

Prikaz i analiza tehnologije izvođenja radova na projektu brze ceste DC12, DIONICA; VRBOVEC 2 - BJELOVAR

Divljanović, Dino

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:237:691874>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-15**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Civil Engineering,
University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET



DIPLOMSKI RAD

**PRIKAZ I ANALIZA TEHNOLOGIJE IZVOĐENJA RADOVA NA
PROJEKTU BRZE CESTE DC12, DIONICA: VRBOVEC 2 –
BJELOVAR**

Autor: Dino Divljanović

Mentor: doc.dr.sc. Matej Mihić

UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING



GRADUATE THESIS

**DEPICTION AND ANALYSIS OF CONSTRUCTION
TECHNOLOGIES USED TO CONSTRUCT THE DC 12
MOTORWAY, SECTION VRBOVEC 2-BJELOVAR**

Author: Dino Divljanović

Supervisor: doc.dr.sc. Matej Mihić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET

OBRAZAC 2

TEMA DIPLOMSKOG RADA

Ime i prezime studenta:

JMBAG:

Diplomski rad iz predmeta:

Naslov teme
diplomskog rada:

HR	
ENG	

Opis teme diplomskog rada:

Datum:

Komentor:

(Ime i prezime komentora)

Mentor:

(Ime i prezime mentora)

(Potpis mentora)

PRIKAZ I ANALIZA TEHNOLOGIJE IZVOĐENJA RADOVA NA PROJEKTU BRZE CESTE DC12, DIONICA: VRBOVEC 2 – BJELOVAR

Sažetak:

Sažetak: Tema ovog diplomskog rada je prikaz i analiza tehnologije izvođenja radova na objektima i trasi brze ceste DC12, dionica: Vrbovec-Bjelovar. Cilj rada je provesti detaljnu analizu tehnologije koja će se koristiti na dionici brze ceste te dati osvrt na istu uz predlaganje alternativnih rješenja s ciljem optimizacije resursa. Projekt izvedbe dionice autoceste vrijedan je 330 milijuna kuna i uključuje izvedbu trase s popratnim objektima. U radu su u prvom dijelu dati opći podatci o projektu, prikazan je pregled tehnologije u cestogradnji i mostogradnji, te je analizirana korištena mehanizacija na brzjoj cesti.

Ključne riječi: tehnologija građenja, cestogradnja, mostogradnja, analiza

DEPICTION AND ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGIES USED TO CONSTRUCT THE DC 12 MOTORWAY, SECTION VRBOVEC 2-BJELOVAR

Summary:

Summary: Subject of this graduate thesis is description and analysis of construction technologies used to construct expressway DC12, section : Vrbovec-Bjelovar. The subject of this thesis is a detailed analysis of technologies used for building expressway sections, with an overview on searching alternative solutions, that will lead to higher cost efficiency and resource management. Project price for this section is approximately 330 millions kuna, which includes the construction of all accompanying objects. First part of the thesis is about general data about the project, where details about technologies used to build streets and bridges will be given, and also the analysis of the special machines and mechanization used for implementing this section.

Keywords : Technology for highway building, highway building, bridge building, price analysis of highway buildings

Sadržaj:

1.Uvod.....	1
2. Opis projekta izgradnje brze ceste DC12 – ČVORIŠTE VRBOVEC 2 (DC10) - BJELOVAR - VIROVITICA - GP TEREZINO POLJE	2
2.1. Lokacija	2
2.2 Sudionici u gradnji	3
2.3 Ugovor	3
2.3.1. Ugovor između investitora i glavnog izvođača	3
2.3.1.1 Način plaćanja	3
2.3.1.2. Rok izvedbe	4
2.3.1.3. Garantni rok	4
2.3.2. Ugovor između izvođača i kooperanata	5
2.3.3 BIM	6
3.Tehnički opis trase i objekata	7
3.1 Tehnički elementi	7
3.1.1 Tloctni elementi trase	8
3.1.2. Visinski elementi	10
3.2. Elementi poprečnog presjeka	11
3.3. Kolnička konstrukcija	13
3.4 Čvorišta	13
3.5 Prijelazi i prolazi	14
3.5.1 Putni prijelazi.....	14
3.5.2 Prolazi za životinje	14
3.6 Odvodnja	15
3.7 Objekti na trasi brze ceste	15
3.7.1 Most Velika rijeka	15
3.8 Instalacije i drugi objekti infrastrukture	23
3.9. Rasvjeta ceste	27
3.10. Zaštita od buke	27
3.10.1 Paneli za zaštitu od buke.....	28
3.10.2 Montažne AB platice.....	29
3.10.3 Čelični stupovi	29
3.11. Seizmičnost područja	30
4.Tehnologija i logistika izvedbe radova cestogradnje i mostogradnje	31

4.1. Tehnologija izvedbe cestogradnje	31
4.1.1 Povijest cestogradnje u Republici Hrvatskoj	31
4.1.2. Građevinska mehanizacija za izvedbu cestogradnje	33
4.1.3. Tehnologija pri izvođenju zemljanih radova u cestogradnji	34
4.1.4 Donji ustroj prometnice	35
4.1.5. Gornji ustroj prometnice	40
4.2. Tehnologija izvedbe mostogradnje	43
4.2.1 Monolitni postupak gradnje mostova	44
4.2.2. Montažna gradnja postupak gradnje mostova	45
4.2.3. Polumontažna gradnja postupak gradnje mostova.....	45
4.3. Logistika izvedbe radova na cestogradnji i mostogradnji	46
5.Prikaz i analiza primijenjenih tehnologija izvođenja radova	47
5.1.Iskaz stavki po količinama radova	47
5.1.1 Trasa brze ceste	47
5.1.2. Most Velika Rijeka	48
5.2. Logistika izvedbe radova na brzoj cesti Vrbovec 2-Bjelovar	49
5.3.Tehnološke karte	50
5.4. Proračun učinka	55
5.4.1. Prometnica.....	55
5.4.2. Most Velika Rijeka	64
5.4.3. Cestogradnja	74
5.4.4. Mostogradnja	75
5.5. Usklađivanje radnih grupa i proračun trajanja	78
5.5.1. Trasa autoceste	78
5.5.2. Most Velika rijeka	79
5.6. Troškovi radova	82
5.7. Analiza tehnologije građenja	105
6.Zaključak.....	106
Literatura.....	107

POPIS SLIKA:

Slika 1-Prikaz situacije na trasi Vrbovec 2-Bjelovar (11)	9
Slika 2-Prikaz trase Vrbovec 2-Bjelovar (11)	9
Slika 3-Normalni poprečni presjek ceste > 3 m (nasip) (11).....	12
Slika 4-Normalni poprečni presjek ceste <3 m (nasip) (11).....	13
Slika 5- Situacija mosta Velika Rijeka (11).....	22
Slika 6- Uzdužni presjek (11).....	22
Slika 7-Poprečni presjek mosta Velika rijeka (11)	23
Slika 8-Detalj zaštite kabla betonskim profilom s poklopcem (11).....	25
Slika 9-Križanje ceste s nafrovodom (11)	26
Slika 10-Uzdužni presjek zaštitne građevine (11)	26
Slika 11-Poprečni presjek zaštitne građevine (11)	27
Slika 12-Način ugradnje panela između čeličnih profila	29
Slika 13-Prikaz čeličnih stupova i AB pletenica (11).....	30
Slika 14-Prikaz šire lokacije na karti maksimalne horizontalne akceleracije potresnih područja Republike Hrvatske za povratni period od 475 godina (11).....	30
Slika 15-Primjer dijagram tijeka (9)	31
Slika 16-Donji i gornji ustroj prometnice (4)	35
Slika 17-Cesta izvedena u nasipu (5)	36
Slika 18-Cesta u usjeku (5).....	37
Slika 19-Cesta u zasjeku (čisti i klasični) (5).....	37
Slika 20-Hidrosjetva na strmom usjeku (6)	39
Slika 21-Zaštita pokosa roliranjem (6)	39
Slika 22-Zaštita pokosa prskanim betonom (6)	40
Slika 23-Montažni elementi za most preko zaljeva Oesterschelde (8)	45

POPIS TABLICA:

Tablica 1-Elementi za polaganje trase brze ceste.....	7
Tablica 2-Tehnički elementi na trasi Farkaševac-Bjelovar 15+700 do 27+530 usporedba sa pravilnikom	7
Tablica 3-Tlocrtni elementi trase.....	8
Tablica 4-Primjenjeni tlocrti elementi na trasi Farkaševac-Bjelovar.....	10
Tablica 5-Primjenjeni vertikalni elementi na cesti Farkaševac-Bjelovar	11
Tablica 6-Križanja s vodoopskrbnom infrastrukturom	23
Tablica 7-Križanja s telekomunikacijskom infrastrukturom	24
Tablica 8-Križanja s elektroenergetskom infrastrukturom	24
Tablica 9-Križanja s plinovodima i naftovodima	25
Tablica 10-Zidovi za zaštitu od buke.....	28

1.Uvod

U današnjem, globaliziranom, svjetskom gospodarstvu konkurentski napredak svakog gospodarstva, pa tako i hrvatskog, između ostalog ovisi i o omogućavanju što efikasnijeg putovanja ljudi i robe. Ključna prepreka u ostvarivanju cilja efikasnog prijevoza/prometa je nedostatak i nedovoljna kvaliteta prometne infrastrukture. (1)

Hrvatska zbog svog specifičnog oblika i granica, središnje položenog gorskog prostora te raščlanjenosti primorja i otoka ima posebne i istaknute probleme unutrašnjeg prometnog povezivanja kroz povijest. Ipak, Hrvatska ima razmjerno povoljan prometno-geografski položaj, čije se značenje očituje u potrebama povezivanja srednjoeuropskog sa sredozemnim i bliskoistočnim prostorom upravo preko njezina teritorija, a sve više i istočnoeuropskog prostora sa sredozemnim (2). Hrvatski teritorij je izrazito tranzitni u prometnom smislu - što ukazuje prolaz triju Pan europskih koridora (V, VII. i X.) kroz Republiku Hrvatsku te tako promet odnosno prijevoz u cjelini predstavlja ne samo internu potrebu RH, nego i jedno od njezinih mogućih komparativnih prednosti. Izbor multi-modalnih Pan Europskih koridora preko hrvatskog teritorija ukazuje na to, da je teritorijalni položaj RH ne samo njezina prednost, nego i obveza prema njoj samoj, kao i prema Europi. Kad se ovim nespornim činjenicama doda još i podatak, da je turizam jedna od osnovnih propulzivnih grana hrvatskog gospodarstva, kao i to, da:

- prometne infrastrukture bitno utječu na natjecateljsku sposobnost hrvatskog turizma,
- da veliki dio dobara i usluga potrebnih za turističku ponudu isto tako stiže putem prometnih infrastruktura, onda je slika o ulozi ovih infrastruktura u hrvatskom gospodarstvu potpunija. (1)

Dionica brze ceste Vrbovec 2-Bjelovar značajna je zbog povezivanja Zagreba sa Bjelovarom. Nakon izgradnje brze ceste u planu je nastavak izgradnje brze ceste do Treznog Polja granice sa Mađarskom. Izgradnjom dionice do Treznog Polja osigurat će bolje povezivanje Republike Hrvatske i Mađarske, te bolji protok robe između dvije susjedne države koji će se značajno ekonomski odraziti na oba tržišta.

U narednim poglavljima obraditi će se:

- Ugovorni odnosi između investitora, glavnog izvođača te podizvođača
- Tehnički opis trase i objekata koji se nalaze na trasi Vrbovec 2-Bjelovar,
- Tehnologija i logistika izvedbe cestogradnje i mostogradnje
- Analiza primijenjenih tehnologija na brzjoj cesti Vrbovec 2-Bjelovar
- Proračun učinka korištene mehanizacije
- Analiza alternativnih rješenja na predmetnoj dionici Vrbovec 2-Bjelovar, te kritički osvrt na korištenu mehanizaciju

2. Opis projekta izgradnje brze ceste DC12 – ČVORIŠTE VRBOVEC 2 (DC10) - BJELOVAR - VIROVITICA - GP TEREZINO POLJE

2.1. Lokacija

Brza cesta DC12 "Čvorište Vrbovec 2 (DC10) – Bjelovar – Virovitica – GP Terezino Polje (granica Republike Mađarske)" sastavni je dio cestovnog smjera koji povezuje Podravinu sa Zagrebom planiranog "Strategijom prostornog uređenja Republike Hrvatske". Zbog svog značaja, prometnog i gospodarskog, ovaj cestovni smjer uvršten je u mjere poboljšanja cestovnog prometnog sustava prema "Strategiji prometnog razvoja Republike Hrvatske (2017.-2030.)", te kao takav predstavlja bitan strateški interes za našu državu. Odlukom ministra mora, prometa i infrastrukture (NN br. 130/12) autocesta A13 "Čvorište Vrbovec 2 (A12) – Bjelovar – Virovitica – GP Terezino Polje (granica Republike Mađarske)" prekategorizacijom razvrstana je u kategoriju državne ceste „Čvorište Vrbovec 2 – Bjelovar – Virovitica – GP Terezino Polje (granica Republike Mađarske)" s brojem DC 12. U prosincu 2013. ishođena je izmjena i dopuna građevinske dozvole za brzu cestu DC12, za dionicu od km -0+270.00 do km 10+560.00, glavna trasa, čvorište Farkaševac, putni prijelazi i prolazi izuzev putnog prijelaza nerazvrstane ceste u km 4+438.10, objekti, odvodnja, prema kojoj je nastavljena gradnja i dionica glavne trase od km -0+270.00 do km 10+560.00 puštena je u promet 16.04.2019. godine. Državna cesta DC12 predstavlja istočni krak takozvanog „Podravskog ipsilona“, pri čemu se planira da zapadni krak bude DC10 te da se ovim dvjema brzim cestama poveže Zagreb s Križevcima, Koprivnicom, Bjelovarom i Viroviticom. Brza cesta DC10 izgrađena je na dijelu od čvora Sveta Helena na autocesti A4 do Križevaca. Trenutno je na državnoj cesti DC12 dovršeno čvorište Vrbovec 2, te dio predmetne dionice od km -0+270 do km 10+560. Trenutno, se započinje sa realizacijom prometne dionice Vrbovec 2 – Bjelovar brze ceste DC12 Čvorište Vrbovec 2 (DC10) – Bjelovar – Virovitica – GP Terezino Polje (granica Republike Mađarske) –dionica Vrbovec 2 – Bjelovar, od km 15+700.00 do km 27+530.00. Prometnica je projektirana kao cesta rezervirana za promet motornih vozila – brza cesta sa zadaćom povezivanja interregionalnog čvora Vrbovec 2 i Bjelovara. U prvoj fazi izgradnje prometnica je projektirana kao jednokolnička cesta s dva prometna traka, za svaki smjer vožnje po jedan. Od km 25+600 počinje prijelaz s jednog kolnika na dva kolnika odvojena razdjelnim pojasom te je brza cesta od km 25+800 projektirana kao dvokolnička cesta s dva prometna traka, za svaki smjer vožnje po jedan. Ukupna duljina dionice planirane dionice Vrbovec 2 – Bjelovar, je km 15+700.00 do km 27+530.00 a to je 11830.00 metara. (11)

2.2 Sudionici u gradnji

Glavni izvođači na dionici Vrbovec 2-Bjelovar su poduzeća: Pedom Asfalti d.o.o i Kamgrad d.o.o. Pedom Asfalti d.o.o. će izvoditi radove asfaltnih radova i cementnu stabilizaciju dok će Kamgrad d.o.o izvoditi sve ostale preostale radove. U okviru ugovora Pedom Asfalti će pripasti 11,46% radova dok će Kamgrad d.o.o. izvoditi 88,54 % radova u okviru ovoga ugovora. Kamgrad d.o.o. će ugovoriti neke od kooperanata u toku gradnje neki od poznatih u ovome trenutku su poduzeća: Buić TDG d.o.o. te Geoanda d.o.o. Poduzeća zajedničkom prijavom za izgradnju su dobile na natječaju ali zbog velikih poremećaja na tržištu velikog povećanja cijena građevinskog materijala početak radova je odgađan. Dogovor između ponuđača i investitora je postignut u ljetnom periodu, te se nastavlja sa pripremom i izvođenjem predmetne dionice Farkaševac-Bjelovar.

2.3 Ugovor

2.3.1. Ugovor između investitora i glavnog izvođača

Opći uvjeti ugovora su oni koji čine „ Uvjete ugovora za građevinske i inženjerske radove prema projektu naručitelja“, koji su sastavljeni u Federation Internationale des Ingenieurs-Conseils (FIDIC) ali ovaj ugovor sadrži i posebne uvjete koji sastavni dio ugovora. Sastavni dijelovi ugovora su uvođenje u posao predajom dokumentacije od strane naručitelja izvođaču, obaveza obavljanja tehničkog pregleda po završetku radova te jamstveni rok kojim izvođač garantira za svoje izvedene radove. Obaveza izvođača je voditi građevinsku knjigu i e-dnevnik. Naplata radova će se obavljati putem građevinske knjige, izvršene količine radova će se plaćati na kraju svakoga mjeseca te će tijekom isplaćivanja provoditi tom dinamikom. Glavni izvođač radova dužan je dostaviti dokaz o svim podmirenim obavezama ka podizvođačima, koje će glavni izvođač dostaviti investitoru. Osiguranje izvođenja radova se obavlja time što izvođač garantira izvođenje radova svojom bankarskom garancijom na vrijednost 10% od ukupne cijene ugovorenih radova.

2.3.1.1 Način plaćanja

Obračun će se obavljati temeljem mjesečnih privremenih situacija i okončanom situacijom, kooperanti su dužni dostaviti knjigu do 25-og u mjesecu. Privremene situacije se ispostavljaju u pet primjeraka sa datumom izdavanja zadnjeg u mjesecu na koji se situirani radovi odnose. Okončanu situaciju izvoditelj može ispostaviti nakon zapisnički provedene primopredaje, odnosno kada preda propisu dokumentaciju i ateste, projekt izvedenog stanja, prema zapisniku otkloni sve, dostavi garanciju za otklanjanje nedostataka u garantnome roku te uspješno obavi tehnički pregled. Plaćanje izvedenih radova izvršit će se u roku od 60 dana od dana primitka situacije u urudžbeni zapisnik naručitelja.

2.3.1.2. Rok izvedbe

Izvoditelj se obvezuje radove započeti nakon potpisa Ugovora i uvođenja u posao. Izvoditelj je dužan terminski plan za radove ugovorene ovim usuglasiti s naručiteljem najkasnije 7 (sedam) dana prije početka radova, a u slučaju izmjena u terminskom planu gradilišta po obavijesti naručitelja o takvoj izmjeni, svoj terminski plan uskladiti s gradilišnim. Početak i završetak radova je prema terminskom planu gradilišta. Po uvođenju u posao od strane investitora, naručitelj i izvoditelj sklopit će aneks ugovoru kojim će regulirati rokove izvođenja radova. Ugovoreni rokovi, kako onaj krajnji za dovršenje i primopredaju radova, tako i oni u operativnom planu za dovršenje pojedine faze radova (međurok) su fiksni i nepromjenjivi, te su bitni uvjet ugovora. U roku su uzeti u obzir neradni dani, državni blagdani, kao i kolektivni i pojedinačni godišnji odmori i dopusti. Smatrati će se da je Izvoditelj izvršio sve ugovorene radove u ugovorenom roku samo ako do dana isteka ugovorenog roka (kumulativno):

- a) Izvoditelj dovrši sve ugovorene radove, što će se potvrditi upisom u građevinski dnevnik
- b) Izvoditelj dostavi naručitelju svu dokumentaciju potrebnu za tehnički pregled, a koja se odnosi na radove koji su predmet ovog Ugovora (projekt izvedenog stanja, ateste, upute za uporabu i održavanje i sl.) .

Ako Izvoditelj smatra da ima pravo na produljenje roka i/ili na dodatno plaćanje prema bilo kojem članku ovog ugovora, o tome će obavijestiti naručitelja i opisati događaj ili okolnost koja opravdava takvo potraživanje. U slučaju zakašnjenja u izvršenju ili dovršetku ugovorenih radova i primopredaji istih o ugovorenom roku za pojedine faze izvoditelj je dužan nadoknaditi naručitelju štetu. Produljenje ugovorenog roka moguće je zbog okolnosti nastalih poslije sklapanja ugovora, koje izvoditelj nije mogao spriječiti, otkloniti ili izbjeći (u kojem slučaju, dakle nema krivnje Izvoditelja), a osobito:

- iznimno nepovoljnih klimatskih uvjeta,
- akata državnih ili drugih tijela za koje odgovornost ne snosi Izvoditelj,
- radnji samog naručitelja

više sile tj. događaja ili okolnosti izvan kontrole izvoditelja, nastale nakon sklapanja Ugovora, a koji izvoditelj nije mogao predvidjeti, spriječiti, otkloniti ili izbjeći i za koje nije odgovoran (npr. rat, neprijateljstvo, terorizam, potres i sl.). Izvođač može tražiti produljenje roka završetka samo zbog kašnjenja radova koji su na kritičkom putu. Kritički put je slijed radova/aktivnosti s najduljim trajanjem tj. slijed onih radova/aktivnosti koji nemaju vremensku rezervu i ne mogu se izvoditi naknadno bez utjecaja na rok završetka.

2.3.1.3. Garantni rok

Ugovorene radove Izvoditelj se obvezuje izvesti kvalitetno i po pravilima struke isključivo s materijalom koji odgovara opisu i kvaliteti iz ugovoreno tehničke dokumentacije, osigurati sve

tehničkim uvjetima propisane karakteristike prema elaboratu građevinske fizike objekta, sukladno propisanim normativima i standardima. Za izvedene radove Izvoditelj daje Naručitelju garanciju koja se računa od uspješno obavljenog tehničkog pregleda i primopredaje objekta između naručitelja i investitora, i to :

- 10 godina za hidroizolaterske radove
- 5 godina za žičanu ogradu

Izvoditelj se obvezuje u garantnom roku na svoj teret otkloniti sve nedostatke i greške nastale uslijed nekvalitetno izvedenih radova. Dužan je odmah pristupiti otklanjanju nedostataka, a najkasnije u roku od 7 dana otkloniti iste, računajući od dana primitka pisane obavijesti.

Također, sastavni dio ugovora su:

- Obaveze izvoditelja u svezi načina izvođenja radova
- Neizvedeni, nepravovremeno i nekvalitetno izvedeni radovi i naknada štete
- Zastupnik naručitelja
- Naknadni radovi
- Osiguranje od rizika
- Primopredaja, okončani obračun i otklanjanje nedostataka evidentiranih prilikom primopredaje
- Prijelaz rizika
- Sredstva osiguranja-garancije
- Raskid ugovora
- Obustava radova
- Završne odredbe ugovora

od kojih ćemo neke dijelove detaljnije obratiti u ovome radu. Ugovorom glavni izvođači su se dužni pridržavati zaštita na radu a zbog prethodnih iskustva sa podizvođačima, izvođač je dodao u ugovor točno specificirane kazne za svakoga podizvođača u slučaju ne pridržavanja istih.

2.3.2. Ugovor između izvođača i kooperanata

Glavni izvođač nakon sklapanja ugovora sa investitorom započinje postupak sklapanja ugovora sa podizvođačima. Prilikom sklapanja ugovora sa podizvođačima, glavni izvođač prenosi na podizvođače sve ugovorene obveze koje ima u sklopu ugovora sa investitorom te na taj način prenosi rizik i na svoje podizvođače. Prilikom sklapanja ugovora glavni izvođač osigurava da sa manjim resursima poduzeća uspijeva osigurati jednako kvalitetno izvođenje

radova i rokova. Ugovor između glavnog izvođača i podizvođača je zaseban ugovor te nema nikakve pravne veze sa ugovorom između investitora i glavnog izvođača radova.

2.3.3 BIM

U odnosu na standardne ugovore izvođač je dužan pribaviti odgovarajuće softvere i alate te razviti, instalirati, održavati i koristiti za cijelo vrijeme trajanja ugovora Building Information Modeling (BIM), koji će se primijeniti na građevine. Obavezna je izrada 4D BIM modela. Cjelokupni model čini integraciju 3D komponenti s vremenskom komponentom, odnosno planiranjem vremenom izvođenja radova za pojedinu komponentu. Cjelokupni model mora biti formiran u nekome od specijaliziranih BIM programskih paketa sa mogućnošću izrade računalne situacije. Dovršeni model mora biti cjelovit i izrađen sukladno projektnoj dokumentaciji te u potpunosti prikladan za svrhu temeljne koordinacije u procesu građenja. U samome BIM će biti pridruženi svi potrebni atributni podatci (kvaliteta betona, tip armature, tip izgradnje, faznost i sl). Projekt instalacije obaveza da se unese sukladno spojenim ugovorom između izvođača i naručitelja.

3.Tehnički opis trase i objekata

3.1 Tehnički elementi

Polazni elementi za polaganje trase brze ceste prema Pravilniku o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa su slijedeći:

Tablica 1-Elementi za polaganje trase brze ceste

Prema društveno gospodarskom značenju	Državna cesta
Prema zadaći povezivanja	Cesta 1.kategorije
Prema vrsti prometa	Cesta za promet motornih vozila (brza cesta)
Prema veličini motornog opsega:	BC-PGDP>1200 vozila/dan
Prema vrsti terena:	Ravničarski-bez ograničenja, Brdski-znatno ograničenje

Iz navedenih polaznih elemenata usvojene su projektna i računaska brzina od 100 km/h. Prilikom polaganja trase brze ceste od 15+700 do 27+530 primijenjeni su slijedeći tehnički elementi:

Tablica 2-Tehnički elementi na trasi Farkaševac-Bjelovar 15+700 do 27+530 usporedba sa pravilnikom

Opis	Projekt	Pravilnikom v=100km/h
Minimalni tlocrtni radijus:	$R_{min}=920m$	$R_{min}=450m$
Minimalna duljina prijelaznice:	$L_{min}=200m$	$L_{min}=75m$
Maksimalni nagib nivelete:	$I_{max}=1,98\%$	$I_{max}=5.5\%$
Širina prometnog traka:	$\check{s}=3.5m$	$\check{s}=3.5m$
Širina rubnog traka:	$\check{s}=0.5m$	$\check{s}=0.5m$
Širina razdjelnog pojasa 25+800-27+530:	$\check{s}=4.0m$	$\check{s}=3.0m$
Širina bankine:	$\check{s}=1.5m$	$\check{s}=1.5m$
Poprečni nagib kolnika u pravcu:	$q=2.5\%$	$q=2.5\%$
Maksimalni poprečni nagib kolnika u zavoju:	$q_{max}=4.5\%$	$q_{max}=7.0\%$
Minimalni radijus vertikalno zaobljenja konveksni	$R_{min}=9000m$	$R_{min}=8700m$
Minimalni radijus vertikalno zaobljenja konkavni:	$R_{min}=8000m$	$R_{min}=5700m$

Prema navedenom vidljivo je da su primijenjeni elementi veći od graničnih vrijednosti tlocrtnih i visinskih elemenata propisanih Pravilnikom za usvojenu projektnu i računsku brzinu.

Na dijelu brze ceste od 25+800 do 27+530 projektirana su oba kolnika zbog uklapanja na most preko potoka Bjelovacka koji je već izgrađen u punom profilu kao predmet zasebne građevinske dozvole – faza 1. Na dijelu od 25+600 do 25+800 projektiran je prijelaz s jednog kolnika (sjevernog) na dva kolnika pomoću dvije protusmjerne krivine radijusa $R=400\text{m}$ i $R=650\text{m}$. Od km 27+320 do km 27+440 predviđena je lokacija asfaltiranog razdjelnog pojasa, tj. spojeva kolnika, duljine 120 metara. To služi kao službeno mjesto za preusmjeravanje prometa s jednog kolnika na drugi u slučaju radova na cesti, prometnih nezgoda i slično. Odbojna ograda u asfaltiranom razdjelnom pojasu mora sadržavati demontažni prolaz koji se u slučaju potrebe mora moći brzo i lako demontirati i omogućiti hitnim službama prijelaz s jednog kolnika na drugi. Preostali dio odbojne ograde u spoju kolnika demontira se u slučajevima dužeg preusmjeravanja prometa s jednog kolnika na drugi. (11)

3.1.1 Tlocrtni elementi trase

Trasa je tlocrtno situacijski riješena pravcima i krivinama, međusobno spojenim prilaznicama, tako da zadovolji sve kriterije određene pravilnikom, a koji se odnose na minimalne radijuse horizontalne krivine, minimalne duljine kružnog luka i prijelazne krivine.

Tablica 3-Tlocrtni elementi trase

Opis	Projekt	Pravilnik $v_{\min}=100\text{ km/h}$
Minimalni tlocrtni radijus:	$R_{\min}=920\text{m}$	$R_{\min}=450\text{m}$
Minimalna duljina kružnog luka:	$L_k=348\text{m}$	$L_k=28\text{m}$
Minimalna duljina prijelaznice:	$L_{\min}=200\text{m}$	$L_{\min}=75\text{m}$

Prema navedenom vidljivo je da primijenjeni elementi zadovoljavaju propisane vrijednosti elemenata određene Pravilnikom za usvojenu projektnu brzinu. (11)



Slika 1-Prikaz situacije na trasi Vrbovec 2-Bjelovar (11)



Slika 2-Prikaz trase Vrbovec 2-Bjelovar (11)

Tablica 4-Primjenjeni tlocrti elementi na trasi Farkaševac-Bjelovar

Početak dionice obrađen ovim glavnim projektom 15+700				
Početak (km)	Kraj (km)	Pravac	Radijus	Pravac
14+953.499	16+068.281	Pravac		
16+068.281	17+216.573	A=774.597	R=1500.000	A=774.597
17+216.573	18+494.194	A=643.428	R=920.000	A=428.952
18+494.194	19+477.616	Pravac		
19+477.616	20+608.956	A=866.025	R=2500.000	A=1000.000
20+608.956	21+930.400	A=670.820	R=1500.000	A=814.248
21+930.400	23+832.692	A=814.469	R=1200.000	A=489.898
23+832.692	25+267.463	A=435.890	R=950.000	A=435.890
25+267.463	26+324.639	A=500.000	R=1000.000	A=500.000
26+324.639	27+206.690	A=707.107	R=2000.000	A=707.107
27+206.690	27+531.759	A=866.025	R=3000.000	Kraj dionice
Kraj dionice obrađen ovim glavnim projektom 27+530.00				

3.1.2. Visinski elementi

Niveleta brze ceste od 15+700 do 27+530 uvjetovana je niveletom već izgrađene dionice brze ceste DC12 od km -0+270 do km 10+560 (spoj na čvor Farkaševac), isprojektiranom niveletom dionice od km 10+560 do km 15+700, mjestima prolaska preko postojećih prometnica te vodotoka koje brza cesta presjeca i konfiguracijom terena.

Propisane granične vrijednosti vertikalnih elemenata trase brze ceste:

- maksimalni uzdužni nagib $s_{max}=5.5\%$
- minimalni konveksni radijus $R_{min}=8700m$ ($v_p=v_r=100$ km/h)
- minimalni konkavni radijus $R_{min}=5700m$ ($v_p=v_r=100$ km/h)

Primijenjeni vertikalni elementi trase brze ceste:

- maksimalni uzdužni nagib $s_{max}=1.98\%$
- minimalni konveksni radijus $R_{min}=9000m$
- minimalni konkavni radijus $R_{min}=8000m$ (11)

Tablica 5-Primjenjeni vertikalni elementi na cesti Farkaševac-Bjelovar

Početak dionice obrađen glavnim projektom 15+700,00			
Trasa	Visina	Uzdužni nagib	Radius
km 15+928.000	H=115.20	i=1.47%	R=10000.00
km 16+236.473	H=109.08	i=-1.98%	R=12000.00
km 16+999.864	H=106.33	i=-0.36%	R=45000.00
km 17+891.249	H=109.00	i=0.30%	R=35000.00
km 18+319.942	H=107.69	i=-0.31%	R=25000.00
km 19+112.937	H=111.35	i=0.46%	R=100000.00
km 19+824.697	H=109.10	i=-0.32%	R=10000.00
km 20+084.697	H=113.00	i=1.50%	R=9000.00
km 20+451.968	H=107.49	i=-1.50%	R=14000.00
km 20+909.109	H=108.86	i=0.30%	R=25000.00
km 21+485.501	H=107.15	i=-0.30%	R=25000.00
km 21+998.339	H=114.28	i=1.39%	R=25000.00
km 22+691.386	H=112.21	i=-0.30%	R=12500.00
km 22+922.921	H=115.10	i=1.25%	R=9400.00
km 23+255.599	H=110.94	i=-1.25%	R=18000.00
km 24+423.429	H=113.44	i=0.21%	R=8000.00
km 24+683.921	H=118.25	i=1.84%	R=10000.00
km 25+282.718	H=107.21	i=-1.84%	R=22000.00
km 25+991.909	H=118.97	i=1.66%	R=11000.00
km 26+416.273	H=110.73	i=-1.94%	R=15000.00
km 26+835.959	H=112.18	i=0.34%	R=20000.00
km 27+280.024	H=108.21	i=-0.89%	R=20000.00
km 27+531.760	H=108.96	i=0.30%	-
Kraj dionice obrađen ovim glavnim projektom 27+530,00			

3.2. Elementi poprečnog presjeka

Elementi poprečnog presjeka određeni su prema usvojenoj projektnoj brzini i kategoriji ceste:

Poprečni presjek brze ceste – I. faza (lijevi kolnik):

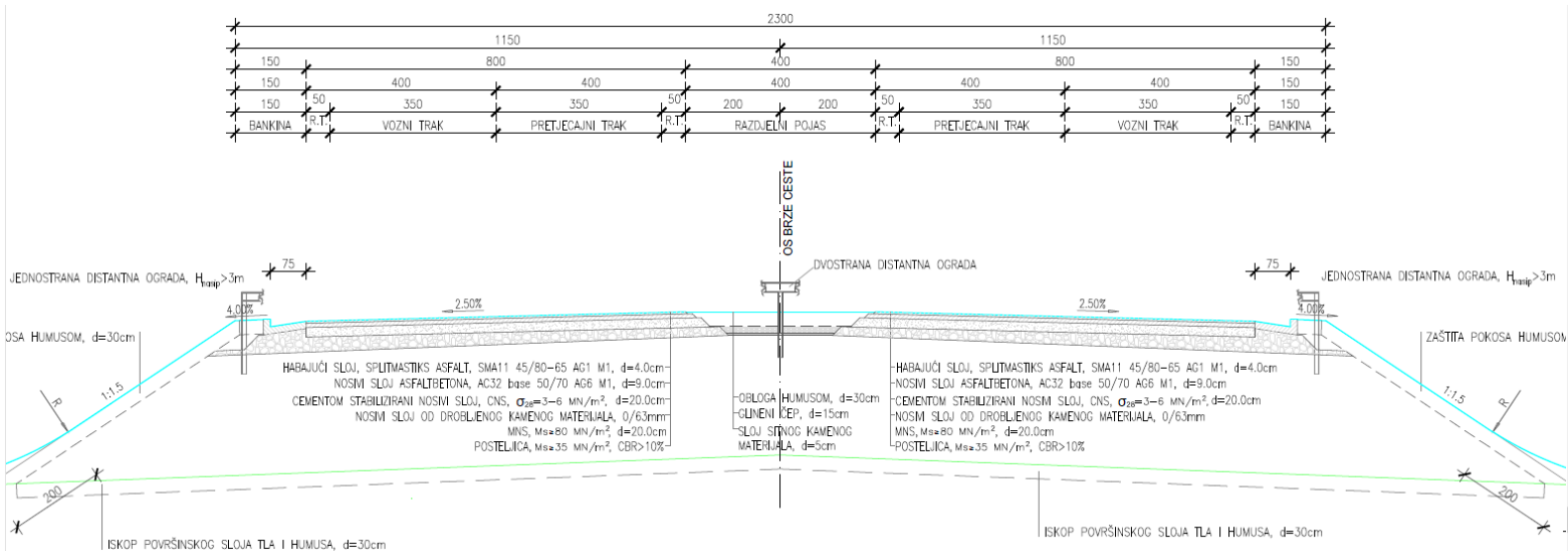
- vozni trak (2x3.50m)=7.00m
- rubni trak (2x0.5)=1.00m
- ukupna širina kolnika 8.00m

- bankina (2x1.50m)=3.00m
- ukupno širina presjeka (kruna ceste) maksimalno 11.00m

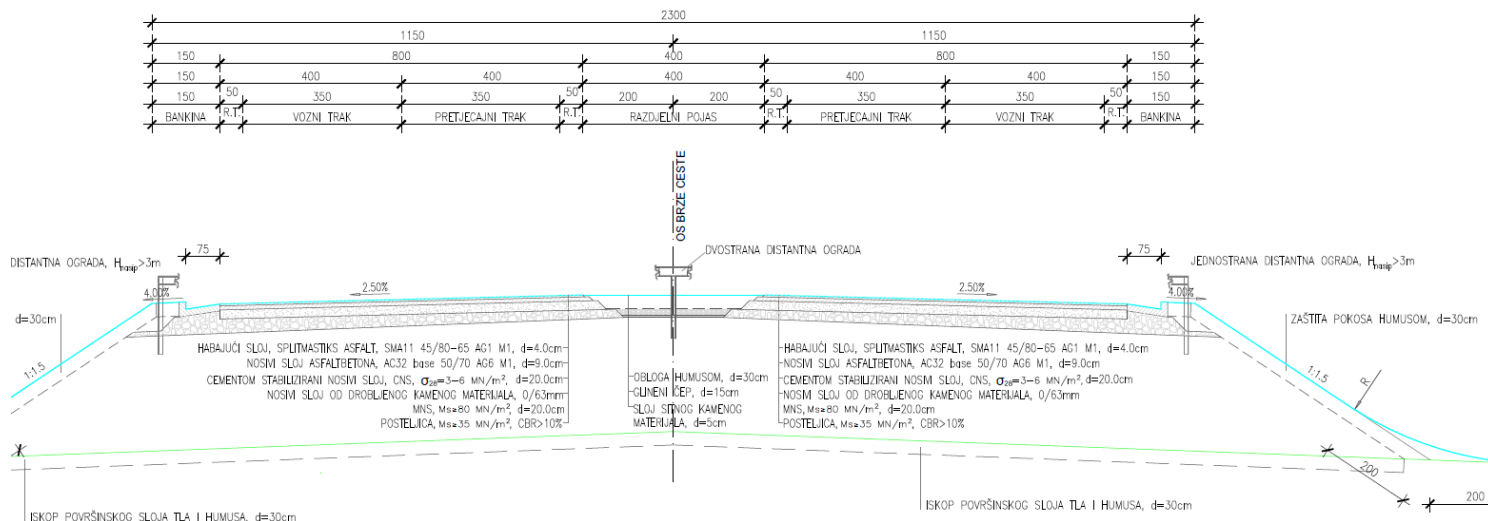
Od km 25+800 do km 27+530 projektiran je desni (južni kolnik) s istim poprečnim presjekom kao i lijevi (sjeverni) kolnik. Između ta dva kolnika je razdjelni pojas širine 4.00m. Širina kolnika se 10m prije početka objekata u trasi proširuje za 0.5m prema osi brze ceste (odnosno prema budućem razdjelnom pojasu) zbog usklađivanja sa širinom kolnika na objektima u trasi. Na isti način proširuje se i prilagođava širina bankine. Poprečni nagib kolnika iznosi od $q=2.5\%$ u pravcu do $q_{max}=4.5\%$ u krivinama ($R=920m$). Slobodni profil iznad ceste iznosi 4.8 m od najviše kote kolnika. Nagibi pokosa nasipa i njihovo oblikovanje izravno ovise o geomehaničkim uvjetima, odnosno inženjerskogeološkim i geotehničkim karakteristikama terena kroz koji prolazi trasa kao i o vrsti materijala koji će se koristiti za izradu nasipa, te o projektiranoj visini pokosa. Maksimalna visina nasipa je u km 25+860 i iznosi 7.60m. Bankina je humusirana i zatravljena, poprečnog nagiba 4.0% - 4.5% prema pokosu. Projektirani nagib pokosa nasipa iznosi:

- na nasipima visine manje od 3m: 1:2
- na nasipima visine veće od 3m: 1:1.5

Nožica pokosa nasipa se zaobljuje radijusima, s tangentom od 2.0 m. Pokos nasipa oblaže se humusom debljine 30 cm. Na potezima gdje se zbijenost po standardnom Proktoru nemože postići zbog temeljnog tla s većim postotkom vlage potrebno je predvidjeti uređenje temeljnog tla postavljanjem geotekstila, geomreža. (11)



Slika 3-Normalni poprečni presjek ceste > 3 m (nasip) (11)



Slika 4-Normalni poprečni presjek ceste <3 m (nasip) (11)

3.3. Kolnička konstrukcija

SASTAV I DIMENZIJE KOLNIČKE KONSTRUKCIJE

- habajući sloj, splitmastiks asfalt, SMA11 45/80-65 AG1 M1 d=4.0cm
- nosivi sloj asfaltbetona, AC32 base 50/70 AG6 M1 d=9.0cm
- cementom stabilizirani nosivi sloj, CNS, $\sigma_{28}=3-6$ MN/m² d=20.0cm
- nosivi sloj od drobljenog kamenog materijala, 0/63mm, MNS,

MS \geq 80 MN/m² d=20.0cm

- posteljica, Ms \geq 35 MN/m², CBR>10%

- ukupno kolnička konstrukcija D=53.0cm

Konstrukcija kolnika na ugibalištima ima iste slojeve i materijale kao i vozni trakovi brze ceste. Konstrukcija kolnika na trakovima za ubrzanje i usporenje na prilazima rampi čvorišta i PUO-a do vrha asfalta ima iste slojeve i materijale kao i vozni trakovi brze ceste.

Poprečni nagib posteljice iznosi minimalno 4%, a za nagibe kolnika veće od 4% posteljica je identičnog nagiba kao i asfaltni slojevi.

Kod nasipa visine \geq 3m koji se izrađuju od kamenog materijala posteljica ima slijedeće zahtjeve: Ms \geq 40 MN/m², CBR>10%. (11)

3.4 Čvorišta

Na dijelu trase brze ceste od km 15+700.00 do km 27+530.00 ovim glavnim projektom obrađeno je čvorište Gudovac, u km 21+816.00 (nadvožnjak prijelaza čvorišta).

Čvorište ima oblik poludjeteline i preko njega se na brzu cestu spaja nerazvrstana cesta koja vodi prema centru Gudovca te buduća cesta za gospodarsku zonu. Prometni trakovi za ubrzanje i usporenje projektirani su u duljini od 250m (200m duljina trakova i 50m duljina na kojoj se izvodi proširenje).

Na dijelu trase brze ceste od km 15+700.00 do km 27+530.00 ovim glavnim projektom obrađeno je čvorište Bjelovar, u km 26+422.49 (nadvožnjak prijelaza čvorišta).

Čvorište ima oblik poludjeteline i preko njega se na brzu cestu spaja državna cesta D43 (Đurđevac (D2) – Bjelovar – Čazma – čvor Ivanić Grad (A3)). Prometni trakovi za ubrzanje i usporenje projektirani su u duljini od 250m (200m duljina trakova i 50m duljina na kojoj se izvodi proširenje). (11)

3.5 Prijelazi i prolazi

3.5.1 Putni prijelazi

Ovim glavnim projektom obrađeni su putni prijelaz državne ceste DC43, 4 prijelaza nerazvrstanih cesta NC te 2 prolaza nerazvrstanih cesta NC:

- 1. Prijelaz NC km 16+444.27**
- 2. Prijelaz NC km 19+320.03**
- 3. Prijelaz NC (bivša LC37020) km 21+816.00 (ujedno i prijelaz čvorišta Gudovac)**
- 4. Prijelaz NC km 23+528.84**
- 5. Prolaz NC km 24+675.31**
- 6. Prolaz NC km 25+913.02**
- 7. Prijelaz DC43 km 26+422.49 (ujedno i prijelaz čvorišta Bjelovar)**

Sve ceste koje su predviđene kao putni prijelazi i prolazi bit će rekonstruirane tlocrtno i visinski, proširene, te će se ojačati njihova kolnička konstrukcija na području prelaganja. (11)

3.5.2 Prolazi za životinje

Na mostovima preko potoka Velika rijeka (u km 15+902.34) i Plavnica (u km 20+084.70) predviđeni su s obje strane vodotoka i prolazi za životinje. Prolaz za životinje Česma je u km 22+922.94, a prolaz za životinje Veliko Korenovo je u km 24+683.92. Prolazi su predviđeni u duljini 2x50m, a na putnim prolazima i samostalnim prolazima za životinje u duljini 50m. Visina svih prijelaza predviđena je min 3.50m.

1. Prolaz za životinje most Velika rijeka u km 15+902.34, L=56m
2. Prolaz za životinje most potok Plavnica u km 20+084.70, L=56m
3. Prolaz za životinje Česma u km 22+922.94, L=56m
4. Prolaz za životinje Veliko Korenovo u km 24+683.92, L=56m

Za zaštitu divljači predviđeno je i postavljanje žičane ograde. (11)

3.6 Odvodnja

Brza cesta ne prolazi kroz zonu sanitarne zaštite.

U nasipima, oborinska voda s kolnika odvodi se preko bankina i pokosa nasip u odvodne kanale. Na visokim nasipima ($h > 3\text{m}$), te na nasipima uz objekte, kako bi se spriječila erozija nasipa, voda se prihvaća rigolima i kontrolirano betonskim kanalicama koje su položene po pokosu nasipa odvodi u kanale.

Tijekom izgradnje predmetne brze ceste treba biti osiguran nesmetan protok vodotocima. (11)

3.7 Objekti na trasi brze ceste

U trasi brze ceste od km 15+700.00 do km 27+530.00 nalazi se pet objekata: most Velika rijeka u km 15+902.34, most potok Plavnica u km 20+094.70, prolaz za životinje Česma u km 22+922.94, prolaz za životinje Veliko Korenovo u km 24+683.92 i most potok Bjelovacka u km 25+953.49 dok preko trase brze ceste prelaze nadvožnjak putnog prijelaza NC (Nadvožnjak Šumarek) u km 16+444.27, nadvožnjak putnog prijelaza NC (Nadvožnjak Prgomelje) u km 19+320.03, nadvožnjak čvorišta Gudovac u km 21+816.00, nadvožnjak putnog prijelaza NC (Nadvožnjak Stubljani) u km 23+528.84 i nadvožnjak čvorišta Bjelovar u km 26+422.49. (11)

1. Most Velika rijeka km 15+902.34 L=236.00m
2. Nadvožnjak Šumarek km 16+444.27 L=61.20m
3. Nadvožnjak Prgomelje km 19+320.03 L=61.20m
4. Most potok Plavnica km 20+084.70 L=236.00m
5. Nadvožnjak čvorišta Gudovac km 21+816.00 L=64.00m
6. Prolaz za životinje Česma km 22+922.94 L=56.00m
7. Nadvožnjak Stubljani km 23+528.84 L=61.20m
8. Prolaz za životinje Veliko Korenovo km 24+683.92 L=56.00m
9. Most potok Bjelovacka km 25+953.49 L=127.20m
10. Nadvožnjak čvorišta Bjelovar km 26+422.49 L=70.00m

3.7.1 Most Velika rijeka

Most Velika rijeka odabran je zbog svoje dužine $L=236\text{ m}$, te je kao takav najveći na prometnoj dionici uz most potok Plavnica. Također, most je odabran zbog svog položaja km 15+902.34 te njegovo izvođeno je trebalo krenuti sa u toku pisanja diplomskog rada ali to se nije dogodilo zbog produljenog roka početka radova te vremena koje je bilo potrebno za dogovaranje klizne skale između investitora i glavnog izvođača. Glavnim projektom obrađen je Most Velika rijeka

na brzoz cesti Vrbovec-Bjelovar u km 15+902,340 m. On služi prolazu za životinje sa traženim svijetlim otvorom 2x100m x 3,5m kao i prolazu rijeke i lokalne ceste ispod brze ceste. Ukupna duljina mosta iznosi 249,30 m. Os prvog upornjaka je u km 15+784,340 m, a drugog u km 16+020,340 m. Osni razmak upornjaka iznosi 236 m. Donji ustroj mosta čine upornjaci i stupišta dok je gornji ustroj neovisna dilatacijska cjelina sastavljena od prednapetih ab predgotovljenih nosača (kontinuirani roštiljni sklop). Rasponska konstrukcija ima 8 raspona, s osnim razmakom stupova $28+6 \times 30+28 = 236\text{m}$. Rasponi konstrukcije s 8 polja odabrani su prema zahtjevu za svijetlim otvorom od 2x100m, Velikom rijekom i lokalnom cestom. Minimalna visina svijetlog otvora od 3,5m je zadovoljena. Pri odabiru tlocrtnih elemenata ceste i mosta prilagodili su se osi brze ceste. Visinu mosta odredio je uvjet da donji rub rasponske konstrukcije mora biti 4,5m iznad najviše točke kolnika te svijetla visina mosta Velika rijeka (prolaz za životinje) od min. 3,5m. Odabran je polumontažni način gradnje rasponskog sklopa s predgotovljenim prednapetim AB nosačima. Kolnik ceste na mjestu mosta ukupne je širine 9,0 m, a sastoji se od dva vozna traka širine po 3,5 m. Na lijevo i desno od rubova voznih trakova smješteni su rubni trakovi širine 50,0 cm i zaštitni trakovi širine 50,0 cm. Zatim slijedi predgotovljeni rubnjak visine 7,0 cm i dimenzija 20x15 cm, te čelična odbojna ograda razine zadržavanja H2 u prostoru širine 50,0 cm. Čelična odbojna ograda sidri se u betonsku pješačku stazu debljine 20,0 cm i poprečnog pada 4,0% kako bi se osigurala brza odvodnja vode prema slivnicima. Čelična odbojna ograda tipa je H2-A-W4. Servisna staza širine 0,6 m s lijeve strane, odnosno 0,7m s desne strane, zaštićena je pješačkom ogradom visine 1,2 m koja se sidri u betonski dio staze. Most završava monolitnim vijencem debljine 35,0 cm i visine 80,0 cm. Na ovaj način došlo se do ukupne širine mosta poprečne dispozicije od $25 + 60 + 50 + 50 + 50 + 350 + 350 + 50 + 50 + 50 + 70 + 25 = 11,80\text{ m}$. Niveleta na mostu u potpunosti je u vertikalnoj konveksnoj kružnoj krivini radijusa 10000 m s najvišom točkom u stacionaži u km 15+902,340 m. Tlocrtno most se nalazi u pravcu. Os mosta i os lokalne ceste sijeku se pod kutom od 90°. Poprečni pad kolnika je konstantan i jednostrešan u iznosu 2,5%. Odvodnja je zatvorena, pa se na nižim rubovima kolnika ugrađuju slivnici povezani cijevima za odvod oborinske vode DN300 mm kojima se voda odvodi iza upornjaka, u klasični slivnik te se potom ispušta u paralelne kanale. Prilikom projektiranja vodilo se računa o jednostavnosti i brzini izvođenja što je rezultiralo rasponskim sklopom sastavljenog od prethodno izrađenih prednapetih nosača.

(11)

3.7.1.1. Rasponski sklop

Most se izvodi u jednom dilatacijskom odsječku, sastoji se od 8 polja raspona $28,0+6 \times 30,0+28,0\text{ m}$, duljine između osi upornjaka $L=236,0\text{ m}$, a ukupne duljine 249,30 m. Odabrani rasponski sklop je protežni (kontinuirani) roštilj, sastavljen od pet predgotovljenih prednapetih betonskih nosača visine 160 cm, preko kojih se betonira armiranobetonska ploča

debljine 25 i poprečnih nosača nad stupištima i upornjacima. Osni razmak uzdužnih nosača iznosi 2,19 m. Nosači su širine gornje pojasnice 217,0 cm i širine hrbata 45,0 cm. Nosači se prednapinju naknadno, nategama od žicama 0,62“ od visokovrijednog čelika za prednapinjanje $f_{pk}=1860$ N/mm² srednje relaksacije i armiraju rebrastom armaturom B 500 B. Koriste se natege od 9 i 12 užadi. Prilikom izrade nosača treba voditi računa o obliku oplata nosača, kako bi se progib nosača uslijed prednapinjanja i dugotrajnih deformacija tijekom odlaganja nosača do ugradnje sveo na minimum i time izbjegli problemi kod ugradnje kolničke ploče, a kasnije i mogući problemi u odvodnji mosta. Iznad nosača se na samome mjestu betonira ploča od betona čvrstoće C30/37 debljine 25,0 cm i širine 11,1 m, čime sustav postaje kontinuirani roštilj kojeg čine montažni nosači, poprečni nosači iznad stupova i upornjaka i kolnička ploča. Kontinuitet je ostvaren mekom armaturom iznad ležaja i poprečnim nosačima. Poprečni nosači na upornjacima i stupištu su pravokutnog presjeka, širine 1,2 m, odnosno 1,8m i visine 2,15 m. Vrh im se utapa u kolničku ploču, a dno im je spušteno za 30 cm ispod podgleda uzdužnih nosača. Poprečni nosači su oslonjeni preko para ležajeva na razmaku 6,0 m na upornjake i stupište. Uzdužni nosači zadiru u poprečne prosječno 0,30 m na upornjaku, odnosno 0,4 m na stupištu, a u međurazmaku se može nesmetano ugraditi armatura poprečnih nosača i ovjesna armatura (za djelomično vješanje uzdužnih nosača o poprečne). Prednapeti su nosači od betona C50/60, a dobetonirana kolnička ploča i poprečni nosači od betona kakvoće C30/37 te je sve armirano čelikom za armiranje B500B. (11)

3.7.1.2. Ležajevi

Na stupištima i upornjacima predviđeni su sferni ležajevi na poprečnom razmaku 6,0 m. Visina predviđena za smještaj ležajeva iznosi 40,0 cm mjereno u osi stupišta. Raspored ležajeva uvjetovan je omjerom krutosti i raspodjele sila. Na upornjacima preuzimaju se horizontalne sile u poprečnom smjeru mosta preko jednog poprečno nepomičnog ležaja, dok je drugi ležaj na upornjaku svestrano pomičan. Na stupištima S1,S2,S6,S7 preuzimaju se sve horizontalne sile u poprečnom smjeru, dok se na stupištima S3,S4,S5 preuzimaju i uzdužne i poprečne horizontalne sile s nepomičnim ležajevima.. Sve ležajeve potrebno je postaviti na projektom određene betonske klupice koje su glatke i vodoravne te visinski precizno iznivelirane, a izvedene su od betona razreda čvrstoće C45/55. (11)

3.7.1.3. Stupišta

Sva stupišta povezana su s rasponskim sklopom preko para ležajeva. Stupište se sastoji od dva pojedinačna stupa promjera 150 cm. Ukupne visine stupišta su promjenjive i iznose od 4,85-5,50 m. Na vrhu stupa predviđeno je proširenje za 30 cm u poprečnom smjeru mosta, radi osiguranja dovoljno prostora za smještaj hidrauličke preše. Temeljenje stupišta predviđeno na naglavnicama pilota sa 8 pilota promjera $\Phi 120$ cm te duljine 29,0 m. Naglavnice pilota stupišta su dimenzija 4,6*10,60*1,7 m. Svi stupovi se izvode od betona C30/37. Stupišta se trebaju armirati čelikom B500C. Za izvođenje stupova, predviđena je kvalitetna glatka oplata

koja može osigurati pouzdanu ugradnju betona i primjeren izgled vanjskih ploha betona. Posebnu pažnju treba posvetiti ispravnoj ugradnji betona i nastavcima betoniranja. Nastavke betoniranja treba dobro očistiti i neposredno prije betoniranja dobro navlažiti, a sve sukladno kontroli kvalitete. Za vrijeme izrade stupova potrebna je stalna geodetska kontrola njihove geometrije. Dio vanjskih zatrpanih ploha stupova do 20-tak cm iznad tla treba zaštititi hidroizolacijom od dva vruća premaza i jednoslojne ljepenke. (11)

3.7.1.4. Upornjaci

Prijelaz sa ceste na most odvija se preko upornjaka temeljenih na pilotima u nasipu, širina 10,95 m. Piloti promjera $\Phi 120$ cm su pri vrhu spojeni naglavnom gredom upornjaka, koja ujedno služi i kao ležajna greda upornjaka. Širine ležajne grede upornjaka je 2,85 m, a visina joj je promjenjiva od 2,37 do 2,63 m (u osi upornjaka 2,5 m). Visina zidića upornjaka je oko 2,5 m, a širina zidića 45,0 cm. Oba upornjaka imaju konzole na zidiću upornjaka za smještaj prijelazne naprave za pomake D160 i oslanjanje prijelazne ploče duljine 6,20 m, debljine 30,0 cm. Oba upornjaka duboko su temeljena na po četiri pilota promjera $\Phi 120$ cm, duljine 28,0 m. Piloti se nalaze na osnim razmacima od 3,0 m u poprečnom smjeru objekta. Oba upornjaka imaju prostor za smještaj ležajeva i ležajnih klupica visine 40,0 cm. Pad vrha zida upornjaka je 2,5%, a eventualna se procjedna voda odvodi se cjevčicom promjera 5,0 cm. Duljine krila upornjaka su 4,8 m, a debljine 50,0 cm. Krila nose konzolne istake za pješačku stazu, ograde, vijenac i rubnjak. Konzolne istake su promjenjive duljine budući da prate geometriju ceste. Oba upornjaka imaju bočnu zaštitnu masku debljine 25,0 cm.

Upornjaci se izvode od betona C30/37 i armiraju s B500B. Hidroizolacija vanjskih betonskih ploha upornjaka koji su u dodiru s tlom i izvodi se pomoću dva vruća premaza (recitol) i jednoslojne ljepenke. Povrh hidroizolacije upornjaka nužno je staviti i čepastu foliju. (11)

3.7.1.5. Poprečni nosači

Poprečni nosači povezuju i ukružuju rasponske nosače. Visina poprečnih nosača bez kolničke ploče iznosi 190 cm, a s njom 215 cm, širina je 180 cm nad stupištima i 120 cm nad upornjacima. Dno poprečnog nosača je 30 cm ispod donjeg pojasa uzdužnih nosača. Vertikalna os poprečnog nosača okomita je u prostoru. Poprečni nosači se betoniraju zajedno s kolničkom pločom. Prethodno treba izravnati poprečnu armaturu (sidra) po visini uzdužnih nosača, te ugraditi svu potrebnu armaturu poprečnog nosača. Armatura donje zone provlači se ispod hrpta uzdužnih nosača, dok se armatura gornje zone postavlja preko hrpta uzdužnog nosača, a djelomično je smještena i u monolitnom betonu kolniče ploče. Voditi računa o ispravnoj ugradnji betona, a osobito na bočnim vidljivim ploham nosača. Vidljive plohe betona trebaju biti uzornog izgleda, a nastavci betoniranja što manje uočljivi. Glavni nosači «utapaju» se u poprečnu gredu i s njom uspostavlja puni kontinuitet glavnog rasponskog sklopa. (11)

3.7.1.6 Kolnička konstrukcija

Nakon montaže nosača treba izbetonirati kolničku ploču s poprečnim nosačima koja se spreže s glavnim i poprečnim nosačima. Prije betoniranja monolitnog dijela kolničke ploče, potrebno je detaljno očistiti gornju površinu nosača, ugraditi potrebnu armaturu i dobro navlažiti podlogu. Gornja ploha monolitnog betona treba biti ravna, glatka i u poprečnom nagibu prema projektu. Prethodno je potrebno geodetski definirati vrh kolničke ploče po širini i duljini objekta. Na mjestu ugradnje prijelazne naprave u ploči treba ostaviti utore prema crtežima u projektu. (11)

3.7.1.7 Temeljenje

Čitav most temeljen je na pilotima. Na ovaj način djelovanja se prenose u dublje slojeve tla. Upornjaci su temeljeni na po četiri pilota promjera $\Phi 120$ cm koji djelomično pri vrhu pilota prolaze kroz nasip. Piloti su pri vrhu spojeni naglavnicima, koje ujedno služe i kao ležajna greda upornjaka. Duljine pilota upornjaka su 28,0 m, a stupišta 29,0 m. Stupišta su temeljena na naglavnicima pilota od 8 pilota promjera $\Phi 120$ cm. Naglavnica je tlocrtnih dimenzija 4,60x10,60 m, visine 1,7 m.

Materijali za izvedbu pilota su:

- beton C 30/37;
- armatura B 500B;
- armatura B 500C;

Svi upotrijebljeni materijali i postupci izvedbe moraju imati dokaze kvalitete u skladu s važećim zakonima, tehničkim propisima i normama. Za sve izmjene i dopune potrebna je prethodna suglasnost projektanta konstrukcije i temeljenja. Beton koji se koristi za izvedbu pilota prema važećim normama moraju ispunjavati sljedeće kriterije: Razred čvrstoće: C30/37; Maksimalna veličina zrna: $d_{max}=32$ mm; Najmanja debljina zaštitnog sloja betona: ≥ 75 mm (zbog tehnologije izvedbe i nemogućnosti izravne kontrole); Razred izloženosti: XC2. (11)

3.7.1.8. Prijelazne naprave

Na osnovi predviđenih pomaka, izazvanih skupljanjem i puzanjem betona, te temperaturnim promjenama i kočenjem, na upornjacima je predviđena ugradnja prijelaznih naprava koje omogućavaju ukupne pomake ± 80 mm (D160). Upotrijebit će se vodonepropusne prijelazne naprave s umetnutim elastomernim ulošcima od valjanih čeličnih profila s dodatkom klinastih pločica u razini kolnika radi smanjenja buke. Za ugradnju naprava potrebno je u zidiću upornjaka i poprečnom nosaču iznad upornjaka ostaviti slobodne prostore prema nacrtima u projektu, što treba imati na umu kod betoniranja ovih elemenata. Naprave treba ugraditi što kasnije, kad se obavi što veći iznos deformacija skupljanja. (11)

3.7.1.9. Hidroizolacija

Hidroizolacija koja će se upotrijebiti za kolničku ploču sastoji se od temeljnog sloja i sloja za brtvljenje. Temeljni sloj izrađuje se od dvokomponentne reakcijske epoksidne smole bez

otapala i punila, obrađen kvarcnim pijeskom. Sloj za brtvljenje sastoji se od jedne zavarene polimerne bitumenske trake s uloškom od poliesterskog filca, nominalne debljine 5 mm. Ovakva hidroizolacija postavlja se po cijeloj širini armiranobetonske ploče kolnika i na horizontalne plohe na vrhu krila upornjaka. Hidroizolacija se postavlja u dvije faze, prvo ispod rubnih trakova, a nakon njihove izvedbe na dijelu ispod asfaltnog zastora. Naročita pažnja mora se obratiti na pravilnu pripremu ploha i polaganje izolacije, uvažavajući upute proizvođača, zatim OTU IV st.7-01.9.1, kao i važeće hrvatske norme. OTU se primjenjuju u dijelu koji nije u suprotnosti s Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije, Tehničkim propisom o građevnim proizvodima, i drugim važećim propisima i normama za to područje. Hidroizolacija se smije postavljati samo u povoljnim vremenskim uvjetima (nipošto u velikoj vlazi i po hladnoći), jer od kakvoće izvedbe ovisi trajnost mosta. Postavljanju prethodi površinska obrada ploha koja obuhvaća čišćenje cementne skramice, mrlja od ulja i uklanjanje stršećih zrna agregata većih od 2mm, te sušenje. Naročitu pažnju je potrebno posvetiti izvođenju završetka hidroizolacije na početku i kraju mosta. Hidroizolacija vanjskih betonskih ploha upornjaka i stupišta koji su u dodiru s tlom izvodi se pomoću dva vruća premaza i jednoslojne ljepenke. Osobitu pažnju treba posvetiti pravilnoj pripremi ploha i polaganju izolacije. (11)

3.7.1.10. Kolnički zastor

Kolnički zastor sastoji se od dva sloja ukupne debljine 8,0 cm. Prvi, zaštitni sloj debljine 4,0 cm izrađuje se od asfaltbetona AC11 bin 45/80-65 AG4 M2. Završni, habajući sloj debljine 4,0 cm izrađuje se od splitmastiks asfalta SMA 11 45/80-65 AG1 M1. Uz prijelazne naprave ugrađuje se kolnički zastor duljine 1,0 m, u punoj širini kolnika od lijevanog asfalta radi ublažavanja dinamičkog udara vozila na prijelaznu napravu. Između asfaltnog zastora i rubnjaka, oko slivnika te uz čelične profile prijelaznih naprava treba ostaviti urednu rešku širine 2,0 cm koja se ispunjava posebnom smjesom predviđenom za to. U donjem, veznom, sloju ispravljaju se eventualne manje neravnosti kolničke ploče tako da završni sloj bude besprijekorno ravan. Zato treba prije asfaltiranja provjeriti visinske kote kolničke ploče na dovoljno gustoj mreži. Time se osigurava udobnost prijelaza preko mosta. (11)

3.7.1.11. Vijenci, hodnici, rubnjaci

Predgotovljeni betonski rubnjaci dimenzija 20×15 cm se izvode od betona C40/50, i postavljaju na sloj cementnog morta 1:1. Služe i kao oplata betonske staze. Najmanja debljina betonske pješačke staze od betona C35/45 iznosi 20,0 cm, a ima na vrhu pad od 4,0% kako bi se pospješila odvodnja.

Betonsku stazu i vijenac treba zaštititi zaštitnim premazom na bazi silana ili drugih biokemijski modificiranih silikatnih otopina.

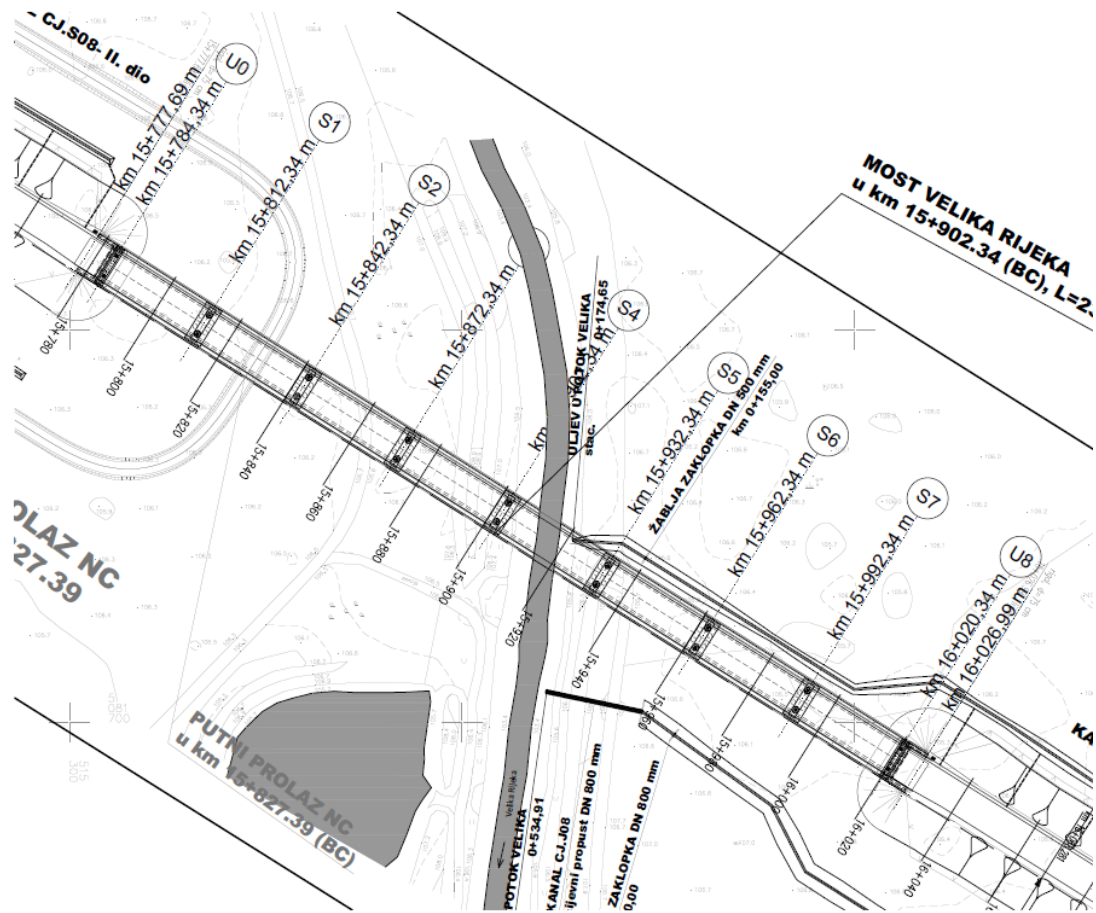
Svi uzdužni spojevi montažnih rubnjaka, vijenaca te veze s lijevanim asfaltom zapunjuju se masom za zalijevanje spojnica. Masom za ispunu spojnica također se zapunjavaju reške između pojedinih komada montažnih rubnjaka. (11)

3.7.1.12. Odbojne i pješačke ograde

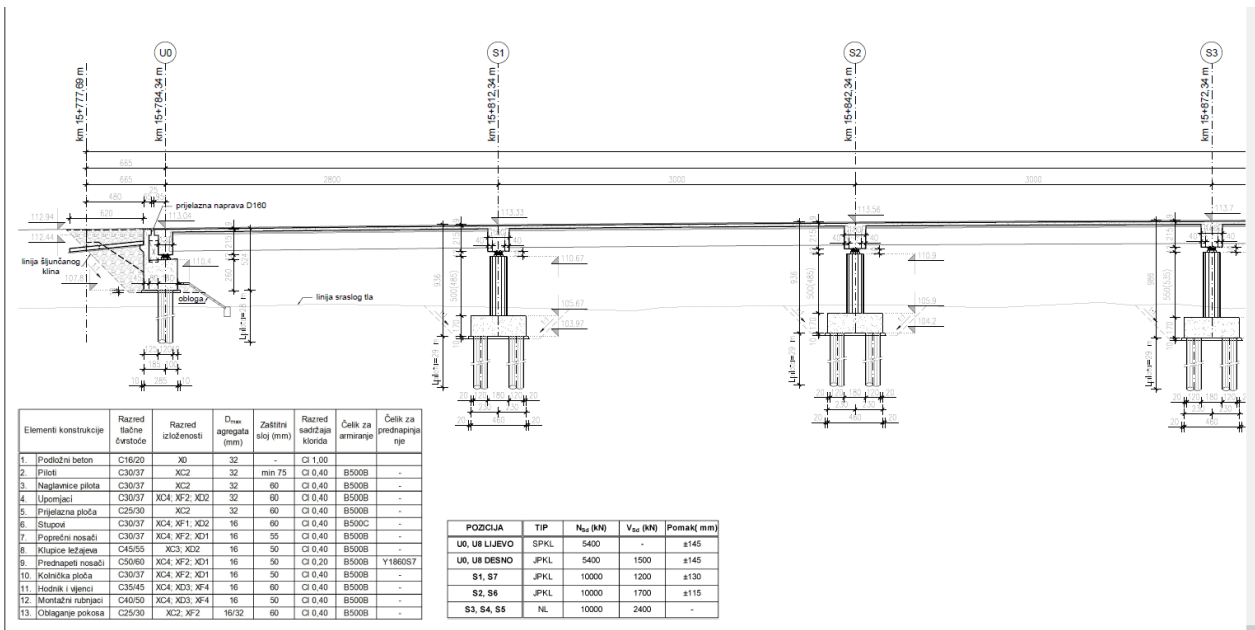
Zaštita korisnika u eksploataciji provedena je projektiranjem čelične odbojne ograde i pješačke ograde. Na betonskoj pješačkoj stazi u prostoru širine 50,0 cm predviđeno je usidrenje čelične odbojne ograde za vozila klase zadržavanja H2-A-W4 ($W < 1,3$ m). Unutar betonske pješačke staze sidri se pješačka ograda s vertikalnom ispunom visine 120,0 cm. Stupci ograda su vertikalni u prostoru, a rukohvati i prečka prate nagib nivelete. Ograda je podijeljena u samostalne dilatacijske cjeline, s adekvatnim rješenjima na mjestu dilatacija. Osobito treba paziti na preciznu izvedbu ograde, jer o njoj umnogome ovisi dojam o kvaliteti izvedbe čitavog objekta. Antikorozivna zaštita svih ograda izvodi se vrućim pocinčavanjem. Zaštitno uzemljenje čeličnih ograda sastoji se od gromobranske instalacije s pomoću koje će se svi metalni dijelovi mosta (zaštitne ograde) biti spojeni s uzemljivačima. (11)

3.7.1.13. Odvodnja

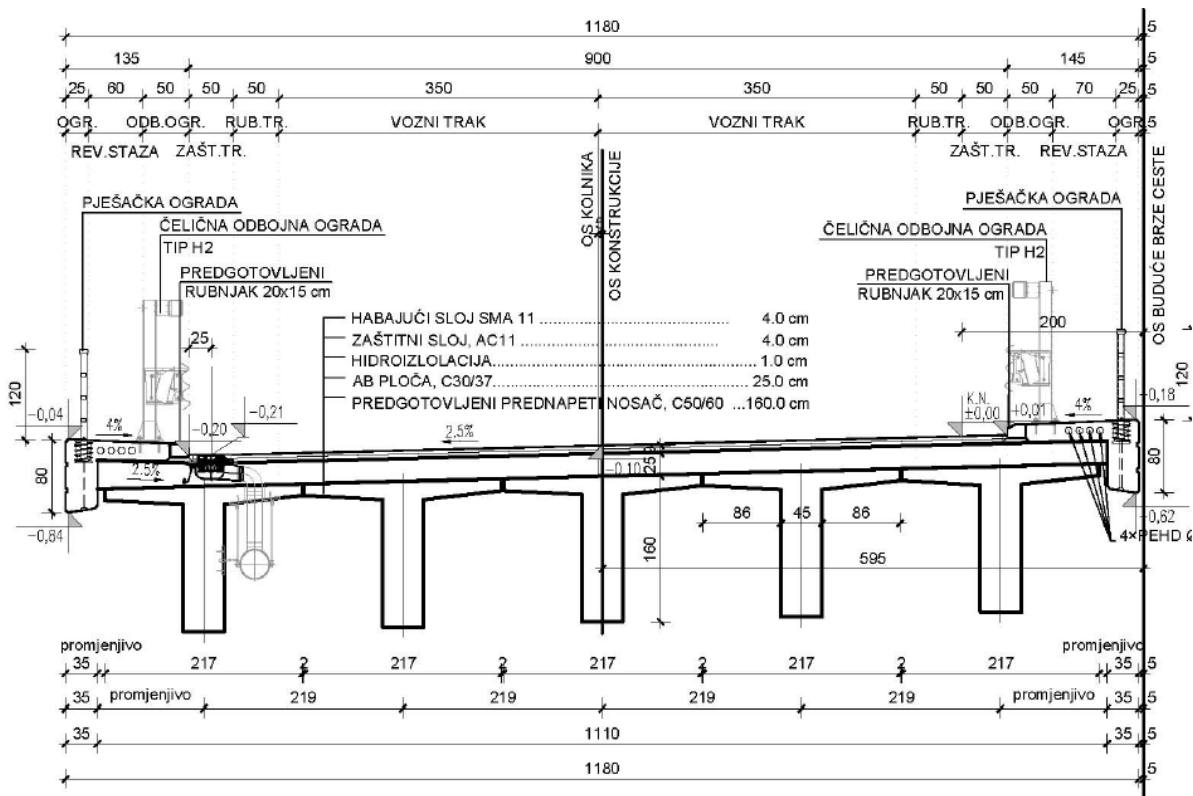
Predviđen je zatvoreni sustav odvodnje oborinskih voda s kolnika, pa se na nižim rubovima kolnika uz betonski rubnjak ugrađuju slivnici. Oborinska voda odvodi se slivnicima i cijev odvodnje slobodnim padom s prometne površine. Na most je potrebno ugraditi ukupno 28 slivnika zbog izrazito malog uzdužnog nagiba nivelete, prema nacrtu odvodnje u grafičkom prilogu. Generalni raster slivnika je 5 m, 9 m i 13 m. Slivnici s tipskim rešetkama tlocrtnih izmjera 300x400 mm moraju biti dvodijelni tako da mogu skupljati eventualnu procjednu vodu, te također moraju imati umetak u kojem će se zadržavati nečistoća. Voda iz slivnika putem priključnih cijevi $\Phi 150$ mm odlazi u poliesterske odvodne cijevi od promjera $\Phi 300$ mm na nižoj strani poprečnog presjeka. Cijev odvodnje prolazi kroz prsni zidić upornjaka te, na udaljenosti cca. 2,0 m od ruba prijelazne naprave, završava u revizionom oknu ceste iz kojega se voda ispušta u paralelne kanale. Cijev odvodnje, od kraja upornjaka pa do revizionog okna, mora se štititi betonskim oknom debljine stijenki 20,0 cm, klase betona C25/30, armiranim mrežastom armaturom Q181. Na krajevima mosta mora se izvesti dilatacijski nastavak cijevi odvodnje. Uz niži betonski rubnjak potrebno je ugraditi procjedni sloj od jednozrnog betona 8/16 s umjetnom smolom, a na krajevima uz prijelaznu napravu ugraditi pocinčani lim i cijev $\Phi 50$ mm koja usmjerava eventualnu procjednu vodu u glavnu odvodnu cijev. Ugradnja slivnika za odvodnju oborinskih voda s plohe kolnika, položaj slivnika i profil odvodne cijevi mora biti u svemu u skladu s projektom odvodnje. (11)



Slika 5- Situacija mosta Velika Rijeka (11)



Slika 6- Uzdužni presjek (11)



Slika 7-Poprečni presjek mosta Velika rijeka (11)

3.8 Instalacije i drugi objekti infrastrukture

Sve instalacije i drugi objekti komunalne infrastrukture, ovisno o novoprojektiranom stanju, će se zaštititi ili izmjestiti. Tehnička rješenja izmještanja EEN instalacija uzeta su u obzir prilikom projektiranja izmještanja / zaštite postojećih instalacija plinovoda, EKI i vodovoda.

Projektom će biti obuhvaćen i projekt Elektroničke komunikacijske infrastrukture (EKI) – polaganje četiri PEHD cijevi promjera 50mm (110mm po potrebi) na cijeloj dužini dionice sa šahtovima za potrebe kasnijeg polaganja svjetlovodnih kabela. (11)

Tablica 6-Križanja s vodoopskrbnom infrastrukturom

br.	Stacionaža kolizije	Predviđeni način rješenja kolizije	Opis komunalne infrastrukture
1	19+160	prelaganje	vodoopskrbni cjevovod DN 125
2	21+750	prelaganje	vodoopskrbni cjevovod DN 125
3	26+760	prelaganje	magistralni cjevovod DN 400

Tablica 7-Križanje s telekomunikacijskom infrastrukturom

br.	Stacionaža kolizije	Predviđeni način rješenja kolizije	Opis komunalne infrastrukture
1.	19+210	prelaganje	kabelska kanalizacija (KK) i kabelski zdenci (HT d.d.) bakreni kabeli TK59 lokalne EKM mreže (HT d.d.)
2.	26+620	prelaganje	kabelska kanalizacija (KK) i kabelski zdenci (HT d.d.) svjetlovodni kabeli SM (HT d.d.)

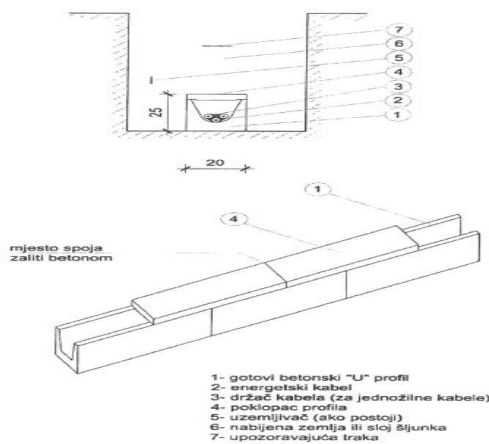
Tablica 8-Križanja s elektroenergetskom infrastrukturom

br.	Stacionaža kolizije	Predviđeni način rješenja kolizije	Opis komunalne infrastrukture
1.	19+172.00	prelaganje	NNM 0.4 kV iz TS 10(20)/0.4 kV iz Prgomelje 4 - šumarska kuća
2.	19+194.20	prelaganje	Odcjepni DV 10(20) kV za TS Prgomelje - JANAF
3.	24+412	zamjena izolacije	DV 110 kV Ivanić-Bjelovar
4.	26+571	prelaganje	DV 35 kV Bjelovar-Ivanska
5.	26+600.00	prelaganje	DV 10(20) kV Ivanska

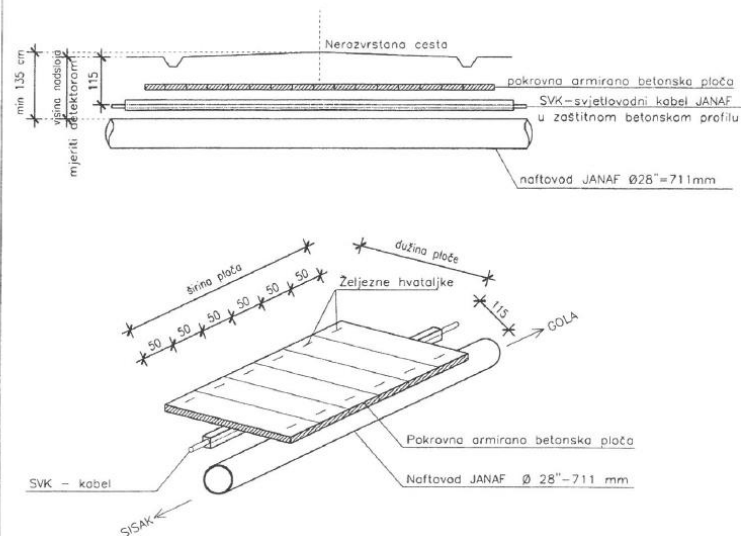
Tablica 9-Križanja s plinovodima i naftovodima

br.	Stacionaža kolizije	Predviđeni način rješenja kolizije	Opis komunalne infrastrukture
1.	19+261.06, 19+267.02	zaštita	Jadranski naftovod Sisak-Gola DN700 Če (postojeći i planirani)
2.	27+161.28	zaštita	kondenzatovod Ivanić-Budrovac DN 80/50 (INA d.d.)
3.	27+161.94	zaštita	zaštita magistralni plinovod DN 300/50 Budrovac-Ivanić (Plinacro d.o.o.)
4.	27+170.98	zaštita	magistralni naftovod Šandrovac-Graberje DN 300/50 (INA d.d.)
5.	27+183.82	zaštita	plinovod Budrovac-Ivanić DN 500/50 (INA d.d.)
6.	27+191.88	zaštita	kondenzatovod Kalinovac-Ivanić DN 250/50 (INA d.d.)

Na slici 7, 8 prikazan je uzdužni i poprečne presjek zaštitne građevine nafrovoda koja će se izgraditi ispod ispod prometnice.

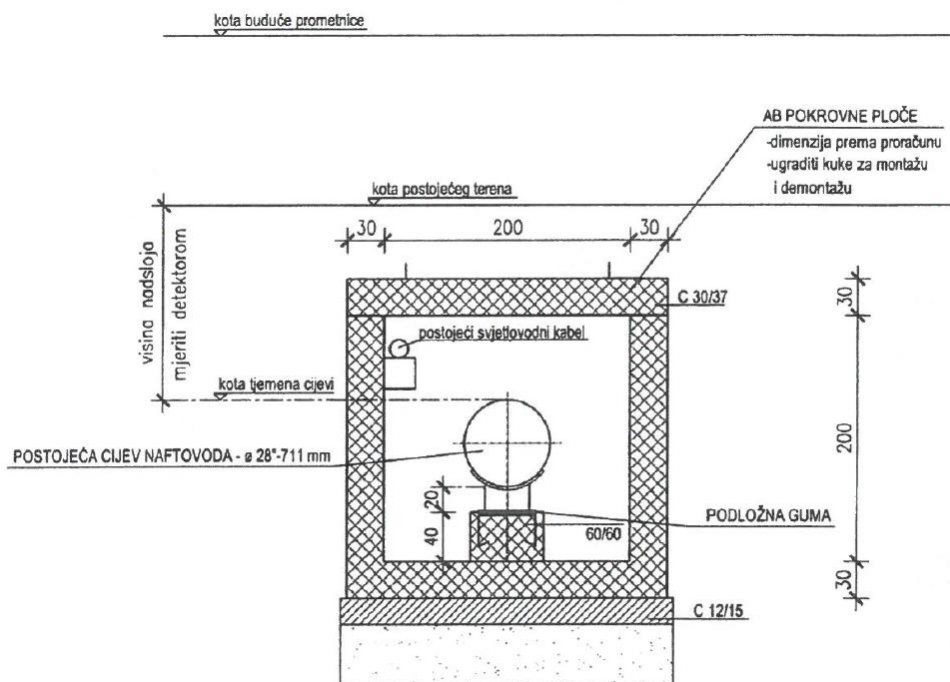


Slika 8-Detalj zaštite kabla betonskim profilom s poklopcem (11)

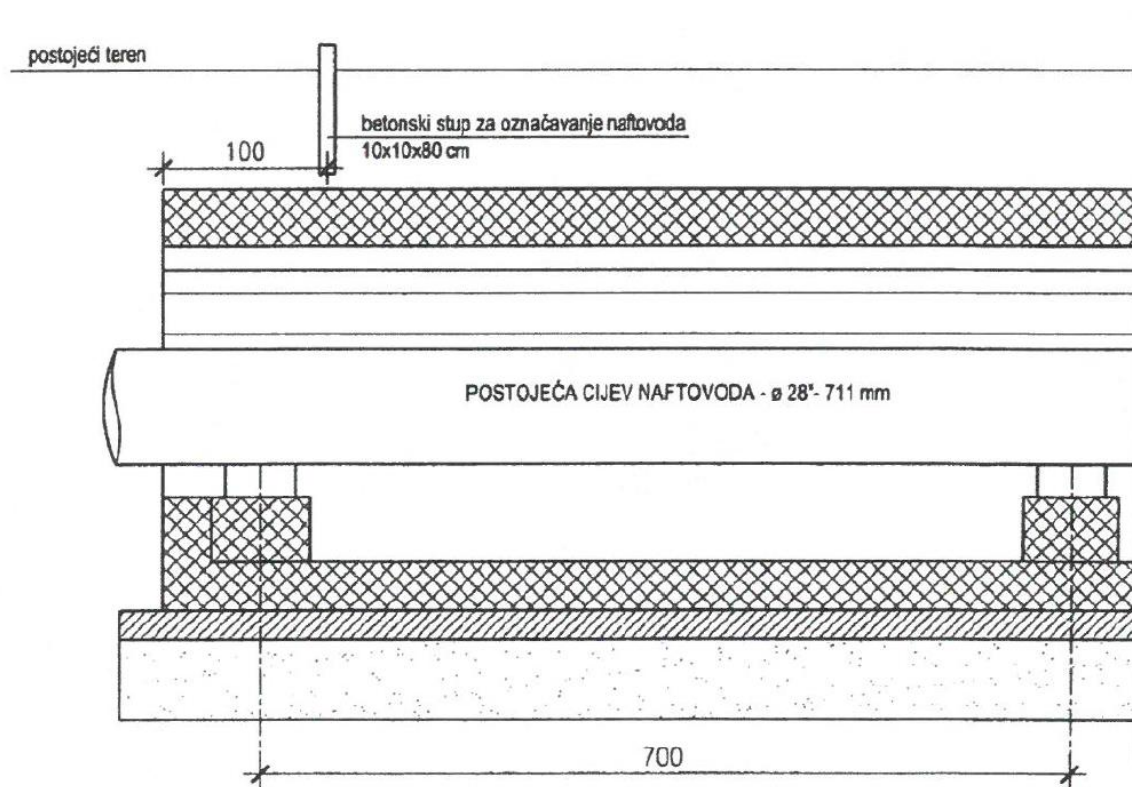


1. Položene ploče trebaju biti na čitavom prostoru približavanja, 1,2m plus širina pojasa ceste
2. Širina svake ploče je 50cm
3. Dužina svake ploče treba biti 200cm plus promjer cijevi
4. Izvođač je dužan nabaviti sav potreban materijal i izraditi arm.bet. ploče
5. Armirano betonsku ploču dimenzionirati za predviđeno opterećenje

Slika 9-Križanje ceste s naftovodom (11)



Slika 10-Uzdužni presjek zaštitne građevine (11)



Slika 11-Poprečni presjek zaštitne građevine (11)

3.9. Rasvjeta ceste

Sa stajališta javne rasvjete, glede motornog prometa, predmetni prometni pravac u brzu cestu s velikom dopuštenom brzinom i dvosmjernim prometom sa dobrom kontrolom prometa i dobro razdvojenim kolnicima za pojedine sudionike prometa. Obzirom da se radi o cesti namijenjenoj za promet motornih vozila potrebno je u svim čvorištima izvesti cestovnu rasvjetu čvorišta. Rasvjeta u čvorištu Gudovac: rasvjetni stupovi visine 12,0 m projektirani su za nošenje jedne svjetiljke tipa kao „Philips“ BGP283 T25 DM12 montirane pomoću luka 1,5 x 0,4 m. Rasvjetni stupovi visine 10,0 m projektirani su za nošenje dvije svjetiljke tipa kao „Philips“ BGP283 T25 DM12 montirane na vrhu stupa, odnosno jedne svjetiljke tipa kao „Philips“ BGP283 T25 DM12 montirane na vrhu stupa. Rasvjeta u čvorištu Bjelovar: Rasvjetni stupovi visine 12,0 m projektirani su za nošenje dvije svjetiljke tipa „Schreder“ Ampera Midi 5238 montirane pomoću dvostrukog luka 1,5 x 0,4 m, odnosno jedne svjetiljke tipa „Schreder“ Ampera Midi 5238 montirane pomoću luka 1,5 x 0,4 m te jedne svjetiljke tipa „Schreder“ Ampera Mini 5238 montirane pomoću luka 1,5 x 0,4 m. Rasvjetni stupovi visine 10,0 m projektirani su za nošenje jedne, odnosno dvije svjetiljke tipa „Schreder“ Ampera Mini 5238 montirane na vrhu stupa. (11)

3.10. Zaštita od buke

Ukupna duljina zida 1 za zaštitu od buke iznosi 140,0 m, duljina zida 2 za zaštitu od buke iznosi 100,0 m, a duljina zida 3 iznosi 136 m. Zidovi se izvode od jednostrano apsorbirajućih

netransparentnih aluminijskih panela koji se montažno ugrađuju između čeličnih HEA 160 profila, izvedenih na razmaku od 4,0 m. Stupovi konstrukcije su vertikalni, visina prikazanih u grafičkom dijelu projekta. Na mjestima kaskada temelja izvode se denivelacije te su na tim mjestima stupovi viši za visinu denivelacije. Čelična konstrukcija se temelji na pilotima, a veza čelične konstrukcije i pilota ostvaruje se preko temeljne čašice. Konstrukcija zida se proračunava na stalna opterećenja od vlastite težine te promjenjivog opterećenja od vjetra. Progibi na vrhu stupova su ograničeni na $h/150$, gdje je h visina stupa. Zidovi za zaštitu od buke prate geometriju trase koja je određena projektom trase. Odabrana je protuzvučna barijera u duljini $L = n \times 4,0$ m. (11)

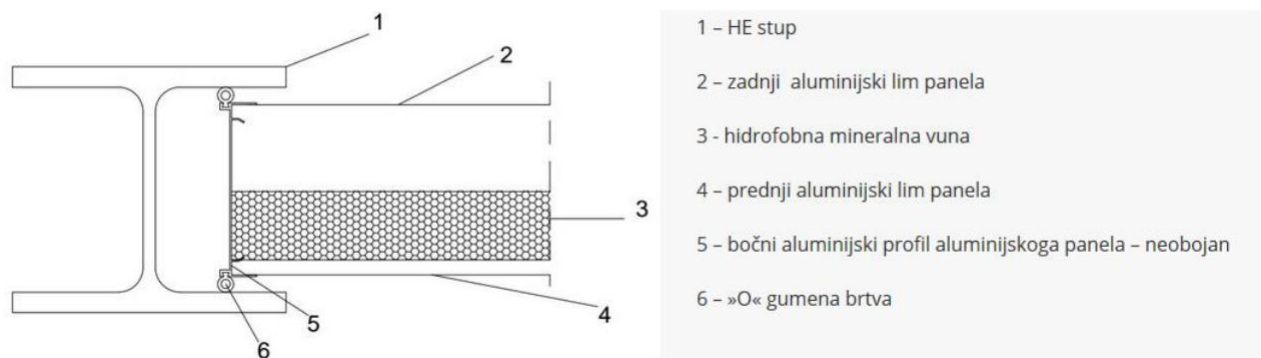
Tablica 10-Zidovi za zaštitu od buke

Oznaka	Stacionaža (km+m)	Duljina	Visina
Zid 1	Od km 18+194 do km 18+222	28 m	3,0 m
	Od km 18+222 do km 18+246	24 m	3,5 m
	Od km 18+246 do km 18+286	40 m	4,0 m
	Od km 18+286 do km 18+314	28 m	3,5 m
	Od km 18+314 do km 18+334	20 m	3,0 m
Zid 2	Od km 26+436 do km 26+456	20 m	2,0 m
	Od km 26+456 do km 26+516	60 m	3,0 m
	Od km 26+516 do km 26+536	20 m	2,5 m
Zid 3	Od km 26+787 do km 26+799	12 m	2,0 m
	Od km 26+799 do km 26+879	80 m	2,5 m
	Od km 26+879 do km 26+907	28 m	2,0 m
	Od km 26+907 do km 26+923	16 m	1,5 m

3.10.1 Paneli za zaštitu od buke

Za zaštitu od buke se ugrađuju jednostrano apsorbirajući aluminijski paneli dimenzije 3960 x 500 mm koji omogućavaju apsorpciju buke s jedne strane panela. Imaju dugi vijek trajanja, a njihova ugradnja i održavanje su brzi i jednostavni. Paneli su izrađeni od bojanog aluminijskog lima debljine 1 mm. Prednji aluminijski lim panela je perforiran. Udio perforacije iznosi minimalno 32%, a promjer perforacije je 8 mm. Perforacija se izvodi na predbojan aluminijski lim. Stražnji aluminijski lim panela nije perforiran. Na gornjoj strani panela se nalazi ekstrudirani muški aluminijski profil, a na donjoj strani je ekstrudirani ženski profil. Bočno zatvaranje panela

je pomoću ekstrudiranog neobojanog aluminijskog profila debljine 1,25 mm u kojeg su integrirane gumene brtve za brtvljenje između panela i HEA stupa. Apsorpcijski materijal unutar panela: mineralna vuna debljine 50 mm i gustoće 90 – 100 kg/m³. Prednja strana mineralne vune sa zaštitnim – vodoodbojnim slojem u crnoj boji. Jednostrano apsorbirajući paneli su apsorpcije zvuka $DL\alpha > 11$ dB i zvučne izolacije $DLR > 24$ dB. Panel mora imati CE oznaku i odgovarajuću izjavu o svojstvima.



Slika 12-Način ugradnje panela između čeličnih profila

Kod ugradnje panela se ne smiju ukloniti gumene brtve koje su umetnute u bočni aluminijski profil panela. Budući da su paneli lagani mogu se na niske ograde ugraditi uz pomoć ljestvi. Paneli su dostupni u bilo kojoj boji po RAL ljestvici boja, koja će se odabrati u suglasnosti sa investitorom. (11)

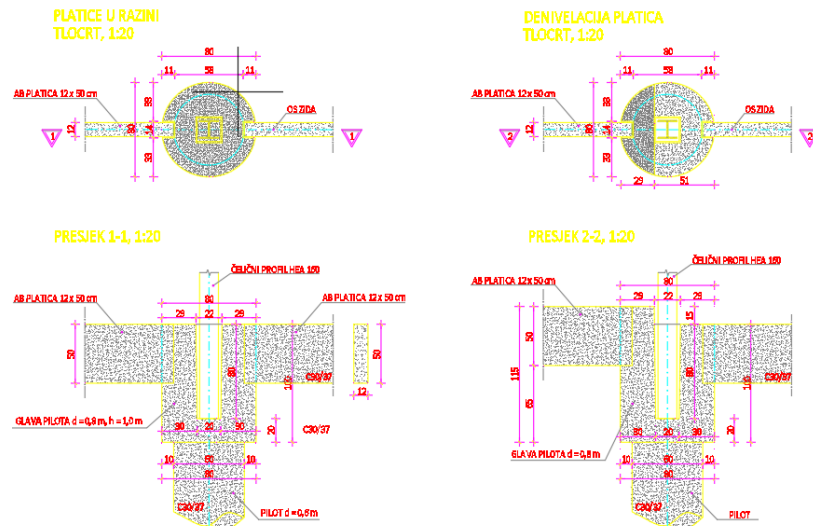
3.10.2 Montažne AB platice

Zaštitni paneli oslanjaju se na montažne AB platice. Nosiva montažna AB platica izrađuje se od betona razreda C30/37, debljine 12,0 cm, visine 50,0 cm i duljine 340,0 cm. Montažne AB grede se nakon ugradnje moraju s gornje strane izolirati polimerno-cementnim hidroizolacijskim premazom otpornim na mraz i sol, radi zaštite betona AB grede od utjecaja kapilarne vlage. (11)

3.10.3 Čelični stupovi

Stupovi barijera duž trase postavljaju se na osnovnom razmaku od 4,0 m. Stupovi se izvode kao

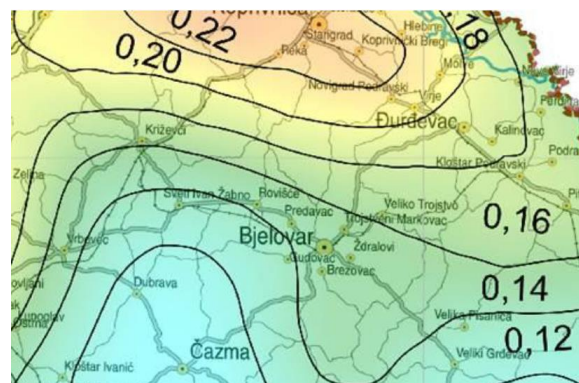
toplovaljani čelični profili tipa HEA 160. Kvaliteta čelika je S235. Ukupna duljina stupova jednaka je visini barijere + 80 cm u čašici naglavnice AB pilota. Na mjestima denivelacije, stupovi su duži za dodatnih 15 cm, što odgovara visini denivelacije. Stupovi se postavljaju u ranije izvedene čašice AB pilota. (11)



Slika 13-Prikaz čeličnih stupova i AB pletenica (11)

3.11. Seizmičnost područja

U seizmološkom smislu, trasa brze ceste pruža se preko tektonske jedinice Požeška gora-Dilj gora do tektonske jedinice Savska potolina. Tektonska jedinica Požeška gora-Dilj gora ima obilježje borane strukture poremećene uzdužnim i poprečnim rasjedima. Požeška gora ima formu antiklinale. Prema postojećoj mikrosezmičkoj rajonizaciji trasa planirane ceste nalazi se u VI zoni maksimalnih intenziteta potresa prema MCS ljestvici. Seizmička aktivnost je usko povezana sa strukturno-tektonskim odnosima i kretanjima pojedinih tektonskih cjelina. Za projektne seizmičke parametre definirane su vrijednosti maksimalne horizontalne akceleracije na lokaciji trase. Maksimalna horizontalna akceleracija za povratni period od 475 godina $a_{max} = 0,114 g.$, te se za cijelo područje trase i za sve objekte usvaja maksimalna vrijednost horizontalnih vršnih ubrzanja tla tipa A od $agR=0,12 g.$ (11)



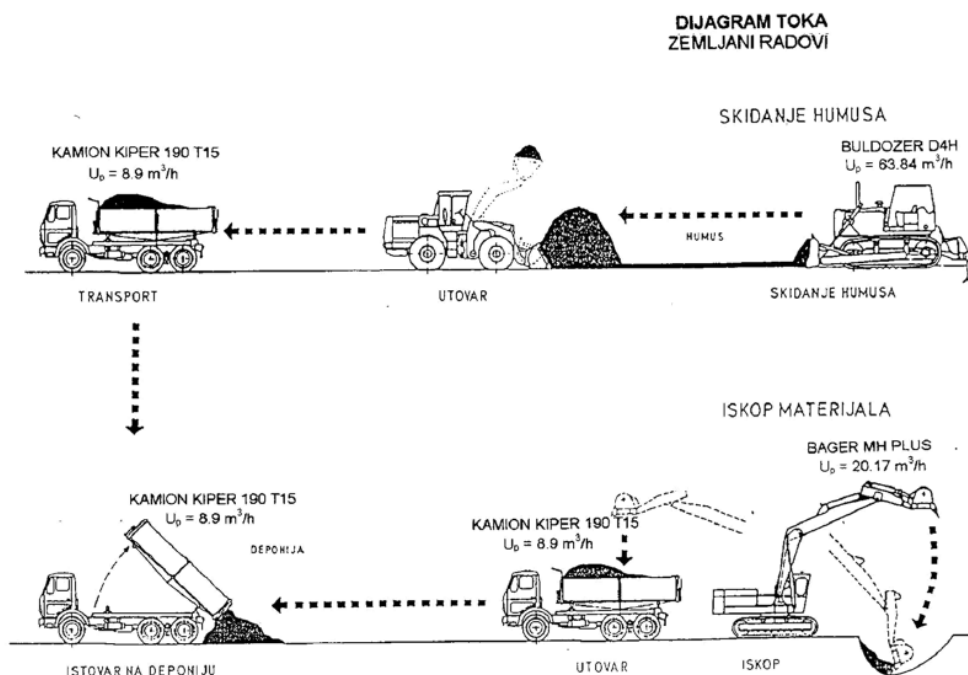
Slika 14-Prikaz šire lokacije na karti maksimalne horizontalne akceleracije potresnih područja Republike Hrvatske za povratni period od 475 godina (11)

4. Tehnologija i logistika izvedbe radova cestogradnje i mostogradnje

U suvremenom smislu tehnologija označava skup vještina, metoda i procesa koje se koriste u proizvodnji robe i davanju usluga. Kada se govori o tehnološkom sustavu u graditeljstvu misli se na uređene skupove materijala, sklopova i uređaja, koji se na unaprijed određen način i uz određenu tehnologiju pretvaraju u gotov proizvod.(9)

Dvije su uobičajene metode prikaza tehnoloških procesa:

- Dijagram tijeka
- Tehnološka karta procesa



Slika 15-Primjer dijagrama tijeka (9)

4.1. Tehnologija izvedbe cestogradnje

4.1.1 Povijest cestogradnje u Republici Hrvatskoj

Do kraja I. svj. rata razvoj cesta bio je u funkciji interesa Austrije i Mađarske. Uspostavom Kraljevstva SHS, odnosno Kraljevine Jugoslavije (1918–41) nije došlo do željene dogradnje cestovne mreže i modernizacije postojećih cesta na području Hrvatske. S izgrađenih 154 km suvremenih cesta u Hrvatskoj (Dugo Selo–Zagreb–Samobor, Rijeka–Novi Vinodolski, Trogir–Split, okolica Dubrovnika, više kraćih dionica) i 218 km na području Istre koja je tada bila pod talijanskom okupacijom (Trst–Rijeka, Trst–Pula, Rijeka–Pula, Poreč–Pazin) i dalje su zanemarivani hrvatski gospodarski i politički interesi, a time i ukupan društveni i gospodarski razvitak. Za vrijeme II. svj. rata izgrađeno je 89 km cesta sa suvremenim kolnikom, a razoreno

je oko 75% mostova, a oko 50% cesta neupotrebljivo za promet. Glede završetka modernizacije glavnih cesta, gustoće domaćega prometa i povećanoga turističkog i prolaznog prometa, godina 1965. označila je početak razdoblja prevage cestovnoga motornog prometa. Autoput Bratstvo i jedinstvo od Zagreba do Beograda kao prva faza autoceste izgrađen je 1950, a ceste Karlovac–Rijeka, Varaždin–Zagreb, Rijeka–Pula, Zagreb–Velika Gorica i Dugo Selo–Vrbovec 1952 kada su započeli i radovi na Jadranskoj magistrali (potpuno je završena 1965). Hrvatska je 1955. raspolagala s 1 200 km suvremenih cesta. U razdoblju 1955–62. građen je prosječno 151 km suvremenih cesta godišnje, a 1962–67. čak 344 km godišnje. Mreža javnih cesta 1965. iznosila je 19 169 km, od toga 3 553 km suvremenih cesta. Značajnije ceste građene 1960-ih godina su Zagorska i Podravska magistrala, te ceste Karlovac–Petrinja–Sisak, Petrinja–Kostajnica–Dvor, Plitvice–Gospić–Karlobag. Godine 1972. dovršena je autocesta Zagreb–Karlovac, prva autocesta s naplatom cestarine, a 1977. započeli su radovi na izgradnji punoga profila autoceste od Ivanje Reke do Okučana. Prvi prostorni plan Hrvatske (1974.) nastao je u uvjetima kada je stupanj motorizacije dosežao jedno vozilo na pet stanovnika, te predstavlja osnovu za izradu studijske i projektne dokumentacije. Prihvatanjem plana studija i projekata potrebnih za izgradnju cestovne mreže Hrvatske (1979.), započeo je metodološki pristup planiranja mreže autocesta od kartografije i istražnih radova, studija, idejnih i izvedbenih projekata do imovinsko-pravne pripreme, a također su dane i smjernice za poboljšanja na mreži tadašnjih magistralnih, regionalnih i lokalnih cesta. Početkom 1980-ih izgrađeni su most Krk, obilaznica Zagreba i tunel Učka, a započela je izgradnja obilaznica Rijeke, Osijeka i Splita. Godine 1985. mreža javnih cesta iznosila je 27 474 km, od toga 18 928 km sa suvremenim kolnikom. Sljedeći prostorni plan Hrvatske (1988.) posebice je bio značajan zbog definiranja prostornoga razvoja mreže autocesta i brzih cesta. Nakon ratnih zbivanja zacrtana je i gradnja mosta kopno-poluotok Pelješac u svrhu normaliziranja i prometnog povezivanja Dubrovnika, Pelješca i Korčule. U razdoblju 1991–98. na pravcu Rijeka–Zagreb–Goričan izgrađeno je 150 km autoceste i poluautoceste, na pravcu Zagreb–Macelj 35 km autoceste, podignut je novi Maslenički most s pristupnim cestama, probijen je tunel Sveti Rok te su nastavljeni radovi na njegovom dovršetku, započela je izgradnja prve faze istarskoga ipsilona Cerovlje–Pazin–Pula i autoceste Zagreb–Bregana, nastavljeni su radovi na izvedbi punoga profila autoceste Oprisavci–Velika Kopanica–Županja. Nakon temeljite analize europskih potreba i procjena najpovoljnijih prometnih koridora, te inkorporacije istočne Europe u jedinstvenu prometnu mrežu cijeloga kontinenta. Intenzivnom izgradnjom suvremenih autocesta, osobito u posljednjih dvadesetak godina, Hrvatska se danas nalazi u gornjem dijelu tablice zemalja EU po gustoći autocestovne prometne mreže. Najdulja je hrvatska autocesta A1 (Dalmatina, dio Jadransko-jonske autoceste), koja povezuje Zagreb s Karlovcem, Gospićem, Zadrom, Šibenikom, Splitom, a od 2013. i Pločama uz nastavak gradnje prema Dubrovniku, kao i mosta Pelješac. (3)

4.1.2. Građevinska mehanizacija za izvedbu cestogradnje

Strojevi mogu biti pogonski i radni. Pogonski strojevi ili motori pretvaraju početne oblike energije u mehaničku energiju potrebnu za pogon radnih strojeva.

Standardni građevinski strojevi unutar svoje konstrukcije obuhvaćaju:

- Pogonski motor
- Radni dio ili alat
- Opremu za kretanje
- Opremu za pretvaranje pogonske energije
- Opremu za kretanje

Podjela građevinske mehanizacije:

- Standardna građevinska mehanizacija
- Posebnu građevinsku mehanizaciju

Standardni građevinski strojevi rade uglavnom ciklički, ako rade kontinuirano onda je to najčešće u mikrociklusima dok posebna građevinska mehanizacija najčešće radi kontinuirano.

U složenu građevinsku mehanizaciju spadaju polupokretna ili samohodna razmjerno složena oprema na jedinstvenom postolju uglavnom vanserijske proizvodnje.

U strojeve standardne građevinske mehanizacije spadaju:

- Bager
- Dozer
- Skrajper
- Damper
- Grejder
- Valjak
- Automješalica
- Betonske-pumpa

U strojeve posebne građevinske mehanizacije spadaju:

- Tunelske bušilice
- Finišeri
- Pokretna oprema za asfalterske radove
- TBM
- Tunelski štitovi

Pri izvedbi građevinskih radova, konstrukcija i dijelova građevina često je ručni rad pripomoć radu građevinskih strojeva posebice onih tehnološki složenijih.

Ustroj radnih učinaka prilikom njihova izračuna može se raditi po:

- 1) Ustroj radnih učinaka na „dozerskom načelu“
 - Iskop: Dozer (mogućnost ripanja)

- Utovar i prijevoz: Utovarivači, (bager s utovarnom lopatom)+kamion kiper, damper, zglobni damper.
 - Ugradnja: Dozeri, Grejderi, Valjci, Bageri
- 2) Ustroj radnih učinaka na „bagerskom načelu“
- Iskop: Bageri + dozieri za poguravanje, ripanje, bager sajlaš+utovarivač
 - Utovar i prijevoz: Kamion kiper, damper, zglobni damper.
 - Ugradnja: Dozeri, Grejderi, Valjci, Bageri. (9)

4.1.3. Tehnologija pri izvođenju zemljanih radova u cestogradnji

Zemljani radovi s obzirom na predmet:

- Radovi u zemlji-iskopi u sraslom tlu bez ili sa prethodnim miniranjem
- Radovi sa zemljom-izvedba privremenih ili trajnih (“nasutih”) građevinskih konstrukcija ili građevina od prirodnih sipkih zemljanih i kamenih gradiva

U cestogradnje najčešće su zastupljeni radovi u zemlji i radovi sa zemljom. Radovi u zemlji obuhvaćaju radove na iskopima tunela, iskope trošnog tla dok radove sa zemljom zastupljeni su prilikom izrade nasipa, konstrukcije pokosa nasipa, odlaganja materijala, zasipavanje drenaža.

Zemljani radovi s obzirom na mjesto:

- Površinski vanjski radovi-izvode se s površine terena, u dubinu suhog ili vodno zasićenog terena. Manje više masovni zemljani iskopi u razmjerno preglednom širokom prostoru, dok su razmjerno ograničeni u uskom prostoru.
- Ograničeni podzemni radovi-izvode se ispod površine terena u suhom ili vodom zasićenom tlu

Masovni zemljani iskopi su prisutni u cestogradnji a njegove karakteristike su:

- Prevladavajući po vrsti
- Značajni po količini
- Intenzivni u smislu radnih učinaka
- Nemogući u izvedbi bez radnog stroja

Organizacija tehnološkog pristupa može biti:

- sa međudlaganjem
- bez međudlaganja.

Prilikom korištenja međudlaganja poboljšavaju se fizičko-mehaničkih obilježja sipkih gradiva vremenskim odležavanjem (prosušivanje ocjeđivanjem), iskorištva se najveći mogući učinak pojedinih strojeva ili grupa strojeva te odbacuje se pojam "ključnog stroja" pri odvijanju međusobno povezanog i uvjetovanog rada građevinskih strojeva. Također, međudlaganjem stvaraju se zalihe u vremenu pripremnih radova ili u vremenu kad je nemoguće izvoditi zemljane

Ključni činitelji prilikom odabira tehnike i tehnologija za zemljane radove:

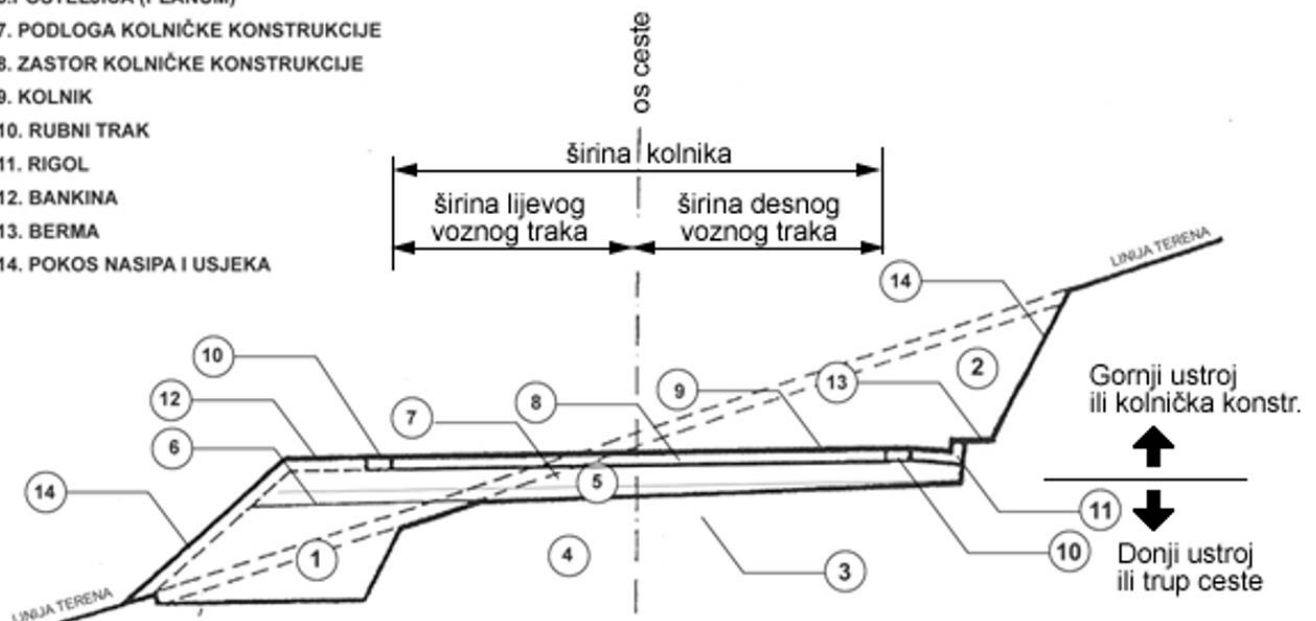
- vrste i (makrostrukturna, mikrostrukturna) inženjersko-geloška, geotehnička i fizičko-mehanička obilježja tla ili stijene terena građenja u/s kojima se radi, te uz to vezana
- prirodna i urbana makro-obilježja terena građenja: reljef, morfologija, geologija, hidrologija, topografija, urbanizam, prometnice ...
- vrste i (fizičko-mehanička, geotehnička, građevnotehnička, konstrukcijska) obilježja sipkih gradiva prirodnog porijekla s kojima se izvode radovi

Prilikom iskopa potrebno je uzeti u obzir da Iskopani ("rastresiti") materijal uvijek ima veći obujam (a time manju gustoću) od ("sraslog") obujma prostora iskopa što se pojmi kao rastresitost iskopanog materijala (odnos "sraslo" – "rastresito" – "ugrađeno"). (9)

4.1.4 Donji ustroj prometnice

ELEMENTI POPREČNOG PRESJEKA CESTE

1. NASIP
2. USJEK
3. TEMELJNO TLO
4. DONJI USTROJ
5. GORNJI USTROJ (KOLNIČKA KONSTRUKCIJA)
6. POSTELJICA (PLANUM)
7. PODLOGA KOLNIČKE KONSTRUKCIJE
8. ZASTOR KOLNIČKE KONSTRUKCIJE
9. KOLNIK
10. RUBNI TRAK
11. RIGOL
12. BANKINA
13. BERMA
14. POKOS NASIPA I USJEKA



Slika 16-Donji i gornji ustroj prometnice (4)

Pod donjim ustrojem ceste razumijevaju se zemljani trup i objekti - mostovi, propusti, vijadukti, potporni i obložni zidovi itd. Donji ustroj ima zadaću da preuzme prometno opterećenje i cijelu konstrukciju gornjeg ustroja. On stvara ravnu površinu na koju naliže gornji ustroj. Zemljani trup ceste je dio ceste načinjen od zemlje ili drugog materijala (šljunka, pijeska, kamena itd.). Prema položaju terena, zemljani trup može biti u nasipu, usjeku, zasjeku i galeriji.

Zemljani trup mora biti izgrađen tako da što dulje osigura dobru stabilnost ceste, tj. da se ne pojave slijeganja i deformacije koje bi mogle uzrokovati oštećenje kolničke konstrukcije.

Da bi se to postiglo, zemljani trup treba načiniti od kvalitetnog materijala te ga jednolično i dobro nabiti odgovarajućim strojevima. Dobro nabijen zemljani trup sliježe se s vremenom do 1%, a nenabijeni čak i više od 10%. Materijal za izradbu zemljanog trupa mora biti odgovarajuće kvalitete i dobrih fizičkokemijskih svojstava. Za izgradnju zemljanog trupa ne smije se upotrebljavati materijal organskog podrijetla. To su treset, humus i mulj.

Strojevi koji se upotrebljavaju za nabijanje materijala pri izradbi zemljanog trupa mogu se podijeliti na vrste:

- statičke (nabija se pritiskom),
- dinamičke (nabija se udarom),
- vibracijske (nabija se vibriranjem).

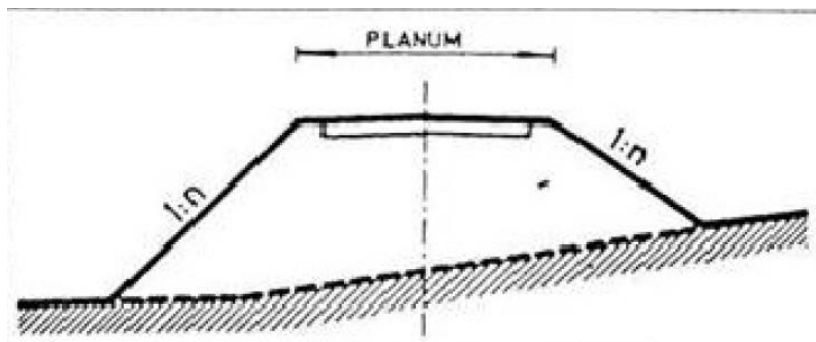
U statičke strojeve pripadaju: ježevi, parni i motorni valjci, valjci s gumenim kotačima. (5)

4.1.4.1. Nasip

Nasip je jedan od najčešćih oblika zemljanog trupa. Kota nivelete nalazi mu se iznad kote terena. Treba ga izvesti tako da kasnije ne dođe do slijeganja. Da bi visoki nasipi bili stabilniji, nagib nasipa se ublažuje nakon visine veće od 6 m. Nasip se može izrađivati na više načina:

- u slojevima,
- s čela u punom profilu,
- sa strane i
- sa skele

Najbolji je način izradbe nasipa u slojevima. Debljina slojeva u vezanog tla je 30-75 cm, a u nevezanog (rahlog) tla debljina može biti i 100 cm. Općenito, debljina slojeva ovisi o načinu izvedbe i o vrsti strojeva koji se koriste za nabijanje. (5)



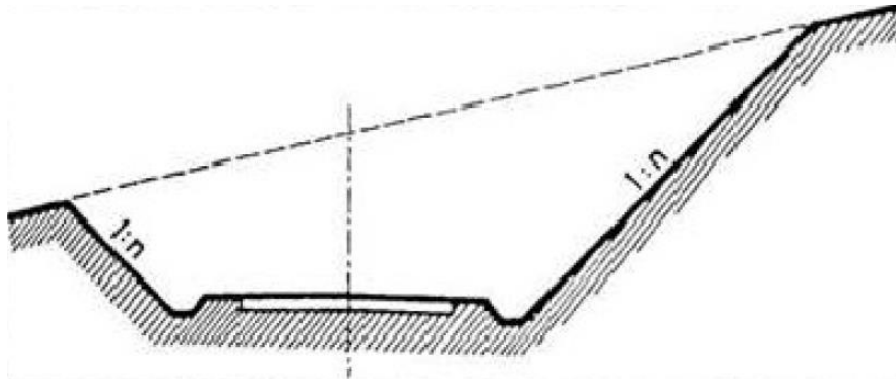
Slika 17-Cesta izvedena u nasipu (5)

4.1.4.2. Usjek

Usjek je zemljani objekt dobiven iskopom određenoga poprečnog profila u zemlji. Na usjeku je, za razliku od nasipa, niveleta buduće ceste ispod površine terena.

Iskop usjeka može se izvesti na više načina:

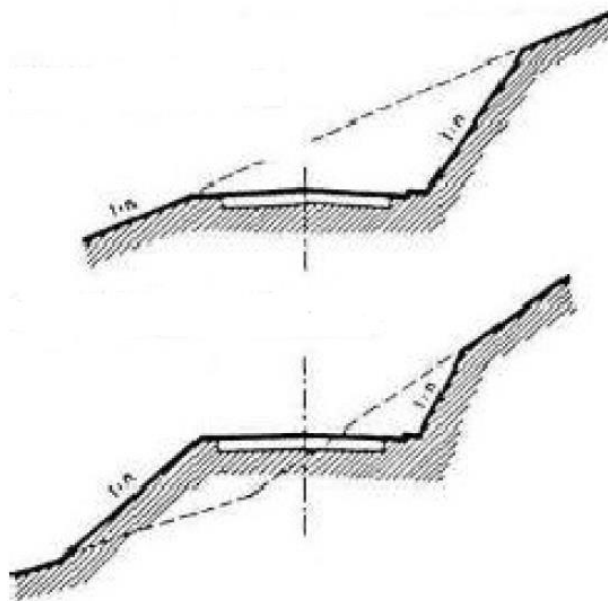
- u uzdužnim slojevima,
- presjekom s čela,
- sa strane,
- s uzdužnim presjekom,
- u terasama i
- s potkopom i oknima (5).



Slika 18-Cesta u usjeku (5)

4.1.4.3. Zasjeak

Zasjeak je specifičan oblik zemljanog trupa. On može biti izveden kao klasični (tipični) zasjeak ili čisti zasjeak. Klasični (tipični) zasjeak sastoji se od usjeka i nasipa, a čisti zasjeak, za razliku od usjeka, ima samo jednu kosinu, i to onu na strani brda. Kosine zasjeaka izvode se u nagibu koji ovisi o vrsti materijala. Izradba zasjeaka slična je načinu izvedbe usjeka odnosno nasipa. (5)



Slika 19-Cesta u zasjeku (čisti i klasični) (5)

4.1.4.4 Zaštita pokosa u zemljanim materijalom

Preko isplaniranog pokosa usjeka ili nasipa, dozerom se nanosi i rasprostire sloj humusa debljine 10 – 20 cm. Da bi se postigla bolja prionjivost humusa i donjeg ustroja površinu pokosa potrebno je prethodno izbrazdati. Humus se po potrebi navlaži vodom, posipa gnojivom i zasije travom. Sjetva se obavlja ručno, a zasijana površina uvalja ručnim drvenim valjkom kako bi se sjeme učvrstilo u zemlju. Trava će svojim korijenjem učvrstiti pokos, koji će zbog toga biti manje osjetljiv na djelovanje površinskih i podzemnih voda. U kišnim će mjesecima trava isušivati pokos i također doprinosti njegovoj stabilnosti. (6)

4.1.4.4.1 Zaštita pokosa busenjem

Ovaj se način zaštite primjenjuje kad se po pokosu slijevaju veće količine vode pa ga treba brže i jace učvrstiti. Za to služe komadi busenja veličine (30 x30x10cm ili 25x25x7) koji se plugovima izrežu iz terena obraslog travom te polažu po pokosu na sloj prethodno nanijete plodne zemlje debljine 10 cm. Busenje se može polagati u horizontalnim slojevima, okomito na pokos ili pljoštimice. Svaki drugi ili treci red pričvršćuje se kolčićima da bi se spriječilo klizanje. Danas se busenje proizvodi i u trakama širine 30 do 80 cm i duljine 2m koje se motaju u role i prevoze na mjesto ugradnje (travnati tepisi). Krajevi traka se nakon polaganja pričvršćuju kolačićima a međuprostori ispunjavaju humusom i zasiju travom. (6)

4.1.4.3.2. Zaštita pokosa busenjem

Ovakav se način zaštite primjenjuje na pokosima koje nije moguće stabilizirati samo busenjem ili sijanjem trave. Kolčići duljine 70 do 100 cm, promjera 3 do 5 cm, zabijaju se u pokose u paralelnim redovima na udaljenostima 50 do 100 cm te se opletu vrbovim šibljem ili šibljem topole ili drugog drveća koje brzo pušta korijenje. Prostor između pletera se humusira i zasije travom. Zadatak je pletera da spriječi ispiranje humusa na mjestima gdje zbog nestabilnosti terena biljni pokrov sporije raste. (6)

4.1.4.3.3 Zaštita pokosa sađenjem drveća

Ova se metoda primjenjuje samo u usjecima (jer bi u nasipima korijenje moglo ugroziti prometnicu) i to na padinama sklonim klizanju ili obrušavanju. Najčešće se sade mlada stabla vrbe, breze, bagrema i sl. visine 40 do 70 cm, na razmacima 50 do 100 cm. (6)

4.1.4.3.4. Zaštita pokosa hidrosjetvom

Postupak se primjenjuje na strmim nepristupačnim pokosima, a sastoji se od prskanja površine mješavinom sjemena trave, gnojiva, vode, celuloze i visokopolimerne emulzije. Nakon nanošenja raspršivacem (topom), po pokosu se formira prostorna mreža poput spužve koja prožima površinski sloj do dubine 2,5 do 5 cm. On propušta zrak i vodu kako bi trava mogla proklijati te istodobno stvara hranjivu podlogu za njen razvoj. (6)



Slika 20-Hidrosjetva na strmom usjeku (6)

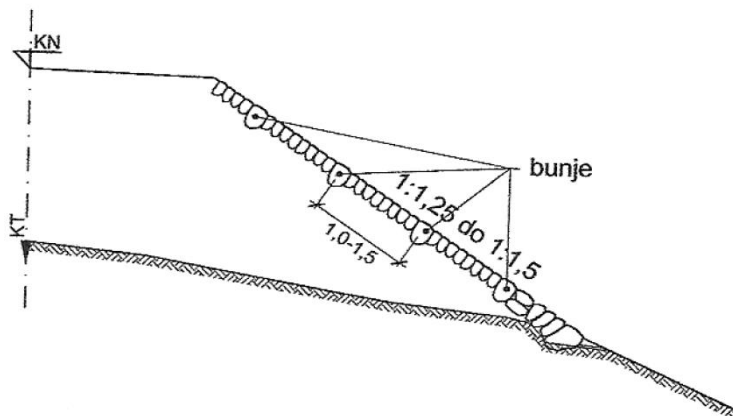
4.1.4.3.5 Zaštita pokosa geomrežama

Mreže od umjetnih materijala polažu se po strmim i visokim pokosima nasipa ili usjeka. Služe kao ojačanje humusa te omogućuju smanjenje debljine humusa na 5 cm. Polažu se na podlogu bez neravnina i pricvršćuju sidrima u obliku slova U. Po položenoj geomreži rasprostire se sloj humusa i zasije trava. (6)

4.1.4.5. Zaštita pokosa u kamenim materijalom

4.1.4.5.1 Roliranje

Rolianje se primjenjuje za zaštitu pokosa visokih i relativno strmih nasipa. Upotrebljava se lomljeni kamen veličine 30 – 40 cm, a na razmacima od 1 do 1,5 m postavlja se kamenje većih dimenzija, tzv. bunje. Pri tome se mora paziti na dobru vezu i dobro uklještenje kamena. (6)



Slika 21-Zaštita pokosa roliranjem (6)

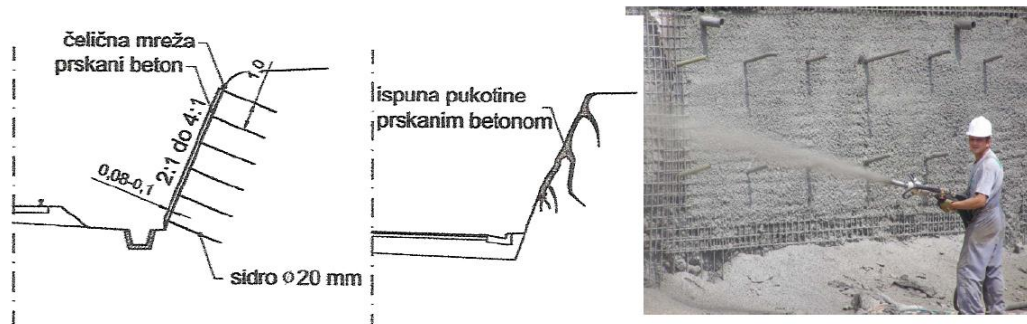
4.1.4.5.2. Kamena obloga

Kamena obloga se postavlja po principu suhozida od grubo obrađenog kamena. Debljina obloge se povećava prema nožici nasipa na svakih 4 m visine, a radi boljeg povezivanja s nasipom izvodi se kamena zaloga. (6)

4.1.4.5.2. Zaštita pokosa prskanim betonom

Metoda se primjenjuje u raspadnutim i ispucanim stijenama koje se moraju štiti od erozije i promjena temperatura. Prskani beton (torkret) se nanosi preko celicne mreže (žica \varnothing 4 mm, s

kvadratnim otvorima širine 5-10 cm) sidrene u stijenu (sidra \varnothing 20 mm, duljine 1-2 m, jedno sidro dolazi na 1 m²) Preko zategnute i ucvršćene mreže nanosi se sloj prskanog betona debljine 8 - 10 cm. Obloga se sedam dana mora vlažiti vodom ili kemijskim premazima koji sprječavaju isparavanje. Na pokosima, gdje su stijene samo djelomično ispucane, nije nužna žicanamreža, a debljina prskanog betona je oko 2 cm. (6)



Slika 22-Zaštita pokosa prskanim betonom (6)

4.1.5. Gornji ustroj prometnice

Gornjim se ustrojem razumijeva dio ceste koji izravno preuzima sva opterećenja nastala zbog prometa vozila i prenosi ga na donji ustroj ceste. Gornji ustroj ceste (kolnik) sastoji se od dvaju glavnih dijelova, i to od:

- cestovnog zastora i
- podloge.

Cestovni zastor je završni sloj gornjeg ustroja, a najčešće se sastoji od habajućega površinskog sloja i veznoga binderskog sloja. Vezni sloj može biti od jednog ili dva sloja. Na cestama sa slabim prometom cestovni se zastor može sastojati samo od habajućeg sloja.

Njegova debljina obično je od 2,5 cm za asfaltni tepih do 22 cm za zastor od betona. Podloga se najčešće sastoji od dvaju ili triju slojeva. Ona se izrađuje od različitog materijala, a kvaliteta pojedinih slojeva opada po dubini. Gornji sloj podloge obično se izvodi od kvalitetnog materijala uz primjenu veznog sredstva. Donji sloj podloge može se izvesti kao zaštitni sloj od šljunka i pijeska; to je tzv. tamponski sloj. Kolnik ima zadaću da prenese prometno opterećenje na donji ustroj ceste, da omogući brzo, sigurno i udobno kretanje vozila i da spriječi djelovanje atmosferskih utjecaja na zemljani trup. To se postiže primjenom odgovarajućeg materijala u određenim sustavima konstrukcije kolnika. (5)

4.1.5.1. Asfalterski radovi

Asfalterski radovi obuhvaćaju izvedbu asfaltnih zastora (plošnih građevinskih konstrukcija):

- asfaltni slojevi kolničkih konstrukcija,
- obloge hidrotehničkih kanala

- podloge hodnika i pješačkih staza,

U smislu načina i mjesta dodavanja (miješanja) ugljikovodičnog veziva, zagrijanosti asfaltne mješavine i načina ugradnje (izvedbe) asfaltnog sloja razlikuju se:

1) Asfaltbetoni

- Valjani asfaltbetoni- miješanje asfaltne mase odvija prije i izvan mjesta same ugradnje u asfaltnim bazama, ugradnja sa obvezatnim valjanjem izvedenog asfaltnog sloja. Mogu biti proizvedeni i ugrađeni kao: ohladne mješavine (rjeđa uporaba, uglavnom za održavanje kolnika krpanjem udarnih rupa), te kao (uglavnom i najčešće) vruće mješavine asfaltbetona.
 - Asfaltni tepisi-podvrsta vruće miješanih valjanih asfaltbetona te se koriste za izvedbu tanjih i kvalitetnijih asfaltnih zastora.
 - Lijevani asfalti-miješanje asfaltne mase se prije ugradnje obavlja u asfaltnim postrojenjima ("in plant") dalje od mjesta ugradnje ili u posebnim miješalicama na kamionskom podvozju na licu mjesta ugradnje ("in situ").
- #### 2) Asfaltni makadami-zasuti asfaltni makadami (površinske obrade), zaliveni asfaltni makadami, miješani asfaltni makadami, asfaltne stabilizacije.

Asfaltbeton je naziv za klasični asfalt, zbog toga što ugljikovodično vezivo veže na agregat, na sličan način kao što se mineralno vezivo (cement) veže na agregat u betonu. Asfaltbeton se dobiva kao mješavina triju sastavnica:

- ugljikovodično vezivo (5%)
- kameno brašno omljevena kamena sitnež (prašina) veličine "zrna" do oko 0,25 mm (iznimno 0,71 mm) 60% -85% granulometrijskogsastava čini punilo (promjer "čestica" manji od 0,063 mm)
- agregat asfaltne mase – mineralna sastavnica tj. kamena sitnež nesijani ili sijani prirodni šljunak odrobljeni nesijani ili sijani minirani kameni materijal te on čini 92-97 % asfaltne mješavine

Kolničke konstrukcije od valjanih asfaltbetona se izvode u dva ili tri sloja. Dvoslojni asfaltni zastor sastoji se od: trošivog, habajućeg sloja i bitumeniziranog nosivog sloja. Troslojni asfaltni zastor sastoji se od: trošivog, habajućeg sloja, vezivnog i bitumeniziranog nosivog sloja. Habajući sloj je sloj koji je u doticaju sa prometom, ovisno o opterećenju izrađuje se od sedimentnih ili eruptivnih agregata dok za izrazito teška opterećenja izrađuje se u verziji splitmatiks asfalta. Vezivni sloj se nalazi na prometnicama s većim prometnim opterećenjem koje moraju imati veću debljinu. Bitumenizirani nosivi sloj je koji prenosi opterećenje sa gornjeg ustroja prometnice na donji. (10)

4.1.5.1.1 Materijali za izradbu kolnika

Kvaliteta izradbe podloge ceste i cestovnog zastora ovisi u prvom redu o materijalu i tehnologiji ugradbe. Vezna sredstva služe za povezivanje zrna pri izradbi kolničkog zastora. Ona se mogu podijeliti na silikatna i ugljikohidratna.

a) Silikatna vezna sredstva su cement i vodeno staklo.

Cement se rabi za izradbu cementnobetonskih zastora, cementnog makadama i betonskih ploča. Portland-cement (PC) dobije se miješanjem gline i krečnjaka, zatim mljevenjem i pečenjem na visokoj temperaturi. Vodeno staklo je po kemijskom sastavu natrijev ili kalijev silikat, koji se u dodiru sa zrakom raspada na natrijev ili kalijev karbonat i silicijev dioksid. Proizvodi se kao bijeli prah ili u tekućini i s kamenim agregatom i vodom daje čvrstu masu.

b) Ugljikohidratna spojna sredstva su bitumen, katran, prirodni asfalt, razrijeđeni bitumen i razne emulzije. Bitumen se dobiva kao naftni derivat. Pri izradi smjese bitna je njegova tvrdoća, elastičnost, plastičnost, otpornost na kemijske utjecaje i izgaranje. U tekućem stanju koristi se za izradbu elastičnih zastora. Katran se dobije suhom destilacijom kamenog ugljena. Po kvaliteti je slabiji od bitumena, pa se koristi iznimno na sporednim cestama. Prirodni asfalt nalazi se u stijenama koje se drobljenjem i izgaranjem pretvaraju u smjesu za izradbu zastora. Te stijene sadrže i do 80% bitumena. Razrijeđeni bitumen dobije se miješanjem bitumena i mineralnog ili katranskog ulja koje brzo ishlapi. Ta je mješavina pogodna smjesa za izradbu zastora. Emulzije su mješavine 50-60% bitumena s vodom uz dodatak 1% emulgatora – sapunskih kiselina. Služe za površinske obrade postojećih zastora. (5)

Karakteristike katrana:

- kvalitetnije vezivo od bitumena
- niže viskoznosti-mjera unutarnjeg otpora kretanju ili promjeni položaja sastavnih čestica neke tvari
- visoka prionjivost na agregat
- veća otpornost na djelovanje vode
- proizvodno najskuplje ugljikovodično vezivo
- ne primjenjuje se u masovnim asfaltnim radovima
- primjena za visokokvalitetne lijevane asfaltna zastore kolnika mostova
- pločnika gradskih ulica

Karakteristike bitumena je da ima veću viskoznost od katrana koja se smanjuje miješanjem bitumena sa podnim uljima te disperzijom bitumena u vodi. Disperzijom bitumena smanjuje se površinska napetost između raspršenog bitumena i vode, omogućavajući brzo vezanje odnosno „lijepljenje” bitumena po površini agregata, nakon isparavanja vode bitumen ostaje kao vezivo u asfaltnoj masi.. (10)

4.1.5.1.2. Tehnologija ugradnje asfalta

U postrojenjima nazvanima asfaltne baze dolazi do proizvodnje asfalta. Za vanjski transport vrućeg, valjanog asfalt betona (ali i drugih vrsta također) koriste se:

- Kamioni kiperi,
- Kamioni kiperi s natkrivenim sanducima,
- Kamioni kiperi s potpuno zatvorenim i grijanim sanducima i ugrađenim grijačima asfaltne mješavine.

Za unutrašnji transport koriste se također kamioni kiperi (zbog malih udaljenosti nisu potrebni natkriveni i zatvoreni sanduci), ali se za manje količine mogu koristiti različita specijalizirana kolica. Osnovni strojevi za ugradnju asfalta su:

- Finišeri - složena tehnološka oprema. Posebni građevinski stroj na pokretnom postolju. Obuhvaća slijedeće osnovne uređaje: sanduk za prihvatanje asfaltbetona iz kamiona, transportnu traku za dopremu materijala do razdjeljivača, razdjeljivač u obliku beskonačnog vijka «peglu» za ravnanje i početno zbijanje ugrađenog sloja asfaltnog betona.
- Valjci-za sabijanje asfaltne mješavine. Za izradu asfaltbetona koriste se :glatki čelični valjci i valjci gumenjaci. (10)

4.2. Tehnologija izvedbe mostogradnje

Građenje mostova predstavlja poseban inženjerski izazov. Pojedini načini građenja su priča za sebe. Donedavno građenje mostova se provodilo isključivo na skelama, koje su ponekad bile unikatne građevine, često složenije od samog mosta. U novo vrijeme težnja za brzom i jeftinom izgradnjom dovela je do razvoja čitavog niza postupaka koji pojednostavnjuju i pojeftinjuju izgradnju. Dakako da sa stajališta korisnika ovi postupci nisu zanimljivi, već se ocjena mosta mora dati sa stajališta oblikovne vrijednosti i svrsishodnosti mosta. - Stanoviti postupci gradnje utječu i na konstruktivni sustav mosta, pri čemu se znatno razlikuju mostovi izvedeni na fiksnim skelama od mostova izgrađenih modernim postupcima. Kod gradnje mostova često se naglasak stavlja na gradnju rasponske konstrukcije, iako ima primjera da je izvedba temelja bila skuplja od izvedbe rasponske konstrukcije. Bitno je poznavati što više uhodanih i posebnih načina izvedbe mostova da bi mogli ocijeniti koji je način najprikladniji sa stanovišta svih bitnih zahtjeva na most. Pri tome valja imati na umu da postoje i naročiti mostovi čija vrijednost izlazi izvan zanatskih okvira. (7)

Postoje tri postupka gradnje mostova:

- Monolitni postupak
- Polumontažni postupak

- Montažni postupak

4.2.1 Monolitni postupak gradnje mostova

Lijevanje, zidanje ili sastavljanje nosivog sklopa na skeli koja se odstranjuje ili pomiče tek kad konstrukcija ili njen dio može samostalno nositi. Ponekad je izgradnja skele složeni zadatak od izgradnje samoga mosta. Ovaj tip mosta se primjenjuje kod:

- Kod mostova malih raspona
- Kod mostova nisko nad dobro pristupačnim terenom
- Na skeli mogu biti građeni svi tipovi mostova

Opće je nastojanje da se izbjegne ovakav način gradnje postojanja u današnje vrijeme ekonomičnih metoda gradnje mostova. (8)

4.2.1.1. Izvedba na fiksnim skelama

Najstariji način građenja je fiksnim skelama oslonjenim o tlo. Primjena ovakvih skela je kod mostova malih raspona, nisko nad dobro pristupačnim terenom. Prednost je da omogućuje izvedbu nerazličitih tipova i oblika struktura armiranobetonskih mostova u oplati. Rad na skeli zahtjeva precizan raspored i dinamiku ugradbe pojedinih dijelova. Gradnja se odvija po sektorima da se konstrukcija jednako opterećuje i progiba. Skele se izvode nadvišenja da bi konstrukcija u konačnici imala željeni oblik. (8)

4.2.1.2. Izvedba na pokretnim skelama

Skele koje se mogu pomicati uzduž ili poprijeko na most. Pomicanje se ostvaruje:

- Pomoću kotača na tlu
- Na tračnicama
- Na plovilima

Hidraulične preše pomažu pri odvajanju prije pomicanja. Primjena ovakve skele je najčešće za niže gredne mostove uz ravno i dobro nosivo tlo, te za mostove veće širine.

4.2.1.2. Izvedba na lansirnim skelama

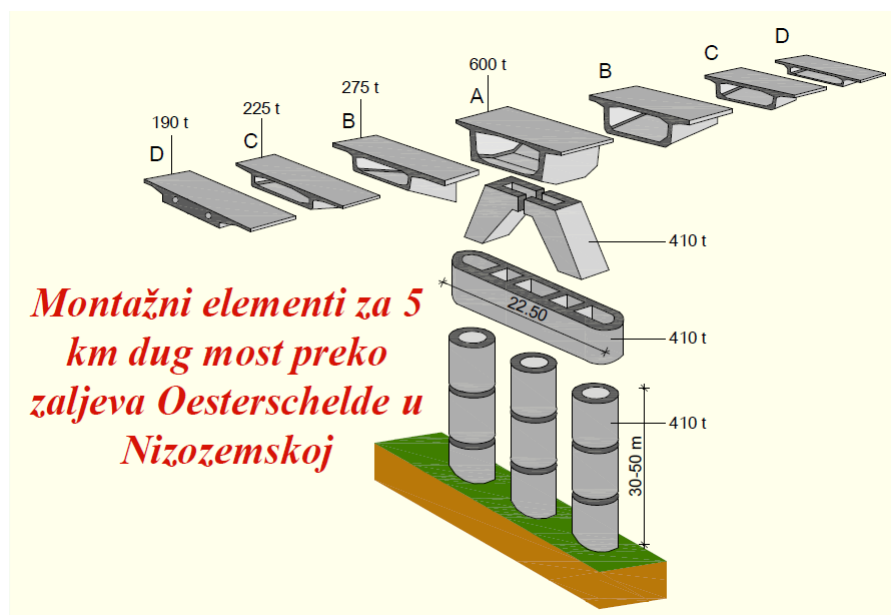
Pokretne skele koje se umjesto o tlo oslanjaju na stupove mostova. Prednosti kod ovakvih skela je ta da nisu ovisne o uvjetima na terenu, omogućavaju odvijanje prometa ispod terena te ne zadiru u vodotok. Rijetko se koriste za raspone mostove preko 50 m jer su skele robusne. Uređaji za pokretanje iz raspona u raspon:

- Izvačenjem i uvlačenjem pojedinih dijelova
- Pomicanjem čitave skele dužine veće od dva raspona

Izgradnja je neovisna o vanjskim uvjetima. Prilikom pokretanja čitava se oplata se premješta sa skelom. Gradnja jednog odsječka obično traje oko dva tjedna (8)

4.2.2. Montažna gradnja postupak gradnje mostova

Gradnja od predgotovljenih, montažnih elemenata. Posebno razvijena kod čeličnih mostova. Prednost je da elementi nosača izgrađeni cjelokupni u radionicama te se nakon toga transportiraju kao takvi na gradilište. U radionicama su gotovo idealni uvjeti i kvaliteta izrađenih dijelova, te je proizvodnja neovisna o dinamici posla na gradilištu. Jeftinija je proizvodnja od one na gradilištu ali znatni troškovi transporta montažnih elemenata znatno poskupljuju ovakav oblik gradnje. Potrebna su plovne dizalice i autodizalice za podizanje elemenata koji imaju jako veliku težinu. Montažna gradnja dobiva sve više na značenju jer smanjuje ljudski rad na gradilištu i vrijeme građenja.. (8)



Slika 23-Montažni elementi za most preko zaljeva Oosterschelde (8)

4.2.3. Polumontažna gradnja postupak gradnje mostova

Montažne strukture koje imaju jako velik broj spojeva u njima. Ovaj postupak gradnje koristi se najčešće za gredne mostove do 40 metara dužine. Montažno se izvode nosači rasponskoga sklopa dok se kolnička ploča nad njima i poprečni nosači izvode monolitno. Zadržane su prednosti montažne gradnje, dodatna prednost je ravnost podloge za hidroizolaciju i kolnik. Izvoditi se mogu na više načina:

- Polumontažna izvedba-niski olakšani nosači se montiraju jedan do drugoga a nad njima se izvodi monolitna ploča
- Sprengiti sustav- nad montiranim čeličnim nosačima se betonira se betonira kolnička ploča
- Puni kontinuitet-monolitna izvedba ležaja poprečnih nosača i prihvaćanje ležajnih momenata gipkom armaturom ili kabelima. (8)

4.3. Logistika izvedbe radova na cestogradnji i mostogradnji

Gradilište će se prvo organizirati da će se osigurati mjesto za smještaj kontejnera. U sklopu gradilišta organizirati će se dva zaštitara koji će se brinuti o neovlaštenom ulazu na gradilište. Gradilište će osigurati svu potrebnu zaštitu na radu dopremanjem vatrogasnih aparata i prve pomoći, na gradilištu će se nalaziti radnici osposobljeni za pružanje prve pomoći te ovlaštene osobe za provođenje zaštite na radu. Također, svi radnici će na gradilištu biti osposobljen za rad na siguran način. Prije početka radova na iskopu treba pregledati teren, sakupiti podatke o postojećim instalacijama te od organizacija kojima one pripadaju zatražiti točne podatke o njihovom položaju. Po potrebi instalacije treba isključiti, blindirati tj. poduzeti sve mjere kako bi se izbjegle eksplozije, požari, udar struje, opekotine, trovanja i dr. Prvo će se obaviti geodetska snimka terena te iskolčavanje trase terena. Nakon obavljenih geodetskih radova započeti će se sa raščišćavanjem terena: uklanjanjem grmlja, stabala. Raščišćavanje terena će nam omogućiti početak radova iskopa za posteljicu, zatim će se krenuti odmah i sa iskopima za odvodnju, elektroinstalacije. Radovi na iskopu će se obavljati pomoću bagera. U toku će se naručiti armatura, oplata koja će se dostaviti sa kamionima kiperima na gradilište ili sandučarima. Na gradilištu će se skladištiti dostavljena oplata i armatura. Kamionima kiperima i zglobnim daperima u zavisnosti od potrebe će se vršiti prijevoz zemlje koja će se skladištiti na gradilišnu deponiju nakon obavljenih iskopa koja će se poslije iz usjeka prevoziti u nasip dok će se višak zemlje odvoziti na deponiju. Prvo će se obavljati iskop do posteljice te deponiranje zemlje. Zatim će se krenuti sa iskopom za instalacije. odvodnju. Nakon čega će se obaviti i zaštita pokosa, te postavljanje geotekstila koji se postavlja na cijeloj dionici dok će se geomreže postavljati na geotekstil na dijelovima koji imaju slabo nosivo tlo. Nakon obavljenih iskopa potrebno je zasipavati instalacije prvo sa 10 cm pijeska nakon toga se polažu cijevi te se i oni zasipavaju pijeskom. Također, potrebno je postaviti zaštitne take na njih te upozorenje prilikom budućeg iskopa da se vidi da se na toj dionici nalaze cijevi od instalacija i odvodnje. Zatim će se krenuti i sa zasipavanjem terena sa materijalom do posteljice nakon čega će se iskopana dionica u cijelosti dovoditi na razinu posteljice. Nakon izrađene posteljice započeti će se sa zasipavanjem kamenim materijalom radovi će se obavljati za nosivi sloj po slojevima. Asfalt će se ugrađivati pomoću finišera, a beton pumpom za beton Svi strojevi će dolaziti na gradilište pomoću labudice, dok će se dijelovi mosta će se dostaviti nakon što budu spremni za ugradnju. Materijal će na gradilište stizati sukladno potreba na terenu za izvođenjem pojedinih radova.

5.Prikaz i analiza primijenjenih tehnologija izvođenja radova

5.1.Iskaz stavki po količinama radova

5.1.1 Trasa brze ceste

Pripremni i zemljani radovi:

Elementi kolničke konstrukcije	Jedinica mjere	Količina
Skidanje humusnog sloja duž trase	m3	60 200
Široki iskop na trasi C kategorije	m3	100
Uređenje temeljnog tla mehaničkim zbijanjem	m2	170 000
Izrada nasipa od miješanog materijala	m3	346 672
Izrada posteljice (20 cm)	m3	200 320
Zaštita pokosa	m2	43300

Asfalterski radovi:

Elementi kolničke konstrukcije	Jedinica mjere	Količina
Izrada nosivog sloja debljine 20 cm	m3	40440
Izrada nosivog sloja od cementom stabilizirajućeg drobljenog kamena	m2	139350
Izrada nosivog sloja AC 32 baze debljine 9 cm	m2	116200
Izrada bitumenskog međusloja asfaltnih spojeva	m2	116200
Izrada habajućeg sloja	m2	113100

5.1.2. Most Velika Rijeka

Zemljani radovi

Elementi kolničke konstrukcije	Jedinica mjere	Količina
Strojni iskop za temelje građevine jame u materijalu C kategorije	m3	550
Zatrpavanje temelja	m3	400
Izrada nasipa od kamenog materijala	m3	3000
Izrada klinova uz objekte nasipavanjem	m3	510
Izrada obloge oko krila upornjaka humusnim materijalom	m2	850
Izrada obloge pokosa nasipa ispod rasponskog sklopa	m2	175

Betonski radovi:

Elementi kolničke konstrukcije	Jedinica mjere	Količina
Betoniranje temelja stupova i pilota	m3	607,2
Betoniranje upornjaka	m3	192
Betoniranje stupova	m3	65
Betoniranje rasponske konstrukcije	m3	406

Asfalterski radovi:

Elementi kolničke konstrukcije	Jedinica mjere	Količina
Nosivi sloj AC 11	m2	380
Bitumenski međusloj za sljepljivanje asfaltnih slojeva	m2	380
Habajući AC11	m2	380

Armatura:

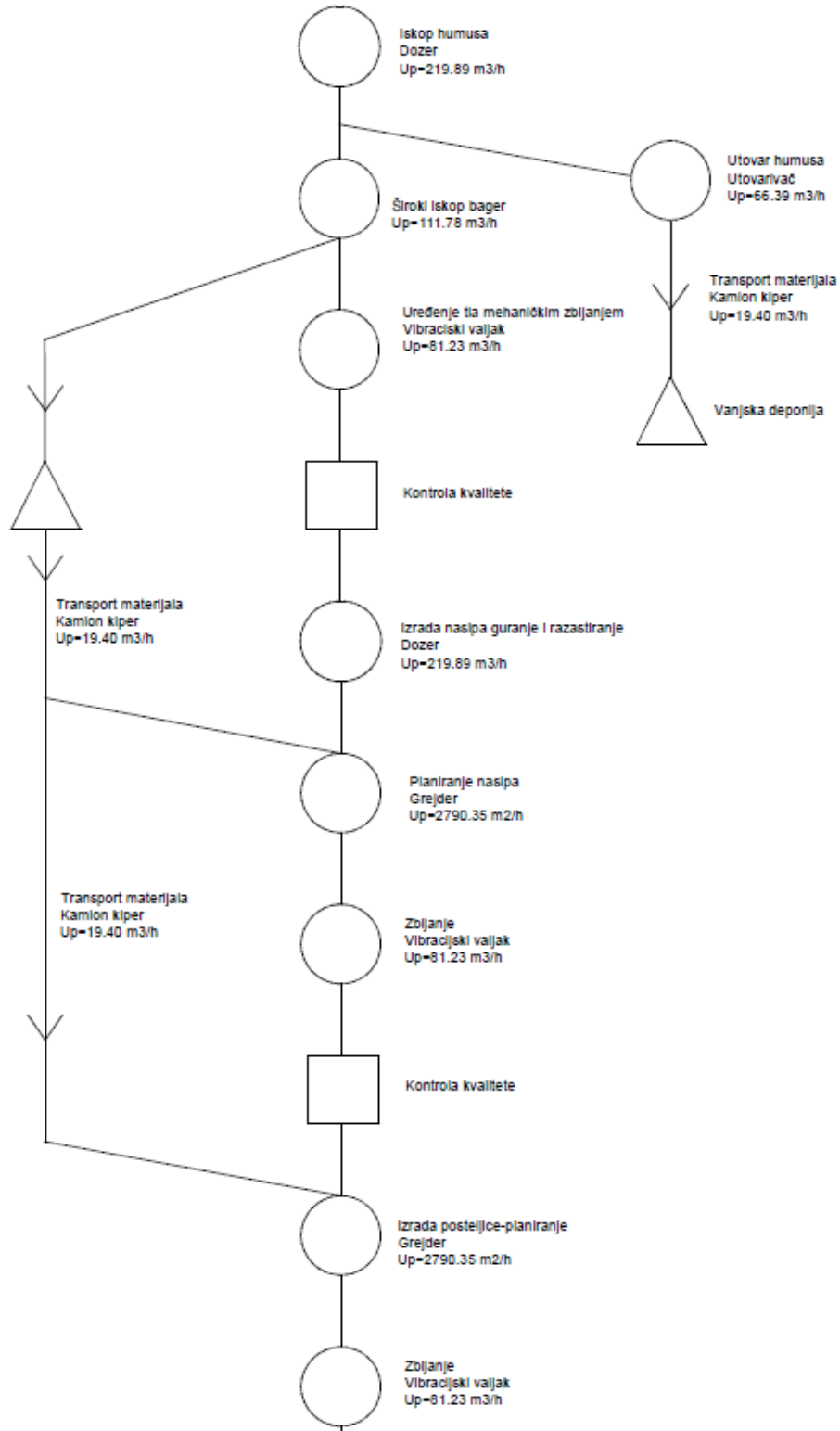
Elementi kolničke konstrukcije	Jedinica mjere	Količina
Armatura temelja stupova i pilota	kg	473583,07
Armatura upornjaka	kg	73843,66
Armatura stupova i pilota stupova	kg	16004,82
Armatura rasponske konstrukcije	kg	454950,32

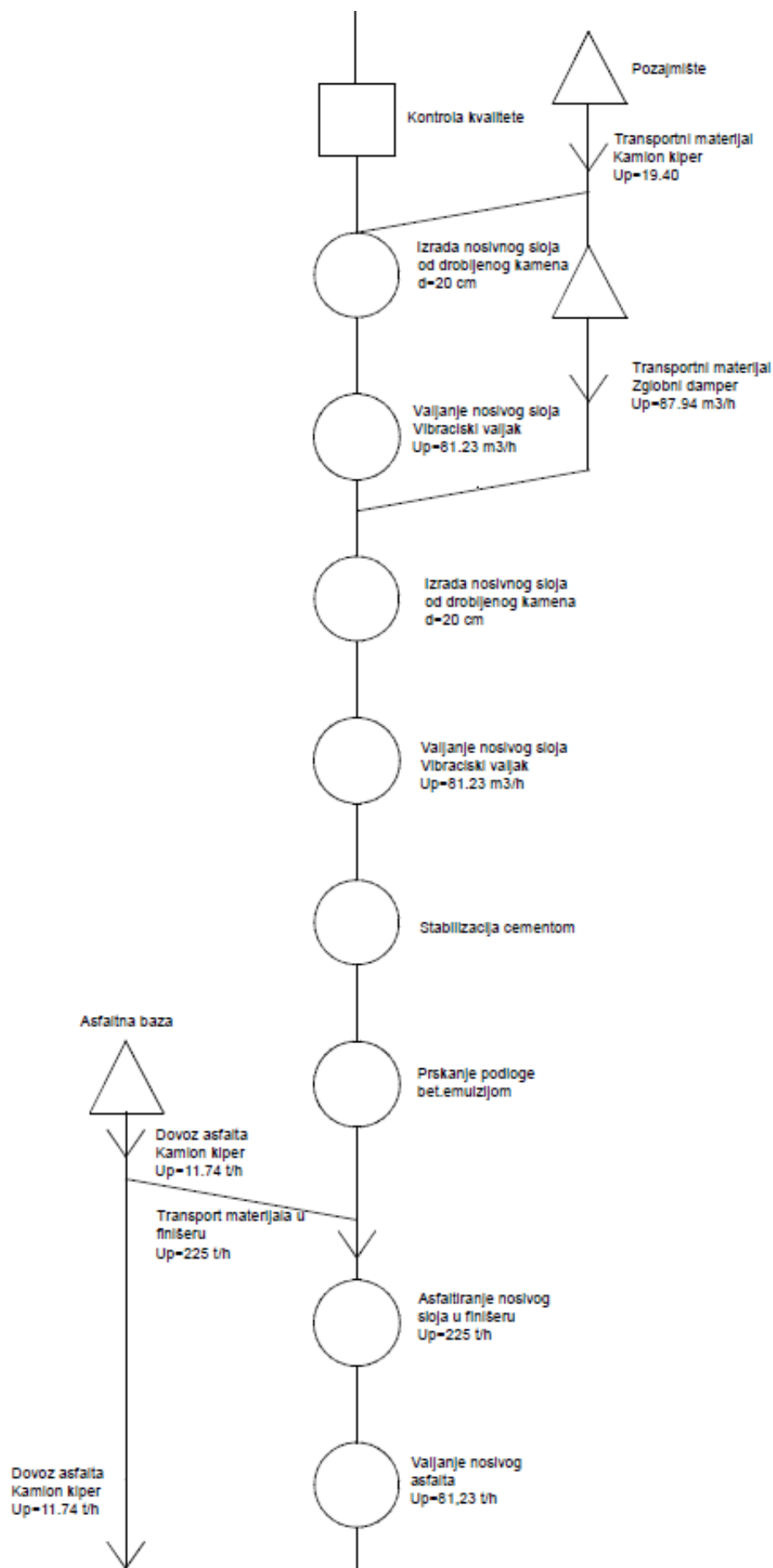
5.2. Logistika izvedbe radova na brznoj cesti Vrbovec 2-Bjelovar

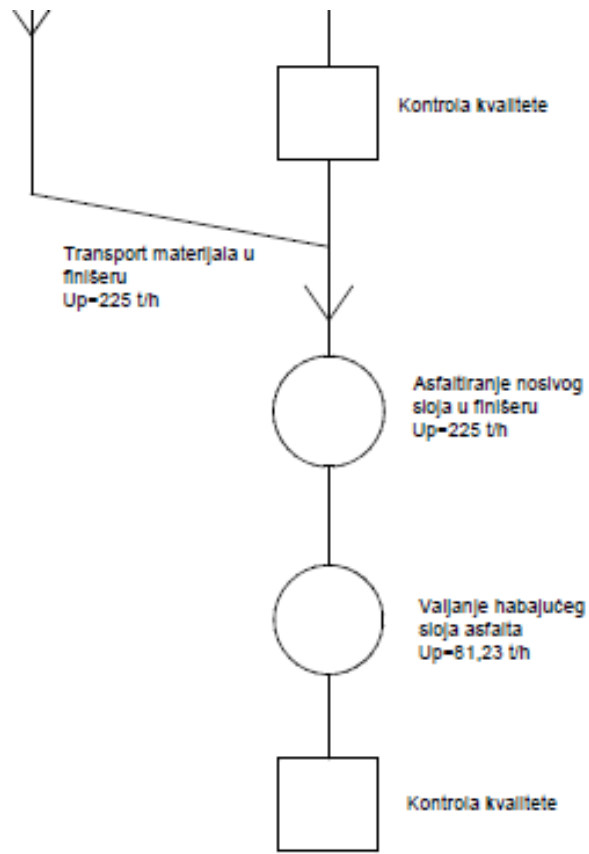
Gradilište će se organizirati da će se prvo postaviti kontejneri u Hagnju na lokaciji u blizini Farkaševca. Doprema materijala će se obavljati iz IGM šljunčare Trstenik d.d, dok će se nabava materijala nabavljati iz općine Dubava privatne šljunčare udaljene oko 9 km. Asfalt će se dovoziti iz asfaltne baze Županijske ceste Zagrebačke županije d.o.o udaljene oko 20 km od gradilišta dok će se doprema strojeva obavljati pomoću labudica. Po samom početku gradilišta dogovorena je ponuda za sječu šume na dijelu dionice km 15+700 - 17+000 odmah po potpisu ugovora između Kamgrada d.o.o. i Hrvatskih šuma zatim će se obavljati sječa km 18+500 - 19+000 nakon završetka prethodnog dijela, km 26+000 – 26+500 nakon završetka prethodnog dijela, km 26+000 – 26+500 nakon završetka prethodnog dijela. Na gradilištu je organizirana privremena deponija u blizini Hagnje te će se dopremiti potrebni materijal na gradilište zbog toga što se u početku većina dionice nalazi u nasipu te će biti potrebna velika količina materijala kojim će se teren zasipavati. Nakon obavljanja raščišćavanja terena, materijal će se konstantno dopremiti te će se privremene deponije pomicati kako bude radovi napredovali, ka drugoj strani dionice. Odnosno na samome gradilištu biti će prisutno međuodlaganje materijala prije njegove ugradnje. Doprema armature će se obavljati iz poduzeća Kamgrad trgovina d.o.o. dok će se oplata dopremiti na gradilište iz samoga sjedište poduzeća Kamgrad d.o.o, skladište za oba poduzeća se nalazi na istoj lokaciji koja je udaljena oko 114 km. Nakon dolaska do mosta Velika Rijeka započeti će se sa izradom mosta, kontinuirano kako se bude nailazilo na objekte tako će se započinjati i sa njihovim izvođenjem. Beton će se dobavljati iz betonare Fućkan d.o.o a udaljenost betonare je oko 39 km od gradilišta. U slučaju pojave problema sa projektnom dokumentacijom poduzeće zaduženo za njihovu izradu IGH d.o.o. će napraviti njihovu reviziju te ih uskladiti sa projektom. Samo korištenje mehanizacije prikazano je u poglavlju 5.3. putem tehnoloških karti te kratkim opisom izvođenja svih radova ispod tehnoloških karti, te je ona napravljena kao dopuna pri prikazu tehnološkog slijeda postupaka izvođenja radova.

5.3. Tehnološke karte

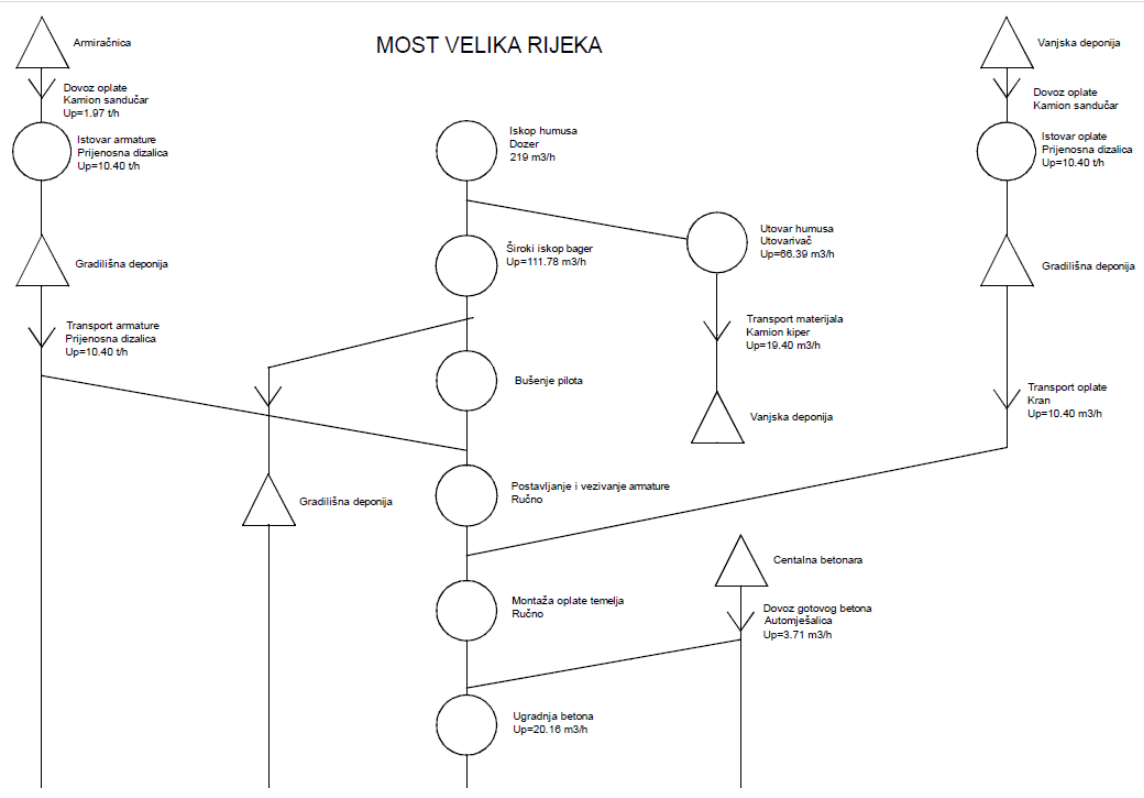
TRASA BRZE CESTE VRBOVEC 2-BJELOVAR PROMETNICA

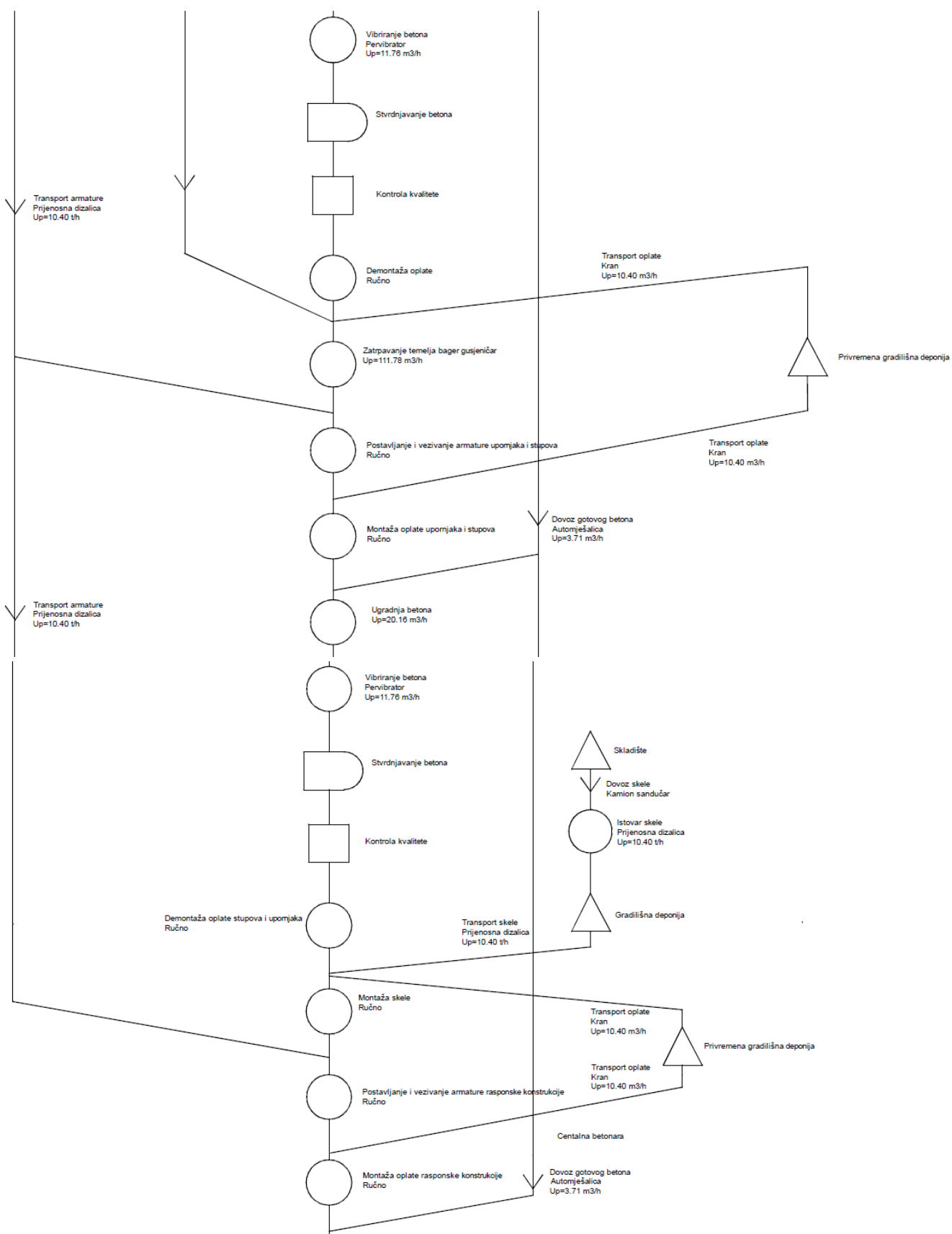


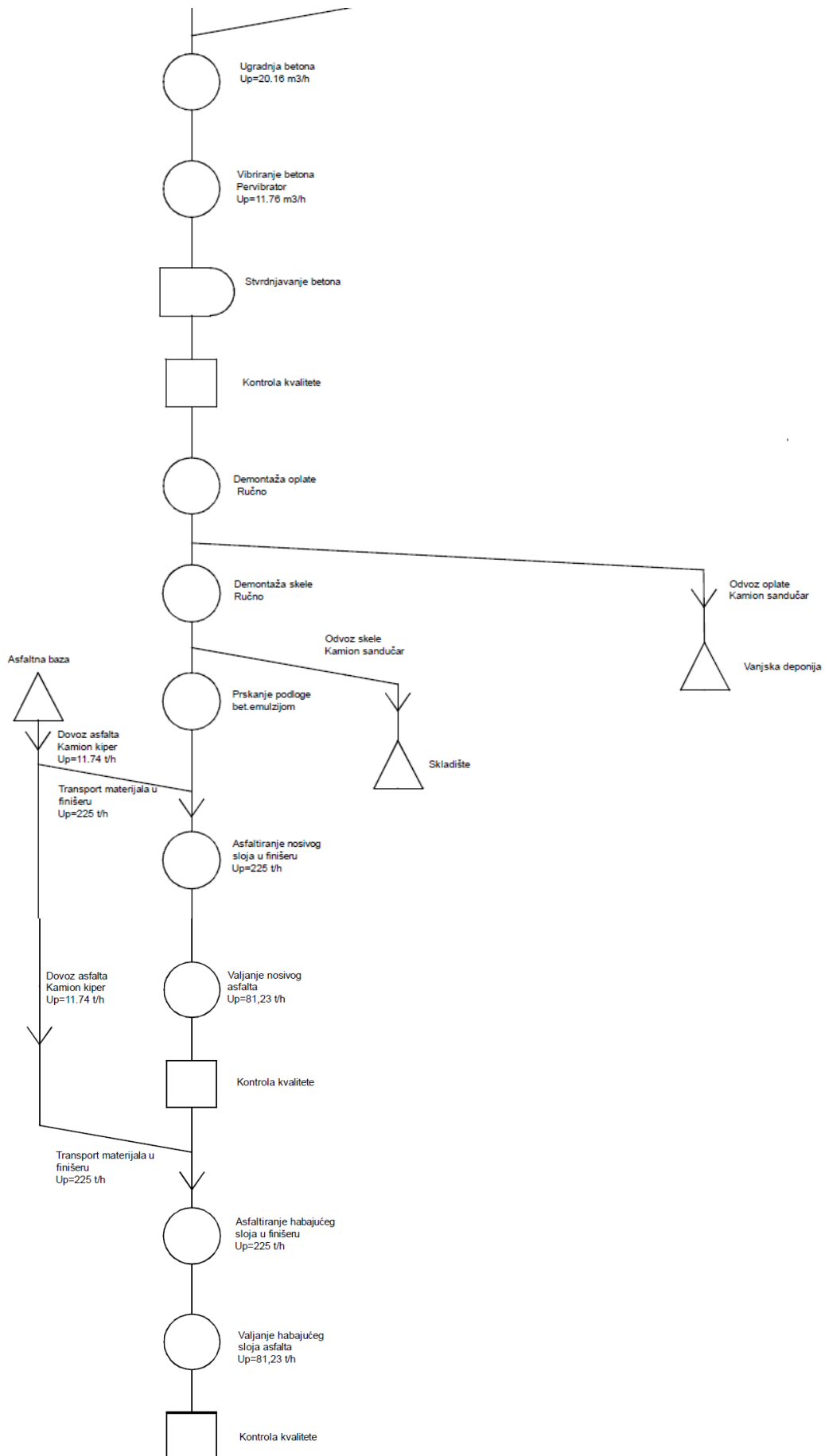




1111111111







Na brzjoj cesti Vrbovec 2-Bjelovar koristi će se tehnologija koja uključuje uklanjanje humusa pomoću dozera, za potrebe širokog koristiti će se bager. Zbijanje tla će se izvoditi pomoću vibracijskog valjka. Planiranje nasipa i posteljice se izvodi pomoću grejdera. Cjelokupni transport do gradilišta se odvija pomoću kamiona kiperu te će se sav dospjeli materijal skladištiti na privremeno deponirati i skladištiti na gradilištu. Asfalterski radovi uključuju dovoz asfalta pomoću kamiona kiperu, nakon čega će dopremljeni asfalt ugraditi pomoću finišera. Nakon obavljenih ugradnje asfalta pomoću finišera, asfalt će se valjati pomoću glatkog valjka. Zaštita pokosa će se obavljati pomoću travnatog materijala zasađenog na pokosu. Beton za potrebe izvođenja mosta Velika Rijeka dobavljati će se iz najbliže betonare koja je udaljena oko 20 km, na taj način povećati će se učinkovitost automješalice. Mosta Velika Rijeka će se izvoditi polumontažno dok će se radovi na mostu Velika Rijeka će se obavljati istim strojevima kao i na trasi brze ceste, iznimka je stroj za ugradnju pilota koji će se koristiti na mostu. Armatura i oplata će se ugrađivati ručno, dobavljanje armature i oplata će se obavljati iz sjedišta firme. Betoniranje se vrši pomoću pumpe za beton, dok će se vibriranje betona obavljati pomoću pervibratora. Nakon obavljenih iskopa, ugradnje betona obavezna je kontrola zbijenosti i kvalitete betona. Svojstva materijala ispitivati će ovlaštene uredi za ispitivanje kvalitete betona te zbijenosti materijala. Zbijenost će se ispitivati nakon ugradnje svakoga sloja u slučaju loše zbijenosti postavlja se geotekstil, a u slučaju da se niti tada ne dobije željena zbijenost na geotekstil će se postavljati geomembrane. Asfalterski radovi na mostu će se izvoditi identično kao i na trasi brze ceste Vrbovec 2-Bjelovar. U kišnim periodima zemljani materijal će se odlagati na gradilištu te će se pričekati da mu se poboljšaju fizičko-mehanička svojstva za njegov odvoz. Prilikom usklađivanja učinaka primijenjeno je dozersko načelo u kojem se iskop vrši pomoću dozera dok se pretovar u kamione radi pomoću bagera. Polumontažna gradnja znatno ubrzava postupak prilikom izgradnje mosta, dijelovi mosta dolaze u cijelosti na gradilište te se kao takvi ugrađuju u konstrukciju mosta. Trasa brze ceste će se izvoditi na sa obje strane trase paralelno te će se na kraju spojiti u jednu cjelinu

5.4. Proračun učinka

5.4.1. Prometnica

Iskop humusa – Dozer Caterpillar D6T LGP

Odabrani volumen noža: $9,4 \text{ m}^3$

$$U_p = k_i \cdot U_t$$

$$k_i = k_o \cdot k_p = 0,386 \cdot 0,77 = 0,297$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds} = 0,83 \cdot 0,84 \cdot 0,55 = 0,386$$

$$k_{og} = 0,83 - \text{dobri uvjeti rada}$$

$k_{rv} = 0,84$ - dobro korištenje radnog vremena

$k_{ds} = 0,55$ – koeficijent dotrajalosti stroja

$$k_p = k_{vm} \cdot k_{rp} \cdot k_{nt} = 0,93 \cdot 0,95 \cdot 0,87 = 0,77$$

$k_{vm} = 0,93$ – šljunak

$k_{rp} = 0,95$ – koeficijent radnog prostora za radove u usjecima, zasjecima, kanalima

$k_{nt} = 1 + (n_t^\circ \cdot 0,03)$ – za uspon = $1 - (4,45^\circ \cdot 0,03) = 0,87$

$$Q_c = k_{pu} \cdot q = 0,71 \times 9,4 = 6,67 \text{ m}^3$$

$$k_{pu} = k_n \cdot k_g = 0,95 \times 0,75 = 0,71$$

$k_n = 0,95$ – laki iskop

$k_g = 1 - 0,005 \times l_g = 1 - 0,005 \times 50 = 0,75$ (koeficijent gubitka gradiva ispred noža)

$$n_c = 1/t_c = 1/0,009 = 111$$

$$t_c = t_i + t_g + t_o + t_p + 2 \cdot t_m = 0,009 \text{ h}$$

$t_i = 0 \text{ h}$ – kod planiranja i razastiranja nema iskopa

$t_m = 0 \text{ h}$ – obzirom na kretanje nema manevriranja

$t_g = 0 \text{ h}$ – nema guranja

$t_o = l_o / v_o = 0,05 / 9 = 0,005 \text{ h}$ (brzina odlaganja 9 km/h)

$t_p = l_p / v_p = 0,05 / 12 = 0,004 \text{ h}$ (brzina povratka 12 km/h)

$$U_t = n_c \cdot Q_c = 111 \times 6,67 = 740,37 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,297 \cdot 740,37 \text{ m}^3/\text{h} = 219,89 \text{ m}^3/\text{h}$$

Široki iskop – Bager Komatsu PC 210 LC-11

Odabrana lopata: $1,7 \text{ m}^3$

min. utovarna visina = 2,40 m, max. utovarna visina = 2,90 m

raspon (max. – min. visina) = 0,60 m

optimalna visina = $(2,40+2,90) / 2 = 2,65 \text{ m}$

$$Q_c = k_{pu} \cdot q \cdot k_r = 0,95 \cdot 1,7 \cdot 1,0 = 1,62 \text{ m}^3$$

$k_{pu} = 0,95$ – koeficijent punjenja za laki iskop – šljunak

$k_r = 1$ - koeficijent rastresitosti za rastresito stanje

$$q = 1,7 \text{ m}^3$$

$$n_c = 3600 / t_c = 3600 / 24 \text{ sec} = 150 \text{ ciklusa}$$

$t_c = 24 \text{ sec}$ (ovisno o obujmu bagerske lopate, laki iskop)

$$U_t = n_c \cdot Q_c = 150 \cdot 1,62 = 243 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$k_i = k_o \cdot k_p = 0,572 \cdot 0,804 = 0,460$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds} = 0,83 \cdot 0,84 \cdot 0,82 = 0,572$$

$k_{og} = 0,83$ - dobri uvjeti rada bagera

$k_{rv} = 0,84$ - dobro korištenje radnog vremena

$k_{ds} = 0,82$ – koeficijent dotrajalosti stroja

$$k_p = k_{vm} \cdot k_{rp} \cdot k_{uv} \cdot k_{kz} = 0,93 \cdot 0,95 \cdot 0,91 \cdot 1,00 = 0,804$$

$k_{vm} = 0,93$ – koeficijent vlažnosti gradiva, šljunak

$k_{rp} = 0,95$ – koeficijent radnog prostora za radove u usjecima, zasjecima, kanalima

$k_{uv} = 0,91$ – koeficijent utovara u vozilo, pogodno vozilo

$k_{kz} = 1$ – koeficijent radnog kuta zaokreta bagera

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,460 \cdot 243 = 111,78 \text{ m}^3/\text{h}$$

Utovar – Utovarivač XCMG XC948E

$$Q_c = k_{pu} \cdot q = 0,95 \cdot 2,4 = 2,28 \text{ m}^3$$

$k_{pu} = 0,95$ – koeficijent punjenja za laki iskop

$$q = 2,4 \text{ m}^3$$

$$n_c = 3600 / t_c = 3600 / 45 = 80$$

$$t_c = 45 \text{ s}$$

$$U_t = n_c \cdot Q_c = 80 \cdot 2,28 \text{ m}^3 = 182,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,364 \cdot 182,4 \text{ m}^3/\text{h} = 66,39 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$k_i = k_o \cdot k_p = 0,453 \cdot 0,804 = 0,364$$

$$k_p = k_{vm} \cdot k_{rp} \cdot k_{uv} = 0,93 \cdot 0,95 \cdot 0,91 = 0,804$$

$$k_{vm} = 0,93 - \text{šljunak}$$

$$k_{rp} = 0,95 - \text{koeficijent radnog prostora za radove u usjecima, zasjecima, kanalima}$$

$$k_{uv} = 0,91 - \text{koeficijent utovara u vozilo, pogodno vozilo}$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds} = 0,83 \cdot 0,84 \cdot 0,65 = 0,453$$

$$k_{og} = 0,83 - \text{dobri uvjeti rada}$$

$$k_{rv} = 0,84 - \text{dobro korištenje radnog vremena}$$

$$k_{ds} = 0,65 - \text{koeficijent dotrajalosti stroja}$$

Razastiranje i planiranje – Dozer Cattelpilar D6T LGP

Odabrani volumen noža: $9,4 \text{ m}^3$

$$U_p = k_i \cdot U_t$$

$$k_i = k_o \cdot k_p = 0,386 \cdot 0,77 = 0,297$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds} = 0,83 \cdot 0,84 \cdot 0,55 = 0,386$$

$$k_{og} = 0,83 - \text{dobri uvjeti rada}$$

$$k_{rv} = 0,84 - \text{dobro korištenje radnog vremena}$$

$$k_{ds} = 0,55 - \text{koeficijent dotrajalosti stroja}$$

$$k_p = k_{vm} \cdot k_{rp} \cdot k_{nt} = 0,93 \cdot 0,95 \cdot 0,87 = 0,77$$

$$k_{vm} = 0,93 - \text{šljunak}$$

$$k_{rp} = 0,95 - \text{koeficijent radnog prostora za radove u usjecima, zasjecima, kanalima}$$

$$k_{nt} = 1 + (n_t^\circ \cdot 0,03) - \text{za uspon} = 1 - (4,45^\circ \cdot 0,03) = 0,87$$

$$Q_c = k_{pu} \cdot q = 0,71 \cdot 9,4 = 6,67 \text{ m}^3$$

$$k_{pu} = k_n \cdot k_g = 0,95 \times 0,75 = 0,71$$

$$k_n = 0,95 \text{ – laki iskop}$$

$$k_g = 1 - 0,005 \times l_g = 1 - 0,005 \times 50 = 0,75 \text{ (koeficijent gubitka gradiva ispred noža)}$$

$$n_c = 1/t_c = 1/0,009 = 111$$

$$t_c = t_i + t_g + t_o + t_p + 2 \cdot t_m = 0,009 \text{ h}$$

$$t_i = 0 \text{ h – kod planiranja i razastiranja nema iskopa}$$

$$t_m = 0 \text{ h – obzirom na kretanje nema manevriranja}$$

$$t_g = 0 \text{ h – nema guranja}$$

$$t_o = l_o / v_o = 0,05 / 9 = 0,005 \text{ h (brzina odlaganja 9 km/h)}$$

$$t_p = l_p / v_p = 0,05 / 12 = 0,004 \text{ h (brzina povratka 12 km/h)}$$

$$U_t = n_c \cdot Q_c = 111 \times 6,67 = 740,37 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,297 \cdot 740,37 \text{ m}^3/\text{h} = 219,89 \text{ m}^3/\text{h}$$

Zbijanje – Vibracijski valjak XCMG XS165

$$k_i = k_o \cdot k_p = 0,38 \times 0,95 = 0,361$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds} = 0,83 \times 0,84 \times 0,55 = 0,38$$

$$k_{og} = 0,83 \text{ - dobri uvjeti rada}$$

$$k_{rv} = 0,84 \text{ - odlično korištenje radnog vremena}$$

$$k_{ds} = 0,55$$

$$k_p = k_{rp} = 0,95 \text{ – koeficijent radnog prostora}$$

$$U_t = (v \cdot l_v \cdot h \cdot 1000)/n = (1,5 \cdot 2,0 \cdot 0,30 \text{ m} \cdot 1000)/4 = 225 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$v = 1,5 \text{ – vibracijski valjak}$$

$$h = 30 \text{ cm} = 0,30 \text{ m – visina sloja zbijanja}$$

$$l_v = 2,300 \text{ m} - 0,30 \text{ m} = 2,0 \text{ m – širina valjanja definirana širinom valjka}$$

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,361 \cdot 225 \text{ m}^3/\text{h} = 81,23 \text{ m}^3/\text{h}$$

Transport materijala – Kamion kiper MAN TGA 33430

-proračun nosivosti:

$$N = 33\,430 \text{ kg}$$

$$q = 12,34 \text{ m}^3$$

$$\rho = 1800 \text{ kg}$$

$$m_{15,2 \text{ m}^3 \text{ šljunka}} = 1800 \cdot 12,34 = 22\,212 \text{ kg}$$

$$Q_{\text{dozvoljeno zbog nosivosti}} = N / \rho = 33\,430 / 1800 = 18,57 \text{ m}^3$$

$$Q_c = k_{pu} \cdot q = 1 \cdot 18,57 = 18,57 \text{ m}^3$$

$k_{pu} = 1$ – vozilo se kreće po javnim prometnicama za nabavu materijala za donji ustroj i odvoz na deponiju

$$q = 18,57 \text{ m}^3$$

$$n_c = 60 \text{ min} / t_c = 1 \text{ h} / 0,42 \text{ h} = 2,38 \text{ ciklusa}$$

$$t_c = t_u + t_{vo} + t_{vp} + t_i + t_m$$

$$U_o = U_t \cdot k_p = 243 \cdot 0,804 = 195,37 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$t_u = (Q_c - \text{kamion} / U_o - \text{bager}) = 18,57 \text{ m}^3 / 195,37 \text{ m}^3/\text{h} = 0,095 \text{ h}$$

$$l_{dp} = l_{do} = 5 \text{ km}$$

$$t_{vo} = l_{do} / v_{po} = 5 \text{ km} / 30 \text{ km/h} = 0,17 \text{ h}$$

$$t_{vp} = l_{dp} / v_{pp} = 5 \text{ km} / 60 \text{ km/h} = 0,08 \text{ h}$$

$$t_i = 0,017 \text{ h} (1 \text{ min}) - \text{vrijeme istovara}$$

$$t_m = 0,058 \text{ h} (3,5 \text{ min}) - \text{vrijeme manevriranja}$$

$$t_c = 0,095 + 0,17 + 0,08 + 0,017 + 0,058 = 0,42 \text{ h}$$

$$U_t = n_c \cdot Q_c = 2,38 \cdot 18,57 = 44,20 \text{ h}$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds} = 0,83 \cdot 0,84 \cdot 0,63 = 0,439$$

$$k_{og} = 0,83 - \text{dobri uvjeti rada}$$

$$k_{rv} = 0,84 - \text{dobro korištenje radnog vremena}$$

$k_{ds} = 0,63$ – koeficijent dotrajalosti stroja

$$k_i = k_o = 0,439$$

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,439 \cdot 44,20 \text{ m}^3/\text{h} = 19,40 \text{ m}^3/\text{h}$$

Transport materijala – Kamion kiper MAN TGX D3876

- Dovoz asfalta iz asfaltne baze udaljene 20 km

-proračun nosivosti:

$$N = 33\,430 \text{ kg}$$

$$q = 12,34 \text{ m}^3$$

$$\rho = 1,8 \text{ t}$$

$$m_{15,2 \text{ m}^3 \text{ šljunka}} = 1,8 \cdot 12,34 = 22,21 \text{ t}$$

$$q_{\text{dozvoljeno zbog nosivosti}} = N / \rho = 33\,430 / 1800 = 18,57 \text{ m}^3$$

$$Q_c = k_{pu} \cdot q = 1 \cdot 18,57 \cdot 1,8 = 33,45 \text{ t}$$

$k_{pu} = 1$ – vozilo se kreće po javnim prometnicama za nabavu materijala za donji ustroj i odvoz na deponiju

$$q = 18,57 \text{ m}^3$$

$$n_c = 60 \text{ min} / t_c = 1 \text{ h} / 1,105 \text{ h} = 0,905 \text{ ciklusa}$$

$$t_c = t_u + t_{vo} + t_{vp} + t_i + t_m$$

$$U_o = U_t \cdot k_p = 182,4 \cdot 0,804 = 146,65 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$t_u = (Q_c - \text{kamion} / U_o - \text{utovrivač}) = 4,46 \text{ m}^3 / 146,65 \text{ m}^3/\text{h} = 0,03 \text{ h}$$

$$l_{dp} = l_{do} = 1,1 \text{ km}$$

$$t_{vo} = l_{do} / v_{po} = 20 \text{ km} / 30 \text{ km/h} = 0,67 \text{ h}$$

$$t_{vp} = l_{dp} / v_{pp} = 20 \text{ km} / 60 \text{ km/h} = 0,33 \text{ h}$$

$$t_i = 0,017 \text{ h (1 min)} - \text{vrijeme istovara}$$

$$t_m = 0,058 \text{ h (3,5 min)} - \text{vrijeme manevriranja}$$

$$t_c = 0,03 + 0,67 + 0,33 + 0,017 + 0,058 = 1,105 \text{ h}$$

$$U_t = n_c \cdot Q_c = 0,905 \cdot 33,45 = 30,27 \text{ t/h}$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds} = 0,83 \cdot 0,84 \cdot 0,63 = 0,439$$

$k_{og} = 0,83$ - dobri uvjeti rada

$k_{rv} = 0,84$ - dobro korištenje radnog vremena

$k_{ds} = 0,63$ – koeficijent dotrajalosti stroja

$$k_i = k_o = 0,439$$

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,439 \cdot 30,27 \text{ m}^3/\text{h} = 13,29 \text{ m}^3/\text{h}$$

Transport materijala - Zglobni damper Caterpillar 725

$$Q_c = k_{pu} \cdot q = 1,2 \cdot 15,6 = 18,72 \text{ m}^3$$

$k_{pu} = 1,2$ – vozilo se kreće samo po gradilištu ($k_{pu} = 1$ – vozilo se kreće po javnim prometnicama za nabavu materijala za donji ustroj)

$$N = 33\,430 \text{ kg}$$

$$q = 12,34 \text{ m}^3$$

$$\rho = 7,5 \text{ t}$$

$$m_{15,2 \text{ m}^3 \text{ šljunka}} = 7,5 \cdot 12,34 = 92,55 \text{ t}$$

$$q_{\text{dozvoljeno zbog nosivosti}} = N / \rho = 33\,430 / 7500 = 4,45 \text{ m}^3$$

$$Q_c = k_{pu} \cdot q = 1 \cdot 4,45 \cdot 7,5 = 33,38 \text{ t}$$

$$q = 12,34 \text{ m}^3$$

$$n_c = 60 \text{ min} / t_c = 1 \text{ h} / 0,264 \text{ h} = 3,78 \text{ ciklusa}$$

$$t_c = t_u + t_{vo} + t_{vp} + t_i + t_m$$

$$U_o = U_t \cdot k_p = 204 \cdot 0,804 = 164,016 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$t_u = (Q_c - \text{dumpera} / U_o - \text{bagera}) = 33,38 \text{ m}^3 / (195,37) \text{ m}^3/\text{h} = 0,17 \text{ h}$$

$$D_1 = l_{dp} = l_{do} = (160+210)/2 = 185 \text{ m} = 0,185 \text{ km (srednja vrijednost razvozne duljine)}$$

$$t_{vo} = l_{do} / v_{po} = 0,185 \text{ km} / 15 \text{ km/h} = 0,0123 \text{ h}$$

$$t_{vp} = l_{dp} / v_{pp} = 0,185 \text{ km} / 25 \text{ km/h} = 0,0074 \text{ h}$$

$$t_i = 0,017 \text{ h (1 min)} - \text{vrijeme istovara}$$

$$t_m = 0,058 \text{ h (3,5 min)} - \text{vrijeme manevriranja}$$

$$t_c = 0,17 + 0,0123 + 0,0074 + 0,017 + 0,058 = 0,264 \text{ h}$$

$$U_t = n_c \cdot Q_c = 3,78 \cdot 33,38 = 126,18 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$k_i = k_o = 0,697$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} = 0,83 \cdot 0,84 = 0,697$$

$k_{og} = 0,83$ - dobri uvjeti rada

$k_{rv} = 0,84$ - dobro korištenje radnog vremena

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,697 \cdot 126,18 \text{ m}^3/\text{h} = 87,94 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Odvoz na vanjsku deponiju udaljenu 10 km

$$Q_c = k_{pu} \cdot q = 1,0 \cdot 12,34 = 12,34 \text{ m}^3$$

$k_{pu} = 1,0$ – vozilo se kreće po javnim prometnicama

$$q = 12,34 \text{ m}^3$$

$$n_c = 60 \text{ min} / t_c = 1 \text{ h} / 1,246 \text{ h} = 0,80 \text{ ciklusa}$$

$$t_c = t_u + t_{vo} + t_{vp} + t_i + t_m$$

$$U_o = U_t \cdot k_p = 146,65 \cdot 0,804 = 117,91 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$t_u = (Q_c - \text{dumpera} / U_o - \text{utovarivač}) = 12,34 \text{ m}^3 / (117,91) \text{ m}^3/\text{h} = 0,104 \text{ h}$$

$$t_{vo} = l_{do} / v_{po} = 10 \text{ km} / 15 \text{ km/h} = 0,667 \text{ h}$$

$$t_{vp} = l_{dp} / v_{pp} = 10 \text{ km} / 25 \text{ km/h} = 0,4 \text{ h}$$

$$t_i = 0,017 \text{ h} (1 \text{ min}) - \text{vrijeme istovara}$$

$$t_m = 0,058 \text{ h} (3,5 \text{ min}) - \text{vrijeme manevriranja}$$

$$t_c = 0,104 + 0,667 + 0,4 + 0,017 + 0,058 = 1,246 \text{ h}$$

$$U_t = n_c \cdot Q_c = 0,80 \cdot 12,34 = 9,87 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$k_i = k_o = 0,697$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} = 0,83 \cdot 0,84 = 0,697$$

$k_{og} = 0,83$ - dobri uvjeti rada

$k_{rv} = 0,84$ - dobro korištenje radnog vremena

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,697 \cdot 9,87 \text{ m}^3/\text{h} = 6,88 \text{ m}^3/\text{h}$$

GREJDERA CATELPILLAR 160M3 – planiranje i razastiranje materijala

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,405 \cdot 6889,76 = 2790,35 \text{ m}^2/\text{h}$$

$$U_p = 93,01 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$k_i = k_o \cdot k_p = 0,45 \cdot 0,9 = 0,405$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds} = 0,83 \cdot 0,84 \cdot 0,65 = 0,45$$

U okviru zadatka definiraju se:

- Dobri uvjeti rada

- Dobro korištenje radnog vremena

- $k_{ds} = 0,91$

$$k_p = k_{vm} \cdot k_{rp} = 0,95 \cdot 0,95 = 0,9$$

$$U_t = \frac{[v \cdot (l_r - l_p) \cdot 1000]}{n} = \frac{4,5 \cdot (3,7 - 0,25) \cdot 1000}{2,286} = 6889,76$$

$$v = 4,5 \text{ km/h}$$

$l_r = 3,7 \text{ m}$ – radna širina zahvata daske grejdera

$l_p = 0,25 \text{ m}$ - širina preklopa radnih površina

$$n = [l_u / (l_r - l_p)] \cdot n_{tr} = \left[\frac{8}{3,7 - 0,25} \right] \cdot 1 = 2,286$$

$l_u = 8,0 \text{ m}$ - ukupna širina dionice rada

$n_{tr} = 1$ - broj prijelaza grejdera po širini njegovog radnog zahvata

5.4.2. Most Velika Rijeka

5.3.2.1. Zemljani radovi

Dozer Cattelpilar D6T LGP

Odabrani volumen noža: $9,4 \text{ m}^3$

$$U_p = k_i \cdot U_t$$

$$k_i = k_o \cdot k_p = 0,386 \cdot 0,77 = 0,297$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds} = 0,83 \cdot 0,84 \cdot 0,55 = 0,386$$

$k_{og} = 0,83$ - dobri uvjeti rada

$k_{rv} = 0,84$ - dobro korištenje radnog vremena

$k_{ds} = 0,55$ – koeficijent dotrajalosti stroja

$$k_p = k_{vm} \cdot k_{rp} \cdot k_{nt} = 0,93 \cdot 0,95 \cdot 0,87 = 0,77$$

$k_{vm} = 0,93$ – šljunak

$k_{rp} = 0,95$ – koeficijent radnog prostora za radove u usjecima, zasjecima, kanalima

$k_{nt} = 1 + (n_t^\circ \cdot 0,03)$ – za uspon = $1 - (4,45^\circ \cdot 0,03) = 0,87$

$$Q_c = k_{pu} \cdot q = 0,71 \times 9,4 = 6,67 \text{ m}^3$$

$$k_{pu} = k_n \cdot k_g = 0,95 \times 0,75 = 0,71$$

$k_n = 0,95$ – laki iskop

$k_g = 1 - 0,005 \times l_g = 1 - 0,005 \times 50 = 0,75$ (koeficijent gubitka gradiva ispred noža)

$$n_c = 1/t_c = 1/0,009 = 111$$

$$t_c = t_i + t_g + t_o + t_p + 2 \cdot t_m = 0,009 \text{ h}$$

$t_i = 0 \text{ h}$ – kod planiranja i razastiranja nema iskopa

$t_m = 0 \text{ h}$ – obzirom na kretanje nema manevriranja

$t_g = 0 \text{ h}$ – nema guranja

$t_o = l_o / v_o = 0,05 / 9 = 0,005 \text{ h}$ (brzina odlaganja 9 km/h)

$t_p = l_p / v_p = 0,05 / 12 = 0,004 \text{ h}$ (brzina povratka 12 km/h)

$$U_t = n_c \cdot Q_c = 111 \times 6,67 = 740,37 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,297 \cdot 740,37 \text{ m}^3/\text{h} = 219,89 \text{ m}^3/\text{h}$$

Iskop tla – Bager Komatsu PC 210 LC-11

Odabrana lopata: $1,7 \text{ m}^3$

min. utovarna visina = 2,40 m, max. utovarna visina = 2,90 m

raspon (max. – min. visina) = 0,60 m

optimalna visina = $(2,40+2,90) / 2 = 2,65$ m

$$Q_c = k_{pu} \cdot q \cdot k_r = 0,95 \cdot 1,7 \cdot 1,0 = 1,62 \text{ m}^3$$

$k_{pu} = 0,95$ – koeficijent punjenja za laki iskop – šljunak

$k_r = 1$ - koeficijent rastresitosti za rastresito stanje

$$q = 1,7 \text{ m}^3$$

$$n_c = 3600 / t_c = 3600 / 24 \text{ sec} = 150 \text{ ciklusa}$$

$t_c = 24$ sec (ovisno o obujmu bagerske lopate, laki iskop)

$$U_t = n_c \cdot Q_c = 150 \cdot 1,62 = 243 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$k_i = k_o \cdot k_p = 0,572 \cdot 0,804 = 0,460$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds} = 0,83 \cdot 0,84 \cdot 0,82 = 0,572$$

$k_{og} = 0,83$ - dobri uvjeti rada bagera

$k_{rv} = 0,84$ - dobro korištenje radnog vremena

$k_{ds} = 0,82$ – koeficijent dotrajalosti stroja

$$k_p = k_{vm} \cdot k_{rp} \cdot k_{uv} \cdot k_{kz} = 0,93 \cdot 0,95 \cdot 0,91 \cdot 1,00 = 0,804$$

$k_{vm} = 0,93$ – koeficijent vlažnosti gradiva, šljunak

$k_{rp} = 0,95$ – koeficijent radnog prostora za radove u usjecima, zasjecima, kanalima

$k_{uv} = 0,91$ – koeficijent utovara u vozilo, pogodno vozilo

$k_{kz} = 1$ – koeficijent radnog kuta zaokreta bagera

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,460 \cdot 243 = 111,78 \text{ m}^3/\text{h}$$

Vibracijski valjak XS120 XCMG XS120

$$k_i = k_o \cdot k_p = 0,38 \times 0,95 = 0,361$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds} = 0,83 \times 0,84 \times 0,55 = 0,38$$

$k_{og} = 0,83$ - dobri uvjeti rada

$k_{rv} = 0,84$ - odlično korištenje radnog vremena

$$k_{ds} = 0,55$$

$$k_p = k_{rp} = 0,95 \text{ – koeficijent radnog prostora}$$

$$U_t = (v \cdot l_v \cdot h \cdot 1000)/n = (2,0 \cdot 1,3 \cdot 0,07 \text{ m} \cdot 1000)/4 = 130 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$v = 2,0 \text{ – statički valjanja}$$

$$h = 7 \text{ cm} = 0,07 \text{ m – visina sloja zbijanja (prosjek asfalta)}$$

$$l_v = 1,5 \text{ m} - 0,30 \text{ m} = 1,2 \text{ m – širina valjanja definirana širinom valjka}$$

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,361 \cdot 225 \text{ m}^3/\text{h} = 81,23 \text{ m}^3/\text{h}$$

Utovar – Utovarivač XCMG XC948E

$$Q_c = k_{pu} \cdot q = 0,95 \cdot 2,4 = 2,28 \text{ m}^3$$

$$k_{pu} = 0,95 \text{ – koeficijent punjenja za laki iskop}$$

$$q = 2,4 \text{ m}^3$$

$$n_c = 3600 / t_c = 3600 / 45 = 80$$

$$t_c = 45 \text{ s}$$

$$U_t = n_c \cdot Q_c = 80 \cdot 2,28 \text{ m}^3 = 182,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,364 \cdot 182,4 \text{ m}^3/\text{h} = 66,39 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$k_i = k_o \cdot k_p = 0,453 \cdot 0,804 = 0,364$$

$$k_p = k_{vm} \cdot k_{rp} \cdot k_{uv} = 0,93 \cdot 0,95 \cdot 0,91 = 0,804$$

$$k_{vm} = 0,93 \text{ – šljunak}$$

$$k_{rp} = 0,95 \text{ – koeficijent radnog prostora za radove u usjecima, zasjecima, kanalima}$$

$$k_{uv} = 0,91 \text{ – koeficijent utovara u vozilo, pogodno vozilo}$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds} = 0,83 \cdot 0,84 \cdot 0,65 = 0,453$$

$$k_{og} = 0,83 \text{ - dobri uvjeti rada}$$

$$k_{rv} = 0,84 \text{ - dobro korištenje radnog vremena}$$

$k_{ds} = 0,65$ – koeficijent dotrajalosti stroja

5.3.2.2. Transport materijala – odvozi i dovozi

Transport materijala – Kamion kiper MAN TGA 33430

- Odvoz na vanjsku deponiju udaljenu 9,8 km

-proračun nosivosti:

- $N = 33\,430$ kg
- $q = 12,34$ m³
- $\rho = 1800$ kg

$$m_{15,2\text{ m}^3\text{ šljunka}} = 1800 \cdot 12,34 = 22\,212\text{ kg}$$

$$q_{\text{dozvoljeno zbog nosivosti}} = N / \rho = 33\,430 / 1800 = 18,57\text{ m}^3$$

$$Q_c = k_{pu} \cdot q = 1 \cdot 18,57 = 18,57\text{ m}^3$$

$k_{pu} = 1$ – vozilo se kreće po javnim prometnicama za nabavu materijala za donji ustroj i odvoz na deponiju

$$q = 18,57\text{ m}^3$$

$$n_c = 60\text{ min} / t_c = 1\text{ h} / 0,692\text{ h} = 1,44\text{ ciklusa}$$

$$t_c = t_u + t_{vo} + t_{vp} + t_i + t_m$$

$$U_o = U_t \cdot k_p = 182,4 \cdot 0,804 = 146,65\text{ m}^3/\text{h}$$

$$t_u = (Q_c - \text{kamion} / U_t - \text{utovrivač}) = 18,57\text{ m}^3 / 146,65\text{ m}^3/\text{h} = 0,127\text{ h}$$

$$l_{dp} = l_{do} = 9,8\text{ km}$$

$$t_{vo} = l_{do} / v_{po} = 9,8\text{ km} / 30\text{ km/h} = 0,33\text{ h}$$

$$t_{vp} = l_{dp} / v_{pp} = 9,8\text{ km} / 60\text{ km/h} = 0,16\text{ h}$$

$$t_i = 0,017\text{ h (1 min)} - \text{vrijeme istovara}$$

$$t_m = 0,058\text{ h (3,5 min)} - \text{vrijeme manevriranja}$$

$$t_c = 0,127 + 0,33 + 0,16 + 0,017 + 0,058 = 0,692\text{ h}$$

$$U_t = n_c \cdot Q_c = 1,44 \cdot 18,57 = 26,74\text{ t/h}$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds} = 0,83 \cdot 0,84 \cdot 0,63 = 0,439$$

$$k_{og} = 0,83 - \text{dobri uvjeti rada}$$

$$k_{rv} = 0,84 - \text{dobro korištenje radnog vremena}$$

$$k_{ds} = 0,63 - \text{koeficijent dotrajnosti stroja}$$

$$k_i = k_o = 0,439$$

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,439 \cdot 26,74 \text{ m}^3/\text{h} = 11,74 \text{ t/h}$$

Transport materijala – Kamion kiper MAN TGX D3876

Dovoz asfalta iz asfaltne baze udaljene 20,2 km

-proračun nosivosti:

$$N = 33\,430 \text{ kg}$$

$$q = 12,34 \text{ m}^3$$

$$\rho = 1,8 \text{ t}$$

$$m_{15,2 \text{ m}^3 \text{ šljunka}} = 1,8 \cdot 12,34 = 22,21 \text{ t}$$

$$q_{\text{dozvoljeno zbog nosivosti}} = N / \rho = 33\,430 / 7500 = 4,46 \text{ m}^3$$

$$Q_c = k_{pu} \cdot q = 1 \cdot 4,46 \cdot 7,5 = 33,45 \text{ t}$$

$k_{pu} = 1$ – vozilo se kreće po javnim prometnicama za nabavu materijala za donji ustroj i odvoz na deponiju

$$q = 4,46 \text{ m}^3$$

$$n_c = 60 \text{ min} / t_c = 1 \text{ h} / 1,105 \text{ h} = 0,905 \text{ ciklusa}$$

$$t_c = t_u + t_{vo} + t_{vp} + t_i + t_m$$

$$U_o = U_t \cdot k_p = 182,4 \cdot 0,804 = 146,65 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$t_u = (Q_c - \text{kamion} / U_o - \text{utovrivač}) = 4,46 \text{ m}^3 / 146,65 \text{ m}^3/\text{h} = 0,03 \text{ h}$$

$$l_{dp} = l_{do} = 1,1 \text{ km}$$

$$t_{vo} = l_{do} / v_{po} = 20 \text{ km} / 30 \text{ km/h} = 0,67 \text{ h}$$

$$t_{vp} = l_{dp} / v_{pp} = 20 \text{ km} / 60 \text{ km/h} = 0,33 \text{ h}$$

$$t_i = 0,017 \text{ h} (1 \text{ min}) - \text{vrijeme istovara}$$

$$t_m = 0,058 \text{ h} (3,5 \text{ min}) - \text{vrijeme manevriranja}$$

$$t_c = 0,03 + 0,67 + 0,33 + 0,017 + 0,058 = 1,105 \text{ h}$$

$$U_t = n_c \cdot Q_c = 0,905 \cdot 33,45 = 30,27 \text{ t/h}$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds} = 0,83 \cdot 0,84 \cdot 0,63 = 0,439$$

$k_{og} = 0,83$ - dobri uvjeti rada

$k_{rv} = 0,84$ - dobro korištenje radnog vremena

$k_{ds} = 0,63$ – koeficijent dotrajalosti stroja

$$k_i = k_o = 0,439$$

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,439 \cdot 30,27 \text{ m}^3/\text{h} = 13,29 \text{ m}^3/\text{h}$$

KAMION SANUČAR- Dovož gotove armature

$$q = \frac{N}{\rho} = \frac{33,4}{12,34} = 2,707 \text{ m}^3$$

$$Q_c = k_{pu} \cdot q = 1,0 \cdot 2,707 = 2,707 \text{ m}^3$$

$$t_c = t_u + t_{vo} + t_{vp} + t_i + t_m = \frac{33,40}{11,2} + \frac{114}{30} + \frac{114}{60} + \frac{33,40}{11,2} + \frac{0,5}{60} = 11,67 \text{ h}$$

$$n_c = \frac{1}{11,67} = 0,085$$

$$U_t = n_c \cdot Q_c = 0,085 \cdot 2,707 = 0,23 \text{ t/h}$$

$$k_i = k_o = k_{og} \cdot k_{rv} = 0,83 \cdot 0,84 = 0,697$$

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,697 \cdot 0,23 = 0,16 \text{ t/h}$$

Transport materijala - Zglobni damper Caterpillar 725

$$Q_c = k_{pu} \cdot q = 1,2 \cdot 15,6 = 18,72 \text{ m}^3$$

$k_{pu} = 1,2$ – vozilo se kreće samo po gradilištu ($k_{pu} = 1$ – vozilo se kreće po javnim prometnicama za nabavu materijala za donji ustroj)

$$N = 33\,430 \text{ kg}$$

$$q = 12,34 \text{ m}^3$$

$$\rho = 1,8 \text{ t}$$

$$m_{15,2 \text{ m}^3 \text{ šljunka}} = 1,8 \cdot 12,34 = 22,21 \text{ t}$$

$$q_{\text{dozvoljeno zbog nosivosti}} = N / \rho = 33\,430 / 1800 = 18,57 \text{ m}^3$$

$$Q_c = k_{pu} \cdot q = 1 \cdot 18,57 \cdot 1,8 = 33,43 \text{ t}$$

$$q = 12,34 \text{ m}^3$$

$$n_c = 60 \text{ min} / t_c = 1 \text{ h} / 0,264 \text{ h} = 3,78 \text{ ciklusa}$$

$$t_c = t_u + t_{vo} + t_{vp} + t_i + t_m$$

$$U_o = U_t \cdot k_p = 243 \cdot 0,804 = 164,016 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$t_u = (Q_c - \text{dumpera}/U_o - \text{bagera}) = 33,38 \text{ m}^3 / (195,37) \text{ m}^3/\text{h} = 0,17 \text{ h}$$

$$D_1 = l_{dp} = l_{do} = (160+210)/2 = 185 \text{ m} = 0,185 \text{ km (srednja vrijednost razvozne duljine)}$$

$$t_{vo} = l_{do} / v_{po} = 0,185 \text{ km} / 15 \text{ km/h} = 0,0123 \text{ h}$$

$$t_{vp} = l_{dp} / v_{pp} = 0,185 \text{ km} / 25 \text{ km/h} = 0,0074 \text{ h}$$

$$t_i = 0,017 \text{ h (1 min)} - \text{vrijeme istovara}$$

$$t_m = 0,058 \text{ h (3,5 min)} - \text{vrijeme manevriranja}$$

$$t_c = 0,17 + 0,0123 + 0,0074 + 0,017 + 0,058 = 0,264 \text{ h}$$

$$U_t = n_c \cdot Q_c = 3,78 \cdot 33,43 = 126,18 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$k_i = k_o = 0,697$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} = 0,83 \cdot 0,84 = 0,697$$

$$k_{og} = 0,83 - \text{dobri uvjeti rada}$$

$$k_{rv} = 0,84 - \text{dobro korištenje radnog vremena}$$

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,697 \cdot 126,18 \text{ m}^3/\text{h} = 87,94 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Odvoz na vanjsku deponiju udaljenu 10 km

$$Q_c = k_{pu} \cdot q = 1,0 \cdot 12,34 = 12,34 \text{ m}^3$$

$$k_{pu} = 1,0 - \text{vozilo se kreće po javnim prometnicama}$$

$$q = 12,34 \text{ m}^3$$

$$n_c = 60 \text{ min} / t_c = 1 \text{ h} / 1,246 \text{ h} = 0,80 \text{ ciklusa}$$

$$t_c = t_u + t_{vo} + t_{vp} + t_i + t_m$$

$$U_o = U_t \cdot k_p = 146,65 \cdot 0,804 = 117,91 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$t_u = (Q_c - \text{dumpera}/U_o - \text{utovarivač}) = 12,34 \text{ m}^3 / (117,91) \text{ m}^3/\text{h} = 0,104 \text{ h}$$

$$t_{vo} = l_{do} / v_{po} = 10 \text{ km} / 15 \text{ km/h} = 0,667 \text{ h}$$

$$t_{vp} = l_{dp} / v_{pp} = 10 \text{ km} / 25 \text{ km/h} = 0,4 \text{ h}$$

$$t_i = 0,017 \text{ h (1 min)} - \text{vrijeme istovara}$$

$$t_m = 0,058 \text{ h (3,5 min)} - \text{vrijeme manevriranja}$$

$$t_c = 0,104 + 0,667 + 0,4 + 0,017 + 0,058 = 1,246 \text{ h}$$

$$U_t = n_c \cdot Q_c = 0,80 \cdot 12,34 = 9,87 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$k_i = k_o = 0,697$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} = 0,83 \cdot 0,84 = 0,697$$

$$k_{og} = 0,83 - \text{dobri uvjeti rada}$$

$$k_{rv} = 0,84 - \text{dobro korištenje radnog vremena}$$

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,697 \cdot 9,87 \text{ m}^3/\text{h} = 6,88 \text{ m}^3/\text{h}$$

TORANJSKA DIZALICA – Istovar i transport gotove armature do mjesta ugradnje

$$T=3600 \text{ s}$$

$$\text{Nosivost toranjske dizalice } (10+2,3)/2=6,15 \text{ t}$$

Trajanje jednog ciklusa iznosi:

$$\text{Dizanje na visini od 15m: } t_1=30 \text{ s}$$

$$\text{Okretanje: } t_2 = 45\text{s}$$

$$\text{Brzina mačke : } t_3 = 20\text{s}$$

$$\text{Spuštanje: } t_4 = 30\text{s}$$

$$\text{Povratak } t_5 =40\text{s}$$

$$T_c = 165 \text{ s}$$

Teoretski ucinak je jednak:

$$U_t = 3600/165 \cdot 6,15 \text{ m}^3 = 134,18 \text{ t /h}$$

Prakticni ucinak je jednak:

$$U_p = U_t \cdot k_v \cdot k_p \cdot k_r = 134,18 \text{ t/h} \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,95 = 81,58 \text{ t/h}$$

$k_v = 0.8$ – za prosječne uslove rada

$k_p = 0.8$ – za prosječne uslove rada

$$k_r = 0.95$$

Betonski radovi

Automjешalica

$$Q_c = k_{pu} \cdot q = 1 \cdot 18 = 12 \text{ m}^3$$

$$n_c = \frac{60}{t_c}$$

$$t_c = t_{punjenje} + t_{vpunog} + t_i + t_{vpraznog} + t_m$$

-Dovoz betona iz betonare udaljenje 39 km

$$t_c = t_u + \frac{l_{voznje\ punog}}{v_{voznje\ punog}} + t_i + \frac{l_{voznje\ praznog}}{v_{voznje\ praznog}} + t_m = \frac{14}{60} + \frac{39}{50} + \frac{20}{60} + \frac{39}{50} + \frac{2}{60} = 2,16 \text{ h}$$

$$n_c = \frac{60 \text{ min}}{t_c} = \frac{1}{2,16} = 0,46 \text{ ciklus/h}$$

$$U_t = n_c \cdot Q_c = 0,46 \cdot 12 = 5,52 \text{ m}^3/\text{h}$$

-dobri uvjeti rada, dobro korištenje radnog vremena

$$k_o = k_i = k_{og} \cdot k_{rv} = 0,80 \cdot 0,84 = 0,672$$

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,672 \cdot 5,52 = 3,709 \text{ m}^3/\text{h}$$

PUMPA ZA UGRADNJU BETONA

$$U_t = 60 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_p = U_t \cdot k_o = 60 \cdot 0,57 = 34,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

PERVIBRATOR

Vibriranje (ugradnja pervibratorom) betona

Pretpostavke → dobri uvjeti strojnog rada, dobro održavanje stroja, efektivan rad 55 min u sat vremena

$$k_{\text{ispravak}} = k_{\text{opći}} = k_{\text{organizacija}} \cdot k_{\text{radno vrijeme}} = 0,75 \cdot 0,92 = 0,69$$

$$U_{\text{teorijski, pervibrator}} = 17 \text{ m}^3 \text{ betona/h}$$

$$U_{\text{praktični, pervibrator}} = k_{\text{ispravak}} \cdot U_{\text{teorijski, pervibrator}} = 0,69 \cdot 17 = 11,73 \text{ m}^3 \text{ betona/h}$$

5.3.2.3. Asfalterski radovi

Finišer

finišer ABG Titan 410S

$$U_t = 500 \text{ t/h}$$

$$k_i = k_o = 0,45$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds} = 0,83 \cdot 0,84 \cdot 0,65 = 0,45$$

$$U_p = k_i \cdot U_t = 0,45 \cdot 500 = 225 \text{ t/h}$$

Valjak Caterpillar XCMG XS165

$$\text{Teorijski učinak: } U_t = \frac{(v \cdot l_v \cdot h \cdot 1000)}{n} = \frac{(1,5 \cdot 2,0 \cdot 0,30 \cdot 1000)}{4} = 225 \text{ t/h}$$

$$v = 1,5 \text{ km/h, prosječna brzina rada}$$

$$l_v = 2,300 - 0,3 = 2,0 \text{ m, širina valjanja definirana širinom valjka}$$

$$h = 30 \text{ cm, visina slojeva zbijanja}$$

$$\text{Praktični učinak: } U_p = k_i \cdot U_t = 0,314 \cdot 225 = 70,65 \text{ t/h}$$

$$k_i = k_o \cdot k_p = 0,314 \cdot 1,0 = 0,314$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds} = 0,83 \cdot 0,84 \cdot 0,45 = 0,314$$

$$k_p = k_{rp} = 1,0$$

5.4.3. Cestogradnja

ZEMLJANI RADOVI

Strojni površinski iskop humusa – izvodi se u debljini h= 30 cm

- SVII - stroj vozač dozera: $U_p = 219,89 \text{ m}^3/\text{h}$
- SVI - stroj vozač utovarivača: $U_p = 66,39 \text{ m}^3/\text{h}$
- SV - stroj vozač zglobnog dampera: $U_p = 87,94 \text{ m}^3/\text{h}$

Izrada nasipa od nosivog materijala – nosivim materijalom C kategorije

- SV - stroj vozač zglobnog dampera (dovoz iz posudišta): $U_p = 87,94 \text{ m}^3/\text{h}$
- SVI - stroj vozač dozera: $U_p = 219,89 \text{ m}^3/\text{h}$
- SIV - stroj vozač vibracijskog valjka (zbijanje nasipa): $U_p = 81,23 \text{ m}^3/\text{h}$

- SVI - strojar vozač grejdera: $U_p = 2790,35 \text{ m}^3/h$
- SIV - strojar vozač vibracijskog valjka (zbijanje posteljice): $U_p = 81,23 \text{ m}^3/h$

ASFALTERSKI RADOVI

Izrada bitumeniziranog nosivog sloja kolnika - debljine 9 cm

- Norme korištene: GN-902-103 – izrada asfalta; GN-902-401 – ugradnja
 - SV - strojar vozač kamiona kiperera (dovoz iz pogona): $U_p = 11,74 \text{ t/h}$
 - MVII – rukovalac asfaltne baze: $U_p = 62,5 \text{ t/h}$
 - SV - strojar vozač kamiona kiperera: $U_p = 11,74 \text{ t/h}$
 - MV – strojar vozač finišera: $U_p = 225 \text{ t/h}$
 - RV – asfalter: $U_p = 18,25 \text{ t/h}$
 - RIII – pomoćni radnik na ugradnji: $U_p = 9,12 \text{ t/h}$
 - MV – strojar vozač valjka: $U_p = 121,85 \text{ t/h}$

Izrada habajućeg sloja od asfaltbetona (AB) - debljine 4 cm

- Norme korištene: GN-902-104 – izrada asfalta; GN-902-401 – ugradnja
 - SV - strojar vozač kamiona kiperera (dovoz iz pogona): $U_p = 11,74 \text{ t/h}$
 - MVII – rukovalac asfaltne baze: $U_p = 62,5 \text{ t/h}$
 - SV - strojar vozač kamiona kiperera: $U_p = 11,74 \text{ t/h}$
 - MV – strojar vozač finišera: $U_p = 225,0 \text{ t/h}$
 - RV – asfalter: $U_p = 18,25 \text{ t/h}$
 - RIII – pomoćni radnik na ugradnji: $U_p = 9,12 \text{ t/h}$
 - MV – strojar vozač valjka: $U_p = 121,85 \text{ t/h}$

5.4.4. Mostogradnja

ZEMLJANI RADOVI

Iskop tla za temelje i upornjake

- Norme korištene: GN-200-507 – iskop; GN-200-801 – utovar;
 - SVI - strojar vozač bagera: $U_p = 111,78 \text{ m}^3/h$
 - SVI - strojar vozač utovarivača: $U_p = 66,39 \text{ m}^3/h$
 - SV - strojar vozač zglobnog dampera (odvoz na odlagalište): $U_p = 87,94 \text{ m}^3/h$
 - SV - strojar vozač zglobnog dampera (odvoz na deponiju): $U_p = 87,94 \text{ m}^3/h$

Zatrpavanje temelja stupova i upornjaka – tlom dovezenim sa gradilišnog odlagališta

- Norme korištene: GN-200-509 – zatrpavanje; GN-200-703 – sabijanje;
 - SVII - strojar vozač dozera: $U_p = 219,89 \text{ m}^3/h$
 - SIV - strojar vozač vibracijskog valjka: $U_p = 81,23 \text{ m}^3/h$

Izrada nasipa od nosivog materijala – nosivim materijalom c kategorije 20 cm

- Norme korištene: GN-222-402 – razastiranje; GN-222-501 – zbijanje;
GN-200-202 – fino planiranje; GN-222-501 - sabijanje
 - SV - strojar vozač zglobnog dampera (dovoz iz posudišta): Up= 87,94 m³/h
 - SVI - strojar vozač dozera: Up= 219,89 m³/h
 - SIV - strojar vozač vibracijskog valjka (zbijanje nasipa): Up= 81,23 m³/h
 - SVI - strojar vozač grejdera: Up= 558,07 m³/h
 - SIV - strojar vozač vibracijskog valjka (zbijanje posteljice): Up= 81,23 m³/h
- Norme korištene: GN-200-202 – razastiranje i planiranje
 - SV - strojar vozač zglobnog dampera (dovoz sa odlagališta): Up= 87,94 m³/h
 - SVI - strojar vozač grejdera: Up= 558,07 m³/h

ARMIRAČKI RADOVI

Ugradnja armaturnih šipki i mreža

- Norme korištene: GN-400-113 – armiranje
 - SV - strojar vozač kamiona sandučara (dovoz iz pogona): Up= 0,16 t/h
 - SVI – strojar vozač autodizalice: Up= 9,82 t/h
 - AIV – glavni armirač: Up= 0,05 t/h
 - AIII – pomoćni armirač: Up= 0,05 t/h

BETONSKI RADOVI

Ugradnja i vibriranje – betona klase C25/30

- Norme korištene: GN-400-504a – betoniranje; GN-400-504c – betoniranje
 - BV – glavni betonirac: Up= 0,55 h/m³
 - BIII – pomoćni betonirac: Up= 0,55 h/m³

Njegovanje

- Norme korištene: GN-400-921 – njega
 - RII – pomoćni radnik betonircima: Up= 6,67 m³/h

ASFALTERSKI RADOVI

Izrada zaštitnog sloja kolnika od asfaltbetona (AB) - debljine 4 cm

- Norme korištene: GN-902-104 – izrada asfalta; GN-902-401 – ugradnja
 - SV - strojar vozač kamiona kiperu (dovoz iz pogona): Up= 11,74 t/h
 - MVII – rukovalac asfaltne baze: Up= 62,5 t/h
 - RIII – pomoćni radnik na izradi: Up= 9,12t/h
 - SV - strojar vozač kamiona kiperu: Up= 11,74 t/h

- MV – strojar vozač finišera: Up= 250 t/h
- RV – asfalter: Up= 18,25 t/h
- RIII – pomoćni radnik na ugradnji: Up= 9,12 t/h
- MV – strojar vozač valjka: Up=81,23 t/h

Izrada habajućeg sloja od asfaltbetona (AB) - debljine 4 cm

- Norme korištene: GN-902-104 – izrada asfalta; GN-902-401 – ugradnja

- SV - strojar vozač kamiona kipera (dovoz iz pogona): Up= 11,74 t/h
- MVII – rukovalac asfaltne baze: Up= 62,5 t/h
- RIII – pomoćni radnik na izradi: Up= 9,12 t/h
- SV - strojar vozač kamiona kipera: Up= 11,74 t/h
- MV – strojar vozač finišera: Up= 250 t/h
- RV – asfalter: Up= 18,25 t/h
- RIII – pomoćni radnik na ugradnji: Up= 9,12 t/h
- MV – strojar vozač valjka: Up= 81,23 t/h

5.5. Usklađivanje radnih grupa i proračun trajanja

5.5.1. Trasa autoceste

Pripremni i zemljani radovi

Redni broj	Naziv aktivnosti	Naziv rada	Količina materijala	Izvršitelj	Pojedinačni učinak stroja	Učinek grupe	Broj radnih grupa	Broj potrebnih strojeva	Trajanje 1 radnog dana [h]	Trajanje aktivnosti [dan]
1	Uklanjanje humusa	Iskop površinskog sloja humusa	60 200 m ³	Buldozer	219,89 m ³ /h	219,89 m ³ /h	1	1	10	27,37 = 28
		Utovar humusa	60 200 m ³	Utovarivač	66,39 m ³ /h			3,31=4		
		Odvoz humusa	60 200 m ³	Zglobni damper	87,94 m ³ /h			2,5=3		
2	Izrada nasipa	Doprema nosivog materijala	346 672 m ³	Kamion kiper	19,40 m ³ /h	219,89 m ³ /h	1	11,33=12	10	157,66=158
		Razastiranje materijala	346 672 m ³	Buldozer	219,89 m ³ /h			1		
		Zbijanje nosivog materijala	346 672 m ³	Vibracijski valjak	81,23 m ³ /h			2,7=3		
3	Izrada posteljice	Dovoz materijala	60 983 m ³	Kamion kiper	19,40	558,07	1	28,77=29	10	10,93=11
		Fino planiranje posteljice	60 983 m ³	Grejder	558,07 m ³ /h			1		
		Sabijanje posteljice	60 983 m ²	Vibracijski valjak	81,23 m ³ /h			6,87=7		

Asfaltni radovi

Redni broj	Naziv aktivnosti	Naziv rada	Količina	Izvršitelj	Pojedinačni učinak stroja	Učinek podgrupe	Učinek grupe	Broj potrebnih strojeva/radnika	Trajanje 1 radnog dana [h]	Trajanje aktivnosti [dan]
1	Ugradnja bitumeniziranog nosivog sloja kolnika	Dovoz i istovar repromaterijala	10458 t	Kamion kiper	11,74 t/h	11,74 t/h	225 t/h	225 t/h	10	4,65=5
				SV						
		Ugradnja nosivog sloja	10458 t	Finišer	225 t/h					
				MV	225 t/h					
				RV	18,25 t/h					
		Sabijanje nosivog sloja	10458 t	RIII	9,12 t/h					
Glatki valjak	121,85 t/h			121,85 t/h						
MV	121,85 t/h									
2	Nanošenje veznog sredstva	Nanošenje veznog sredstva	116200 m ²	Glatki valjak	2030,75 m ² /h	2030,75 m ² /h	2030,75 m ² /h	2	10	2,86=3
3	Ugradnja habajućeg sloja	Dovoz i istovar repromaterijala	4524 t	Kamion kiper	11,74 t/h	11,74 t/h	225 t/h	19,16=20	10	20,1=21
		SV								

	Ugradnja habajućeg sloja	4524 t	Finišer	225 t/h	225 t/h		1	
			MV	225 t/h			1	
			RV	18,25 t/h			2	
			RIII	9,12 t/h			2	
	Sabijanje habajućeg sloja	4524 t	Glatki valjak	121,85 t/h	121,85 t/h		2	
			MV	121,85 t/h				

5.5.2. Most Velika rijeka

Pripremni i zemljani radovi

Redni broj	Naziv aktivnosti	Naziv rada	Količina	Izvršitelj	Pojedinačni učinak stroja	Učinak grupe	Broj potrebnih strojeva	Trajanje 1 radnog dana [h]	Trajanje aktivnosti [dan]
1	Iskop tla za temelje i upornjake	Iskop tla i odlaganje materijala na gradilištu	550 m ³	Bager	111,78 m ³ /h	111,78 m ³ /h	1	10	0,49=1
				SVI					
2	Zatrpanje temelja stupova i upornjaka	Utovar materijala i zatrpanje temelja	400 m ³	Utovarivač	66,39 m ³ /h	66,39 m ³ /h	1	10	0,6=1
				SV					
		Sabijanje ugrađenog tla	400 m ³	Vibracijski valjak	87,94 m ³ /h		1		
				SIV					

Temelji nadvožnjaka

Naziv aktivnosti	Naziv rada	Količina	Izvršitelj	Pojedinačni učinak stroja	Učinak grupe	Broj potrebnih strojeva/radnika	Trajanje 1 radnog dana [h]	Trajanje aktivnosti [dan]
Izrada temelja	Dovoz gotove armature	473 t	Kamion sandučar	0,16 t/h	1,5 t/h	9,38=10	10	31,53=32
			SV					
	Istovar i transport do mjesta ugradnje		Toranjaska dizalica	81,58 t/h		1		
			SVI			1		
	Montaža armatura		AIV	0,05 t/h		30		
			AIII	0,05 t/h		30		
			RII	14,29 m ² /h		1		
			Dovoz betona klase C25/30	Automiješalica		11,73 m ³ /h		
	SV							
	Ugrađivanje betona			Pumpa za beton		20,16 m ³ /h		
BV		0,55 h/m ³		10				
BIII		0,55 h/m ³		10				
Pervibrator		11,73 m ³ /h		1,72=2				
Vibriranje betona	RII	11,73 m ³ /h	1,72=2					

Upornjaci

Naziv aktivnosti	Naziv rada	Količina	Izvršitelj	Pojedinačni učinak stroja	Učinak grupe	Broj potrebnih strojeva/radnika	Trajanje 1 radnog dana [h]	Trajanje aktivnosti [dan]			
Izrada upornjaka	Dovoz gotove armature	192 t	Kamion sandučar	0,16 t/h	1,5 t/h	9,38=10	10	12,8=13			
			SV			9,38=10					
	Istovar i transport do mjesta ugradnje		Kran dizalica	81,58 t/h		1					
			SVI			1					
	Montaža armatura		AIV	0,05 t/h		30					
			AIII	0,05 t/h		30					
			RII	14,29 m ² /h		1					
			Dovoz betona klase C25/30	Automiješalica		11,73 m ³ /h			1,71=2	20,16 m ³ /h	10
	Ugrađivanje betona		SV	1							
			Pumpa za beton	20,16 m ³ /h		1					
			BV	0,55 h/m ³		10					
			BIII	0,55 h/m ³		10					
			Pervibrator	11.73 m ³ /h		2					
			RII	11.73 m ³ /h		2					
Vibriranje betona											

Stupovi

Naziv aktivnosti	Naziv rada	Količina	Izvršitelj	Pojedinačni učinak stroja	Učinak grupe	Broj potrebnih strojeva/radnika	Trajanje 1 radnog dana [h]	Trajanje aktivnosti [dan]			
Izrada stupova	Dovoz gotove armature	16 t	Kamion sandučar	0,16 t/h	1,5 t/h	9,38=10	10	1,06=2			
			SV			9,38=10					
	Istovar i transport do mjesta ugradnje		Kran dizalica	81,58 t/h		1					
			SVI			1					
	Montaža armatura		AIV	0,05 t/h		30					
			AIII	0,05 t/h		30					
			RII	14,29 m ² /h		1					
			Dovoz betona klase C25/30	Automiješalica		11,73 m ³ /h			1,71=2	20,16 m ³ /h	10
	Ugrađivanje betona		SV	1							
			Pumpa za beton	20,16 m ³ /h		1					
			BV	0,55 h/m ³		10					
			BIII	0,55 h/m ³		10					
			Pervibrator	11.73 m ³ /h		2					
			RII	11.73 m ³ /h		2					
Vibriranje betona											

Rasponska konstrukcija

Naziv aktivnosti	Naziv rada	Količina	Izvršitelj	Pojedinačni učinak stroja	Učinak grupe	Broj potrebnih strojeva/radnika	Trajanje 1 radnog dana [h]	Trajanje aktivnosti [dan]	
Izrada rasponske konstrukcije	Dovoz gotove armature	456 t	Kamion sandučar	0,16 t/h	1,5 t/h	9,38=10	10	30,4=31	
			SV			9,38=10			
	Istovar i transport do mjesta ugradnje		Kran dizalica	81,58 t/h		1			
			SVI			1			
	Montaža armature		AIV	0,05 t/h		30			
			AIII	0,05 t/h		30			
		RII	14,29 m ² /h	1					
	Dovoz betona klase C25/30	406 m ³	Automiješalica	11,73 m ³ /h	20,16 m ³ /h	1,71=2	10	2,01=3	
			SV						11,73 m ³ /h
	Ugrađivanje betona		Pumpa za beton	20,16 m ³ /h					1
			BV	0,55 h/m ³					10
			BIII	0,55 h/m ³					10
			Pervibrator	11,73 m ³ /h					2
	Vibriranje betona	RII	11,73 m ³ /h	2					

Asfaltni radovi

Redni broj	Naziv aktivnosti	Naziv rada	Količina	Izvršitelj	Pojedinačni učinak stroja	Učinak podgrupe	Učinak grupe	Broj potrebnih strojeva/radnika	Trajanje 1 radnog dana [h]	Trajanje aktivnosti [dan]
1	Ugradnja bitumeniziranog nosivog sloja kolnika	Dovoz i istovar repromaterijala	32 t	Kamion kiper	11,74 t/h	11,74 t/h	11,74 t/h	1	10	0,27=1
				SV						
		Ugradnja nosivog sloja	32 t	Finišer	250 t/h	250 t/h		1		
				MV	250 t/h			1		
				RV	18,25 t/h			1		
		Sabijanje nosivog sloja	32 t	Glatki valjak	81,23 t/h	81,23 t/h		1		
MV	81,23 t/h									
2	Nanošenje veznog sredstva	Nanošenje veznog sredstva	380 m ²	RIII	105,26 m ² /h	105,26 m ² /h	105,26 m ² /h	1	10	0,36=1
3	Ugradnja habajućeg sloja	Dovoz i istovar repromaterijala	32 t	Kamion kiper	11,74 t/h	11,74 t/h	11,74 t/h	1	10	0,27=1
				SV						
		Ugradnja habajućeg sloja	32 t	Finišer	250 t/h	250 t/h		1		
				MV	250 t/h			1		
				RV	18,25 t/h					
		Sabijanje habajućeg sloja	32 t	Glatki valjak	81,23 t/h	81,23 t/h		1		
MV	81,23 t/h									

5.6. Troškovi radova

Procijenjeni troškovi radova na brzoj trasi Vrbovec 2-Bjelovar dani su u nastavku na osnovu troškovnika te povećanja cijena na tržištu u odnosu na period kada su sami troškovi radova procijenjeni. Procijenjeno uvećanje radova je u zavisnosti od vrste radova procijenjeno je na 5-20 % u odnosu na ugovoreni troškovnik.

U nastavku se nalazi troškovnik od brze ceste Vrbovec 2-Bjelovar:

3.1	TRASA BRZE CESTE				113701959,86
3.1.1	PRIPREMNI RADOVI				3922405,53
3.1.1.1	Geodetski radovi-trasa. Stavka obuhvaća iskolčenje trase i priključaka, održavanje točaka operativnog poligona i repera te sva geodetska mjerenja kojima se podaci iz projekta prenose na teren i obrnuto, osiguranje osi iskolčene trase, profiliranje, obnavljanje i održavanje iskolčenih oznaka na terenu u cijelom razdoblju od početka radova do predaje svih radova investitoru. Geodetski radovi obuhvaćaju i obnovu stalnih geodetskih točaka u području zahvata uključujući i sve potrebne radove za provedbu obnove sukladno zakonskoj regulativi. Obračun je po kilometru trase i priključaka u skladu s projektom. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 1-02.	km	11,83	32584,40	385473,45
3.1.1.2	Uklanjanje grmlja, šiblja i drveća do Ø 10 cm s odsijecanjem grana na dužine pogodne za prijevoz, čišćenje i uklanjanje sveg nepotrebnog materijala zaostalog nakon izvedenih				

	radova, uključujući utovar i prijevoz na mjesto uporabe ili zbrinjavanja. Obračun je po m2 očišćene zarasle površine. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 1-03.1.	m2	54100,00	2,61	141201,00
3.1.1.3	Uklanjanje drveća i panjeva Ø 10-30 cm s odsijecanjem grana na dužine pogodne za prijevoz, čišćenje i uklanjanje sveg nepotrebnog materijala zaostalog nakon izvedenih radova, uključujući utovar i prijevoz na mjesto uporabe ili zbrinjavanja. Obračun je po komadu uklonjenog stabla. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 1-03.1.	kom	27330,00	78,21	2137479,30
3.1.1.4	Uklanjanje drveća i panjeva Ø većeg od 30 cm s odsijecanjem grana na dužine pogodne za prijevoz, čišćenje i uklanjanje sveg nepotrebnog materijala zaostalog nakon izvedenih radova, uključujući utovar i prijevoz na mjesto uporabe ili zbrinjavanja. Obračun je po komadu uklonjenog stabla. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 1-03.1.	kom	9104,00	130,34	1186615,36
3.1.1.5	Uklanjanje asfaltnih slojeva debljine do 12 cm. Stavka obuhvaća kompletno uklanjanje odgovarajućim tehnološkim postupkom svih postojećih asfaltnih slojeva iz kolničke konstrukcije, utovar i odvoz uklonjenog asfaltnog sloja te stalno odlaganje na za to predviđeno odlagalište uključujući troškove odlaganja i pronalaženja odlagališta. Obračun je po m3 uklonjenih	m3	122,00	234,61	28622,42

	asfaltnih slojeva kolničke konstrukcije.				
3.1.1.6	Iskop postojećeg nosivog sloja od kamenog materijala. Dimenzija prema odredbama projekta. Stavka obuhvaća iskop postojećeg nosivog sloja od kamenog materijala iz kolničke konstrukcije, utovar i odvoz uklonjenog nosivog sloja, te stalno odlaganje na za to predviđeno odlagalište uključujući troškove odlaganja i pronalaženja odlagališta. Obračun je po m3 uklonjenog nosivog sloja od kamenog materijala.	m3	600,00	71,69	43014,00
3.1.2	ZEMLJANI RADOVI				72125927,55
3.1.2.1	Strojni površinski iskop humusa s prebacivanjem na privremeno odlagalište, na odlagalište po izboru izvođača. U debljini prema projektu, ili iznimno stvarne debljine prema uputama nadzornog inženjera. Rad se mjeri u kubičnim metrima stvarno iskopanog humusa, mjereno u sraslom stanju, a jedinična cijena uključuje iskop humusa, prebacivanje u odlagalište s razastiranjem i planiranjem. Iskop s prebacivanjem (guranjem ili utovarom i prijevozom), razastiranjem i planiranjem iskopanog humusa na privremenom ili stalnom odlagalištu. Izvedba,	m3	42000,00	20,50	861000,00

	kontrola kakvoće i obračun prema OTU 2-01.				
3.1.2.2	<p>Strojni površinski iskop humusa s prebacivanjem na stalno odlagalište, na udaljenost do 10 km. U debljini prema projektu, ili iznimno stvarne debljine prema uputama nadzornog inženjera. Rad se mjeri u kubičnim metrima stvarno iskopanog humusa, mjereno u sraslom stanju, a jedinična cijena uključuje iskop humusa, prebacivanje u odlagalište s razastiranjem i planiranjem. Iskop s prebacivanjem (guranjem ili utovarom i prijevozom), razastiranjem i planiranjem iskopanog humusa na privremenom ili stalnom odlagalištu. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 2-01.</p>	m3	28200,00	25,62	722484,00
3.1.2.3	<p>Strojni široki iskop tla na trasi, u materijalu kategorije "C". Prema odredbama projekta s utovarom u prijevozno sredstvo. Rad se mjeri u kubičnim metrima stvarno iskopanog materijala, mjereno u sraslom stanju, a u jediničnu cijenu uračunati su svi radovi na iskopu materijala sa utovarom u prijevozna sredstva, radovi na uređenju i čišćenju pokosa od labilnih blokova i rastresitog</p>	m3	100,00	25,62	2562,00

	materijala, planiranje iskopanih i susjednih površina. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 2-02.				
3.1.2.4	Prijevoz na privremeno odlagalište iskopanog i utovarenog materijala kategorije "C", na odlagalište po izboru izvođača. Prijevoz do mjesta istovara s razastiranjem, te potrebnim osiguranjem na gradilištu i javnim prometnicama. Količina prevezenog materijala mjeri se u kubičnim metrima iskopanog sraslog materijala prema projektu i stvarno prevezenog na određenu udaljenost. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 2-07.	m3	100,00	44,84	4484,00
3.1.2.5	Uređenje temeljnog tla mehaničkim zbijanjem vezana tla, $S_z \geq 97\%$, $M_s \geq 20$ MN/m ² . Rad se mjeri i obračunava po četvornom metru stvarno uređenog temeljnog tla. U cijenu je uključeno prethodno čišćenje te planiranje i rad potreban za postizanje optimalne vlažnosti vezanih tala, vlaženjem ili rahljenjem i sušenjem, izravnavanje površine tla i zbijanje odgovarajućim sredstvima do tražene zbijenosti te sav rad, materijal i oprema potrebni za potpuno dovršenje stavke uključujući i ispitivanje i kontrolu kakvoće. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 2-08.1.	m2	170000,00	2,57	436900,00

3.1.2.6	<p>Uređenje temeljnog tla mehaničkim zbijanjem vezana tla, $S_z \geq 95\%$, $M_s \geq 20 \text{ MN/m}^2$. Rad se mjeri i obračunava po četvornom metru stvarno uređenog temeljnog tla. U cijenu je uključeno prethodno čišćenje te planiranje i rad potreban za postizanje optimalne vlažnosti vezanih tala, vlaženjem ili rahljenjem i sušenjem, izravnavanje površine tla i zbijanje odgovarajućim sredstvima do tražene zbijenosti te sav rad, materijal i oprema potrebni za potpuno dovršenje stavke uključujući i ispitivanje i kontrolu kakvoće. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 2-08.1.</p>	m2	94000,00	2,57	241580,00
3.1.2.7	<p>Zamjena sloja slabog temeljnog tla boljim materijalom - drobljenim kamenom, predviđene debljine cca. 50 cm. Rad uključuje iskop sloja slabog materijala u temeljnom tlu s odvozom na odlagalište, te njegovu zamjenu izradom zbijenog nasipnog sloja od drobljenog kamena. Stavka uključuje nabavu, prijevoz i ugradnju zamjenskog materijala (kamena). Izvođač radova dužan je osigurati sva potrebna ispitivanja radi uvida u kakvoću izvedene zamjene. Primjenu tog materijala odobrava Nadzorni Inženjer. Obračun u kubičnim metrima potpuno završenog i zbijenog sloja.</p>	m3	26400,00	146,02	3854928,00

3.1.2.8	<p>Uređenje slabo nosivog temeljnog tla i posteljice polaganjem netkanog geotekstila, min. vlačne čvrstoće $\geq 18,5$ kN/m, najveće vlačno istezanje $> 55\%$. Uređenje slabo nosivog temeljnog tla i posteljice polaganjem geosintetika načina ugradnje (preklapanjem, zavarivanjem ili šivanjem) te kakvoće prema projektu, na prethodno poravnato tlo. Obračun je prema stvarnoj površini tla na koji je položen geosintetik (preklopi se ne uračunavaju) u četvornim metrima. U cijenu je uključen sav rad, nabava geotekstila i materijala za poravnavanje te ostalog potrebnog materijala, transporti i oprema za pripremu podloge i polaganje geosintetika, kao i ispitivanja i kontrola kakvoće. Prvi sloj nasipa koji se nanosi s čela u smjeru preklopa obračunava se u stavci nasipa. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 2-08.4</p>	m2	54000,00	10,25	553500,00
3.1.2.9	<p>Uređenje slabog temeljnog tla primjenom polimernih geomreža tip B (mase 300 gr, veličina otvora 39/39 mm, minimalne vlačne čvrstoće 30/30 kN/m). Nakon odstranjivanja slabog temeljnog tla i poravnanja površine, polimerne geomreže polažu se na geotekstil. Rad se obračunava i mjeri prema stvarnoj površini tla na koju su položene polimerne geomreže</p>				

	(preklopi se ne uračunavaju) u četvornim metrima. U cijenu je uključena nabava, transport i polaganje geomreža, sav rad i materijal, prijevozi i prijenosi te materijal za učvršćivanje i povezivanje, kao i ispitivanja i kontrola kakvoće. Prvi sloj nasipa koji se nanosi s čela u smjeru preklopa i obračunava se u stavci nasipa. Odstranjivanje sloja slabonosivog materijala obračunava se posebno. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 2-08.5.	m2	27500,00	21,77	598675,00
3.1.2.10	Izrada nasipa (uključuje nabavu materijala) od kamenih materijala, Sz≥95 %, Ms≥40 MN/m2. Ovaj rad obuhvaća strojno nasipanje i razastiranje, prema potrebi vlaženje ili sušenje, planiranje nasipnih slojeva debljine i nagiba prema projektu odnosno utvrđenih pokusnom dionicom, te zbijanje s odgovarajućim sredstvima, a prema odredbama OTU. Obračun se mjeri u kubičnim metrima stvarno ugrađenog i zbijenog nasipa, a u cijenu je uključen sav rad na izradi nasipa i nabava materijala te planiranje pokosa nasipa i čišćenje okoline, sav ostali rad, transporti i oprema, kao i ispitivanja i kontrola kakvoće. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 2-09.	m3	151200,00	143,46	21691152,00

3.1.2.11	Izrada nasipa (uključuje nabavu materijala) od kamenih materijala, Sz≥100 %, Ms≥40 MN/m ² . Ovaj rad obuhvaća strojno nasipanje i razastiranje, prema potrebi vlaženje ili sušenje, planiranje nasipnih slojeva debljine i nagiba prema projektu odnosno utvrđenih pokusnom dionicom, te zbijanje s odgovarajućim sredstvima, a prema odredbama OTU. Obračun se mjeri u kubičnim metrima stvarno ugrađenog i zbijenog nasipa, a u cijenu je uključen sav rad na izradi nasipa i nabava materijala te planiranje pokosa nasipa i čišćenje okoline, sav ostali rad, transporti i oprema, kao i ispitivanja i kontrola kakvoće. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 2-09.	m3	74110,00	143,46	10631820,60
3.1.2.12	Izrada nasipa - mješani materijal, Sz≥95 %, Ms≥35 MN/m ² , a stavka obuhvaća nabavu materijala za nasip, prijevoz, te ugradnju s prethodnim drobljenjem materijala, lokalnim transportom, strojnim nasipanjem i razastiranjem, prema potrebi vlaženjem ili sušenjem, planiranjem nasipnih slojeva debljine i nagiba prema projektu, te zbijanjem s odgovarajućim sredstvima, a prema odredbama OTU. Obračun u m ³ stvarno ugrađenog nasipa, a u cijenu je uključen sav rad na izradi nasipa, te planiranju pokosa nasipa	m3	166500,00	134,50	22394250,00

	i čišćenje okoline, sav ostali rad, transporti i oprema.				
3.1.2.13	Izrada nasipa - mješani materijal, Sz≥100 %, Ms≥40 MN/m ³ , a stavka obuhvaća nabavu materijala za nasip, prijevoz, te ugradnju s prethodnim drobljenjem materijala, lokalnim transportom, strojnim nasipanjem i razastiranjem, prema potrebi vlaženjem ili sušenjem, planiranjem nasipnih slojeva debljine i nagiba prema projektu, te zbijanjem s odgovarajućim sredstvima, a prema odredbama OTU. Obračun u m ³ stvarno ugrađenog nasipa, a u cijenu je uključen sav rad na izradi nasipa, te planiranju pokosa nasipa i čišćenje okoline, sav ostali rad, transporti i oprema.	m ³	55410,00	134,50	7452645,00
3.1.2.14	Izrada posteljice od miješanih materijala, Sz≥100 %, Ms≥35 Mn/m ² . Strojna izrada posteljice od zemljanih ili miješanih materijala, završnog sloja usjeka ili nasipa, ujednačene nosivosti s grubim i finim planiranjem, eventualnom sanacijom pojedinih manjih površina slabijeg materijala i zbijanjem do tražene zbijenosti uz potrebno vlaženje ili sušenje. Izrada posteljice mora biti prema projektu, osobito obzirom na	m ²	138700,00	2,57	356459,00

	visinske kote, postignute nagibe i zbijenost materijala. Obračun je u četvornim metrima uređene i zbijene posteljice. U cijeni je uključen sav rad, materijal te prijevozi, potrebni za potpuno dovršenje uređene i zbijene posteljice, uključujući i ispitivanje i kontrolu kakvoće. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 2-10, 2-10.1 i 2-10.2				
3.1.2.15	Izrada posteljice od kamenih materijala Sz≥100 %, Ms≥40 Mn/m ² . Strojna izrada posteljice od kamenih materijala, usjeka ili završnog sloja nasipa, ujednačene nosivosti, s poravnanjem preostalih vrhova stijena nasipavanjem i razastiranjem izravnavajućeg sloja od čistog sitnijeg kamenog materijala, te planiranjem i zbijanjem do tražene zbijenosti. Izrada posteljice mora biti prema projektu, osobito obzirom na visinske kote, postignute nagibe i zbijenost materijala. Obračun je u četvornim metrima uređene i zbijene posteljice. U cijeni je uključen sav rad, materijal te prijevozi, potrebni za potpuno dovršenje uređene i zbijene posteljice, uključujući i ispitivanje i kontrolu kakvoće. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 2-10 i 2-10.3.	m ²	30000,00	3,84	115200,00

3.1.2.16	<p>Zaštita površina izloženih eroziji humusnim materijalom iz iskopa debljine sloja humusa 30 cm, na pokosu nasipa. Zaštita površina izloženih eroziji humusnim materijalom i travnatom vegetacijom u svemu prema projektu. U cijenu je uključen utovar i prijevoz humusa, s razastiranjem u projektiranom sloju, uz prethodno uređenje (grubo planiranje ili brazdanje) i saniranje površine prema odredbama OTU, zatim fino zbijanje i planiranje te nabava i transport sjemena i gnojiva, sijanje trave, gnojidba i njega zalijevanjem, te eventualno košenje 1 do 2 puta. Gotove površine zaštićene humusnim materijalom i travnatom vegetacijom preuzimaju se na osnovi količine obrasle površine jednolike gustoće, svježe boje i zdravog izgleda, a obračun je u četvornim metrima stvarno izvršenih radova. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 2-15. i 2-15.1.</p>	m2	83700,00	12,81	1072197,00
3.1.2.17	<p>Izrada humuziranih bankina (ne uključuje nabavu humusa) širine 150 cm, debljine 30 cm. Izrada humuziranih bankina s naknadnim zatravljivanjem na uredno izvedenu i preuzetu podlogu, širine i debljine u zbijenom stanju prema projektu. U cijeni je uključena nabava sjemena trave, utovar i svi transporti humusa i sjemena, razastiranje s planiranjem i</p>	m1	20500,00	8,97	183885,00

	<p>zbijanjem te zatravljivanje s naknadnom negom trave i svi potrebni strojevi za dovršenje stavke.</p> <p>Obračun je u m1 izrađene bankine debljine i širine određene projektom.</p> <p>Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 2-16. i 2-16.2.</p>				
3.1.2.18	<p>Izrada humuziranih bankina (ne uključuje nabavu humusa) širine 60 cm, debljine 30 cm. Izrada humuziranih bankina s naknadnim zatravljivanjem na uredno izvedenu i preuzetu podlogu, širine i debljine u zbijenom stanju prema projektu. U cijeni je uključena nabava sjemena trave, utovar i svi transporti humusa i sjemena, razastiranje s planiranjem i zbijanjem te zatravljivanje s naknadnom negom trave i svi potrebni strojevi za dovršenje stavke.</p> <p>Obračun je u m1 izrađene bankine debljine i širine određene projektom.</p> <p>Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 2-16. i 2-16.2.</p>	m1	2010,00	10,25	20602,50
3.1.2.19	<p>Izrada ispune bankine od mehanički zbijenog zrnatog kamenog materijala 0/63 mm, tražene zbijenosti od $M_s=40 \text{ MN/m}^2$. Stavka obuhvaća sav materijal, prijevoz, upotrebu opreme i rad potreban za potpunu izradu ispune bankina. Obračun po m3 izvedenih ispuna.</p>	m3	4510,00	153,71	693232,10

3.1.2.20	Izrada glinenog naboja u zelenom (razdjelnom) pojasu. U skladu s zahtjevima iz projekta. Iskop gline kakvoće prema projektu i OTU, utovar, prijevoz, i ugradnja naboja (razastiranje, zbijanje i planiranje te vlaženje ili sušenje). Obračun je u m3 izvedenog naboja u zbijenom stanju. U cijenu je uključena nabava i prijevoz svih materijala, oprema i sav rad uključivo ručnu doradu, kako bi se postigla vodonepropusnost i spriječilo miješanje filtarskog materijala i gline, te završno čišćenje i uređenje. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 2-12.	m3	620,00	256,18	158831,60
3.1.2.21	Zaštita površina izloženih eroziji humusnim materijalom iz iskopa debljine sloja humusa 30 cm, iznad glinenog čepa. Zaštita površina izloženih eroziji humusnim materijalom i travnatom vegetacijom u svemu prema projektu. U cijenu je uključen utovar i prijevoz humusa, s razastiranjem u projektiranom sloju, uz prethodno uređenje (grubo planiranje ili brazdanje) i saniranje površine prema odredbama OTU, zatim fino zbijanje i planiranje te nabava i transport sjemena i gnojiva, sijanje trave, gnojidba i njega zalijevanjem, te eventualno košenje 1 do 2 puta. Gotove površine zaštićene humusnim materijalom i travnatom vegetacijom preuzimaju se na osnovi količine obrasle	m2	5175,00	15,37	79539,75

	površine jednolike gustoće, svježe boje i zdravog izgleda, a obračun je u četvornim metrima stvarno izvršenih radova. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 2-15. i 2-15.1.				
3.1.3	ODVODNJA				1553281,82
3.1.3.1	<p>Monolitna izrada rigola od betona klase C 30/37 XF4, širine 75 cm.</p> <p>Monolitna izrada rigola na predviđenu podlogu prema detaljima iz projekta. Obračun je po m1 izvedenog rigola, a u cijeni je uključena nabava betona, umetaka, mase za zalijevanje i ostalih potrebnih materijala, svi prijevozi i prijenosi, privremeno skladištenje, planiranje i zbijanje podloge, postavljanje i demontaža potrebne oplata, rad na ugradnji i njezi betona, izrada i obrada razdjelnica kao i svi pomoćnim radovi, oprema i materijali za potpuno dovršenje betonskog rigola. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 3-04.8.1.</p>	m1	1990,00	258,31	514036,90
3.1.3.2	Izrada ispusta rigola na mjestima i na način predviđen projektom. Izvodi se izmicanjem rubnjaka i obradom spojeva na izljevne građevine cementnim mortom prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta. U jediničnu cijenu su uključeni iskop,				

	svi prijevozi i prijenosi, obrada cementnim mortom, rad na oblikovanju ispusta, te sav drugi potrebni rad i materijal. Obračun po kom izvedenih ispusta. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 7-01.04.	kom	106,00	543,82	57644,92
3.1.3.3	Ugradnja tipskih betonskih kanalica trapeznog presjeka za odvodnju niz pokos, prema detalju u projektu. U cijeni je uključen iskop rova, ugradnja, izrada, planiranje i zbijanje podloge, izrada podložnog sloja od betona, svih nabava podložnih materijala i kanalica, svi prijevozi i prijenosi, privremeno skladištenje, razvoz i postavljanje predgotovljenih elemenata, rad na ugradnji te sav ostali rad, oprema i materijal potreban za potpuno dovršenje stavke. Obračun je po m1 ugrađenih kanalica. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 3-04.9.	m1	2000,00	271,91	543820,00
3.1.3.4	Ugradnja tipskih kanalica dimenzija prema detalju iz projekta, prema detalju u projektu. Obračun je po metru dužnom ugrađenih kanalica. U cijeni je uključena izrada, planiranje i zbijanje podloge, nabava podložnog materijala i kanalica, svi prijevozi i prijenosi, privremeno skladištenje, razvoz i postavljanje predgotovljenih elemenata, obrada sljubnica, postavljanje i demontaža potrebne oplata, rad na ugradnji i njezi betona i sav rad, oprema i materijal potreban	m1	1400,00	271,91	380674,00

	za potpuno dovršenje stavke. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 3-04.9.				
3.1.3.5	<p>Izrada plitkih drenaža, od perforiranih drenažnih PVC cijevi DN 150 mm, na podlozi od betona klase C 20/25.</p> <p>Izrada plitkih drenaža u već iskopanim rovovima, dna ispod granice smrzavanja i isplaniranog na zadani nagib iz projekta, od perforiranih drenažnih PVC cijevi, na podlozi od gline ili betona, sa ugradbom filtarskog sloja od šljunka ili tucanika granulacije 8-63 mm promjera zrna i zatrpavanje rova te utovarom i odvozom viška materijala.</p> <p>U cijenu je uključeno i poravnanje dna iskopanog rova, nabava, prijevoz i prijenos materijala za izradu podloge, filterskog materijala i drenažnih cijevi i spojeva odnosno ispusta, po potrebi privremeno skladištenje materijala, rad na izradi podloge, postavljanju i spajanju drenažnih cijevi u projektiranom nagibu, izrada predviđenih vodolovnih grla ili ispusta u okolni teren, izrada filtarskog sloja sa pažljivim zbijanjem i čišćenje nakon dovršetka radova. Rad se obračunava po metru dužnom izvedenog drenažnog sustava.</p> <p>Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 3-02.2.</p>	m1	1400,00	40,79	57106,00
3.1.4	NOSIVI SLOJEVI				27766754,70

3.1.4.1	Izrada nosivog sloja ($M_s \geq 80$ MN/m ²) od drobljenog kamenog materijala, najvećeg zrna 63 mm, debljine 20 cm. U cijenu je uključena dobava materijala, utovar, prijevoz, i ugradnja (strojno razastiranje, planiranje i zbijanje do traženog modula stišljivosti ili stupnja zbijenosti) na uređenu i preuzetu podlogu. Obračun je po m ³ ugrađenog materijala u zbijenom stanju. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 5-01.	m ³	40440,00	164,33	6645505,20
3.1.4.2	Izrada nosivog sloja od cementom stabiliziranog drobljenog kamenog materijala, tip A (krupnoće zrna od 8 do 31,5 mm) , debljine 20 cm, tlačne čvrstoće nakon 28 dana od 3,0 do 6,0 MN/m ² . U cijenu je uključena nabava prethodno proizvedene stabilizacijske mješavine, utovar, prijevoz i ugradnja (strojno razastiranje, planiranje i zbijanje do traženog stupnja zbijenosti). Obračun je po m ² ugrađenog sloja. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 5-02.	m ²	139350,00	66,69	9293251,50
3.1.4.3	Izrada nosivog sloja (teško prometno opterećenje) AC 32 base 50/70 AG6 M1, debljine 9,0 cm. U cijeni su sadržani svi troškovi nabave materijala, proizvodnje i ugradnje asfaltne mješavine, prijevoz, oprema i sve ostalo potrebno za potpuno izvođenje radova. Obračun je po m ² gornje površine stvarno položenog i	m ²	116200,00	99,45	11556090,00

	ugrađenog nosivog sloja. Izvedba i kontrola kakvoće prema (HRN EN 13108-1) i tehničkim svojstvima i zahtjevima za građevne proizvode za proizvodnju asfaltnih mješavina i za asfaltne slojeve kolnika.				
3.1.4.4	Izrada bitumenskog međusloja za sljepljivanje asfaltnih slojeva s bitumenskom emulzijom u količini od 0,20 kg/m ² . U cijeni su sadržani svi troškovi nabave materijala, prijevoz, oprema i sve ostalo što je potrebno za potpuno izvođenje radova. Obračun je po m ² stvarno poprskane površine. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 6-01.	m ²	116200,00	2,34	271908,00
3.1.5	ASFALJNI KOLNIČKI ZASTOR				7740564,00
3.1.5.1	Izrada habajućeg sloja (teško prometno opterećenje) SMA 11 45/80-65 AG1 M1, debljine 4,0 cm. U cijeni su sadržani svi troškovi nabave materijala, proizvodnje i ugradnje asfaltne mješavine, prijevoz, oprema i sve ostalo što je potrebno za potpuno izvođenje radova. Obračun je po m ² gornje površine stvarno položenog i ugrađenog habajućeg sloja od SMA sukladno projektu. Izvedba i kontrola kakvoće prema (HRN EN 13108-5) i tehničkim svojstvima i zahtjevima za građevne proizvode za proizvodnju asfaltnih mješavina i za asfaltne slojeve kolnika.	m ²	113100,00	68,44	7740564,00
3.1.6	PRIPREMA KRAJOBRAZNOG UREĐENJA				185452,75

3.1.6.1	GEODETSKI				251,69
3.1.6.1.1	Iskolčavanje (m1). Iskolčavanje bilja prema projektu krajobraznog uređenja i to drveće pojedinačno, a grmlje po grupacijama. Kolčići za označavanje grmlja trebaju biti obojeni uočljivom bojom, visine 40 do 50 cm iznad razine tla, kako bi bili uočljivi u visokoj travi. Ostaju u zemlji i nakon sadnje sve dok biljka ne dostigne svoju punu visinu, kako se sadnice ne bi oštetile prilikom radova održavanja. Obračun radova je po m1 trase.	m1	1,00	251,69	251,69
3.1.6.2	ČIŠĆENJE				185201,06
3.1.6.2.1	Čišćenje gradilišta - stavka obuhvaća uklanjanje površinskog sloja debljine 10-12 cm (djelomično zatravljenog, nabijenog i onečišćenog građevinskim radovima) te odvoz materijala na odlagalište. Uklanjanje se vrši na cijeloj površini hortikulturnog zahvata, po obavljenim građevinskim radovima. Obračun po m2 tretirane površine.	m2	47366,00	3,91	185201,06
3.1.7	BILJNI MATERIJAL				298312,44
3.1.7.1	NABAVA STABALA				149566,10
3.1.7.1.1	Stabla (3m). Nabava stabla, prema specifikaciji (koja je sastavni dio dokumentacije za nadmetanje) i projektu krajobraznog uređenja. Sve sadnice moraju imati jasno definirano uspravno deblo i dobro razvijenu krošnju s minimalno tri primarne grane, korjenov sustav baliran ili kontejniran, minimalno 3x školovane	kom	190,00	787,19	149566,10

	sadnice, minimalne visine 3m. Jedinična cijena sadrži nabavu i prijevoz stabala do mjesta sadnje. Obračun je po komadu nabavljenih i dopremljenih stabala.				
3.1.7.2	NABAVA GRMLJA				62496,06
3.1.7.2.1	Grmlja. Nabava grmlja, prema specifikaciji (koja je sastavni dio dokumentacije za nadmetanje) i projektu krajobraznog uređenja, uzgojenog na vrtlarski način A kvalitete. Sadnice moraju biti kontejnirane. Jedinična cijena sadrži nabavu i prijevoz grmlja do mjesta sadnje. Obračun je po komadu nabavljenog i dopremljenog grmlja.	kom	1969,00	31,74	62496,06
3.1.7.3	SADNJA STABALA				51556,50
3.1.7.3.1	Sadnja stabala s iskopom sadnih rupa u mješanom materijalu, promjera 0,8 m, dubine 0,8 m (sa 50 % izmjenom materijala iz iskopa sa plodnom zemljom). Jedinična cijena sadrži oslobađanje korijenovog vrata od od žičanog pletiva, orezivanje granja oštećenih prilikom transporta, rahljenje dna jame, sadnju sadnice, koljenje s tri kolca po sadnici, vezivanje elastičnim užetom, gnojenje gnojivom prema potrebama biljnih vrsta i izvršenom analizom tla, izradu sadnih zdjelica, jednokratno zalijevanje s 80 litara po sadnici. Osim navedenog stavka sadrži sve troškove vezane za sadnju, plodnu zemlju, gnojivo, kolce, vezivo i vodu te odvoz viška materijala na	kom	190,00	271,35	51556,50

	odlagalište. Obračun je po komadu zasađenog stabla.				
3.1.7.4	SADNJA GRMLJA				34693,78
3.1.7.4.1	Sadnja grmova s iskopom sadnih rupa u mješanom materijalu, promjera 0,4 m, dubine 0,4 m (sa 50 % izmjenom materijala iz iskopa sa plodnom zemljom). Jedinična cijena sadrži orezivanje oštećenih grana prilikom transporta, rahljenje dna jame, sadnju sadnice, gnojenje organskim gnojivom prema potrebama biljnih vrsta i izvršenom analizom tla, jednokratno zalijevanje sa 20 litara vode po sadnici. Osim navedenog stavka sadrži sve troškove vezane za sadnju, plodnu zemlju, gnojivo, vezivo i vodu te odvoz viška materijala na odlagalište. Obračun je po komadu zasađenog grmlja.	kom	1969,00	17,62	34693,78
3.1.8	NJEGOVANJE				109261,07
3.1.8.1	KOŠNJA TRAVE				65482,12
3.1.8.1.1	Košnja trave 2 puta prije puštanja ceste u promet, na visini od 5 cm s malčiranjem otokosa. Obračun po m2 ukupno pokošene travne površine.	m2	148823,00	0,44	65482,12
3.1.8.2	REZIDBA STABALA				4824,10
3.1.8.2.1	Rezidba zasađenih stabala. Jedinična cijena sadrži sav rad na rezidbi sadnica i odvoženje viška grana na odlagalište. Obračun je po komadu sadnice.	kom	190,00	25,39	4824,10
3.1.8.3	OREZIVANJE GRMLJA				10081,28

3.1.8.3.1	Rezidba Jedinična cijena sadrži sav rad na rezidbi sadnica i odvoženje viška grana na odlagalište. Obračun je po komadu sadnice.	kom	1969,00	5,12	10081,28
3.1.8.4	OKOPAVANJE I OBNAVLJANJE MALČA				24415,60
3.1.8.4.1	Obnavljanje mulča Provodi se po potrebi a minimalno dva puta godišnje. Jedinična cijena sadrži nabavu i prijevoz mulča, radove na obnavljanju mulča te proguljivanje korova oko zasađenih sadnica. Obračun je po komadu sadnice.	kom	15752,00	1,55	24415,60
3.1.8.5.1	Nabava, prijevoz i ugradnja mineralnog gnojiva OSMOCOTE Exact 5-6M 15-9-12+Mg+ME ili jednakovrijednog, s funkcijom dugotrajnog djelovanja do 6 mj (u količini 1,5-2g/l). Ugrađuje se u količini od 0,16 kg/jami za stablašice i 0,02 kg/jami za grmlje, ili prema uputi proizvođača . Obračun po kg stvarno ugrađenih količina mineralnog gnojiva.	kg	171,00	26,07	4457,97

5.7. Analiza tehnologije građenja

Na brznoj cesti Vrbovec 2-Bjelovar radovi će se obavljati sa jedne strane dionice alternativa bi bila da se gradilište organizira na dvije strane jedna sa strane Farkaševca a drugo kao sekundarno na strani Bjelovara. U tom slučaju ulaz na gradilište bi se nalazio na obje strane. Na taj način paralelnom izgradnjom bi se smanjio vrijeme potrebno za izvođenje na radova ali to bi povećalo troškove izvođenja radova, potrebno je nabaviti mehanizaciju izvođenje obje strane brze ceste te se u ovome trenutku zbog kašnjenja početka radova razmatra i o toj opciji izvođenja radova. Potrebno bi bilo organizirati dopremu materijala iz Bjelovara a tada kao alternativna bi uzela šljunčara u blizini Bjelovara Batuda d.o.o. Bjelovar, dok bi se doprema asfalta obavljala iz poduzeća za ceste d.o.o. Bjelovar. Doprema materijala je u blizini gradilišta što bi znatno utjecala na povećanje učinaka strojeva koji služe za njihovu dopremu na gradilište. Također, materijal koji pristiže na gradilište bi se mogao ugrađivati odmah po dolasku zbog toga što se većina dionice nalazi u nasipu na taj način bi se znatno ubrzao postupak ugradnje materijala, te bi se povećao učinak strojeva. Problem pri ovakvom pristupu bi bila moguća kašnjenja materijala i učinak bi se povećao ali tehnologija bi tokom cijeloga gradilišta ovisila o povezanosti svih strojeva u tehnološkoj izvedbi. Pojavom zastoja došlo bi do prekida u cjelokupnoj izvedbi radova, time bi se povećali zastoji strojeva te bi se njihov planirani učinak smanjio. Moguće je izvoditi radove i paralelno na mostovima izgradnjom gradilišnih puteva te povezivanjem pristupnih puteva do objekata nakon njihove izgradnje. Gradilište bi tada moralo imati složeniju komunikaciju troškovi gradilišta bi se povećali ali sam rok bi bio dostižan da se izvede u skladu sa ugovorom. Problemi koji su se javili prilikom dogovora klizne skale su znatno smanjili vrijeme u kojem je potrebno izvesti sve radove na brznoj cesti. Ustroj radnih učinaka prilikom njihova izračuna računat je prema „dozerskom načelu“ dok se za alternativu može uzeti računanje učinka po „bagerskom načelu“ u kojem se iskop radi bagerom a proguravanje i ripanje pomoću dozera.

6.Zaključak

Brza cesta D12 dio je podravskog Y te ona kao takva ima za cilj povezati dijelove podrivane sa Zagrebom i Jadranom. Izgradnja dionice Vrbovec 2-Farkaševac je započelo 2010 godine te je izgradnja dovršena 2019 godine, nakon čega je započelo projektiranje dijela Farkaševac-Bjelovar na kojem su započeti radovi u toku 2022 godine nakon dogovora između izvođača i investitora. Zasad će se graditi samo jedan kolnik brze ceste s ostavljenom mogućnošću nadogradnje na puni profil brze ceste u budućnosti. Brza cesta Bjelovar dolazi uz novu poslovnu zonu Korenovo te će se na taj način doprinijeti i gospodarskom razvoju grada Bjelovara. Nakon dovršetka brze ceste Vrbovec 2-Bjelovar u planu je izgradnja brze ceste Bjelovar-Virovitica-Terezino polje (Republika Mađarska). Projekat je bitan zbog nastavka izgradnje brze ceste čime će se doprinijeti razvoju građevinskog sektora u Republici Hrvatskoj te povezivanju Mađarske sa Republikom Hrvatskom. Izgradnjom brze ceste doći će do većeg prometa roba i usluga te na taj način će se stvoriti gospodarski impuls za razvoj dijelova koje će ova cesta povezivati.

Na dionici od Vrbovca 2 do Bjelovara projektirana su 33 objekta (mostovi, vijadukti, nadvožnjaci i podvožnjaci od kojih su najznačajniji: most Javorovac, most Velika rijeka i most Plavnica), odmorišta Žabnica i Bjelovar te 20 putnih prijelaza i prolaza. U ovome radu su analizirani radovi na dijelu brze ceste od Farkaševca do Bjelovara. U projektu su prikazani svi aspekti provedbe projekta lokacija, ugovorni odnosi između investitora, izvođača i podizvođača, tehnički opisi trase sa svim bitnim obilježjima te objekata koji se nalaze na trasi od kojih je most Velika rijeka kao jedan od najzahtjevnijih za izvedbu izdvojen te je za njega napravljen detaljnija analiza svih njegovih dijelova. U radu je analizirana tehnologija i logistika na brzini cesti, te je opisan i slijed aktivnosti putem tehnoloških karti. Na samom kraju rada napravljena je analiza alternativnih rješenja prilikom izgradnje brze ceste.

Gradnjom brze ceste doprinosi se razvoju građevinskog sektora, mnogi proizvođači će biti uključeni u samu izgradnju brze ceste te će se povećati opseg posla u građevinarstvu koji će očekivano opadati u narednom periodu zbog dovršetka konstruktivne obnove zbog potresa koji je pogodio Zagrebačku i Sisačko Moslovačku županiju. Glavni izvođač kao i proizvođačka poduzeća se nalaze u Republici Hrvatskoj te će dobiti vrijednu referencu koja će im u budućnosti služiti za nove projekte. Tehnologija koju će koristiti izvođač zadovoljava sve potrebne učinke ali zbog same odgode početka radova koja se dogodila zbog povećanja cijena u periodu od 2019-2023 godine i dogovora oko klizne skale rok će se morati pomaknuti za period izgubljen u pregovorima zbog nemogućnosti sustizanja roka. U analizi alternativnih rješenja nalaze se moguća rješenja za sustizanje roka ali to bi značajno utjecalo na cijenu izvođenja radova.

Literatura

- (1) Prometna infrastruktura Dostupno na: <https://mmpi.gov.hr/infrastruktura/prometna-infrastruktura-137/137> (Pristupljeno:12.07.2023)
- (2) Magaš, D.: *Geografija Hrvatske*, Sveučilište u Zadru – Meridijani, Zagreb – Zadar, 386, 2013
- (3) Dr.sc. Petar Feletar, Prof.dr.sc. Dubravka Hozjan, prof.dr.sc Mario Anžek: *Razvoj cestovnog prometa u Hrvatskoj*, Sveučilište u Zagrebu-Godišnjak HATZ, 2020
- (4) https://nastava.asoo.hr/wp-content/uploads/2020/03/Rukovatelj-samohodnim-gra%C4%91evinskim-strojevima_2-razred_Izvo%C4%91enje-gra%C4%91evinskih-radova-strojevima_Gornji-ustroj-ceste.ppsx, (Pristupljeno:19.08.2023)
- (5) <https://dokumen.tips/download/link/donji-ustroj-cestes.html>, (Pristupljeno:22.08.2023)
- (6) Dipl.ing.građ Đenka Kraljić, prof Branka Brozinić: *Ceste donji i gornji ustroj*, Agencija za strukovno obrazovanje odraslih , 09.05.2013.
- (7) <https://gradst.unist.hr/Portals/9/docs/katedre/Betonske%20konstrukcije/SSG%20Mostovi/Skripta%20Mostovi.pdf> (Pristupljeno:25.08.2023)
- (8) prof. dr. sc. Jure Radić: *Mostovi 1*, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska Sveučilišna naklada. 2009
- (9) prof.dr.sc. Ivica Završki, *Tehnologija građenja niskogradnje: Predavanje 01,02,03*, Sveučilište u Zagrebu, ,2022, Dostupno: <https://www.grad.unizg.hr/predmet/tgn>, (Pristupljeno:12.09.2023)
- (10) doc.dr.sc. Matej Mihić, *Tehnologija građenja niskogradnje: Predavanje 12*, Sveučilište u Zagrebu, 2022 Dostupno: <https://www.grad.unizg.hr/predmet/tgn>, (Pristupljeno:12.09.2023)
- (11) mag.ing.aedif. Nebojša Opančić, mag.ing.aedif. Tomislav Vincek: *Građevinski projekt-trasa brze ceste*, 2019

PRILOZI:

Prilog 1 Prikaz situacije na trasi

Prilog 2,3,4,5 Trasa brze ceste

Prilog 6 Normalni porečni presjek brze ceste u pravcu

Prilog 7 Normalni porečni presjek brze ceste u zavoju

Prilog 8-12 Uzdužni profil km 15+700-km 27+530

Prilog 13 Situacija most Velika Rijeka

Prilog 14-17 Most Velika Rijeka tlocrt

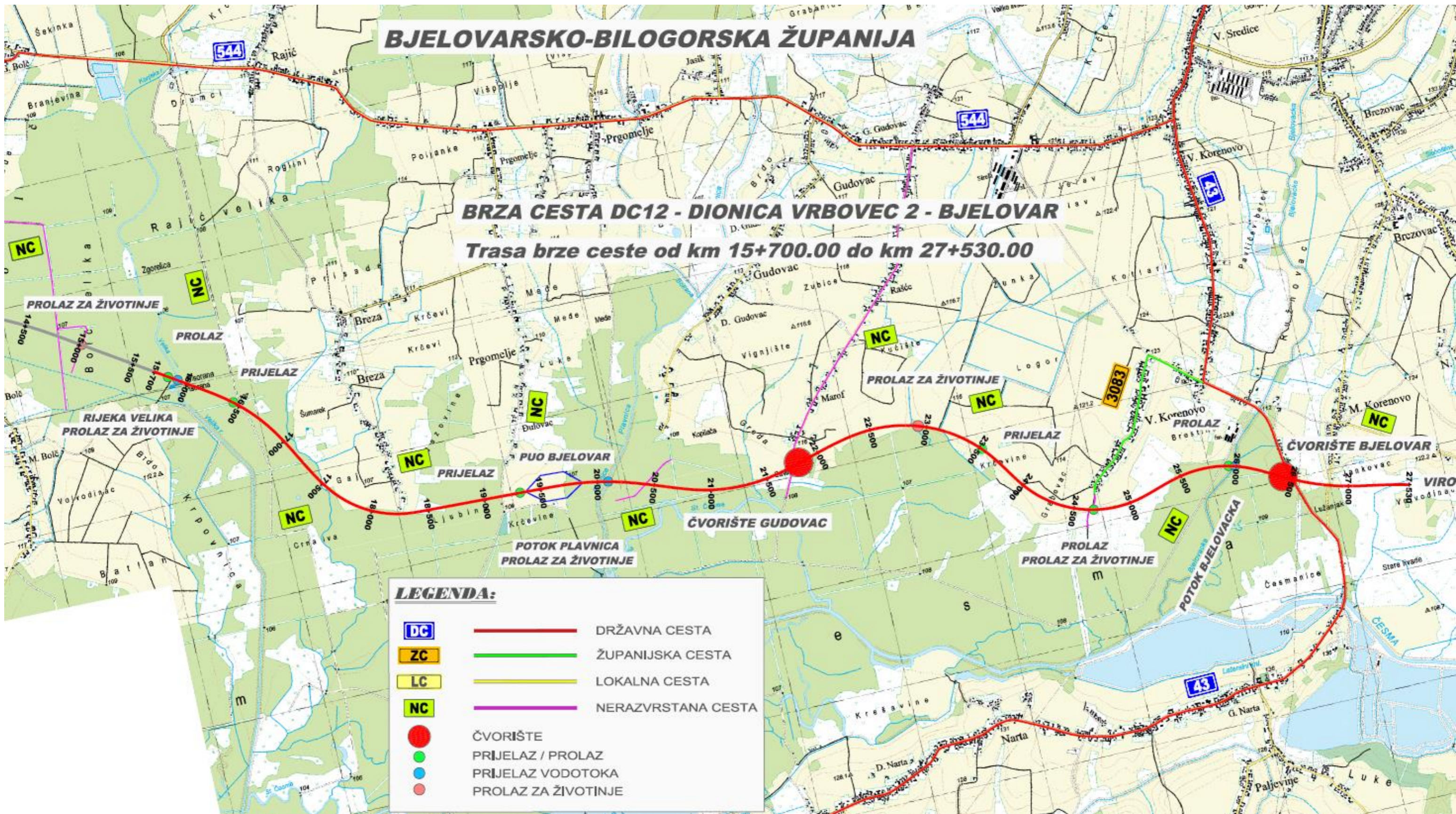
Prilog 18-22 Most Velika Rijeka uzdužni presjek u osi nivelete

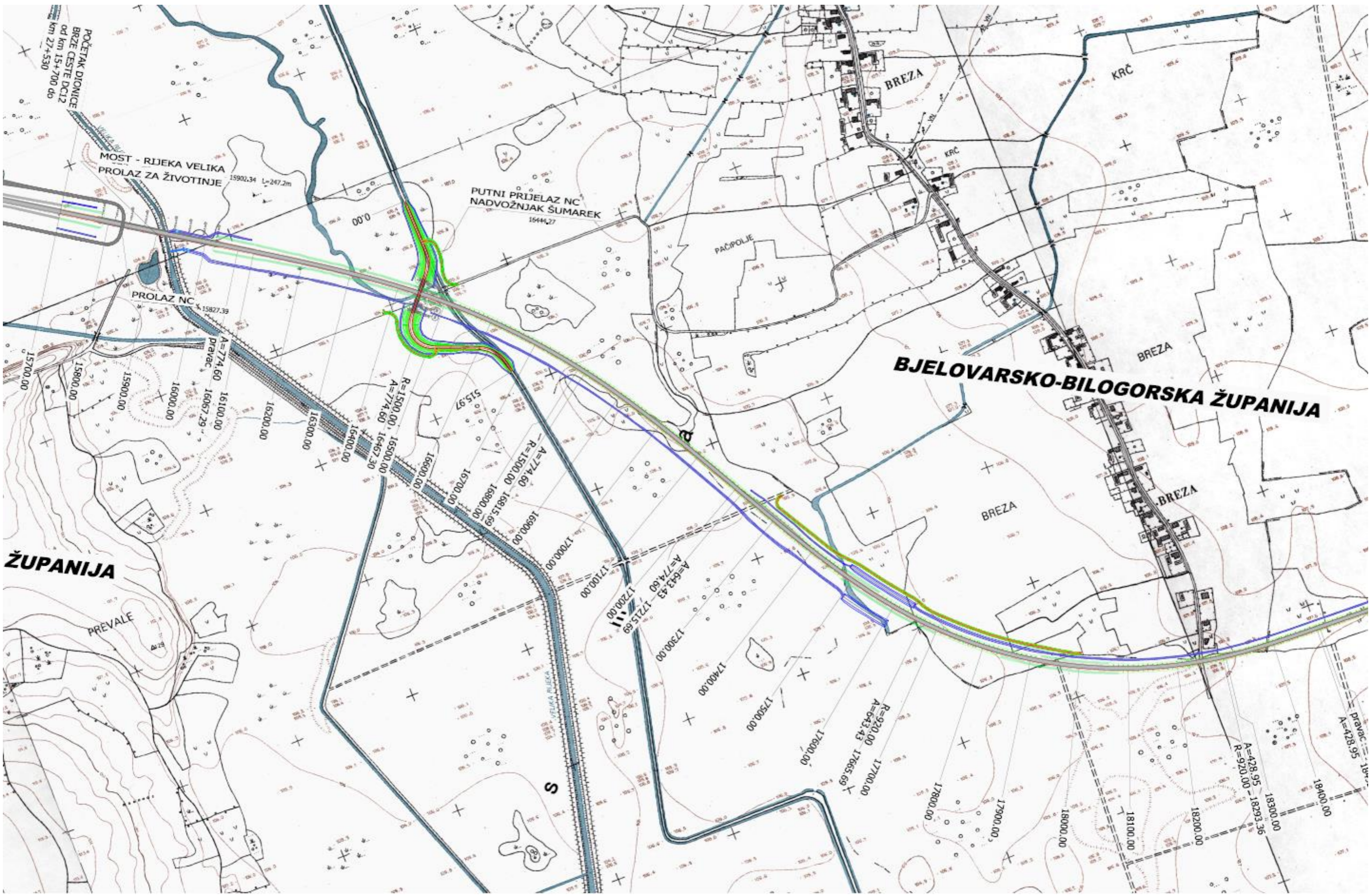
Prilog 23 Most Velika Rijeka karakteristični uzdužni presjek

BJELOVARSKO-BILOGORSKA ŽUPANIJA

BRZA CESTA DC12 - DIONICA VRBOVEC 2 - BJELOVAR

Trasa brze ceste od km 15+700.00 do km 27+530.00





POČETAK DIONICE
BREZE CESTE DC12
od km 15+700 do
km 27+550

MOST - RJEKA VELIKA
PROLAZ ZA ŽIVOTINJE
15902,34 L=247,2m

PUTNI PRIJELAZ NC
NADVOŽNJAK ŠUMAREK
16444,27

BJELOVARSKO-BILOGORSKA ŽUPANIJA

ŽUPANIJA

PREVALE

BREZA

KRC

BREZA

BREZA

BREZA

PAČI POLJE

S

PROLAZ NC

A=774,60
pravac

R=1500,00
A=774,60

A=774,60
R=1500,00

A=643,43
A=774,60

R=920,00
A=643,43

A=428,95
R=920,00

pravac
A=428,95

15700,00

15800,00

15900,00

16000,00

16100,00

16200,00

16300,00

16400,00

16500,00

16600,00

16700,00

16800,00

16900,00

17000,00

17100,00

17200,00

17300,00

17400,00

17500,00

17600,00

17700,00

17800,00

17900,00

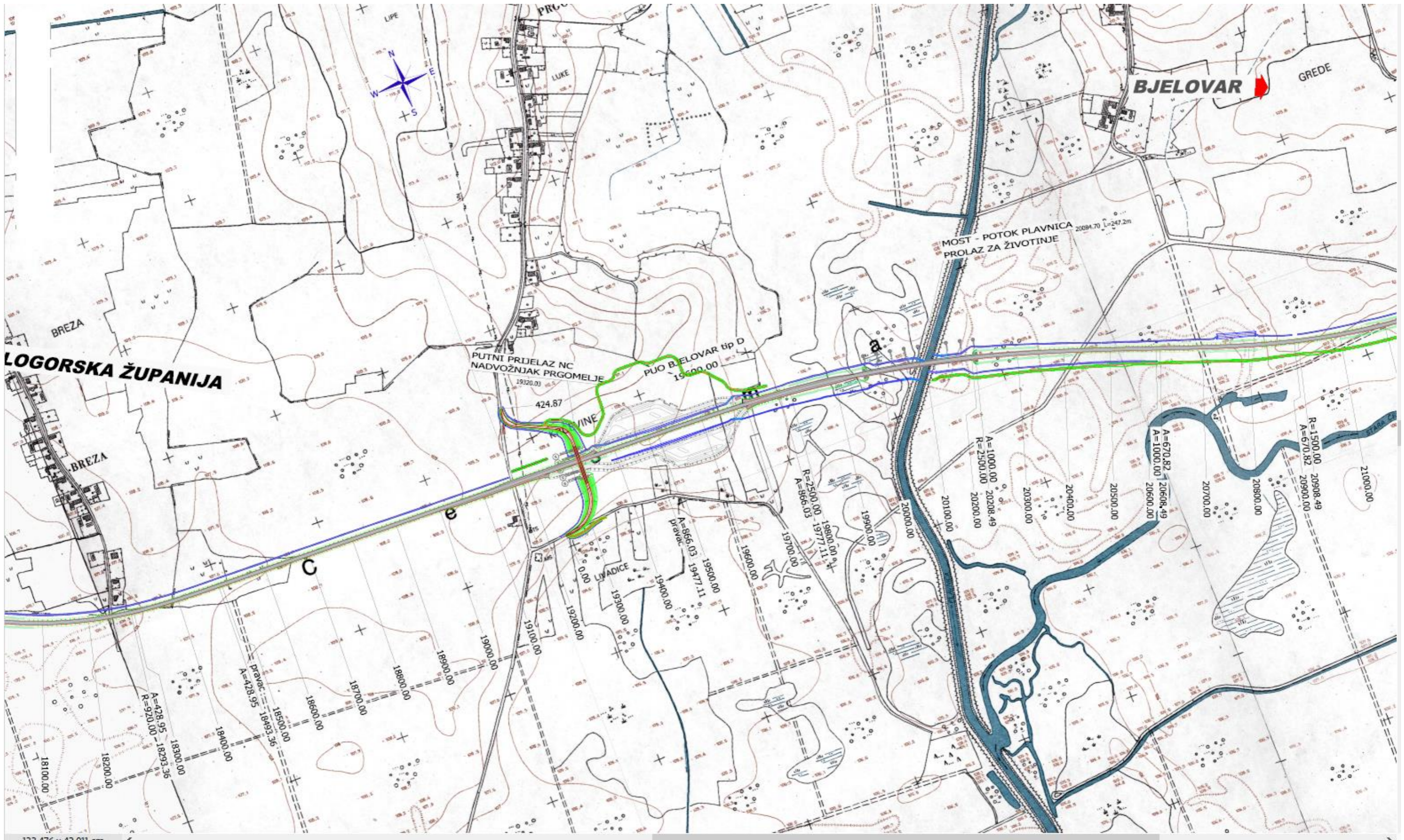
18000,00

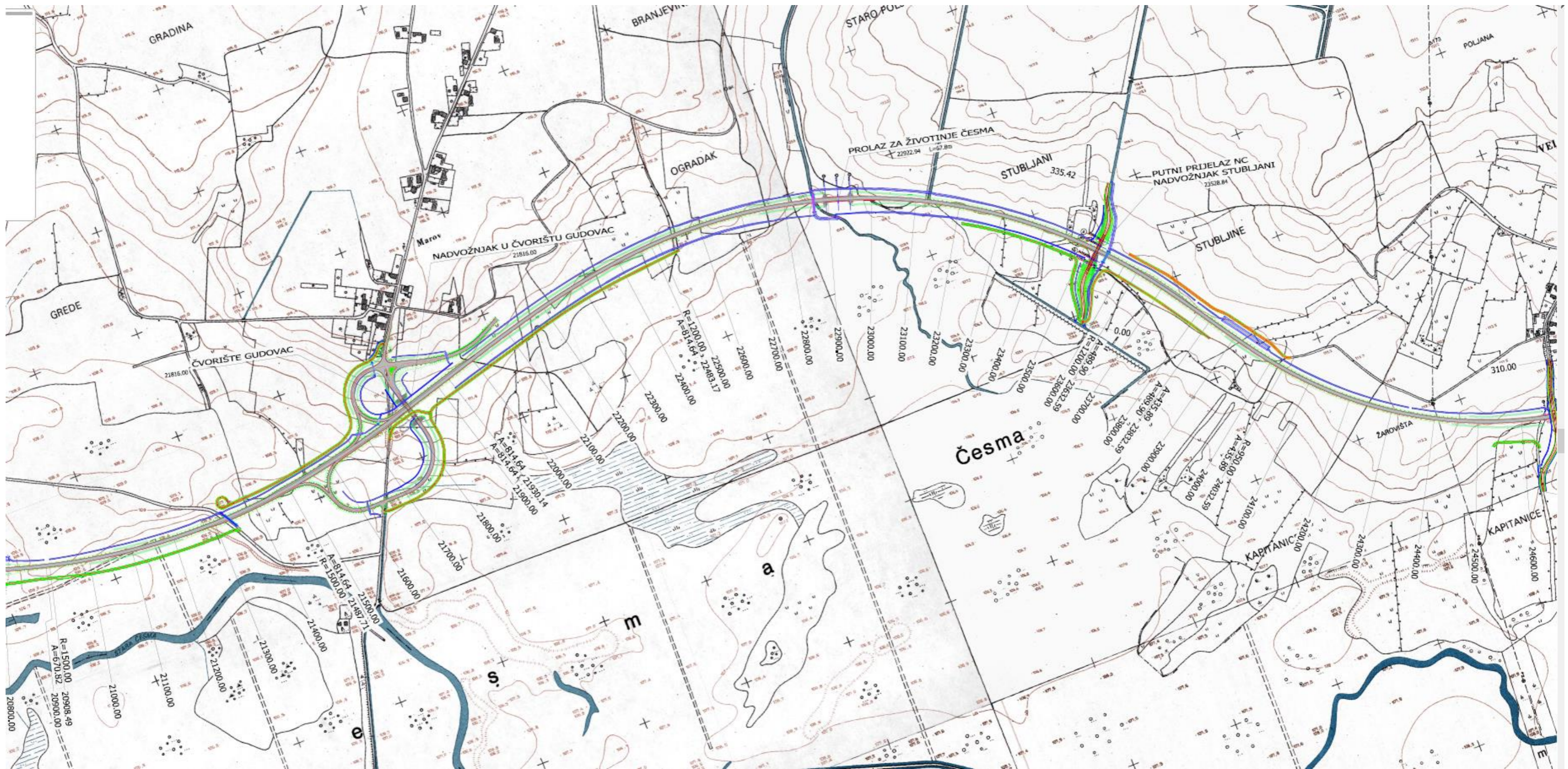
18100,00

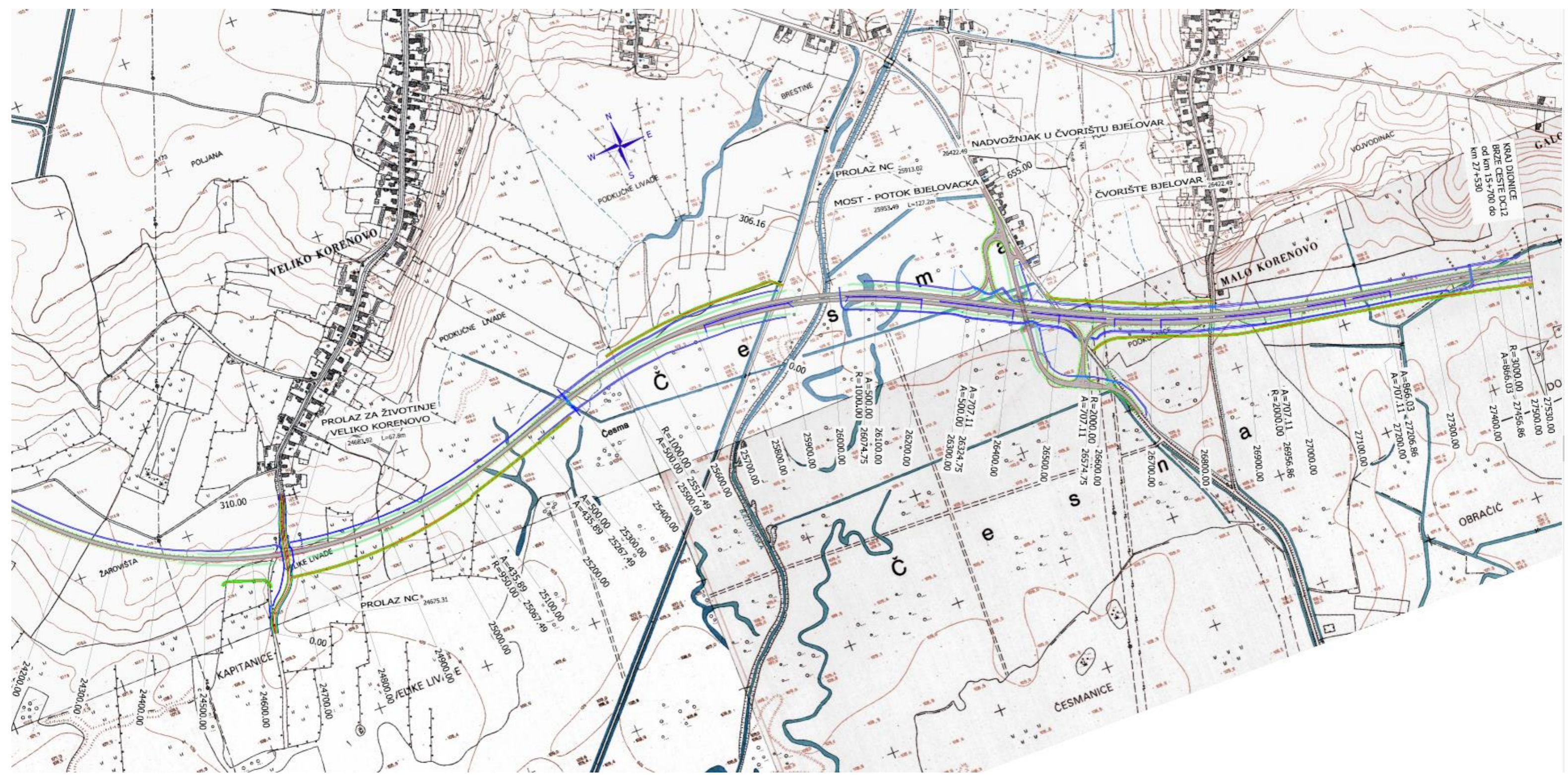
18200,00

18300,00

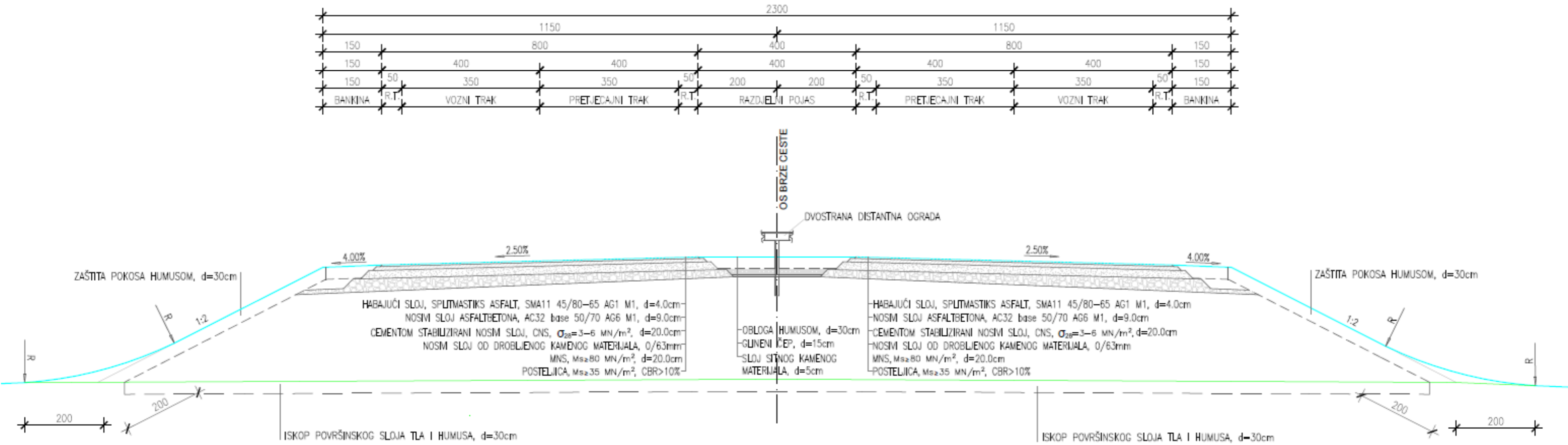
18400,00



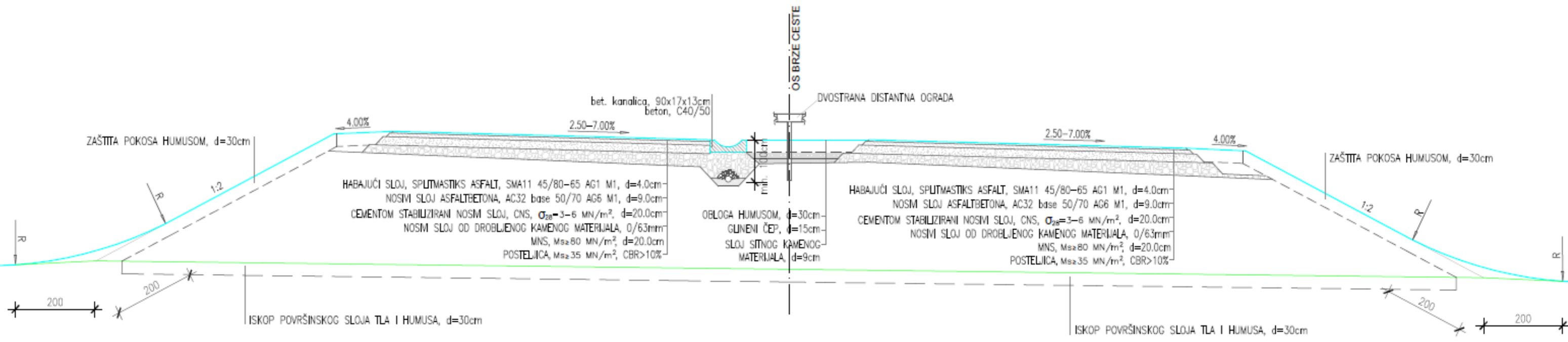
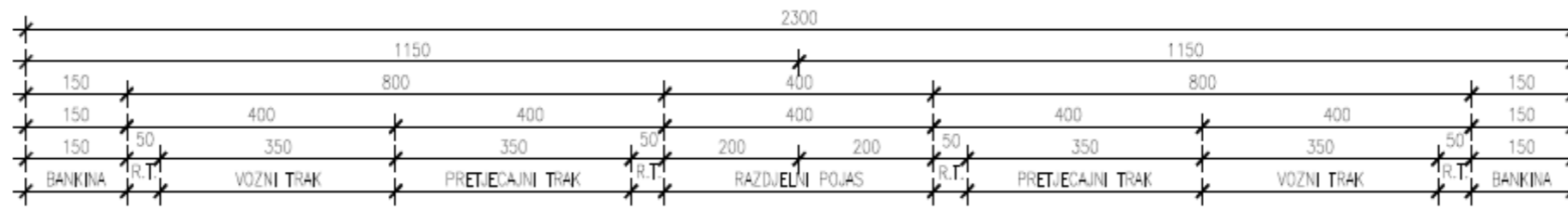




NORMALNI POPREČNI PRESJEK BRZE CESTE U PRAVCU (NASIP < 3m)

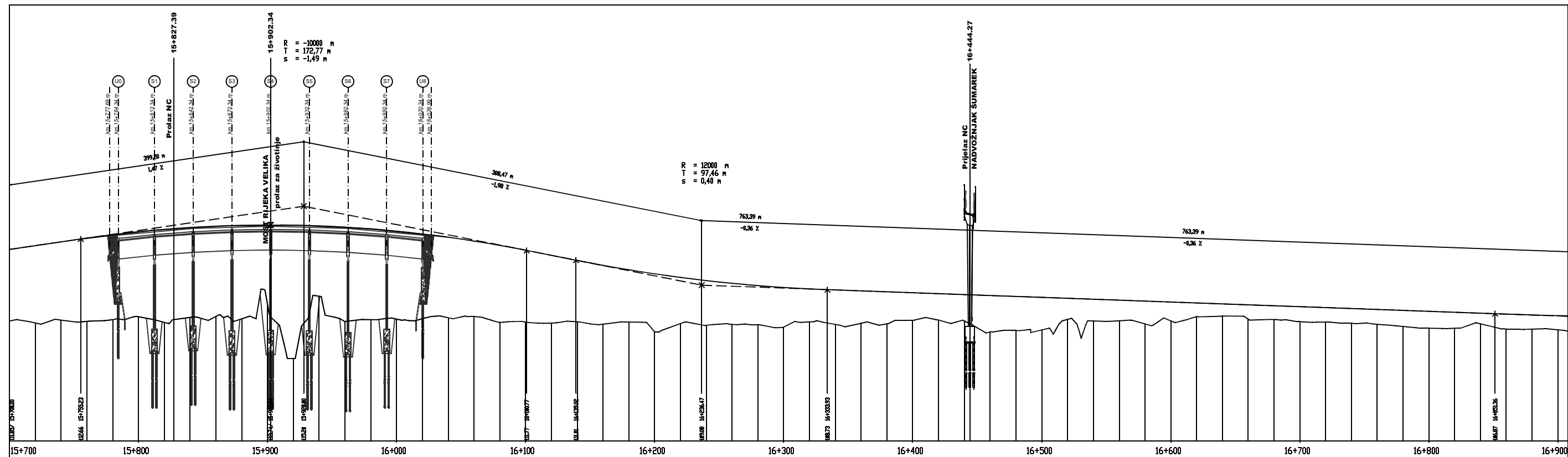


NORMALNI POPREČNI PRESJEK BRZE CESTE U ZAVOJU (NASIP < 3m)

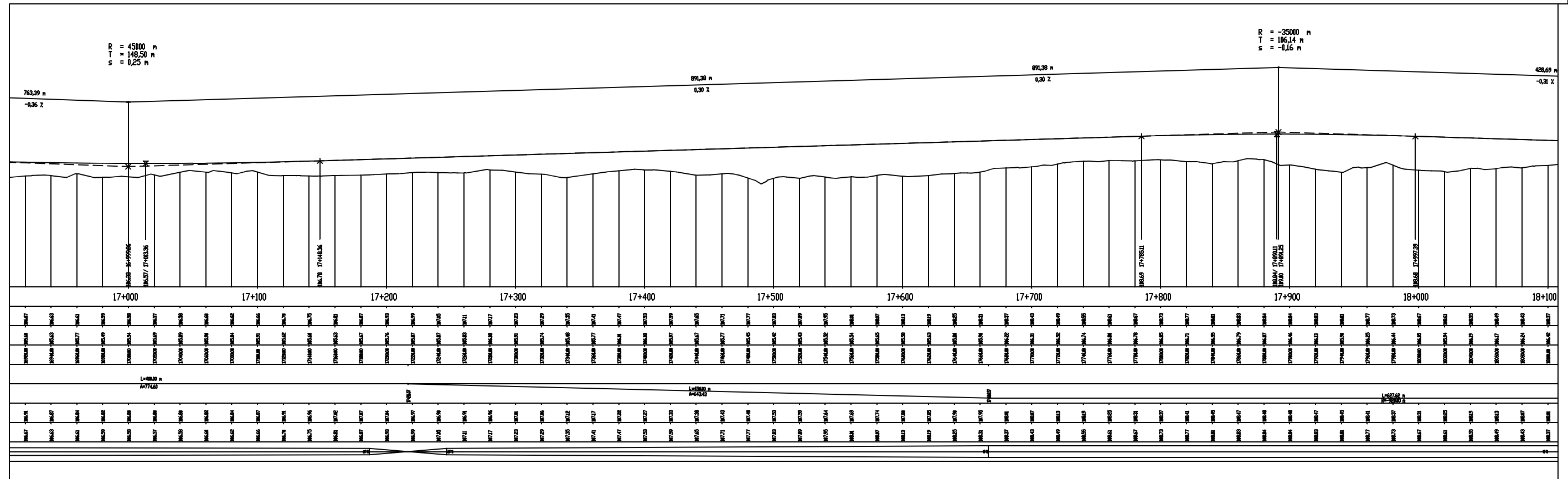


MJERILO
1:1000/100

SR. RAV. = 97.0



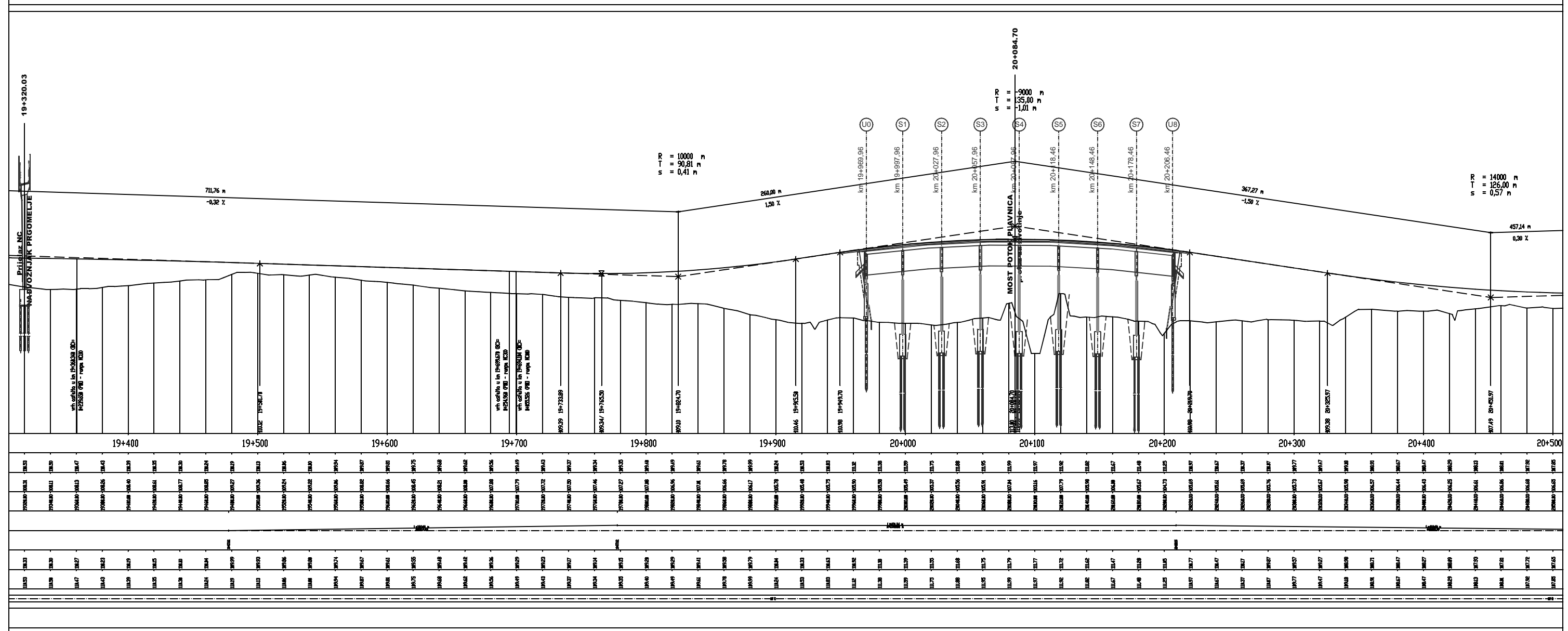
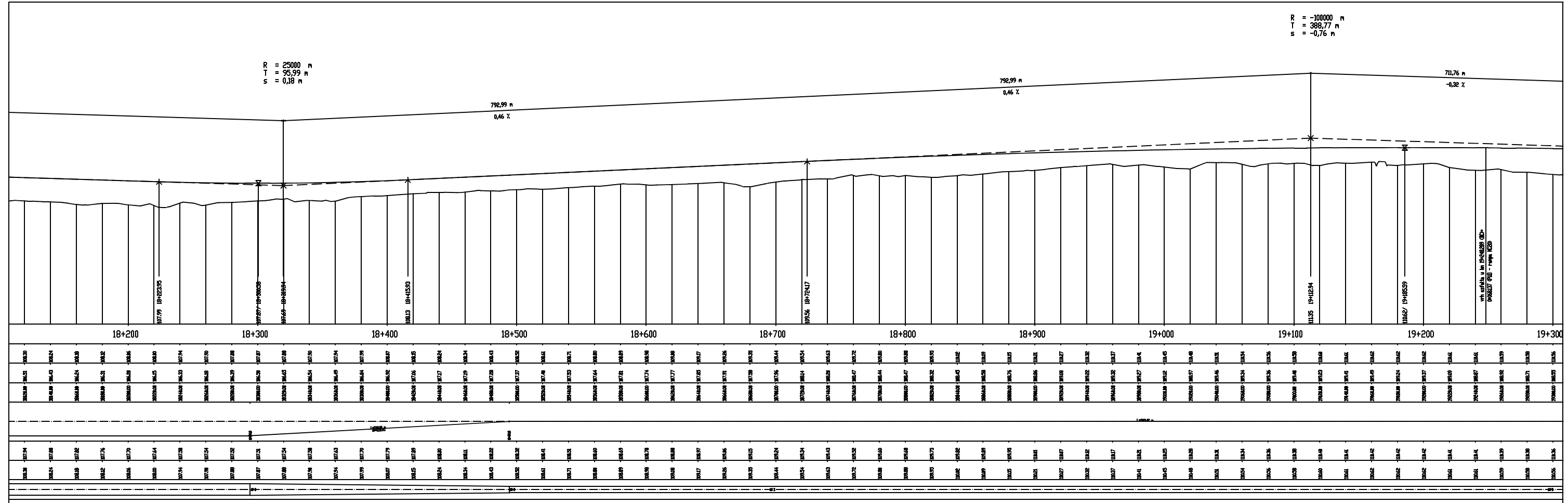
KOTE NIVELETE	KOTE TERENA	STACIJA	TLOCRTNI	ELEMENTI
102.00	102.00	15+700		
102.01	102.01	15+710		
102.02	102.02	15+720		
102.03	102.03	15+730		
102.04	102.04	15+740		
102.05	102.05	15+750		
102.06	102.06	15+760		
102.07	102.07	15+770		
102.08	102.08	15+780		
102.09	102.09	15+790		
102.10	102.10	15+800		
102.11	102.11	15+810		
102.12	102.12	15+820		
102.13	102.13	15+830		
102.14	102.14	15+840		
102.15	102.15	15+850		
102.16	102.16	15+860		
102.17	102.17	15+870		
102.18	102.18	15+880		
102.19	102.19	15+890		
102.20	102.20	15+900		

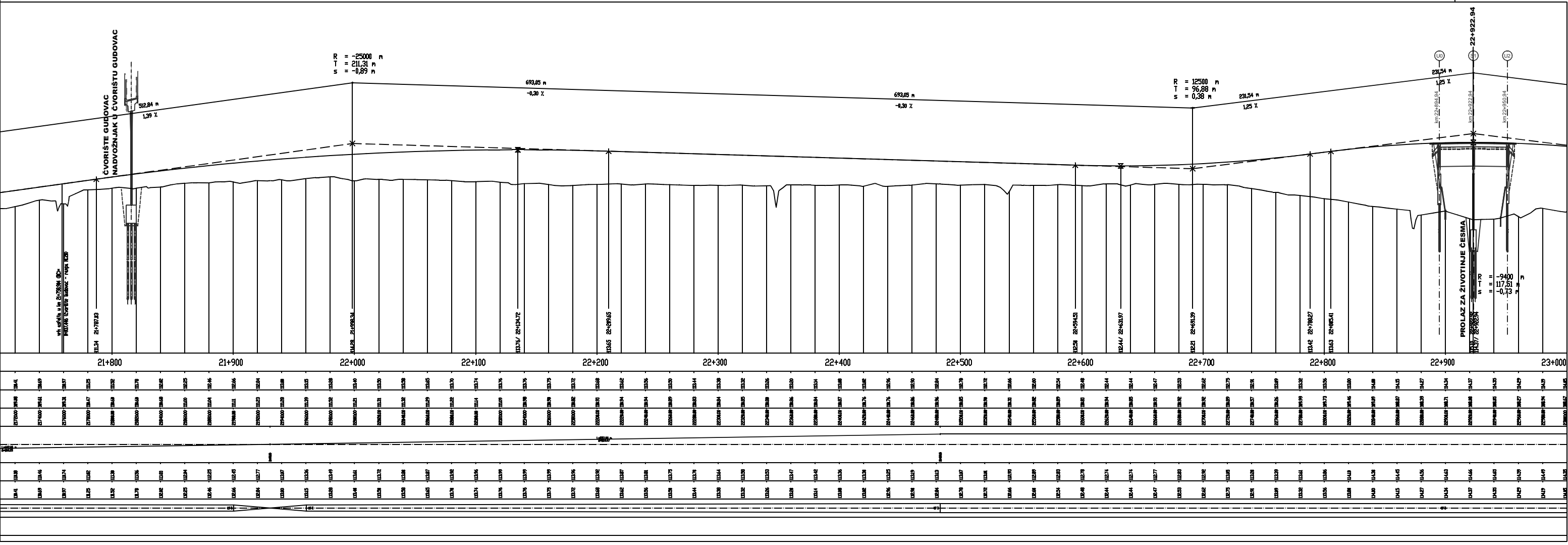
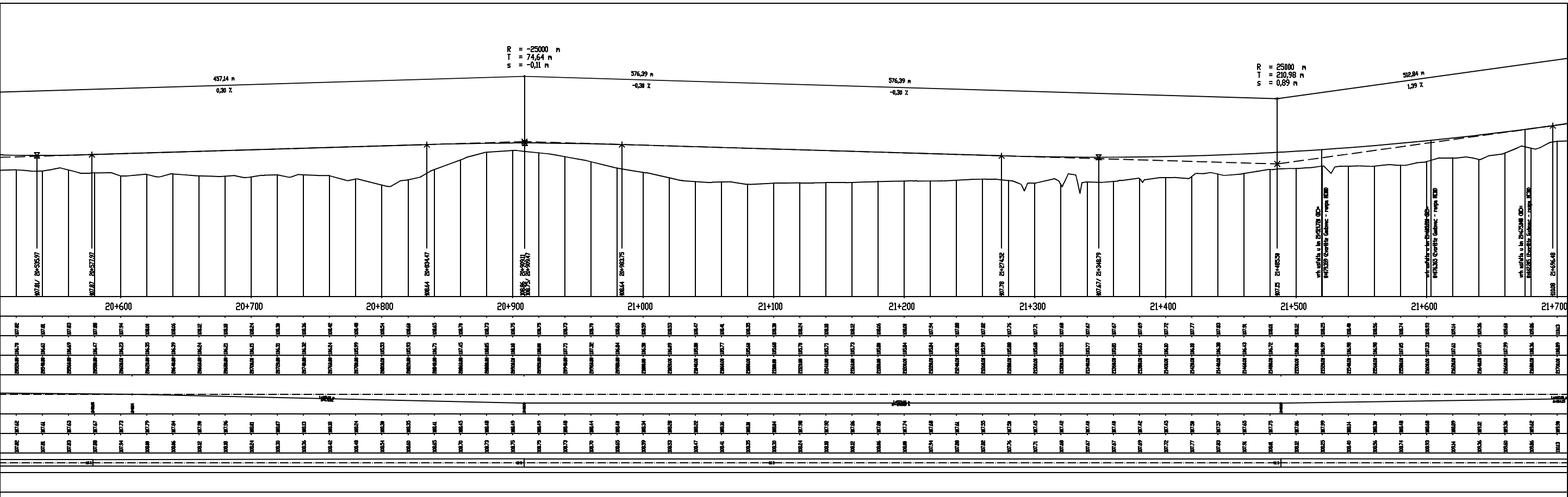


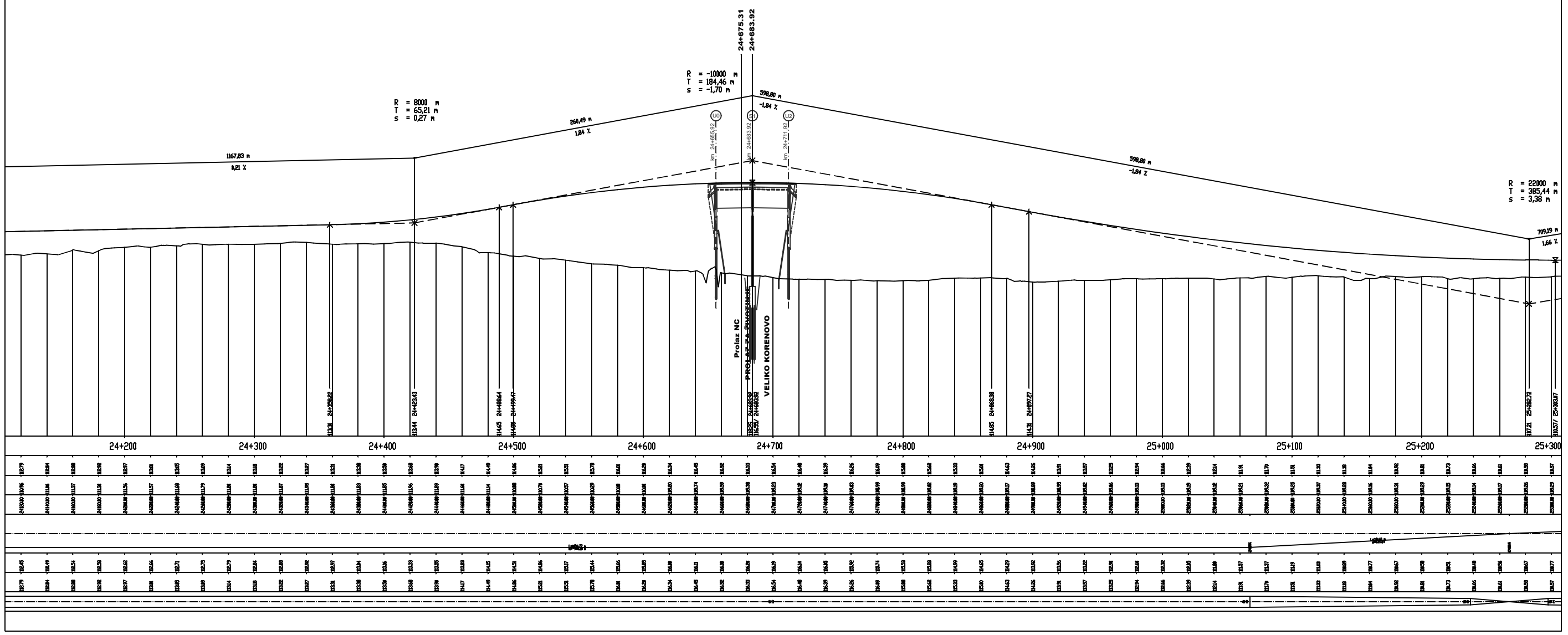
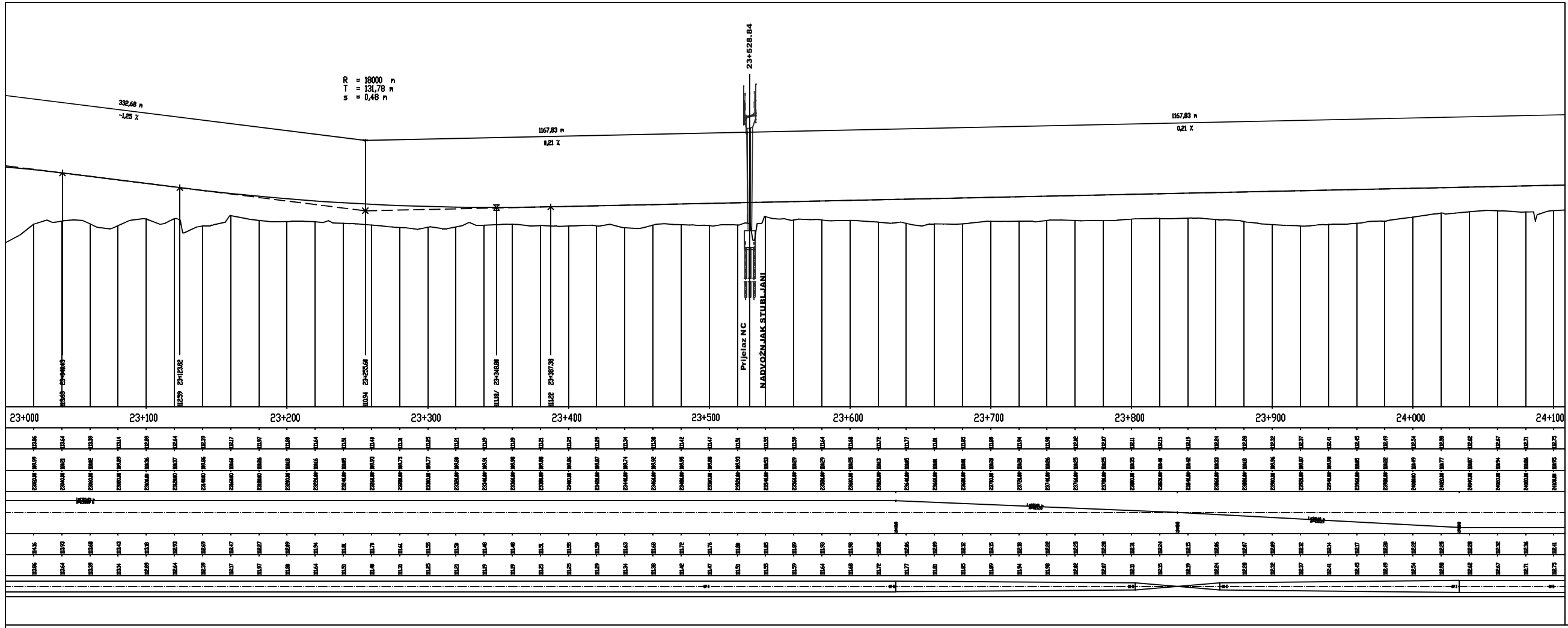
KOTE NIVELETE	KOTE TERENA	STACIJA	TLOCRTNI	ELEMENTI
102.21	102.21	17+000		
102.22	102.22	17+010		
102.23	102.23	17+020		
102.24	102.24	17+030		
102.25	102.25	17+040		
102.26	102.26	17+050		
102.27	102.27	17+060		
102.28	102.28	17+070		
102.29	102.29	17+080		
102.30	102.30	17+090		
102.31	102.31	17+100		
102.32	102.32	17+110		
102.33	102.33	17+120		
102.34	102.34	17+130		
102.35	102.35	17+140		
102.36	102.36	17+150		
102.37	102.37	17+160		
102.38	102.38	17+170		
102.39	102.39	17+180		
102.40	102.40	17+190		
102.41	102.41	17+200		
102.42	102.42	17+210		
102.43	102.43	17+220		
102.44	102.44	17+230		
102.45	102.45	17+240		
102.46	102.46	17+250		
102.47	102.47	17+260		
102.48	102.48	17+270		
102.49	102.49	17+280		
102.50	102.50	17+290		
102.51	102.51	17+300		
102.52	102.52	17+310		
102.53	102.53	17+320		
102.54	102.54	17+330		
102.55	102.55	17+340		
102.56	102.56	17+350		
102.57	102.57	17+360		
102.58	102.58	17+370		
102.59	102.59	17+380		
102.60	102.60	17+390		
102.61	102.61	17+400		
102.62	102.62	17+410		
102.63	102.63	17+420		
102.64	102.64	17+430		
102.65	102.65	17+440		
102.66	102.66	17+450		
102.67	102.67	17+460		
102.68	102.68	17+470		
102.69	102.69	17+480		
102.70	102.70	17+490		
102.71	102.71	17+500		
102.72	102.72	17+510		
102.73	102.73	17+520		
102.74	102.74	17+530		
102.75	102.75	17+540		
102.76	102.76	17+550		
102.77	102.77	17+560		
102.78	102.78	17+570		
102.79	102.79	17+580		
102.80	102.80	17+590		
102.81	102.81	17+600		
102.82	102.82	17+610		
102.83	102.83	17+620		
102.84	102.84	17+630		
102.85	102.85	17+640		
102.86	102.86	17+650		
102.87	102.87	17+660		
102.88	102.88	17+670		
102.89	102.89	17+680		
102.90	102.90	17+690		
102.91	102.91	17+700		
102.92	102.92	17+710		
102.93	102.93	17+720		
102.94	102.94	17+730		
102.95	102.95	17+740		
102.96	102.96	17+750		
102.97	102.97	17+760		
102.98	102.98	17+770		
102.99	102.99	17+780		
103.00	103.00	17+790		
103.01	103.01	17+800		
103.02	103.02	17+810		
103.03	103.03	17+820		
103.04	103.04	17+830		
103.05	103.05	17+840		
103.06	103.06	17+850		
103.07	103.07	17+860		
103.08	103.08	17+870		
103.09	103.09	17+880		
103.10	103.10	17+890		
103.11	103.11	17+900		
103.12	103.12	17+910		
103.13	103.13	17+920		
103.14	103.14	17+930		
103.15	103.15	17+940		
103.16	103.16	17+950		
103.17	103.17	17+960		
103.18	103.18	17+970		
103.19	103.19	17+980		
103.20	103.20	17+990		
103.21	103.21	18+000		
103.22	103.22	18+010		
103.23	103.23	18+020		
103.24	103.24	18+030		
103.25	103.25	18+040		
103.26	103.26	18+050		
103.27	103.27	18+060		
103.28	103.28	18+070		
103.29	103.29	18+080		
103.30	103.30	18+090		
103.31	103.31	18+100		

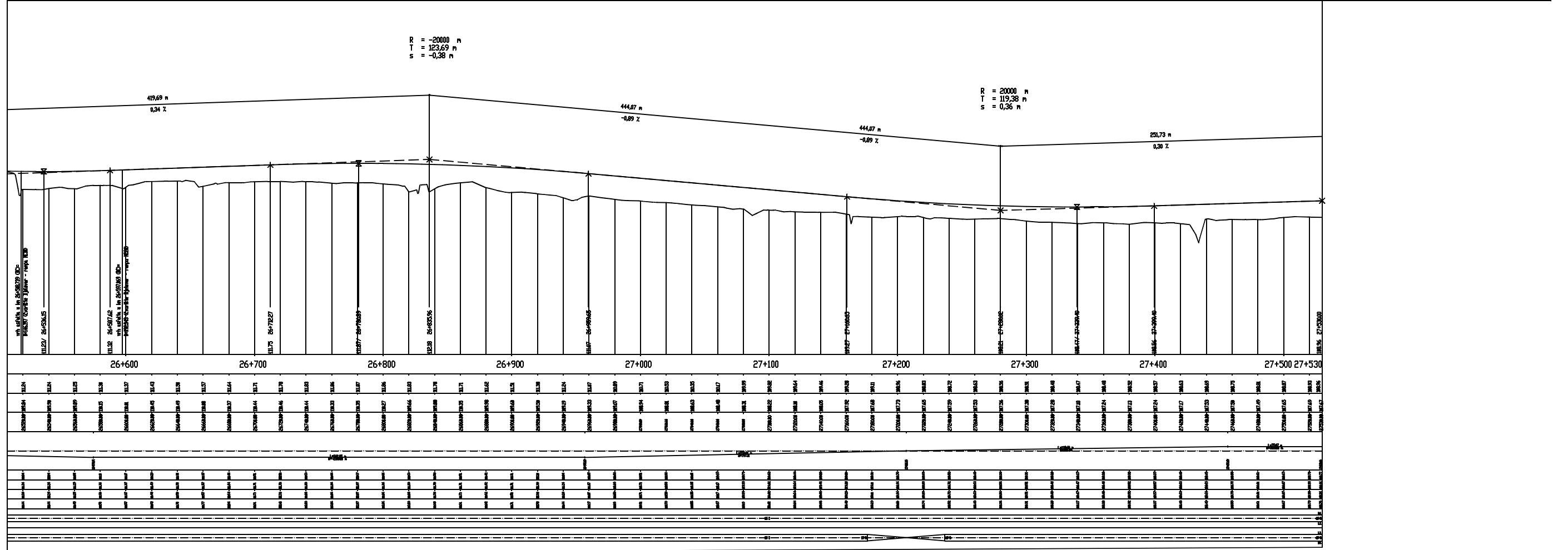
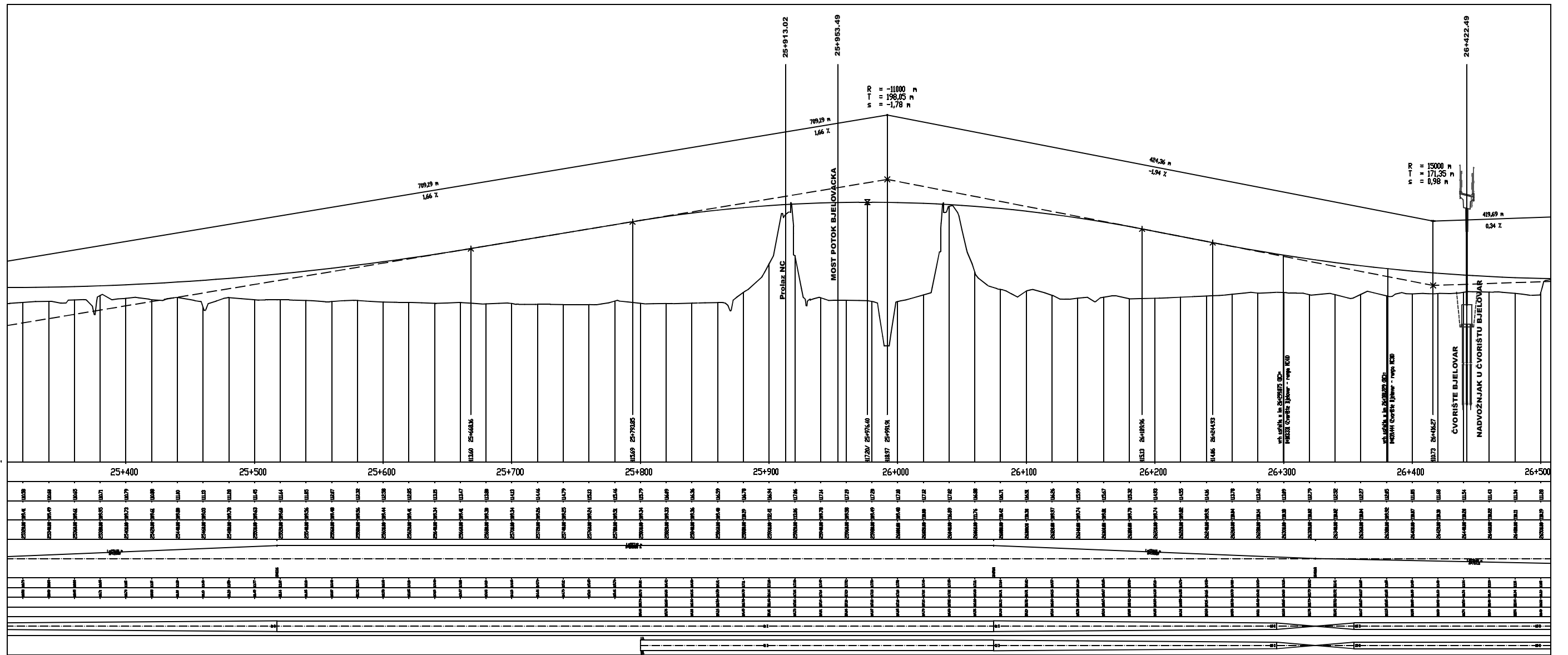
R = 25000 m
T = 95,99 m
s = 0,18 m

R = -100000 m
T = 388,77 m
s = -0,76 m









**MOST VELIKA RIJEKA
u km 15+902.34 (BC), L=236m**

**MOST VELIKA RIJEKA /
PROLAZ ZA ŽIVOTINJE
u km 15+902.34**

**ULJEV U JARAK CJ.S08 S PRETHODNE DIONICE
km 0+069.97
(km 15+700.00)**

KANAL CJ.S08- II. dio

**IZLJEV ODVODNJE
MOSTA VELIKA RIJEKA
stac. 15+773,68**

**početak faze 5.1. Trasa brze ceste
od km 15+700.00 do km 27+530.00**

**PUTNI PROLAZ NC
u km 15+827.39**

**PUTNI PROLAZ NC
u km 15+827.39 (BC)**

**REGULACIJA POTOKA
VELIKA RIJEKA L=592.17
u km 15+746.5**

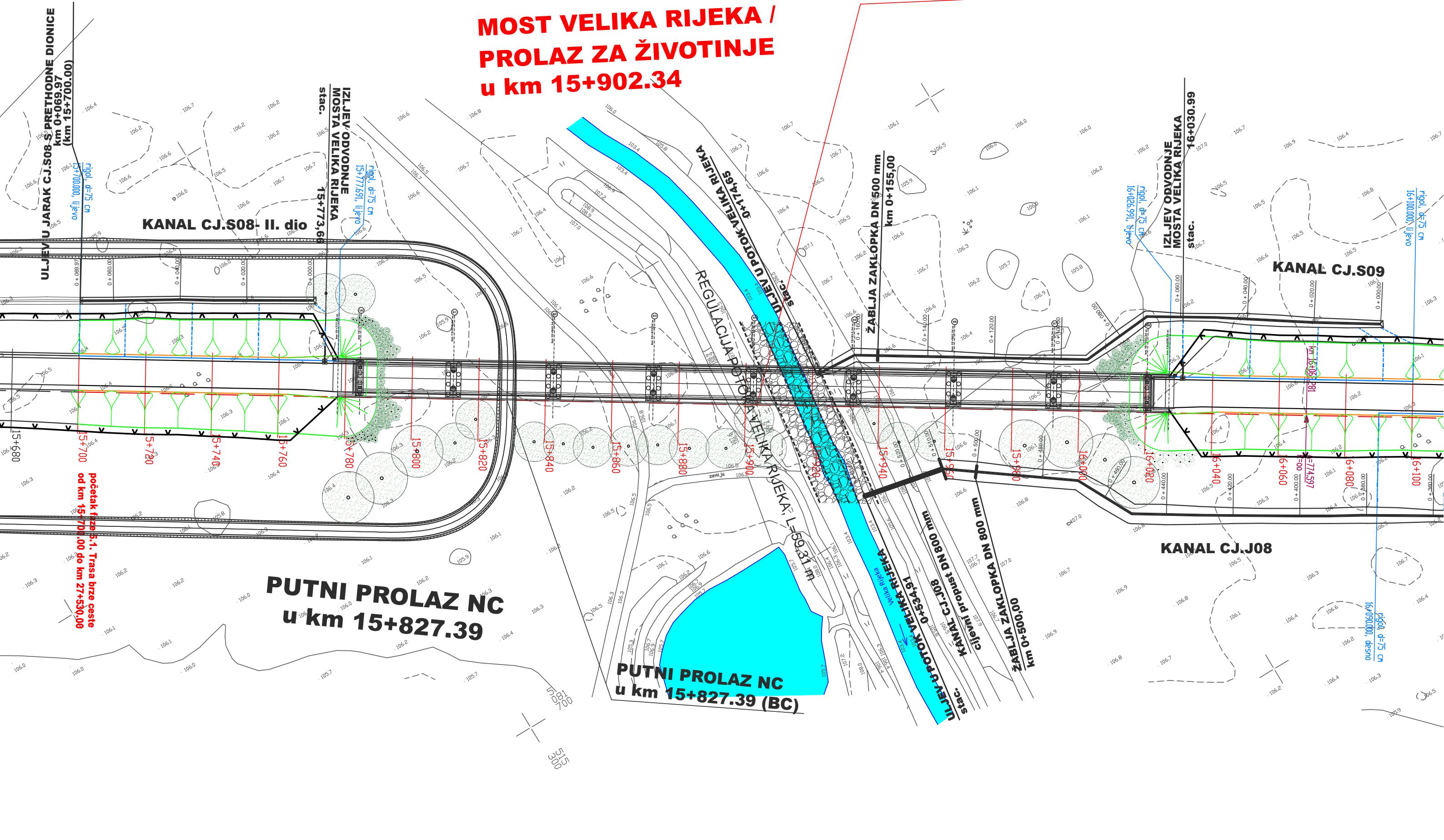
**ŽABLJA ZAKLOPKA DN 500 mm
km 0+155,00**

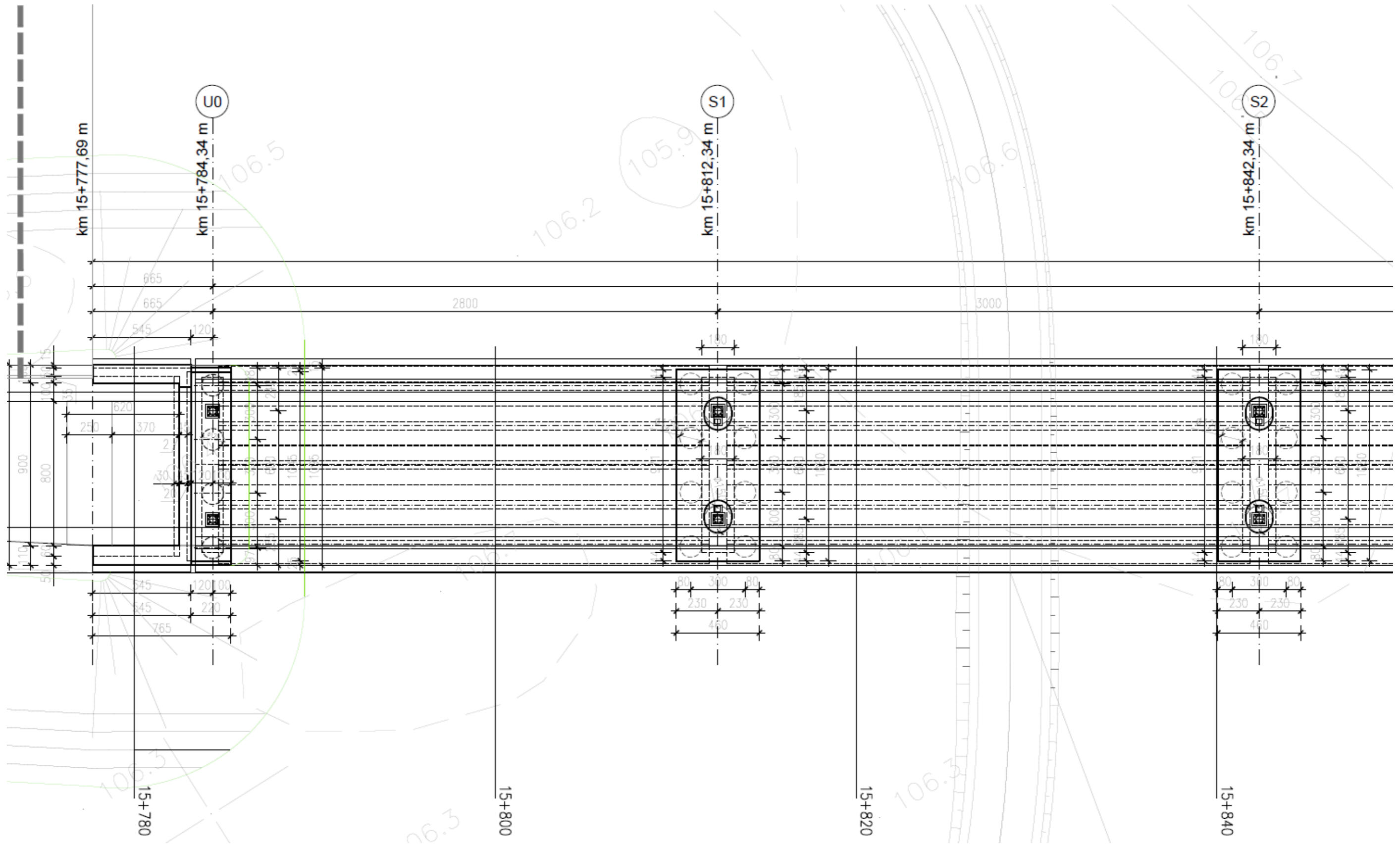
**IZLJEV ODVODNJE
MOSTA VELIKA RIJEKA
stac. 16+030.99**

KANAL CJ.S09

KANAL CJ.J08

**ULJEV POTOKA VELIKA RIJEKA
u km 0+534.91**
**KANAL CJ.J08
cijemni prolaz DN 800 mm
u km 0+000.00**
**ŽABLJA ZAKLOPKA DN 800 mm
u km 0+000.00**





km 15+777,69 m

km 15+784,34 m

km 15+812,34 m

km 15+842,34 m

U0

S1

S2

2800

3000

15+780

15+800

15+820

15+840

106.2

105.9

106.3

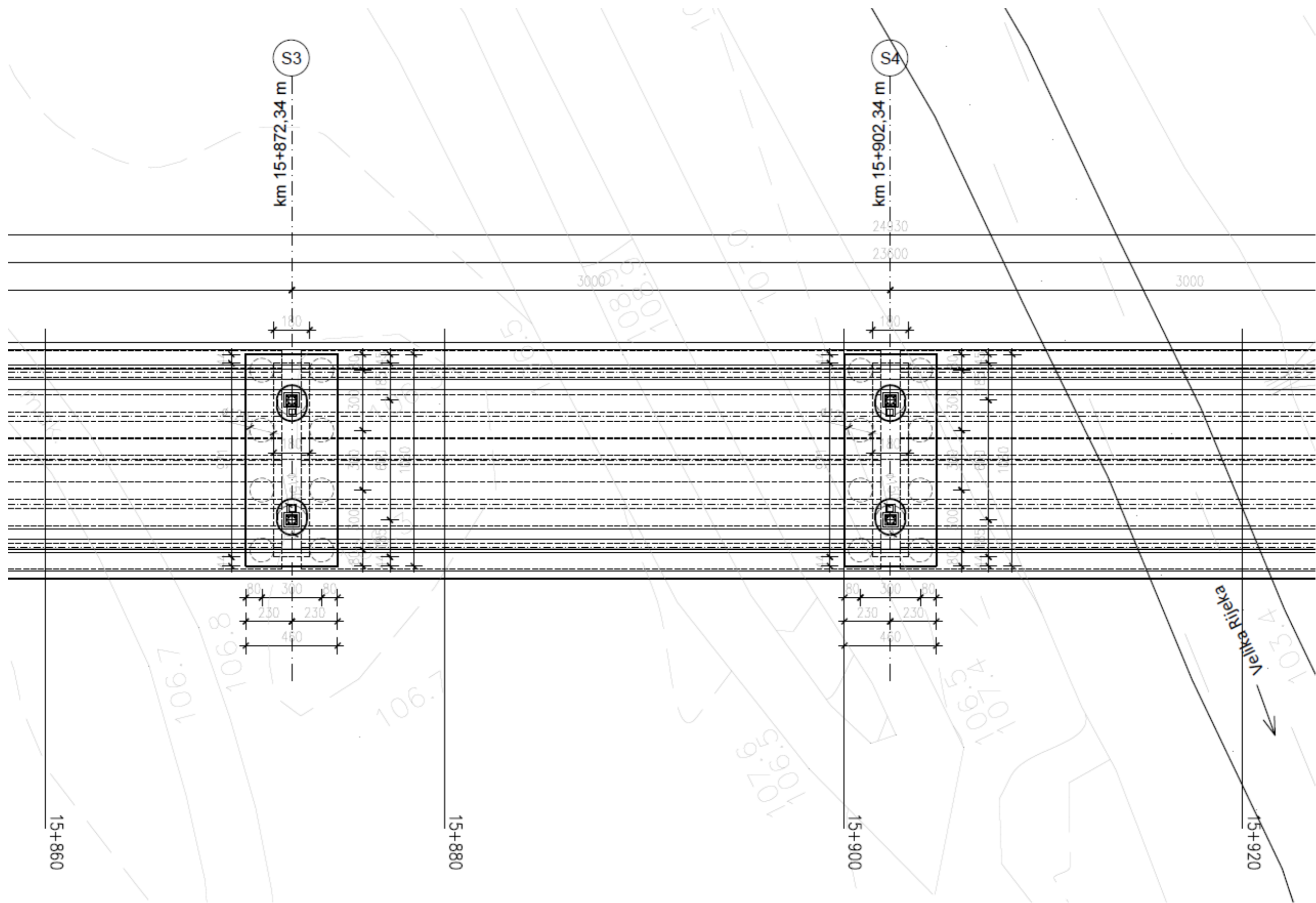
106.6

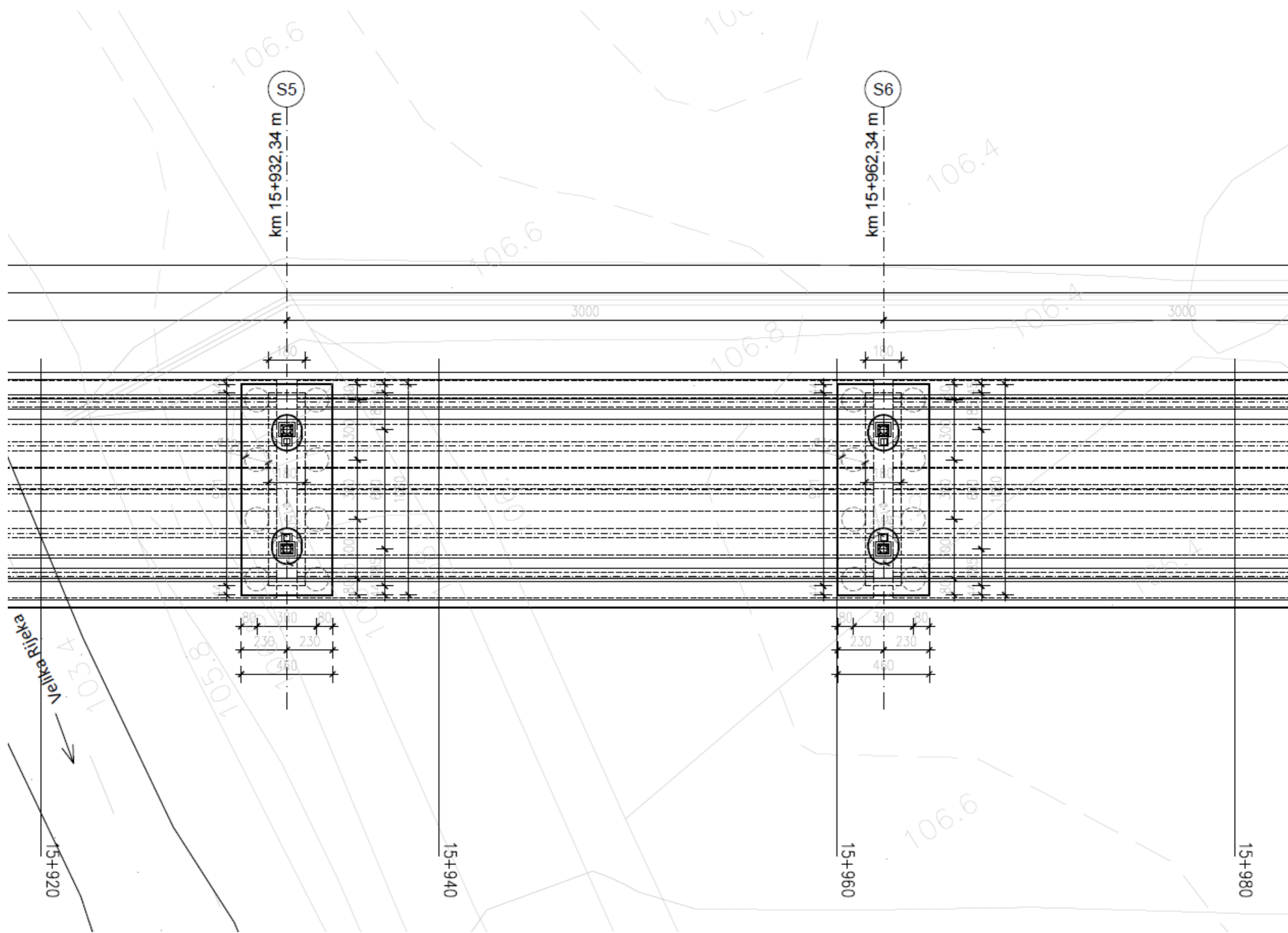
106.3

106.7

106.5

106.5





S5

km 15+932,34 m

S6

km 15+962,34 m

Velika Rijeka

15+920

15+940

15+960

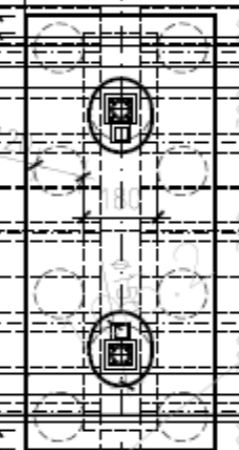
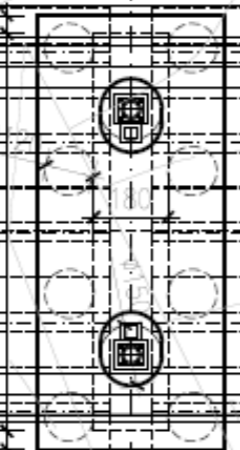
15+980

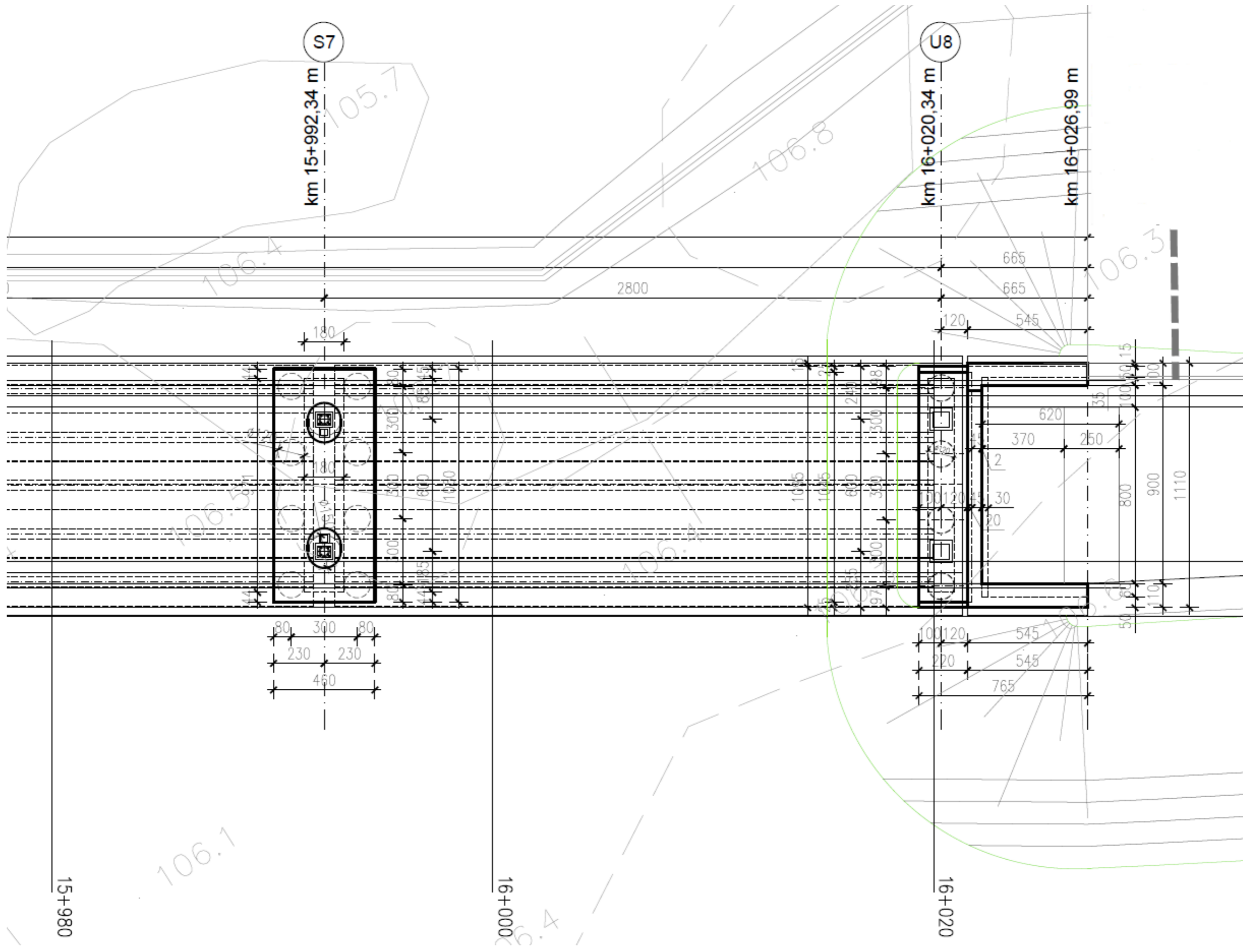
3000

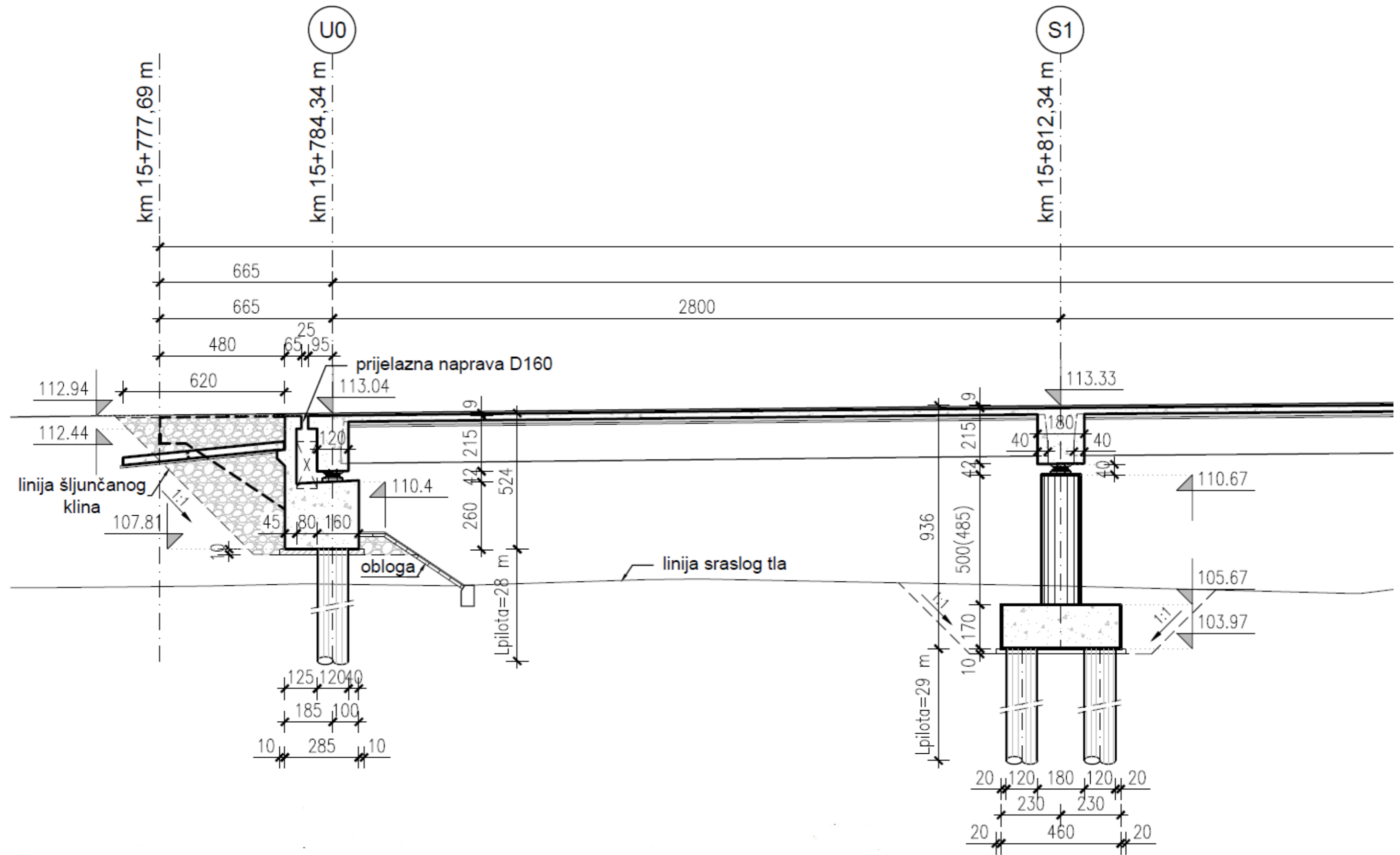
3000

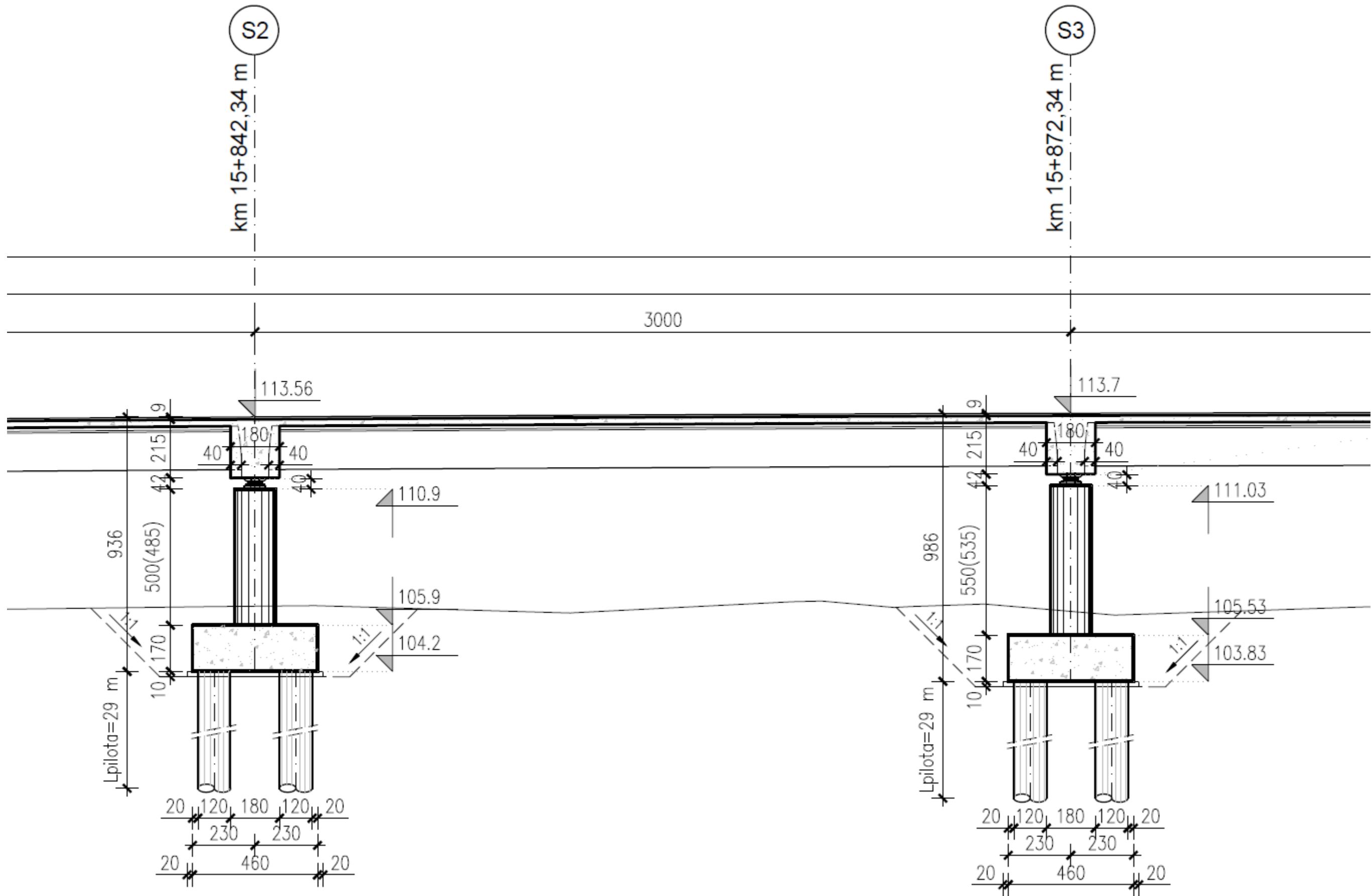
80 300 80
230 230
450

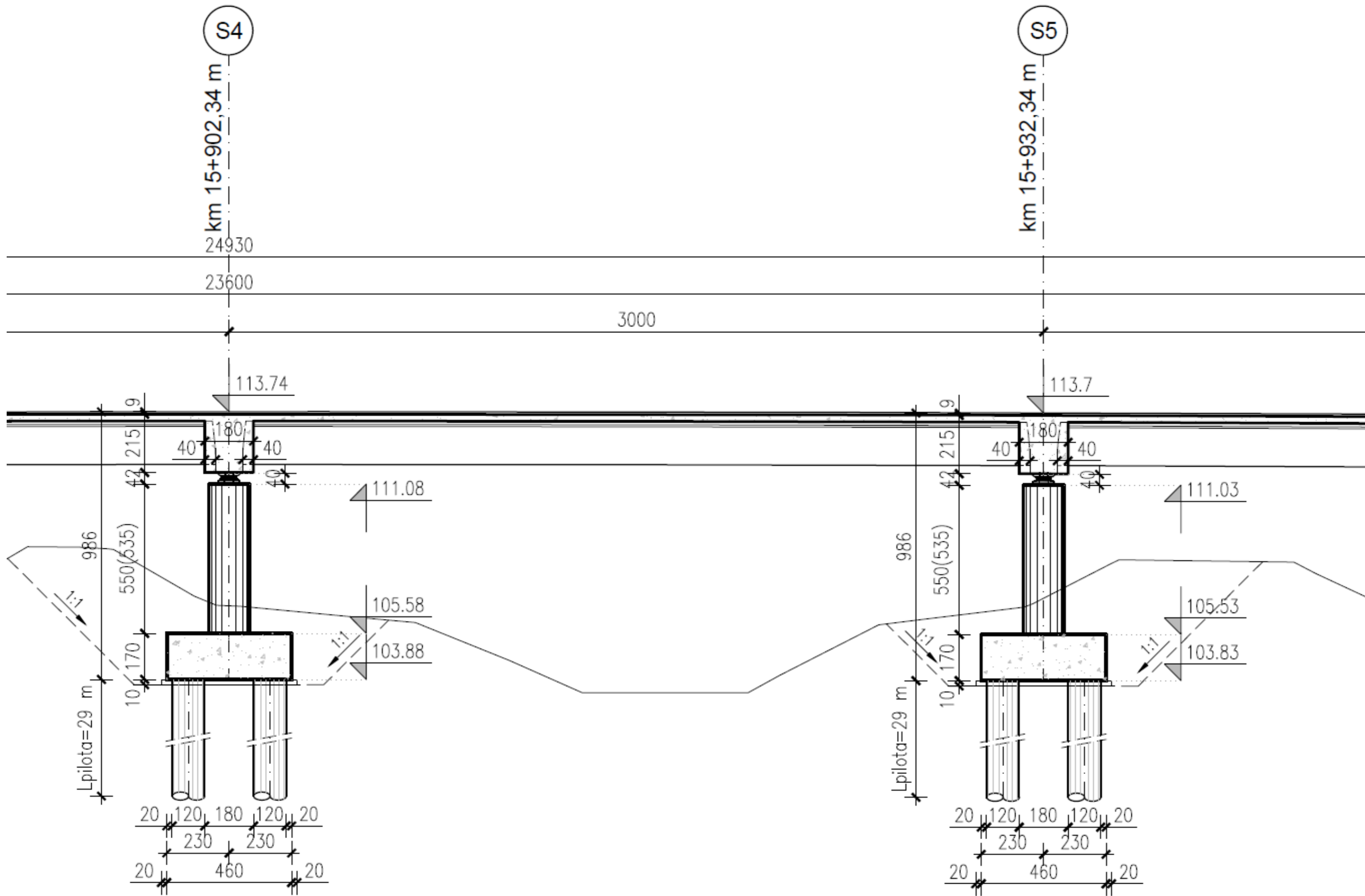
80 300 80
230 230
450

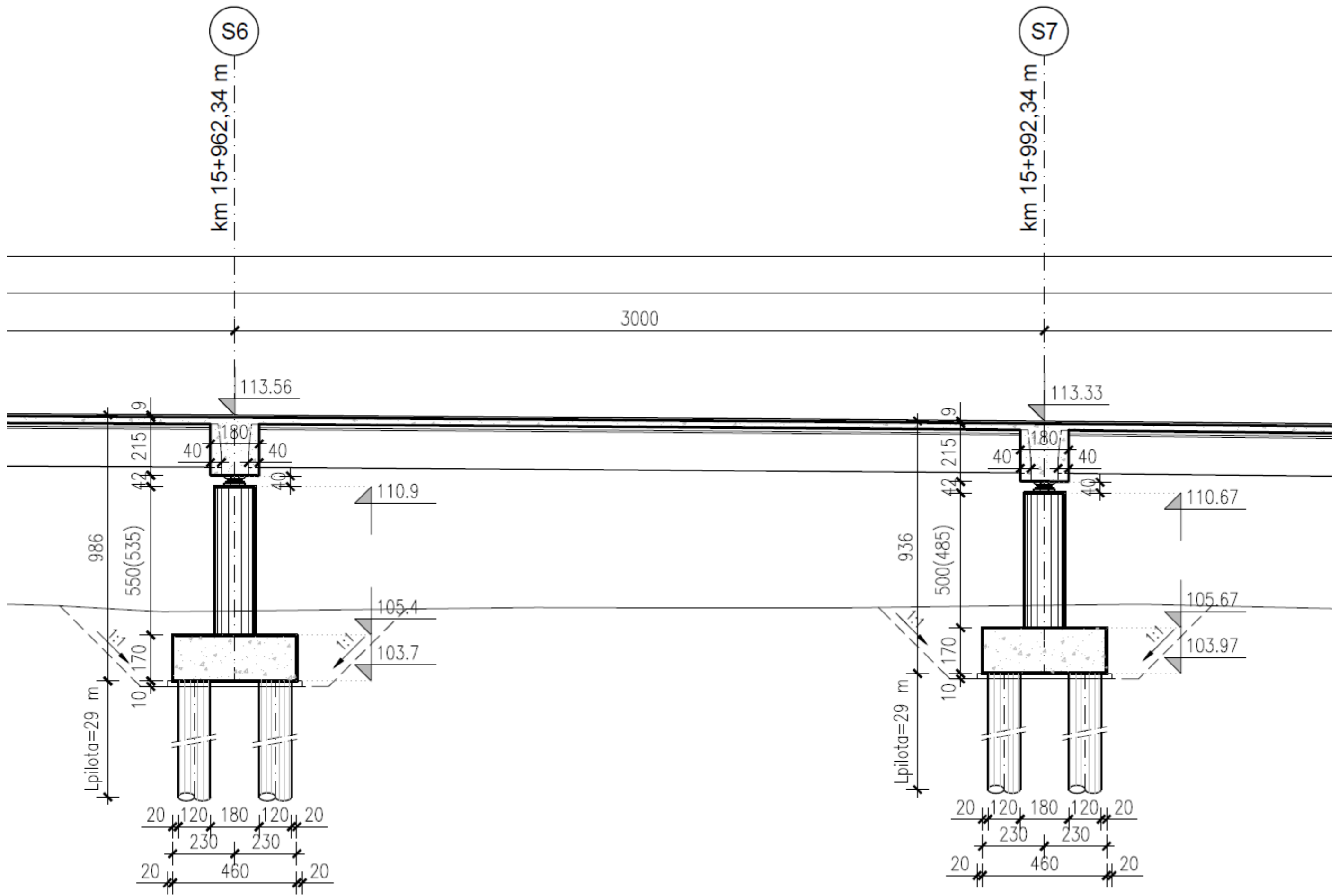


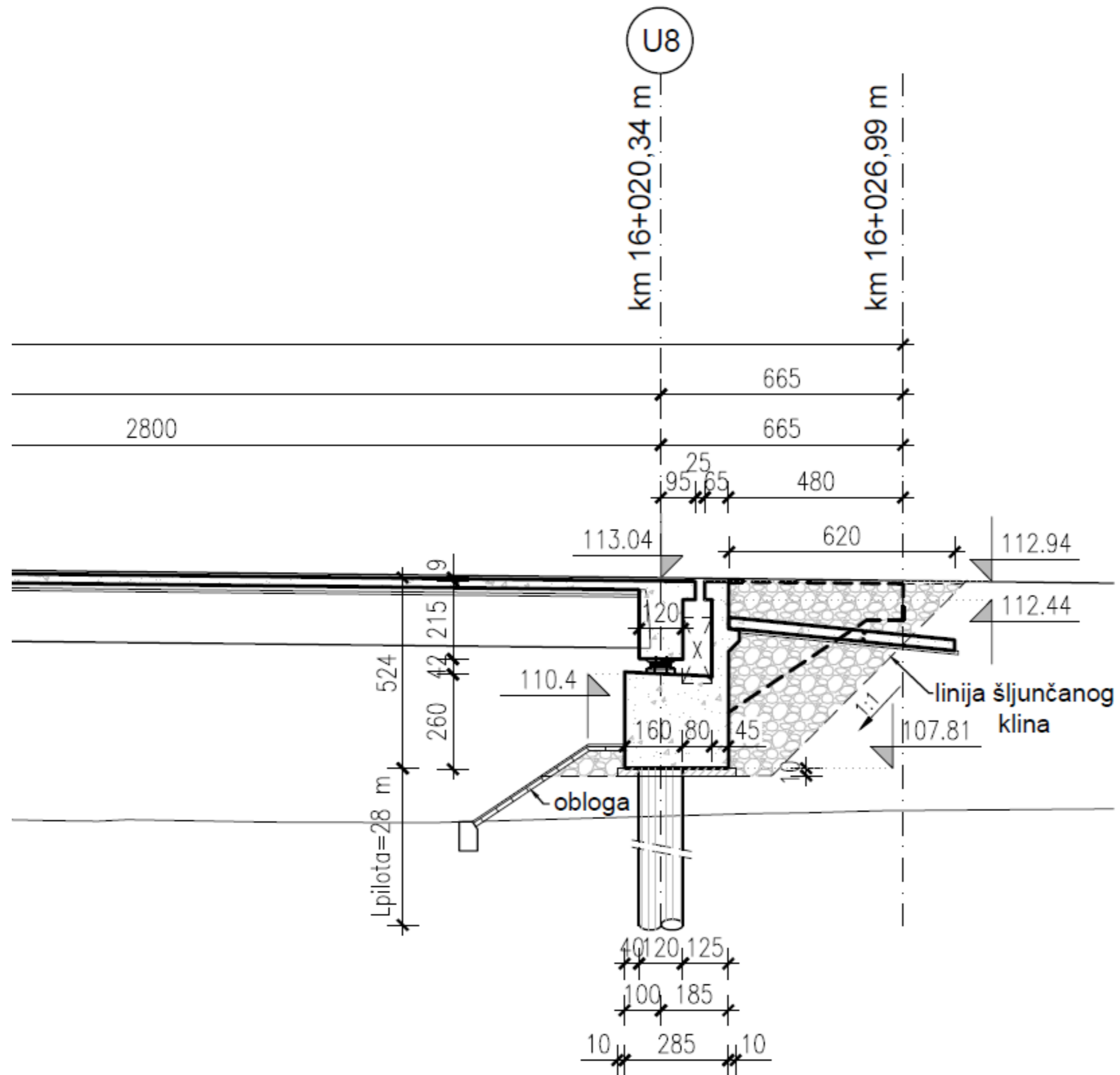






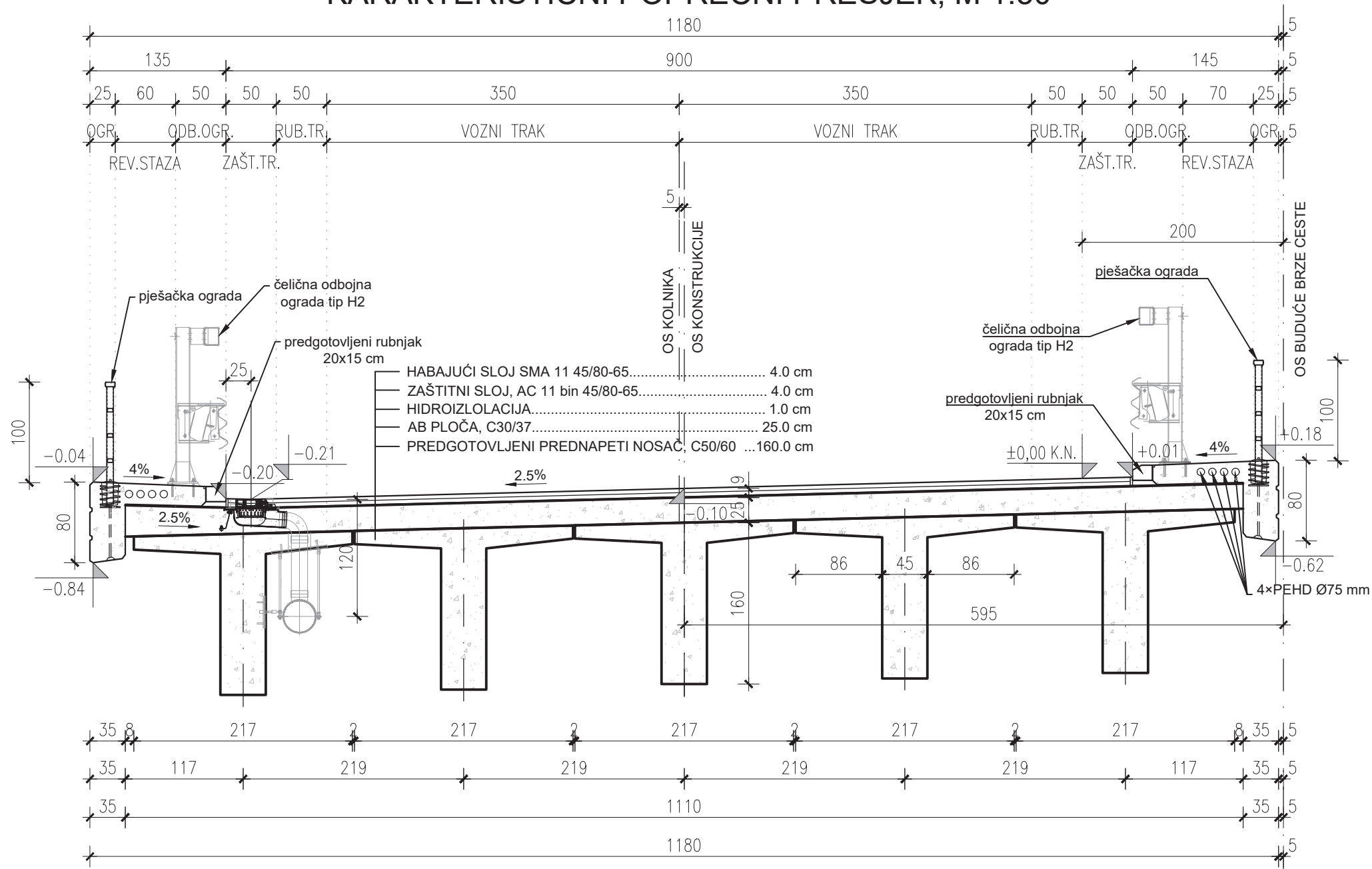






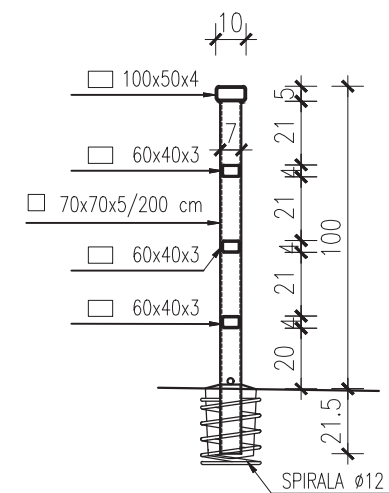
MOST VELIKA RIJEKA

KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK, M 1:50



Elementi konstrukcije	Razred tlačne čvrstoće	Razred izloženosti	D _{max} agregata (mm)	Zaštitni sloj (mm)	Razred sadržaja klorida	Čelik za armiranje	Čelik za prednapinjanje
1. Podložni beton	C16/20	X0	32	-	Cl 1,00		
2. Piloti	C30/37	XC2	32	min 75	Cl 0,40	B500B	-
3. Naglavnice pilota	C30/37	XC2	32	60	Cl 0,40	B500B	-
4. Upornjaci	C30/37	XC4; XF2; XD2	32	60	Cl 0,40	B500B	-
5. Prijelazna ploča	C25/30	XC2	32	60	Cl 0,40	B500B	-
6. Stupovi	C30/37	XC4; XF1; XD2	16	60	Cl 0,40	B500C	-
7. Poprečni nosači	C30/37	XC4; XF2; XD1	16	55	Cl 0,40	B500B	-
8. Klupice ležajeva	C45/55	XC3; XD2	16	50	Cl 0,40	B500B	-
9. Prednapeti nosači	C50/60	XC4; XF2; XD1	16	50	Cl 0,20	B500B	Y1860S7
10. Kolnička ploča	C30/37	XC4; XF2; XD1	16	50	Cl 0,40	B500B	-
11. Hodnik i vijenci	C35/45	XC4; XD3; XF4	16	60	Cl 0,40	B500B	-
12. Montažni rubnjaci	C40/50	XC4; XD3; XF4	16	50	Cl 0,40	B500B	-
13. Oblaganje pokosa	C25/30	XC2; XF2	16/32	60	Cl 0,40	B500B	-

DETALJ OGRADE, M 1:25



IZMJENA BR.	OPIS	DATUM	POTPIS
INVESTITOR: HRVATSKE CESTE d.o.o. 10 000 ZAGREB, Vončina 3 		 INSTITUT IGH d.d. ZAVOD ZA PROJEKTIRANJE	
RAZINA I STRUKOVNA ODREDNICA: GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT		ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA: GP-62115346	
GRADEVINA: BRZA CESTA DC12 - Čvorište Vrbovec 2 (DC10)-Bjelovar-Virovitica-GP Terezino Polje (granica Republike Mađarske) dionica: VRBOVEC 2 - BJELOVAR			
DIO GRADEVINE: 5.1. Trasa brze ceste od km 15+700.00 do km 27+530.00, izuzev putnih prijelaza nerazvrstanih cesta u km 18+252.71 i km 20+488.49 - I. faza, lijevi kolnik brze ceste			
MAPA: O 0100 MOST VELIKA RIJEKA		SADRŽAJ: KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK	
GLAVNI PROJEKTANT: NEBOJŠA OPAČIĆ, dipl.ing.grad.		MJERILO: 1:50, 1:25	
PROJEKTANT: DOMAGOJ MAJIĆ, mag.ing.aedif.  HRVATSKA KOMISIJA ZA ZAŠTITU GRAĐEVINARSTVA Dvlastiti inženjerski građevinstvo G 4978		DATUM: travanj 2019.	
SURADNICI: EDITA BILALIĆ, mag.ing.aedif.		BROJ PROJEKTA: 72120-GP-458-2019 BROJ PRILOGA: 1601	
OZNAKA DOKUMENTA: IGH - DC 12 - O 0100 - 1601			