



Rekonstrukcija raskrižja Jadranske i Dubrovačke avenije u Zagrebu i pripradajuće komunalne infrastrukture – izazovi i složenost projekta

Tomislav Vincek, dipl.ing.građ., Institut IGH, d.d., Zagreb

Nataša Mujčić Sukalić, dipl.ing.građ., Institut IGH, d.d., Zagreb

mr.sc. Verica Gjetvaj, dipl.ing.građ., Institut IGH, d.d., Zagreb

mr.sc. Stjepan Kralj, dipl.ing.građ., Institut IGH, d.d., Zagreb

Opis postojećeg stanja

- Jedno od najfrekventnijih gradskih prometnih raskrižja, s prometnim opterećenjem više od sto tisuća vozila/dan, na kojem se u prosjeku dogodi jedna prometna nesreća dnevno.
- Projektiran je za znatno manji kapacitet prometa od postojećeg, koji je izgradnjom sportske dvorane Arena, trgovačkog centra Arena te stambenog naselja Lanište dodatno je povećan



Ciljevi projekta

- Povećanje propusnosti raskrižja
- Skraćenje vremena putovanja
- Uklanjanje uskog grla u prometu
- Povećanje sigurnosti prometa
- Rekonstrukcija tramvajske mreže – izgradnja okretišta te mogućnost produženja do Laništa
- Smanjenje buke za okolne zgrade – izgradnja zidova zaštita od buke

Kapitalni gradski projekt

- 332.000.000,00 kuna - Ukupna vrijednost troškova projekta
- 272.000.000,00 kuna - Bespovratna sredstva iz Europskog fonda za regionalni razvoj
- 48.000.000,00 kuna - iz državnog proračuna Republike Hrvatske
- 12.000.000,00 kuna - iz proračuna Grada Zagreba
- Početak radova srpanj 2018 – rok izvođenja 18 mjeseci – siječanj 2020

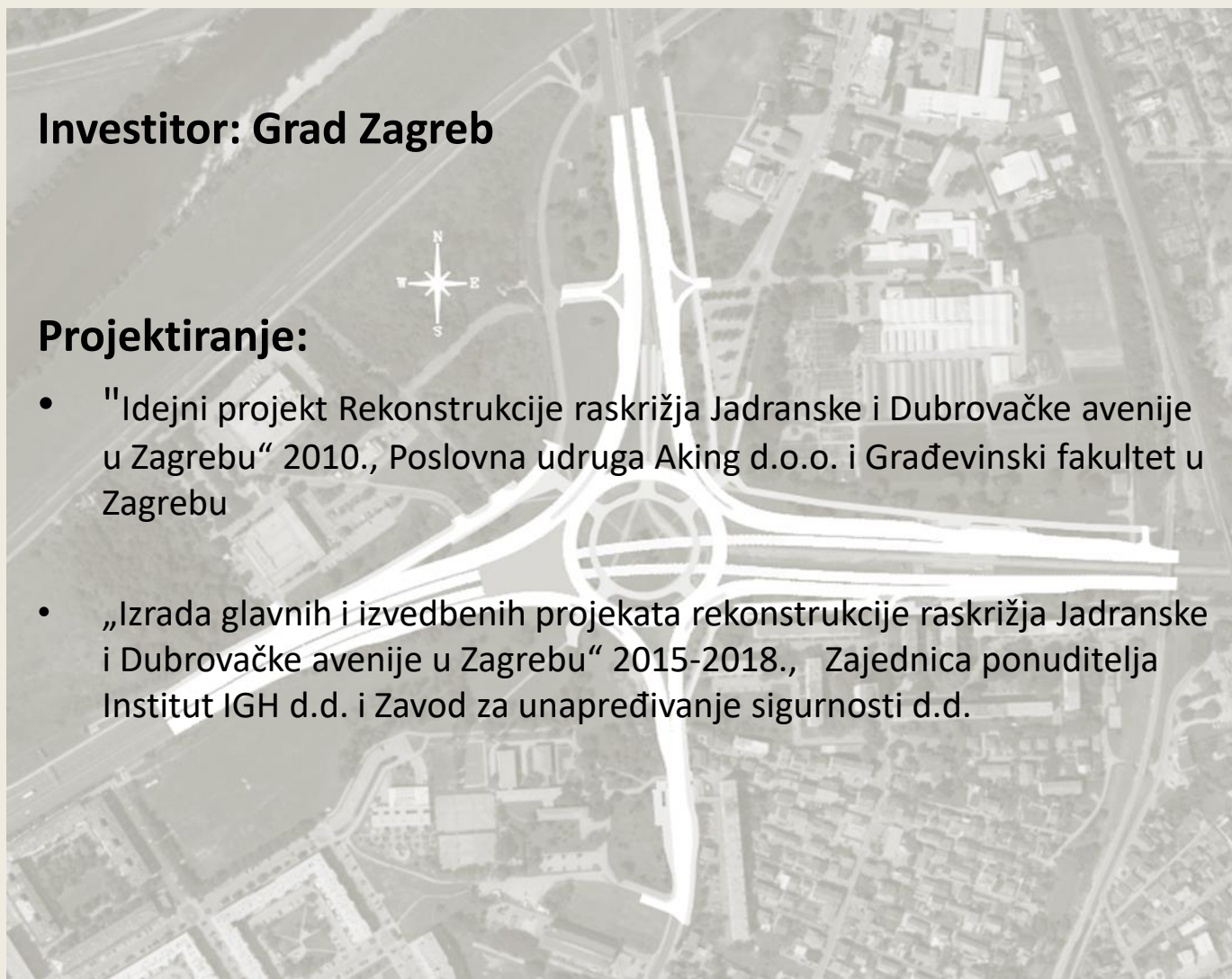


Projektiranje

Investitor: Grad Zagreb

Projektiranje:

- "Idejni projekt Rekonstrukcije raskrižja Jadranske i Dubrovačke avenije u Zagrebu" 2010., Poslovna udruga Aking d.o.o. i Građevinski fakultet u Zagrebu
- „Izrada glavnih i izvedbenih projekata rekonstrukcije raskrižja Jadranske i Dubrovačke avenije u Zagrebu“ 2015-2018., Zajednica ponuditelja Institut IGH d.d. i Zavod za unapređivanje sigurnosti d.d.



Projektni tim

Institut IGH d.d.

- Prometnice (prometne površine raskrižja, tramvaj, privremena prometnica)
- Konstrukcije (Podvožnjak s potpornim zidovima, zaštita građevne jame, dogradnja nadvožnjaka, rekonstrukcija pothodnika Remetinečka, zaštita plinovoda, zaštitna konstrukcija agregata crpne stanice)
- Kanalizacijske instalacije s oborinskom odvodnjom i crpnom stanicom "Rotor", vodovodne instalacije
- Sinteza instalacija
- Krajobrazno uređenje

Zavod za unapređivanje sigurnosti d.d. (elaborat zaštite od buke)

Geoprojekt d.o.o. Zagreb (geodezija, situacija građevine)

Factorel d.o.o. (el. Instalacije i automatika CS "Rotor", hidrantski cjevovod podvožnjaka, grijanje pothodnika Remetinečka)

Inženjering za naftu i plin d.o.o. (plinovodne instalacije)

IPT Inženjering d.o.o. (zaštitno uzemljenje i javna rasvjeta)

VPS – INŽENJERING d.o.o. (elektroenergetsko napajanje , tramvajska kontaktna i kabela mreža)

TEB Inženjering d.d. (TK I DTK instalacije)

ELIPSA-S.Z. d. o.o. (Prometna oprema i semaforne instalacije, prometno-informacijski sustav, elaborat , elektroenergetsko napajanje opreme prometno-informacijskog sustava i sustava za detekciju ugljičnog monoksida u podvožnjacima)

Projektni biro P45 d.o.o. (zidovi zaštite od buke)

Kontura - projekt d.o.o. (nosive konstrukcije prometne signalizacije i opreme prometno-informacijskog sustava)

F.I.L.D. projekt d.o.o. (sustav detekcije ugljičnog monoksida u podvožnjacima)

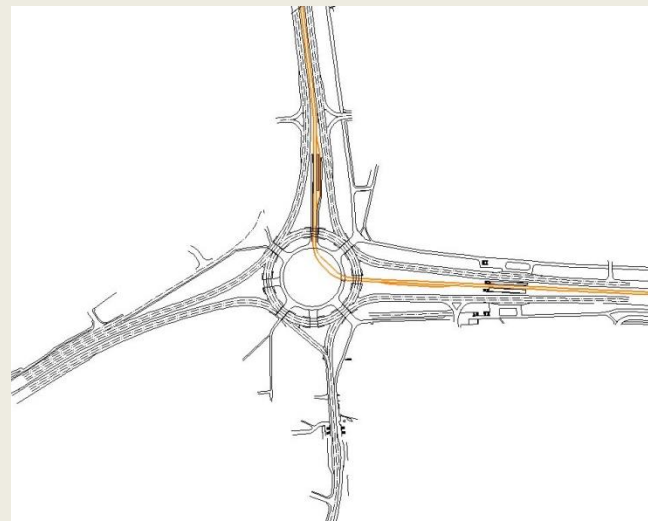
CTP PROJEKT d.o.o. (elaborat zaštite od požara)



Projekt rekonstrukcije

obuhvaća

- geometrija kružnog raskrižja ostaje ista
- denivelacija prometa u smjeru istok-zapad
- proširenje sjevernih i južnih rampi
- nadogradnja nadvožnjaka SI, SZ, JI i JZ
- rušenje postojećih nadvožnjaka istok i zapad, izgradnja novog nadvožnjaka istok
- semaforizacija raskrižja
- izmještanje postojećih instalacija
- nadogradnja pješačkog pothodnik ispod Remetinečke ceste sa zapadne strane.
- pješački pothodnik na Aveniji Dubrovnik ostaje u postojećim gabaritima.
- rekonstrukcija tramvajske pruge u zoni zahvata, te izgradnja tramvajskog okretišta u kružnom toku
- zidovi zaštite od buke na jugoistočnoj strani, uz naselje Savski Gaj



Izrada glavnih projekata

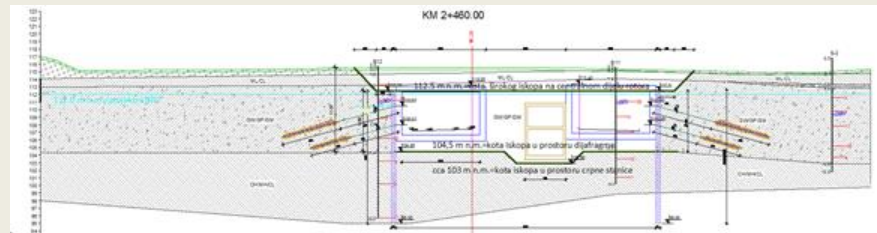
prilagodba tehničkih rješenja u odnosu na rješenja u idejnom projektu

- Ishođenje posebnih uvjeta javno-pravnih tijela (Investitor)
- Varijantna rješenja zaštite građevne jame podvožnjaka prije odabira konačnog rješenja (Institut IGH – izrada varijanata, GF Zagreb – revidenti)
- Razrada Idejnog projekta prema detaljnim geodetskim snimkama te uvjetima /zahtjevima javno-pravnih tijela, te zahtjevima revidenta i investitora, sadrži:
 1. Jadranska avenija- Avenija Dubrovnik
 2. Rekonstrukcija nadvožnjaka JI, JZ, SI, SZ
 3. Nadvožnjak I
 4. Nadvožnjak Z
 5. Rekonstrukcija pothodnika na Remetinečkoj cesti
 6. Riječka cesta
 7. veći obim prelaganja i izmještanje postojećeg vodoopskrbnog cjevovoda DN7 00mm (čelične cijevi) uz SZ rampu (L=632m, izvedba od duktilnih cijevi) – na zahtjev VIO Zagreb
 8. protupožarni hidranti na ulazu–izlazu iz podvožnjaka (4 komada), dovodni hidrantski cjevovodi s priključkom na postojeću vodovodnu mrežu grada.
 9. rezervno napajanje električnom energijom, crpne stanice ROTOR - Diesel električni agregat (DEA) snage 250 kVA, na za to predviđeni plato.
 10. Lokacije zidova zaštite od buke i vrsta panela
 11. Privremena regulacija prometa za vrijeme rekonstrukcije
 12. Sustav detekcije ugljičnog monoksida u podvožnjacima

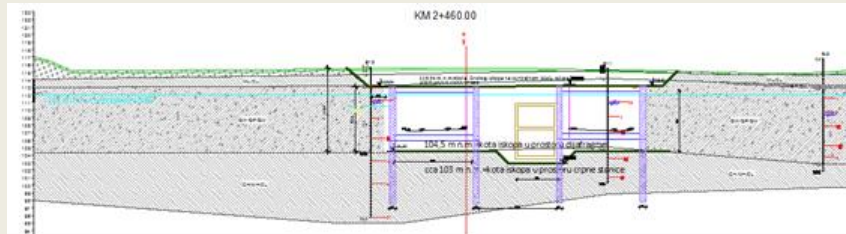


Varijantna rješenja zaštite građevne jame podvožnjaka

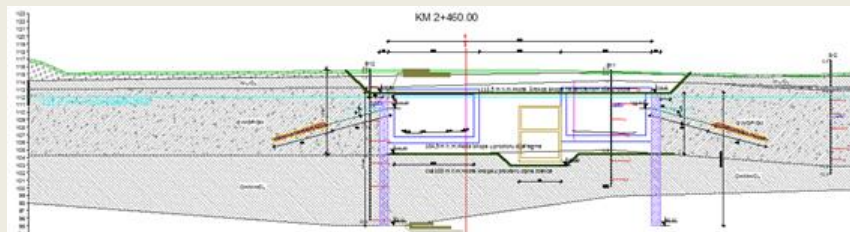
1. Armirano betonske dijafragme na sjeveru i jugu (kom 2), glinobetonska dijafragma na istoku i zapadu (odabrano rješenje)



2. Armirano betonske dijafragme na sjevernoj i južnoj strani za svaki podvožnjaka (4 kom), glinobetonske dijafragme na istoku i zapadu



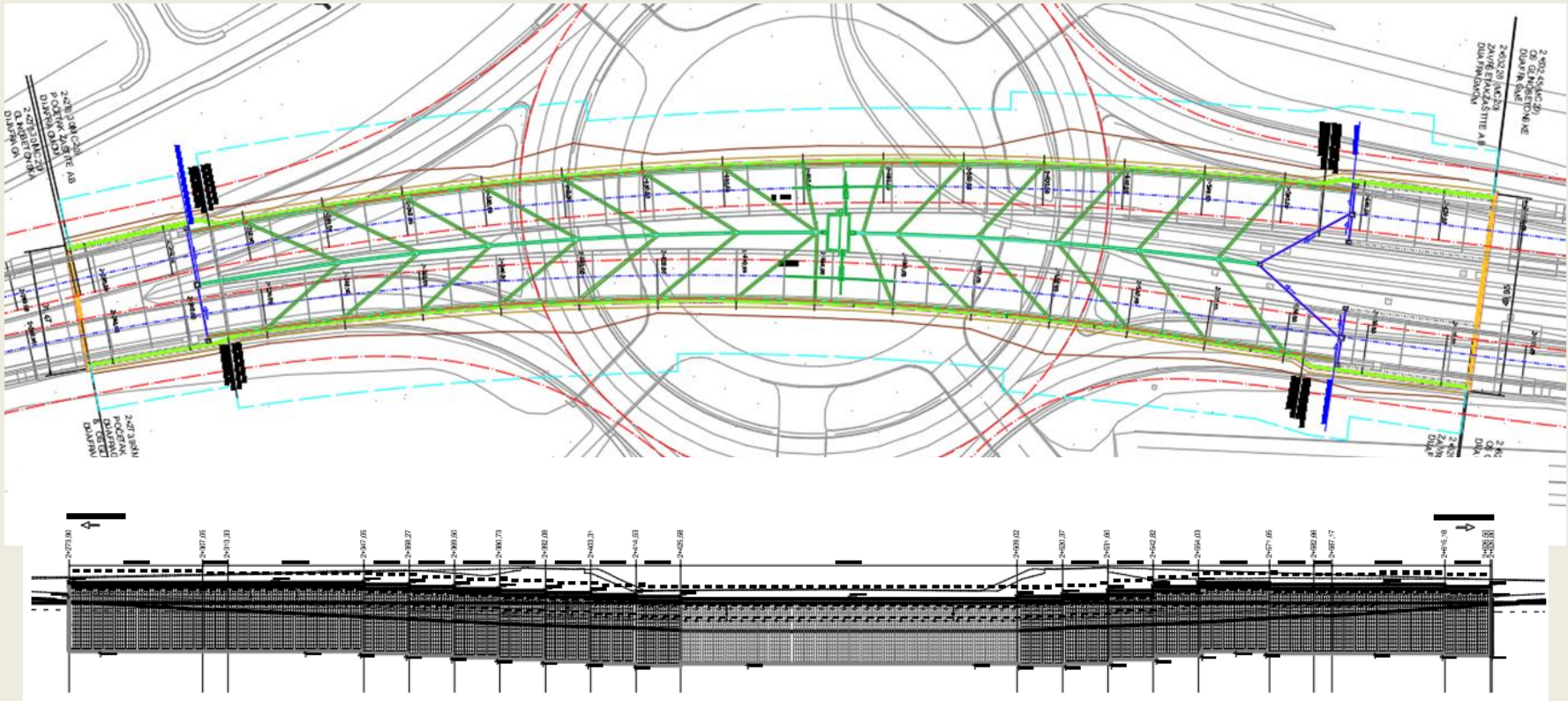
1. Sekantna stijena



VARIJANTE	Opis varijante:	Prednosti :	Nedostaci
Varijanta 1	<p>AB dijafragma: kom 2, L=270 m, d=60cm, H=17,5-20m, južna i sjeverna strana podvožnjaka Glinobetska dijafragma: zapad l= 28m, istok l=44,5m, d=60cm, H=17,5m</p>	<p>Dijafragme su u funkciji zaštite građevne jame tijekom izvođenja i zaštita konstrukcije podvožnjaka od sile uzgona tijekom izvođenja i u eksploataciji Potrebno je sidriti dijafragmu sa jednim ili dva reda sidara. Iskop se izvodi u fazama u skladu sa prednapinjanjem sidara uz izvoženje iskopanog tla kroz rampe.</p>	<p>Zaštita građevne jame nije uključena u konstrukciju podvožnjaka Dijafragmu treba sidriti sa jednim ili dva reda sidara. Faze iskopa ovisie o radovima na prednapinjanju sidara. Glomaznost mehanizacije</p>
Varijanta 2	<p>AB dijafragma, kom 4, L=270 m, d=80cm, H=15,5m, na svakoj bočnoj strani podvožnjaka Glinobetska dijafragma: zapad l= 28m, istok l=44,5m, d=60cm, H=17,5m</p>	<p>Dijafragme su ujedno vanjski zidovi podvožnjaka Stropne ploče su tlačni element razuporne konstrukcije, nema potrebe za sidrima. Stropne ploče se izvode prije iskopa, pa se izgradnja vrši odozgo prema dolje („top-down“ metodom) uz izvoženje iskopanog tla kroz rampe. Nema naglavne grede Nema faznosti iskopa</p>	<p>Osiguranje vodonepropusnosti dijafragme i odnosno zidova podvožnjaka. Povezivanje armature dijafragme i ploča. Osiguranje vodonepropusnosti spojeva ploča i dijafragme Glomaznost mehanizacije</p>
Varijanta 3	<p>Sekantna stijena: piloti ϕ120cm, razmak 100cm, H=15,5m sjever, jug L=270m, zapad L= 28m, istok L=44,5m</p>	<p>Sekantne stijene su u funkciji zaštite građevne jame tijekom izvođenja i zaštita konstrukcije podvožnjaka od sile uzgona tijekom izvođenja i u eksploataciji Potrebno je napraviti sidrenu gredu za prijenos sile prdnapinjanja u sekantnu stijenu. Iskop se izvodi u fazama u skladu sa prednapinjanjem sidara uz izvoženje iskopanog tla kroz rampe</p>	<p>Zaštita građevne jame nije uključena u konstrukciju podvožnjaka Dijafragmu treba sidriti sa jednim ili dva reda sidara. Faze iskopa ovisi radovima na prednapinjanju sidara. Količina betona je veća, armature manja u odnosu na dijafragmu Glomaznost mehanizacije</p>

Zaštita građevne jame

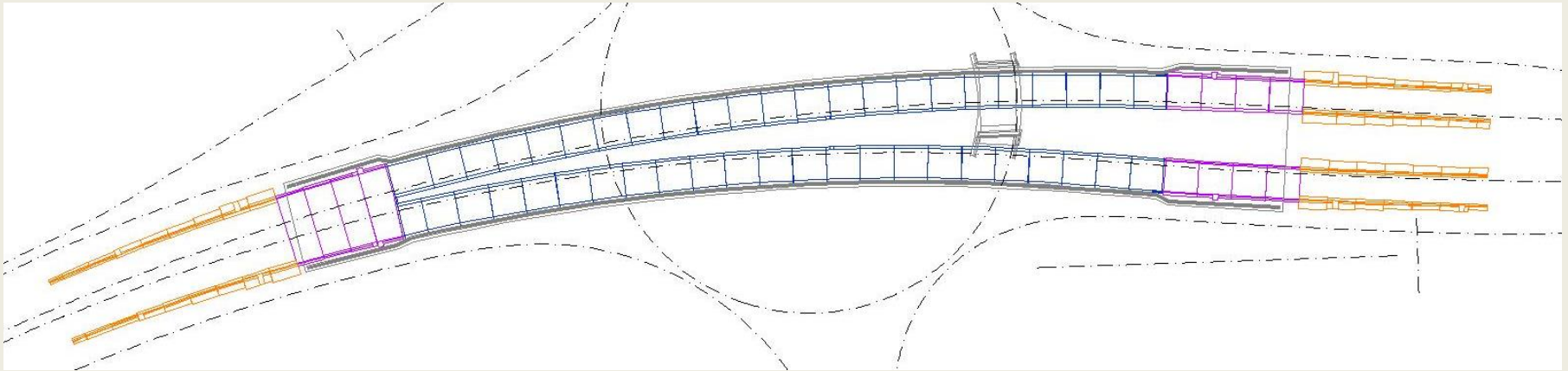
- Široki iskop za zaštitu građevne jame dijafragmom od kote **117m n.m.** na prilaznim rampama na istoku i zapadu do kote **113 m n.m.** u središnjem dijelu rotora. Dubina iskopa unutar prostora dijafragme u odnosu na kotu širokog iskopa do dubine **8,5m**, a na području crpne stanice do **11,33m**.
- Obzirom na potrebnu zaštite konstrukcije podvožnjaka u eksploataciji od sila uzgona, dubinu iskopa tijekom gradnje i projektnu razinu podzemne vode od **112m n.m.**, zaštita građevne jame je projektirana s dvjema sidrenim armirano-betonskim (na jugu i sjeveru) i dvjema glinobetonskim dijafragmama (na istoku i zapadu).



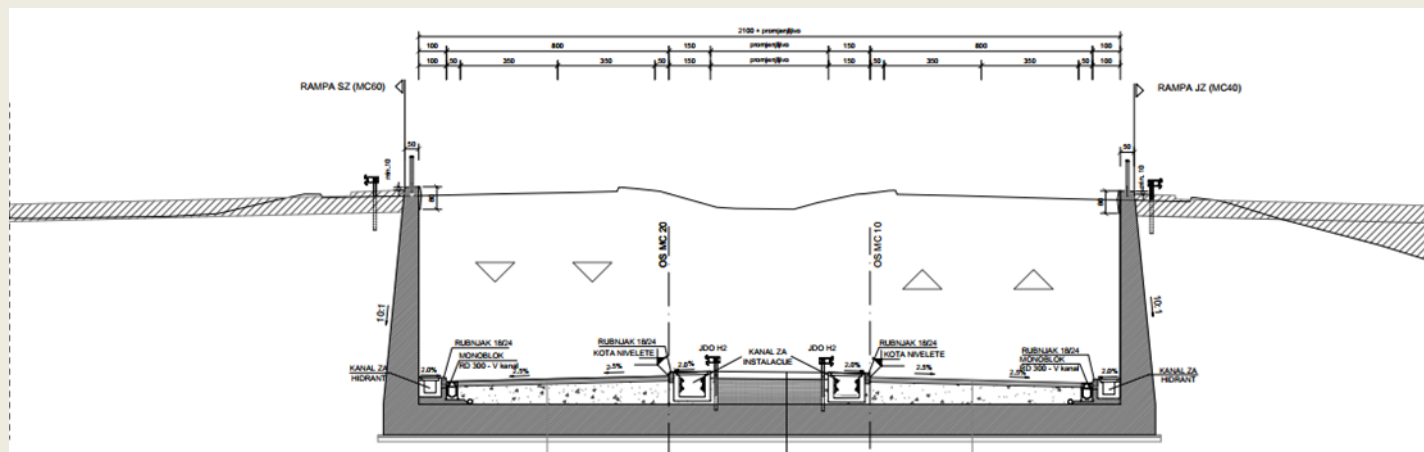
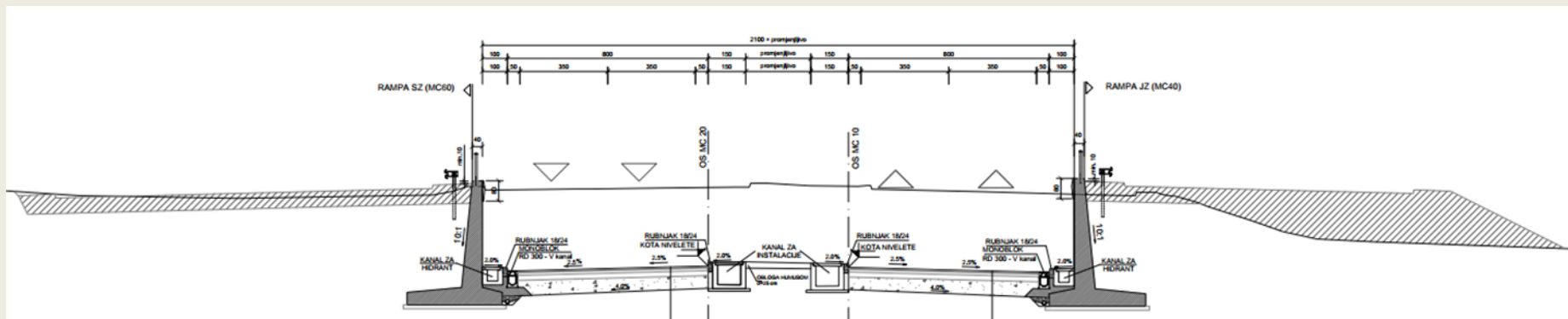
Podvožnjak

Podvožnjak se sastoji od tri dijela:

- zatvorene okvirne konstrukcije ispod nasipa kružnog toka tj. ispod rampi
- otvorenih, koritastih dijelova ispred i iza podvožnjaka koji završavaju
- klasičnim potpornim zidovima uspinjujući se prema razini okolnog terena.

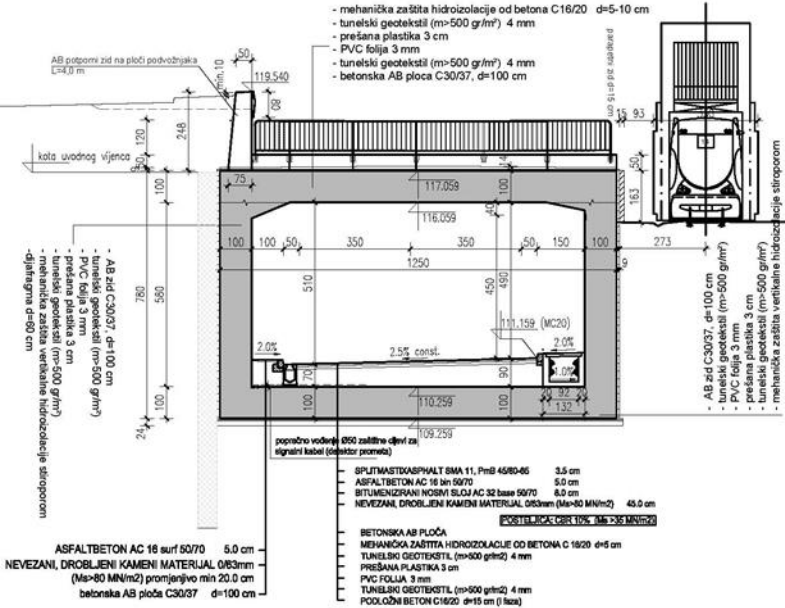


- zatvorena okvirna armirano-betonska konstrukcija
- debljina svih stjenki 1,0 metara
- visina zidova 6,8 metara
- širina podvožnjaka 12,5 metara
- konstrukcija dijafragme i podvožnjak – odvojene
 - jednostavnije izvođenje
 - kvalitetnije izvođenje hidroizolacije
 - dijafragma – oplata za vanjske zidove podvožnjaka



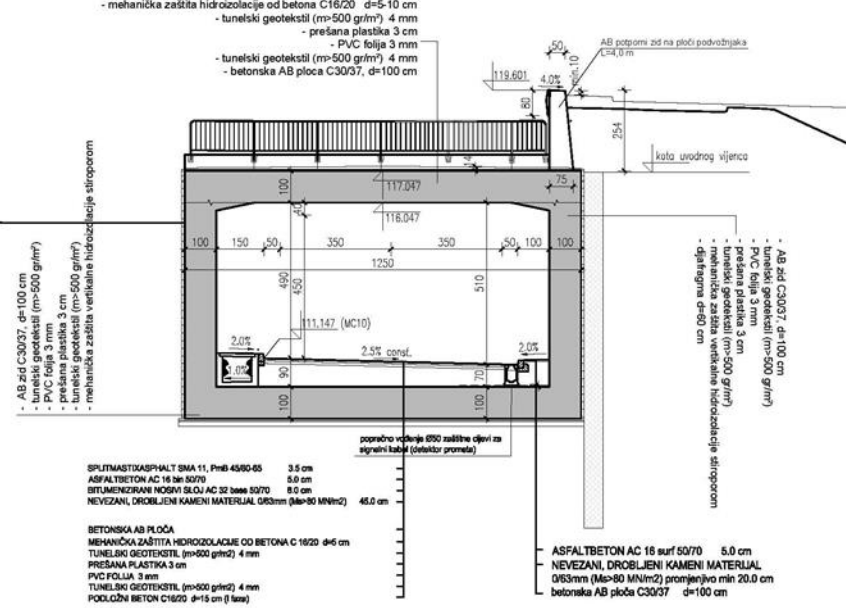
Presjek u km 2+590,020 (MC20)

(prijelaz iz zatvorenog ab okvira (SEGMENT 23) u izlaznu kampu_1)

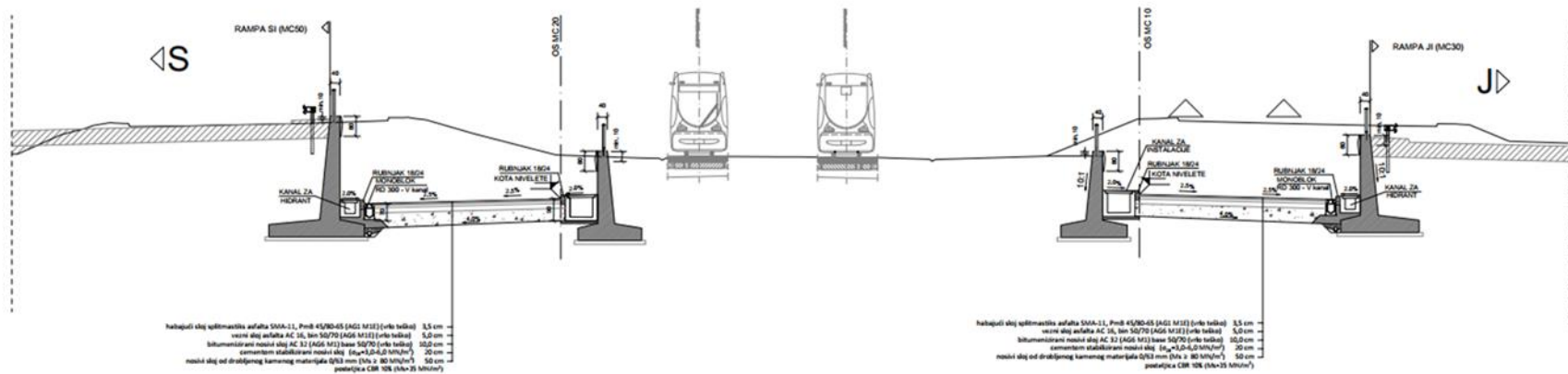
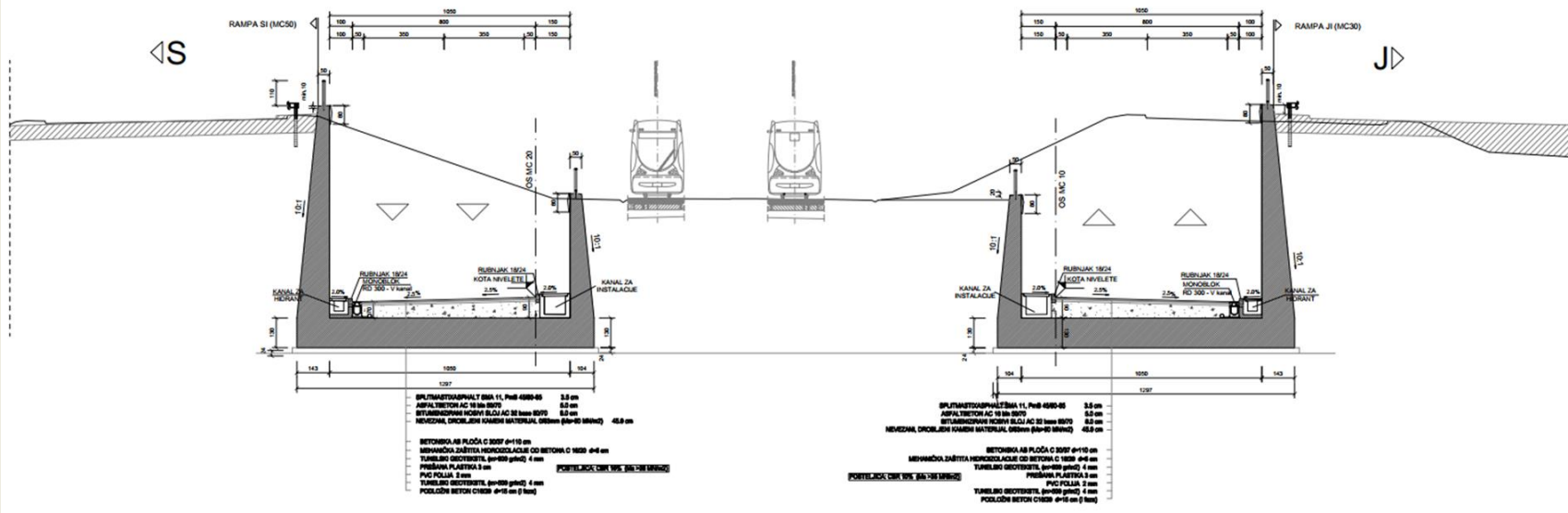


Presjek u km 2+585,012 (MC10)

(prijelaz iz zatvorenog ab (SEGMENT 23) okvira u izlaznu kampu_1)

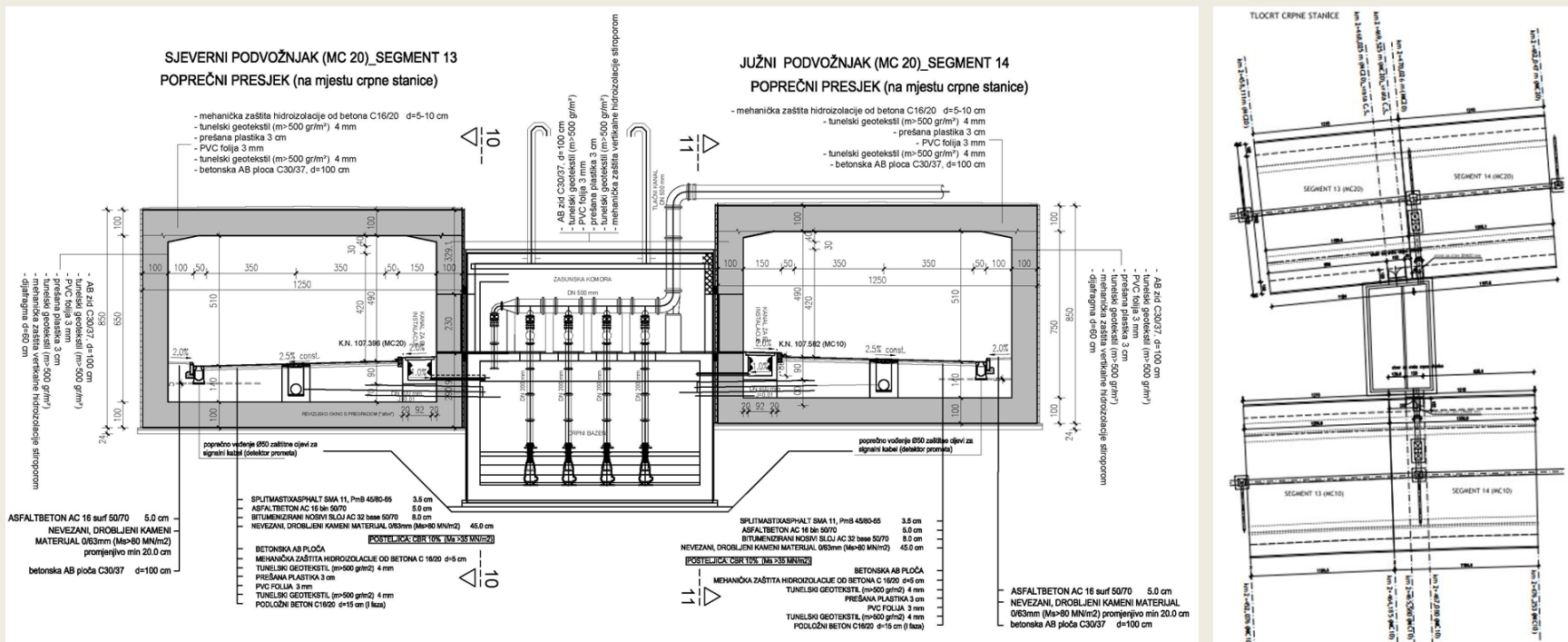


NORMALNI POPREČNI PRESJEK AVENIJE DUBROVNIK km 2+584,992 - km 2+633,271 (os MC10) / km 2+590,00 - km2+638,33 (os MC20)



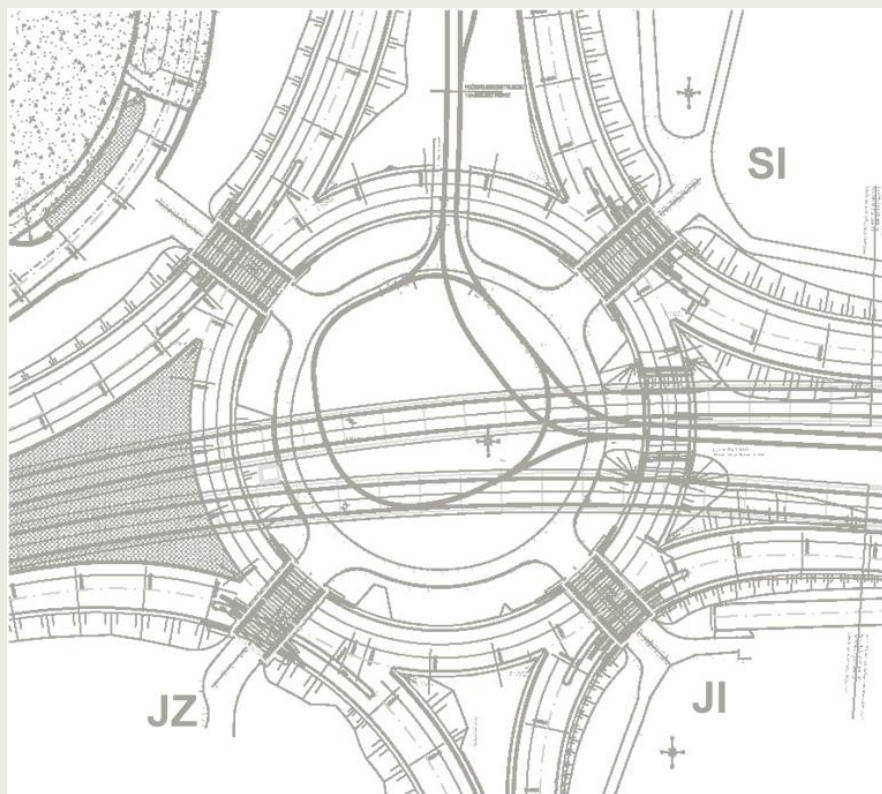
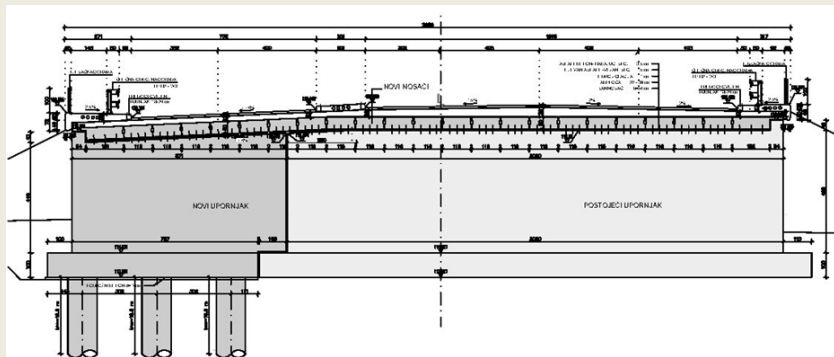
Crpna stanica "ROTOR"

- smještena je između sjevernog i južnog podvožnjaka
- armirano-betonski podzemni objekt sa crpnim bazenom i crpkama (3+1 rezervna), kapaciteta pojedine crpke $Q=140l/s$ i visine dizanja vode $H=11,7m$.
- dno crpnog bazena je na koti 102,52 m.n.m. Gornja „etaža“ na koti 107,72 m.n.m., predviđena je kao zasunska komora za smještaj tlačnog cjevovoda (fazonski komadi i vodovodne armature), elektro ormara za smještaj elektro instalacije crpne stanice, otvori za montažu i demontažu crpki, te otvori za silazak u crpni bazen.



Rekonstrukcija nadvožnjaka i odabir rješenja

- Postojeći nadvožnjaci se proširuju s vanjske strane kružnog toka.
- Na postojećoj konstrukciji mijenja se kompletni gornji ustroj koji čine SAN 70 nosači, a donji ustroj se nadograđuje.
- Odabrani novi rasponski sklop su prednapeti SAN nosači visine 50 cm spregnuti s AB pločom debljine 22 cm.

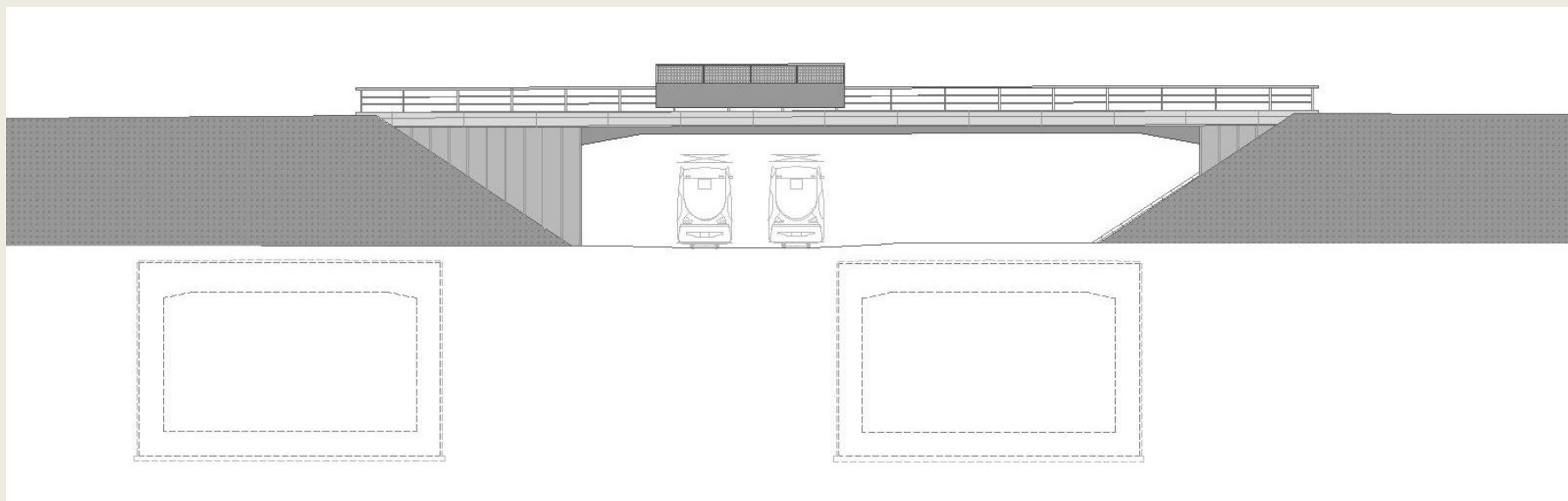


Nadvožnjak Istok

Idejnim projektom predviđena je rekonstrukcija nadvožnjaka „I“ (raspon 12m).
Prema glavnom projektu nadvožnjak “I” se ruši i gradi novi nadvožnjak.

Raspon novog nadvožnjaka 23,4m uvjetovan:

1. širinom slobodnog profila tramvajske pruge
2. položajem podvožnjaka (temeljenja novog nadvožnjaka odmaknuta od zidova podvožnjaka).



Nadvožnjak Zapad

Na mjestu nadvožnjaka Zapad: nasip s unutarnje strane rotora, sa zapadne strane „zelena ploha,,



Zidovi za zaštitu od buke

Korigirane su lokacije zidova i vrsta panela u odnosu na Analizi stanja bučnosti (GF Zagreb 2011.), prema Elaboratu zaštite od buke (Zavod za unapređenje sigurnosti d.d., Osijek 2016.)

Zid na JI rampi Remetinečka – Avenija Dubrovnik (zid 1)

Početak zida na Remetinečkoj cesti pomaknut je na mjesto odvajanja pješačke staze od JI rampe, budući da se prije te lokacije nalazi Hostel te objekt s dva ugostiteljska lokala i kolnim prilazom.

Zid završava kod ulaza u naselje Savski Gaj (Prekratova ulica).

Zid na Dubrovačkoj aveniji

Početak zida pomaknut je do početka stajališta autobusne stanice. Na kraju autobusne stanice predviđen je preklop zida da se omogući prilaz pješacima s istočne strane. Od ulaza u naselje Savski Gaj do autobusne stanice nema zida radi prostornog ograničenja za njegov smještaj (prilaz autobusnoj stanici, ulaz/izlaz za postojeći pothodnik). Kraj zida je produljen kako bi se u potpunosti zaštitila zgrada s južne strane od prometnice.

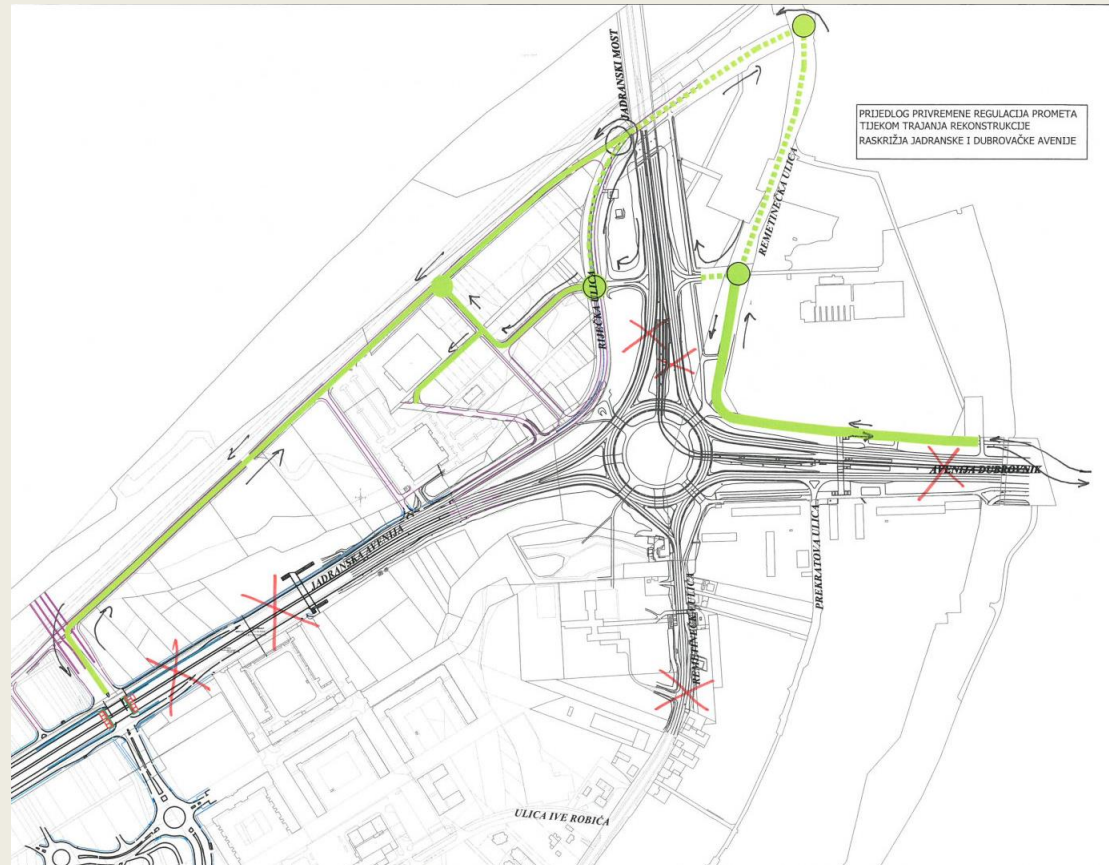
Transparentni paneli visine 5 m s kosim završnim panelom.

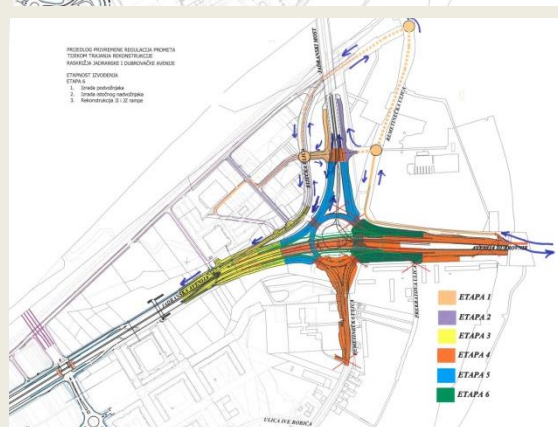
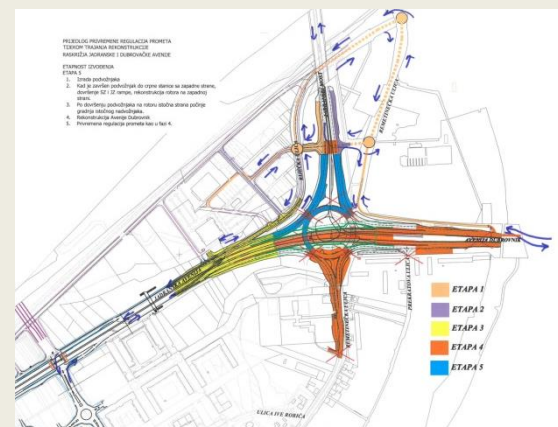
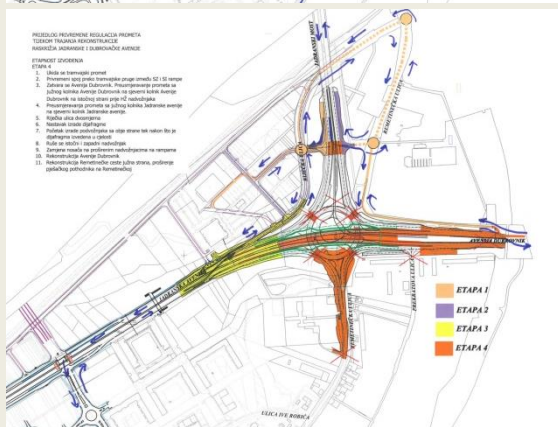
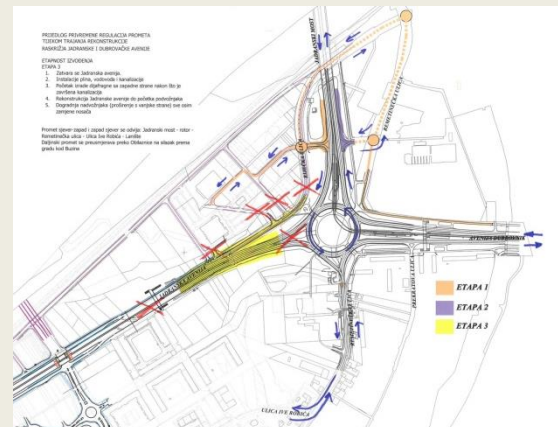
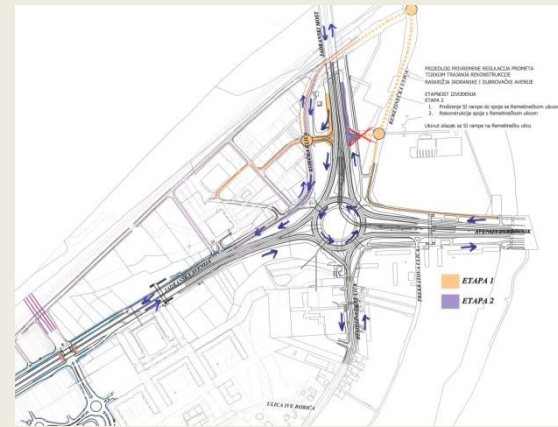
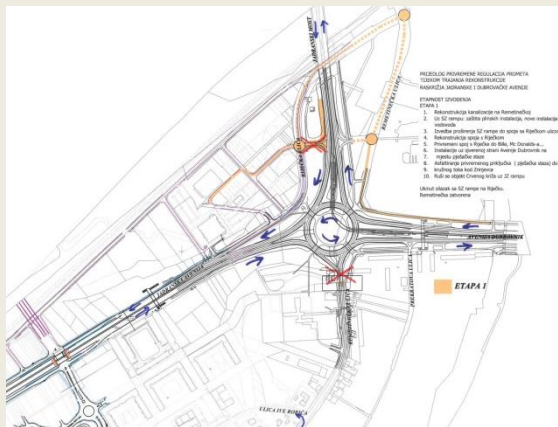


Privremena regulacija prometa

Prikaz opcija rješenja privremene regulacije prometa kao najvećeg izazova u cijelom projektu, obzirom da je lokacijskom dozvolom bilo predviđeno izvođenje radova na kružnom toku pod prometom.

Prvi prijedlog privremene regulacije prometa

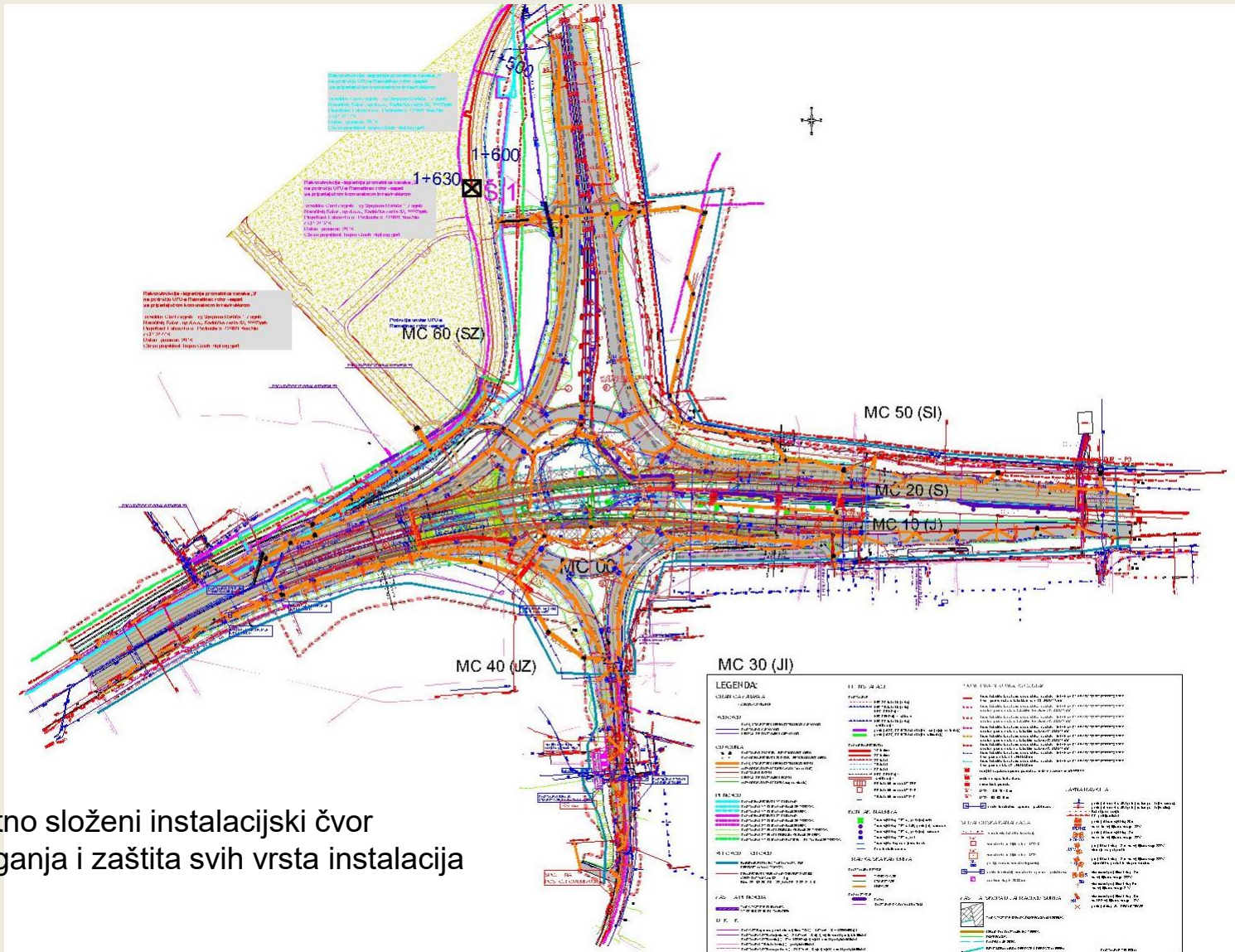




Prijedlog etapnog rješenja privremene regulacije prometa



Sinteza instalacija



Izuzetno složeni instalacijski čvor
Prelaganja i zaštita svih vrsta instalacija



Konačno rješenje privremene regulacije prometa

Povremena brojenja prometa na kontrolnim presjecima pokazuju da privremenim cestama prolazi 75.000 – 80.000 vozila; što je samo 17–20 % manje od redovitog prometa.

- video-senzori na semaforu na Jadranskom mostu
- javni promet ZET: odvija se redovito, nema kašnjenja ni prigovora
- iznenađujuća (zabrinjavajuća) nedisciplina profesionalnih vozača – ulasci na područje gradilišta bez obzira na postavljena ograničenja



Radovi na izvedbi dijafragmi



Stanje na gradilištu - svibanj 2019.



Vizualizacija

Izgled rekonstruiranog kružnog toka – pogled sa zapada



Izgled rekonstruiranog kružnog toka – pogled s istoka



Ulaz u podvožnjak smjer zapad-istok





Hvala na pažnji

Tomislav Vincek, dipl.ing.građ., Institut IGH, d.d., Zagreb

Nataša Mujčić Sukalić, dipl.ing.građ., Institut IGH, d.d., Zagreb

mr.sc.Verica Gjetvaj, dipl.ing.građ., Institut IGH, d.d., Zagreb

mr.sc. Stjepan Kralj, dipl.ing.građ., Institut IGH, d.d., Zagreb