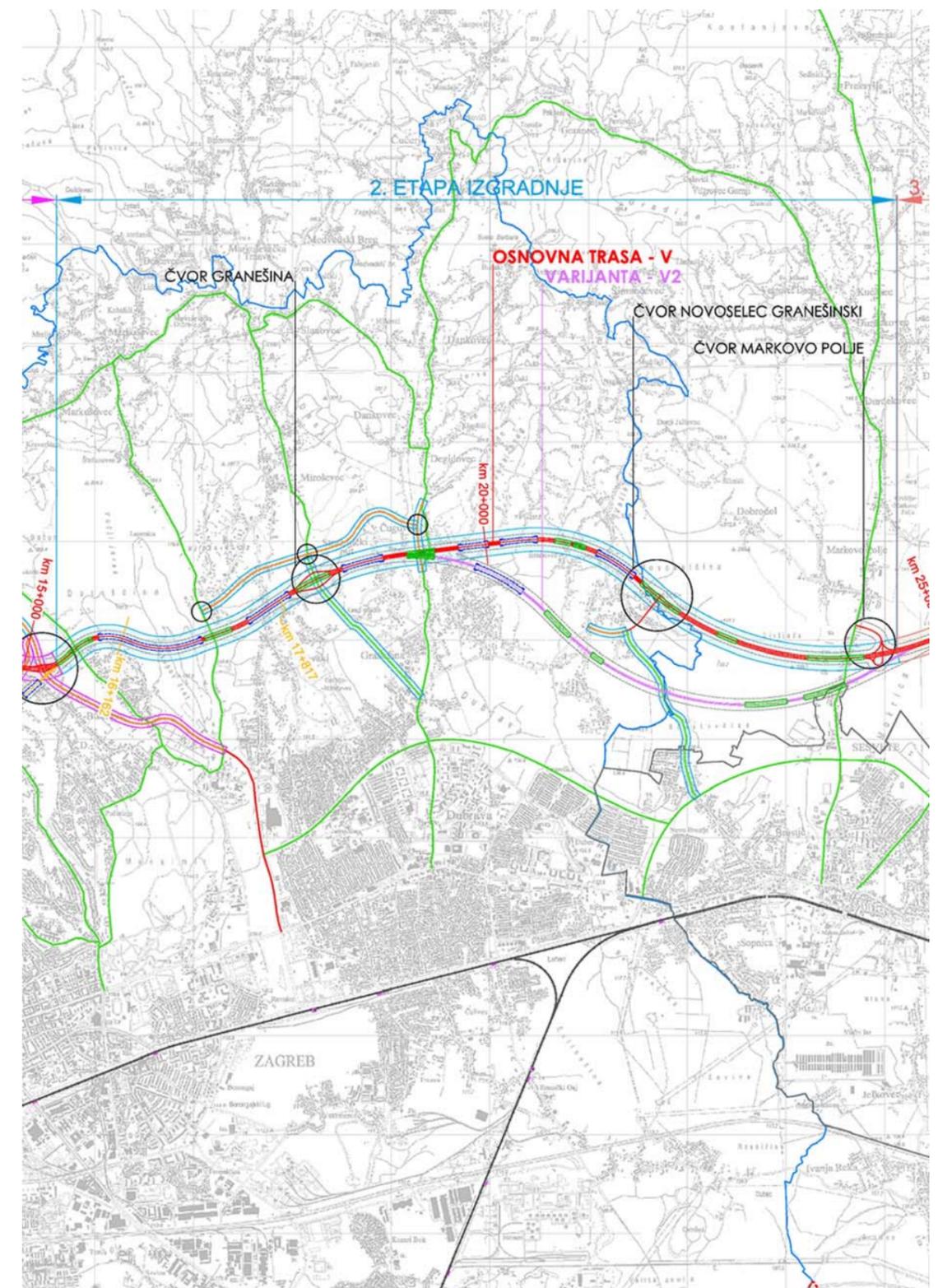
Obzirom na rezultate prometne analize, nije predviđena fazna gradnja (izvedba jednog kolnika u prvom koraku).



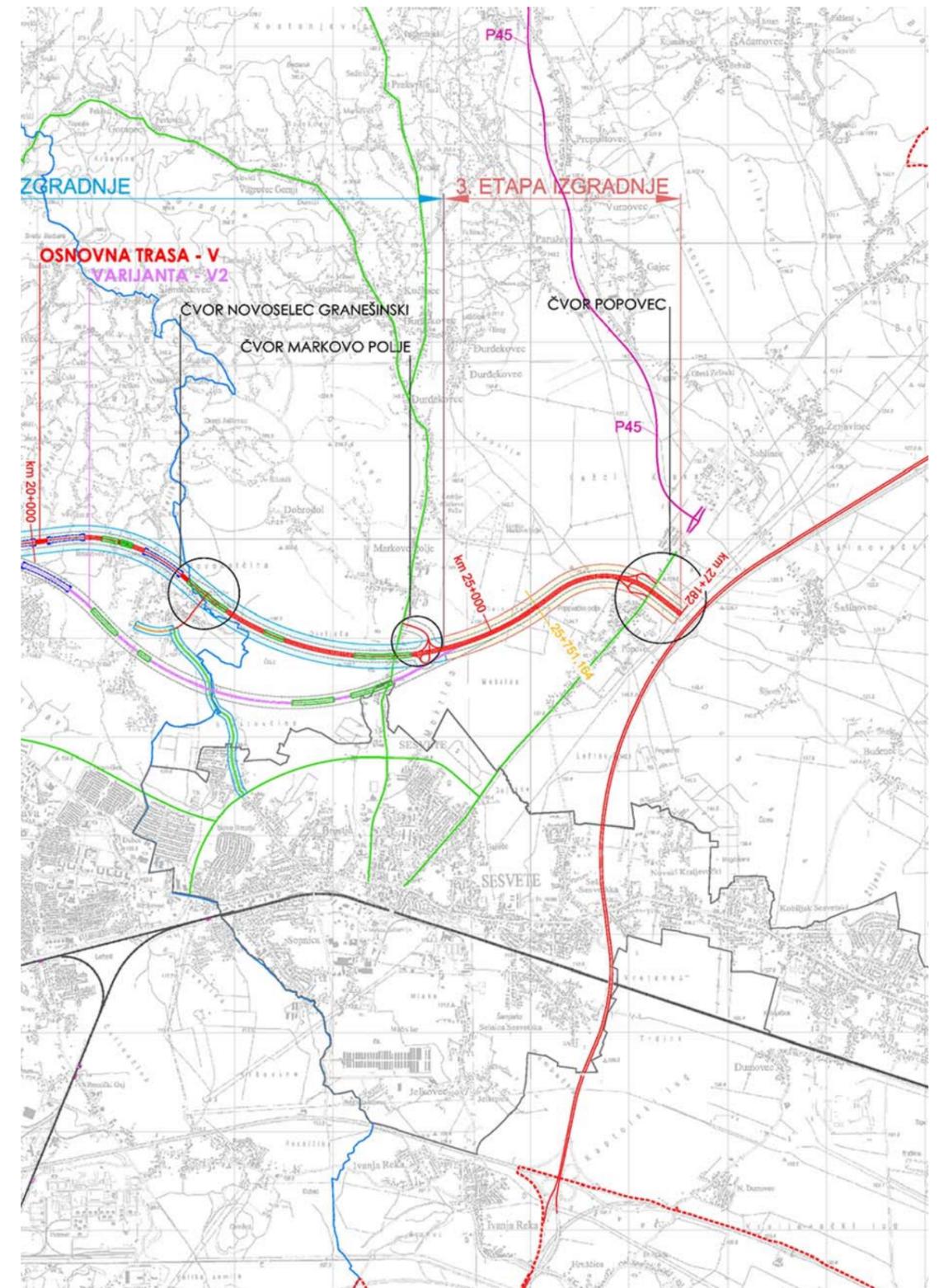
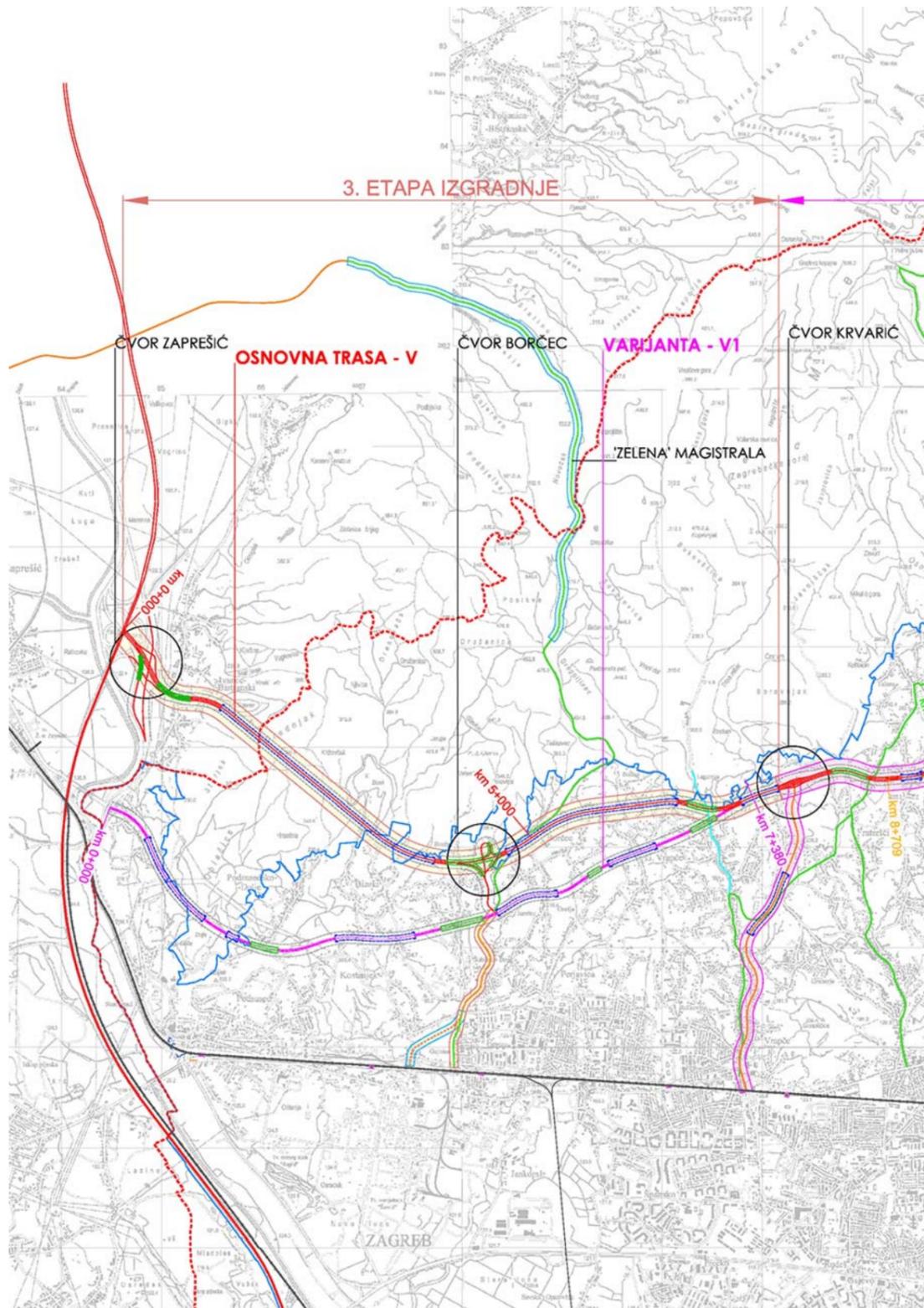
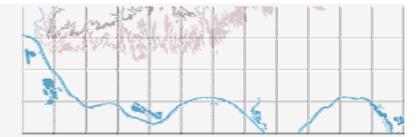
Prijedlog etapa izgradnje



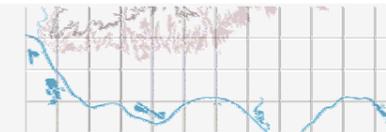
1. Etapa



2. Etapa



3. Etapa



## 9. Prijedloga poboljšanja prometne mreže grada Zagreba

Analizirajući postojeću prometnu mrežu gup-a sa stajališta postojanja sjeverne tangente i njenih priključaka na tu mrežu, te prometnih analiza, ovom studijom se predlažu neka rješenja na mreži glavnih gradskih prometnica s ciljem poboljšanja kapaciteta i kvalitete prometne usluge.

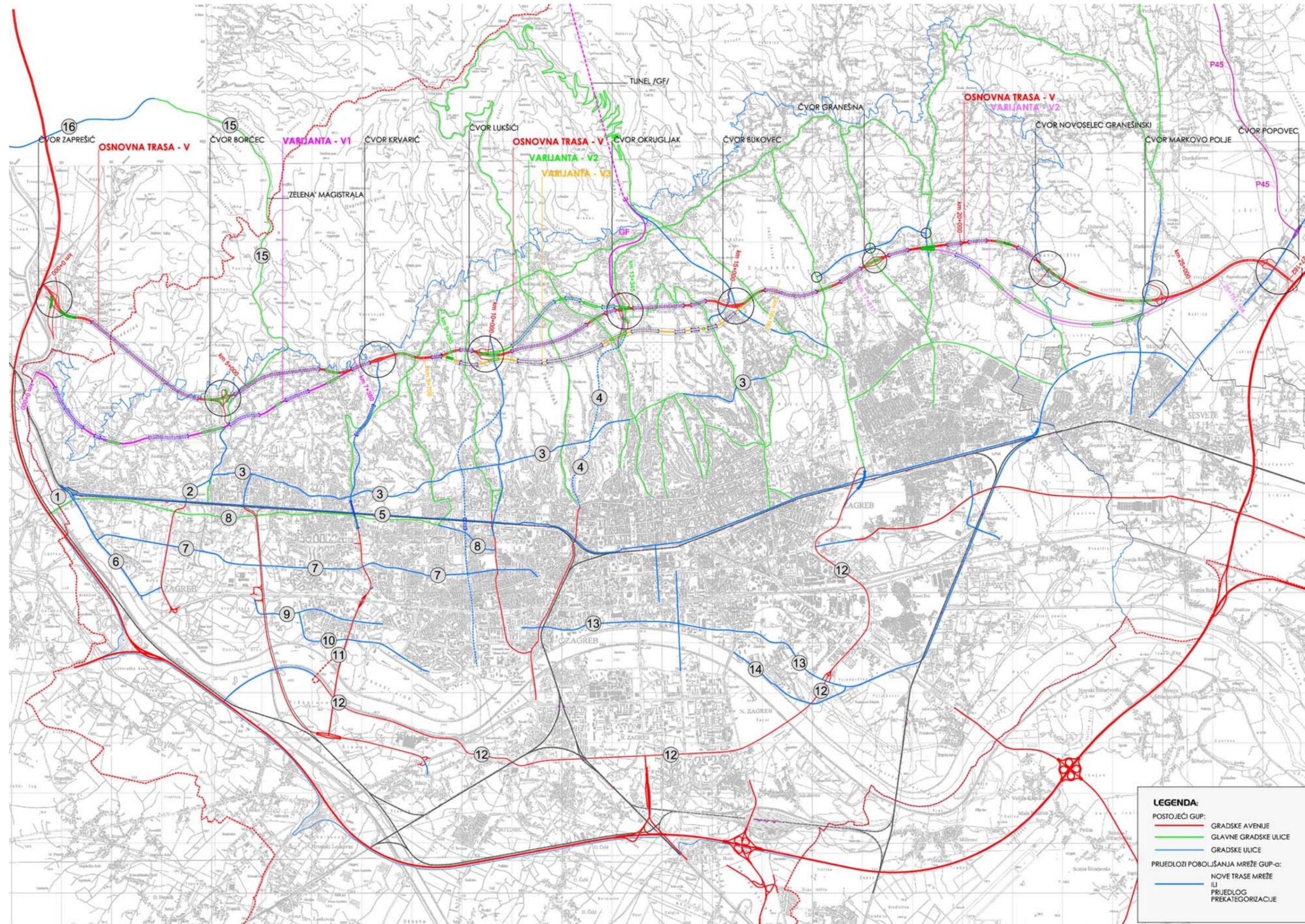
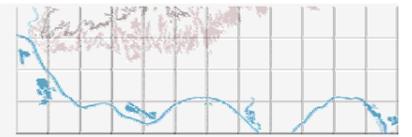
Prijedlozi rješenja dati su kroz grafičke priloge na podlozi iz gup-a, a razmatrane su korekcije na mreži gradskih avenija i glavnih gradskih ulica. Prijedlozi se sastoje u prekategorizaciji postojećih ulica (u višu kategoriju) ili u potrebnim dogradnjama dijelova ulica kako bi se dobili kontinuiteti određenih prometnih pravaca.

Predlaže se da se ti prijedlozi ugrade u buduće izmjene i dopune odgovarajuće planske dokumentacije, odnosno da se već u ovoj fazi osiguravaju potrebni koridori kako bi u budućnosti prometna mreža mogla funkcionirati.

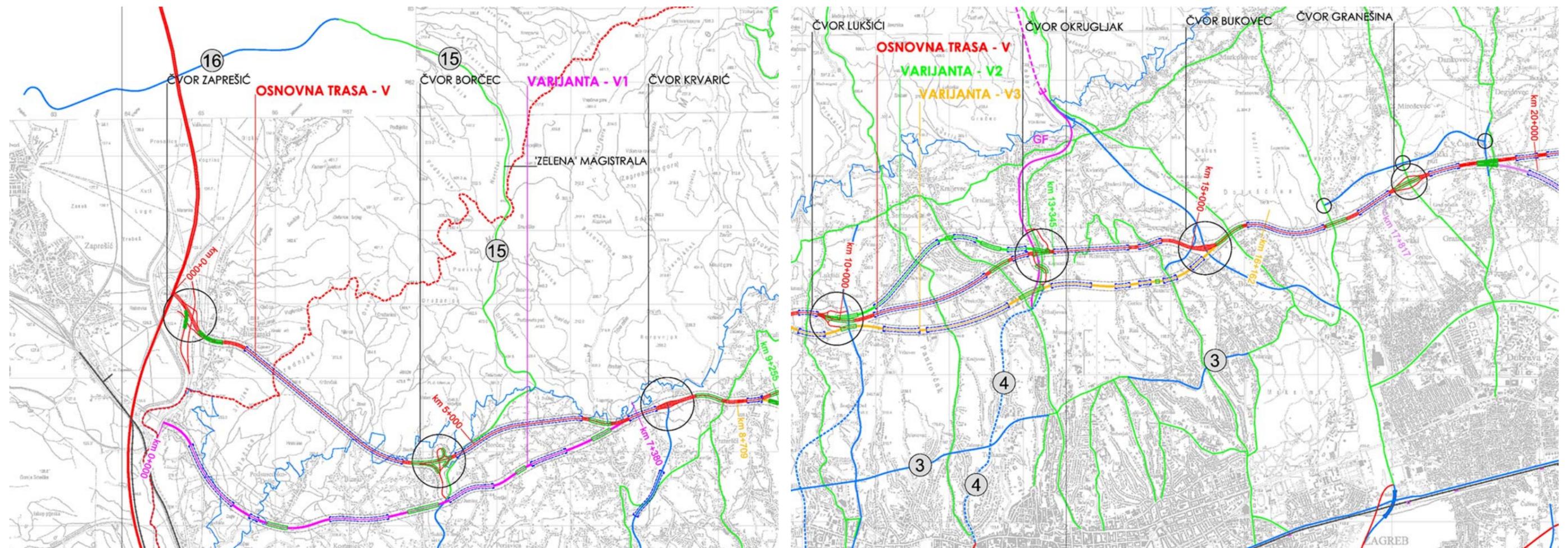
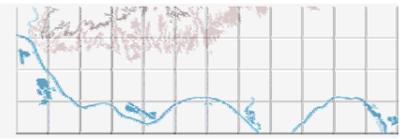
U ovoj studiji lokacije predloženih zahvata označene su brojkama.

Lokacija 1	Veza Aleje Bologne i Obalne ceste prodorom ispod pruge (novogradnja).
Lokacija 2	Prespajanje dijela Zelene magistrale direktno na podvožnjak u Škorpikovoj (novogradnja).
Lokacija 3	Uspostava mini sjeverne tangente od karažnika do Bukovca korištenjem dijelova postojećih ulica i izvedbom spojeva među njima (dijelom novogradnja, dijelom uređenje postojećih ulica).
Lokacija 4	Izvedba spoja Mihaljevac – Britanski trg dolinom Zelengaja i Kraljevca (novogradnja).
Lokacija 5	Prekategorizacija dijela Aleje Bologne i dijela Ilice, te izvedba spoja od kontejnerskog terminala u Vrapču do glavnog kolodvora (novogradnja uz prugu).
Lokacija 6	Prekategorizacija Obalne ceste, te dogradnja spoja Obalna-Škorpikova.
Lokacija 7	Izvedba međuspojeva na pravcu Vukovarska – Obalna i prekategorizacija pravca.
Lokacija 8	Izgradnja spoja Selska-Samoborska i čvorišta na spoju Samoborska-autocesta, te prekategorizacija Samoborske.

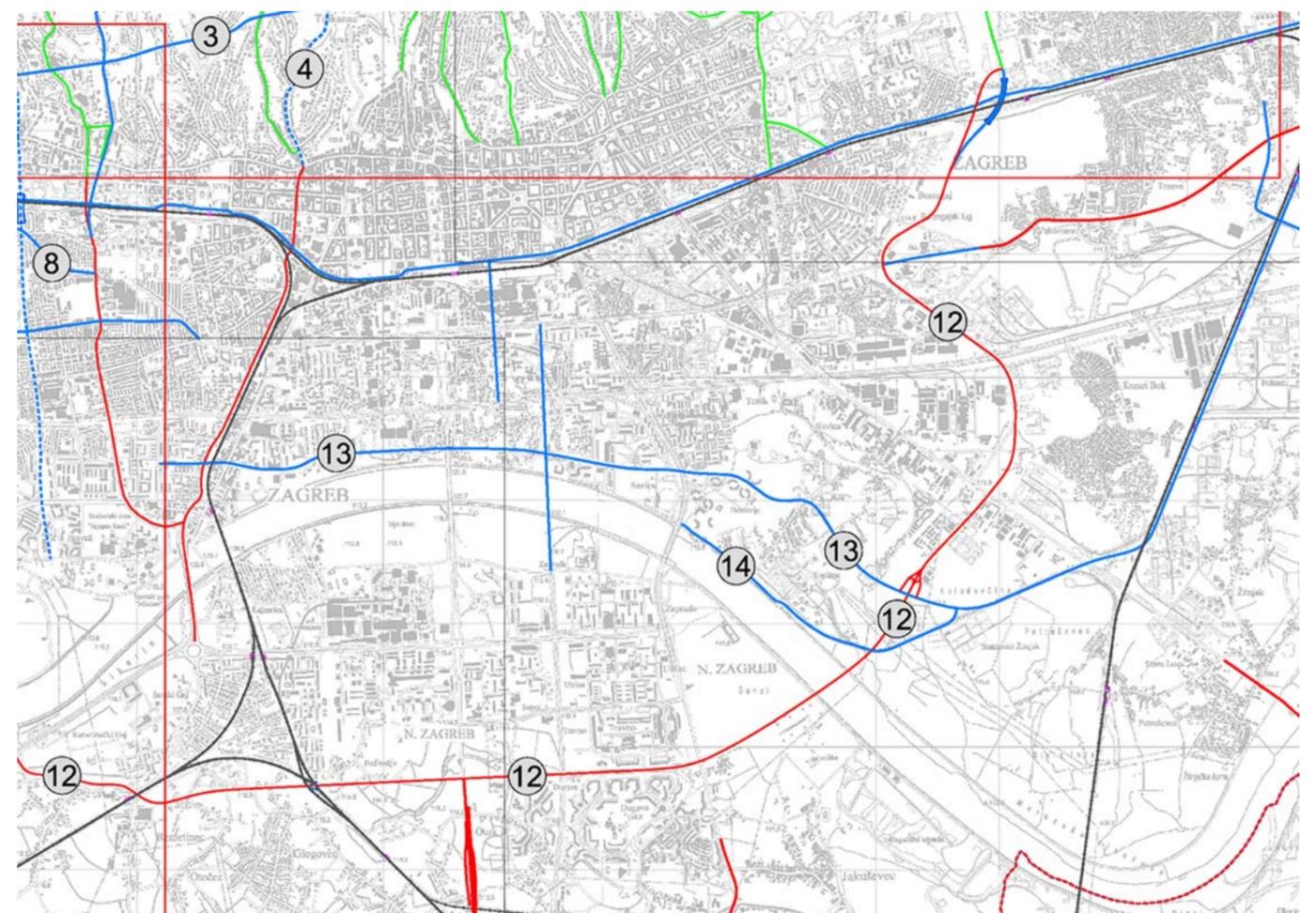
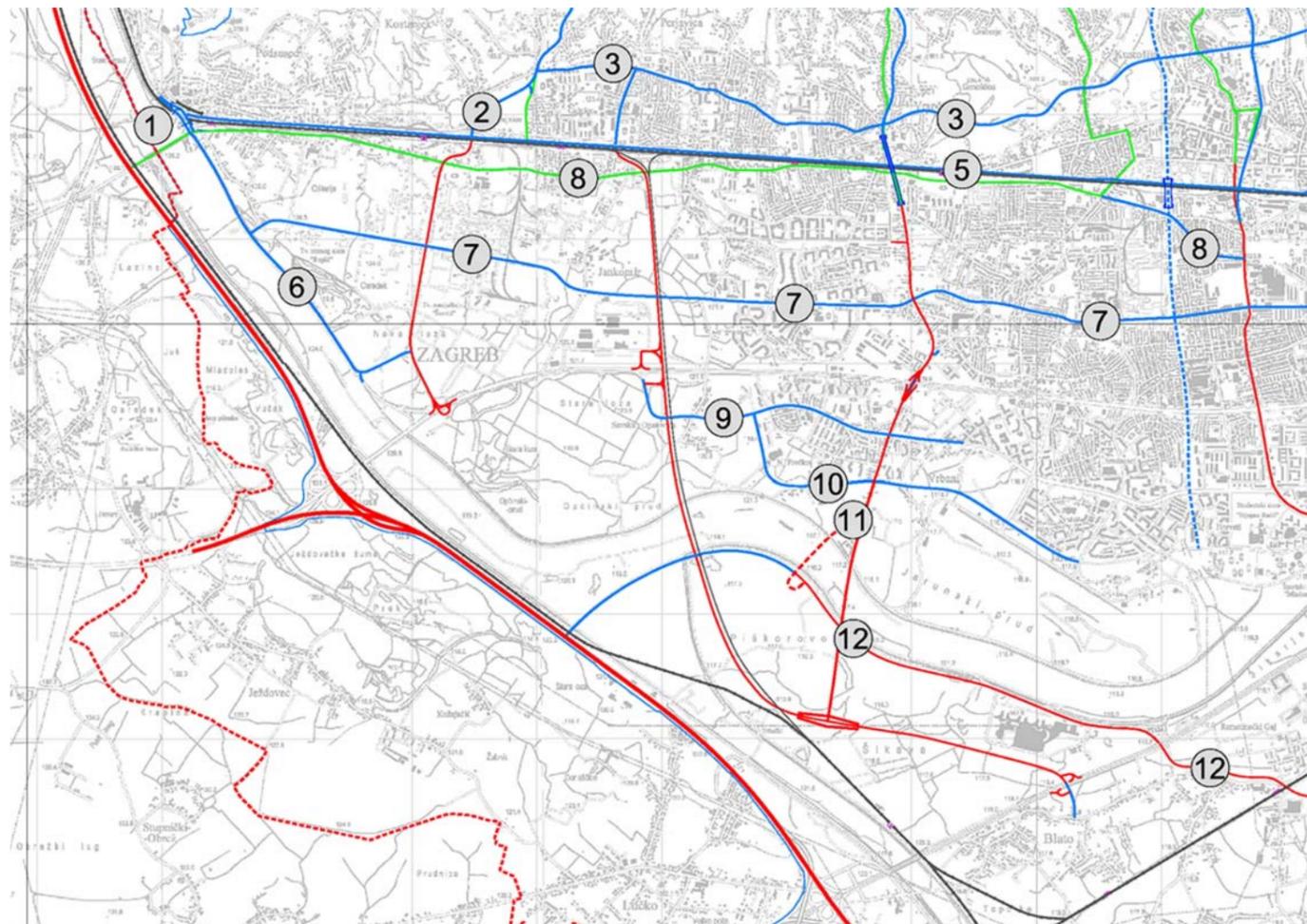
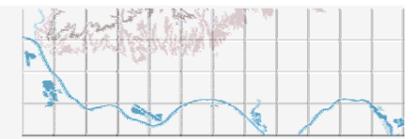
Lokacija 9	Izgradnja produžetka Horvačanske do postojećeg čvora kod Metroa.
Lokacija 10	Izgradnja produžetka Jarunske do Horvačanske.
Lokacija 11	Izgradnja vertikale od Gajnica preko Prečkog do desne obale Save (veza na desnoobalnu cestu).
Lokacija 12	Izgradnja obalne ceste od Jadranske avenije, uz novu bolnicu do autoceste s čvorom na autocesti, prekategorizacija obalne do spoja sa vertikalom prema Gajnicama, izgradnja produžetka Vatikanske ul. s prijelazom preko Save u istočni dio i spoj do Šuškovce avenije.
Lokacija 13	Izgradnja dijelova spoja Prisavlja sa Knežijom, te preko Savice, Borovja, Kozari Puta sa Sesvetama.
Lokacija 14	Uređenje spoja ceste uz toplanu sa cestom na lokaciji 13.
Lokacija 15	Izgradnja nastavka zelene magistrale do Bistre.



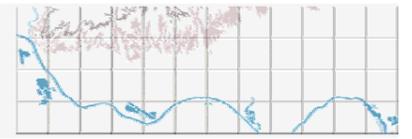
Lokacije poboljšanja

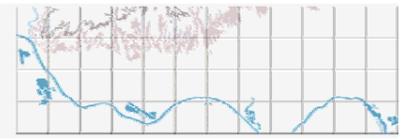


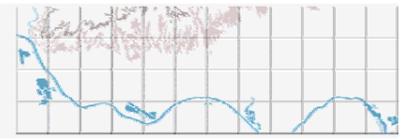
Lokacije predloženih poboljšanja

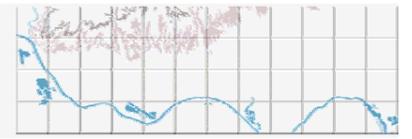


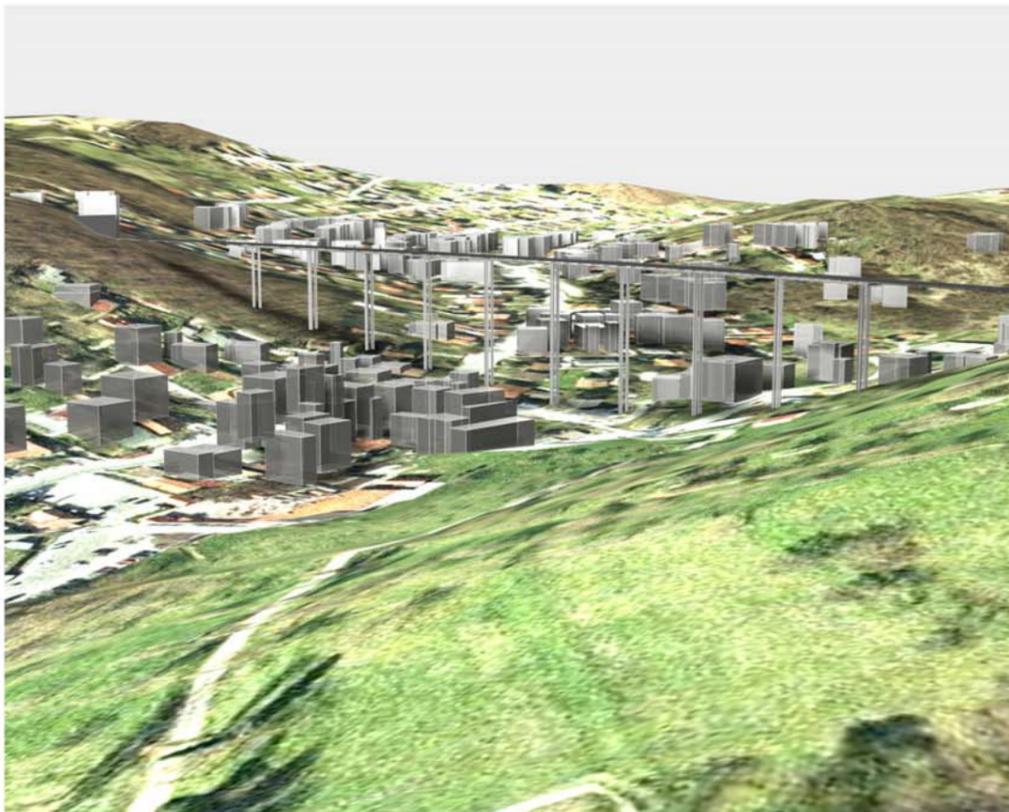
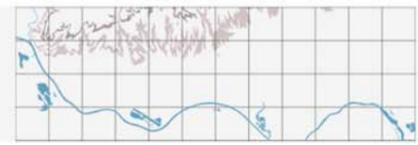
Lokacije predloženih poboljšanja

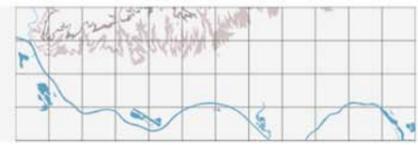


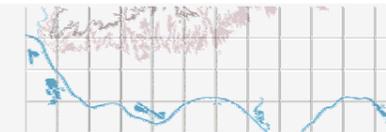












### 11.1. Uvod

Ova analiza se bavi sistemskom ocjenom prometa, točnije cestovnih prometnih tokova, i njihovim ponašanjem u okvirima onoga što nazivamo postojećim i anticipiranim prometnim sustavima, danas i na planskim horizontima budućnosti. Svrha ovakve analize je "traženje i izbor" rješenja sustava koje se može jasno operacionalizirati kauzalnim odnosima promjena i posljedica, premda je, treba dodati, nemoguće izolirati otvoreni sustav od upliva slučajnih faktora. Ograničeni je cilj ove i ovakve analize, da svojim rezultatima omogući ocjenu učinka onih promjena unutar cestovnog prometnog sustava koje donosi nova prometna ponuda, dionice i križanja Sjeverne tangente Zagreba: od najšireg okružja do urbane mreže grada. Preciznije, i uz nužnu dozu formalizma, ova se ocjena prihvaća zadatka da ustroji i funkcionalno spregne dvije osnovne višedimenzionalne varijable: (1) cestovni prometni sustav, shvaćen kao čisto fizički bitak i (2) sistem aktivnosti i društveno-gospodarsko okružje toga sustava, u postojećem i/ili anticipiranom vremenu i danom prostoru. Na kraju, ona treba dati njihovu fizikalno mjerljivu i zavisnu rezultantu: (3) predstavu o tokovima ljudi i dobara koji se mogu javiti u takvom sustavu kao posljedica njegova postojanja u okružju što mu daje značaj i život. Sa metodološke točke gledišta cjelokupne ocjene, ovo je nedvojbeno mjesto u kojem se ustrojava njen sistemski pristup i začinje hod kvantitativnih posljedica svih učinjenih pretpostavki.

Ta i takva ocjena konceptualno zahtijeva primjenu paradigmi prostorno-prometnog planiranja a njeni rezultati čine jedan od temeljnih ulaza za različita vrednovanja projektnih rješenja, koje nositeljima prometne politike mogu biti osnovom za donošenje odluka o daljnjim mjerama. Uza sve ograde, ovime se nakon brojnih dosadašnjih studija čini izravni pokušaj uspostave transparentnog prometnog modela Zagreba koji može omogućiti traženje i izbor rješenja najboljih opcija i dinamike dogradnje prometne ponude grada čiji vitalni novi element jest njegova Sjeverna tangenta i njeni priključci te tunel Medvednica. Uza sve nedostatke podataka i uza sve ograde koje je u ovim i ovakvim okolnostima potrebno respektirati, smatramo kako je ovaj pokušaj bar sistemski ispravan pristupa takvome problemu i na tome prostoru.

### 11.2. Ciljevi i rezultati

Na operativnoj se razini dosizanje ograničenih ciljeva i rezultata ove ocjene može svesti na slijedeće korake:

- (1) Izvesti jedinstveni model prometne potražnje za izvorišno-ciljnim i tranzitnim putovanjima na elementima ponude sustava Zagreba i njegova okružja u 2004. godini; zadnjoj godini za koju postoje kalibracijski podaci redovitog brojenja prometa, kroz kojeg se sublimiraju sva dosadašnja saznanja u potrebni i dovoljni I-C bazni model važeći za prostor istraživanja. Unutrašnji promet zona Zagreba izvesti u cijelosti primjenom sintetičkih modela, oslonjenih jedino na pouzdane kalibracijske podatke o snimljenim volumenima prometnih tokova.

- (2) Temeljem takvog baznog modela, izvesti analogne prognozne modele prometne potražnje do 2034. godine, uzimajući za polazišni planski vremenski horizont, dogovorno, 2015. godinu. Unutar tog 20-godišnjeg perioda, relevantnim presjecima smatrati 2020. i 2025. godinu.
- (3) Uspostaviti modele planirane prometne ponude cestovne mreže područja istraživanja. Polazeći od postojećeg stanja mreže u 2004. godini i dograđujući invarijantne i varijantne spojnice cesta kako je predviđeno važećim prostornim planovima i/ili usvojeno u ovoj Studiji..
- (4) Uzeti za invarijantne elemente planirane cestovne mreže sve prometnice predviđene važećim prostornim planovima.
- (5) Varijanti elementi planirane cestovne mreže su oni koje kao takve pretpostavlja ova Studija.
- (6) Izvesti ravnotežna stanja prometne ponude i potražnje u ograničenim kanalima cestovne mreže i dobiti prometna opterećenja i prometni rad za svaki model planirane prometne ponude cestovne mreže u danom vremenskom presjeku.
- (7) U izvođenju ravnotežnih stanja prometne ponude i potražnje zanemariti postojanje naplate cestarine na novim elementima mreže.
- (8) Postaviti pravilnu ocjenu učinaka svake od etapa izgradnje planirane cestovne mreže. Koristeći mjere ušteda koje svaka od njih ostvari prometnim radom.

Ostvarenjem svih koraka, a izvršno kroz nekoliko zadnjih, omogućava se:

- izravna ocjena učinaka rješenja razvoja prometne ponude Zagrebae, bliska sektorskoj provjeri opcije mreže, a
- posredno se, pomoću stvorenih informatičkih baza, stječu uvjeti za vrednovanja utjecaja na okolinu predviđenog objekta i daljnja društveno-gospodarska i druga vrednovanja.

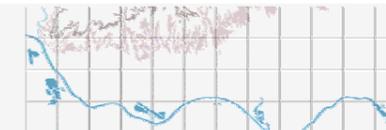
Prometna ocjena ima, prije svega, zadana ili uvjetovana polazišta prema kojima razvija potrebna vlastita metodološka ishodišta. Nazovimo ih njenim osnovama i gledajmo na njih u danim okolnostima kao na cjelinu.

### 11.3. Osnove

Prometna ocjena ima, prije svega, zadana ili uvjetovana polazišta prema kojima razvija potrebna vlastita metodološka ishodišta. Nazovimo ih njenim osnovama i gledajmo na njih u danim okolnostima kao na cjelinu.

#### 11.3.1. Zadana ili uvjetovana polazišta

Ona uključuju kako raspoložive ulazne informacije o stanju i projekcijama prometnog sustava, tako i uvjete i ograničenja koja iz njih proizlaze po ustroj ove ocjene i njene rezultate.



Za ovu su nam vrstu ocjene stajali na raspolaganju:

(1) Studije i planovi:

1. Generalna studija Tunela Medvednica. Zagreb: Institut građevinarstva Hrvatske, 1994.
2. Prometna studija Grada Zagreba. Zagreb: MVA, 1998.
3. Prehodna studija autoceste Zagreb (Obilazna cesta)-Velika Gorica. Zagreb: Institut građevinarstva Hrvatske, 1998-1999.
4. Usporedna analiza između dva moguća rješenja izmještanja državne ceste D30. Zagreb: Institut građevinarstva Hrvatske i Grad Velika Gorica, 2002.
5. Generalni urbanistički plan Grada Zagreba 2003. Zagreb: Gradski zavod za planiranje razvoja grada i zaštitu okoliša, 2003.
6. Studije financijsko-tržišne opravdanosti autocesta Republike Hrvatske. Zagreb: Institut građevinarstva Hrvatske i Hrvatske autoceste, 2005.
7. Studija utjecaja na okoliš autoceste A11 Zagreb-Sisak. Promet. Zagreb: Institut građevinarstva Hrvatske, 2006.

(2) Njoj pridružujemo dostupne rezultate izvršenih terenskih istraživanja prometa na granici i unutar zahvata ove analize:

8. Anketno istraživanje i kalibracijsko brojenje prometa na 215 presjeka cestovne mreže Hrvatske, 20.05.-05.06.1990. Zagreb: Građevinski institut, Fakulteti građevinskih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Rijeci, Splitu i Osijeku i Institut prometnih znanosti, 1990.

te podatke redovitog brojenja prometa pomoću kojih se postojeća potražnja može kalibrirati:

9. Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske, godine: 1988.-2004. Zagreb: Hrvatske ceste, 1989.-2004.

(3) Potencijali prometnih zona i njihova demografska struktura koji su potrebni za uspostavu modela postojeće prometne potražnje, preuzeti su iz:

10. Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2004. Zagreb: Državni zavod za statistiku, 2005. te
11. Popis stanovništva po statističkim krugovima Grada Zagreba, 2001.

(4) Prometna ponuda cestovne mreže, njena geometrija, preuzeti su iz Digitalnog atlasa Hrvatske.

(5) Iz nabrojenog se može ukratko zaključiti, da

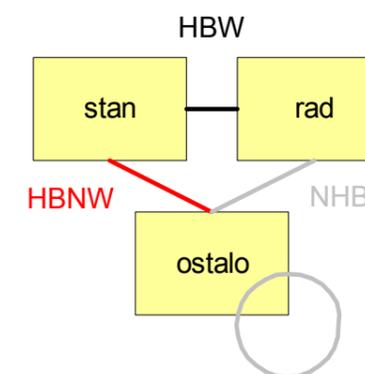
- ova ocjena, kojoj nisu prethodila aktualna terenska istraživanja prometa mora izgraditi modele raspolažući granično prihvatljivom bazom kvantitativnih pokazatelja o intenzitetu i strukturi prometnih tokova, potrebnih za kalibraciju modela postojeće potražnje za putovanjima, te
- ova ocjena ne raspolaže aktualnim i izravno primjenjivim podacima o nastajanju i ponašanju unutrašnje prometne potražnje koja te iste tokove stvara na području ocjene. Naime, premda je bilo za očekivati kako Zagreb nakon izrađene prometne studije [2] ima adekvatne baze podataka, iste nisu mogle biti nađene, niti su ustupljene od izrađivača studije (MAV).
- Sa druge strane, ona se može osloniti na provjerene rezultate projekcija posebnih segmenata prometne potražnje, u koje ubrajamo tranzitne i izvorišno-ciljne tokove područja zahvata.

### 11.3.2. Metodološka ishodišta

(6) U skladu sa ciljevima i očekivanim rezultatima, ocjena prometa se provodi po reduciranom trostepenom postupku poznatom u prostorno-prometnom planiranju sustava, u svemu, kako je dano na prikazu njenog dijagrama tjeka P-01. Primjenjuje se adekvatna programska podrška VISUM 9.35, tvrtke PTV AG, Karlsruhe.

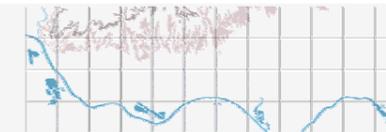
(7) Za kalibraciju i projekcije distribucije individualne prometne potražnje koristio se dvostruko ograničeni gravity model. Klasični model nastajanja/privlačenja prometne potražnje koji uključuje:

(a) tri osnovne kategorije putovanja (HBW, NHBW i NHB):



(1) stan-rad (HBW), (2) stan-ostalo (NHBW) te (3) rad-ostalo i ostalo-ostalo (NHB),

(b) koji uzima domaćinstvo za jedinicu stvaranja putovanja, pretpostavlja poznavanje broja članova i dobne strukture članova, vlasništvo vozila po domaćinstvima kao i prihoda domaćinstava, zaposjednutosti vozila pri različitim svrhama obavljenih putovanja te korištenje ostalih vidova prijevoza, nije mogao biti primijenjen zbog nedostatka cjelovitih baza podataka provedenih istraživanja [2]. Sa druge strane, osim poznavanja broja stanovnika po prostornim cjelinama, nije se



raspolagalo podacima o broju zaposlenih po djelatnostima u statističkim cjelinama užeg područja zahvata koji su nužni za razvitak ovakvih potpunih lanaca putovanja (HBW, HBNW, NHB). Jednako, intrazonalna prometna potražnja nije mogla biti ocjenjena.

- (8) Nije se raspolagalo podacima za uspostavu podmodela javne prometne potražnje.
- (9) Unutrašnja međuzonska prometna potražnja stoga je zasnovana na vektorima generiranja/privlačenja putovanja stanovnika vozilima. Izvjesna kompenzacija ovih nedostataka je nadomještena maksimiziranjem broja prostornih jedinica užeg područja zahvata.
- (10) Područje zahvata je dimenzionirano u skladu sa metodološkim premisama za prostorno određenje relevantne ponude sistema i odrednica poznavanja njegove potražnje, te zonirano prema definiciji. Ono broji 583 prostorne cjelina nastajanja ili privlačenja putovanja. Područje Zagreba ili uže područje istraživanja, strukturirano je u 511 zona koje odgovaraju njegovim statističkim krugovima.
- (11) Šire područje istraživanja prometne potražnje se dijeli na 70 prostornih cjelina u skladu sa zadatkom ove ocjene.
- (a) neposredni prostor okružja je strukturiran u 65 zona koje odgovaraju općinama dvaju susjednih županija, dok je
- (b) najširi krug zona agregiran u 5 ulazno/izlaznih prometnih koridora Središnje Hrvatske.
- (12) Na prikazima P-02., P-03.1 i P-03.2 dani su zahvati i prometne zone šireg i užeg područje istraživanja sustava.
- (13) Jedinstveni zonalni model prometne potražnje područja zahvata se stvara i kalibrira na razini aktualne 2004. godine: 2015. godina se uzima središnjim a 2034. godina za krajni horizont projekcije sustava. Kalibracija se striktno provodi na svim relevantnim mjestima redovitog brojenja prometa Hrvatskih cesta, kao i temeljem podataka do kojih su izvršioc (IGH) došli svojim istraživanjima. Ostali neprovjereni podaci se ne uzimaju.
- (14) Prometna geometrija postojeće cestovne mreže uspostavlja se temeljem digitalne baze podataka o cestovnoj infrastrukturi Hrvatske; nisu bili dostupni katastarski podaci cestovne mreže koji bi odgovarali zahtjevima planiranja. Stoga se ističe kako je postojeća prometna ponuda cestovne mreže *preliminarna*. Planirana prometna ponuda se preuzima iz Generalnog plana i građevinsko-tehničkih rješenja ove Studije.

(15) Prometna potražnja i tokovi se operacionaliziraju, intenzitetom i strukturom, na razini prosječnog godišnjeg dnevnog prometa (PGDP), unutrašnjih i daljinskih izvorišno-ciljnih i tranzitnih putovanja. Jednako se svi učinci sistema prate na razini prosječnog dana u godini. Mogu se razlikovati tokovi putničkih i teretnih vozila. Vozila za prijevoz putnika uključuju osobne automobile i autobuse.

- (16) Izvršava se prognoza prometne potražnje i tokova na području zahvata uz akceptiranje geopolitičke stvarnosti i budućnosti Hrvatske. Ne može se zanemariti:
- (a) postojanje društveno-gospodarske snage Zagreba, Hrvatske i okruženja prometnog sustava, koje očekuje stabilan rast,
- (b) stalne težnje prometne potražnje za destinacijama u gravitacijskom opsegu i dosegom ovog prostora,
- (c) nestanak faktora rizika u kanaliziranju, posebice, turističke prometne potražnje, i konačno
- (d) dovršetak izgradnje autocestovne mreže države čije mrežno težište leži na Zagrebu te slobodno raspolaganja ponudom cestovnog prometnog sustava u najširem okružju područja koridora izvan Hrvatske.

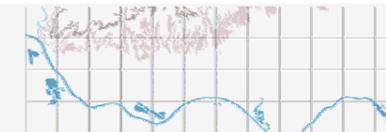
U ovoj se ocjeni gornji široki raspon pragmatično transponira:

- Prihvaća se do 2015. godine prirast prometnih tokova područja zahvata u skladu sa do sada bilježenim i ostvarivim gradijentima rasta domicilne prometne potražnje
- Članstvo Hrvatske u Europskoj zajednici doprinjeti će prirastu daljinskih putovanja a fizička obnova razorenog više nije prisutna.

(17) U skladu sa rečenim, preuzimaju se i prilagođavaju zakonitosti rasta unutrašnjih izvorišno-ciljnih i tranzitnih međuzonskih putovanja kroz periode 2004.-2007., 2008.-2015. i 2016.-2034. godine.

(18) Skup relevantnih inačica sustava cesta na području zahvata nastaje:

- (a) polazeći od skupa poznatih, prostorno i tehnički definiranih pravaca cesta na području zahvata kako ih predlaže novi Generalni urbanistički plan i novih elemenata cestovne prometne ponude koji se predlažu ovom Studijom.
- (b) vodeći računa da svaki od pravaca, kao element ishodišnog skupa: (i) ima barem dvije topološki definirane točke koje pripadaju najmanje jednom od preostalih elemenata ili pravaca, i u ovim točkama ima čvorišta, te (ii) započinje i završava čvorištem,
- (c) poštujući premisu da svaki od sustava cesta mora biti zatvoreni planarni podgraf, unutar zatvorenog planarnog grafa cjelokupne cestovne mreže kojom se opisuje ponuda pod obuhvatom ocjene.



(19) Suprotno prisustvu neodređenosti, u nekim dosadašnjim stavovima i zaključcima sa kojima svaka interpretacija prognoza u ovoj procjeni mora realno računati, stoje slijedeće metodološke premise ocjene:

- (a) U svrhu ocjene sustava cestovne mreže na području zahvata, svakoj se od varijanti ponude daje sa metodološke točke gledišta ista prilika. To znači da se do elemenata za ocjenu svake od varijanti dolazi:
- primjenom iste prometne potražnje i istog C(apacity) R(estrainment) algoritma za određivanje tokova i prometnog rada ostvarenog u mreži, uz iste endogene parametre algoritma,
  - tako da se obje rezultante algoritma, tokovi i rad, dosižu uspostavom ravnotežnog stanja ponude dane varijante cestovne mreže i, jedne te iste, invarijantne prometne potražnje po svim njenim atributima,
  - uz rezultirajuće tokove na elementima mreže koji u slučaju ovakve sektorske ocjene jesu samo podatak više i, u osnovi, prikaz mogućnosti kapacitivno ograničene ponude da kanalizira prometnu potražnju u zamjenu za određene utroške,
  - kroz prometni rad koji se ostvari u danoj mreži, mjeren količinom utrošenih vozilo-sati i vozilo-kilometara potrebnih svim putovanjima u korpusu prometne potražnje da savladaju prostor,
  - mjere uspješnosti stavljaju svaku inačicu mreže pred ispit vlastitih topoloških i funkcionalnih svojstava - pod istim uvjetima.
- (b) Izvjesna je pojavnost greške u procjeni svake od varijanti ponude, međutim radi se o sistematskom tipu greške na razini ocjene kao takve.
- (c) Postavlja se pitanje, kada se realnost i pouzdanost ocjene gubi. Vremenska translacija prognoznih veličina korpusa prometne potražnje iz koje se kanaliziraju tokovi ne mijenja odnose među varijantama i ne obezvrjeđuje ocjenu. Da bi do toga došlo, trebalo bi kroz period koji nas dijeli do horizonta eksploatacije naših anticipiranih sustava cesta doći i do:
- bitnih promjena u dosadašnjem značaju i ulozi pojedinih većih izvorišta ili odredišta putovanja; koje bi formalno tražile vrijednosne transformacije unutar uspostavljenih matrica prometne aktivnosti za prostor zahvata, a faktički značile stavljanje svih inačica pred novi i, za sada, nepoznat prometni zadatak, i/ili
  - promjena u ponudi cestovne mreže izvan dosega odlučivanja, i pretpostavljenog ulaganja kapitala, prihvaćenog ovom ocjenom: podrazumijevajući time izvršenje ili usvajanje takvih promjene u predviđenoj ponudi cestovne mreže na području zahvata i/ili na kontaktnim koridorima kojima bi se mijenjala konkurentnost ponude na području Zagreba.

Dane osnove (1-19) ukazuju na značajke procesa traženja rješenja prisutnog u ocjeni.

## 11.4. Stanje ponude sistema

### 11.4.1. Model mreže

Prometna ponuda cestovne mreže obuhvaća sve:

- (1) autoceste,
- (2) državne ceste,
- (3) županijske ceste,
- (4) gradske aleje/ceste i
- (5) gradske ulice.

Postojeća prometna ponuda cestovne mreže šireg područja istraživanja dana je kroz Model 0 na prilogu P-04.1, a isto je dano za uže područje istraživanja na prikazu P-04.2. Izveden je zatvoreni planarni graf modela mreže 2004. godine, usklađen s zonalnim sustavom. On zadovoljava osnovne odrednice za definiranje ponude užeg područja istraživanja, formalne postavke za prostorno modeliranje mreže i uvjete za ocjenu sustava. Služio je kao podloga modelima planiranih mreža. Ukupno model sadrži 1.152 km prometnica.

Modelom je pretpostavljeno agregiranje eksternih zona, stjecajem metodološki opravdanih mogućnosti redukcije sistema.

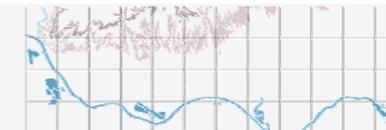
### 11.4.2. Ponuda modela

Ponuda modela je rezultat sprege atributa koji određuju prometnu ponudu i varijabli njenog građevinsko-tehničkog inventara sadržanog u katastru cestovne infrastrukture. Procijenjeni su potrebni i nužni elementi katastra za svaku spojnicu modelirane mreže:

- (1) duljina spojnice u mreži omeđene čvorištima (m),
- (2) brzina slobodnog toka (AHS, km/h),
- (3) kapacitet ili propusna moć spojnica mreže tijekom PDG (Ch-PHF-Cd, voz/dan).

Model razlikuje četiri kategorije izvangradskih prometnica, gradske prometnice upravljane svjetlosnom signalizacijom i gradske prometnice visoke kategorije s pravom prednosti.

Postojeća prometna ponuda cestovne mreže šireg i užeg područja istraživanja sustava, Model 0, dani su na prilogima P-04.1 i P-04.2.



## 11.5. Stanje prometne potražnje

### 11.5.1 Model potražnje

Ocjena prometne potražnje je imala, prije svega, zadana ili uvjetovana polazišta (pogl. 7.2.). Kako se nije raspolagalo podacima o prometnoj tražnji koja omogućava izravno stvaranje potpune slike tokova na području zahvata, nedostatak je umanjen - bez doticanja praga metodološke prihvatljivosti ocjene - iterativnom kalibracijom parametara generiranja i privlačenja putovanja vozila, do dosizanja praga egzaktnih predstave intenziteta i strukture tokova na presjecima koji su karakteristični za područje zahvaćeno ocjenom, i ocjenu kao takvu. Podaci redovitog brojenja prometa Hrvatskih cesta 2004. godine, na 20 lokacija okruženja Zagreba smatrani su *najrelevantnijim* pokazateljima u kalibraciji izvorišno-ciljnih i tranzitnih putovanja. Lokacije su razvidne iz prikaza P-05.

T-01. PGDP na mjestima redovitog brojenja prometa 2004.

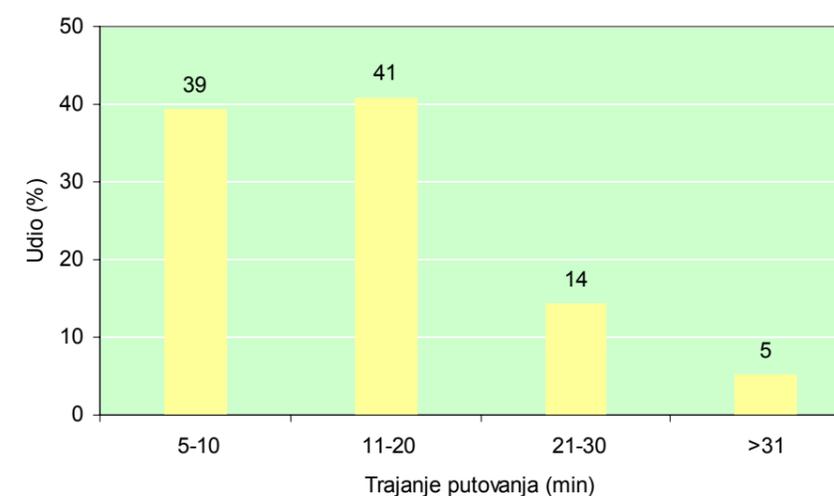
BM	Lokacija	PGDP
1906	Zapresic	13592
2010	Sesvetski Kobiljak	24456
2005	NP Sveta Helena	8568
2003	Blažev Dol	7641
1108	Sv. Križ Začretje	1430
1918	Kupinečki Kraljevec	2208
1111	Bedekovčina	7072
1230	Konjšćina-zapad	3318
2009	Greda	6526
BM	Lokacija	PGDP
2004	Kašina	3376
1231	Zlata Bistrica	3506
1110	Gubaševo	1242
1109	Tuheljske Toplice	3746
1912	Zagrebačka obilaznica	33590
2011	Dugo Selo	14040
1916	Lučko-jug	24578
1908	Bobovica zapad	7804
1911	Sveta Nedjelja	15486
2008	Luka	9716
2012	Ivanja Reka istok	20884
2014	Velika Mlaka	41900
PB	Buzin	55882
1901	Stubičke Toplice	6186

Dobiveni, presjecišno kalibrirani model prometne potražnje područja zahvata omogućava ocjenu distribucije pripadnih tokova po svim elementima sistema, a njihovu veličinu i strukturu osigurava na svim screen linijama.

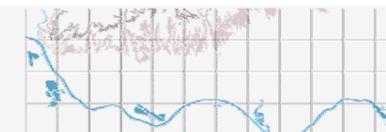
### 11.5.2. Kalibriranje modela

Kalibracija jedinstvenog modela prometne potražnje područja zahvata je provedena na razini PGDP 2004. godine. Primijenjen je protokol u kojem svaka od kalibracija, bez obzira na kojim se bazama odvijala, podrazumijeva: stavljanje jedne I-C matrice putovanja u aktivno stanje i njeno dodjeljivanje na graf bazne mreže, provjeru odstupanja dobivenih vrijednosti tokova za aktivni sloj određene kategorije vozila od utvrđenih vrijednosti na dostupnim lokalitetima, promjene na vektorima generiranja/privlačenja putovanja i transponiranje njihovih vrijednosti na pripadnu aktivnu matricu, povrat te daljnje iteracije do praga točnosti; kako je dano na prikazu P-01. Preliminarni kapacitet postojeće prometne ponude korišten u kalibraciji dan je grafičkim prilogom P-06.

Distribucija duljina/trajanja putovanja u modelu, dakle u zasigurno idealiziranim uvjetima, dana je slijedno. Kalibrirano stanje PGD prometne potražnje 2004. godine, od početnih 499.225 putovanja (voz/dan), doseglo je bez unutarzonalnih putovanja te JGP iznos od 525.111 putovanja na razini PGDP.



Stanje tako dobivenog opterećenja dano je na priložima P-07.1 i P-07.2.



T-02. PGDP u modelu i na mjestima redovitog brojenja prometa 2004.

\$VISION	Gravity							
\$LINK:NO	FROM	TO	VOLVEHPRT(AP)	ADDVAL1	BM	Lokacija		%
12	6	13	14073	13592	1906	Zapresic		3,54%
34	33	37	24517	24456	2010	Sesvetski Kobiljak		0,25%
42	46	49	8675	8568	2005	NP Sveta Helena		1,25%
458	628	633	7812	7641	2003	Blazev Dol		2,24%
561	102	499	1449	1430	1108	Sv. Kriz Zacretje		1,33%
774	466	478	2283	2208	1918	Kupinečki Kraljevec		3,40%
795	509	525	6657	7072	1111	Bedekovcina		5,87%
822	587	759	3236	3318	1230	Konjscina-zapad		2,47%
848	673	676	5944	6526	2009	Greda		8,92%
850	359	576	3546	3376	2004	Kasina		5,04%
869	758	759	3337	3506	1231	Zlatar Bistrica		4,82%
886	708	713	1269	1242	1110	Gubasevo		2,17%
897	391	713	3892	3746	1109	Tuheljske Toplice		3,90%
999	26	894	34281	33590	1912	Zagrebacka obilaznica		2,06%
1140	137	599	14060	14040	2011	Dugo Selo		0,14%
1000002	19	1000002	24443	24578	1916	Lučko-jug		0,55%
1000004	897	1000004	7776	7804	1908	Bobovica zapad		0,36%
1000007	362	1000007	15581	15486	1911	Sveta Nedjelja		0,61%
1000012	154	1000016	9596	9716	2008	Luka		1,24%

\$VISION	Gravity							
\$LINK:NO	FROM	TO	VOLVEHPRT(AP)	ADDVAL1	BM	Lokacija		%
1000045	38	1000038	20793	20884	2012	Ivanja Reka istok		0,44%
1000110	879	1000055	45841	41900	2014	Velika Mlaka		9,41%
1000111	106	1000055	50892	55882	PB	Buzin		8,93%
1000398	517	1000153	6120	6186	1901	Stubičke Toplice		1,07%
1000399	510	1000153	6120	6186	1901	Stubičke Toplice		1,07%
								2,96%

Ne ulazeći u detaljna razmatranja, kao globalni pokazatelji neka posluže podaci da je inicijalno generiranje unutrašnjih putovanja područja zahvata vezano za 20% stanovništva svake od pripadnih zona, a kod svih vanjskih zona za 10% od broja stanovnika.

### 11.6. Razvoj ponude sistema

U planiranu prometnu ponudu sustava cestovne mreže na kraju planskog perioda su uključene sve prometnice predviđene Generalnim urbanističkim planom, te prometnice predviđene ovom Studijom. Ovo nije mjesto za njihovo obrazlaganje, to je već učinjeno prethodno u Studiji, zadatak je procijeniti njihovu učinkovitost na razini modela.

Model 1 konačnice sustava prikazan prilogom P-08.1 za šire a P-08.2 za uže područje istraživanja, obuhvaća sve elemente planirane ponude i neke inačice novih rješenja. U ovoj Studijskoj fazi razmatranja nisu ocjenjivane inačice nekih spojnih prometnica uzajamno, već je u model uzeta jedna od inačica. Dakle model sadržava sve elemente planirane ponude koji čine njegov funkcionalni ustroj cjelovitim, ostavljajući za daljnja istraživanja izbor najbolje od mogućih varijantnih rješenja nekih njegovih sastavnica.

Duljina prometnica u modelu je 1.417 km. Preliminarna propusna moć spojnica planirane cestovne mreže je dana prikazom P-09.

U skladu sa potrebama i mogućnostima razvitka sustava izvedena su dva etapna podmodela cestovne mreže, najkraće (upr. pogl. 3):

#### (1) Model 0.1: 1.219 km

- Predviđa postojanje Sjeverne tangente u središnjem dijelu i
- Tunela Medvednica, kao njene uzročno-posljedične ekstenzije te
- nužnih transverzalnih spojnica Sjeverne tangente i Tunela, sa prometnom ponudom nosećih podsljemenskih longitudinala užeg gradskog područja. U ovoj etapi nisu predviđene niti cjelovite transverzale, ako se iste mogu vezati na postojeće prometnice.
- Na prostoru juga ova etapa predviđa postojanje autoceste A11 Zagreb – Velika Gorica (Sisak), sa produžetkom Sarajevske ulice i čvorištem Jakuševac.

#### (2) Model 0.2: 1.308 km

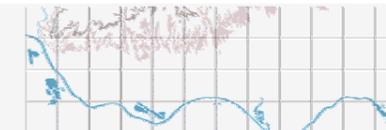
- Događuje jedan dio istočnog sektora Sjeverne tangente, ali
- pretpostavlja i znatnije investicije u dio urbane mreže, izgradnjom južnog prstena oko Novog Zagreba, te objedinjavanje sjevernog i južnog prstena u funkcionalnu cjelinu, uz
- uklapanje Istočne obilaznice Velike Gorice i spojnice Domovinskog mosta u radijalni sustav juga, oslonjen na južni unutrašnji prsten i Zagrebačku obilaznicu.

#### (3) Model 0.3 sa 1.417 km spojnica bio bi konačnica sustava te je identičan Modelu 1.

Prikaz P-10. može pojasniti ove korake razvitka sustava.

### 11.7. Razvoj prometne potražnje

Sa metodološke točke gledišta, usvojeno je kao potrebno i dovoljno egzaktno, nastaviti predviđanje prostorne distribucije prometne potražnje gravity modelom, a rast nastajanja/privlačenja putovanja procijeniti jedinstvenim porastom po unutrašnjim ili vanjskim zonama.



### 11.7.1. Zakonitosti razvitka

Naime ovo istraživanje ne prate urbanistička i sektorska analiza društvenog i gospodarskog zonalnog razvitka područja istraživanja koja bi metodološki odgovarala potrebama prognoze. Stoga je ostala na ovoj ocjeni prosudba zakonitosti mogućeg rasta i pojavnosti novih međuzonskih putovanja od bazne 2004. preko 2007. do 2015. i konačno 2034. godine. Usvojeno je, kako slijedi:

T-03. Rast prometne potražnje

Putovanja	2005.-07.	2008.-15.	2016.-35.
Urbana	3,50%	2,50%	1,00%
Regionalna	3,00%	2,50%	1,00%

Nedvojbeno je da su ove zakonitosti razvitka prometne potražnje po zonama procijenjene konzervativno. Razlog tome je da se ocjeni tehničke i društveno-gospodarske opravdanosti ulaganja u razvitak ove infrastrukture koja se polaže u urbano tkivo metropole, željelo prići sa donjeg praga rizika i sa više pouzdanosti.

### 11.7.2. Intenzitet potražnje

Intenzitet i struktura prometne planirane potražnje određena je temeljem kalibriranog matričnog baznog modela prostorne distribucije prometne potražnje područja zahvata i definiranih vektora faktora rasta prometne potražnje po zonama. Njima nije superponirana nikakva divergirana prometna potražnja za tranzitnim

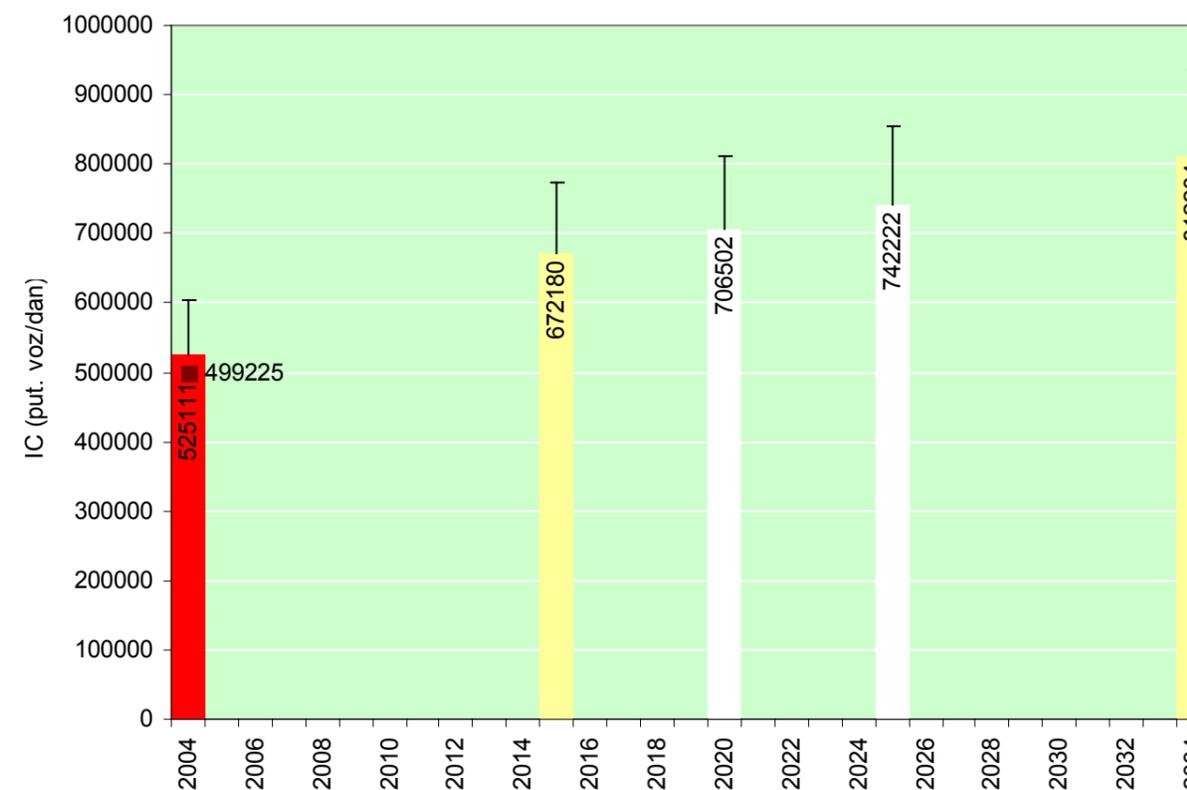
prometovanjem stvorena izvan područja zahvata, niti je dodavana inducirana prometna potražnja stvorena postojanjem nove Sjeverne tangente i Tunela Medvednica, na sjeveru, kao i autoceste A11 i novog Domovinskog mosta na jugu zahvata.

Dobivene su slijedeće količine ukupnih putovanja u korpusu prometne potražnje pojedinih vremenskih presjeka:

T-04. Predviđeni porast ukupne PGD prometne potražnje

God.	I-C total	Napom.
	(voz/dan)	
2004	499.225	
2004	525.111	calib.
2015	672.180	
2020	706.502	
2025	742.222	
2034	812.204	

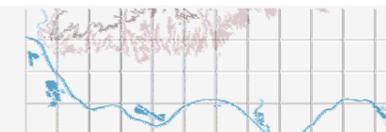
Potražnja ne uključuje putovanja vozila JGP, niti putovanja vozila unutar pojedinih zona područja zahvata.



### 11.8. Prognoza prometnih tokova i prometnog rada

U svrhu ocjene planiranih opterećenja cestovne mreže, sagledanih kroz cjeline ponude na području zahvata, svakoj se od inačica/etapa ponude dala sa metodološke točke gledišta ista prilika. Do elemenata za ocjenu svake od varijanti došlo se primjenom iste prometne potražnje i istog CR algoritma za određenje tokova i prometnog rada pod uvjetima kapacitivnih ograničenja elemenata prometne ponude.

Ocjenjeni tokovi na elementima određene inačice unutar područja zahvata su rezultat uspostavljenog ravnotežnog stanja cjelokupne ponude odgovarajuće cestovne mreže toga prostora i invarijantne prometne potražnje u određenom vremenskom presjeku. Gledano u detalju, oni su izravna posljedica skretanja putovanja sa ostalih elemenata mreže na jedan planirani objekt, uzrokovan privlačnom moći ponude toga i takvog objekta u topološkoj cjelini mreže. Rezultirajući tokovi na svim elementima pripadne mreže jesu odraz konkurentnih mogućnosti njihove kapacitivno i prostorno definirane i ograničene ponude da kanaliziraju prometnu potražnju. Neosporno je da unutar planiranih sustava mjere utroška putovanja diktiraju elementi nove ponude.



Pojavnost greške u procjeni, jest pojava sistematskog tipa na razini ocjene kao takve. Konačnicu sustava 2034. godine teško možemo vrednovati u odnosu na stanje "do nothing" ili "ne raditi ništa", jer poslije 2015. godine kapacitivne mogućnosti današnje mreže vode do nestabilnog sustava čije je ravnotežno stanje upitno.

### 11.8.1. Intenzitet prometnih tokova

Rezultati koji su dobiveni pod prethodnim uvjetima, dani su na priložima: (a) ocjena ravnotežnog stanja postojeće prometne ponude (Model 0) i planirane potražnje 2015. godine na P-11.1 i P-11.2, (b) 2034. godine na P-12.1. i P-12.2, (c) ocjena ravnotežnog stanja planirane prometne ponude (Model 1) i planirane potražnje 2015. godine na P-13.1 i P-13.2, (d) 2034. godine na P-14.1 i P-14.2.

Ocjene opterećenja po etapama dani su slijedno: (a) ocjena ravnotežnog stanja planirane prometne ponude prve etape (Model 0.1) i planirane potražnje 2015. godine na P-15., (b) druge etape (Model 0.2) i planirane potražnje 2020. godine na P-16., te (c) treće završne etape (Model 1) i planirane potražnje 2025. godine na prilogu P-17.

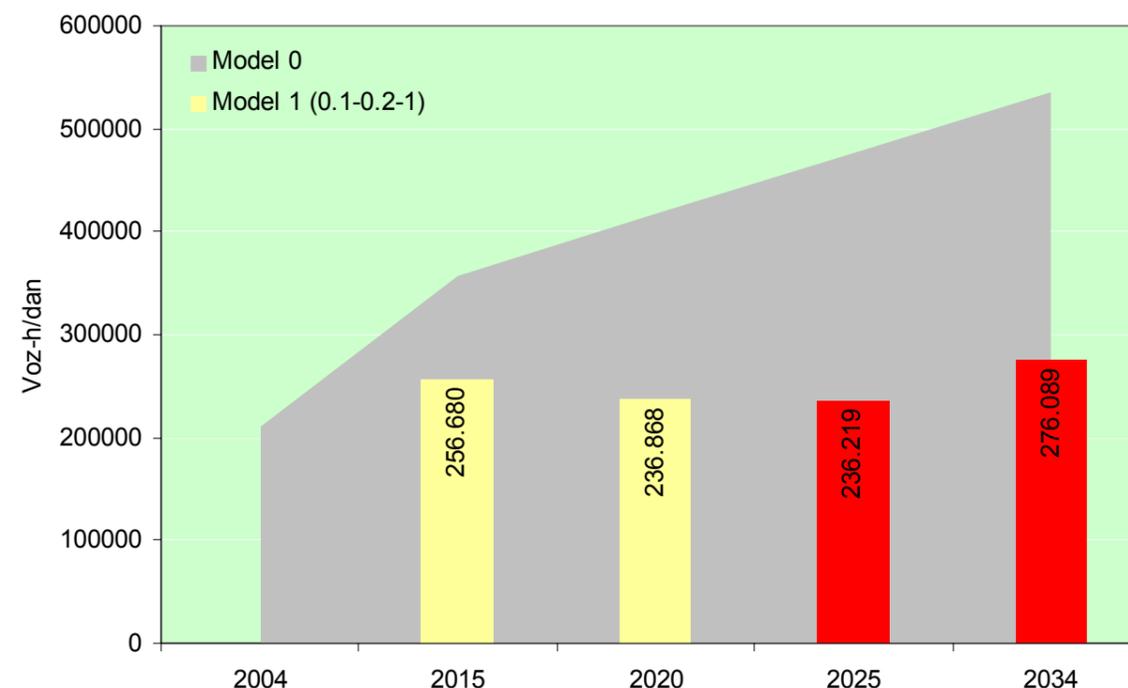
### 11.8.2. Prometni rad

Prometni rad koji se ostvaruje u svakoj od danih mreža i određenom vremenskom presjeku, mjereno je količinom utrošenih vozilo-sati i vozilo-kilometara potrebnih svim putovanjima u korpusu prometne potražnje područja zahvata da savladaju prostor između izvora i cilja kretanja. Taj način ocjene, usudili bi se dodati - prave mjere uspješnosti - stavlja svaku varijantu mreže pred ispit vlastitih topoloških i funkcionalnih svojstava, pod svim prethodno navedenim uvjetima. Vrijednosti su:

T-05. Ocjena PGD prometnog rada u cestovnim mrežama

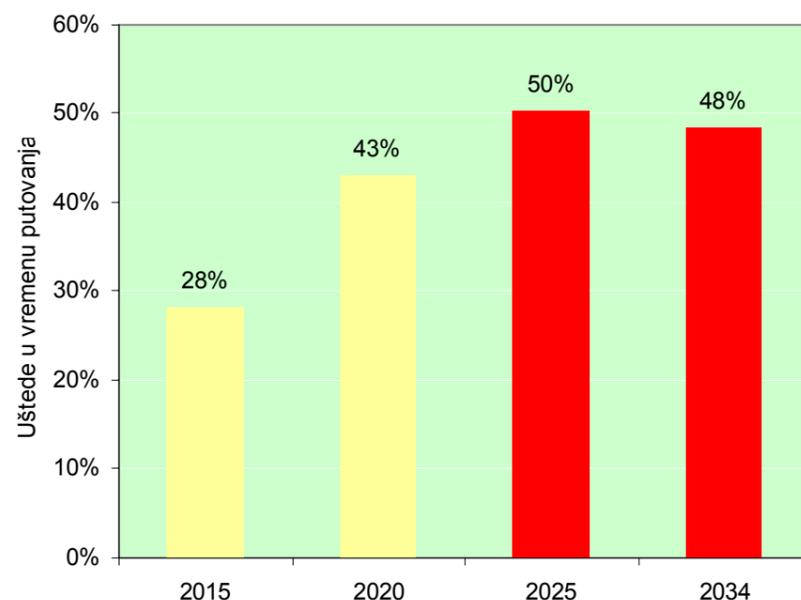
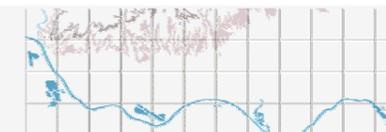
Model mreže	God.	Prometni rad			Očekivane brzine	
		Voz-km/dan	Voz-h/dan	Voz-h/god(mln)	OS1(km/h)	OS2(km/h)
0	2004	9.686.439,65	210.875,12	76,97	45,9	52,8
0	2015	12.446.242,03	357.465,25	130,47	34,8	40,0
0	2034	15.304.399,93	535.462,06	195,44	28,6	32,9
1	2015	11.631.097,49	204.934,54	74,80	56,8	65,3
1	2034	14.186.132,57	276.088,70	100,77	51,4	59,1
0.1	2015	11.965.267,02	256.680,24	93,69	46,6	53,6
0.2	2020	12.362.147,41	236.867,78	86,46	52,2	60,0
1/0.3	2025	12.887.083,05	236.218,85	86,22	54,6	62,7

Neosporan je učinak ulaganja u izgradnju Sjeverne tangente i Tunela Medvednica te transverzalnih veza sjever-jug, već u prvoj pretpostavljenoj etapi razvitka sustava. Kasnijih godina njihov se upliv povećava.



T-06. Očekivani broj PGD vozilo-sati na planiranim mrežama i uštede u odnosu na njegovo današnje stanje

God.	Model mreže		Uštede
	0	0.1-0.2-1	
2004	210.875,12	-	0,0%
2015	357.465,25	256.680,24	28,2%
2020	416.797,52	236.867,78	43,2%
2025	476.129,79	236.218,85	50,4%
2034	535.462,06	276.088,70	48,4%



Naravno, da djelotvornost planiranih etape i konačnica sustava nije samo rezultat razvijanja ponudbene moći podsljemenskih prometnica, na zasigurno je njihov upliv znatan, a moglo bi se dokazati, i prevladavajući.

### 11.8. Umjesto zaključka

Mišljenja smo kako ovom kratkom prilogu iz analize prometnog sustava nakon prethodnog poglavlja ne treba posebnih zaključaka.

Ono što smatramo potrebnim reći nakon rada na ovoj Analizi jest kako Gradu Zagrebu za izradu razvojnih projekata, u koje uvrštavamo i ovu Studiju, nedostaju vitalni i ažurni podaci o stanju prometnog sustava i njegova okružja.

Prelazeći granice ovog zadatka, mogli bismo uz ponešto formalizma nedostatke svrstati u tri kategorije.

#### (1) U oblasti prometne ponude:

- Banka cestovnih podataka Zagreba (BCPZ), na GIS platformi sa relacijskim bazama po svim atributima i sa podobnim sučeljem.
- Baza podataka o propusnoj moći cestovne mreže i križanja po svim spojnica, izvedena na HCS ili sl. podršci, kompatibilna sa BCPZ, a potom kao njen dio.
- Baza podataka o operativnim brzinama vozila i gustoćama na svim bitnim linkovima, kompatibilna sa BCPZ, a potom kao njen dio.

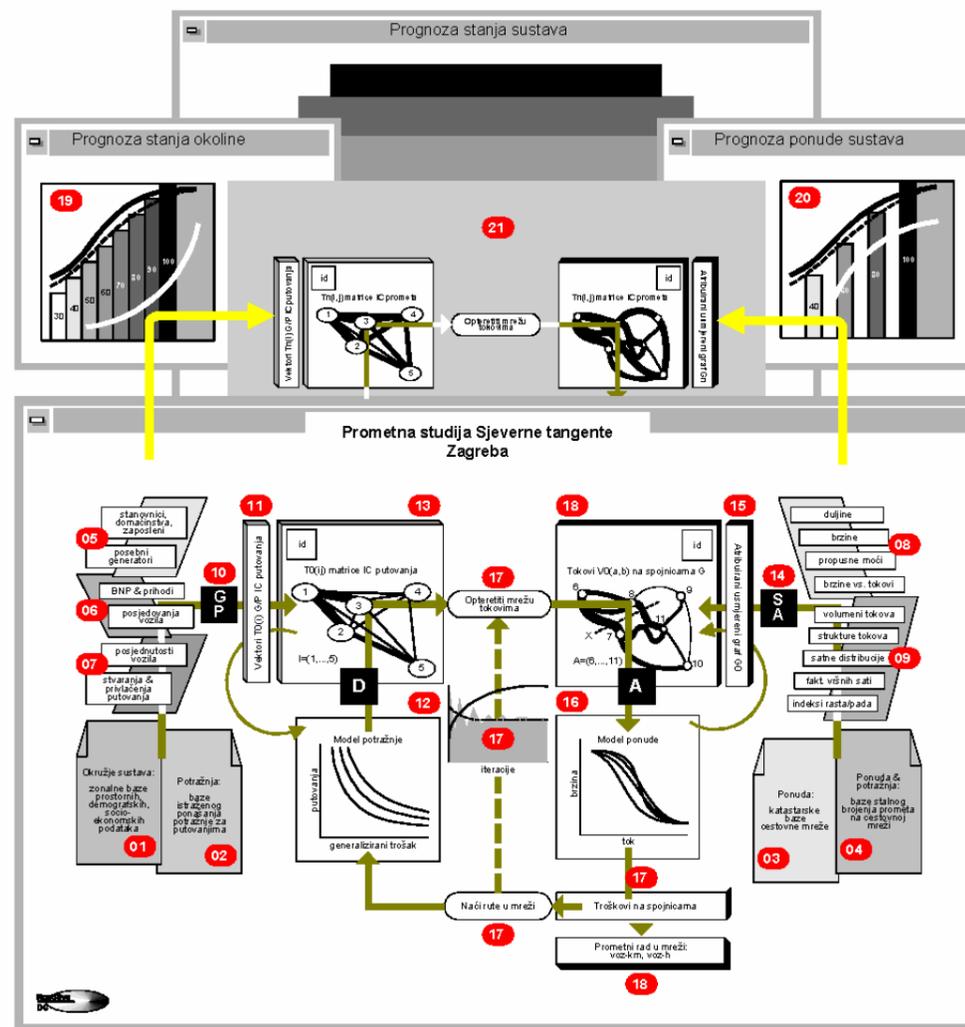
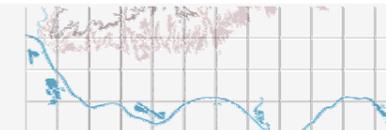
#### (2) U oblasti prometne potražnje:

- Baza podataka o stanju namjene površina, broju stanovnika, radnih mjesta i zaposlenih po djelatnostima, po uspostavljenom jedinstvenom zonalnom sustavu grada.
- Baza podataka o intenzitetu i strukturi prometa na kordonu grada, bitnim screen linijama i križanjima, satno i dnevno, spregnuta sa BCPZ.
- Baza podataka o izvorišno-ciljnom i tranzitnom prometu Zagreba dobivenu anketom sudionika u prometu na kordonu grada; uvijek ažurna, pohranjena u odgovarajuće matrice oblike i kompatibilna sa uspostavljenim jedinstvenim zonalnim sustavom. Posebno aktualizirana uspostavljanjem sustava autocesta Hrvatske i njihovim navezivanjem na europsku mrežu.
- Baza podataka o unutrašnjem prometu Zagreba dobivenu anketama domaćinstava koje omogućavaju definiranje socio-ekonomskog statusa i načina zadovoljenja potreba za putovanjima stanovnika užeg i šireg gradskog područja; pravilno ažurirana, i kompatibilna sa uspostavljenim zonalnim sustavom.
- Podaci o teretnom i javnom prijevozu.
- Podaci o stacionarnom prometu.
- Podaci o pješačkom prometu.

#### (3) Na razini upravljanja i planiranja prometnim sustavom:

- Metodologija i pravila za uspostavu, ažuriranje, manipulaciju i korištenje navedenih relacijskih baza. Definiranje vlasničkih i korisničkih odnosa te obvezu korištenje i punjenja baza. Primjenu baza u taktičkom i strategijskom upravljanju, planiranju i gospodarenju prometnim sustavom grada.
- Odabir i nabava odgovarajućih programskih podrški za permanentno planiranje i gospodaranje prometnim sustavom grada, kao normirano oruđe. Ove se stavljaju, kao i baze podataka, na korištenje svim izvršiocima uza sve obveze koje iz toga proizlaze. Uniformiranjem tehnika, metoda i metodologija stvara se bitan preduvjet za brzo, kvalitetno i nekonfliktno donošenje odluka o sustavu na duljoj vremenskoj skali.

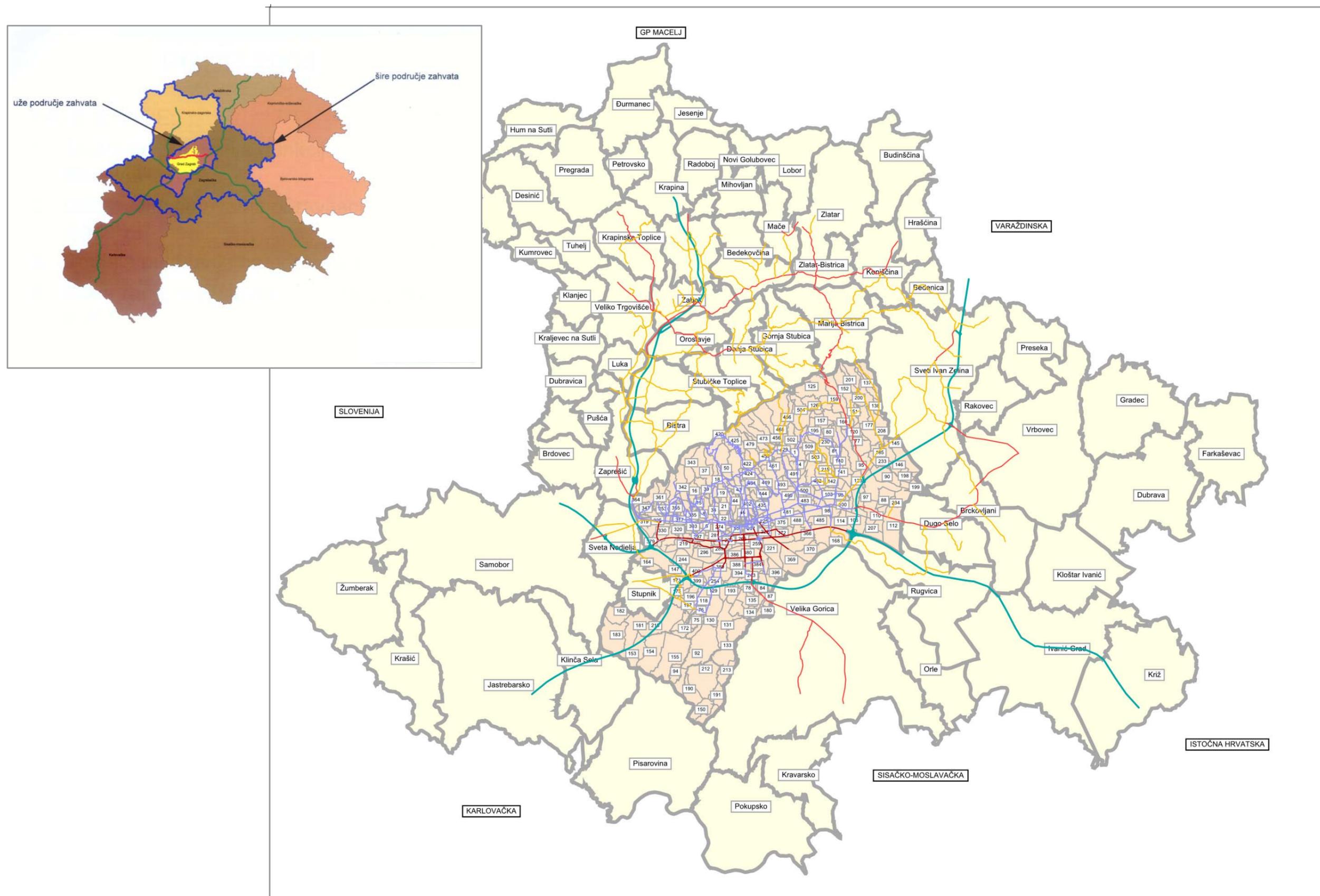
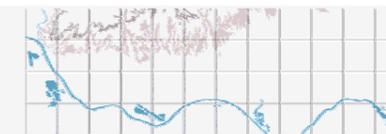
Nastavak rada na ovoj Studiji i postizanje nužne i potrebne pouzdanosti procjena u nenoj analizi prometa, a time i vrednovanju rješenja, nužno traži provedbu anketnog istraživanja cestovnog prometa na kordonu grada (ad 2.c) i kontrolnih brojenja prometa na užem gradskom području (ad 2.b). Uz ova terenska istraživanja, nužno je dopuniti podatke o prometnim zonama gradskog područja (ad 2.a).



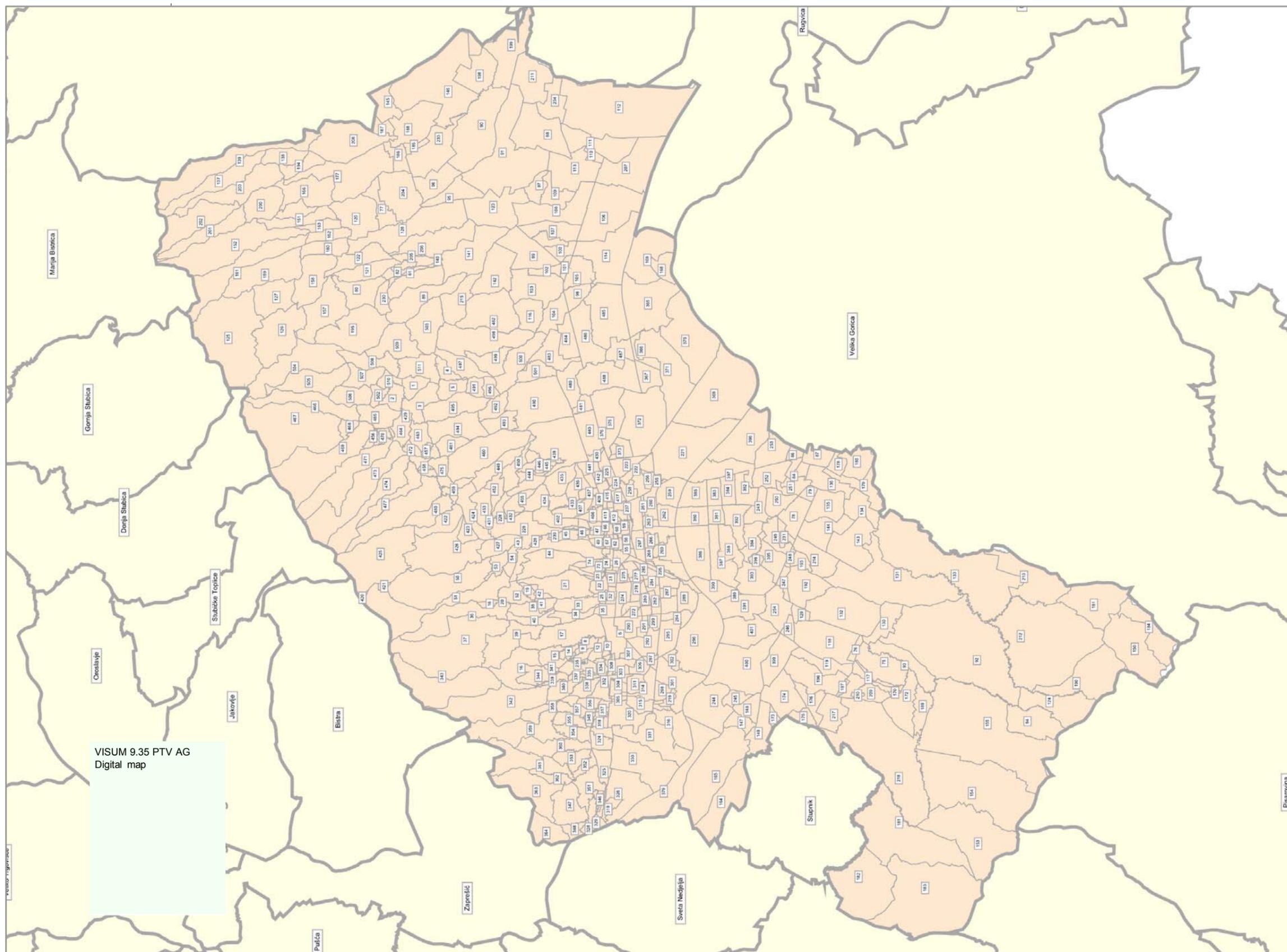
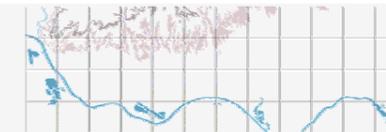
- 01-04  **Statističko-dokumentacijske osnove modela sustava na području zahvata i ocjene**  
 01 namjena površina i društveno-gospodarsko stanje po prostornim cjelinama. 02 zakonitosti ponašanja prijevozne potražnje između prostornih cjelina područja zahvata za cestovnim vidom prijevoza. 03 građevno-tehničko stanje elemenata cestovne mreže sa gledišta ponude sustava. 04 dosadašnje ravnotežno stanje prometne ponude cestovne mreže i prometne potražnje na odabranim presjecima mreže: polazišni i kalibracijski podaci.
- 05-07  **Veličine i faktori procjene stvaranja i privlačenja putovanja u zonalnoj regresijskoj analizi (GP) i modelu distribucije (D)**  
 05 veličine zona: stanovnici, domaćinstva, veličina domaćinstava, radna mjesta i zaposleni po djelatnostima, posebni generatori: zračna luka, tranzitni tokovi. 06 stupanj gospodarskog razvika: bruto-nacionalni proizvod zajednice, prihodi i vlasništvo vozila po zonama. 07 parametri procjene stvaranja radnih i ostalih putovanja putničkim vozilom po kućanstvima i zonama: stupnjevi generiranja i posjednutosti vozila prema sastavu i prihodu kućanstava, parametri procjene privlačenja putovanja po zonama: stanovnici/domaćinstva i zaposleni po djelatnostima.
- 08-09  **Veličine i faktori procjene ponude cestovne mreže u postupku dodjeljivanja tokova (A) i kalibracijske vrijednosti intenziteta i strukture tokova na presjecišnim linijama mreže (SA)**  
 08 atributi opisa jednosmjernih spojnica zatvorenog planarnog grafa mreže: duljina među čvorištima, prosječna brzina slobodnog toka (AHS), satna propusna moć (C), faktor vršnog sata kao udio n-tog vršnog sata u PGDP, funkcija odnosa opretnosti brzine (OS) i toka (V/C). 09 vremenske serije intenziteta i strukture tokova po vrstama vozila.
- 10-13  **Formalizirana procjena generiranja (GP) i prostorne distribucije (D) međuzonalnih putovanja vozila na razini PGDP**  
 10 model procjene zonalnih generiranja putovanja vozila i aktivnosti posebnih generatora. 11 rezultirajući vektori  $TQ(i)$  zonalnih nastajanja PGD putovanja po vrstama vozila. 12 model prostorne distribucije međuzonalne prometne potražnje utemeljen na poznavanju generaliziranih troškova putovanja (Time Function Iteration & Fratar). 13 rezultirajuće (n x n) matrice međuzonalnih PGD putovanja  $TQ(i,j)$  po vrstama vozila.
- 14-16  **Formalizirana procjena kalibriranog (SA) ravnotežnog stanja ponude i potražnje na spojnica mreže, dobivena kao rezultat uspostave tokova PGDP u sustavu (A)**  
 14 kalibracijske vrijednosti PGD tokova na uspostavljenom sustavu presjecišnih linija mreže (SA). 15 usmjereni planarni graf  $G_0$  cestovne mreže sa lociranim i atribuiranim spojnica, čvorištima, zonalnim navezima, zonama i posebnim generatorima (08). 16 model ponašanja prometne ponude cestovne mreže u procesu dodjeljivanja  $TQ$  međuzonalnih tokova postupkom CR, u uvjetima ograničenog kapaciteta i redukcije operativnih brzina vozila (A).
- 17  **Iterativni postupak kalibracije postojećih modela prometne ponude, potražnje i njihova ravnotežnog stanja (D-A), do zadovoljenja uvjeta nastajanja stvarnog stanja sustava (SA)**  
 Višekratna uporaba postupaka procjene nastajanja PGD prometa po vrstama vozila  $TQ(i)$  (GP), distribucije  $TQ(i,j)$  (D) i dodjele tokova na mrežu  $G_0$  (A), uz prilagodbu modela prometnog sustava (11-16).
- 18  **Rezultati analize i kalibracije stanja sustava**  
 Rezultirajući PGD prometni tokovi pojedinih kategorija vozila  $VQ(a,b)$  na spojnica mreže i rezultirajući prometni rad ostvaren u mreži na razini PGDP po kategorijama spojnica: izražen u voz-km i voz-satima.
- Prognoza stanja sustava: cestovni promet**
- 19-21  **Određenje prognoznih vrijednosti (01-16) i ponavljanje postupka (17-18)**

- 1-04  **Statistical-documentation basis of the system model on the area covered by the assessment**  
 01 use of structures and socio-economic state by entities 02 regularities of behaviour of transport demand between the entities and intervention area for road transport. 03 construction-technical state of road network elements from the viewpoint of the system supply. 04 balanced state of traffic supply of the road network, and traffic demand on selected network sections: starting and calibration data.
- 05-07  **Values and factors of estimate of creation and attraction of trips in the zonal regression analysis (GP) and distribution model (D)**  
 05 extent of zones: population, households, their size, work places and employees by activities: special generators: airport, transit flows. 06 degree of economic development: GDP of the community, income and property of vehicles by zones. 07 parameters of estimate of creation of business and other trips by passenger car, by household and zones: degrees of generation and possession of vehicles, according to structure and income of households: parameters of estimate of trip attraction by zones: population/households and employees per activities.
- 08-09  **Extent and factors of estimate of road network supply in the procedure of assignment of flows (A) and calibration value of the intensity and the structure of flows on crossing lines of the network (SA)**  
 08 attributes of description of one-way connections of the enclosed planar graph of the network: length between interchanges, average free flow speed (AHS), hourly capacity (C), peak hour factor as a share of the n-peak value in the AADT, function of relations of operative speed (OS), and flow (V/C). 09 time series of intensity and structure of flows, by type of vehicle.
- 10-13  **Formalized estimate of generation (GP) and space distribution (D) of interzonal trips of vehicles at AADT level**  
 10 model of estimate of zonal generation of vehicle trips and activities of special generators. 11 resulting vectors  $TQ(i)$  of zonal occurrence of AAD trips by type of vehicle. 12 model of space distribution of interzonal traffic demand based on knowing of generalized travel costs (Time Function Iteration & Fratar). 13 resulting (n x n) matrices of interzonal AAD trips  $TQ(i,j)$  by type of vehicle.
- 14-16  **Formalized estimate of calibrated (SA) balanced state of supply and demand on network connections, obtained as a result of establishing the flows AADT in the system (A)**  
 14 calibration values of AAD flows on established system of crossing lines of network (SA). 15 planar graph  $G_0$  of road network with located and attributed connections, interchanges, zones and special generators (08). 16 model of behaviour of traffic supply of road network in the process of assignment OD of interzonal flows by procedure CR in conditions of limited capacity of reduction of operating vehicle speed (A).
- 17  **Iterative procedure of calibration of existing models of traffic supply, demand, and their balanced state (D-A) till satisfying the conditions of accepting the real state of the system (SA)**  
 Multiple applying of procedure of estimation of occurrence of AAD traffic by type of vehicle  $TQ(i)$  (GP), distribution of OD flows  $TQ(i,j)$  (D) and assignment of flows to network  $G_0$  (A), with adaptation of the traffic system model (11-16).
- 18  **Results of analysis and calibration of the system state**  
 The resulting AAD traffic flows of different vehicle categories  $VQ(a,b)$  on the network connections and resulting traffic operation realized in the network at the AADT level, by categories of connections: expressed in vehicle-km and vehicle-hour.
- Prognosis of the system state: Road traffic**
- 19-21  **Definition of forecast values (01-16) and repetition of the procedure (17-18)**

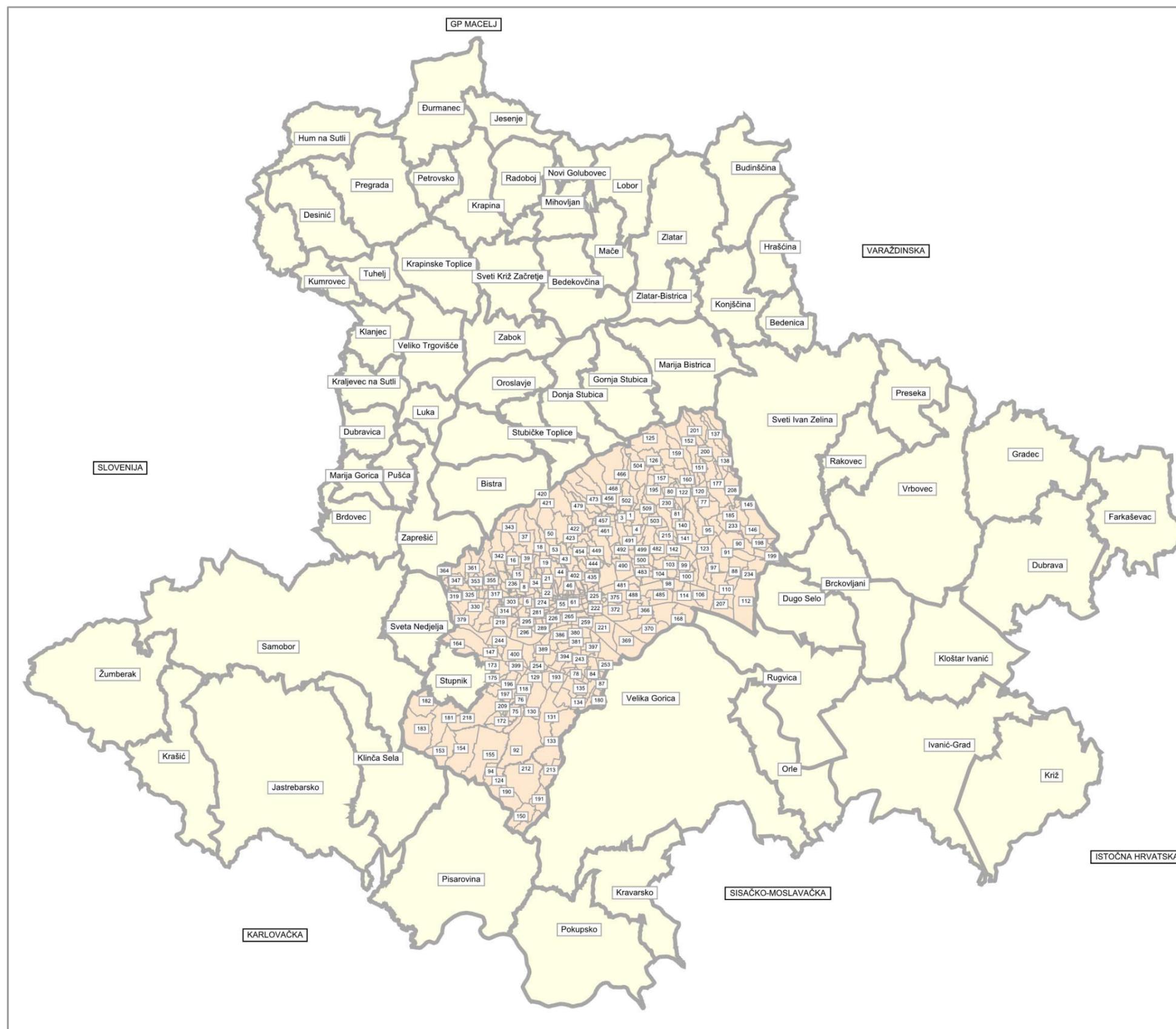
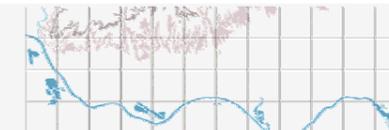
P-01. Algoritam određenja stanja i projekcije prometnih tokova i njihovih učinaka na cestovnoj mreži zadanog sustava



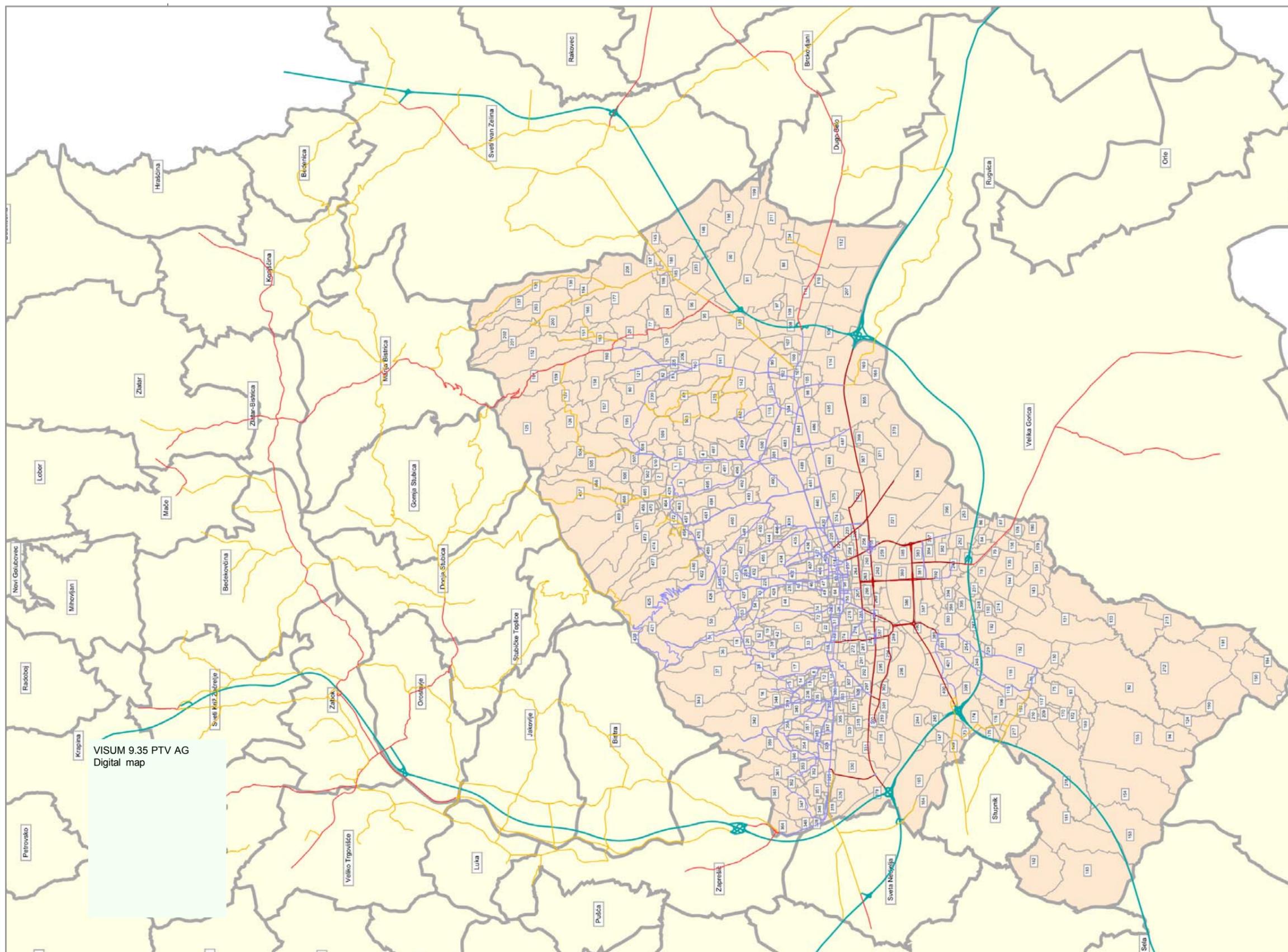
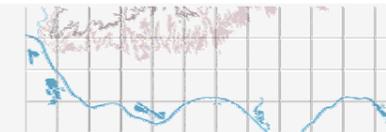
P-02. Šire i uže područje istraživanja prometnog sustava



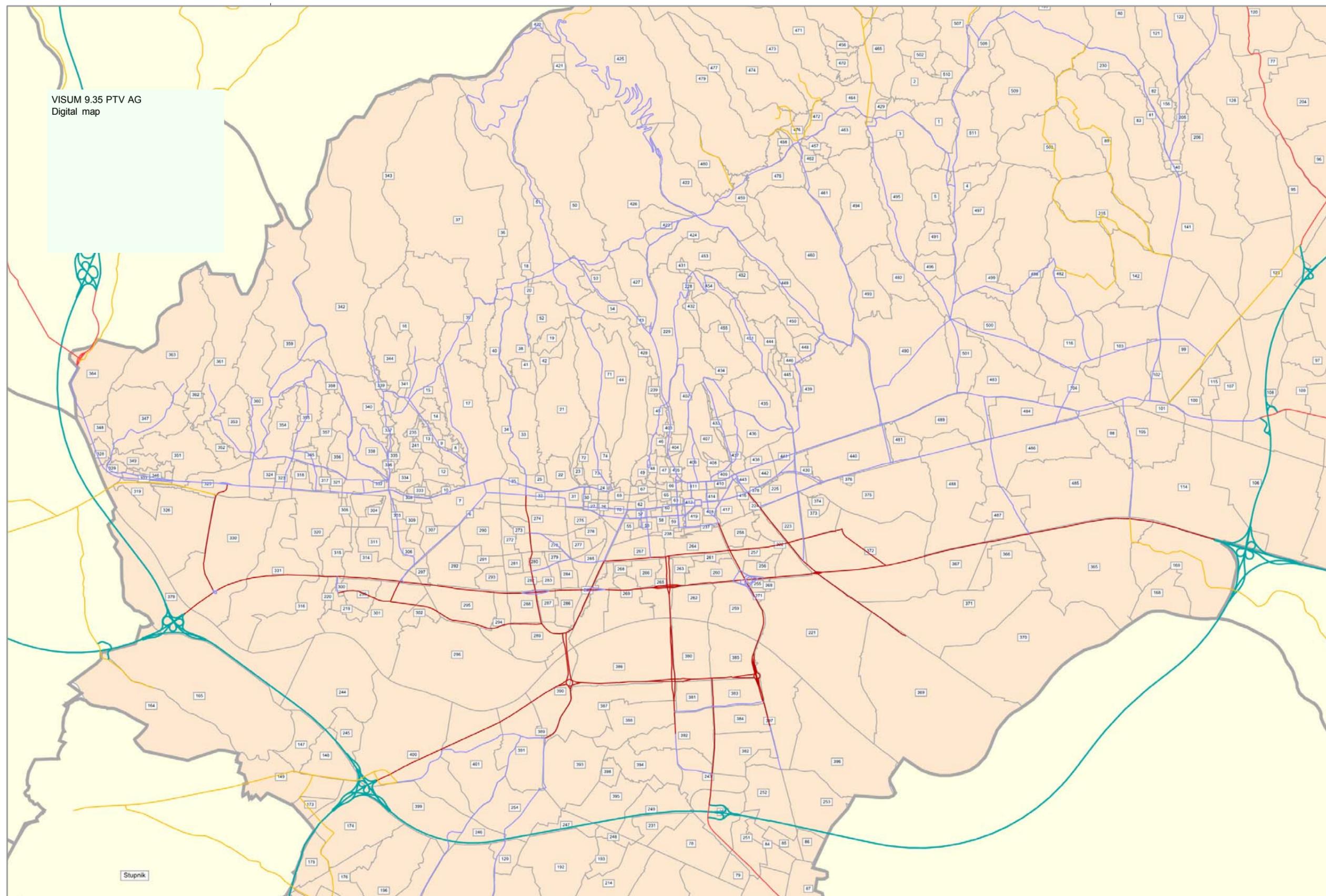
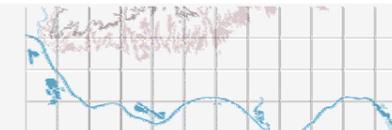
P- 03.1 Zone prometne potražnje šireg područja istraživanja sustava



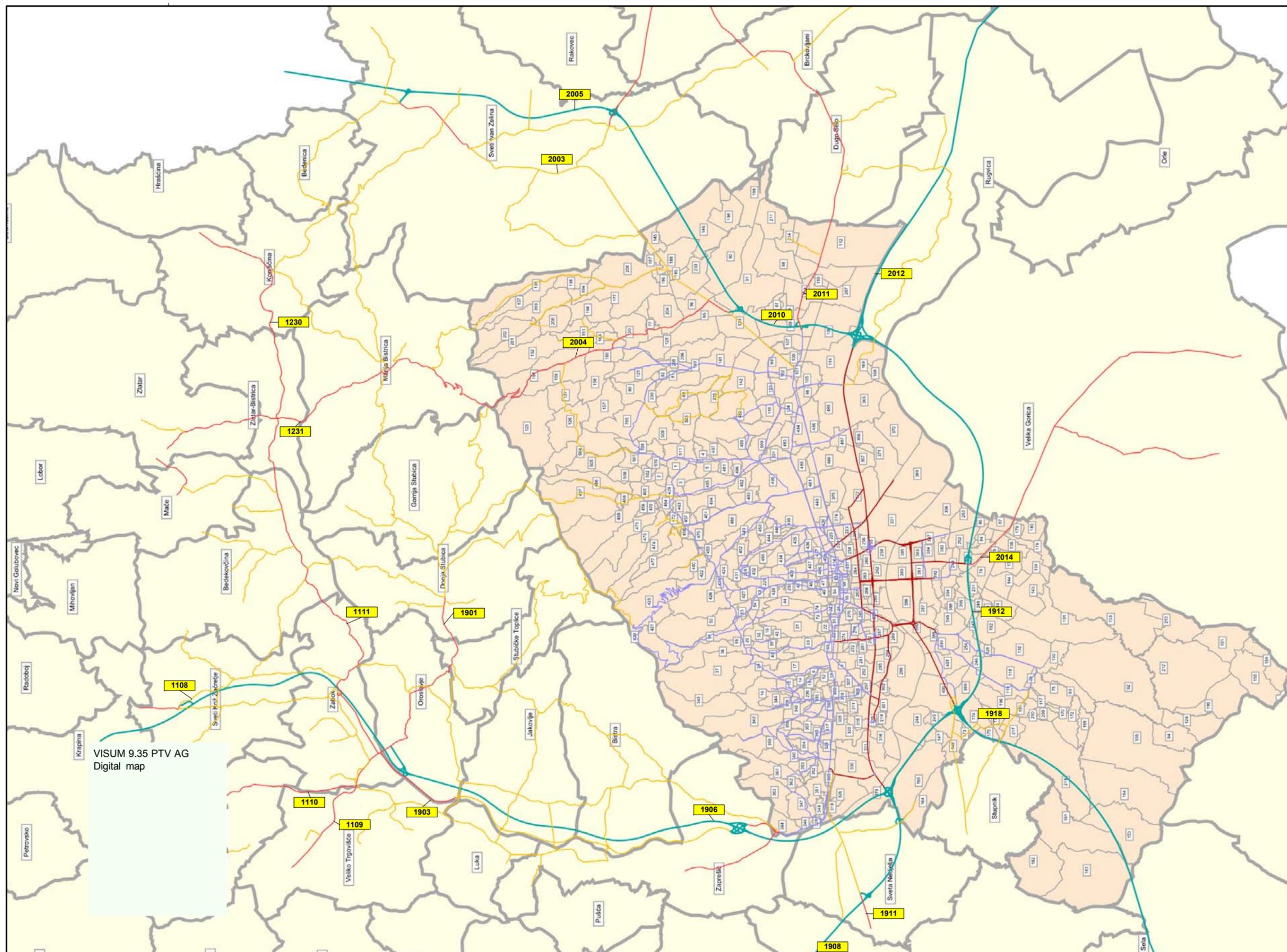
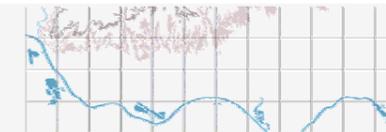
P- 03.2 Zone prometne potražnje užeg područja istraživanja sustava



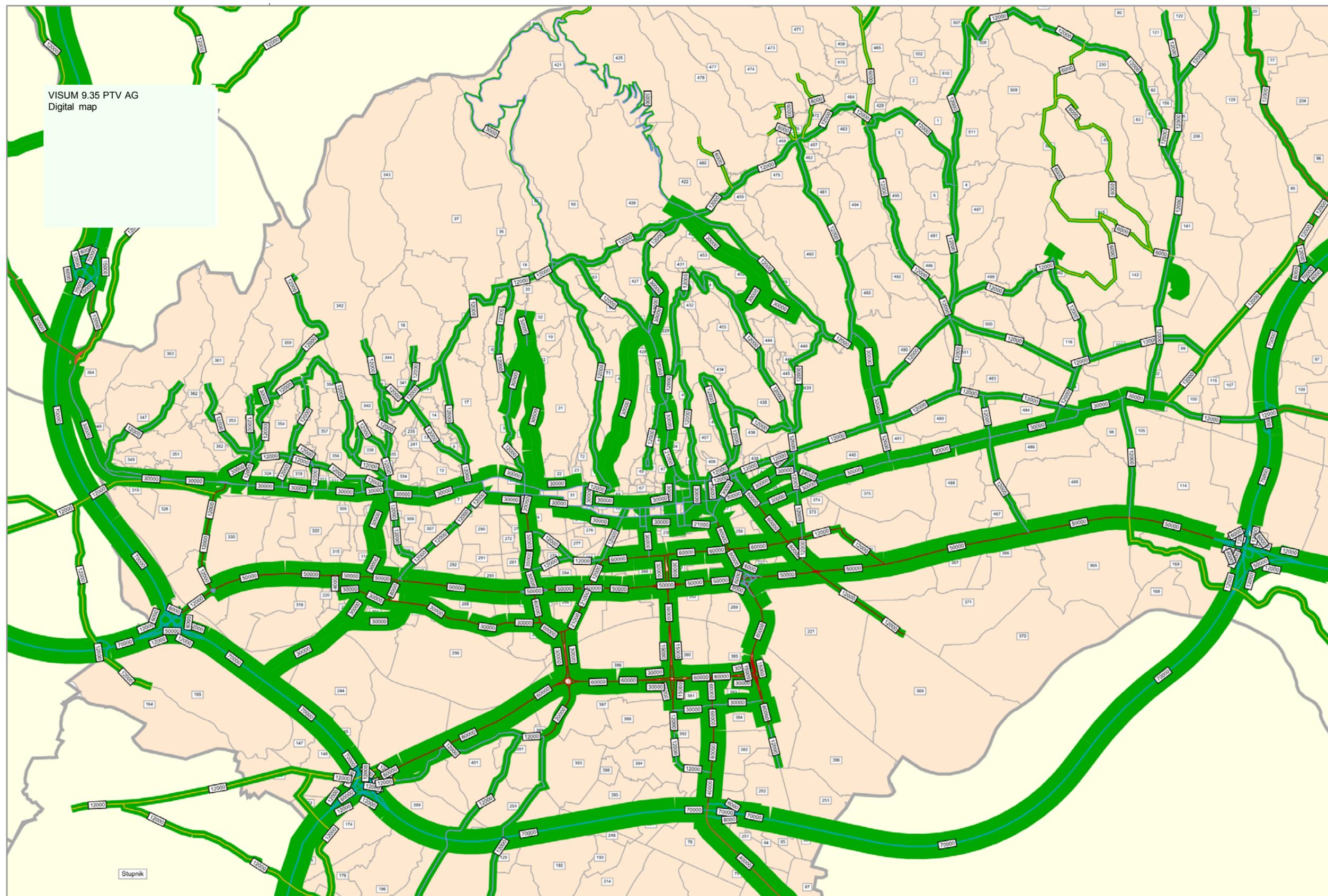
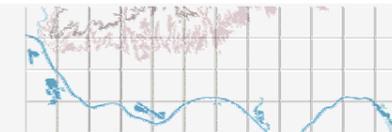
P- 04.1 Postojeća prometna ponuda cestovne mreže šireg i užeg područja istraživanja sustava: Model 0



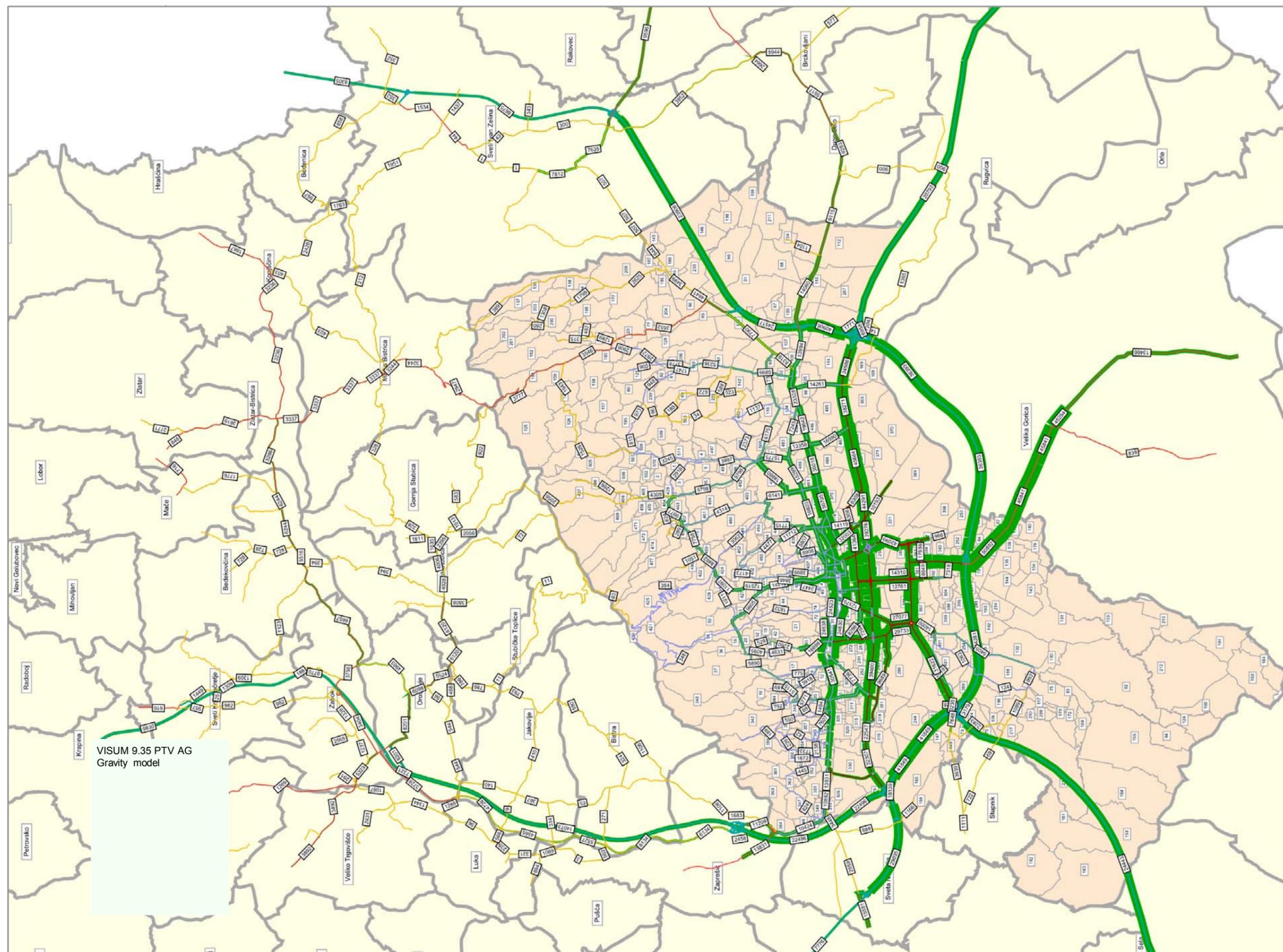
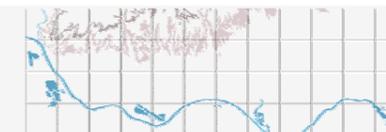
P- 04.2 Postojeća prometna ponuda cestovne mreže užeg područja istraživanja sustava: Model 0



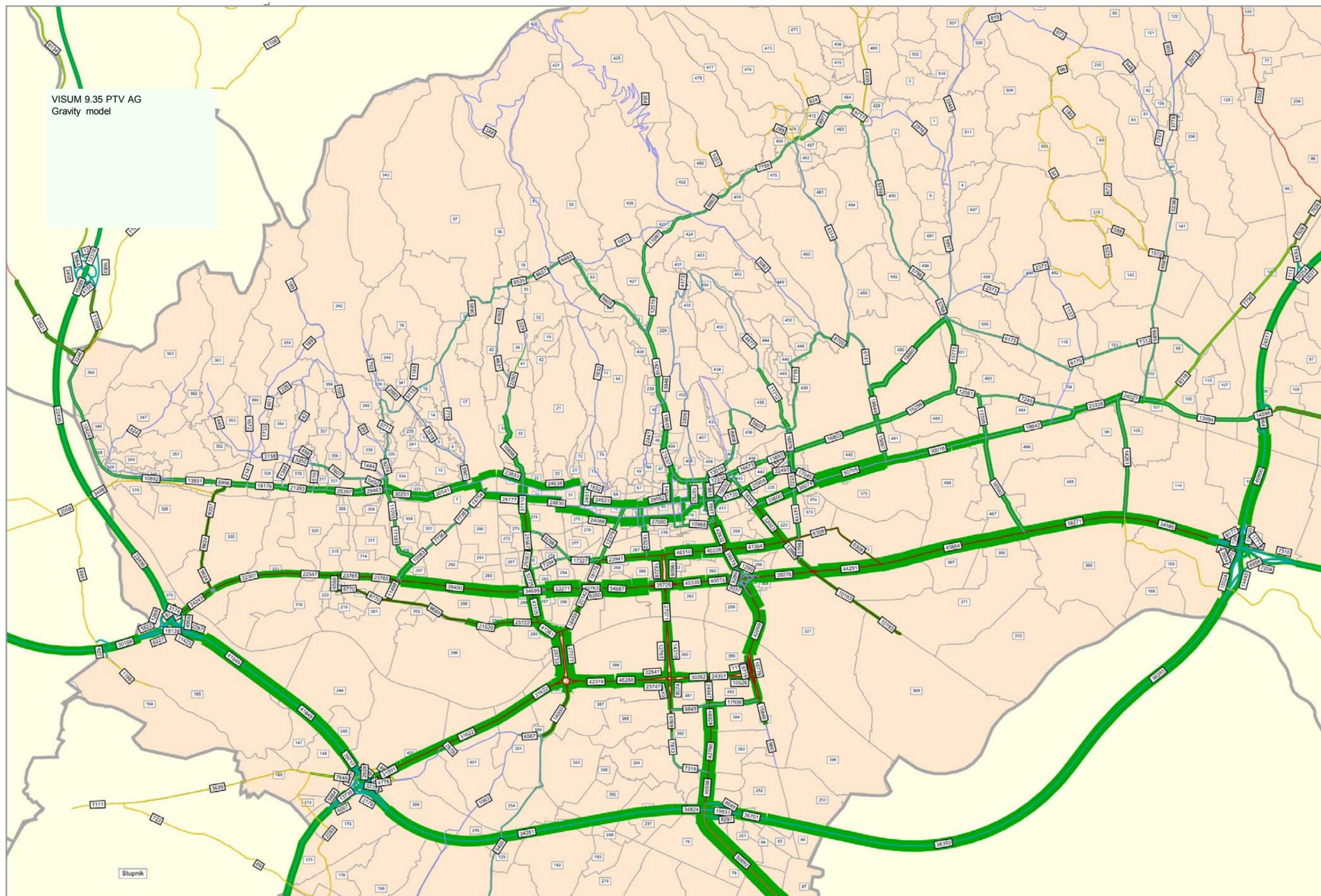
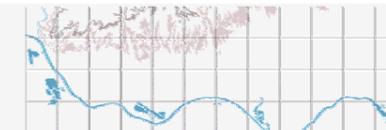
P- 05. Mjesta stalnog brojenja prometa: relevantne kalibracijske lokacije / Model 0



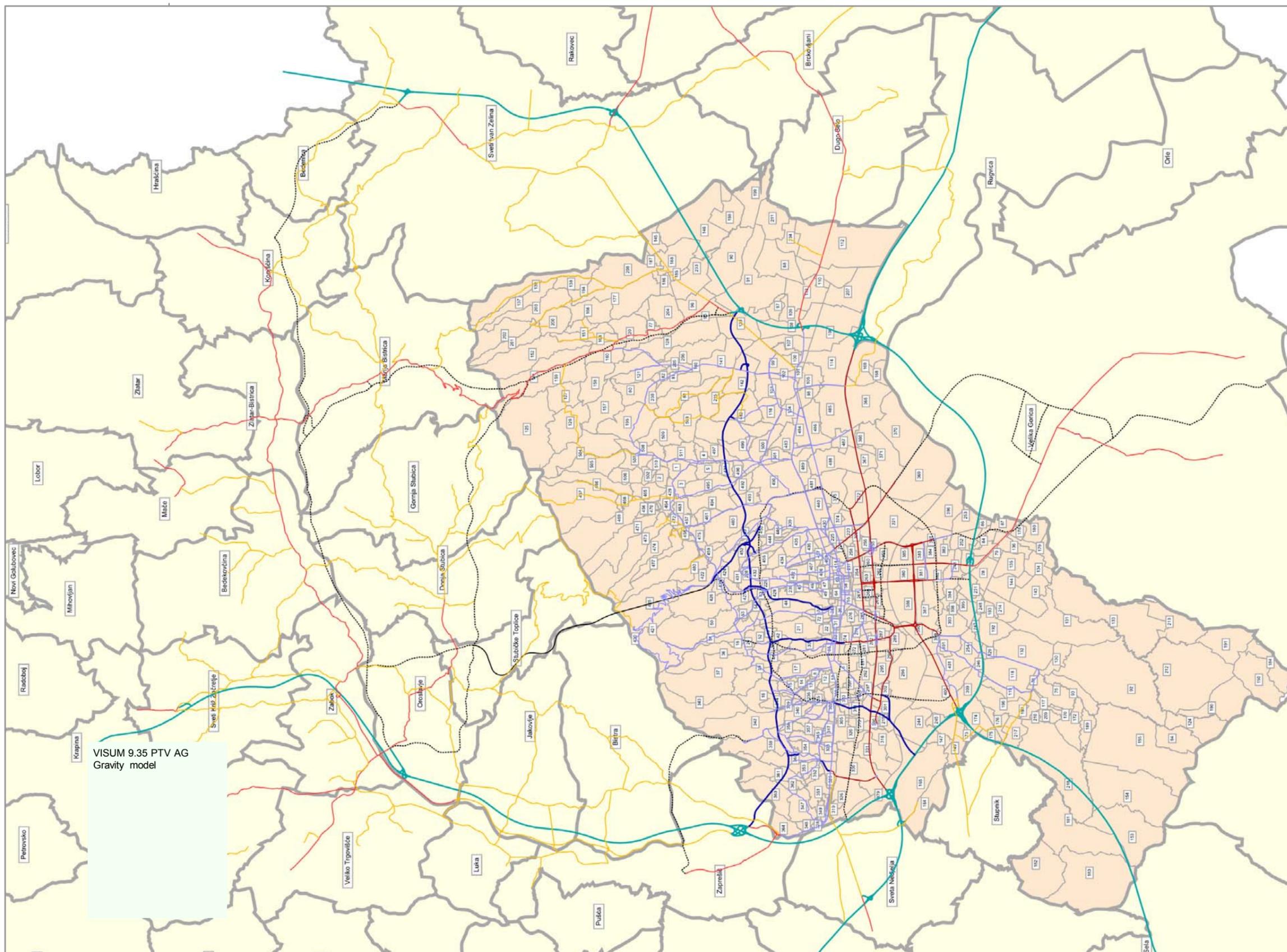
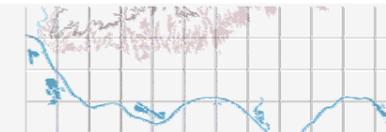
P- 06. Primijenjena preliminarna dnevna propusna moć elemenata postojeće cestovne mreže užeg područja istraživanja: Model 0



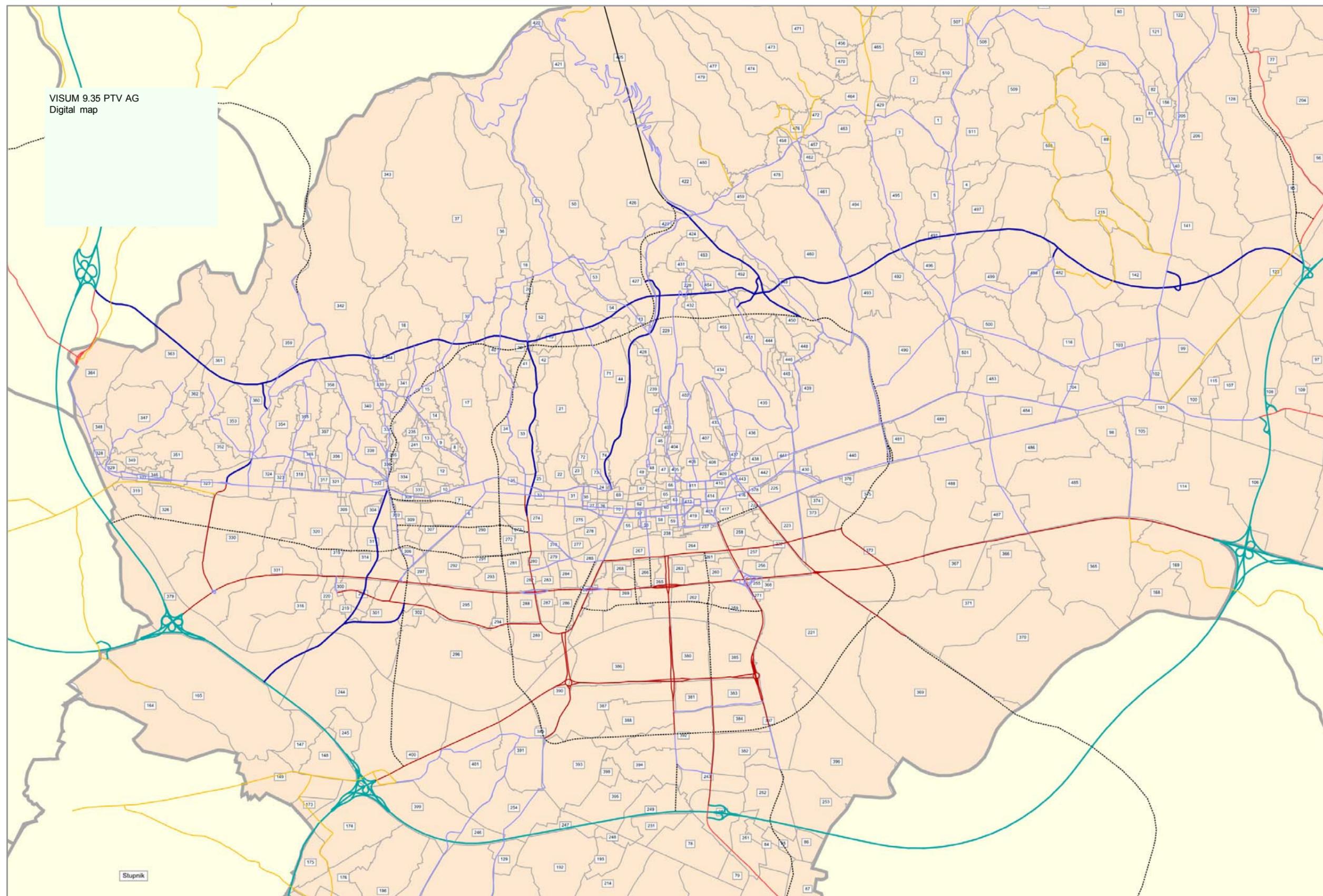
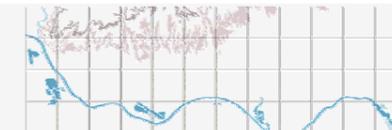
P- 07.1 Ocjena ravnotežnog stanja postojeće prometne ponude i potražnje šireg područja istraživanja sustava, rezultat preliminarnе kalibracije modela: PGDP 0/2004



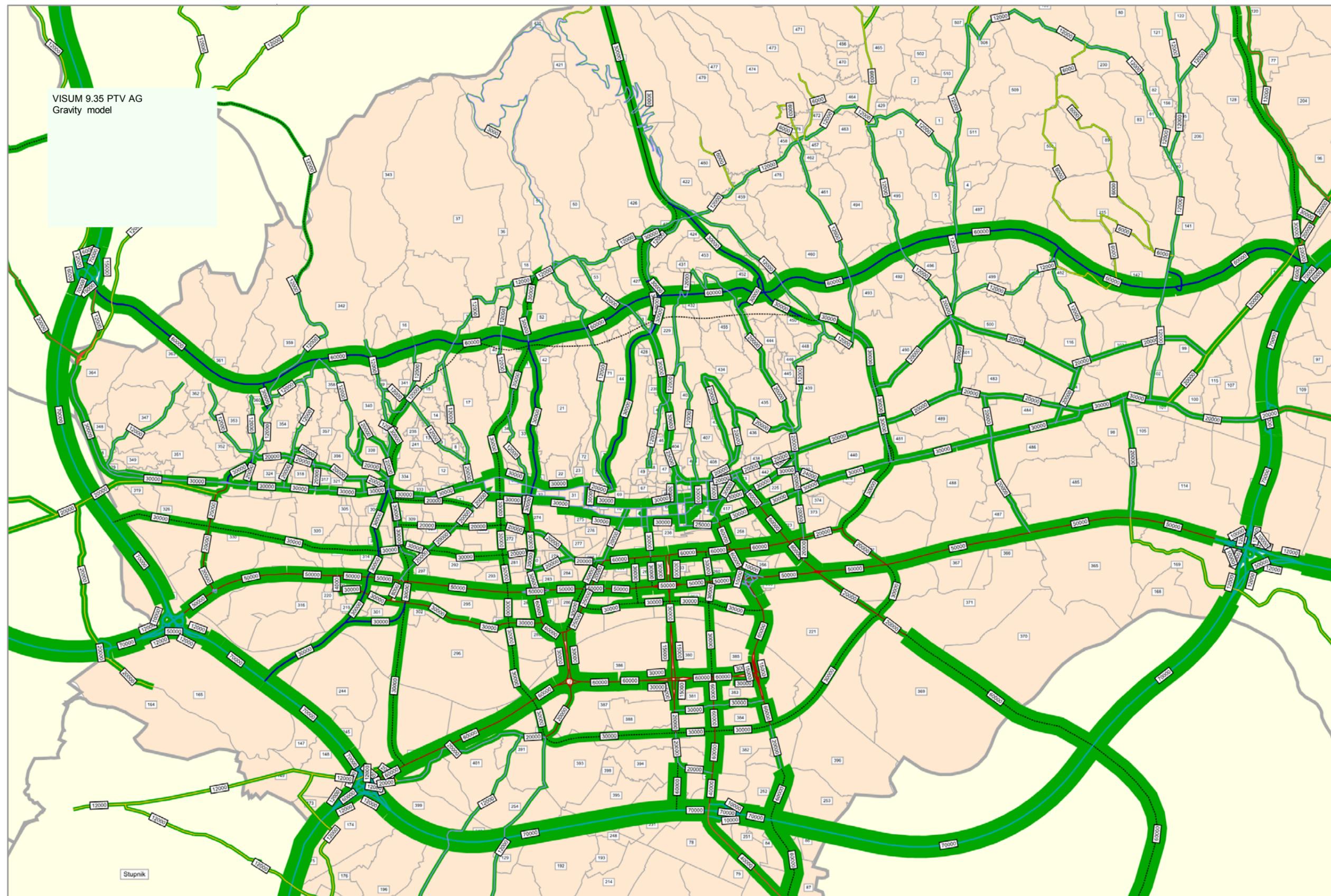
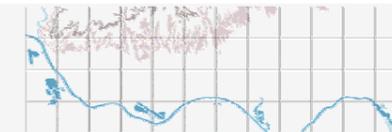
P- 07.2 Ocjena ravnotežnog stanja postojeće prometne ponude i potražnje užeg područja istraživanja sustava, rezultat preliminarnе kalibracije modela: PGDP 0/2004



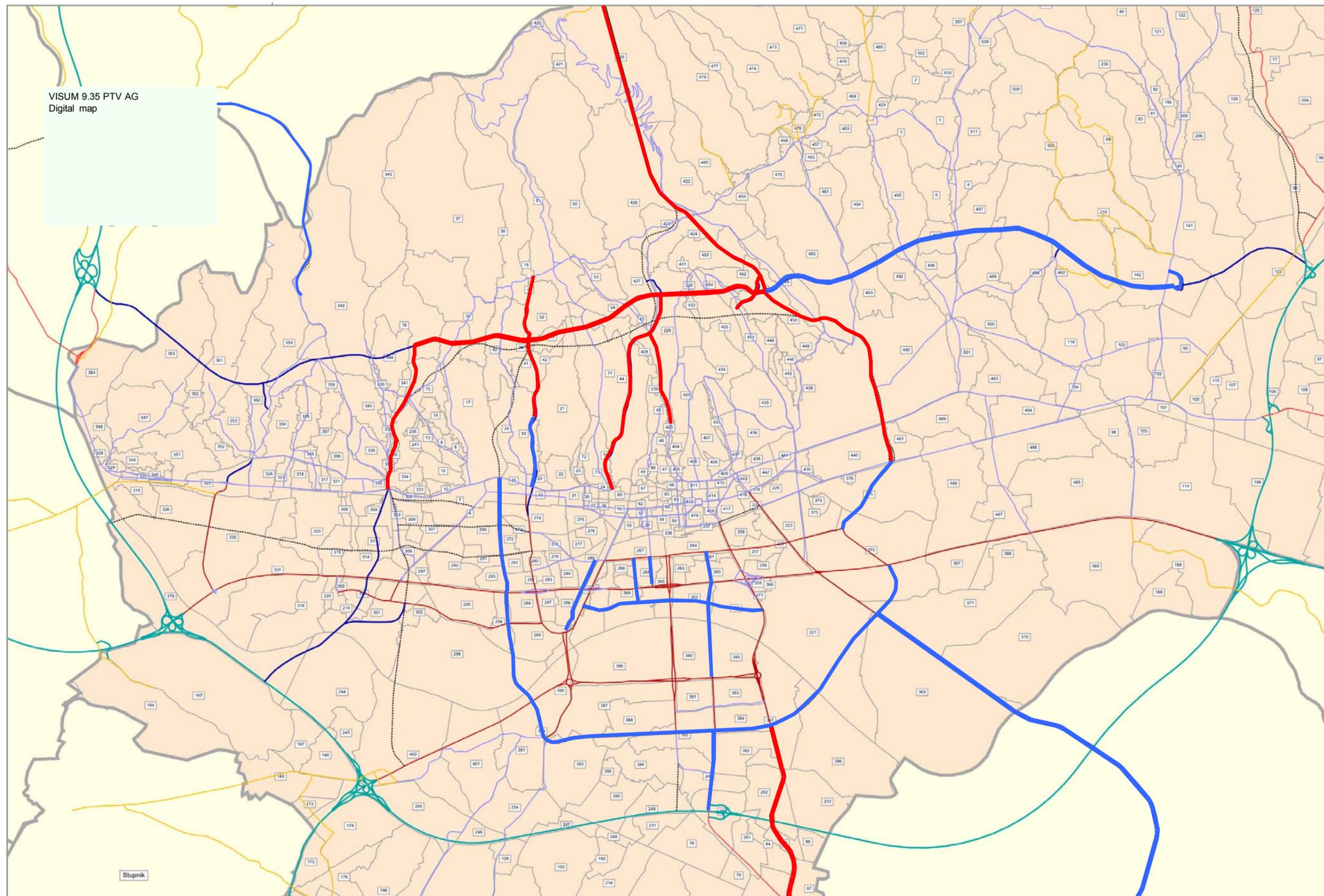
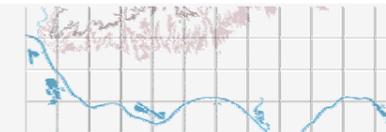
P- 08.1 Planirana prometna ponuda cestovne mreže šireg i užeg područja istraživanja: Model 1



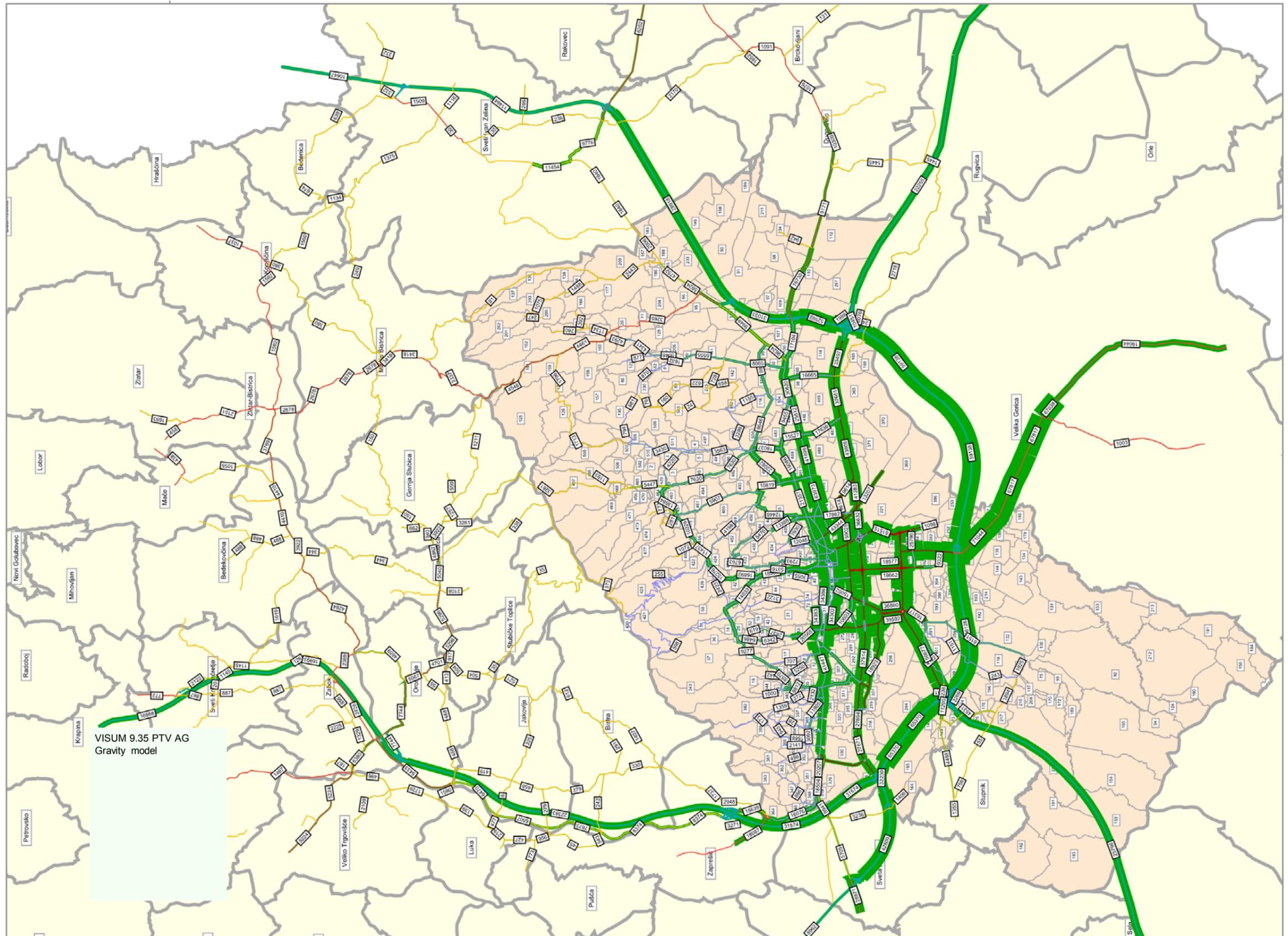
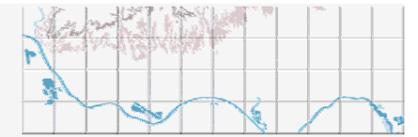
P- 08.2 Planirana prometna ponuda cestovne mreže užeg područja istraživanja: Model 1



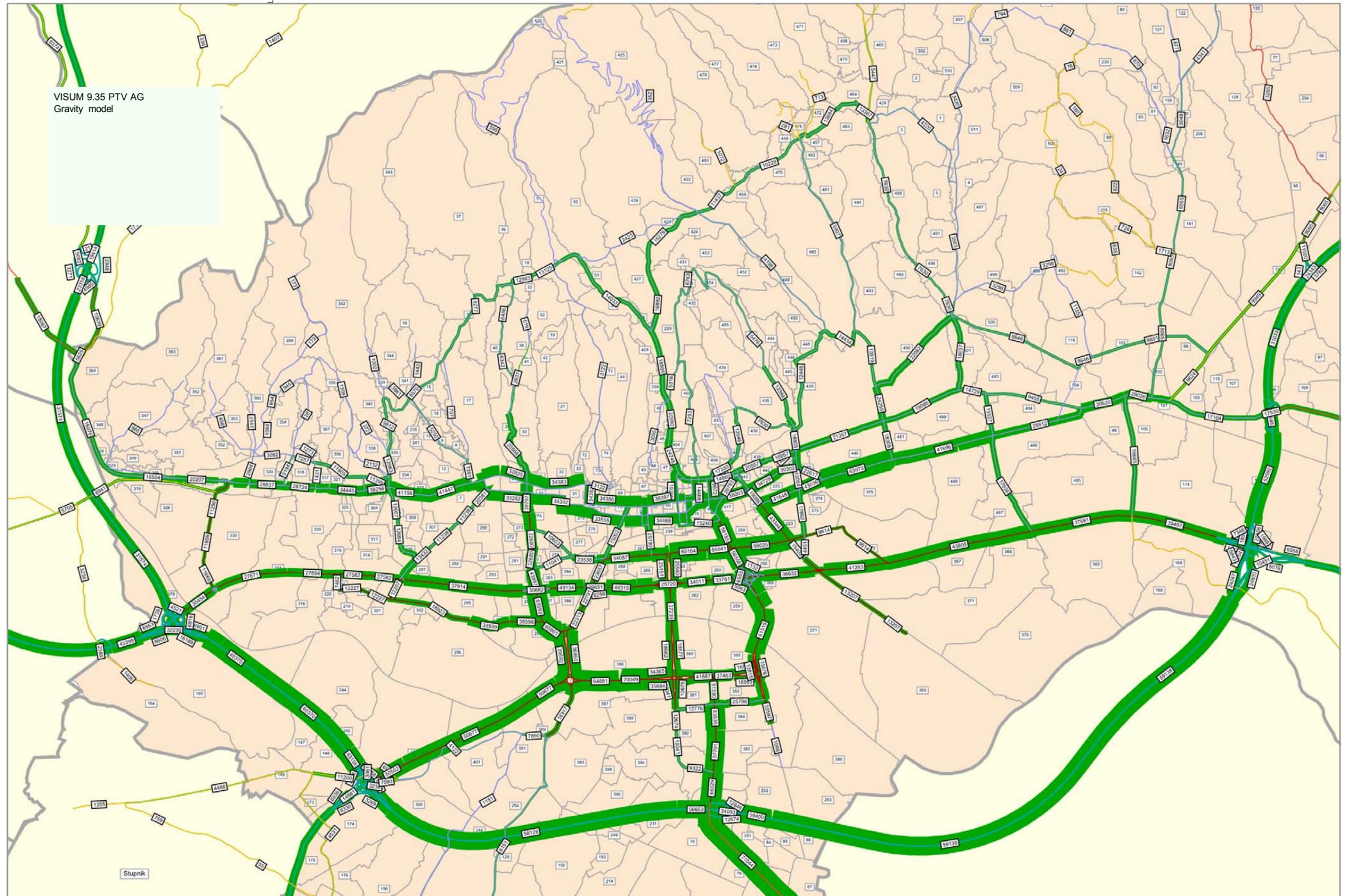
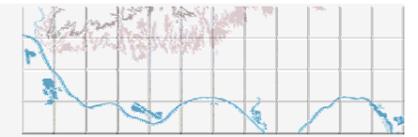
P- 09. Preliminarna dnevna propusna moć elemenata planirane cestovne mreže užeg područja istraživanja: Model 1



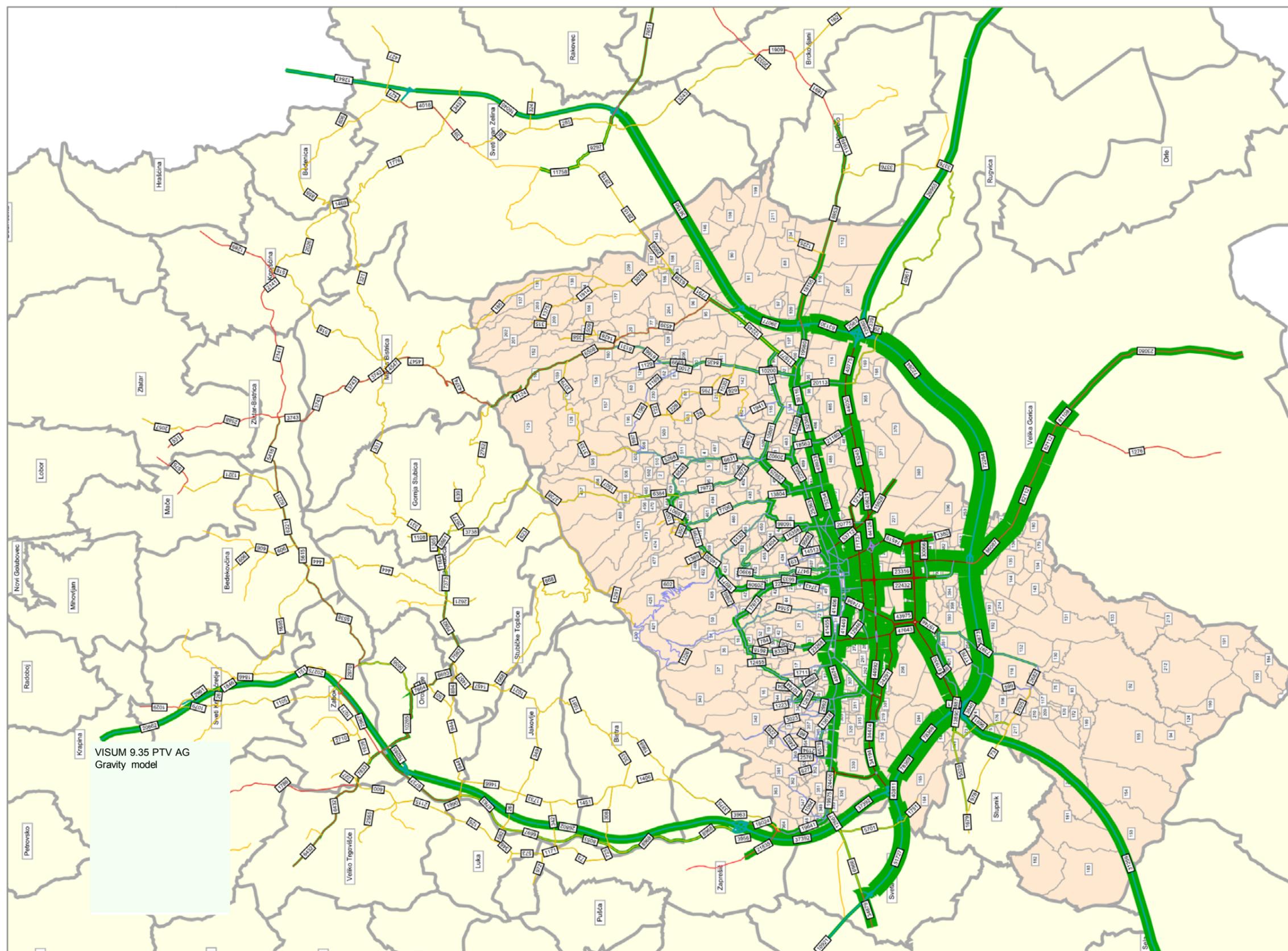
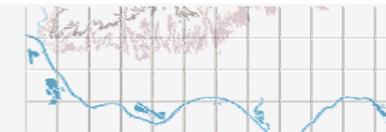
P- 10. Preliminarne etape razvitka prometne ponude cestovne mreže užeg područja istraživanja sustava do uspostave planiranog stanja: Modeli 0.1 • 0.2



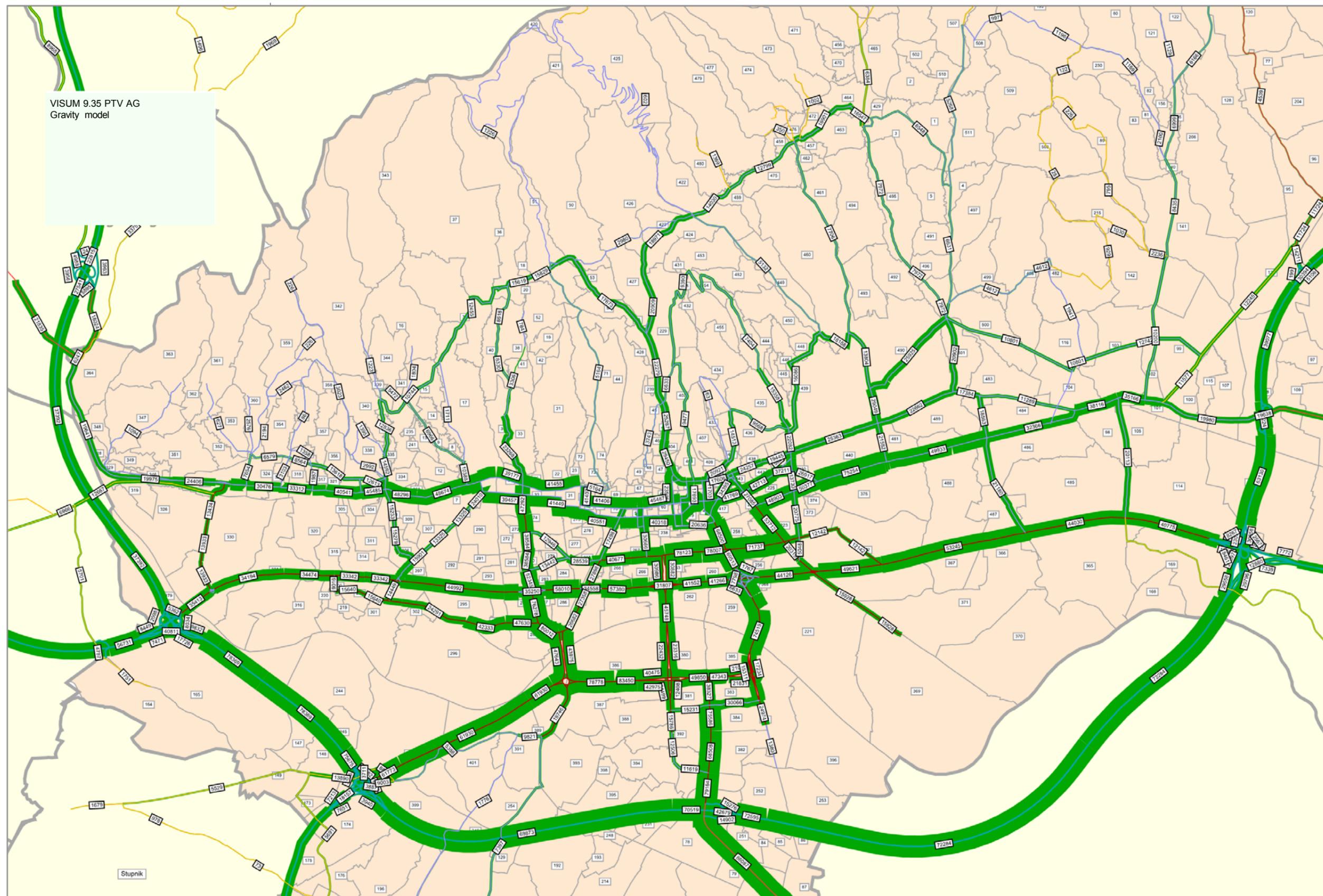
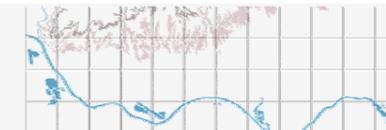
P- 11.1 Ocjena ravnotežnog stanja postojeće prometne ponude i planirane potražnje šireg područja istraživanja sustava, rezultat preliminarne prognoze: PGDP 0/2015



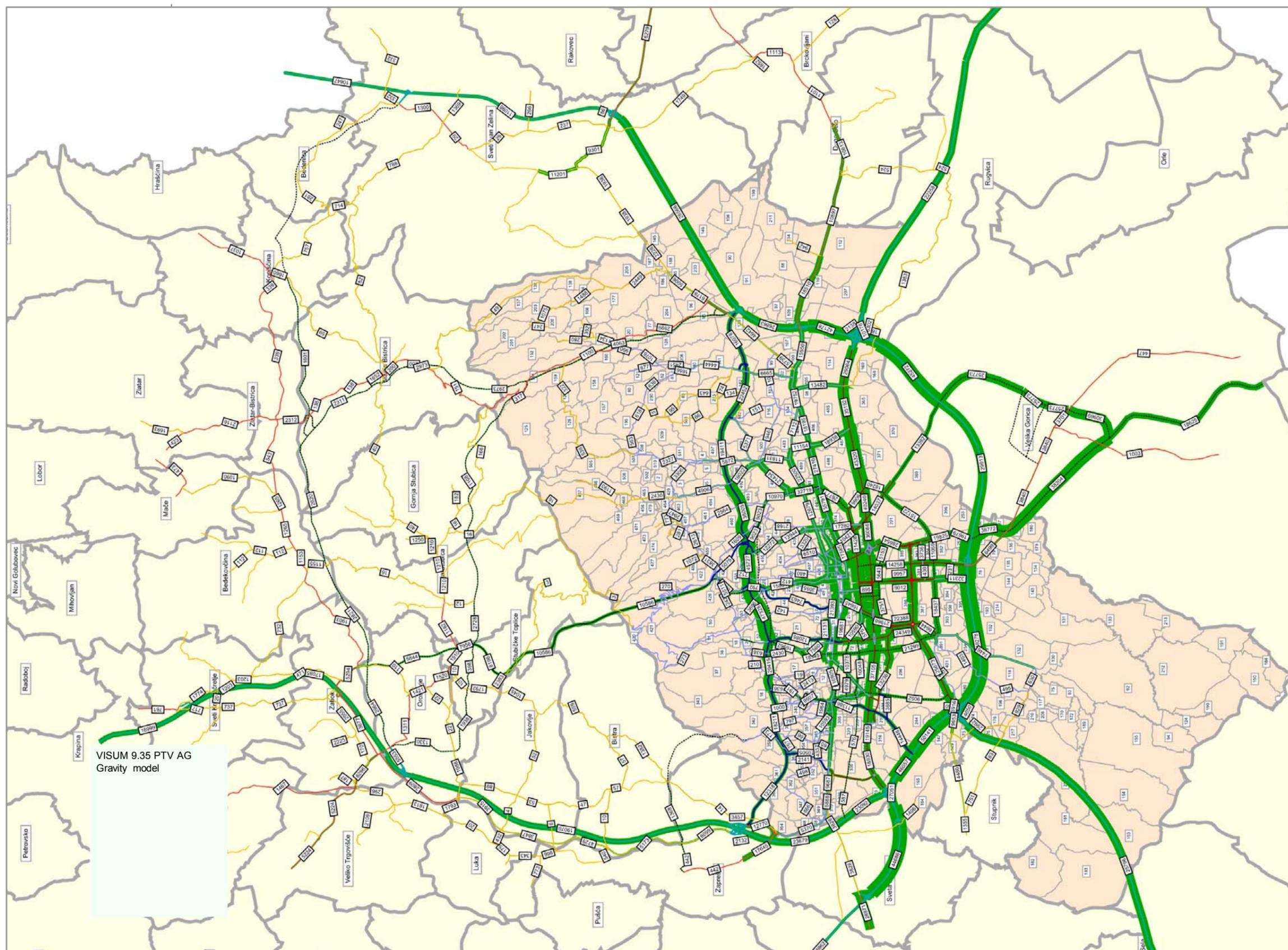
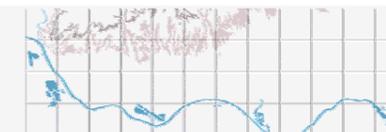
P- 11.2 Ocjena ravnotežnog stanja postojeće prometne ponude i planirane potražnje užeg područja istraživanja sustava, rezultat preliminarne prognoze: PGDP 0/2015



P- 12.1 Ocjena ravnotežnog stanja postojeće prometne ponude i planirane potražnje šireg područja istraživanja sustava, rezultat preliminarne prognoze: PGDP 0/2034

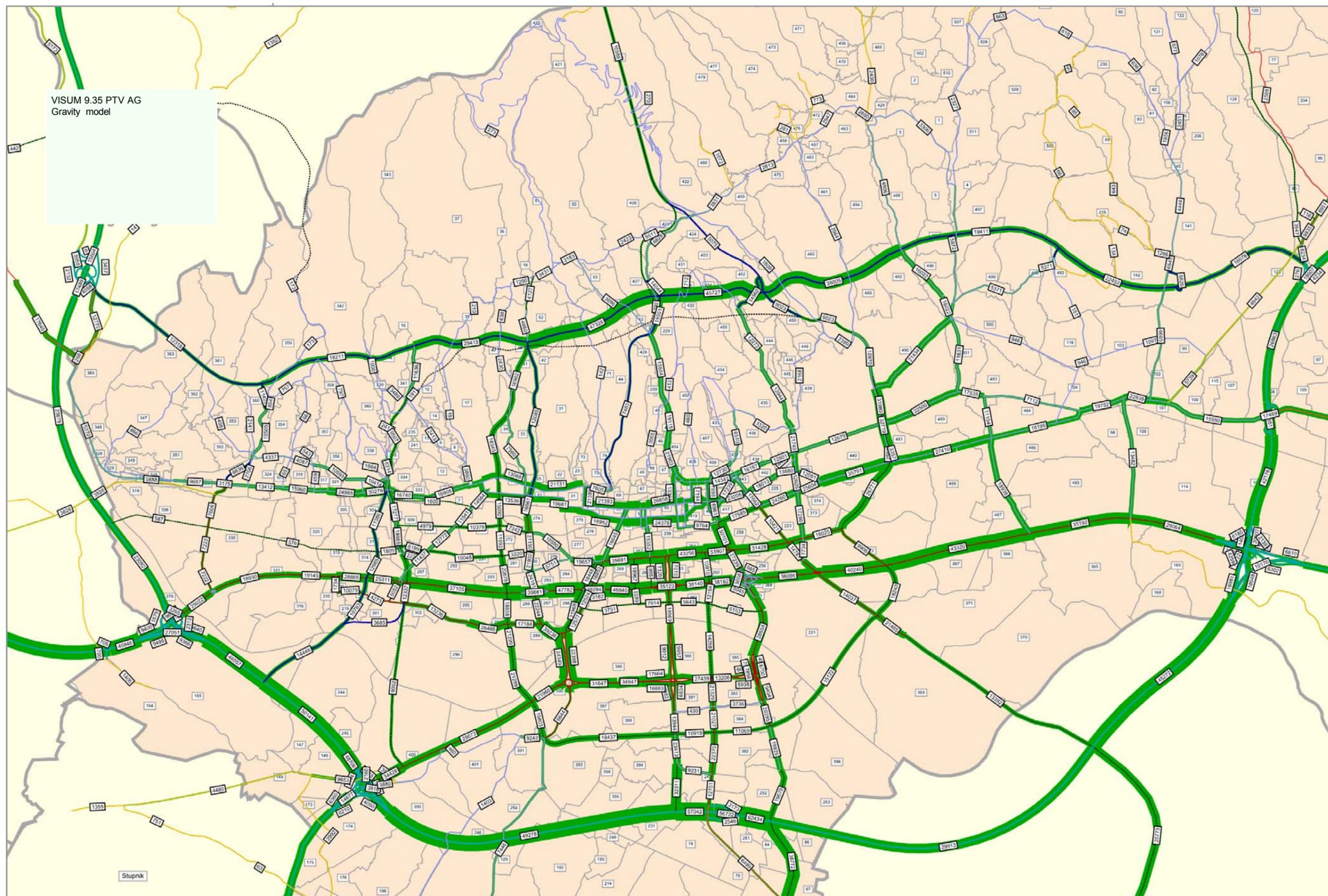
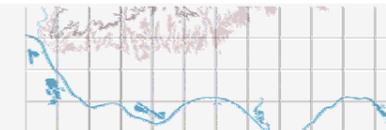


P- 12.2 Ocjena ravnotežnog stanja postojeće prometne ponude i planirane potražnje užeg područja istraživanja sustava, rezultat preliminarne prognoze: PGDP 0/2034

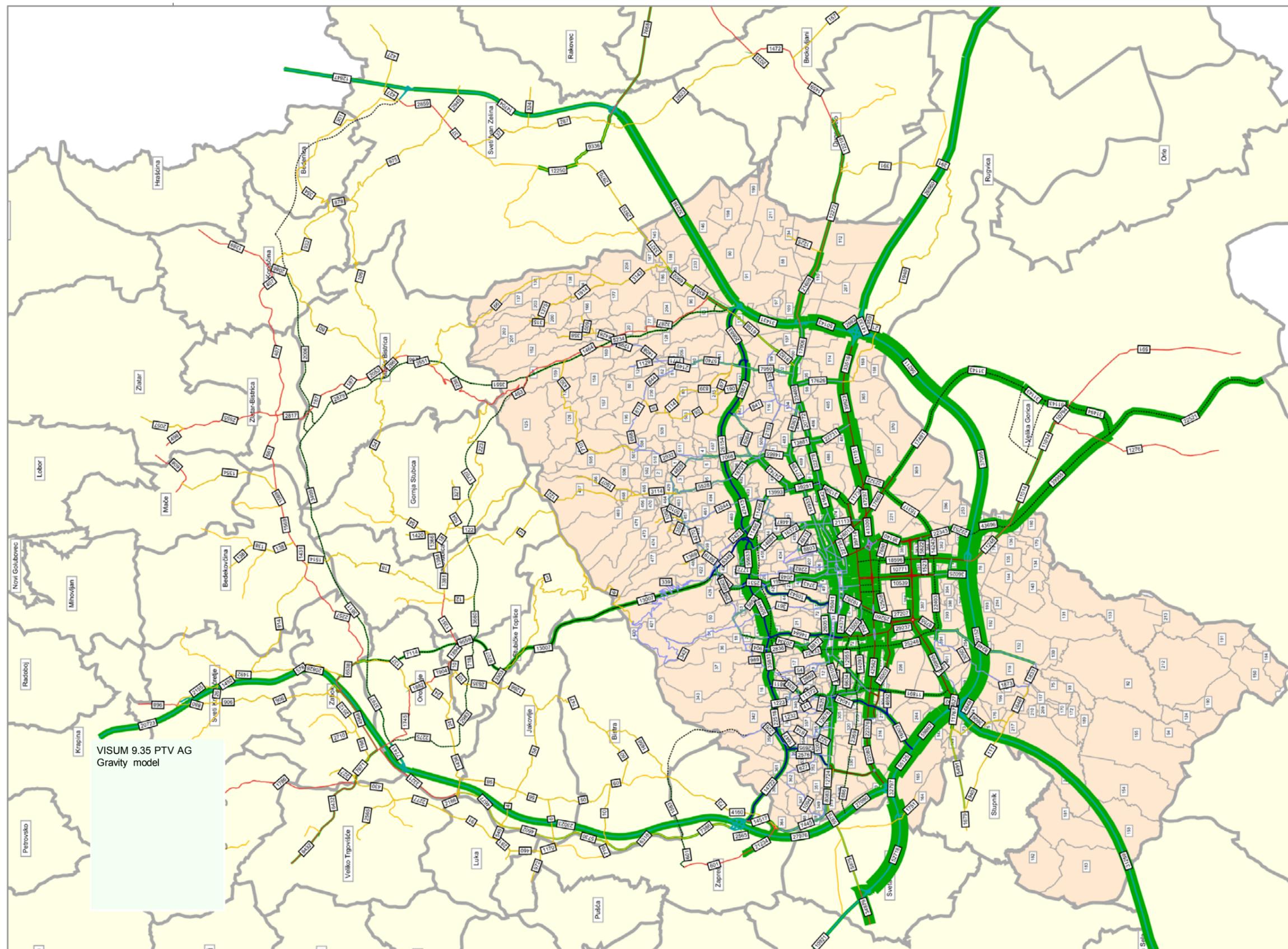
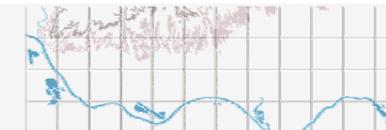


VISUM 9.35 PTV AG  
Gravity model

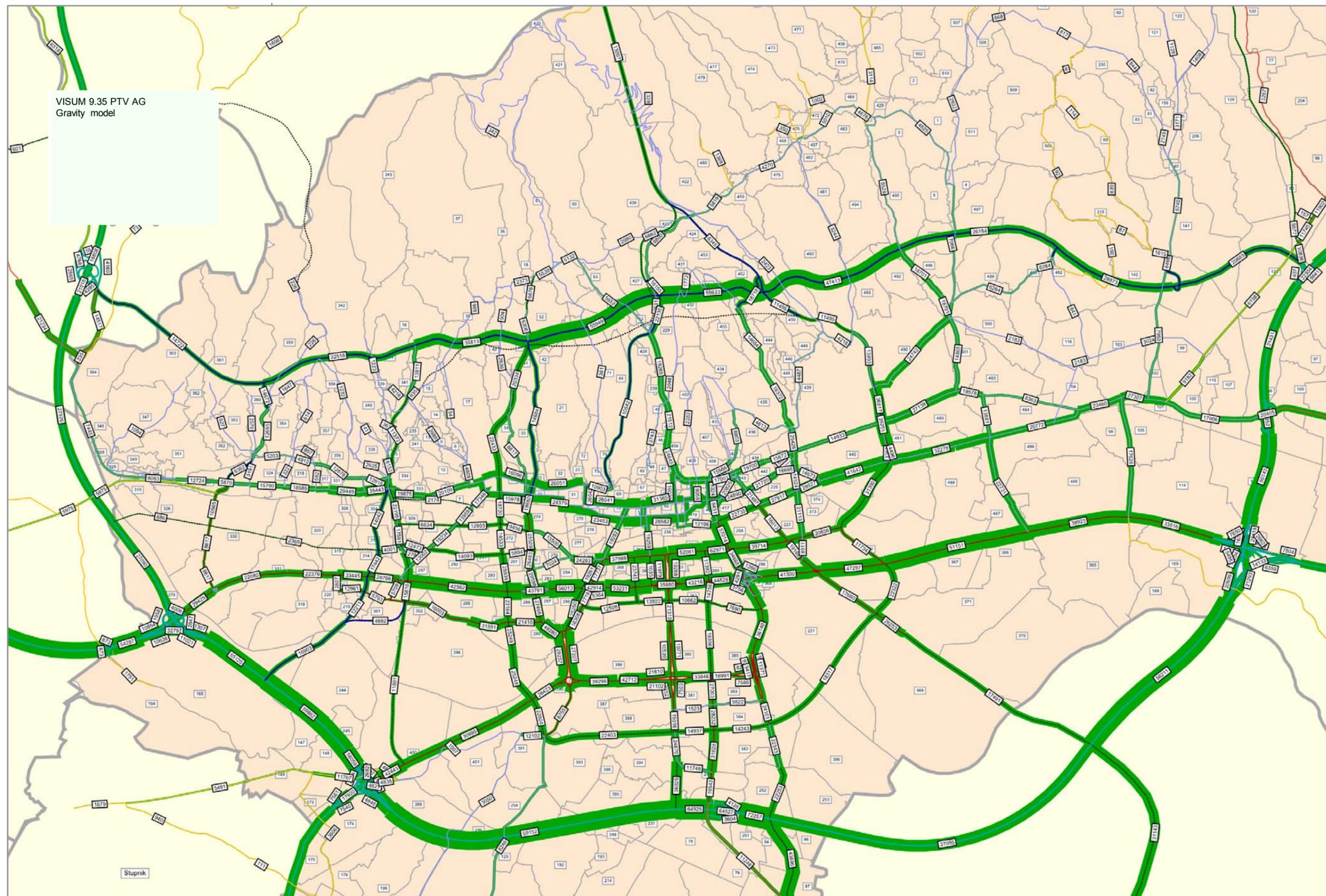
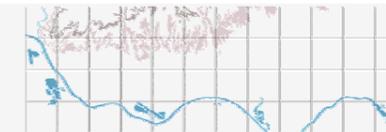
P- 13.1 Ocjena ravnotežnog stanja planirane prometne ponude i potražnje šireg područja istraživanja sustava, rezultat preliminarne prognoze: PGDP 1/2015



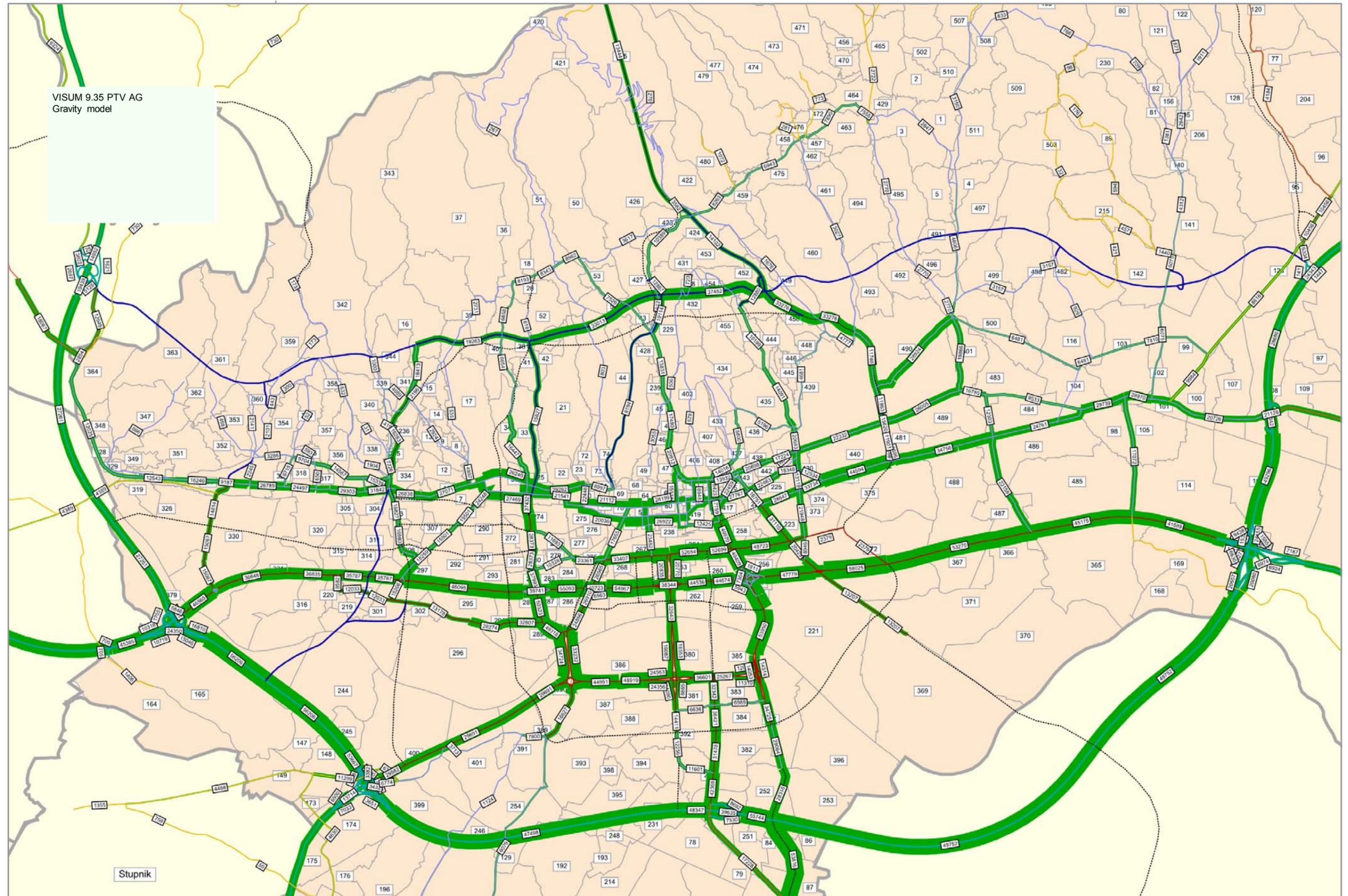
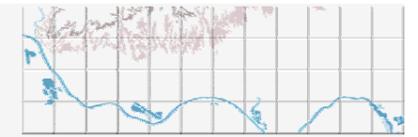
P- 13.2 Ocjena ravnotežnog stanja planirane prometne ponude i potražnje užeg područja istraživanja sustava, rezultat preliminarne prognoze: PGDP 1/2015



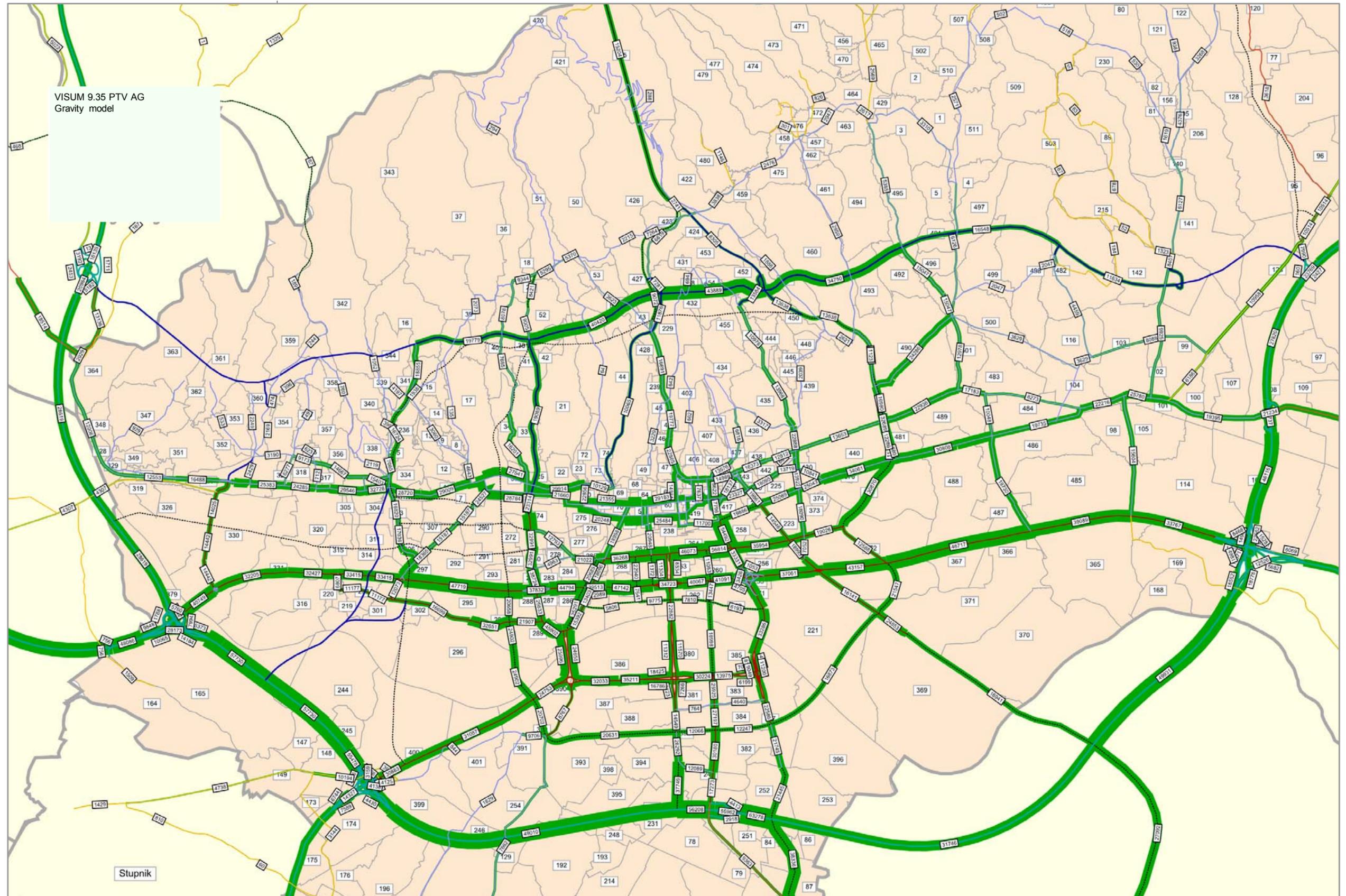
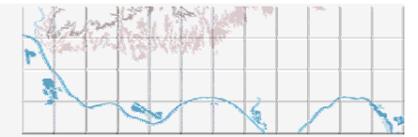
P- 14.1 Ocjena ravnotežnog stanja planirane prometne ponude i potražnje šireg područja istraživanja sustava, rezultat preliminarne prognoze: PGDP 1/2034



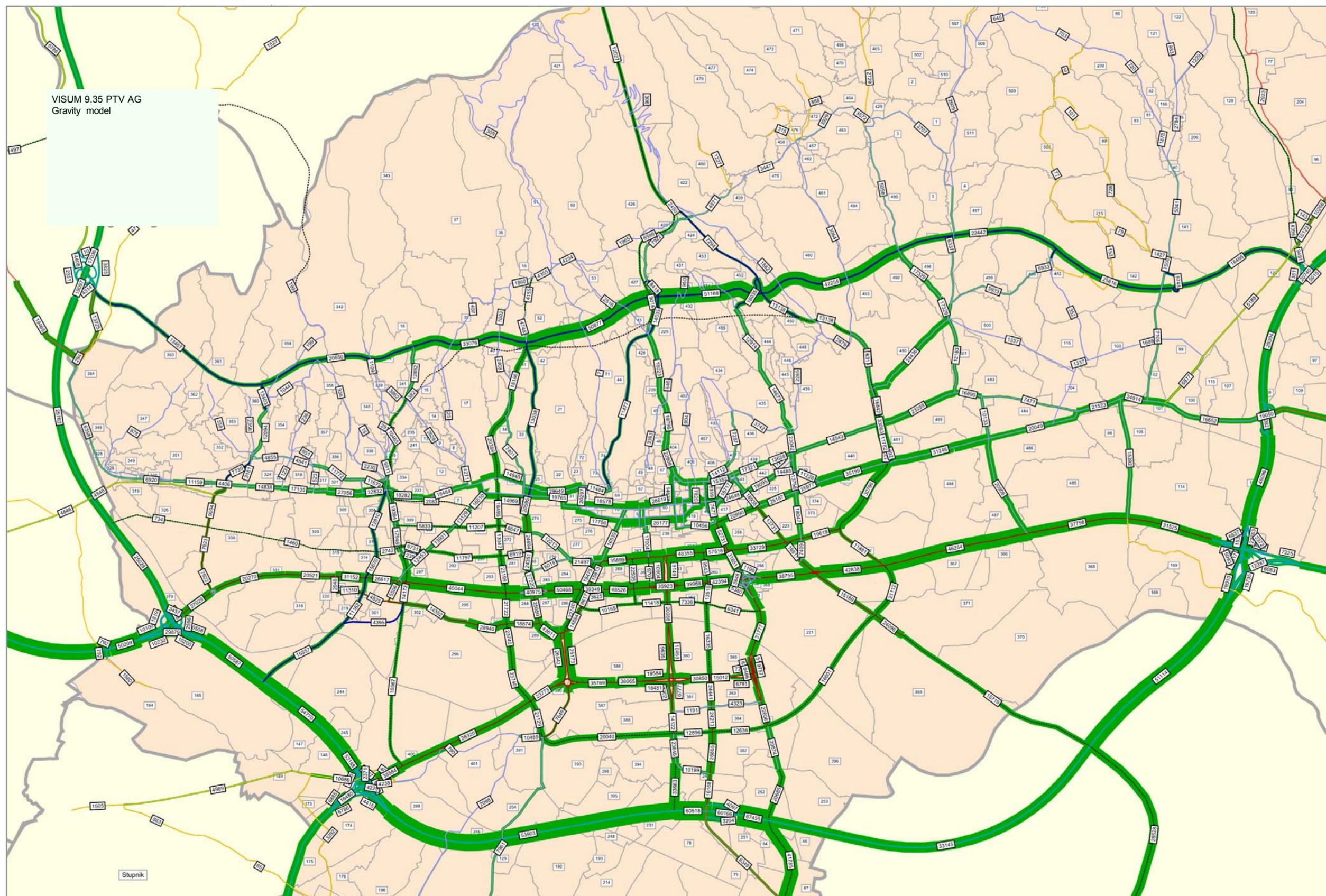
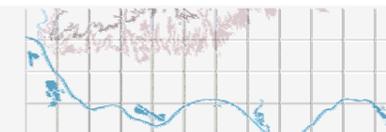
P- 14.2 Ocjena ravnotežnog stanja planirane prometne ponude i potražnje užeg područja istraživanja sustava, rezultat preliminarne prognoze: PGDP 1/2034



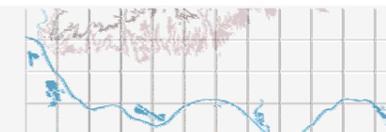
P- 15. Ocjena ravnotežnog stanja prve etape razvika planirane prometne ponude i potražnje užeg područja istraživanja sustava, rezultat preliminarne prognoze: PGDP 0.1/2015



P- 16. Ocjena ravnotežnog stanja druge etape razvitka planirane prometne ponude i potražnje užeg područja istraživanja sustava, rezultat preliminarne prognoze: PGDP 0.2/2020



P- 17. Ocjena ravnotežnog stanja treće završne etape razvitka planirane prometne ponude i potražnje užeg područja istraživanja sustava, rezultat preliminarne prognoze: PGDP 0.3/2020 • PGDP 1/2020



Učinci izgradnje i korištenja projekta Sjeverne tangente Grada Zagreba se mogu podijeliti u tri skupine: neposredni (direktni) učinci, posredni (indirektni) učinci i vanjski (eksterni) učinci.

Neposredni učinci su oni koji se javljaju unutar projekta. Negativni neposredni učinci su troškovi izgradnje, održavanja i obnove Sjeverne tangente Grada Zagreba. Pozitivne neposredne učinke čine koristi koje imaju korisnici Sjeverne tangente Grada Zagreba, a to su smanjenje operativnih troškova vozila, smanjenje opasnosti od prometnih nesreća, uštede u vremenu putovanja, povećanje udobnosti putovanja i slično. Smanjenje operativnih troškova vozila, smanjenje opasnosti od prometnih nesreća te uštede u vremenu putovanja su učinci koji su najčešće sadržani u analizi društvene opravdanosti izgradnje Sjeverne tangente Grada Zagreba. Procjena ušteda nastalih smanjenjem broja prometnih nesreća nešto je složenija, jer u sebi sadržava procjene smanjenja materijalnih šteta na vozilima i robi u prijevozu, troškove liječenja, troškove gubitka radnog vremena, troškove trajnog gubitka radne sposobnosti, sudske troškove, troškove policijskih i bolničkih službi i slično. Uštede u vremenu putovanja računaju se s obzirom na kategoriju vozila, kapacitet ceste i promet po satu, a iskazuju se u novčanoj jedinici po kilometru.

Posredni učinci se pojavljuju izvan prometnog sektora, ali zahvaljujući Sjevernoj tangenti Grada Zagreba. Oni se dijele na poticajne i razvojne učinke. Poticajni učinci rezultat su povećanja potražnje za određenim proizvodima i uslugama (npr. povećana potražnja za građevinskim materijalom, radnom snagom i sl.). Razvojni učinci ogledaju se kroz utjecaj izgrađene Sjeverne tangente na cjelokupan, prvenstveno razvoj Grada Zagreba, izražen kroz povećanje bruto domaćeg proizvoda i povećanje zaposlenosti.

Posredni učinci mogu biti i negativni u slučajevima kada rezultiraju novonastalim troškovima uslijed povećane potražnje za proizvodima i uslugama, koji su oskudni i koji se moraju uvoziti.

Vanjski učinci se pojavljuju izvan projekta, ali se ne razmjenjuju na tržištu. U području izgradnje cesta najčešći pojavni oblik vanjskih učinaka je utjecaj na okoliš. Vanjski učinci mogu biti tehnički (utječu na promjene u kvaliteti stanovanja i rada ljudi) i novčani (ogledaju se u promjenama cijena, npr. uslijed povećanog prometa na benzinskim crpkama koji uzrokuje povećanje cijena ugostiteljskih usluga i slično). S obzirom na dalekosežnost njihova djelovanja vanjske učinke je vrlo teško kvantificirati i novčano vrednovati.

### 12.1. Procjena investicijskih troškova

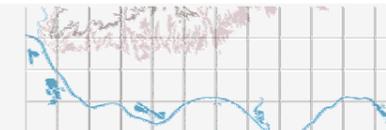
Procjena troškova realizacije projekta je izrađena sukladno projektnoj dokumentaciji i prikazana u narednoj tablici.

Investicijski troškovi realizacije projekta sjeverne tangente:

		UKUPNI TROŠKOVI IZGRADNJE	
		KN	EUR
1.	<b>GLAVNA TRASA</b>	<b>102.055.945,00</b>	<b>14.096.125,00</b>
2.	<b>ČVORIŠTA</b>	<b>33.347.711,50</b>	<b>4.606.037,50</b>
3.	<b>OSTALE PROMETNICE</b>	<b>49.539.700,00</b>	<b>6.842.500,00</b>
PUTNI PRIJELAZI, PROLAZI I SPOJNE CESTE			
4.	<b>VANJSKA I UNUTARNJA ODVODNJA</b>	<b>44.810.865,04</b>	<b>6.189.346,00</b>
5.	<b>PROMETNA OPREMA I SIGNALIZACIJA</b>	<b>65.632.026,28</b>	<b>9.065.197,00</b>
6.	<b>OBJEKTI</b>	<b>461.626.910,52</b>	<b>63.760.623,00</b>
7.	<b>TUNELI</b>	<b>686.497.933,06</b>	<b>94.820.156,50</b>
7.1.	TUNELI (GRAĐEVINSKI RADOVI)	583.523.243,10	80.597.133,03
7.2.	TUNELI (OPREMA)	102.974.689,96	14.223.023,48
8.	<b>INSTALACIJE</b>	<b>62.962.127,86</b>	<b>8.696.426,50</b>
8.1.	VN NAPAJANJE I TRAFOSTANICE	8.297.275,30	1.146.032,50
8.2.	IZMJESTANJE I REKONSTRUKCIJE EE I KOMUNALNIH INSTALACIJA	10.437.140,56	1.441.594,00
8.3.	RASVJETA I NN NAPAJANJA	29.515.670,00	4.076.750,00
8.4.	TELEKOMUNIKACIJE	14.712.042,00	2.032.050,00
9.	<b>PEJZAŽNO UREĐENJE</b>	<b>4.595.952,00</b>	<b>634.800,00</b>
10.	<b>ZAŠTITA OD BUKE</b>	<b>85.394.370,10</b>	<b>11.794.802,50</b>
<b>UKUPNO GRAĐEVINSKI TROŠKOVI:</b>		<b>1.596.463.541,36</b>	<b>220.506.014,00</b>
Po km		58.732.379,57	8.112.207,12
11.	<b>OSTALI RADOVI</b>		
11.1.	PROJEKTIRANJE (3%)	47.893.906,24	6.615.180,42
11.2.	NADZOR NAD GRAĐENJEM (4%)	63.858.541,65	8.820.240,56
11.3.	NEPREDVIĐENI RADOVI (10%)	159.646.354,14	22.050.601,40
<b>UKUPNO OSTALI RADOVI:</b>		<b>271.398.802,03</b>	<b>37.486.022,38</b>
12.	<b>EKSPROPRIACIJA</b>	<b>497.650.015,60</b>	<b>68.736.190,00</b>
<b>SVEUKUPNI TROŠKOVI:</b>		<b>2.365.512.358,99</b>	<b>326.728.226,38</b>
Sveukupno po km		87.024.956,18	12.020.021,57

1 EUR = 7,24 kn; 20.07.2006.

Iz tablice je razvidno da investicijski troškovi realizacije projekta Sjeverne tangente Grada Zagreba iznose oko 2 milijuna Kuna, odnosno oko 284 milijuna EUR.



## 12.2. Društveno-ekonomske ocjene projekta

Postupak ekonomske ocjene projekta Sjeverne tangente Grada Zagreba obavljen je u skladu sa zahtjevima metodologije prikazane u Uputstvima za studije o izvodljivosti putova.

Osnovu za ekonomsku ocjenu predstavlja tok troškova i koristi u dvadesetogodišnjem razdoblju koji sadrži eksploatacijske troškove vozila, režijske troškove vozila, troškove vremena putnika, troškove prometnih nesreća i nezgoda i troškove izgradnje.

Svi navedeni troškovi izračunati su tako da su u cijelosti obuhvaćene sve neposredne koristi koje predstavljaju razliku između troškova korisnika na cestovnoj mreži s projektom i cestovnoj mreži bez projekta. Na ovaj način dobiveni ekonomski tok koristi u dvadesetogodišnjem razdoblju, izgradnje Sjeverne tangente Grada Zagreba, predstavljaju osnovu za određivanje društveno-ekonomske opravdanosti investicijskih ulaganja u taj projekt.

Suvremene metode ocjene investicijskih projekata temelje se na računu s diskontiranim vrijednostima, što doprinosi realnosti ocjene, odnosno uzimanju vremenskih preferencija u obzir. Od metoda koje se temelje na diskontnom računu, za ocjenu projekta izgradnje Sjeverne tangente Grada Zagreba primijenjena je metoda odnosa koristi i troškova.

Troškovi korisnika na cestovnoj mreži sastoje se od:

- operativnih troškova vozila,
- režijskih troškova vozila,
- troškova vremena korisnika.

Ovi se troškovi računaju za varijantu cestovne mreže i za svaku godinu eksploatacije cesta u planskom razdoblju 2010. – 2029. i ovise o predviđenoj količini prometa na postojećoj mreži, odnosno mreži s investicijom te operativnim uvjetima vožnje.

Razmatraju se dvije varijante mreže:

1. mreža bez investicije - postojeća cestovna mreža te prognozirani promet na njoj, i
2. mreža s investicijom - postojeća cestovna mreža i nova sjeverna tangenta te prognozirani promet razdijeljen između njih.

Koristi za projekt sjeverne tangente su razlike između ukupnih troškova na mreži s investicijom i ukupnih troškova na mreži bez investicije.

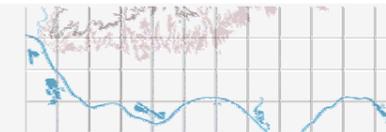
Analizirani su troškovi i koristi realizacije projekta sjeverne tangente u razdoblju od 2007. do 2029. godine. Razdoblje investiranja je 2007. – 2009., a razdoblje eksploatacije projekta je 2010. – 2029.

U razdoblju investiranja, 2007. – 2009., procijenjeni izdaci za projekt sjeverne tangente iznose 2.365,5 milijuna kn odnosno 326,7 milijuna EUR. Pretpostavljena je slijedeća dinamika investiranja: 2007. godine 10%, 2008. godine 40% te 2009. godine 50%.

Tijek izdataka i primitaka za projekt sjeverne tangente u razdoblju 2007. – 2029. godine zorno pokazuje da projekt ostvaruje pozitivne učinke, a kumulativni iznos je pozitivan i iznosi oko 182,3 milijuna EUR, a prikazan je u idućoj tablici:

TIJEK IZDATAKA I PRIMITAKA ZA PROJEKT SJEVERNE TANGENTE U RAZDOBLJU OD 2007. DO 2029. GODINE (MILIJUNI EUR)			
GODINE	INVESTICIJSKI TROŠKOVI	DIREKTNE KORISTI	UKUPNO (KUMULATIVNO)
2007.	-32,7		-32,7
2008.	-130,7		-163,4
2009.	-163,4		-326,7
2010.		23,3	-303,4
2011.		23,6	-279,8
2012.		23,9	-256,0
2013.		24,1	-231,8
2014.		24,4	-207,4
2015.		24,7	-182,7
2016.		24,9	-157,8
2017.		25,1	-132,7
2018.		25,3	-107,4
2019.		25,4	-82,0
2020.		25,6	-56,4
2021.		25,8	-30,6
2022.		26,0	-4,6
2023.		26,1	21,5
2024.		26,3	47,8
2025.		26,5	74,4
2026.		26,7	101,1
2027.		26,9	127,9
2028.		27,1	155,0
2029.		27,3	182,3
<b>UKUPNO</b>	<b>-326,7</b>	<b>509,0</b>	<b>182,3</b>

1 EUR = 7,24 kn; 20.07.2006.

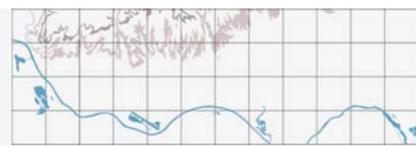


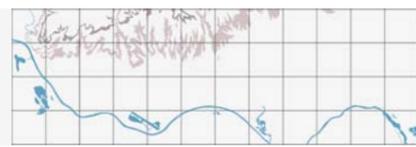
Također odnos koristi i troškova je veći od 1 i iznosi 1,56.

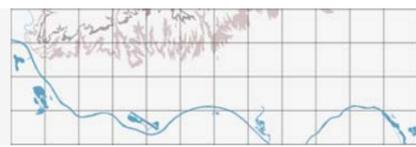
Prema tome možemo ustanoviti da je projekt sjeverne tangente, uzevši u obzir investicijske troškove i koristi u razdoblju eksploatacije 2010. – 2029. u cijelosti opravdan.

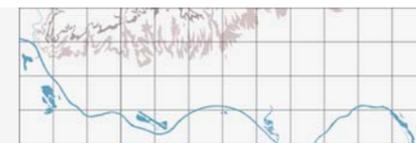
### 12.3. Zaključak

Temeljem procjene investicijskih troškova realizacije projekta Sjeverne tangente Grada Zagreba u iznosu od 326,7 milijuna EUR, kao i procjene koristi korisnika Sjeverne tangente u iznosu od 509 milijuna EUR izračunat je pokazatelj opravdanosti realizacije projekta. Budući da pokazatelj opravdanosti realizacije projekta pozitivan, možemo zaključiti da je projekt realizacije Sjeverne tangente Grada Zagreba s društveno-ekonomskog aspekta opravdan. Međutim, analitički postupak primijenjen u postupku vrednovanja ne uzima u obzir i mnoge indirektno učinke realizacije projekta Sjeverne tangente Grada Zagreba na direktne korisnike, kao i na vrlo veliki broj indirektnih korisnika. S obzirom da navedeni učinci povećavaju društveno-ekonomsku profitabilnost projekta, može se zaključiti da je opravdano nastaviti daljnju izradu projektne i studijske dokumentacije projekta Sjeverne tangente Grada Zagreba.







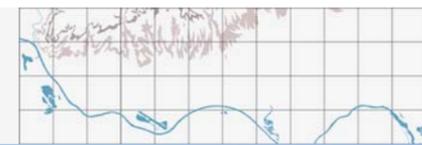


gradska četvrt - sesvete

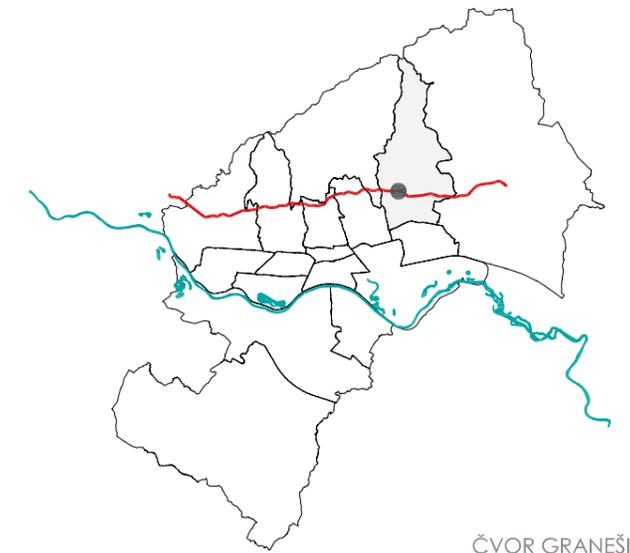


ČVOR NOVOSELEC GRANEŠINSKI



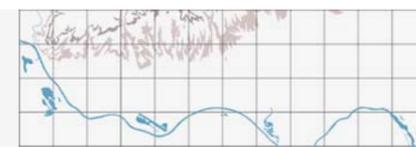


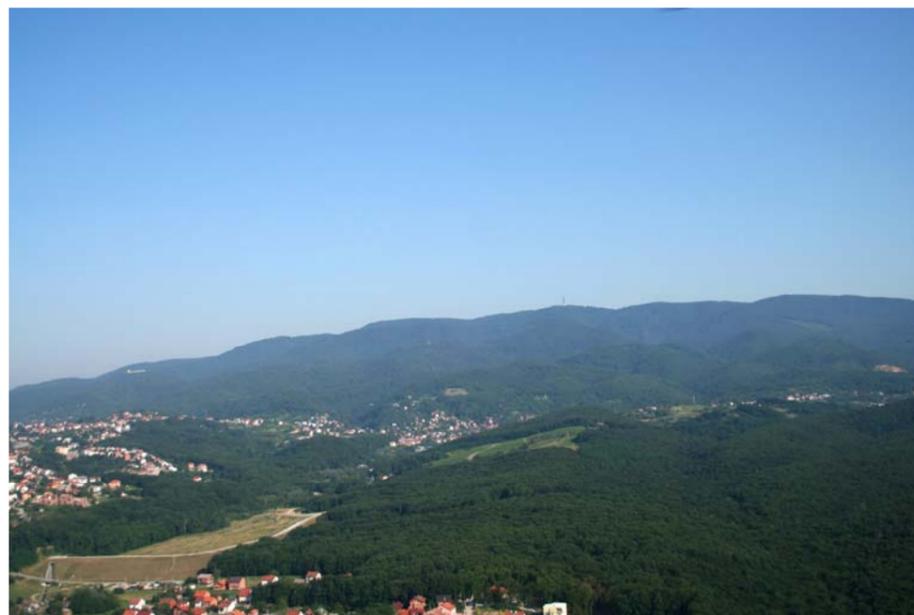
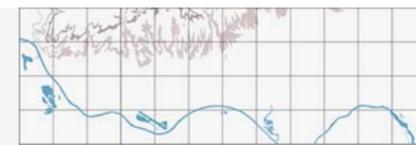
gradska četvrt-gornja dubrava

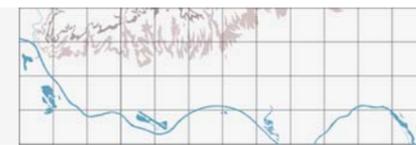


ČVOR GRANEŠINA

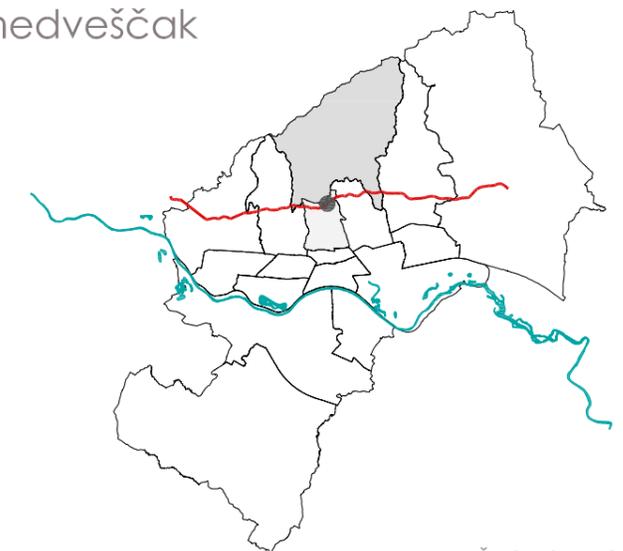






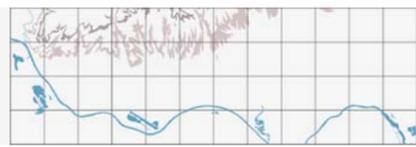


gradska četvrt-podsljeme/gornji grad - medveščak



ČVOR OKRUGLJAK



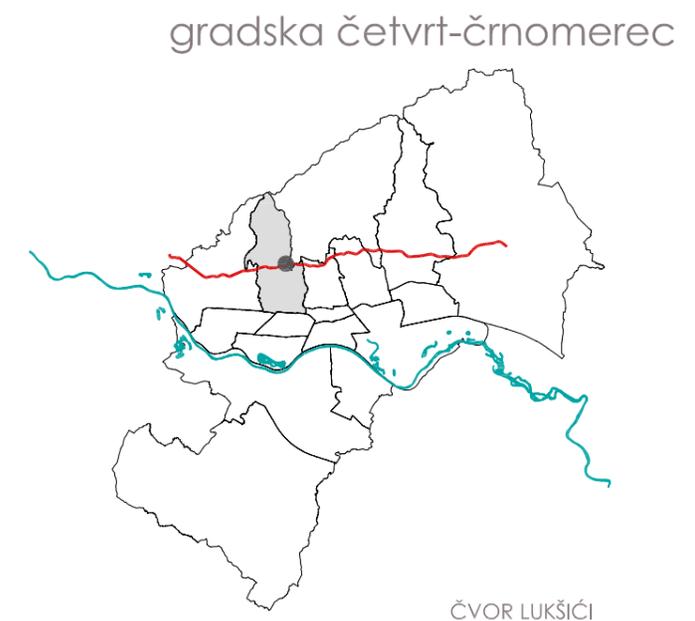
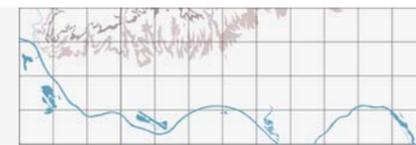


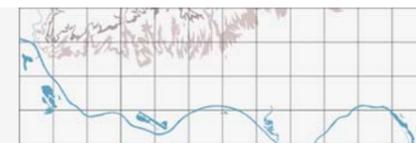
gradska četvrt-podsljeme/gornji grad - medveščak



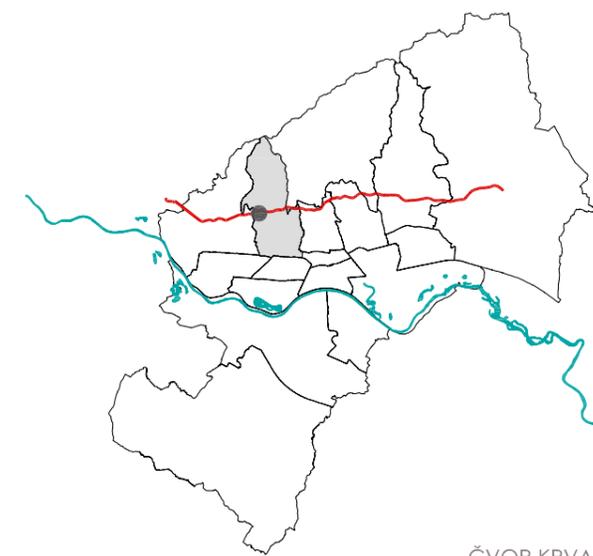
ČVOR OKRUGLJAK





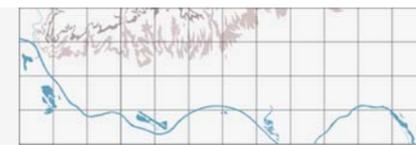


gradska četvrt - črnomerec

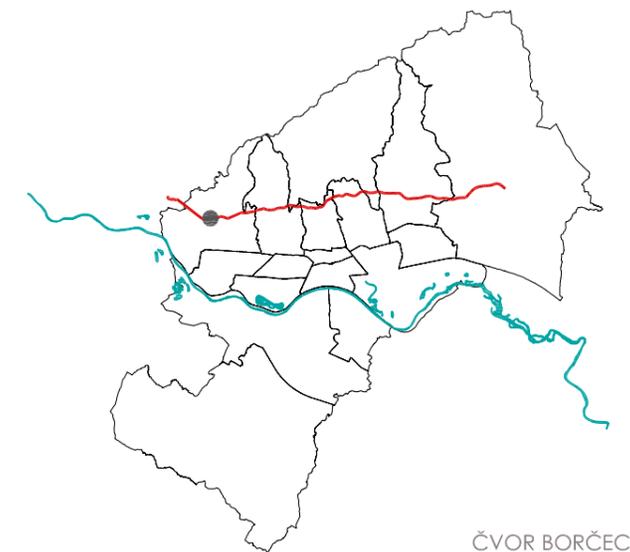


ČVOR KRVARIC



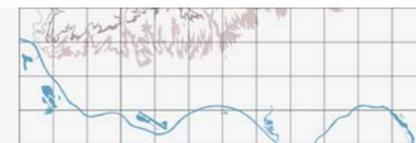


gradska četvrt-podsused-vrapče

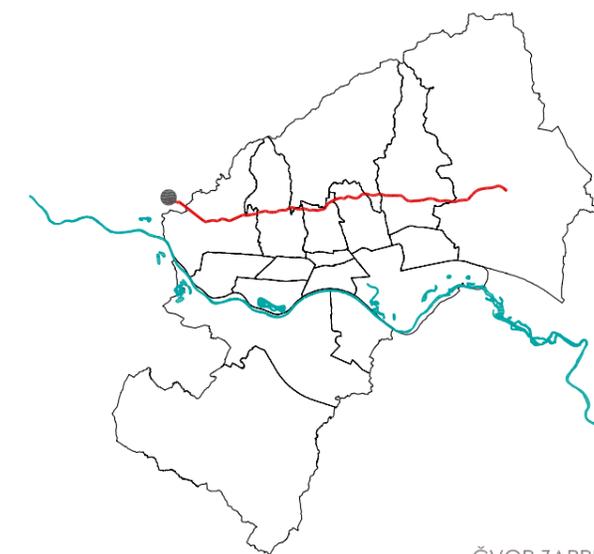


ČVOR BORČEC





gradska četvrt-podsused-vrapče



ČVOR ZAPREŠIĆ

