

Projekt rekonstrukcije prometnice Branimirova ulica

Grcić, Roko

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:220061>

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

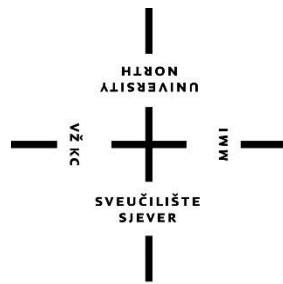
Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-24**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





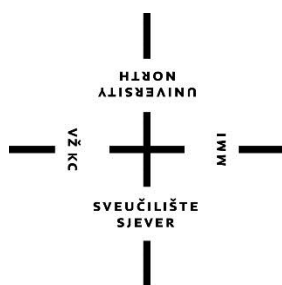
Sveučilište Sjever

Završni rad br. 301/GR/2017

Projekt rekonstrukcije prometnice Branimirova ulica

Roko Grcić, 0172/336

Varaždin, rujan 2017. godine



Sveučilište Sjever

Graditeljstvo

Završni rad br. 301/GR/2017

Projekt rekonstrukcije prometnice Branimirova ulica

Student

Roko Grcić, 0172/336

Mentor

Doc. dr. sc. Milan Rezo

Varaždin, rujan 2017. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za graditeljstvo		
PRISTUPNIK	Roko Grcić	MATIČNI BROJ	0172/336
DATUM	1. IX. 2017	KOLEGIJ	Prometnice
NASLOV RADA	Projekt rekonstrukcije prometnice Branimirova ulica		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Reconstruction project of the road Branimirova ulica		
MENTOR	dr. sc. Milan Rezo	ZVANJE	docent
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. prof. dr. sc. Božo Soldo		
	2. doc. dr. sc. Milan Rezo		
	3. dr. sc. Aleksej Aniskin, viši predavač		
	4. dr. sc. Matija Orešković		
	5. _____		

Zadatak završnog rada

BROJ 301/GR/2017

OPIS

U nastavku je prikazan završni rad na trećoj godini studija Graditeljstva na Sveučilištu Sjever u Varaždinu, opisan će inženjerski pristup izgradnji prometnica, odnosno prikazat će pripremu za izgradnju prometnica kroz primjenu modernih računalnih programa i modula za projektiranje. Ovaj rad je napravljen da prikaže primjenu programskog paketa „Plateia“ u svrhu projektiranja rekonstrukcije prometnice „Branimirova Ulica“, Trnovec Bartolovečki. Završni rad se sastoji od teoretskog dijela i praktičnog dijela. U teoretskom odnosno prvom dijelu završnog rada nakon uvoda kreće se s osnovnom podjelom cesta. Nakon podjele cesta prelazimo na opis poprečnog presjeka ceste gdje je opisan sav sadržaj i elementi koje se javljaju na poprečnom profilu, nakon toga je detaljno opisana odvodnja prometnice. Nakon odvodnje slijede osnovni tlocrtni elementi trase prometnice te što je bitno znati kod horizontalnog vođenja linije, nakon čega slijedi vertikalno vođenje linije u kojem su objašnjeni parametri uzdužnog profila ceste. I kao posljednji dio teoretskog dijela slijedi poglavlje o kolničkoj konstrukciji i njezinim elementima. Nakon teoretskog dijela slijedi tehničko rješenje rekonstrukcije prometnice u kojem su opisani svi potrebni radovi za jednu prometnicu. Na kraju rada je opisan programski paket „Plateia“ koji se koristio pri rekonstrukciji prometnice Branimirova Ulica.

ZADATAK URUČEN 18.09.2017.



POTPIS MENTORA

Milan Rezo



IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Roko Grčić (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Projekt rekonstrukcije prometnice Branimirova Ulica (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Roko Grčić (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Projekt rekonstrukcije prometnice Branimirova Ulica (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)

Sažetak

U nastavku je prikazan završni rad na trećoj godini studija Graditeljstva na Sveučilištu Sjever u Varaždinu, opisat će inženjerski pristup izgradnji prometnica, odnosno prikazat će pripremu za izgradnju prometnica kroz primjenu modernih računalnih programa i modula za projektiranje. Ovaj rad je napravljen da prikaže primjenu programskog paketa „Plateia“ u svrhu projektiranja rekonstrukcije prometnice „Branimirova Ulica“, Trnovec Bartolovečki. Završni rad se sastoji od teoretskog dijela i praktičnog dijela. U teoretskom odnosno prvom dijelu završnog rada nakon uvoda kreće se s osnovnom podjelom cesta. Nakon podjele cesta prelazimo na opis poprečnog presjeka ceste gdje je opisan sav sadržaj i elementi koje se javljaju na poprečnom profilu, nakon toga je detaljno opisana odvodnja prometnice. Nakon odvodnje slijede osnovni tlocrtni elementi trase prometnice te što je bitno znati kod horizontalnog vođenja linije, nakon čega slijedi vertikalno vođenje linije u kojem su objašnjeni parametri uzdužnog profila ceste. I kao posljednji dio teoretskog dijela slijedi poglavlje o kolničkoj konstrukciji i njezinim elementima. Nakon teoretskog dijela slijedi tehničko rješenje rekonstrukcije prometnice u kojem su opisani svi potrebni radovi za jednu prometnicu. Na kraju rada je opisan programski paket „Plateia“ koji se koristio pri rekonstrukciji prometnice Branimirova Ulica.

Ključne riječi: završni rad, rekonstrukcija prometnice, Plateia.

Abstract

Below is a final work on the third year of the Civil Engineering of University North, Varaždin, it will describe the engineering approach to the construction of roads, the preparation for the construction of roads through the application of modern computer programs and design modules. This paper is designed to show the application of the Plateia program package for the purpose of reconstructing the road „Branimirova Ulica“, Trnovec Bartolovečki. The final work consists of a theoretical part and a practical part. In the theoretical or the first part of the final work after the introduction it starts with the basic division of roads. After the division of the roads we cross over to the description of the cross section of the road where all the contents and elements that appear on transverse profile are described, followed by the detailed description of the drainage of the road. Following the drainage, follow the basic floor plan elements of the road and what is important to know about the horizontal line running, followed by a vertical guiding of the line in which the parameters of the longitudinal profile of the road are explained.

And as the last part of the theoretical part follows the chapter on the road construction and its elements. After the theoretical part follows a technical solution for the reconstruction of the road where all necessary works for a single road are described. At the end of the work, a software package „Plateia“ that was used for reconstruction of the road is described.

Key words: final work, road reconstruction, Plateia.

Sadržaj

1.	Uvod.....	8
2.	Podjela cesta.....	9
2.1.	Mjerodavne brzine.....	11
3.	Poprečni presjek.....	12
3.1.	Prometni trak.....	14
3.2.	Rubni trak.....	15
3.3.	Bankina.....	16
3.4.	Berma.....	17
4.	Odvodnja prometnice.....	18
	Površinska odvodnja.....	19
4.1.	Podzemna odvodnja.....	22
5.	Osnovni tlocrtni elementi trase prometnice.....	25
5.1.	Pravac.....	25
5.2.	Kružni luk.....	27
5.3.	Prijelaznica.....	30
6.	Vertikalno vođenje linije.....	35
6.1.	Uzdužni nagib.....	35
6.2.	Vertikalne krivine.....	36
7.	Kolnička konstrukcija.....	40
7.1.	Donji ustroj ceste.....	40
7.1.1.	<i>Projektiranje donjeg ustroja.....</i>	<i>42</i>
7.2.	Gornji ustroj ceste.....	45
7.2.1.	<i>Cestovni zastor.....</i>	<i>46</i>
7.2.2.	<i>Podloga.....</i>	<i>47</i>
7.2.3.	<i>Posteljica.....</i>	<i>47</i>
8.	Tehničko rješenje rekonstrukcije prometnice.....	49
8.1.	Lokacija i prostorno planska dokumentacija.....	49
8.2.	Postojeće stanje branimirove ulice.....	49
8.3.	Lokacija.....	51
8.4.	Pripremni radovi.....	52
8.4.1.	<i>Geodetski radovi.....</i>	<i>52</i>
8.5.	Zemljani radovi.....	58
8.5.1.	<i>Kopanje probnih šliceva.....</i>	<i>58</i>
8.5.2.	<i>Strojno glodanje s afaltnih slojeva.....</i>	<i>58</i>
8.5.3.	<i>Iskop humusa.....</i>	<i>58</i>
8.5.4.	<i>Široki iskop.....</i>	<i>60</i>
8.5.5.	<i>Uređenje temeljnog tla mehaničkim zbijanjem.....</i>	<i>63</i>
8.5.6.	<i>Izrada nasipa - tamponski sloj.....</i>	<i>64</i>
8.5.7.	<i>Izrada posteljice.....</i>	<i>65</i>
8.5.8.	<i>Izrada bankina.....</i>	<i>66</i>

8.6. Odvodnja	67
8.6.1. Iskop rova za instalacije i drenaže	67
8.6.2. Iskop rova za kanalizacije	68
8.6.3. Izrada revizijskih okana – slivnici.....	69
8.6.4. Slivnici vodolovna grla.....	71
8.6.5. Izdizanje i spuštanje okana komunalnih i drugih instalacija	72
8.7. Betonski radovi	72
8.7.1. Betonski i armirano - betonski radovi.....	72
8.7.2. Izvođenje betonskih radova	73
8.7.3. Betonski rubnjaci.....	75
8.7.4. Izrada betonske ograde	75
8.8. Asfalterski radovi	75
8.8.1. Prijevoz asfaltne mješavine	75
8.8.2. Ugradnja asfaltne mješavine.....	76
8.8.3. Bitumenizirani nosivi sloj.....	77
9. Plateia.....	79
9.1. Moduli	81
10. Zaključak.....	86
11. Literatura.....	87
12. Popis slika	88
13. Popis tablica	90
14. Prilozi.....	91

1. Uvod

Visoka gospodarska, tehnička, kulturna, razina određenog područja izravno je uvjetovana barem jednom razvijenom i organiziranom granom prometa. Optimalno rješenje unutarne i vanjske prometne povezanosti područja postiže se međusobnim usklađivanjem cestovnog, željezničkog, pomorskog, riječnog i zračnog prometa, uz nužno uvažavanje niza relevantnih obilježja (veličina, geografski položaj, gospodarske prilike, ...). Bez obzira na komparativne prednosti ostalih prometnih grana, bilo kakav prometni sustav u pravilu je nezamisliv bez cestovnog prometa (Rezo, 2013).

Razlog tome su i neke značajne prednosti, svojstvene samo cestovnom prometu:

- dobra prilagodljivost prometnim potrebama, bez obzira na veličinu, geografski položaj i konfiguraciju terena područja,
- prometnu potrebu u pravilu je moguće zadovoljiti samo jednim prometnim sredstvom bez presjedanja ili pretovara,
- neovisnost o stalnom voznom redu (osim javnog prijevoza putnika).
- Cestovna prometna mreža ustrojena je na hijerarhijskom načelu (iz daljeg u kraće).
- Okosnicu čine ceste daljinskog prometa, koje svojim tehničkim karakteristikama i razinom uslužnosti udovoljavaju potrebama međunarodnog kontinentalnog prometa (Rezo, 2013).

2. Podjela cesta

S obzirom na funkciju, projektiranje i eksploataciju, ceste se razlikuju po vrsti prometa, broju voznih trakova, vrsti zastora, planiranoj veličini prometa, terenu kojim prolaze, položaju i funkciji u cestovnoj mreži. (Korlaet, 1995.)

Prema položaju u prostoru javne ceste se dijele na:

- Javne ceste izvan naselja,
- Gradske ceste – ulice.

JAVNE CESTE IZVAN NASELJA

Prema privrednom i društvenom značenju ceste dijelimo na:

- Magistralne,
- Regionalne,
- Lokalne.

Sve ostale ceste spadaju u grupu nekategoriziranih cesta i cesta za posebne namjene.

Prema vrsti prometa kojem su namijenjene javne ceste dijelimo na:

- Ceste za promet motornih vozila
- Ceste za mješoviti promet.

Podjela javnih cesta prema društvenom i gospodarskom značenju unutar zakona o cestama:

- Autoceste,
- Državne ceste,
- Županijske ceste,
- Lokalne ceste.

Podjela javnih cesta prema veličini motornog prometa (tablica 2.1):

Razred ceste	Veličina motornog prometa (PGDP) vozila / dan
AC	više od 14000
1. razred	više od 12000
2. razred	više od 7000 do 12000
3. razred	više od 3000 do 7000
4. razred	više od 1000 do 3000
5. razred	do 1000

Tablica 2.1: Podjela prometnica prema veličini motornog prometa [7]

Podjela prema konfiguraciji terena kojim cesta prolazi (tablica 2.2):

- ceste u ravnici,
- ceste u planinskom terenu,
- ceste u brežuljkastom terenu,
- ceste u brdovitom terenu.

OSONOVNE KARAKTERISTIKE TERENA	KONFIGURACIJA TERENA			
	RAVNIČAST I	BREŽULJKASTII	BRDOVIT III	PLANINSKI IV
VISINSKA RAZLIKA U RELJEFU NA 1 KM TRASE	neznatna	do 70 m	70 - 150 m	preko 150 m
NAGIB PADINA	do 1:10	1:10 - 1:5	1:5 - 1:1	1:1 - 1:0
NABORANOST TERENA	-	slabije izražena	jače izražena	vrlo jaka, oštri grebeni, duboke uvale
MOGUĆI ELEMENTI TRASE	izbor slobodan	izbor djelomično ograničen	izbor ograničen, djelomično prisilni elementi	elementi predodređeni

Tablica 2.2: Karakteristike konfiguracija terena (Korlaet, 1995.)

GRADSKE CESTE-ULICE

Gradske prometne površine nisu podijeljene jedinstvenom kategorizacijom. Svaka gradska mreža ima niz posebnosti koje su uvjetovane veličinom grada, oblikom mreže, načinom i opsegom povezivanja s mrežom javnih cesta, vrstom i organizacijom javnog prometa itd. Cestovna mreža u gradovima može se dijeliti prema administrativnim i funkcionalnim kriterijima.

OSTALI NAČINI PODJELE CESTE

- AC – autoceste za međudržavno-državno povezivanje
- 1. razred za državno-regionalno povezivanje
- 2. razred za regionalno-županijsko povezivanje
- 3. razred za županijsko-međuopćinsko povezivanje
- 4. razred za međuopćinsko-općinsko povezivanje
- 5. razred za općinsko-lokalno povezivanje

2.1. Mjerodavne brzine

Pod pojmom mjerodavnih brzina podrazumijevamo projektnu i računsku brzinu koje su vrlo važne za određivanje ostalih elemenata trase ceste i njenog poprečnog presjeka. Pomoću njih određujemo duljine pravaca, prijelaznica, te polumjere kružnih lukova, uzdužne nagibe, širine prometnih trakova, rubnih trakova i sl. Primjenom mjerodavnih brzina pri projektiranju ceste vozaču se omogućava preglednost ceste.

Projektna brzina (V_p) je najveća brzina za koju je zajamčena potpuna sigurnost vožnje u slobodnom prometnom toku na cijelom potezu trase, pod optimalnim vremenskim uvjetima i kod dobrog održavanja. Ona karakterizira razinu građevinsko - prometnih svojstava ceste. Primjena V_p je kod određivanja graničnih vrijednosti tlocrtnih i visinskih elemenata trase:

- minimalni polumjer horizontalnog zavoja,
- maksimalni uzdužni nagib,
- poprečni presjek.

Računska brzina (V_r) je najveća očekivana brzina koju vozilo u slobodnom prometnom toku može ostvariti uz dovoljnu sigurnost vožnje na određenom dijelu ceste, u skladu s prihvaćenim modelom njezinog ustanovljavanja, zavisno o tlocrtnim i visinskim elementima tog dijela trase. Na temelju računске brzine određuju se: (Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljiti sa stajališta sigurnosti prometa)

- poprečni nagib kolnika u zavojima,
- potrebne duljine preglednosti,
- polumjeri vertikalnih zavoja,
- najmanji polumjer horizontalnog zavoja sa suprotnim poprečnim nagibom kolnika.

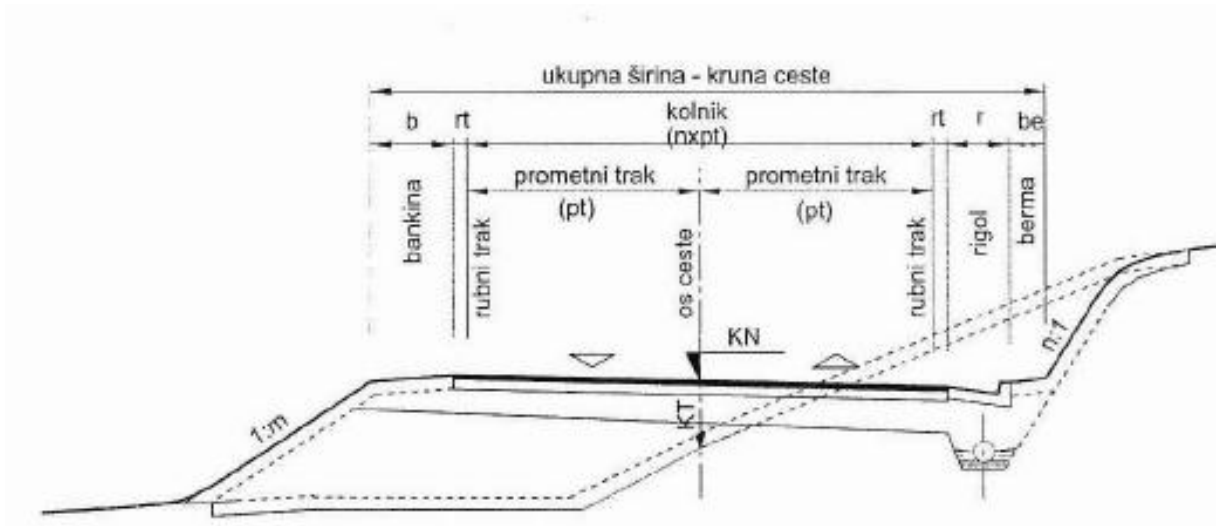
Na primjer, za cestu 2. razreda ($PGDP = 7.000$ do 12.000 vozila/24h) i nizinski predio, računska brzina V_r iznosi 100 km/h, a kod vođenja ceste u planinskom predjelu V_r iznosi 60 km/h odnosno izuzetno i 50 km/h. To znači na se na "težim" terenima postavljaju skromniji uvjeti za komfor vožnje, jer je na njima i inače vrlo teško ostvariti elemente trase za velike brzine. Izuzetak su pri tom autoceste, kod kojih i u planinskom terenu mora biti osigurana minimalna $V_r = 80$ km/h.

3. Poprečni presjek

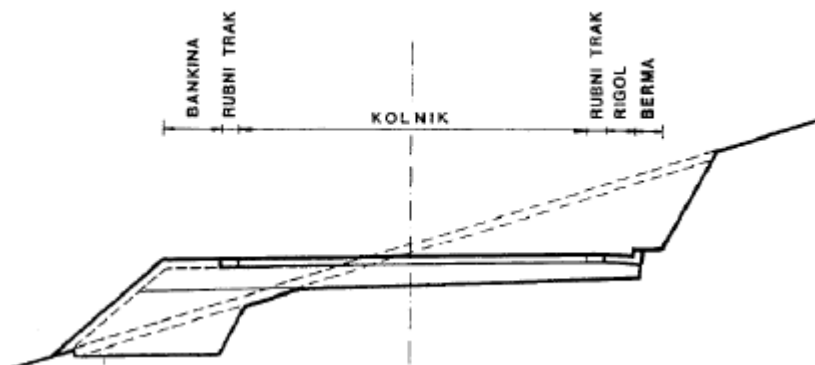
Postoji pet osnovnih elemenata poprečnog presjeka prometnice, a to su:

- prometni trak,
- rubni trak,
- bankina,
- berma,
- sustav za odvodnju.

Osim tih 5 elemenata poprečni profil može sadržavati i trak za spora vozila, trak za vozila javnog prometa, trak za zaustavljanje, razdjelni pojas te biciklističke i pješačke staze.



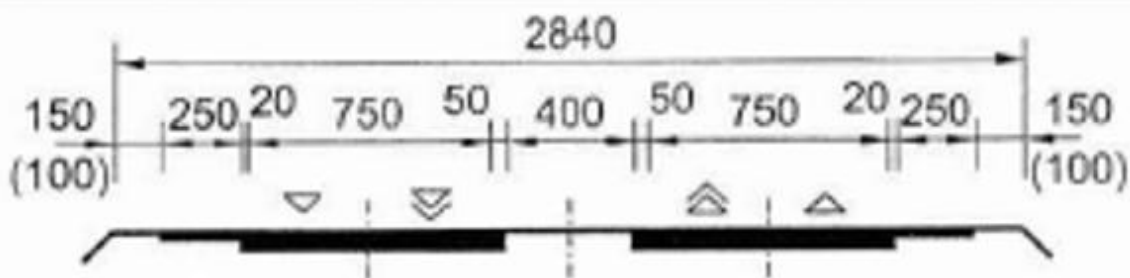
Slika 3.1: Poprečni presjek (Rezo, 2015.)



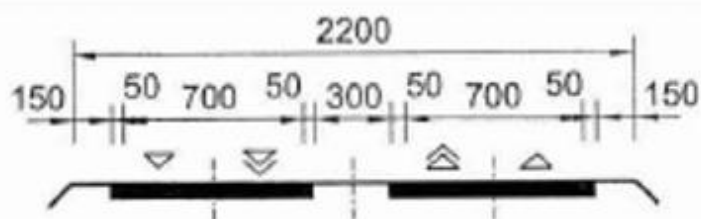
Slika 3.2: Elementi poprečnog presjeka (Rezo, 2015.)

Dimenzije poprečnog presjeka (Slika 3.3 i Slika 3.4):

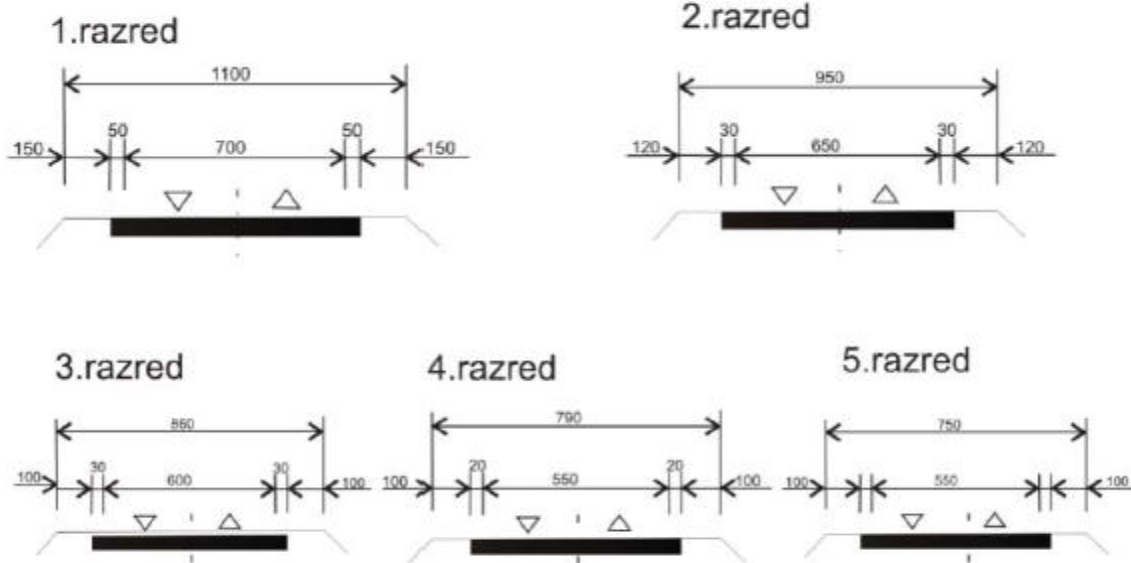
Auto – cesta



Brza cesta



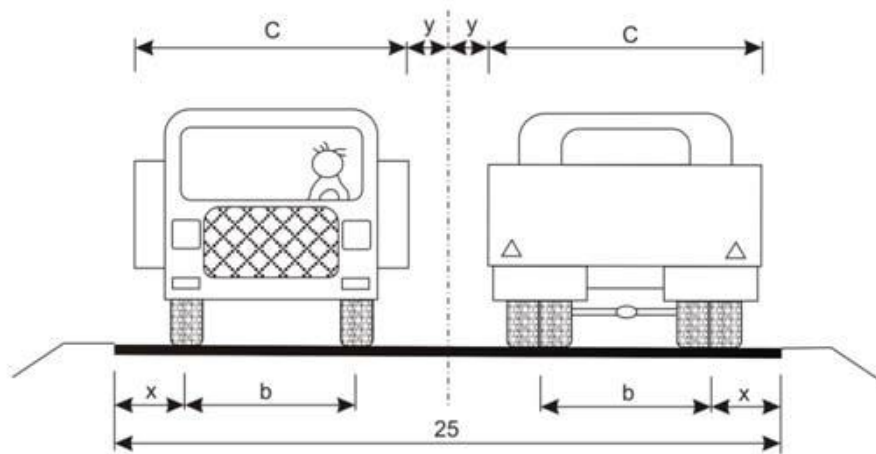
Slika 3.3: Dimenzije poprečnog presjeka za auto-cestu i brzu cestu (Rezo, 2016.)



Slika 3.4: Dimenzije poprečnog presjeka (Rezo, 2016.)

3.1. Prometni trak

Ukupna širina kolnika sastoji se od jednog, dva ili više prometnih traka i ovisi o njihovoj širini (slika 3.5.). Broj traka određuje se prema značenju ceste, gustoći prometa i zahtijevanoj propusnoj moći ceste. (Rezo, 2016.)



Slika 3.5: Širina prometnog traka (Rezo, 2016.)

Jednotračni kolnici primjenjuju se iznimno pri vrlo maloj gustoći prometa te na kraćim pristupnim cestama i putovima odnosno na rampama raskrižja izvan razina.

Dvotračni kolnici za razliku od jednotračnih primjenjuju se na većini prometnica za dvosmjernan i jednosmjernan promet.

Tro-tračni kolnici se kao jednosmjerni primjenjuju na autocestama ili prigradskim prometnicama. (Rezo, 2014.)

Prometni trak je namijenjen prometu vozila u jednom smjeru. Širine prometnih trakova na vangradskim cestama ovise o računskoj brzini i poprimaju diskontinuirane vrijednosti: 2.75 m, 3.00 m, 3.25 m, 3.50 m, 3.75 m. (Najmanja širina prometnog traka je kod $V_r = 40\text{km/h}$: 2.75 m, izuzetno 2.50 m, a za $V_r = 100\text{km/h}$ iznosi 3.75 m odnosno 3.50 m). Širine dodatnih prometnih trakova na vangradskim cestama u pravilu su jednake širinama prometnih trakova ili su za 0.25 m uže, a širina traka za zaustavljanje u nuždi u pravilu iznosi 2.50 m (autoceste). Kod gradskih cesta (ulica), obzirom na naslijeđenu gradsku strukturu (nemogućnost proširenja odnosno reguliranja određenih širina prometnih trakova), prometni trakovi mogu biti različitih širina (npr. 2.95 m, 3.10 m i sl.). (Korlaet, 1995.)

3.2. Rubni trak

Rubni trak („pasica“) je prostor između prometnog traka i drugih elemenata u poprečnom profilu ceste (najčešće između prometnog traka i rigola odnosno bankine), a njegove se širine kreću od 0.20 do 0.50 m u ovisnosti o računskoj brzini ceste. (Brozović, 2009.)

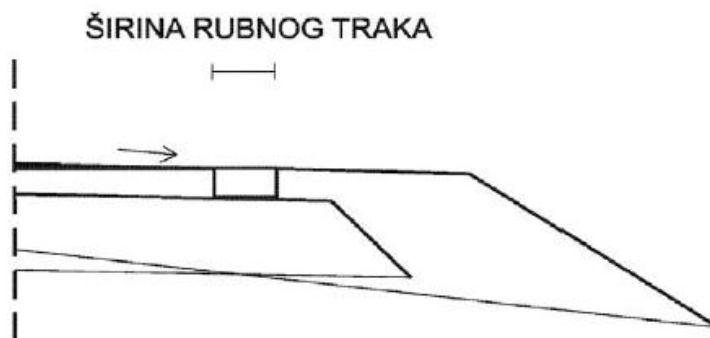
Rubni trakovi se ne računavaju u širinu prometnog traka. Grade se s obje strane kolnika i predviđeni su kao granični vizualni elementi u funkciji sigurnosti prometa. Rubni trakovi se izvode neprekinuto u istoj širini na cijeloj dionici za koju je utvrđen normalni profil: uz uzdignuti rubnjak, na objektima, tunelima i uz betonsku zaštitnu ogradu. Poprečni nagib rubnih trakova uvijek je jednak poprečnom nagibu kolnika. (Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljiti sa stajališta sigurnosti prometa).

Rubni trak osigurava rub kolnika od oštećenja i jasno označava desni rub voznog traka. Kolnik bez rubnog traka nema oštru konturu, vozači izbjegavaju vožnju uz desni rub kolnika, čime se praktički sužuje koristan presjek kolnika i smanjuje sigurnost prometa. Širina rubnog traka ovisi o širini prometnog traka što je vidljivo u tablici 3.3. (Korlaet, 1995.)

PROMETNI TRAK (m)	RUBNI TRAK (m)
3.75	0.50
3.50	0.35
3.25-3.00	0.30
2.75	0.20

Tablica 3.1: Ovisnost širine rubnog traka o širini prometnog traka (Korlaet, 1995.)

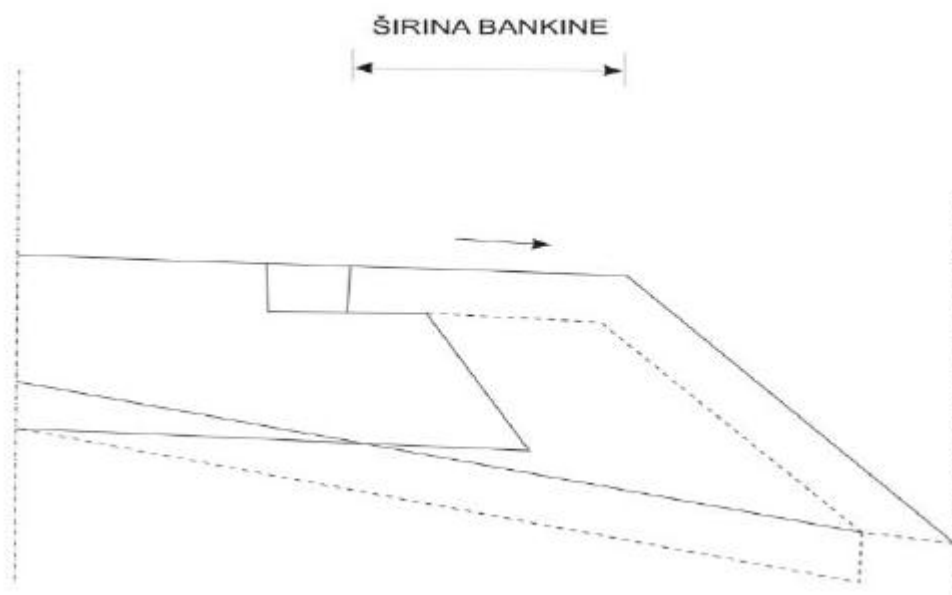
Rubni trak može biti izveden kao posebni element ili kao proširenje kolničke konstrukcije uz označavanje rubnom crtom (slika 3.2). (Korlaet, 1995.)



Slika 3.6: Širina rubnog traka (Rezo, 2016.)

3.3. Bankina

Bankina je stabilizirajući trak na nasipnoj strani ceste i ima nagib prema nasipu radi lakše odvodnje (slika 2.3). Njena širina ovisi o V_r i poprima slijedeće vrijednosti $V_r = 50 \text{ km/h}$ (1.00 m), $V_r = 70 \text{ km/h}$ (1.20 m), $V_r \geq 80 \text{ km/h}$ (1.50 m). Bankina osim za odvodnju služi i za smještaj prometnih znakova te po potrebi za vozila u kvaru i sl., na njoj se na predviđenim kritičnim mjestima postavljaju odbojnici.



Slika 2.7: Bankina (Rezo, 2016.)

Bankina se u većini slučajeva izvodi s poprečnim nagibom prema vanjskoj strani ceste minimalno 4%, ali ako je kolnik većeg nagiba od 4% bankina se izvodi prema nagibu kolnika. (Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljiti sa stajališta sigurnosti prometa)

Kao i kod rubnog traka širinu bankine uvjetuje širina prometnog traka što je vidljivo u tablici 3.4.

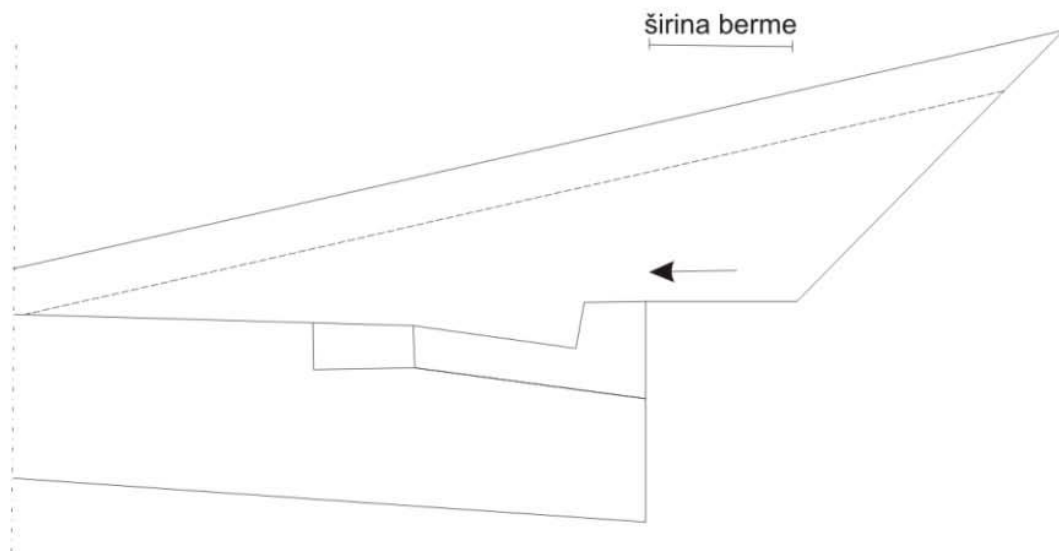
Širina prometnog traka (m)	Širina bankine(m)
3.75	1.50
3.50	1.50
3.25	1.20
3.00	1.00
2.75	1.00

Tablica 3.4: Ovisnost širine bankine o širini prometnog traka (Korlaet, 1995.)

3.4. Berma

Berma je trak na usječnoj strani ceste, ona osigurava širinu profila ceste odnosno traženu zaštitnu širinu ceste koja služi za prihvat eventualno palog materijala usjeka.

Širina berme je 1-2m u pravcu, a u zavoju ovisi o veličini otvaranja usjeka radi osiguravanja preglednosti. (Rezo, 2014.)



Slika 3.8: Berma (Rezo, 2016.)

4. Odvodnja prometnice

Pouzdana i efikasna odvodnja ceste vrlo je važna za osiguranje stabilnosti donjeg i gornjeg ustroja cesta. Voda se može pojaviti kao: površinska (oborinska) voda, procjedna voda i podzemna voda. U načelu treba održavati princip da se svi oblici pojave vode drže pod stalnom kontrolom i odvede najkraćim putem u stalne ili povremene prirodne vodotoke.

Djelovanje vode ovisi o:

načinu njezine pojave,

geološkoj građi i hidro-geološkim obilježjima terena,

geomehaničkim svojstvima materijala od kojih je građevina izgrađena,

vrsti građevine i o drugim vanjskim uvjetima.

Voda na građevine donjeg ustroja može utjecati:

- tijekom građenja,
- tijekom uporabe.
- Uslijed djelovanja vode tijekom građenja može doći do pojave erozije, ugrožavanja stabilnosti pokosa, usjeka i nasipa te potpunog gubitka nosivosti građevina donjeg ustroja, što smanjuje predviđeno vrijeme uporabe prometnice.
- Štetna djelovanja vode uzrokuju:
 - oborinske vode,
 - podzemne vode,
 - vode tekućice i stajaćice,
 - voda u zoni smrzavanja.

U oborinske vode spadaju kiša, snijeg, tuča dovode do ispiranja materijala i stvaranja brazdi pop pokosu. U slučaju da se brazde ne saniraju prometnica izgleda neuredno u estetskom smislu, dok veće oborinske vode mogu dovesti i do ugrožavanja stabilnosti građevina donjeg ustroja. Podzemne vode nastale kapilarnim penjanjem ili infiltriranjem, ovisno o vrsti tla, mogu izazvati klizanje pokosa, usjeka i nasipa. U vodo-propusnim materijalima podzemne vode izazivaju pojavu strujnih tlakova uslijed kojih dolazi do klizanja na pokosima usjeka.

Vode tekućice i stajaćice, a osobito njihove oscilacije mogu ugroziti stabilnost građevina donjeg ustroja prometnica. Zbog ispiranja i vlaženja materijala dolazi do promjene geomehaničkih svojstava, te promjene strukture donjeg ustroja. Promjenom strukture i geomehaničkih svojstava dolazi do gubitka nosivosti. Također veliku opasnost za nosivost i

stabilnost donjeg ustroja prometnice nose vodeni valovi koji svojim djelovanjem razaraju pokose i nasipe. Na promjenu geomehaničkih parametara materijala od kojeg je izgrađen donji ustroj, a time i njegovu stabilnost mogu utjecati površinske vode, rijeke ili jezera.

Zona smrzavanja je planum prometnice, kad se smrznuta voda nalazu u planumu tijekom razdoblja odmrzavanja dolazi do smanjenja njegove nosivosti, posljedica čega je pojava deformacije gornjeg ustroja pod opterećenjem prometa. Sustav za odvodnju projektira se tako da se površinske i podzemne vode najkraćim putem odvedu s bilo kojeg mjesta na objektu donjeg ustroja i iz njegove okoline do mjesta odakle više za njega ne predstavlja opasnost. Razlikujemo dva sustava odvodnje:

- površinski sustav odvodnje (skupljanje i odvođenje površinskih voda),
- podzemni (skupljanje i odvođenje podzemnih voda i voda koje su dospjele u trup prometnice)

Površinska odvodnja

Kiša, otopljeni snijeg i led odvodi se s površine gornjeg ustroja prometnice građevinama površinske odvodnje kojima se prihvaća oborinska voda. Ta se voda odvodi s površine građevine ili gornjeg ustroja (kolnika i željezničke pruge) otvorenim jarcima, rigolima različitih vrsta presjeka i propustima te ispusta u recipijente. Oblik i dimenzije uređaja za površinsku odvodnju ovise o: količini vode koju trebaju prihvatiti, vrsti materijala u kome su izgrađeni, uzdužnom nagibu i njihovoj namjeni.

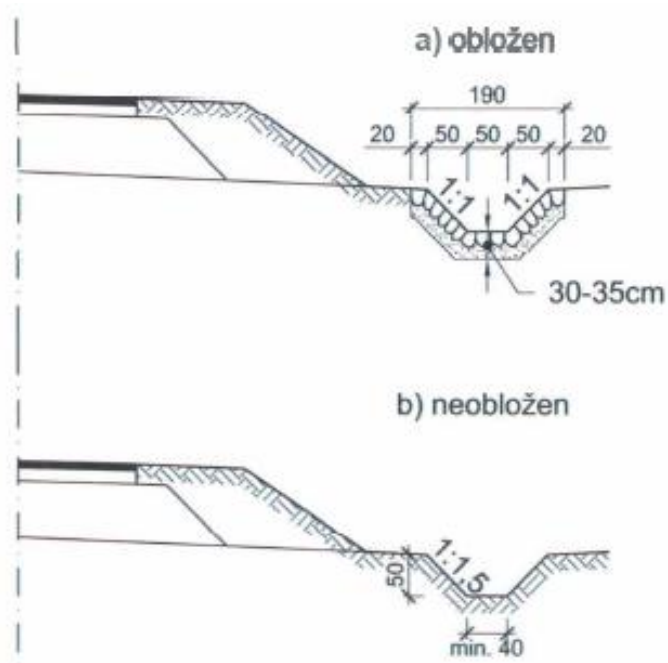
ODVODNI JARCI

Najjednostavniji način za odvođenje vode s kolnika je pomoću otvorenih jaraka. Odvodni jarci primaju vodu s kolnika pomoću otvorenih jaraka koji vode vodu s kolnika i s pokosa usjeka. Poprečni presjek jarka mora odgovarati količini vode koju mora odvesti, a njihovi oblici prikazani su na slici 4.1.



Slika 4.1: Poprečni presjeci jaraka (Rezo, 2016.)

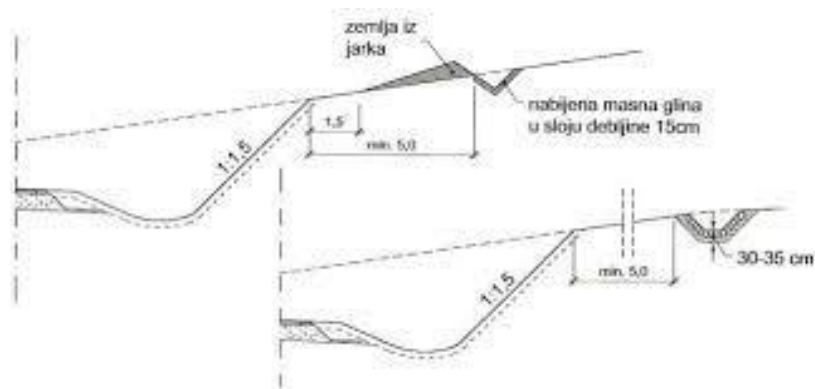
Odvodni jarci moraju imati uzdužni nagib koji ovisi o vrsti tla kao i o tome je li jarak obložen ili nije. Minimalna širina dna trapeznog jarka je 40 cm. Nagib pokosa neobloženog jarka je 1:1,5, od obloženih može biti i veći, ovisno o tipu obloge. Na slici 4.2. prikazan je nagib pokosa obloženog i ne obloženog jarka.



Slika 4.2: Nagib pokosa jarka (Rezo, 2016.)

ZAŠTITNI JARCI

Zaštitni jarci su odvodni jarci, izvan područja usjeka i nasipa, koji prihvaćaju i odvede površinske vode sa slivnog područja i štite prometnicu od njenog razornog djelovanja. Odvodnjavanju površinskih voda velikog slivnog područja prije svega treba rješavati gradnjom jaraka udaljenih od prometnice, pošumljavanjem, zabranom sječe drveća i ogoljivanja padina. Zaštitni jarci grade se na padinama iznad usjeka paralelno s prometnicom.



Slika 4.3: Presjeci zaštitnih jaraka iznad usjeka (Rezo, 2016.)

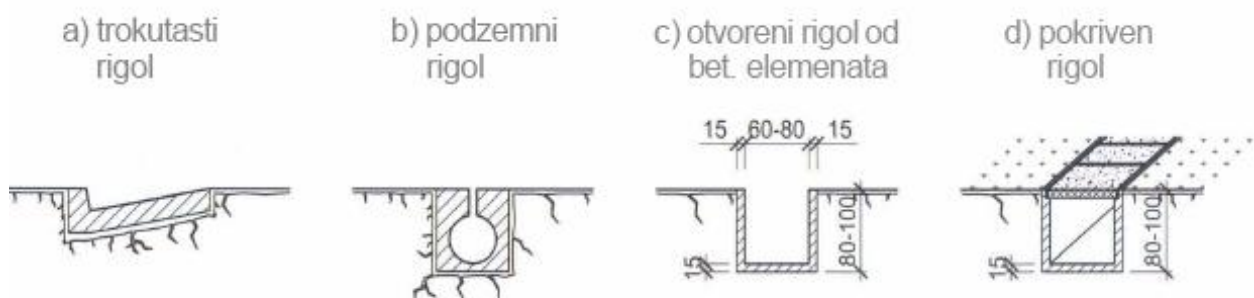
RIGOLI

Rigoli su mali odvodni uređaji, a na cestama se rade kao element odvodnje u usjeku ili zasjeku kako bi prikupljali vodu s kolničke konstrukcije i pokosa usjeka. (Slika 3.4)



Slika 3.4: Primjeri rigola (Rezo, 2016.)

Rigoli mogu biti otvoreni (slika 4.5.a), podzemni (slika 4.5.b), otvoreni rigol od betonskih elemenata (slika 4.5.c) te pokriveni rigol (slika 4.5.d).



Slika 4.5: Tipovi rigola (Rezo, 2016.)

Rigoli se najčešće rade od betona C25/30. Danas se najčešće rade kontinuirano, na mjestu ugradnje. Razdjelnice se rade na razmaku 2m. Uzdužni nagib betonskih rigola ne smije biti manji od 0.2%.



Slika 4.6: Betonski trokutasti rigol (Rezo, 2016.)

4.1. Podzemna odvodnja

Prikupljanje i odvodnja podzemne vode dospjele u trup prometnice ili u teren izvan nje obavlja se kako bi se:

- odvela voda koja prodire iz posteljice, kroz bankine ili kroz gornji ustroj,
- snizila razina podzemne vode,
- prihvatila podzemna voda iz vodonosnog sloja sa strane i spriječilo njeno štetno djelovanje na pokose usjeka ili trup prometnice (osiguranje drenažama),
- poboljšala stabilnost građevine donjeg ustroja ili terena poremećene stabilnosti (klizišta)

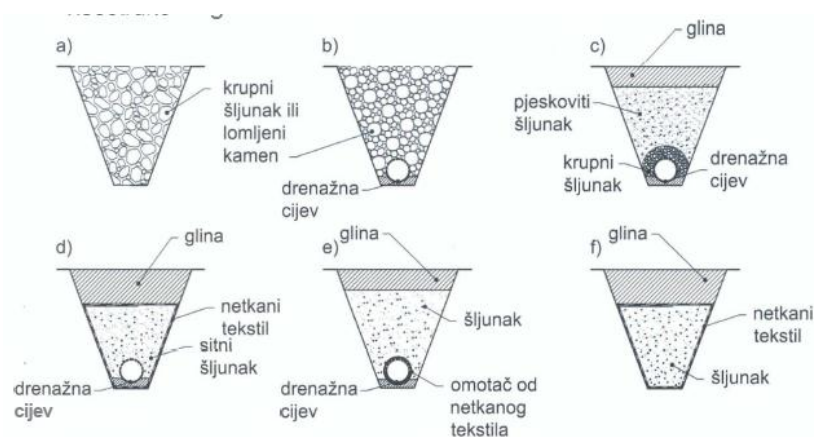
U podzemnu odvodnju ubrajaju se podzemni odvodni uređaji koji prihvaćaju i odvede podzemnu i procjednu vodu, tj. vodu koja miruje ili teče ispod površine terena. Podzemnim sustavima isušuje se i mijenja hidro-dinamički tok, čime se stabilizira tlo i građevina.

DRENAŽE

Za prihvat i odvodnju podzemne vode služe različite vrste drenaža – paralelne s osi usjeka, kose, poprečne i drenažni sustavi. Prema načinu djelovanja, drenaže mogu biti pojedinačne ili vezane u zajednički sustav. Ovisno o položaju i dubini, odnosno namjeni, mogu biti otvorene (površinske), zatvorene (vertikalne ili horizontalne), na različitim dubinama. Ovisno o funkciji, drenaže se mogu projektirati isključivo radi:

- odvodnje,
- osiguranja stabilnosti pokosa,
- višestruke uloge.

Drenaže se najčešće polažu ispod okna jarka ili rigola u usjeku, odnosno ispod zelenog pojasa na autocestama. U tu svrhu se primjenjuju plitke drenaže različite građe. Drenažni sustavi projektiraju se tako da istodobno osiguraju stabilnost terena ili građevine donjeg ustroja i djelotvorno odvodnjavanje.



Slika 4.7: Povijesni razvoj sustava plitkih drenaža

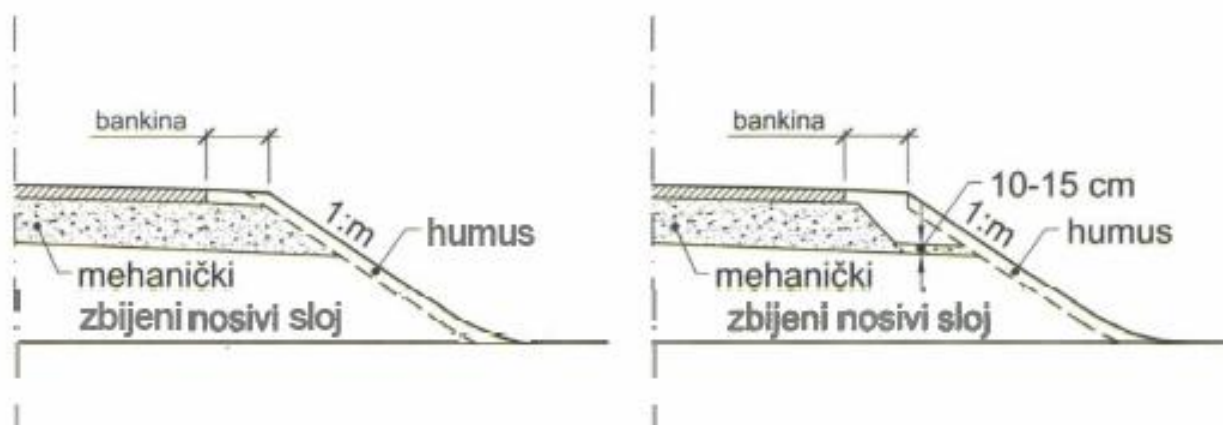
ODVODNJA POSTELJICE

Kako bi se voda odvela iz mehanički zbijenoga nosivog sloja cestovne prometnice, potrebno je projektirati posteljicu u poprečnom nagibu najmanje 4% kod koherentnih tla, odnosno 2,5% kod nekoherentnih vrsta materijala.

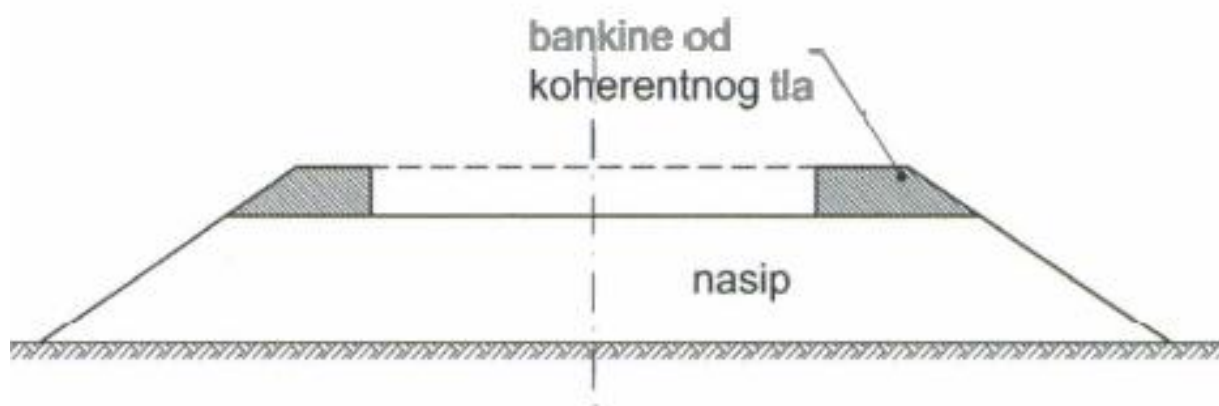
Za uzdužni nagib 3 do 5% poprečni nagib posteljice trebao bi biti 5%, a za nagib 5 do 8% trebao bi biti oko 6%. Također je važno da na posteljici odnosno planumu ne bude lokalnih neravnina u kojima se može skupljati voda.

Najveća je pogreška graditi bankine od nabijenog glinovitog materijala prije izvedbe konstrukcije. Tako se stvaraju korita koja ne propuštaju vodu, pa već za vrijeme gradnje nastaju problemi ako padne kiša.

Tehnološki i funkcionalno najpovoljnije je da se mehanički zbijeni nosivi sloj izvede preko cijelog planuma donjeg ustroja (slika 4.8). Tada se bankine samo dopunjuju zemljanim materijalom ili kamenom sitneži u debljini gornjih nosivih slojeva.



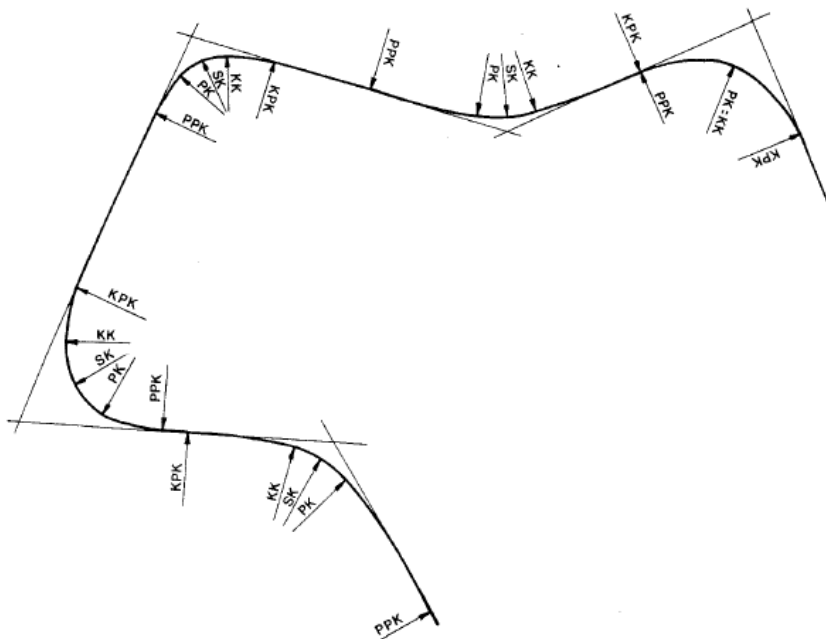
Slika 4.8: Odvodnja mehanički zbijenog nosivog tla (Rezo, 2016.)



Slika 4.9: Izvedba bankina prije konstrukcije u svrhu odvodnje (Rezo, 2016.)

5. Osnovni tlocrtni elementi trase prometnice

Os prometnice bila ona definirana na terenu ili prikazana na karti naziva se trasa. Određena je u horizontalnom ili vertikalnom smislu. U horizontalnom, odnosno tlocrtnom smislu, linija trase se sastoji od pravaca i krivina (slika 4.1). Krivine mogu biti kružne i prijelazne. Kružne krivine su osnovni dio zaobljenja određenog polumjera (R).



Slika 5.1: Tlocrtni elementi trase (Rezo, 2016.)

Za brži protok prometa poželjno je da su dulji pravci, dulje prijelazne krivine kružne krivine velikog polumjera. No ne možemo uvijek zadovoljiti sve uvjete zato što ovise o terenu kojim cesta prolazi. Recimo u brdovitom i planinskom terenu se linija ceste u tlocrtu može sastojati samo od kružnih lukova i prijelaznih krivina, bez pravca.

5.1. Pravac

Pravac je jedan od tlocrtnih elemenata trase koji se najčešće primjenjuje na ravničarskom terenu, prilikom ulaska ceste u naseljena mjesta, kod prijelaza željezničke pruge i sl. Tehnički propisi nalažu primjenu pravca samo u posebnim uvjetima. Preporuke ograničavaju duljinu međupravca između dvije protusmjerne krivine na:

$$2V_r \leq L_{pr} \leq 20 V_r \text{ (u metrima). (Rezo, 2016.)}$$

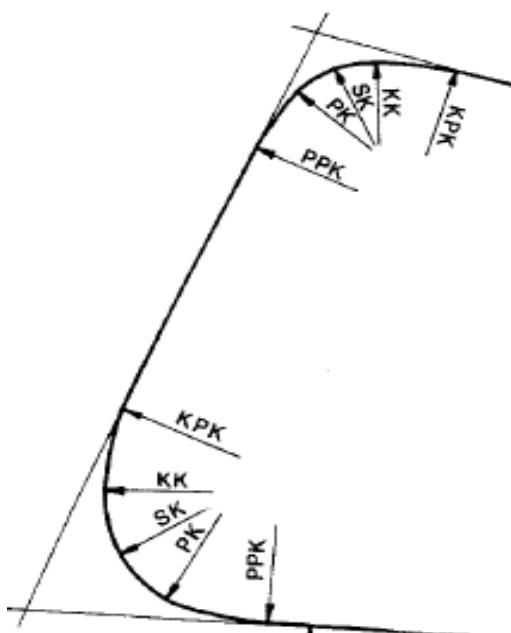
Primjenu međupravaca između istosmjernih krivina treba izbjegavati, odnosno duljinu ograničiti na:

$$4V_r \leq L_{pr} \leq 20V_r \text{ (u metrima).}$$

Gdje je:

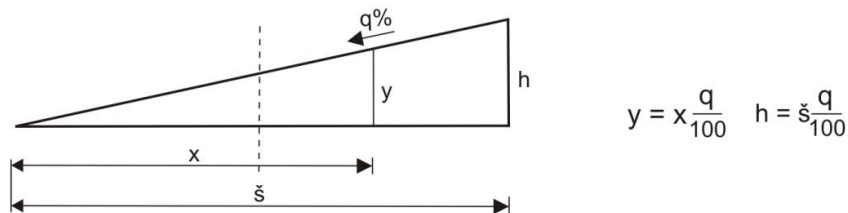
- V_r – računaska brzina u km/h
- L_{pr} – duljina pravca u metrima

Velike duljine pravaca između dva kružna luka zamaraju vozače, vožnja postaje "dosadna", a u noćnoj vožnji dolazi do zasljepljenja svjetlima automobila iz suprotnog smjera. Korištenje pravaca je isto tako ograničeno konfiguracijom terena. (Slika 5.2)



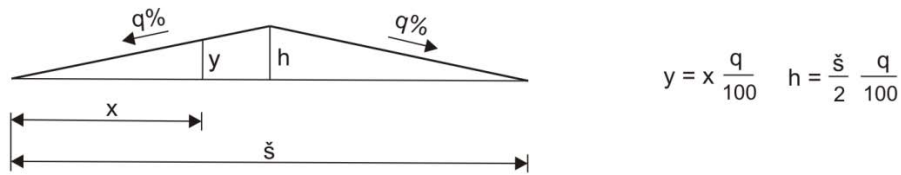
Slika 4.2: Pravac (Rezo, 2016.)

Poprečni nagib kolnika u pravcu može biti jednostran, dvostran, dvostran sa zaobljenom srednjom trećinom, te dvostrani parabolični nagib (Slika 5.3, Slika 5.4, Slika 5.5, Slika 5.6)

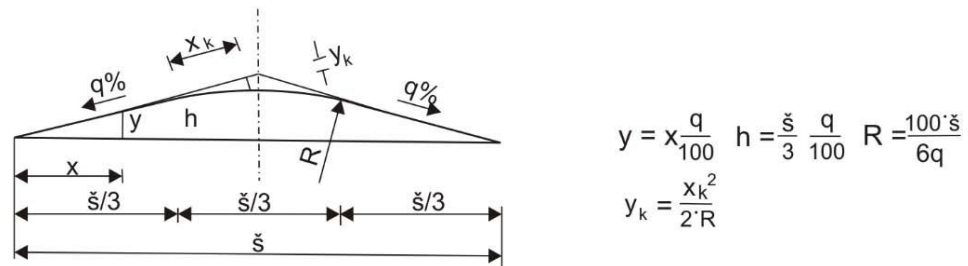


$$y = x \frac{q}{100} \quad h = \frac{\check{s} q}{100}$$

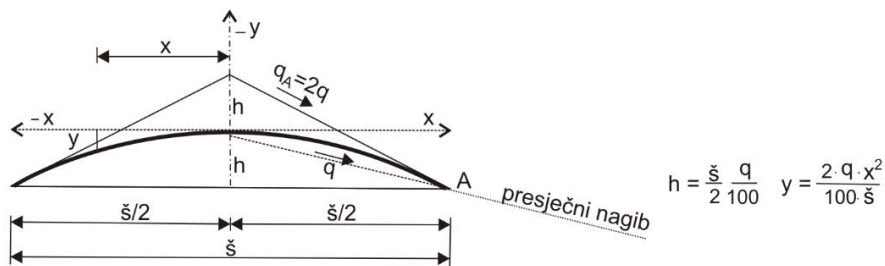
Slika 5.3: Jednostrani poprečni nagib kolnika u pravcu (Rezo, 2016.)



Slika 5.4: Dvostrani poprečni nagib kolnika u pravcu (Rezo, 2016.)



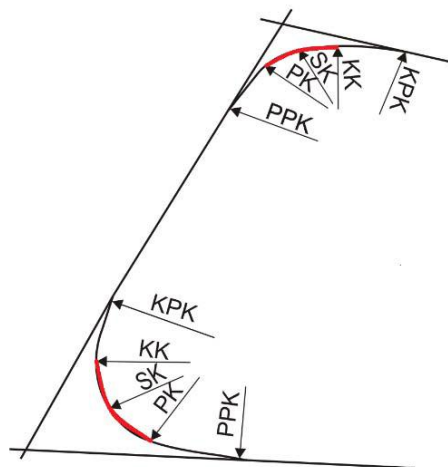
Slika 5.5: Dvostrani poprečni nagib sa zaobljenom srednjom trećinom (Rezo, 2016.)



Slika 5.6: Dvostrani parabolični poprečni nagib (Rezo, 2016.)

5.2. Kružni luk

Kružni luk kao jedan od tlocrtnih elemenata ceste je potez ceste sa stalnom zakrivljenošću na cijelom svojem dijelu. Kružni lukovi se zbog specifičnosti terena često koriste pri projektiranju prometnica. (Slika 5.7)



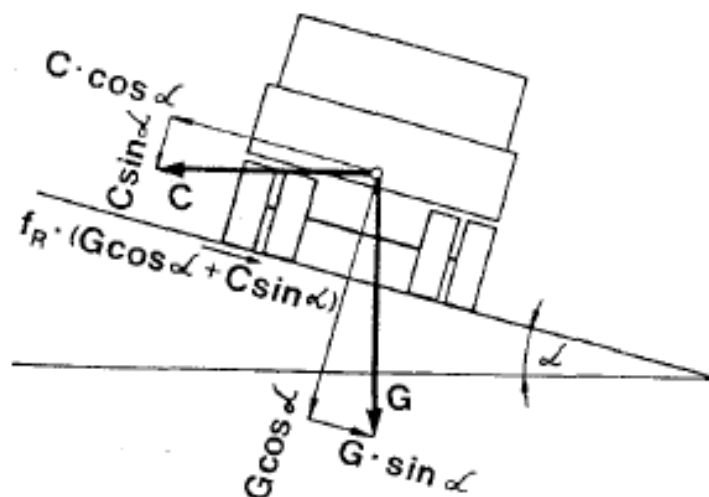
Slika 5.7: Kružni luk (Rezo, 2016.)

Gdje je:

- PK – početak kružnog luka
- SK – sredina kružnog luka
- KK – kraj kružnog luka

Krivine treba projektirati sa što većim polumjerima, a polumjeri kod krivina koje slijede jedna drugu moraju biti u određenom odnosu. Neposredno nizanje krivina velikih i malih polumjera ne smije se primjenjivati.

Najmanji polumjer krivine se dobiva iz zahtjeva stabilnosti vozila u krivini, uvjetovan je računskom brzinom i najvećim dozvoljenim poprečnim nagibom u krivini.



Slika 5.8: Stabilnost vozila u krivini (Rezo, 2016.)

Pri utvrđivanju polumjera zavoja uzima se u proračun mogućnost otklizavanja odnosno zanošenja vozila.

Komponenti centrifugalne sile paralelnoj sa kolnikom koja pokušava vozilo izbaciti u stranu suprotstavljaju se sila trenja između kotača i kolnika i komponenta težine vozila paralelna s kolnikom. Da bi se vozilo održalo u ravnoteži sila trenja mora biti jednaka sili bočnog pritiska.

Izvedena formula za utvrđivanje polumjera:

$$R = \frac{v^2}{127(f_R + 0.01q)} \quad (\text{Rezo, 2016.})$$

U kružnom luku je potrebno, u odnosu na cestu u pravcu, dodatno povećati poprečni nagib kolnika u svrhu odvodnje površinske vode s vozne površine te radi veće stabilnosti vozila u krivini. Prilikom vožnje po kružnom luku na vozilo djeluje centrifugalna sila čiji se utjecaj smanjuje povećanjem poprečnog nagiba. (*Ceste*)

Kod smanjivanja polumjera krivine potrebno je poprečni nagib kolnika povećati sve do najvećeg dozvoljenog poprečnog nagiba u krivini. U graničnom slučaju kada je primijenjen poprečni nagib q_{max} određena je vrijednost najmanjeg polumjera koji se smije primijeniti. (Korlaet, 1995.):

$$R = \frac{v^2}{127(f_R + 0.01q_{max})} \quad (\text{Rezo, 2016.})$$

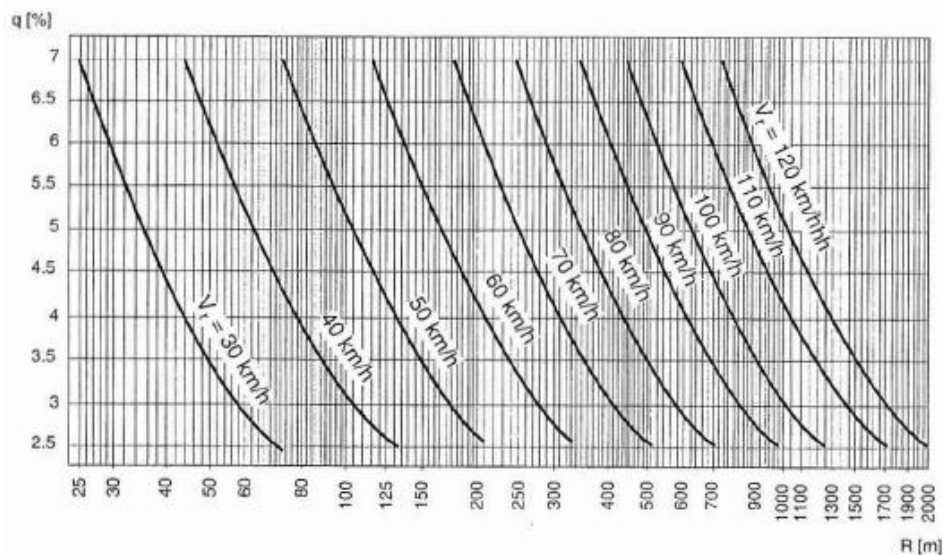
Najveći dozvoljeni poprečni nagib je $q_{max} = 7\%$, a koristi se kod kružnog luka s minimalnim polumjerom za određenu projektnu brzinu. Minimalna vrijednost poprečnog nagiba kružnog luka je jednaka poprečnom nagibu pravca (2,5%) i koristi se kod kružnog luka velikog polumjera. (Ceste)

Poprečni nagib veći od q_{max} su dozvoljeni kod zaokretnica, ali ne smiju prijeći 9%. Zbog lakšeg mimoilaženja u kružnoj krivini radi se proširenje kolnika. Veličina proširenja je ovisna o predviđenoj vrsti vozila koja će tuda prometovati i o veličini polumjera. Proširenje se dodaje na unutarnju stranu kolnika. (Ceste)

Veličine poprečnog nagiba kolnika u zavoju q za $R > R_{min}$ određuje se po (slika 5.9):

$$q = K_p \frac{v^2}{1.2 \cdot R} \quad (\text{Rezo, 2016.})$$

Gdje je K_p koeficijent koji pokazuje koji se dio centrifugalne sile svladava poprečnim nagibom.



Slika 5.9: Odnos radijusa, poprečnog nagiba i računskih brzina (Rezo, 2016.)

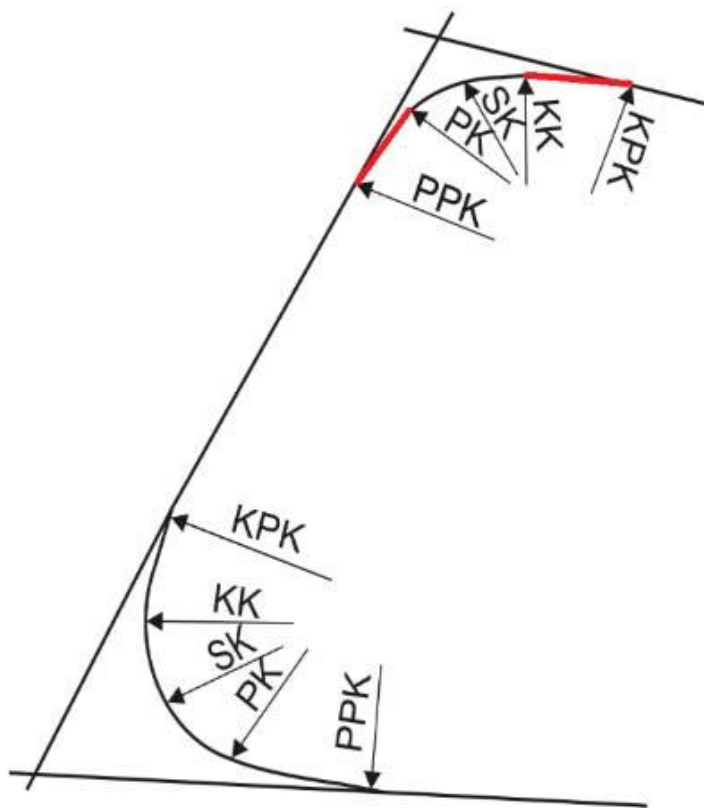
Najmanja duljina kružnog luka uvjetovana je vremenom vožnje od jedne do dvije sekunde za odgovarajuću računsku brzinu (tablica 4.1).

V_p (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
$L_k(m)$	8	11	14	17	20	22	25	28	30	33	36

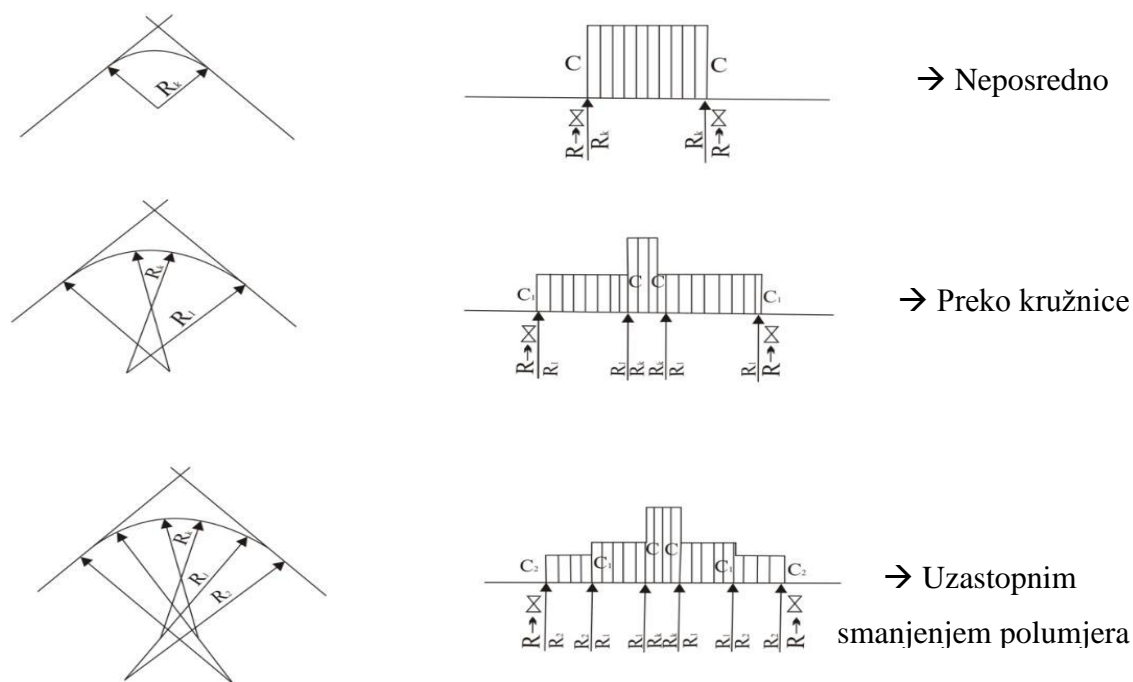
Tablica 5.1: Najmanja duljina kružnog luka $L_k(m)$ [7]

5.3. Prijelaznica

Kod većih brzina motornih vozila prigodom neposrednog prijelaza iz pravca u kružni luk na vozilo i putnike naglo nastupa djelovanje centrifugalne sile "C". Da se ova sila smanji, može se ispred glavnog kružnog luka umetnuti kružni luk većeg polumjera od polumjera glavnog kružnog luka. U tom slučaju bočna će sila kod prijelaza iz pravca biti manja. Da se dobije postepen porast bočne sile, umeće se između pravca i kružnog luka prijelazna krivina (slika 5.10), kod koje se zakrivljenost mijenja postepeno, na način koji zavisi od odabrane krivulje (slika 5.11). (Korlaet, 1995.)



Slika 5.10: Prijelaznica (Rezo, 2016.)



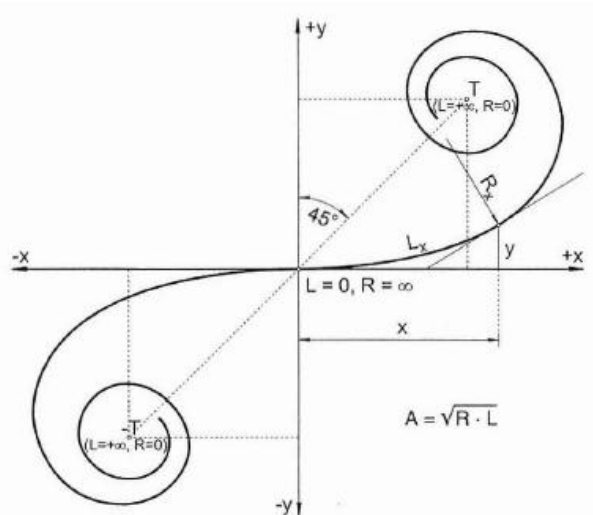
Slika 5.11: Postupno smanjenje slice „C“ (Rezo, 2016.)

Prijelaznica kao tlocrtni element ceste služi za (Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljiti sa stajališta sigurnosti prometa):

- postupan prijelaz zakrivljenosti iz pravca u kružni luk, a time i za postupnu promjenu radijalnog ubrzanja, odnosno za prijelaz iz jedne zakrivljenosti u drugu,
- za osiguranje dovoljne duljine vitoperenja kolnika za prijelaz iz poprečnog nagiba u pravcu na poprečni nagib u kružnom luku,
- za postupno proširenje kolnika iz širine u pravcu na širinu u kružnom luku.

Prijelazne su se krivine najprije počele upotrebljavati kod željeznica, jer su veće brzine vožnje postignute ranije nego na cestama. Za prijelaznu se krivinu kod željeznica primjenjuje kubna parabola, a za oblikovanje osi trase cesta koriste se prijelazne krivine oblika klotoida. (Korlaet, 1995.) Klotoida kao najpovoljnija prijelaznica je krivulja koja iz ishodišta koordinatnog sustava

($R = \infty$) teži prema točki T s polumjerom zakrivljenosti $R = 0$.



Slika 5.12: Klotoida (Rezo, 2016.)

Jednadžbe klotoide su:

$$x = \sqrt{\frac{c}{2}} \cdot \int_0^\tau \frac{\cos\tau}{\sqrt{\tau}} \cdot d\tau, \quad y = \sqrt{\frac{c}{2}} \cdot \int_0^\tau \frac{\sin\tau}{\sqrt{\tau}} \cdot d\tau$$

Gdje je:

- $C \rightarrow$ konstanta,
- $L \rightarrow$ lučna duljina
- $A \rightarrow$ parametar klotoide

Parametarski oblik jednadžbe klotoide:

$$A^2 = R \cdot L \quad \text{ili} \quad A = \sqrt{R \cdot L}$$

Odakle je:

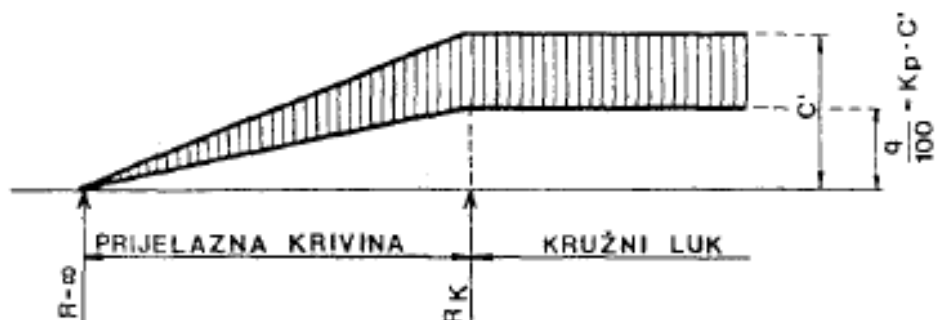
- A – parametar klotoide,
- R – polumjer kružnog luka,
- L – lučna duljina klotoide.

Postoje tri zahtjeva koji određuju duljinu prijelaznice, a to su:

- voznodinamički zahtjevi,
 - konstruktivni zahtjevi,
 - vizualni zahtjevi.
- Voznodinamički zahtjevi

S obzirom na voznodinamičke zahtjeve duljina prijelaznica određena je dopuštenim bočnim potiskom, tj. promjenom radijalnog ubrzanja u jedinici vremena X (m/sec^3). (Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljiti sa stajališta sigurnosti prometa)

Kod vožnje po klotoidi promjena centrifugalnog ubrzanja je linearna s promjenom dužine. (Slika 5.13)



Slika 5.13: Promjena ubrzanja s promjenom brzine (Rezo, 2016.)

V_p (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
X (m/sec^3)	0.875	0.800	0.725	0.650	0.570	0.500	0.450	0.400	0.350	0.300	0.250
L_{min} (m)	25	30	35	45	50	60	65	75	85	95	115
A_{min}	25	37	51	73	94	122	150	184	226	267	313
R_{min} (m)	25	45	75	120	175	250	350	450	600	750	850

Tablica 5.2: Voznodinamički zahtjevi za duljinu prijelaznice $L_{min}(m)$ [7]

Konstruktivni zahtjevi

Relativni nagib ruba kolnika mora udovoljiti graničnim dopuštenim vrijednostima Δs_{max} koji su prikazini u tablici (Tablica 5.3).

V_p (km/h)	≤ 40	60	≥ 80
Δs_{max}	1.5	1.0	0.75

Tablici 5.3: Relativni nagib ruba kolnika Δs_{max} (%) [7]

Vizualni zahtjevi

Prijelazna krivina mora ublažiti oštrocine krivine s položaja oko vozača. Na primjerima iz prakse utvrđeno je da ovom uvjetu zadovoljava odnos:

$$A_{min} = \frac{R}{a} \text{ odnosno } L_{min} = \frac{R}{9}$$

Kao mjerodavna veličina najmanje dozvoljene duljine prijelazne krivine L_{min} uzima se najveća od tri vrijednosti dobivene prema navedenim zahtjevima. U tablici (tablica 5.4) navedene su vrijednosti duljina prijelaznih krivina (L_{min}) koje se mogu primjenjivati u krivinama s minimalnim polumjerom (R_{min}). (Korlaet, 1995.)

V_r (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
X (m/sec ³)	0.909	0.773	0.654	0.555	0.469	0.396	0.338	0.290	0.252	0.224
L_{min} (m)	25	30	35	40	50	60	70	100	110	120
R_{min} (m)	25	45	75	120	175	250	350	450	600	750

Tablica 5.4: Dozvoljene vrijednosti L_{min} uz odgovarajući R_{min} (Korlaet, 1995.)

6. Vertikalno vođenje linije

Vertikalno vođenje trase definirano je linijom nivelete koja je određena kao presječnica vertikalne plohe, položene kroz os ceste u tlocrtu (situacija), s površinom kolnika. Vertikalna ploha je ravna ako je os pravac ili je zakrivljena ako je os kružnica ili klotoida.

Kako bi vertikalni prikaz trase bi moguć na uobičajen način zakrivljene dijelove vertikalne plohe treba razviti u ravninu. Na taj način dobijemo prilog projekta koji se zove „uzdužni profil“, gdje je niveleta linija prikazana na pravokutnom koordinatnom sustavu u kojem se na apscisi nanose stacionaže a na ordinati apsolutne nadmorske visine.

U geometrijskom smislu niveleta se sastoji od pravaca i kružnica. Pravci se odnose na dužine odnosno uspone i padove trase, a kružnice se odnose na vertikalne krivine koje mogu biti konveksne ili konkavne. Uzdužni nagib nivelete izražava se u postocima, a polumjeri vertikalnih krivina izražavaju se u metrima.

6.1. Uzdužni nagib

NAJVEĆI UZDUŽNI NAGIB NIVELETE

Najveći uzdužni nagib ovisi o konfiguraciji terena i razredu same ceste. Ceste koje spadaju u više razrede imaju manje uzdužne nagibe od cesta nižeg razred. Na odabiranje uzdužnog nagiba također utječe vrsta prometa, s obzirom na konfiguraciju terena dozvoljeni uzdužni nagibi su veći u brežuljkastom, brdovitom ili planinskom terenu u odnosu na uzdužni nagib koji se uzima u ravnici. Uzdužni nagib se određuje prema tablici 6.1.

RAZRED CESTE	VRSTE TERENA			
	RAVNIČAST	BREŽULJKAST	BRDOVIT	PLANINSKI
AUTO-CESTE	-	4 - 5	5	7
CESTE 1. RAZREDA	-	5	6	7
CESTE 2. RAZREDA	-	6	7	8
CESTE 3. RAZREDA	-	7	8	10
CESTE 4. RAZREDA	-	8	10	11
CESTE 5. RAZREDA	-	10	11	12

Tablica 6.1: Najveći uzdužni nagib nivelete s_{max} (%) (Korlaet, 1995)

Kod odabiranja maksimalnih nagiba mora se voditi računa o gustoći prometa. Veći uzdužni nagibi od navedenih u tablici 6.1. mogu se primijeniti samo ako je financijski opravdano odnosno ako su troškovi građenja manjeg uzdužnog nagiba preveliki.

Na dužim dionicama treba izbjegavati maksimalni uzdužni nagib jer već nagibi veći od 2.5% na dužim dionicama izazivaju smetnje prometnom toku zbog teretnih vozila. Na usponima većim od 4% treba predvidjeti proširenja kolnika za eventualno zaustavljanje vozila na svakih 100 m visinske razlike.

NAJMANJI UZDUŽNI NAGIB NIVELETE

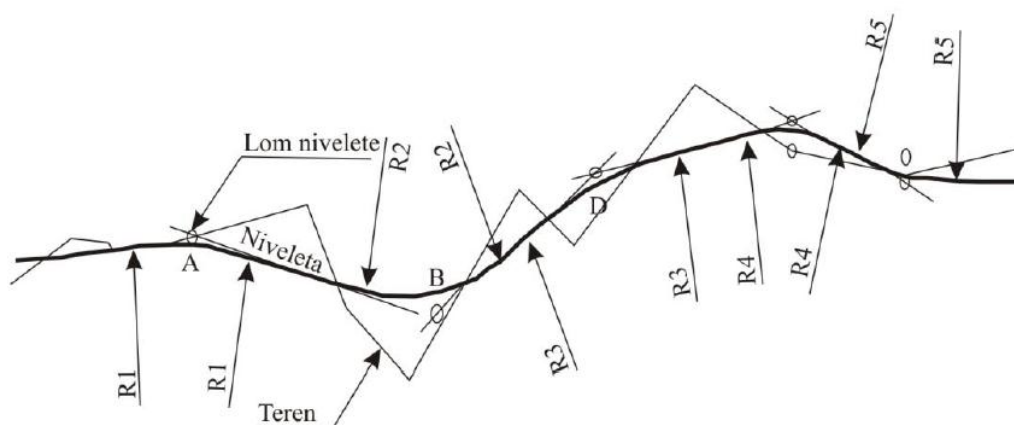
Minimalni uzdužni nagib prometnice kad je u dužem usjeku ili zasjeku iznosi:

- 0.2% ako je odvodni rigol obložen betonom,
- 0.3% ako je odvodni rigol taracan,
- 0.5% ako je odvodni rigol obrastao travom.

U područjima s većim intenzitetom oborina ove vrijednosti treba povećati. U slučaju da je predviđen sustav odvodnje čije djelovanje ne ovisi o nagibu nivelete uzdužni nagib može biti 0%.

6.2. Vertikalne krivine

Kod promjene nagiba nivelete nastaju lomovi koji se zaobljavaj vertikalnim kružnim lukovima. Lom nivelete može biti konveksan ili konkavan kao što je prikazano na sljedećoj slici (Slika 6.1.). (Korlaet, 1995.)



Slika 6.1: Vertikalne krivine (Rezo, 2016.)

U većini slučajeva prijelomi nivelete zaobljavaju se kružnim lukovima ali s obzirom na jednostavnije računanje umjesto kružnog luka se koristi kvadratna parabola.

S obzirom na relativno male vrijednosti prijelomnih kuteva tangentskih pravaca nivelete za račun zaobljenja može se koristiti kvadratna parabola u sljedećem obliku:

$$y = \frac{x^2}{2R} \quad (\text{Rezo, 2016.})$$

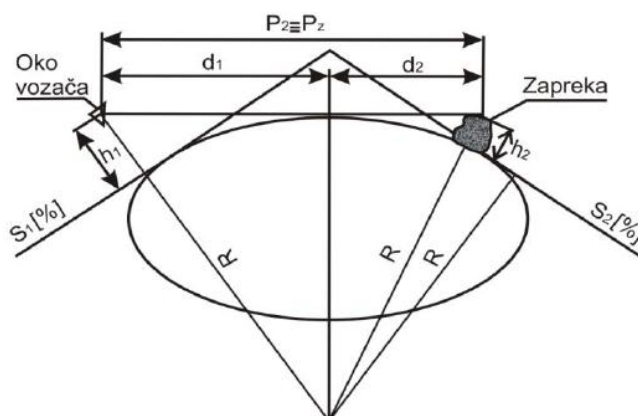
Rijetko se za zaobljavanje nivelete primjenjuje kubna parabola i klotoida. Polumjer zakrivljenosti u bilo kojoj točki odabrane krivulje ne smije biti manji od propisanog minimalnog polumjera zakrivljenosti vertikalnog zaobljenja.

Polumjere vertikalnih zaobljenja valja odabrati tako da se zajedno s tlocrtnim elementima postigne:

- Sigurnost prometa ostvarenjem odgovarajuće preglednosti,
- Uravnoteženo prostorno vođenje linije,
- Prilagođavanje terenu s tim također smanjenje troškova građenja,
- Očuvanje okoliša.

KONVEKSNO VERTIKALNO ZAOBLJENJE

Za određivanje najmanjeg polumjera konveksnog zaobljenja nivelete mjerodavni kriterij je da preglednost mora biti osigurana na udaljenosti između oka vozača na visini $h_1 = 1,20 \text{ m}$ iznad kolnika i nepomične zapreke.



Slika 6.2: Konveksna vertikalna krivina (Rezo, 2016.)

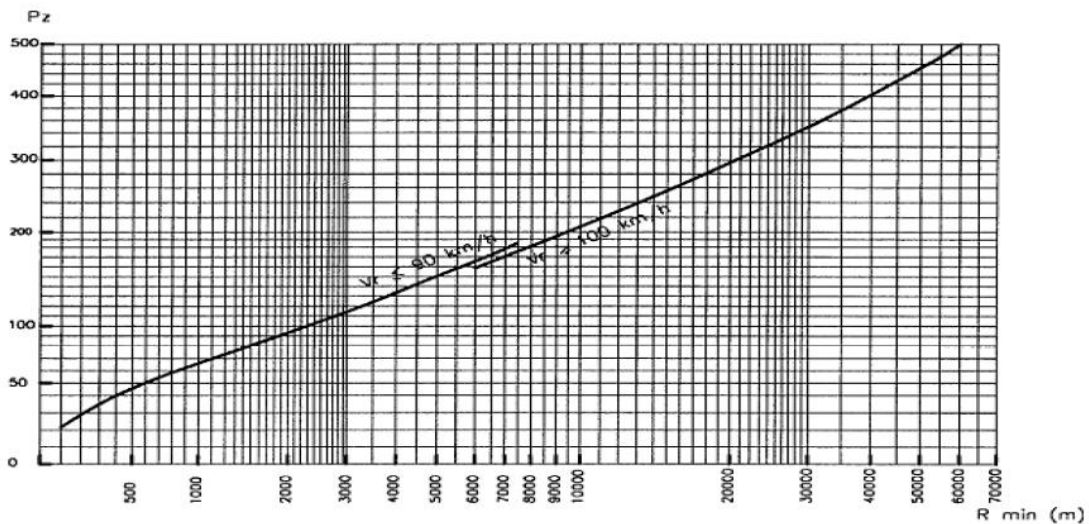
$$R_{min} = \frac{P_z^2}{2 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2} \quad (\text{Rezo, 2016.})$$

Gdje je R_{min} (m) – najmanji polumjer konveksnog vertikalnog zaobljenja, P_z (m) – potrebna zaustavna preglednost, h_1 (m) – visina oka vozača i h_2 (m) – visina nepomične zapreke.

Najmanji konveksni polumjeri za $s(\%)=0$ dani su u tablici 6.2, te u grafikonu (Slika 6.3).

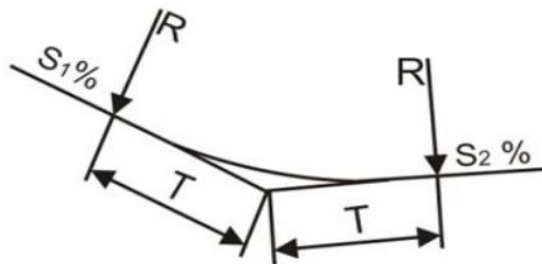
V_r (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
R_{min} (m)	130	300	600	1100	1900	3200	5200	8700	13000	19000	27600

Tablica 6.2: Najmanji konveksni polumjer (R_{min}) [7]



Slika 6.3: Najmanji polumjer konveksnog vertikalnog zaobljenja [7]

KONKAVNO VERTIKALNO ZAOBLJENJE



Slika 6.4: Konkavna vertikalna krivina (Rezo, 2015.)

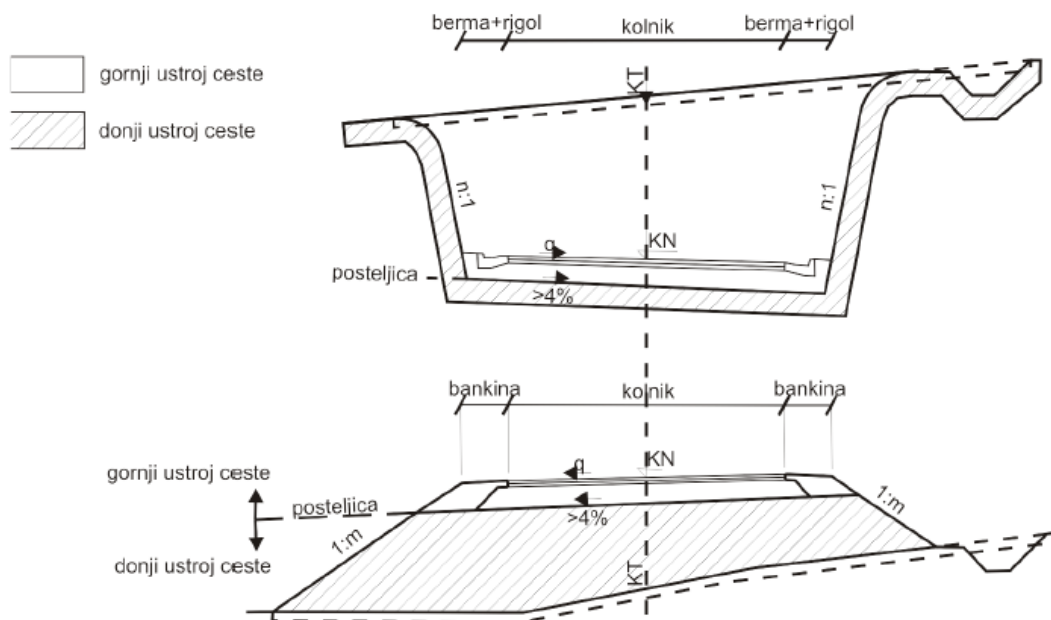
Najmanji polumjer vertikalnog zaobljenja navedeni su u tablici 6.3.

V_r	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
R_{min}	130	200	400	750	1300	2100	3500	5700	8600	13000	19000

Tablica 6.3: Najmanji konkavni polumjeri (R_{min}) [7]

7. Kolnička konstrukcija

Prometnica se kao građevinski objekt sastoji od gornjeg i donjeg ustroja (Slika 7.1). Gornji ustroj čine elementi iznad posteljice, dijela koji razdjeljuje dva ustroja. Donji ustroj čine elementi koje se nalaze ispod posteljice.

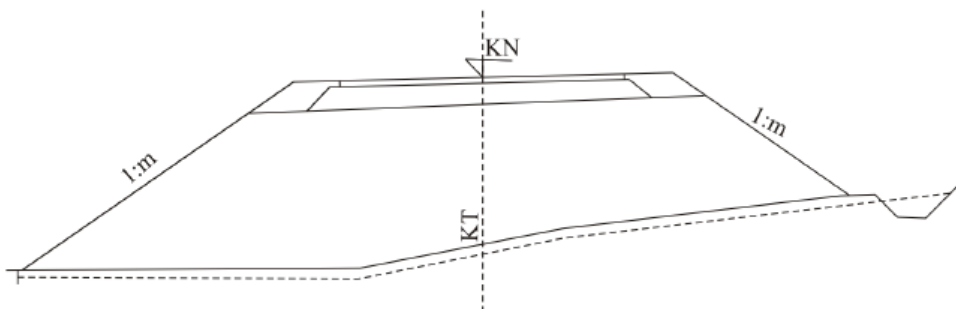


Slika 7.1: Gornji i donji ustroj ceste (Rezo, 2013.)

7.1. Donji ustroj ceste

U donji ustroj ceste spadaju: nasip, usjek, zasjek, galerija, tuneli, mostovi). Zadaća donjeg ustroje je da preuzme prometno opterećenje i cijelu konstrukciju gornjeg ustroja. On stvara ravnu površinu na koju naliježe gornji ustroj.

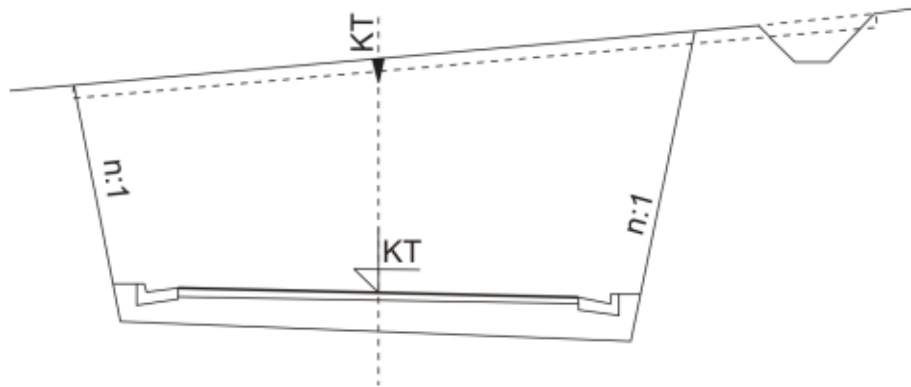
Nasip je građevinski objekt donjeg ustroja određenog oblika i veličine od zemljanog, miješanog ili kamenog materijala čija je kota nivelete (KN) viša od kote terena (KT). Projektira se preko udolina u terenu kako bise na njega položio gornji ustroj. (Slika 7.2)



Slika 7.2: Donji ustroj ceste (nasip) (Rezo, 2013.)

Usjek je dio prometnice usječen u prirodni teren, građevinski objekt čija je kota nivelete niža od kote terena. Postoji više tipova usjeka koji ovise o načinu i dubini usijecanja kao i konfiguraciji terena:

- usjek s obje strane ima kosine odgovarajućeg nagiba (Slika 7.3)



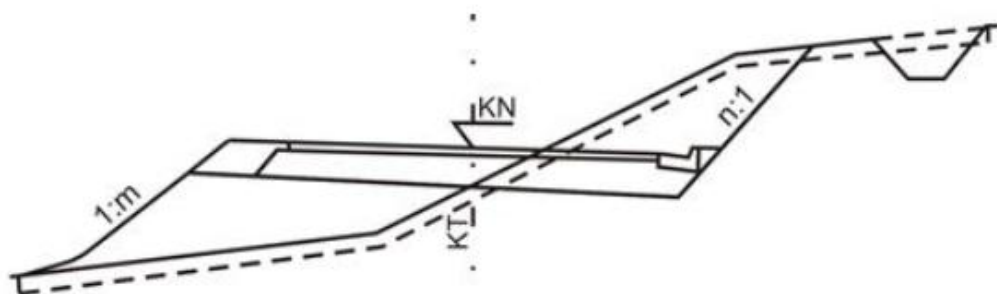
Slika 7.3: Usjek (Rezo, 2016.)

- isjek u punom profilu u potpunosti je usječen u teren i s niže strane, prema dolini je otvoren (Slika 7.4)



Slika 7.4: Isjek u punom profilu (Rezo, 2016.)

- zasjek je dijelom u nasipu, a dijelom u usjeku. Odnos nasipa i usjeka u poprečnom presjeku ovisi o poprečnom nagibu terena i visinskoj razlici kote terena i kote nivelete (Slika 7.5).



Slika 7.5: Zasjek (Rezo, 2016.)

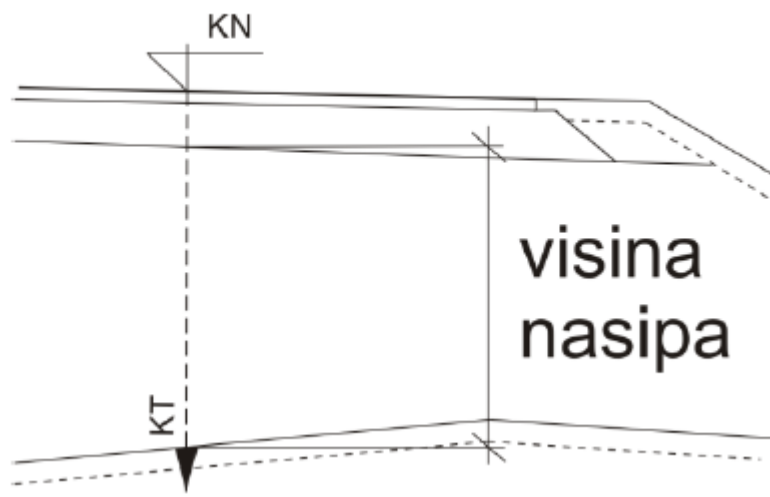
7.1.1. Projektiranje donjeg ustroja

Usjeci i nasipi čine najveći dio građevina donjeg ustroja prometnica. Nasipi su građevine izgrađene nasipavanjem prirodnog tla čiji geotehnički parametri moraju zadovoljiti zahtjeve propisane tehničkim uvjetima građenja. Širina nasipa (Slika 7.6) je razmak sjecišta pokosa sa prirodnim terenom na kojem je nasip izgrađen, uključujući zaobljenja nožice nasipa ako su izvedena.



Slika 7.6: Shema nasipa (Rezo, 2013)

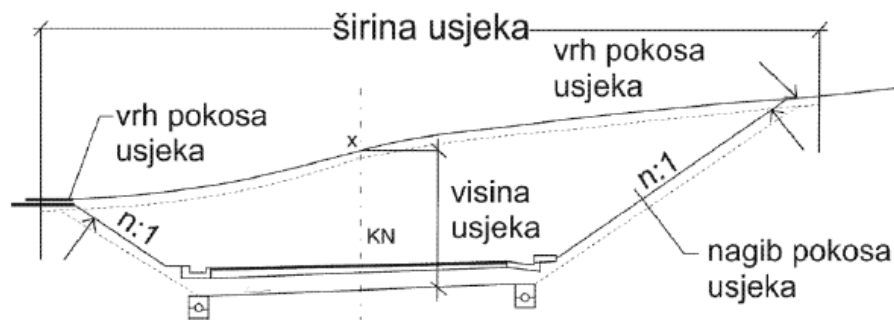
Projektiranje nasipa: visina nasipa je visinski razmak od kote terena do razine posteljice odnosno planuma željezničke pruge u osi prometnice (Slika 7.7). Nagib pokosa predstavlja tangens kuta koji zatvara ravnina pokosa sa horizontalom, tj. $\text{tg}\alpha = 1/m$, a ovisi o vrsti gradiva i visini nasipa. Nožica nasipa je sjecište pokosa nasipa s prirodnim terenom.



Slika 7.7: Visina nasipa

Projektiranje usjeka: usjeci su građevine koje su izgrađene iskopom u tlu do dubine projektirane nivelete prometnice. Za usjeke nema mogućnosti izbora tla za njihovu izgradnju kao

kod nasipa pa se oni izrađuju u tlu ili stijeni ovisno o geološkoj građi tla na lokaciji usjeka, Širina usjeka (Slika 7.8) je razmak između sjecišta pokosa usjeka s prirodnim terenom u samom vrhu usjeka, uključujući zaobljenja vrhova usjeka ako su izvedena.



Slika 7.8: Usjek

Visina usjeka je vertikalna udaljenost od razine posteljice odnosno planuma željezničke pruge do kote terena u osi prometnice. Vrh pokosa usjeka je sjecište pokosa usjeka s prirodnim terenom. Nagib pokosa usjeka označava se $n:1$. Izbor nagiba pokosa: pokose usjeka i nasipa, radi ekonomičnosti, trebalo bi projektirati s najstrmijim mogućim nagibom, jer su u tom slučaju volumeni iskopanog ili nasutog materijala i površine zemljišta koje je potrebno otkupiti najmanji, ali su zato troškovi zaštite takvih pokosa, njihova održavanja i sanacije tijekom uporabe najveći (Rezo, 2013). Ipak za većinu zemljanih materijala nije moguće primijeniti strmiji nagib pokosa od $1:1,5$ koji se usvaja kao uobičajeni. Samo nasipi izgrađeni od drobljenog kamena ili usjeci u stijeni mogu imati nagib $1:1$ ili strmiji. Strmije nagibe pokosa nasipa treba izbjegavati zbog teškog održavanja. Nakon izvedbe ili u uporabi uočene pogreške pri izboru nagiba pokosa teško je otkloniti. Blaži nagibi pokosa od $1:1,5$ projektiraju se u sljedećim slučajevima:

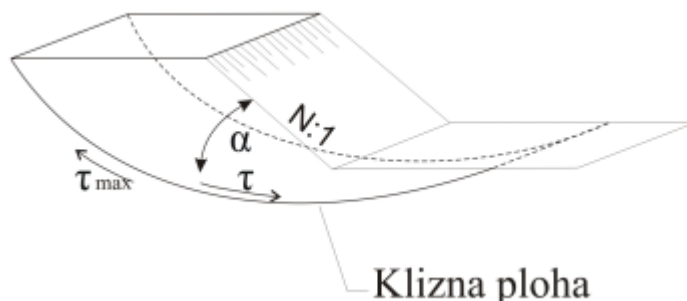
- kad svojstva materijala u nasipu, usjek ili temeljnom tlu (npr. Posmična čvrstoća, odnosi vlažnosti u tlu i sl.) zahtijevaju blaži nagib,
- radi boljeg uklapanja prometnice u okolinu,
- u oštrim zavojima – radi povećanja preglednosti,
- zbog opasnosti od stvaranja snježnih zapuha.

Uvjet stabilnosti pokosa:

Osnovno je pri određivanju nagiba pokosa usjeka i nasipa odrediti nagib tako da se osigura potpuna sigurnost od loma tla duž klizne plohe (Slika 7.9) pri najnepovoljnijim uvjetima, odnosno da je faktor sigurnosti F_s veći od 1. Pri tome u potpunosti ili u najvećoj mogućoj mjeri treba iskoristiti vlastitu otpornost tla na smicanje τ_{max} , prema izrazu:

$$F_s = \tau_{max} / \tau, \text{ (Rezo, 2016.)}$$

gdje je F_s faktor sigurnosti, τ_{max} posmična čvrstoća tla, τ posmično naprezanje. Ako je $F_s > 1$ (1,5) pokos je stabilan, ako je $F_s < 1$ postoji opasnost od klizanja.



Slika 7.9: Klizna ploha (Rezo, 2016.)

Za nasipe i usjeka visine veće od 6 m potrebno je geomehničkim proračunom dokazati stabilnost pokosa uz zahtijevani stupanj sigurnosti. Nagib pokosa usjeka prema Tablici 7.1..

Nagibi pokosa usjeka ovisni su o njihovoj visini, vrsti tla i hidrogeološkim prilikama. Pri projektiranju usjeka u tlu ili stijeni, odabir nagiba pokosa, dokaz stabilnosti kao i odabir načina zaštite pokosa određuju se na temelju geotehničkih istraživanja izradom projekata temeljenih na spoznajama i mjerilima mehanike tla i stijena. (Rezo, 2013)

Nagibe pokosa usjeka za koje su osigurani osnovni uvjeti stabilnosti, otpornost i homogenost tla mogu se projektirati primjenom orijentacijskih podataka, određenih na temelju praktičnih iskustava.

Vrsta tla	Simboli skupine tla	Visina usjeka (m)	Nagib pokosa	
Krupnozrnata tla	šljunak dobrog granulometrijskog sastava šljunak lošeg granulometrijskog sastava	GWP,GP	0 - 12	1 : 1,5
	šljunak jednolikog granulometrijskog sastava pijesak dobrog i lošeg granulometrijskog sastava	GU,SW,SP	0 - 12	1 : 1,7
	pijesak jednolikog granulometrijskog sastava	SU	0 - 12	1 : 2,0
Miješana tla	prašnasti šljunak	GF _S ,GM	0 - 6	1 : 1,6
	glinoviti šljunak prašnasti pijesak	GF _C ,GC SF _S ,SM	6 - 9	1 : 1,8
	glinoviti pijesak	SF _C ,SC		
Sitnozrnata tla	prah niske plastičnosti glina niske plastičnosti	ML CL	9 - 12	12,0

Tablica 7.1: Nagibi pokosa usjeka [7]

Pri tome se podrazumijeva sljedeće: da se usjek cijelom dužinom nalazi iznadrazine podzemne vode, da je izgrađen u stabilnom (homogenom) tlu, da ne postoji opasnost od pojave nestabilnih, nehomogenih tala. Nagib pokosa nasipa može se odrediti iz Tablice 7.2.

Pri gradnji nasipa moraju biti zadovoljeni sljedeći uvjeti:

- tlo u temelju nasipa mora imati dostatnu nosivost,
- zemljani materijali upotrijebljeni za gradnju nasipa moraju biti odgovarajuće kakvoće.

Izgradnjom strmijih pokosa povećavaju se troškovi održavanja, dok se izgradnjom blažih pokosa povećavaju troškovi građenja zbog povećanja površine zemljišta koje je potrebno otkupiti.

Vrsta tla		Simboli skupine tla	Visina ujeka (m)	Nagib pokosa
Krupnozrna tla	Šljunak dobrog granulometrijskog sastava, Šljunak lošeg granulometrijskog sastava	GWP,GP	0-12	1:15
	Šljunak jednolikog granulometrijskog sastava, pijesak dobrog i lošeg granulometrijskog sastava	GU,SW,SP	0-12	1:1,7
	pijesak jednolikog granulometrijskog sastava	SU	0-12	1:2,0
Miješana tla	prašnasti šljunak	GF _s GM	0-6	1:1,6
	glinoviti šljunak	GF _c GC		
	prašnasti pijesak	SF _{ss} M	6-9	1:1,8
	glinoviti pijesak	SF _s GC	9-12	1:2,0

Tablica 7.2: Nagib pokosa nasipa [7]

7.2. Gornji ustroj ceste

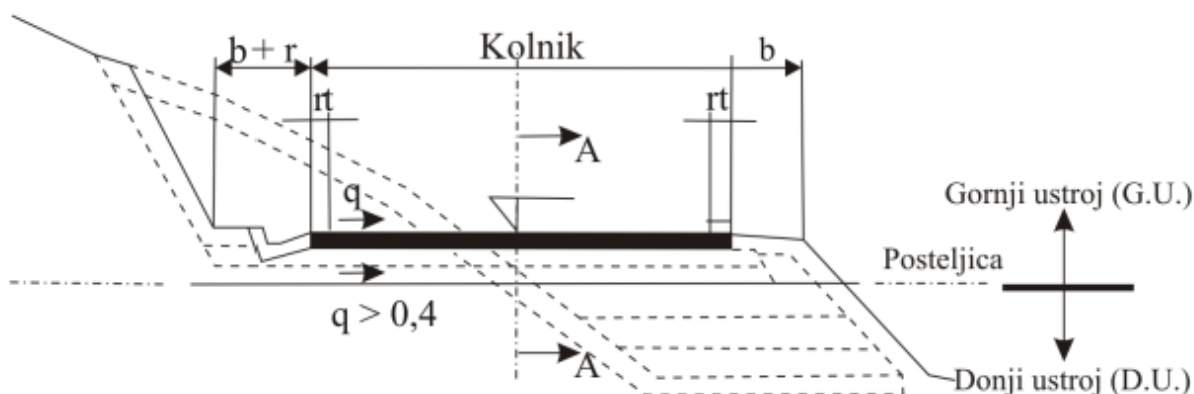
Prijenos opterećenja s vozne površine na posteljicu omogućava kolnička konstrukcija, koja mora udovoljiti sljedećim zahtjevima:

- treba prenijeti sva statička i dinamička prometna opterećenja na donji ustroj bez štetnih deformacija posteljice,
- završni sloj kolničke konstrukcije (zastora) mora biti ravan, otporan na trošenje, vodonepropusan, a površina zastora mora pod prometom ostati hrapava,

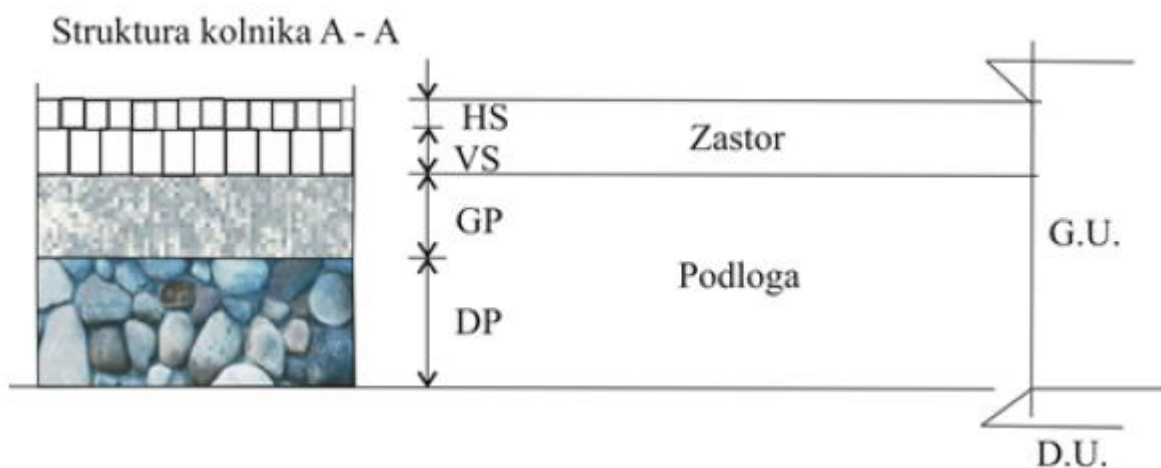
- zadržati traženu kvalitetu za predviđena opterećenja u planiranom razdoblju, bez trajnih deformacija i pukotina,
- geometrijski oblici gornje površine kolnika moraju osigurati i učinkovitu poprečnu i uzdužnu odvodnju vozne površine,
- što trajnija horizontalna signalizacija (Rezo, 2013).

7.2.1. Cestovni zastor

Cestovni zastor je završni sloj gornjeg ustroja. Najčešće se sastoji od habajućeg površinskog sloja i veznog sloja. Vezni sloj može biti od jednog ili dvaju slojeva. Na cestama sa slabim prometom cestovni zastor se može sastojati samo od trošivog sloja. Njegova debljina obično je od 2,5 cm za asfaltni tepih do 22 cm za zastor od betona (Slika 7.10, Slika 7.11).



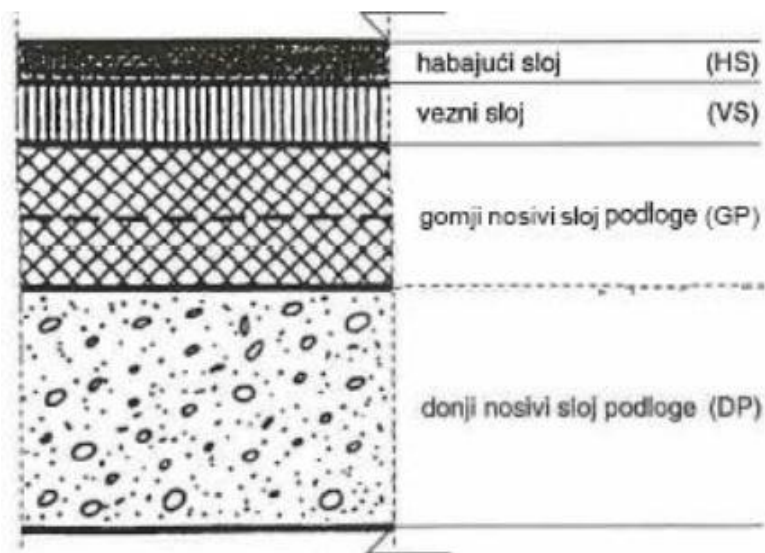
Slika 7.10: Cestovni zastor (Rezo, 2013.)



Slika 7.11: Struktura kolnika (Rezo, 2013.)

7.2.2. Podloga

Podloga se najčešće sastoji od dva ili tri sloja (Slika 7.12.). Izrađuje se od različitoga gradiva, a kvaliteta pojedinih slojeva opada po dubini. Gornji sloj podloge obično se izvodi od kvalitetnoga gradiva uz primjenu veznog sredstva. Donji sloj podloge može se izvesti kao zaštitni sloj od šljunka i pijeska; to je tzv. tamponski sloj.



Slika 7.12: Podloga (Rezo, 2013)

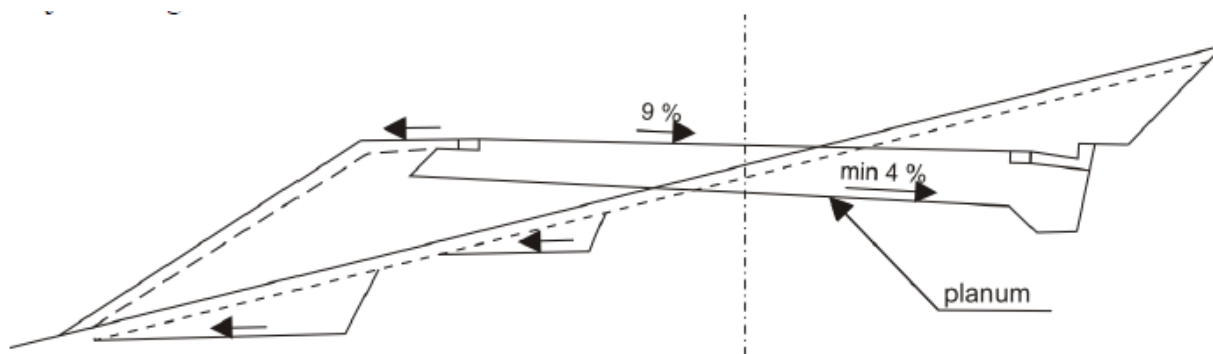
7.2.3. Posteljica

Posteljica ili planum je gornja površina donjeg ustroja. Na planum se prenose stalna i pokretna opterećenja preko gornjeg ustroja (kolnička konstrukcija). Zbog toga planum mora imati dovoljnu nosivost. Nosivosti planuma u usjeku ili na nasipu određuju se na jedan od ovih načina:

- mjerenjem indeksa nosivosti „CBR“ (%),
- mjerenjem modula reakcije „k“ (MN/m³),
- mjerenjem postignute zbijenosti „s“ po Proctoru (%), i
- mjerenjem modula stišljivosti „M“ ili modula deformacije „E“ (MN/m²).

Poprečni nagib posteljice (Slika 7.13.) kod nevezanog ili kamenitog tla jednak je nagibu kolnika. Ravnost planuma kod zemljanih materijala mora biti +/- 3 cm, a kod kamenih materijala +/- 5cm. Ravnost se mjeri ravnom letvom dužine 4 m na razmacima od najviše 100

m. Kod vezanog tla, na planum se nanosi sloj čistoće od pijeska debljine najmanje 5 cm ili sloj netkanog tekstila.



Slika 7.13: Poprečni nagib posteljice (Rezo, 2013.)

8. Tehničko rješenje rekonstrukcije prometnice

8.1. Lokacija i prostorno planska dokumentacija

Ova tehnička dokumentacija obuhvaća zahvat rekonstrukcije Branimirove ulice od njenog spoja na Varaždinsku ulicu u jugo-istočnom dijelu sa stacionažom (0+000,00) do slijepog završetka u sjevero-zapadnom dijelu na stacionaži (0+600,80).

Investitor Općina Trnovec Bartolovečki namjerava rekonstruirati Branimirovu ulicu te kao modernom prometnicom s pješačkim stazama, javnom rasvjetom i sustavom odvodnje prometno povezati u ovom trenutku na Varaždinsku ulicu, a u budućnost predvidjeti spoja na državnu cestu D2.

Svi spojevi i priključci na projektirane ceste izvest će se sukladno Pravilniku o uvjetima za projektiranje i izgradnju priključaka i prilaza na javnu cestu (NN broj. 73/98)..

8.2. Postojeće stanje branimirove ulice

Predmet ovog projekta je rekonstrukcija postojeće prometnice Branimirove ulice sa sadašnje širine kolničke konstrukcije cca 4.00 do 4.5m, na širinu kolničke konstrukcije od 5,5 m (2 x 2,75 m) s pješačkim stazama od 1m s desne i 1m s lijeve strane kolnika u smjeru rasta stacionaža.

Branimirova ulica građena je prije 30-tak godina s pretpostavljenim asfaltnim bitumeniziranim zastorom debljine 5 cm i habajućim slojem od 3 cm. Obzirom na vremenski odmak i neriješenu odvodnju, kolnik je dosta oštećen i bez jasno definiranih rubova kolničke konstrukcije promjenljivih širina.

Uz rubove kolnika izvedena je kanalizacija čime je dodatno oštećeno cca 1m širine kolničke konstrukcije što rezultira ulegnućima izazvanim lošom izradom donjeg i gornjeg sloja u području zahvata izrade kanalizacije.

Prilazi iz dvorišta obiteljskih kuća većim su dijelom neuređena, te isti zahtijevaju novo projektno-graditeljsko rješenje koje se uklapa u okoliš naselja Trnovec Bartolovečki.

Temeljem navedenog, može se zaključiti da postojeća cesta ne udovoljava sljedećim temeljnim uvjetima sukladno Zakonu o gradnji (NN.: 153/13 RH, članak 8.):

- Mehanička otpornost i stabilnost (na kolničkoj konstrukciji se nalaze velike deformacije ulegnuća, oštećenja nastala kao rezultat naknadne izgradnje kanalizacijskog sustava u pojasu kolničke konstrukcije ali i vremena eksploatacije ceste),
- Higijena, zdravlje i okoliš (zbog neizgrađenog sustava odvodnje na kolničkoj konstrukciji se stvaraju vodene površine koje danima ostaju na kolniku i na taj način tvore smjesu opasnih tvari nastalih nakupinom vode s kolničke konstrukcije te predstavljaju idealne prostore za komarce i druge insekte,
- Sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe (zbog vodenih naslaga i zimi naslaga leda kolnička konstrukcija nije sigurna za promet),
- Zaštita od buke (zbog deformacije kolnika i oštećenja istog javljaju se dodatni zvukovi uzrokovani iznenadnim naletom automobila na neočekivanu deformaciju ili ulegnuće, odnosno pojačane vibracije u prostoru oko ceste).

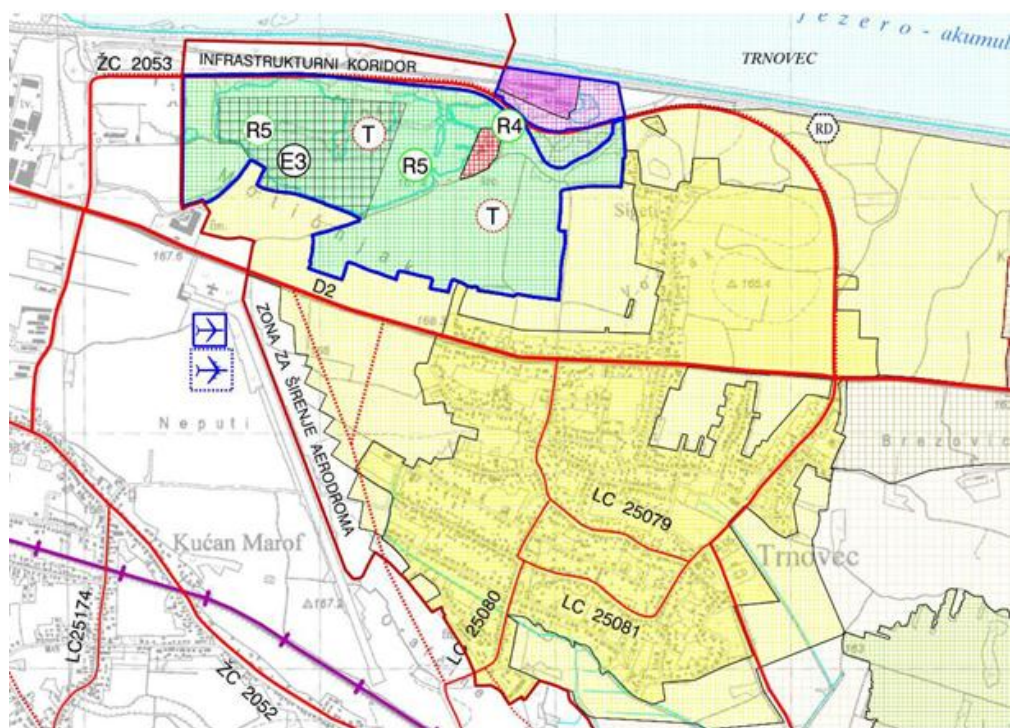
Teren kojim prolazi cesta je izrazito ravničarski s promjenama visina postojeće kolničke konstrukcije unutar 1.0 m.

8.3. Lokacija

Državna cesta D2 (Varaždin-Ludbreg-) prolazi sjevernim dijelom Općine Trnovec Bartolovečki i naselje razdvaja na južni naseljeni dio i poduzetničku zonu na sjevernom dijelu Općine Trnovec Bartolovečki.

Županijska cesta ŽC2053 (A.G. Grada Varaždina – D2 – Trnovec – Zbelava (ŽC2052) prolazi kroz naselje te predstavlja glavnu prometnicu u Općini Trnovec Bartolovečki. U neposrednoj blizini županijske ceste nalazi se: dječiji vrtić, trgovački centar i osnovna škola Trnovec Bartolovečki u smjeru naselja Zbelava.

Naseljem Trnovec Bartolovečki prolazi i lokalna cesta (LC25079) koja je spojena na županijsku cestu (ŽC2053) na križanju s Bartolovečkom ulicom kod trgovačkog centra Konzum i u sjevernom dijelu spojena na državnu cestu D2 (slika 5.1.).



Slika 8.1: Izvadak iz prostornog plana općine Trnovec Bartolovečki

Predmet ovog projekta je rekonstruirati Branimirovu ulicu i prometno povezati s Varaždinskom ulicom u jugo-istočnom dijelu (0+000,00) s priključnim radijusom $R = 10$ m, te slijepo (privremeno) završiti u sjevero-zapadnom dijelu na stacionaži (0+600,80).

Glavni i izvedbeni projekt izvedena je na temelju projektnog zadatka investitora, važećih propisa, zakona, te propisa i standarda u području niskogradnje.

8.4. Pripremni radovi

8.4.1. Geodetski radovi

Geodetski radovi pri građenju cesta obuhvaćaju:

- iskolčenje trase i svih objekata u trasi i preko trase cesta;
- sva mjerenja koja su u vezi s prijenosom podataka iz projekata na teren i obrnuto;
- održavanje iskolčenih oznaka na terenu u cijelom razdoblju od početka radova do predaje svih radova investitoru i
- izradu snimka izvedenog stanja.

U te su radove uključeni radovi na primopredaji i održavanju svih osnovnih geodetskih podloga i nacrti koje investitor predaje izvođaču na početku radova. Izvođač mora nadzornom inženjeru dati na odobrenje program geodetskih radova. Nadzorni inženjer mora biti promptno informiran o izvršenju programa, te imati na raspolaganju svu dokumentaciju izvođača. Opseg tih radova mora u svemu zadovoljiti potrebe građenja, kontrolnih radova, obračuna i drugih razloga koji uvjetuju izvršenje radova.

○ ISKOLČENJE TRASE I OBJEKATA

Iskolčenje trase i objekata obuhvaća sva geodetska mjerenja, kojima se podaci iz projekta prenose na teren ili s terena u projekte, osiguranje osi iskolčene trase, profiliranje, obnavljanje i održavanje iskolčenih oznaka na terenu za sve vrijeme građenja, odnosno do predaje radova investitoru.

Izvođač mora iskolčiti os trase prema numeričkim podacima iz projekta (sredina ceste i /ili rubovi kolnika, a kod autoceste po osi srednjeg pojasa ili po osi pojedinog kolnika) u razmacima koji ovise o karakteristikama terena, ali koji nisu veći od 50 m.

Poprečne profile iz projekta treba uskladiti s stvarnim stanjem na terenu, uz ovjeru nadzornog inženjera.

Na zahtjev izvođača radova mogu se usvojiti i dodati poprečni profili (međuprofil). Priključci i odvojci iskolčuju se po rubu trakova za ubrzanje ili usporenje, odnosno po osi priključaka i odvojaka.

Nadzorni inženjer predaje izvođaču na terenu poligonske točke operativnog poligona koje su primjereno stabilizirane u skladu s terenom u kojem se nalaze. Poligonski vlak treba vezati na trigonometrijsku mrežu, izračunanu u važećem koordinatnom sustavu državne izmjere, s dopuštenim odstupanjima prema pravilniku za poligonsku mrežu 1. reda.

Nadzorni inženjer predaje izvođaču i visinske točke (repere) postavljene duž trase na približnoj udaljenosti od 1000 m (kod autocesta na 500 m), kao i kod svakog većeg objekta. Visinske točke moraju biti postavljene na čvrstom tlu, usječene u kamen ili u neki drugi stabilni objekt i označene crvenom vodootpornom bojom.

Kod primopredaje trase investitor predaje izvođaču nacрте trase, i to:

- Situaciju u mjerilu 1:1000 (1:2000 ili drugom) s ucrtanom osi, naznakom elemenata trase i elemenata odvodnih objekata do recipijenta. U situaciji su također ucrtana

vezanja glavnih točaka trase na operativni poligon s potrebnim podacima za iskolčenje;

- Račun glavnih točaka, odnosno pri elektroničkom računanju koordinate glavnih i detaljnih točaka osi i profila sa stacionažom, duljinama prijelaznica, kružnih lukova, koordinate centra kružnih lukova, duljinama tangenata do tjemena s odgovarajućim smjernim kutovima;
- Popis poligonskih točaka - odnosno tjemena s koordinatama i položajnim opisima tih točaka;
- Popis visinskih točaka - repera, s visinama i položajnim opisima repera;
- Skicu položaja poligonskih (i trigonometrijskih) i visinskih točaka;
- Račune kota kolnika najmanje na položaju svakog poprečnog profila trase definiranog u projektu, s niveletom, stacionažama početka sredine i kraja vertikalnih zaobljenja, polumjerima zaobljenja, uzdužnim nagibima, podacima o počecima i krajevima vitoperenja i proširenja kolnika s odgovarajućim poprečnim nagibima kolnika.

Za objekte koji se premještaju zbog građenja ceste, kao što su devijacije cesta manjega značenja, regulacije potoka i slično, mogu se primjenjivati i druge geodetske metode, prilagođene vrsti objekta i terena, pod uvjetom da izvođač može obaviti radove prema projektu i ovim Općim tehničkim uvjetima. Za potrebe građenja većih objekata investitor će izvođaču predati prethodno izrađene posebne elaborate geodetske osnove za iskolčenje takvih objekata. To se odnosi na tunele, vijadukte i mostove, odnosno na sve objekte gdje se moraju primijeniti povećane točnosti iskolčenja, radi sigurnosti i troškova građenja (proboji tunela duljih od 200 m, vijadukti, mostovi, nadvožnjaci i podvožnjaci koji se izvode montiranjem pred-gotovljenih nosača, mostovi temeljeni na pilotima, dulji montažni potporni zidovi i slično).

○ OSIGURANJE ISKOLČENE OSI

Izvođač je dužan osigurati svoja iskolčenja na odgovarajući način, za sve vrijeme gradnje. Osiguranja točaka moraju biti na dovoljnoj udaljenosti od ruba nasipa ili usjeka i zaštićena tako da ih se sačuva do kraja građenja. Osiguranja točaka moraju biti i dvostruko nivelirana. Osim osi trase, izvođač je dužan osigurati i poligonske točke i repere na isti ili sličan način kao os trase.

○ SNIMANJE I OSIGURANJE PROFILA CESTE

Prije početka zemljanih radova izvođač mora postaviti profile ceste prema projektiranim poprečnim profilima. Mjesta u poprečnom profilu gdje profil ceste siječe teren treba odrediti računskim putem.

Profili ceste postavljaju se ovisno o terenskim uvjetima, radovima (usjek, nasip, zidovi) i načinu rada na razmaku od 5 do 50 metara. Nadzorni inženjer može tražiti postavljanje dodatnih međuprofila. Kod nagnutih terena iskolčava se profil bez humusnog sloja i bez vertikalnog zaobljenja kod vrha pokosa usjeka ili pri nožici nasipa.

Ako nije zadovoljan s poprečnim profilima terena iz glavnog projekta, izvođač ih ima pravo ponovno snimiti nivelmanski ili tahimetrijski i prikazati u mjerilu 1:100, odnosno u mjerilu kao u projektu. Na moguće razlike izvođač upozorava nadzornog inženjera radi dobivanja potvrde i suglasnosti. Ako je morfologija terena između poprečnih profila iz glavnog projekta takva da bi to znatno utjecalo na količine radova, izvođač i nadzorni inženjer imaju pravo tražiti snimanje međuprofila. Utvrđene razlike treba potvrditi nadzorni inženjer.

Bez pisane potvrde nadzornog inženjera ne mogu se priznati nikakve izmjene u poprečnim profilima u odnosu na glavni projekt.

○ ISKOLČENJE OBJEKATA

Izvođač je dužan na osnovi podataka o iskolčenju iskolčiti sve objekte, ali mora prethodno predložiti nadzornom inženjeru nacrt iskolčenja temelja, nacrt osiguranja osi objekta i prenesene visinske točke upisom u građevni dnevnik.

Izvođač ne smije započeti s radovima prije nego što dobije suglasnost nadzornog inženjera na ovu dokumentaciju. Nadzorni inženjer u roku tri dana mora dati ovu suglasnost ili mora iznijeti u građevnom dnevniku zahtjeve koje izvođač još treba ispuniti za dobivanje suglasnosti.

Postavljanje poprečnih profila, osiguranje osi objekta i kontrola za vrijeme građenja izvođač je dužan provoditi analogno navedenim poslovima za trasu, prilagođeno potrebi gradnje objekata.

○ **KONTROLA ZA VRIJEME GRAĐENJA**

Izvođač radova dužan je za vrijeme građenja stalno održavati iskolčenu os trase, osiguranje svih točaka, postavljenih profila ceste, repera i poligonskih točaka. Ako za vrijeme rada dođe do nestanka ili oštećenja pojedinih točaka, izvođač ih je dužan obnoviti o svom trošku. Ako se projekt promijeni, izvođač mora te promjene provesti i na terenu. Promjene se moraju provesti i na osiguranju osi trase i drugih točaka, te na postavljenim profilima ceste. Naposljetku, sve se promjene moraju ucrtati u nacrt osiguranja osi trase.

Sve podatke o iskolčenju, koji su u vezi s promjenom projekta, izvođač je dužan dostaviti nadzornom inženjeru. Nakon završetka građenja planuma posteljice, izvođač je dužan obnoviti os trase (položajno i visinski) na osnovi nacrtu iskolčenja i osiguranja osi trase, visinskih i poligonskih točaka. Os trase treba visinski i položajno obnoviti i prije izrade vezanih nosivih slojeva kolničke konstrukcije.

○ **PREDAJA PO ZAVRŠETKU RADOVA**

Po završetku svih radova na cesti, a prije tehničkog prijama, izvođač je dužan na zahtjev investitora obnoviti os trase ceste i objekata, stacionaže, poligonske točke i repere te ih predati investitoru. O tome se mora načiniti predajni zapisnik. Nadzorni inženjer prije tehničkog prijama ima pravo tražiti i nivelman cijele trase novoizgrađene ceste. Investitor je dužan najkasnije na dan tehničkog pregleda dati ma uvid povjerenstvu za tehnički pregled, uz ostalu dokumentaciju propisanu Zakonom o gradnji i:

- situacijski nacrt izgrađene građevine kao dio geodetskog elaborata, koji je ovjerilo nadležno državno tijelo za katastar i geodetske poslove, a izradila osoba registrirana za obavljanje te djelatnosti po posebnom propisu;
- geodetski snimak izvedenog stanja nakon završetka radova radi legaliziranja izvedenog stanja građevine u katastru i zemljišnoj knjizi i prema traženju investitora radi konačnog obračuna radova (zemljani radovi, kolnički zastor, oprema ceste, kontrola visina kolnika).

Snimka izvedenog stanja treba sadržavati:

- kopije katastarskih planova s ucrtanim novim objektima u mjerilu (1:1 000) ovjerenih od nadležnog katastra u 3 (tri) primjerka;
- prijavne listove za katastar i zemljišnu knjigu ovjerene od nadležnog katastra i ureda za prostorno uređenje, stambeno-komunalne poslove, graditeljstvo i zaštitu okoliša u 10 (deset) primjeraka;
- podatke o geodetskoj mreži (popis koordinata i visina, skica s položajnim opisima) u 3 (tri) primjerka;
- koordinate osi izvedene ceste (u prosjeku na svakih 25 m) u digitalnoj formi (disketi, CD) u 2 (dva) primjerka.

Pri izradi snimka izvedenog stanja treba se držati važećih zakona i propisa.

8.5. Zemljani radovi

8.5.1. Kopanje probnih šliceva

Kopanje probnih šliceva. Stavka obuhvaća kopanje probnih šliceva na karakterističnim mjestima trase, odnosno na mjestima križanja s drugim instalacijama. Iskop se vrši ručno uz potreban oprez. Nakon označavanja instalacija po potrebi mjesto iskopa zatrpati ili osigurati u skladu s propisima zaštite na radu. Obračun po m³ stvarno izvedenih radova.

8.5.2. Strojno glodanje s afaltnih slojeva

Strojno glodanje asfaltnih slojeva u sloju debljine od 5 do 10 cm. Jedinična cijena obuhvaća strojno glodanje asfaltnih slojeva u skladu s projektom kolničke konstrukcije, utovar, odvoz i istovar na manipulativnu površinu za proizvodnju reciklirane mješavine koju osigurava izvoditelj radova u neposrednoj blizini gradilišta. Obračun je po m³.

8.5.3. Iskop humusa

Rad obuhvaća površinski iskop humusa raznih debljina i njegovo prebacivanje u stalno ili privremeno odlagalište. Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kakvoće, projektom organizacije građenja i zahtjevima nadzornog inženjera.

Izrada

Zbog svojih svojstava humus pod opterećenjem znatno mijenja obujam, a pri promjenama količine vode osjetno mu se smanjuje nosivost, tako da nije pogodan kao građevni materijal i mora ga se odstraniti. Humusno tlo iskopava se s površina na trasi ceste kao i s površina pozajmišta.

Humus se iskopava isključivo strojno, a ručno jedino tamo gdje to strojevi ne bi mogli obaviti na zadovoljavajući način. Šiblje se mjestimično može odstraniti zajedno s humusom, ali se od njega mora odvojiti prije upotrebe humusa pri humuziranju kosina nasipa ili usjeka ceste.

Odguravanje humusa u odlagalište mora se obavljati tako da ne dođe do miješanja s ne-humusnim materijalom. Ako postoji višak humusa, potrebno je prethodno predvidjeti lokaciju i oblik odlagališta za njegovo odlaganje.

Prilikom iskopa humusa ne smije se dopustiti duže zadržavanje vode na tlu jer bi ga ona prekomjerno razvlažila. Stoga tijekom iskopa treba voditi računa o tome da je omogućena stalna poprečna i uzdužna odvodnja. Vodu treba odvesti izvan trupa ceste priključkom na neki odvodni jarak, potok ili prirodnu depresiju.

Površine na kojima je nakon iskopa humusa predviđena izrada nasipa potrebno je odmah urediti i zbiti, te izraditi i zbiti prvi sloj nasipa u svemu.

Debljinu humusnog sloja ustanovljuje nadzorni inženjer u prisutnosti ovlaštenog predstavnika izvođača, za svaki profil posebno, ili za pojedine dionice trase ceste ako se debljina humusnog sloja na pojedinim dionicama ne mijenja, na osnovu geomehaničkog elaborata i kontrole u tijeku izvedbe radova.

Identifikacija humusnog sloja obavlja se na osnovi mirisa, boje, sastojaka biljnih i životinjskih ostataka koji podliježu procesima razlaganja kao i količine ukupnih organskih tvari. Ako humusni sloj i tlo, pogodno za uređenje u temeljno tlo, nije moguće jasno odijeliti vizualnim načinom, debljina humusnog sloja određuje se na osnovi laboratorijskog ispitivanja organskih tvari (HRN U.B1.024). Ako nije drugačije određeno, humusnim slojem smatra se površinski sloj sraslog tla u kojem je količina organskih tvari veća od 10 mas. %.

Obračun rada

Rad se mjeri u kubičnim metrima stvarno iskopanog humusa, a plaća po ugovorenim jediničnim cijenama koje uključuju iskop humusa, prebacivanje u odlagalište s razastiranjem i planiranjem kao i sve ostalo prema opisu u ovom potpoglavlju.

8.5.4. Široki iskop

Ovaj rad obuhvaća široke iskope koji su predviđeni projektom, planom organizacije gradilišta ili zahtjevom nadzornog inženjera, a to su: iskopi usjeka, zasjeka, pozajmišta, iskopi radi korekcija vodotoka i regulacija rijeka, iskopi kod devijacija cesta i prilaznih putova, kao i široki iskopi pri gradnji objekata. Rad uključuje i utovar iskopanog materijala u prijevozna sredstva. Iskop se obavlja prema visinskim kotama iz projekta, te propisanim nagibima kosina, a uzimajući u obzir geomehanička svojstva tla i zahtijevana svojstva za namjensku upotrebu iskopanog materijala.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kakvoće, projektom organizacije građenja, zahtjevima nadzornog inženjera.

Izrada

Izbor tehnologije rada kod širokog iskopa ovisi o:

predviđenim umjetnim objektima (potporni i obložni zidovi, drenaže, cestovna kanalizacija i slično),

- vrsti tla,
- mogućnostima primjene određene mehanizacije za iskop i prijevoz,
- visini i dužini zahtijevanog iskopa,
- količini tla koje treba iskopati,
- prijevoznim dužinama,
- rokovima završetka iskopa, odnosno rokovima dovršetka ceste,
- važnosti pojedinog iskopa za dinamiku rada na objektu, i
- ekonomičnosti iskopa.

Koristeći se navedenim elementima, kao i drugim okolnostima koje mogu utjecati na izbor tehnologije rada, izvođač će, držeći se odgovarajućih važećih propisa i normi.

Iskop se može izvesti na jedan od ovih načina ili njihovom kombinacijom:

- iskop u punom profilu s čela,
- iskop usjeka (zasjeka) sa strane,
- iskop u uzdužnim slojevima,
- iskop s uzdužnim prosjekom.

Sve iskope treba obaviti prema predviđenim visinskim kotama i propisanim nagibima po projektu, odnosno po zahtjevima nadzornog inženjera. Pri izradi iskopa treba provesti sve mjere sigurnosti pri radu i sva potrebna osiguranja postojećih objekata i komunikacija.

Pri radu na iskopu treba paziti da ne dođe do potkopavanja ili oštećenja projektom predviđenih pokosa uslijed čega bi moglo doći do klizanja i odrona. Izvođač je dužan svaki mogući slučaj potkopavanja ili oštećenja pokosa odmah sanirati prema uputama nadzornog inženjera i za to nema pravo tražiti odštetu ili naknadu za višak rada ili nepredviđeni rad. Široki iskop treba obavljati prema odabranoj tehnologiji upotrebom odgovarajuće mehanizacije i drugih sredstava, a ručni rad ograničiti na nužni minimum.

Ovisno o vrsti tla, tehnologiji i upotrijebljenoj mehanizaciji kojom je moguće obavljati iskop, kod širokog iskopa treba razlikovati:

a) Iskop u materijalu kategorije "A"

Pod materijalom kategorije "A" razumijevaju se svi čvrsti materijali, gdje je potrebno miniranje kod cijelog iskopa.

Toj skupini pripadaju sve vrste čvrstih i veoma čvrstih kamenih tala kompaktnih stijena (eruptivnih, metamorfnih i sedimentnih) u zdravom stanju, uključujući i moguće tanje slojeve

rastresitog materijala na površini, ili takve stijene s mjestimičnim gnijezdima ilovače i lokalnim trošnim ili zdrobljenim zonama.

U ovu se kategoriju ubrajaju i tla koja sadrže više od 50% samaca većih od 0,5 m³, za čiji je iskop također potrebno miniranje.

b) Iskop u materijalu kategorije "B"

Pod materijalom kategorije "B" razumijevaju se polučvrsta kamenita tla, gdje je potrebno djelomično miniranje, a ostali se dio iskopa obavlja izravnim strojnim radom.

Toj skupini materijala pripadaju: flišni materijali, uključujući i rastresiti materijal, homogeni lapori, trošni pješčenjaci i mješavine lapora i pješčenjaka, većina dolomita (osim vrlo kompaktnih), raspadnute stijene na površini u debljim slojevima s miješanim raspadnutim zonama, jako zdrobljeni vapnenac, sve vrste škriljaca, neki konglomerati i slični materijali.

c) Iskop u materijalu kategorije "C"

Pod materijalom kategorije "C" podrazumijevaju se svi materijali koje nije potrebno minirati, nego se mogu kopati izravno, upotrebom pogodnih strojeva - buldozerom, bagerom, ili skrejperom. U ovu kategoriju spadala bi:

- sitno-zrnata vezana (koherentna) tla kao što su gline, prašine, prašinate gline (ilovače), pjeskovite prašine i les,
- krupno-zrnata nevezana (nekoherentna) tla kao što su pijesak, šljunak odnosno njihove mješavine, prirodne kamene drobine - siparišni ili slični materijali,
- mješovita tla koja su mješavina krupno-zrnatih nevezanih i sitno-zrnatih vezanih materijala.

○ ŠIROKI ISKOP U MATERIJALU „C“

U materijalima ove kategorije iskop se obavlja izravno strojevima. Risanje se u tim materijalima primjenjuje ponekad samo radi povećanja učinka strojeva. Izbor vrste strojeva i njihov broj predviđeni su POG-om i odabranom tehnologijom iskopa.

Iskop je dopušten do dubine 0,2-0,3 m iznad projektirane kote planuma posteljice, a konačni se iskop obavlja tek neposredno prije izrade kolničke konstrukcije, osim kod materijala koji nisu osjetljivi na utjecaj vode.

Ako je iskopani materijal osjetljiv na atmosferske utjecaje, njegovo odlaganje u trupu ceste nije dopušteno, pa se prilikom iskopa takvi materijali moraju odmah utovariti, prevesti i ugraditi u nasipe ili istovariti na mjesto stalnog odlagališta. Svi iskopi moraju se izvesti prema profilima, kotama i nagibima iz projekta, vodeći računa o svojstvima i upotrebljivosti iskopanog materijala u određene svrhe, tj. za izradbu nasipa ili kao građevni materijal za druge korisne svrhe.

8.5.5. Uređenje temeljnog tla mehaničkim zbijanjem

Ovaj rad obuhvaća sve radove koji se moraju obaviti kako bi se sraslo tlo osposobilo da bez štetnih posljedica preuzme opterećenje od nasipa i kolničke konstrukcije i prometno opterećenje (na dijelu ceste u nasipu) odnosno kolničku konstrukciju te prometno opterećenje (na dijelu ceste u usjeku). Dubina do koje se uređuje temeljno tlo određena je projektom a iznosi do 30 cm, ovisno o vrsti tla.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kakvoće, projektom organizacije građenja i zahtjevima nadzornog inženjera.

Vrste materijala	Stupanj zbijenosti Sz (u odnosu na standardni Proctorov postupak), najmanje (%)	Modul stišljivosti Ms (ploča Ø 30 cm), najmanje (MN/m ²)
Zemljani materijali: (dio materijala iskopne kategorije "C" - sve gline niske do visoke plastičnosti i prašinasta tla)		
a) Srasla tla sastavljena od koherentnih zemljanih materijala, a projektirani nasip nije viši od 2,00 m	97	20
b) Srasla tla sastavljena od koherentnih zemljanih materijala, a projektirani nasip je viši od 2,00 m	95	20
Nekoherentni materijali i miješani materijali: (materijali iskopne kategorije "A" i "B" i dio materijala kategorije "C", kameni materijali, miješani kameni i zemljani materijali, glinoviti šljunci, zaglinjene kamene drobine, flišni pješčenjaci, dolomiti, škriljci, konglomerati, pijesci, pjeskoviti šljunci).		
c) Srasla tla sastavljena od nekoherentnih zemljanih i miješanih materijala, a projektirani nasip nije viši od 2,00 m	100	25
d) Srasla tla sastavljena od nekoherentnih zemljanih i miješanih materijala, a projektirani nasip je viši od 2,00 m	95	25

Tablica 8.1: Kriteriji za ocjenu kakvoće temeljnog tla [7]

8.5.6. Izrada nasipa - tamponski sloj

Ovaj rad obuhvaća nasipanje, razastiranje, prema potrebi vlaženje ili sušenje, te planiranje materijala u nasipu prema dimenzijama i nagibima danim u projektu.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kakvoće, projektom organizacije građenja, zahtjevima nadzornog inženjera.

Izrada

Svaki sloj nasipnog materijala mora biti razastrt vodoravno u uzdužnom smjeru ili nagibu koji je najviše jednak projektiranom uzdužnom nagibu nivelete. Od toga se može odstupiti jedino pri izradi silaznih rampi za dublje udoline, kada slojevi nasipa mogu biti i u većem nagibu. U poprečnom smjeru nasip mora uvijek imati minimalni poprečni pad u svim fazama izrade.

Svaki nasuti sloj mora se zbijati u punoj širini odgovarajućim sredstvima za zbijanje. Zbijati treba od nižeg ruba prema višem.

Materijal treba navoziti po već djelomično zbijenom nasipu, po mogućnosti uvijek po novom tragu, tako da se i navoženjem omogući određeno i jednolično zbijanje slojeva nasipa. S nasipanjem novog sloja nasipa može se otpočeti tek kada je prethodni sloj dovoljno zbijen i kada je tražena zbijenost dokazana ispitivanjem.

○ IZRADA NASIPA OD MIJEŠANIH MATERIJALA

Pod miješanim materijalima razumijevaju se miješani kameni i zemljani materijali, glinoviti šljunci, zaglinjene kamene drobine, trošne stijene - škriljci, lapor, flišni materijali i slično, tj. materijali koji su manje osjetljivi na djelovanje vode (većina materijala iskopne kategorije "B" i dio materijala iskopne kategorije "C"). Ti se materijali zbijaju valjcima.

Nasipi od takvih materijala rade se u slojevima orijentacijske debljine od 30 do 60 cm, a stvarna maksimalna debljina razgrnutog sloja nasipa određuje se na pokusnoj dionici, ako ne postoje provjerena iskustva o debljinama slojeva u kojima se taj materijal može pravilno zbiti određenim sredstvima za zbijanje. Nasipni materijal ne smije se ugraditi na smrznutu podlogu. Isto tako, u nasip se ne smije ugrađivati snijeg, led ili smrznuti materijal. Kriteriji za ocjenu kakvoće ugrađenog materijala u slojeve nasipa dani su u tablici (Tablica 5.2).

Položaj nasipnih slojeva	Stupanj zbijenosti Sz (u odnosu na standardni Proctorov postupak), najmanje (%)	Modul stišljivosti Ms (ploča Ø 30 cm) najmanje (MN/m ²)
a) Slojevi nasipa visokih preko 2 m na dijelu od podnožja nasipa do visine 2 m ispod planuma posteljice	95	35
b) Slojevi nasipa nižih od 1 m i slojevi nasipa viših od 2 m u zoni 2 m ispod planuma posteljice	100	40

Tablica 8.2: Kriterij ugradnje miješanih materijala u nasip [7]

8.5.7. Izrada posteljice

Ovaj rad obuhvaća uređenje posteljice u usjecima, nasipima i zasjecima, tj. grubo i fino planiranje materijala i nabijanje do tražene zbijenosti. Posteljicu treba izraditi prema kotama iz projekta. Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kakvoće, projektom organizacije građenja, zahtjevima nadzornog inženjera.

Posteljica je završni sloj nasipa ili usjeka ujednačene nosivosti, debljine do 50 cm, ovisno o vrsti materijala. Kote planuma posteljice mogu odstupati od projektiranih najviše za ± 3 cm. Poprečni i uzdužni nagibi posteljice moraju biti prema projektu. Ravnost se mjeri uzdužno, poprečno i dijagonalno.

Visina izrađene posteljice dokazuje se nivelmanskim zapisnikom. Ravnost izrađene posteljice mora biti takva da pri mjerenju letvom dužine 4 m u bilo kojem smjeru ne smije odstupanje biti veće od 3 cm u kohezivnom materijalu. Ispitivanje ravnosti kao i poprečnog pada posteljice obavlja se na svakih 100 m. Tek po odobrenju visinskog položaja posteljice pristupa se kontroli postignute zbijenosti.

8.5.8. Izrada bankina

Ovaj rad obuhvaća izradu bankina prema projektu i to ovih vrsta bankina:

- bankine izrađene od mehanički stabiliziranog znatog materijala,
- humuzirane i zatravljivane bankine,
- bankine od betona,
- bankine s uzdignutim rubnjacima,
- bankine s primjenom bitumeniziranih netkanih tekstila.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kakvoće, projektom organizacije građenja, zahtjevima nadzornog inženjera.

Materijali

- kameni materijal je neseparirani kamen koji se dobro ugrađuje,
- humus mora odgovarati zadanim uvjetima
- beton za bankine mora biti klase C 40/45.

□ **IZRADA HUMUNIZIRANIH BANKINA I ZATRAVLJENIH BANKINA**

Nasipavanje humusnog sloja smije započeti tek kada nadzorni inženjer preuzme podlogu (nasip) i nosivi sloj na dijelu bankine ispravno izveden u smislu zbijenosti, pravilnih nagiba, visinskih kota i funkcionalnosti odvodnje.

Debljina humusnog sloja određena je projektom, a to može biti od 5 do 15 cm. Kad se nanose humusni sloj, površinu bankine treba isplanirati s točnošću od ± 2 cm i uvaljati lakim statičkim valjkom u jednom prijelazu. Nakon toga treba bankinu zatraviti prema općim tehničkim uvjetima.

□ **UREĐENJE ZELENIH POVRŠINA**

Uređenje zelenih površina s pripremom tla (fino planiranje, grabljanje i sl.), prijevozom i ugradnjom humusa iz iskopa debljine 20 cm, nabavom, prijevozom i ugradnjom mineralnog gnojiva (10 dkg/m²) i travnate smjese (4,0 dkg/m²), te jednokratnim zalijevanjem. Stavka obuhvaća sav rad, opremu i materijal potreban za uređenje zelenih površina. Obračun je po m² kompletno uređene zelene površine.

8.6. Odvodnja

8.6.1. Iskop rova za instalacije i drenaže

Rad na iskopu rovova za instalacije i drenaže obuhvaća iskop materijala točno prema nacrtima iz projekta sa svim potrebnim razupiranjima, odvodnjom, privremenim odlaganjem iskopanog materijala, te razastiranje ili odvoz viška materijala nakon zatrpavanja rova. Rad također obuhvaća i razastiranje materijala nakon eventualnog odvoza u nasip ili na stalno odlagalište.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kakvoće, projektom organizacije građenja i zahtjevima nadzornog inženjera.

Izrada

Rovove za instalacije i drenaže treba iskopavati strojno, jedino ako to nije moguće, mogu se raditi iznimno ručno uz potrebne mjere sigurnosti i zaštite na radu. Rovovi se rade u svim

kategorijama materijala (“A”, “B” ili “C”) prema odredbama u potpoglavlju 2-02. Rovovi se mogu raditi slobodno, bez razupiranja samo kod manjih dubina iskopa. Kod većih se dubina rovovi obvezno moraju razupirati, a način razupiranja ovisi o dubini iskopa i vrsti tla. Način razupiranja predlaže izvođač, a odobrava nadzorni inženjer. Kao mjera osiguranja od obrušavanja iskopa mora biti postupan. Za vrijeme iskopa treba osigurati crpljenje vode koja na bilo koji način dospije u rov.

Kao svijetla širina kod nerazupiranih rovova računa se razmak u dnu, a kod razupiranih rovova razmak između razupiranih stjenki rova. Za obradu spojeva cijevi, kontrolna okna i slično na određenim se mjestima predviđaju proširenja od najmanje 50 cm koja se priznaju izvođaču.

Kod rovova za drenažu razlikujemo:

- iskop za plitke uzdužne drenaže u usjecima i zasjecima,
- iskop za vertikalne drenaže,
- iskop za drenaže klasičnog tipa.

Iskop za plitke uzdužne drenaže u usjecima i zasjecima u vezanom zemljanom materijalu izrađuje se prema projektu. Mogući razrahljeni dio iskopa mora se zbiti približno na gustoću okolnog tla. Iskop za vertikalnu drenažu obavlja se garniturom za bušenje. Projektom mora biti točno određeno područje za izradu vertikalnih bušotina, profil bušotina kao i dubina bušotine. Iskop za drenažu klasičnog tipa s vertikalnim stranicama obavlja se strojno. Ako vrsta tla i dubina rova zahtijevaju razupiranje, rov se mora razupirati. Širina dna iskopa za drenaže povećava se s dubinom, ovisno o svojstvima tla i mora biti određena projektom.

8.6.2. Iskop rova za kanalizacije

Rad obuhvaća strojni iskop rova za kanalizaciju u svim kategorijama materijala “A”, “B”, i “C” u svemu prema dimenzijama iz projekta. Na mjestima spojeva cijevi s revizionim oknima kanalizacije, izvode se proširenja iskopa za 50 cm ili veća prema projektu. Proširenja su potrebna za obradu, spajanje i brtvljene spoja cijevi. Iskopani materijal odlaže se privremeno uz rub iskopanog rova na takvoj udaljenosti na kojoj neće izazvati urušavanje

iskopanog rova. Dio materijala se koristi za zatrpavanje rova a višak odvozi na određeno odlagalište i tamo razastire.

U radove iskopa za kanalizaciju uključeni su radovi iskopa na mjestima revizionih okana kao i iskopi za slivnike, te iskopi eventualno potrebnog uređenja temeljnog tla. Minimalna širina iskopa rova za kanalizaciju uvjetovana je projektiranim profilom kanalizacijske cijevi i potrebnom dubinom rova, te geotehničkim osobinama tla.

○ IZRADA PODLOŽNOG SLOJA OD BETONA

Na pripremljeno i preuzeto dno iskopa rova moguće je započeti ugradnju podložnog sloja od betona prema rješenjima i zadanoj geometriji iz projekta. Debljine podložnog sloja je od 5 do 15 cm ovisno o rješenju iz projekta. Betonska podloga, kao posteljica kanalizacijske cijevi, ugrađuje se u jednom ili dva sloja.

Prvi sloj betona je izravnavajući sloj klase C 12/15 (MB 15) debljine 5 cm. Ovaj sloj ugrađuje se prije postavljanja cijevi.

Drugi sloj služi kao posteljica cijevi i ugrađuje se nakon postavljanja cijevi. Ovaj sloj je različite debljine ovisi o promjeru cijevi. Ugrađuje se tako da cijev kanalizacije naliježe u poprečnom smislu na 1/4 do 1/3 opsega cijevi, odnosno na duljinu kružnog isječka, koji zatvara kut od 90°, mjereno iz središta presjeka cijevi.

8.6.3. Izrada revizijskih okana – slivnici

Rad obuhvaća izvedbu revizijskih okana od monolitnog tvornički proizvedenog betona s betoniranjem na mjestu ugradnje ili tvornički pripremljenih gotovih elemenata i sastavljenih u cjelinu na mjestu izvedbe revizijskog okna. U cestogradnji se najčešće revizijska okna izvode kao:

- monolitna betonirana na licu mjesta
- montažna od tvornički proizvedenih betonskih elemenata

- polu-montažna od tvornički proizvedenih gotovih elemenata od azbest-cementnih ili plastičnih cijevi.

Revizijska okna ugrađuju se na mjestima prema zadanom rasporedu iz projekta u pripremljeni iskop. Sraslo ili nasuto tlo ispod RO mora biti sabijeno do modula stišljivosti $M_s \geq 30$ MN/m² mjereno kružnom pločom \varnothing 300 mm, ili mjerenom stupanju zbijenosti $S_z \geq 95\%$ u odnosu na standardni Proctorov postupak.

○ **IZRADA REVIZIJSKIH OKANA OD MONTAŽNIH BETONSKIH ELEMENATA**

Izvedba revizijskih okana od montažnih betonskih, tvornički pripremljenih elemenata kružnog ili pravokutnog presjeka od betona klase C 40/45 (vodocementni faktor ispod 0,45). Revizijska okna se ugrađuju na pripremljeni betonsku podlogu, sukladno preporuci ili uvjetu ili propisanom zahtjevu proizvođača revizijskog okna. Priključak kanalizacije od betonskih i drugih materijala realizira se prijelaznim nastavkom i detaljima proizvođača.

Rad obuhvaća izvedbu temelja i priključaka prema detaljima iz upute proizvođača. Izvedba kinete, ako nije tvornički predviđeno, radi se betonom C 12/15 (MB 15). Kinetu treba završno obraditi cementnim mortom.

○ **UGRADNJA POKLOPACA NA REVIZIJSKA OKNA**

Rad obuhvaća nabavu, dopremu (po potrebi uskladištenje) i ugradnju lijevano željeznih poklopaca, veličine, težine i nosivosti prema uvjetima iz projekta. Pod nabavom i ugradnjom poklopca podrazumijeva se nabava i ugradnja okvira i samog poklopca projektom zadane nosivosti i otvora.

Poklopci se ugrađuju na pripremljeni okvir ili ploču revizijskog okna, prema detaljima iz projekta. Poklopac mora dobro nalijegati cijelim obodom, te nije dopušteno da se zbog netočne izvedbe poklopac “ljulja” kod nesimetričnog pritiska.

8.6.4. Slivnici vodolovna grla

Rad obuhvaća izvedbu slivnika od monolitnog tvornički proizvedenog betona s betoniranjem na mjestu ugradnje ili tvornički pripremljenih elemenata različitih građevinskih materijala sastavljenih u jednu funkcionalnu cjelinu na mjestu izvedbe slivnika.

U cestogradnji se slivnici izrađuju najčešće kao:

- monolitni betonski izvedeni na licu mjesta
- montažni od tvornički proizvedenih betonskih elemenata
- montažni od tvornički proizvedenih elemenata od azbest-cementa.

Slivnici se ugrađuju zadanih dimenzija na mjestima prema rasporedu iz projekta. Slivnici se ugrađuju u pripremljeni iskop zadanih dubina i zbijenosti tla.

Slivnici se ugrađuju izvedbom jednostrane ili dvostrane oplata ili bez oplata, koristeći betonsku ili azbest-cementnu cijev kao unutarnju oplatu. Slivnici se po pravilu ugrađuju kružnog presjeka Ø50 cm s dubinom taložnice 100-150 cm.

○ SLIVNICI OD MONTAŽNIH BETONSKIH CIJEVI

Slivnici od montažnih tvornički pripremljenih elemenata kružnog presjeka od betona klase C 40/45 (min MB 30) ili azbestcementa. montiraju se prema shemi proizvođača.

Slivnici se ugrađuju na pripremljenu betonsku podlogu prema detalju iz projekta. Priključak na reviziono okno ili direktno na cijev kanalizacije izvodi se spojnim cijevima Ø 15 ili Ø 20 cm, odnosno prema mjerama iz projekta.

○ ZATRPAVANJE ROVA KANALIZACIJE

Zatrpavanje kanalizacijskog rova smije započeti nakon što izvođač predoči dokaze uporabljivosti materijala i elemenata, te potvrdu ovlaštenog tijela o vodo-nepropusnosti, te pošto nadzorni inženjer preuzme ugrađene kanalizacijske cijevi.

8.6.5. Izdizanje i spuštanje okana komunalnih i drugih instalacija

Izdizanje i spuštanje okana komunalnih ili drugih instalacija. Jedinična cijena obuhvaća vađenje poklopca i okvira poklopca, do-betoniranje stjenki okna na novu visinu, ponovnu ugradnju okvira poklopca i poklopca, prethodno čišćenje postojećih okana te sav ostali rad, opremu i materijal potreban za potpuno dovršenje stavke. Obračun je po komadu izdignutog okna.

8.7. Betonski radovi

8.7.1. Betonski i armirano - betonski radovi

Sastav betona, granulacija agregata, vrsta betonskog čelika za armaturu, savijanje i postavljanje armature, pripreme i transport betonske smjese, ugradnja i njega betonske smjese, te kontrola ugrađenog materijala mora u svemu odgovarati odredbama "Pravilnika o tehničkim mjerama i normativima za beton i armirani beton".

Za pripremanje betona smije se upotrijebiti samo agregat za koji je atestom stručne organizacije, registrirane za takovu djelatnost, potvrđeno da ima svojstva koja propisuje navedeni pravilnik. Atest ne smije biti stariji od šest mjeseci. Izvođač radova mora na gradilištu prilikom upotrebe agregata ispitati:

- najmanje jednom tjedno količinu vrlo finih čestica agregata i granulometrijski sastav
- najmanje jednom u toku osam sati rada površinsku vlažnost agregata

Prilikom izbora agregata mora se voditi računa o načinu prijevoza i ugrađivanja betona, o debljini elemenata i o gustoći armature.

Za pripremanje betona upotrijebiti cement koji ispunjava uvjete prema odgovarajućem važećem standardu za portland cement. Ovo mora biti napisano na vrećama cementa ili u popratnom pismu cementa u rinfuzi.

Izvođač radova treba prije upotrebe cementa provjeriti standardnu konzistenciju , vrijeme vezivanja i postojanost obujma cementa , i to svakog dana izvođenja betonskih radova. Izvođač radova mora za svaku vrstu i klasu cementa uzimati i čuvati uzorke prema odgovarajućem važećem standardu za uzimanje uzoraka cementa. Uzeti uzorci cementa moraju se čuvati na gradilištu do primopredaje završenog objekta. U dokumentaciji kojom se dokazuje kvaliteta izvršenih radova moraju biti sadržani atesti o upotrijebljenom cementu.

Voda i dodaci za pripremu betona moraju biti u skladu sa propisanim kvalitetom u " Pravilniku o tehničkim mjerama i normativima za beton i armirani beton". Iznimno se za pripremanje betona može upotrebljavati pitka voda.

Za armiranje konstrukcije i elemenata od betona može se upotrijebiti čelik sa kvalitetama prema "Pravilniku o tehničkim mjerama...". Prije postavljanja armatura mora biti očišćena od prljavštine, masnoće, korozije itd... Armatura se savija i postavlja prema projektu. Beton koji se upotrebljava za izradu betonskih konstrukcija i elemenata mora se ispitati i time utvrditi da li odgovara propisanoj marki betona. Ispitivanje se vrši na kockama sa bridom 20 cm ,starosti od 28 dana na tlačnu čvrstoću.

Broj kocaka koje je potrebno ispitati ovisi o količini ugrađenog betona, važnosti betonske konstrukcije itd., s tim da iste vrste kocaka treba biti min. 10, ali ne manji od 3 , ako ukupno upotrebljena količina istovrsnog betona ne prelazi 10 m³ za konstrukcije od prednapregnutog betona, odnosno 20 m³ za konstrukcije od armiranog betona. Za konstrukcije od betona može se upotrijebiti samo beton koji je umiješan mehanički, pri čemu se mora osigurati homogenost i stalnost osobina betona. Sastavni dijelovi betona određuju se težinski i to:

- težina agregata s točnošću 2%
- težina cementa s točnošću 1%
- težina vode s točnošću 1%
- težina dodataka betonu s točnošću 1%

8.7.2. Izvođenje betonskih radova

Betonski radovi moraju se izvoditi prema projektu konstrukcije i projektu betona. Projekt betona mora se izraditi prije početka betoniranja konstrukcija i elemenata od betona i armiranog betona i mora sadržavati:

- plan betoniranja ,organizaciju i opremu
- način transporta i ugrađivanja betona
- način njegovanja ugrađenog betona
- program kontrolnih ispitivanja sastojaka betona
- program kontrole betona, uzimanja uzoraka i ispitivanja
- betonske mješavine i betona po partijama i
- plan montaže montažnih elemenata, projekt skela za složene konstrukcije i elemente od betona i armiranog betona, ako nije dan u projektu konstrukcije, kao i projekt specijalnih vrsta oplata.

Projektom betona izvođač radova mora detaljno razraditi uvjete projekta konstrukcije za izvođenje betonskih radova i prilagoditi im svoju tehnologiju i raspoložive materijale uz zadovoljenje i uvjeta projekta konstrukcije i uvjeta važećih propisa. S projektom betona moraju se prije početka betoniranja suglasiti i projektant i naručilac objekta. Sastav betonskih mješavina za projektirane klase betona treba dati prema provedenim prethodnim ispitivanjima s materijalima koji će se primjenjivati u proizvodnji betona ili prema postojećim sastavima u tvornici betona, koji će za objekt proizvoditi beton, a koji moraju biti dokazani parametrima statističke obrade rezultata kontrolnih ispitivanja uvjetovanih svojstava iz posljednjeg dokaznog tromjesečnog perioda vremena.

Količina betona i tehnički uvjeti kvalitete betona unose se iz projekta konstrukcije. Eventualne izmjene ili dopune uvjetovanih svojstava smiju se unositi u projekt betona samo uz suglasnost projektanta i naručioca. Plan betoniranja treba sadržavati redoslijed i opis betoniranja pojedinih konstruktivnih elemenata i sklopova uključujući i utvrđivanje vremenskih pomaka u fazama betoniranja nužnim za dozrijevanje betona, opise prekida i nastavaka betoniranja na predviđenim i nepredviđenim mjestima, dokaze stabilnosti pojedinih elemenata i sklopova u fazi izvođenja (ako su potrebni) i organizaciju i opremu za izvođenje betonskih radova. Predviđena sredstva transporta i ugradnje betona moraju biti dimenzionirana i specificirana po vrstama i po radnim kapacitetima u skladu s planom betoniranja i dinamikom izvođenja betonskih radova.

8.7.3. Betonski rubnjaci

Rubnjaci se ugrađuju s vanjske strane prometnih traka odnosno kolnika s ciljem vizualnog vođenja prometa i kontrolirane odvodnje kolnika. Koriste se rubnjaci različitih veličina i oblika. Betonski rubnjaci su najčešće tvornički proizvedeni elementi dužine 100 cm ili 80 cm.

Opis rada

Rubnjaci se rade prema detaljima i mjerama iz projekta. Dimenzije standardnih rubnjaka obično su dužine 1,00 m s poprečnom presjekom 18/24 cm. Mogu biti i drugih dimenzija prema zahtjevima iz projekta. Rubnjaci se ugrađuju na betonsku podlogu sukladno detaljima iz projekta.

8.7.4. Izrada betonske ograde

Izrada betonske ograde od armiranog betona klase betona C 25/30. Prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta. Obračun je po m³ ugrađenog betona po mjerama iz projekta, a u jediničnu cijenu su uključeni nabava betona, svi prijevozi i prijenosi, izrada, montaža i demontaža potrebne oplata i skele ukoliko je potrebna, rad na ugradnji i njezi betona te sav drugi potrebni rad i materijal na monolitiziranju kao i stalna geodetska kontrola. Armatura se obračunava posebno.

8.8. Asfalterski radovi

Asfaltni slojevi su asfaltne mješavine ugrađene na odgovarajući način na podlogu. Radi osiguranja kvalitete asfalterskih radova provodi se niz aktivnosti opisanih u tehničkim uvjetima čiji je konačni cilj dobivanje kvalitetnog asfaltnog sloja u kolničkoj konstrukciji.

8.8.1. Prijevoz asfaltne mješavine

Asfaltna mješavina prevozi se do gradilišta kamionima kiperima. Dno kamiona mora biti metalno ili obloženo metalom, čisto i bez nakupina prašine, blata ili nekog drugog materijala. Radi sprečavanja lijepljenja asfaltne mješavine preporučuje se prskanje dna i stranica kamiona otopinom kalijeva sapuna u vodi. Nije dopušteno prskanje naftnim derivatima.

Asfaltna mješavina zaštićuje se od hlađenja i onečišćenja ceradama. Duljina prijevoza može iznositi max. 70 km, odnosno vrijeme prevoza iznosi max. 1,5 sati.

8.8.2. Ugradnja asfaltne mješavine

Podloga na koju se polaže asfaltni sloj može biti od:

- nosivog sloja od mehanički stabiliziranog zrnatog materijala,
- nosivog sloja od zrnatog materijala stabiliziranog hidrauličkim vezivima,
- asfaltnog sloja.

Asfaltna mješavina može se polagati samo na podlogu koja je ispitana i koju je preuzeo nadzorni inženjer. Vremenski razmak između ispitivanja podloge i ugradnje smije biti najviše 24 sata. Za to vrijeme treba zabraniti gradilišni prijevoz po ispitanoj podlozi. Ako je podloga površinski oštećena uslijed vremenskih nepogoda, mora se popraviti i dotjerati prije ugradnje asfaltne mješavine. Polaganje asfaltnog sloja na podlogu stabiliziranu hidrauličkim vezivima smije započeti tek sedam dana nakon ugradnje stabilizacije. Stabilizirana podloga mora biti suha i čista, sav nevezani materijal mora biti uklonjen s površine. Ako se podloga prska bitumenskom emulzijom ili bitumenom mora biti suha ili prirodno vlažna.

Ako je temperatura zraka oko 0°C, podloga se prska vrućim bitumenom. Najmanja količina bitumenske emulzije kojom se prska podloga je 0,5 kg/m². Površinu obrađenu bitumenskom emulzijom ili bitumenom potrebno je zaštititi od gradilišnog prometa. Ako je za prskanje upotrijebljena emulzija, nanošenje asfaltnog sloja može započeti tek kada je isparila sva voda.

Ravnost podloge mora odgovarati zahtjevima tehničkih uvjeta. Niveleta podloge mora uz dopuštenu odstupanja odgovarati projektiranoj visini. Polaganje asfaltne mješavine na podlogu od asfaltnog sloja može započeti kada je podloga očišćena od vezanog i nevezanog materijala, suha i poprskana bitumenskom emulzijom u količini od 0,2 - 0,5 kg/m². Prskanje mora započeti najmanje 3 sata prije polaganja asfalta, kako bi voda isparila i bitumenski dio se vezao za podlogu.

Asfaltna mješavina ugrađuje se samo u povoljnim vremenskim uvjetima.

Prilikom izrade habajućeg sloja (HS i BNHS) temperatura podloge i zraka mora biti viša od +10°C, a pri ugradnji nosivog sloja (BNS) viša od +5°C.

U posebnim vremenskim uvjetima nadzorni inženjer može obustaviti izradu asfaltnog sloja i kod temperatura koje su više od minimalno propisanih, ako postoji opravdana sumnja da se pod takvim uvjetima sloj neće moći kvalitetno izraditi. Temperatura asfaltna mješavine na mjestu ugradnje ovisi o vrsti upotrijebljenog bitumena u asfaltnoj mješavini.

8.8.3. Bitumenizirani nosivi sloj

Bitumenizirani nosivi sloj (BNS) jeste nosivi sloj u kolničkoj konstrukciji izrađen od mješavine kamenog brašna, kamenog materijala do najveće nominalne veličine zrna 32 mm i bitumena kao veziva, proizveden i ugrađen po vrućem postupku.

BNS se dijeli prema:

- nazivnoj veličini najvećega zrna kamenog materijala,
- vrsti kamenog materijala i
- granulometrijskom sastavu kamene smjese asfaltna mješavine.

Prema nazivnoj veličini najvećega zrna kamenog materijala, BNS se dijeli na:

- BNS 16,
- BNS 22 i
- BNS 32.

Prema vrsti kamenog materijala BNS i se dijeli na:

BNS A - izrađen na bazi drobljene kamene sitneži uz dodatak kamenog brašna,

BNS B - izrađen na bazi separiranog ili djelomično separiranog drobljenog kamenog materijala, uz korekciju sastava dodatkom pijeska i/ili kamenog brašna (prema potrebi), ili separiranog prirodnog nevezanog kamenog materijala uz dodatak najmanje 30 % (m/m) kamene smjese drobljenog zrna iznad 4 mm i/ili kamenog brašna (prema potrebi) i

BNS C - izrađen na bazi separiranog prirodnog nevezanog kamenog materijala, uz korekciju sastava dodatkom pijeska i/ili kamenog brašna (prema potrebi).

Grupa prometnog opterećenja	Vrsta BNS-a	Tehnološka debljina izvedenog sloja, mm
Autoceste, vrlo teško i teško	BNS 22A	60 do 80
	BNS 32A	80 do 120
Srednje	BNS 16A BNS 16B	45 do 60
	BNS 22A BNS 22B	60 do 80
	BNS 32A BNS 32B	80 do 120
	BNS 16A BNS 16B BNS 16C	45 do 60

Tablica 8.3: Primjena i tehnološka debljina izvedenog BNS-a u ovisnosti o grupi prometnog opterećenja [7]

9. Plateia

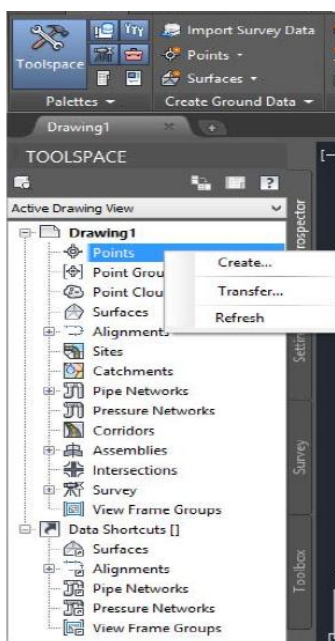
Plateia je programski paket namijenjen projektiranju i rekonstrukciji prometnica. Projektantu nudi velik broj naredbi, od jednostavnih do vrlo složenih, od početnog unosa točaka do ispisa ili kreiranja 3D modela, koji se dalje mogu koristiti za razne analize.

Plateia projektantima pomaže u pripremi nacрта i tehničke dokumentacije, uključujući i izračun masa, 3D model projektantima daje mogućnost provođenja raznih analiza kao što su zavojne krivulje, krivulje vidljivosti, kao i odvodnja s prometnica.

Plateia radi na nekoliko CAD platformi, međutim u kombinaciji s programom AutoCAD Civil 3D, povećava se iskoristivost oba programska paketa

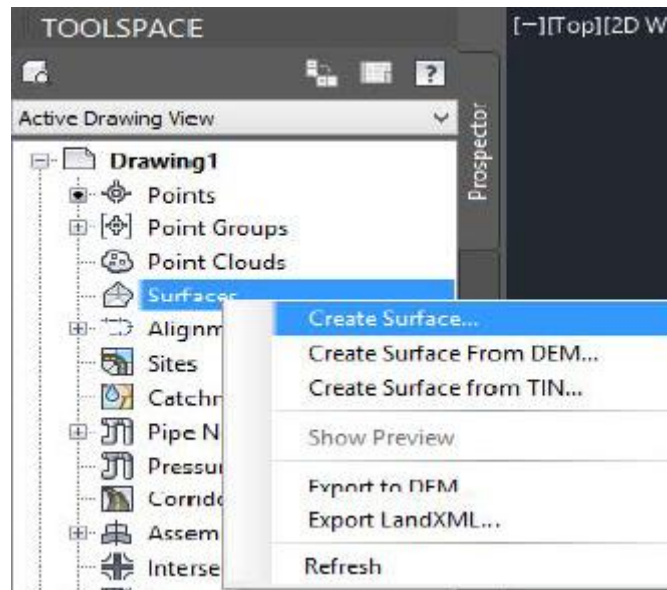
Plateia se koristi za sve vrste projektiranja prometnica svih vrsta i u svim fazama projektiranja: projektiranje prometnica svih kategorija, rekonstrukcije prometnica, zemljane radove itd. (URL 1.)

Prvi korak pri projektiranju u programu Plateia je kreiranje digitalnog modela terena (DMT). Postoji mogućnost učitavanja gotovog modela terena ili se može izraditi učitavajući koordinate snimljenih točaka. Za ovaj projekat točke su snimljene GPS-om i pomoću njih je izrađen DMT. Točke se učitavaju u program AutoCad Civil 3. U alatnoj traci „Toolspace“ biramo „Points“, a zatim desnim klikom miša opciju create (slika 7.1).



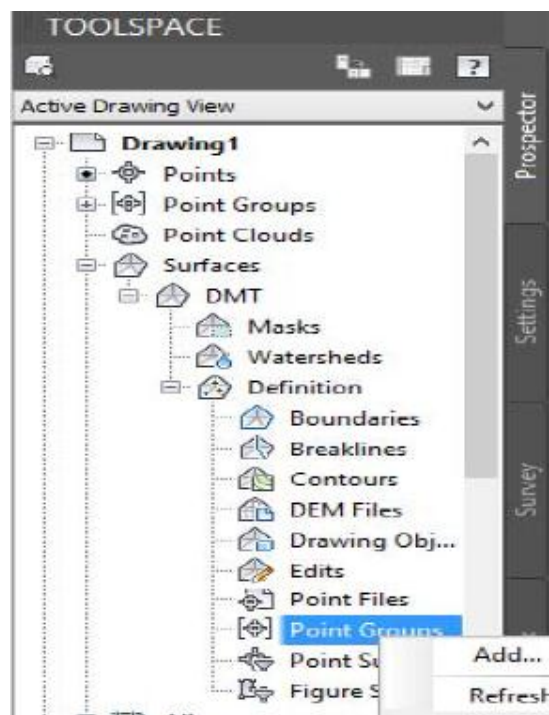
Slika 7.1: Učitavanje točaka za izradu digitalnog modela

U sljedećem koraku potrebno se vratiti na izbornik „ToolSpace“ iz kojeg iz učitanih koordinata radimo površinu terena. Desnim klikom na „Surface“ otvorimo podizbornik u kojem se odabire „Create Surface“ (slika 7.2)



Slika 7.2: Izrada površine terena

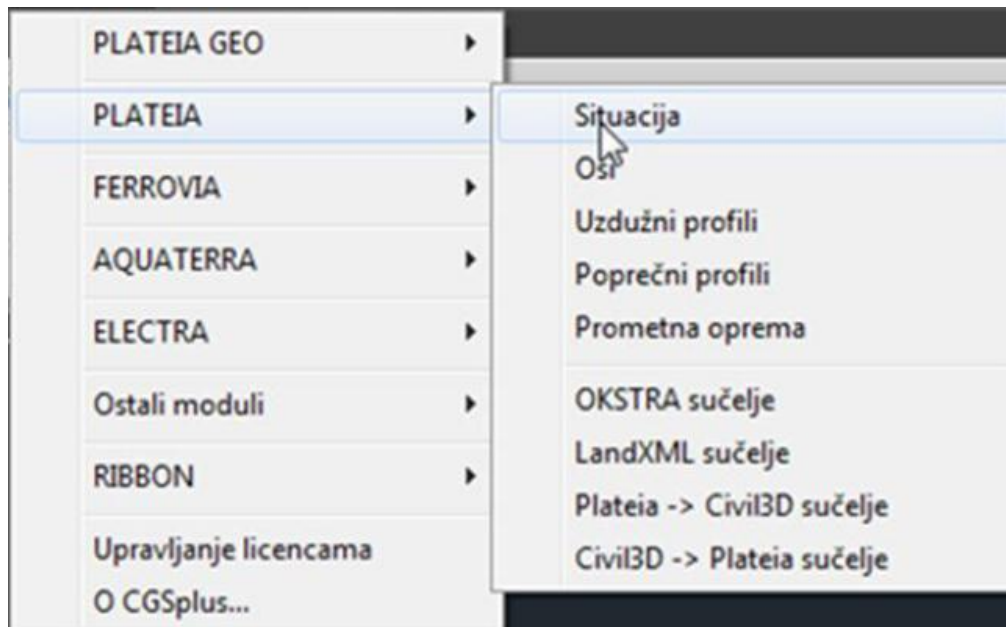
Nakon toga slijedi dodavanje učitanih točaka tako što kliknemo na „Point Groups“, potom kliknemo „Add“.



Slika 7.3: Dodavanje prethodno učitanih točaka

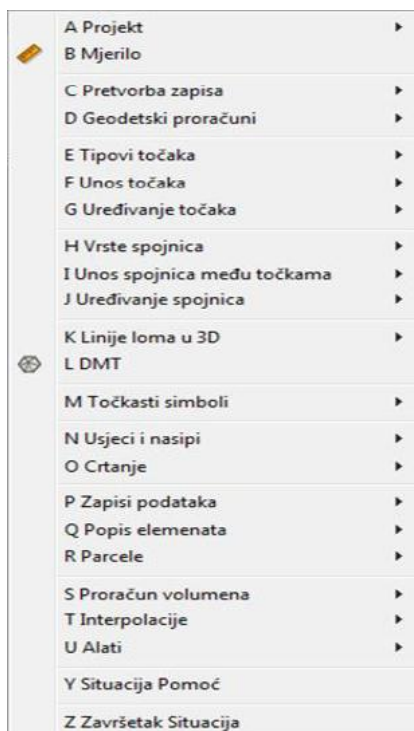
9.1. Moduli

Klikom na izbornik „CGS Plus“ otvara se izbornik u kojem se bira „PLATEIA“ te dobijemo još jedan izbornik u kojem se nalaze moduli.



Slika 7.4: Moduli za projektiranje

U modulu „Situacija“ definira se mjerilo i sam projekt (slika 7.5).

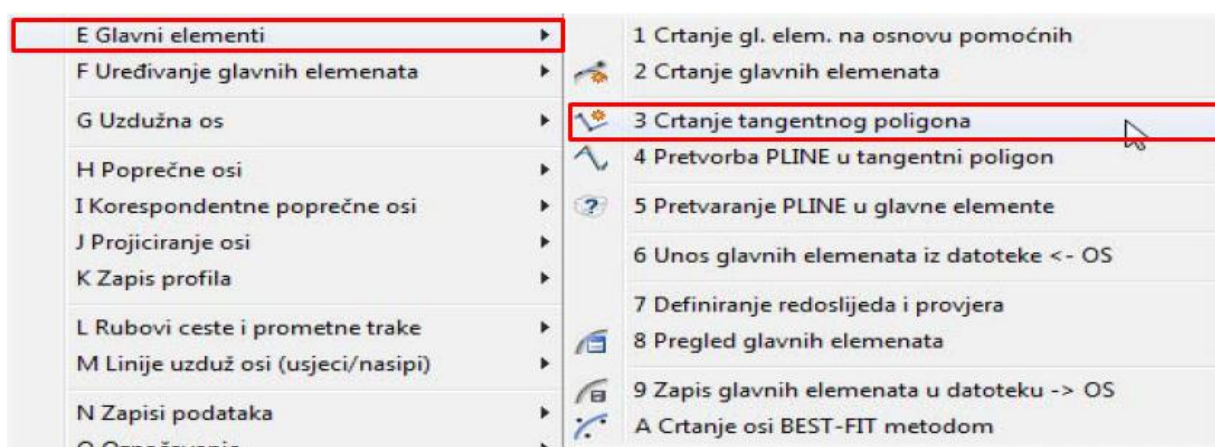


Slika 7.5: Izbornik modula „Situacija“

MODUL OSI

Modul osi namijenjen je projektiranju osi prometnica. Modul osi omogućuje projektiranje horizontalnih elemenata uzdužne osi te jednostavno upravljanje s njima. Tangente i kružnice su pomoćni konstrukcijski elementi za projektiranje uzdužne osi ceste. Glavni elementi uzdužne osi su pravac, kružni luk, prijelaznica i djelomična prijelaznica, oni skupa definiraju uzdužnu os ceste.

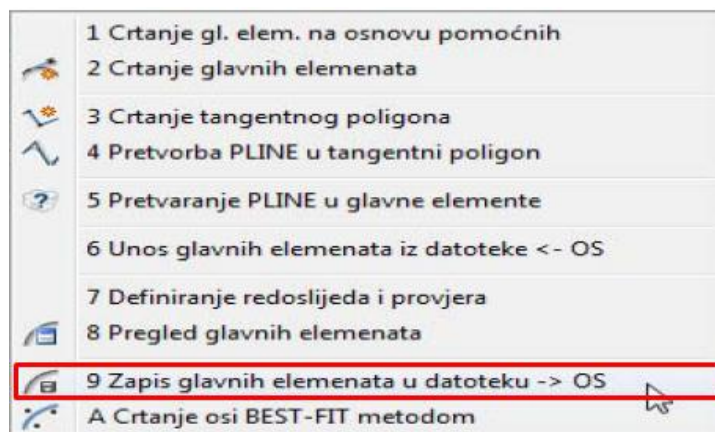
Crtanje osi prometnice započinje u izborniku „OSI“ odabirom „Glavni elementi“ potom „Crtanje tangentsnog poligona“ (Slika 7.6). Nakon tog odabira zadaju se glavni elementi te omjer radijusa i parametra prijelaznice.



Slika 7.6: Crtanje osi prometnice

Također postoji opcija „Uređivanje glavnih elemenata“, pa tako ako nismo zadovoljni nacrtanim tangentsnim poligonom on se lako ispravi.

Kad je poligon napravljen potrebno je zapisati glavne elemente (slika 7.7).



Slika 7.7: Zapis glavnih elemenata

MODUL „UZDUŽNI PROFIL“

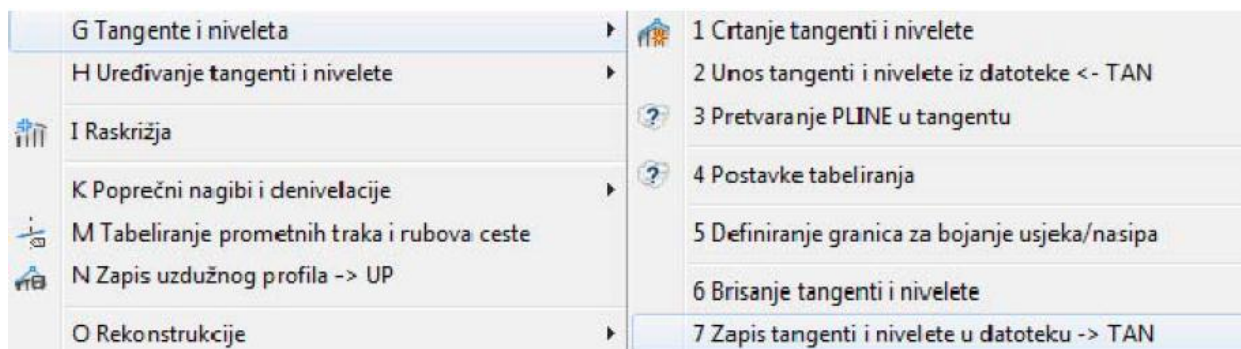
Prva opcija koja se koristi u modulu „UZDUŽNI PROFIL“ je „Upravljanje tablicama“, Nakon toga slijedi unos terena u nacrtu uzdužnog profila s naredbom „Unos terena“ crta se glavna linija terena i dodatne linije terena koje predstavljaju rubove postojeće ceste. Nakon unosa terena potrebno ga je zapisati kao i glavne elemente kod crtanja osi prometnice (slika 7.8).



Slika 7.8: Unošenje i zapis terena

Nakon izrade terena potrebno je odabrati izbornik „Tangente i nivelete“ te potom odabrati „Crtanje tangenti i nivelete“, također je potrebno pripaziti da uzdužni nagib ne prelazi 12%.

Nakon crtanja tangenti i niveletea kao i kod svih ostalih modula moramo zapisati iste odabirom na „Zapis tangenti i nivelete u datoteku → TAN“ (slika 7.9).

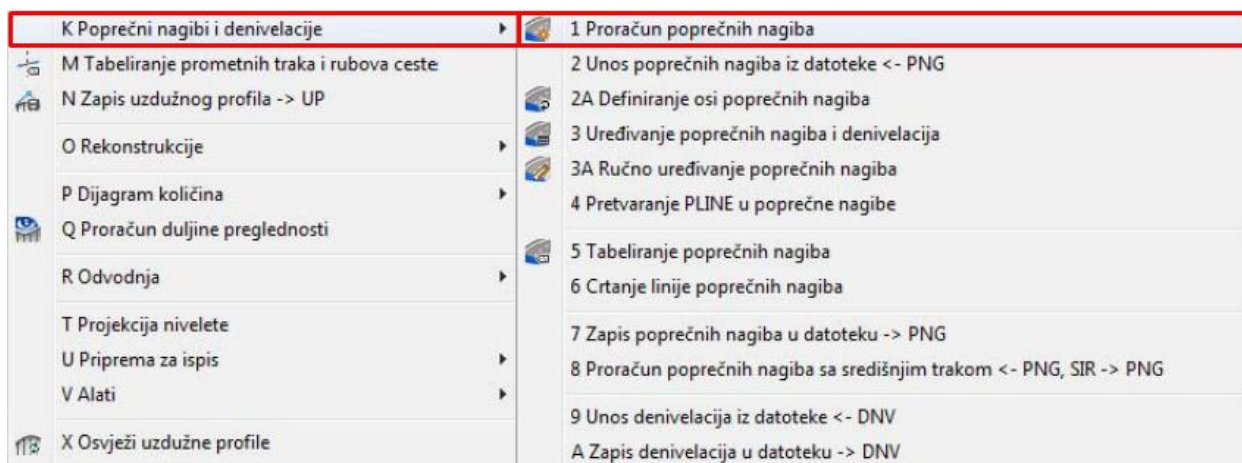


Slika 7.9: Zapis tangenti i nivelete

Sljedeći korak je osvježavanje tablica uzdužnog profila jednostavno tako da se u modulu „Uzdužni profil“ odabere „Osvježi uzdužne profile“.

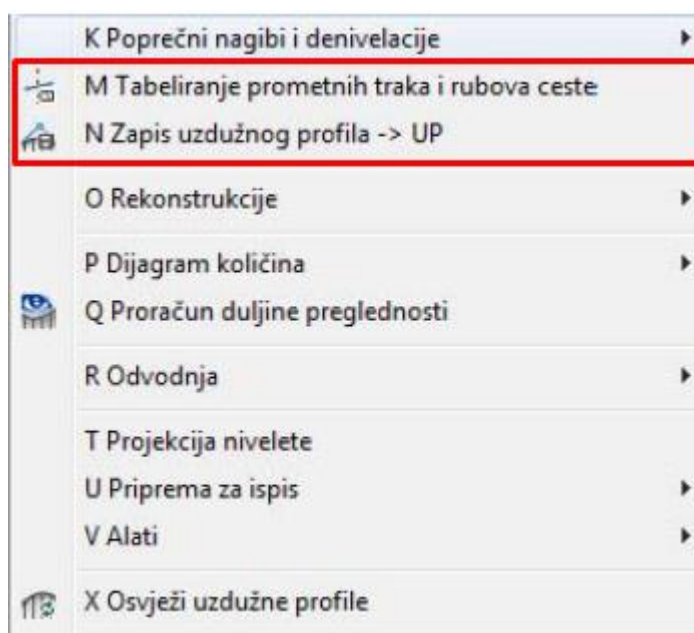
Nakon osvježavanja tablica uzdužnog profila potrebno je unijeti horizontalne elemente koji se unose odabirom na „Unos horizontalnih elemenata osi“

Program nakon unosa pravaca i krivina sam izračunava poprečne nagibe po važećim propisima nakon odabira „Proračun poprečnih nagiba“ iako se mogu unijeti već izračunati učitavanjem datoteke tipa PNG (slika 7.10).



Slika 7.10: Proračun poprečnih nagiba

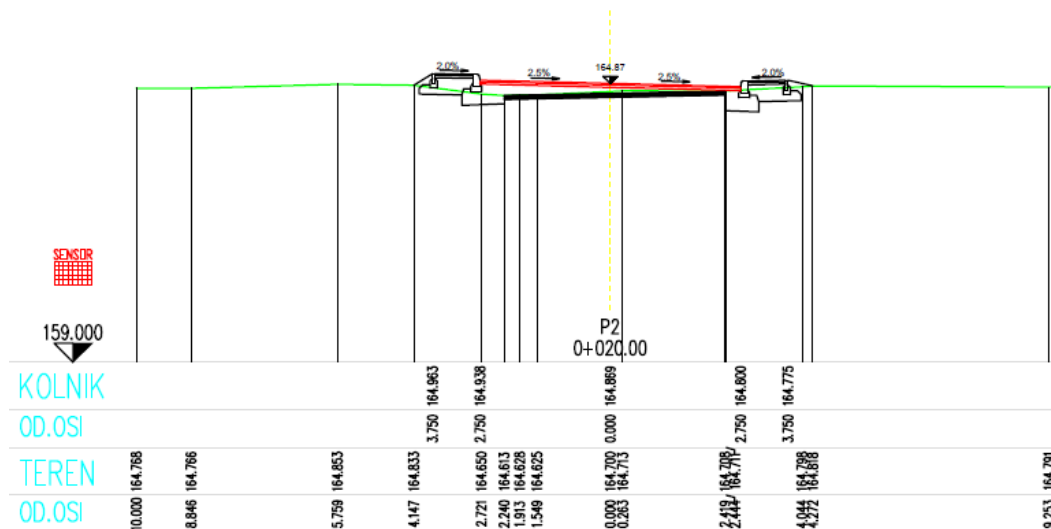
Posljednji korak u modulu „UZDUŽNI PROFIL“ je zapis uzdužnih profila i tabeliranje prometnih traka i rubova ceste (slika 7.11).



Slika 7.11: Zapis i tabeliranje uzdužnog profila

MODUL „POPREČNI PROFIL“

Sljedeći modul nakon uzdužnih profila je modul za izradu poprečnih profila. Isto kao i kod uzdužnog profila prvo se uređuju tablice, a potom slijedi unos terena u kojem biramo kolnik. Nakon unosa terena i kolnika program automatski nacrtava teren sa kolnikom, ali bez bankina i ostalih elemenata koji se mogu kasnije naknadno dodati (slika 7.12).



Slika 7.12: Poprečni profil

Nakon što je program nacrtao teren s kolnikom bez drugih elemenata poprečnog presjeka, na red dolaze elementi normalnog poprečnog presjeka (NPP elementi). Pod NPP elemente spadaju: bankina, pokos, zaobljenje, gornji i donji ustroj ceste. Klikom na izbornik „NPP elementi“ otvara nam se podizbornik u kojem možemo odabrati jedan od elemenata, uređivati ga te nakon toga ga unijeti na poprečni presjek. Također sve elemente moguće je naknadno uređivati odabirom na „Uređivanje NPP elemenata“ (slika 7.13).

G NPP elementi	1 Bankina
H NPP i makro	2 Pokos
I Uređivanje NPP elemenata	3 Zaobljenje
J Kotiranje NPP elemenata	4 Gornji stroj
K Linije uzduž osi	5 Donji stroj
L Kotiranje u situaciji	6 Kanal
M Izračun količina	7 Drenaža
N Priprema za ispis	9 Jarak
O Alati	A Humusiranje
P Zoom	B Unos blokova
X Osvježi poprečne profile	C Crtanje linije
Y Plateia POPREČNI PROFILI Pomoć	D Crtanje točke

Slika 7.13: Elementi normalnog poprečnog presjeka i njihovo uređivanje

10. Zaključak

Predmetna prometnica Branimirova Ulica izrađena je u programskom paketu „Plateia“, može se reći da je ovakav način projektiranja prometnica u odnosu na tradicionalni način samog crtanja prometnice papir-olovka puno bolji, precizniji i omogućava točnije iscrtavanje trase, uređivanje profila i ostalih modula. Podatci sa terena se lakše obrađuju preko digitalnog modela terena, izračunavanje količina kod poprečnih profila je svedeno na jednostavnu naredbu koja automatski izračunava i izbacuje proračun potrebnih parametara i što je najbitnije daje točne podatke. Naravno kako bi mogli upotrebljavati ovaj programski paket moramo prije svega poznavati princip rada samog programa kako bi mogli razumjeti sve mogućnosti koje programski paket nudi. Također je neophodno imati teorijsko znanje o projektiranju prometnica kao i poznavati zakonske regulative i normative koji se odnose na projektiranje prometnica. Kroz primjenu programskog paketa također se pokazalo da je suradnja više tehničkih struka neophodna kako bi se uspješno projektirala jedna cesta.

11. Literatura

U popisu korištene literature potrebno je navesti autora, naslov, mjesto izdavanja i godina izdanja. Literatura se navodi prema redoslijedu pojavljivanja u radu. Za pojedinačne stavke preporuča se korištenje stila "Referenca" kako slijedi.

Knjige se navode:

- [1] M. Rezo: Prometnice, Predavanja, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2016.
- [2] M. Rezo: Prometnice, Predavanja i Vježbe, Geotehnički fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, Varaždin, 2015.
- [3] M. Rezo: Interna skripta „Prometnice“, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, 2013
- [4] Ž. Korlaet: Uvod u projektiranje i građenje cesta, udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1995.
- [5] I. Brozović: Prometno i prostorno planiranje II. Dio, autorizirana i recenzirana predavanja, Udžbenik za studente Prometnog odjela, Sveučilište u Rijeci
- [6] V. Dragičević, T. Rukavina: Donji ustroj prometnica, udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2006.
- [7] Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa; Ministarstvo pomorstva, prometa i veza
- [8] Korisnički priručnik PLATEIA 6.0 STUDIO ARS Software, 51 211 Matulji, Hrvatska

Internet izvori:

<http://www.studioars.com/hr/hr/plateia-2017/232/106> (31.07.2017)

12. Popis slika

Slika 3.1: Poprečni presjek (Rezo, 2015.)	12
Slika 3.2: Elementi poprečnog presjeka (Rezo, 2015.)	12
Slika 3.3: Dimenzije poprečnog presjeka za auto-cestu i brzu cestu (Rezo, 2016.).....	13
Slika 3.4: Dimenzije poprečnog presjeka (Rezo, 2016.)	13
Slika 3.5: Širina prometnog traka (Rezo, 2016.)	14
Slika 3.6: Širina rubnog traka (Rezo, 2016.)	15
Slika 2.7: Bankina (Rezo, 2016.).....	16
Slika 3.8: Berma (Rezo, 2016.)	17
Slika 4.1: Poprečni presjeci jaraka (Rezo, 2016.).....	19
Slika 4.2: Nagib pokosa jarka (Rezo, 2016.)	20
Slika 4.3: Presjeci zaštitnih jaraka iznad usjeka (Rezo, 2016.)	21
Slika 3.4: Primjeri rigola (Rezo, 2016.).....	21
Slika 4.5: Tipovi rigola (Rezo, 2016.)	21
Slika 4.6: Betonski trokutasti rigol (Rezo, 2016.)	22
Slika 4.7: Povijesni razvoj sustava plitkih drenaža	23
Slika 4.8: Odvodnja mehanički zbijenog nosivog tla (Rezo, 2016.)	24
Slika 4.9: Izvedba bankina prije konstrukcije u svrhu odvodnje (Rezo, 2016.).....	24
Slika 5.1: Tlocrtni elementi trase (Rezo, 2016.).....	25
Slika 4.2: Pravac (Rezo, 2016.)	26
Slika 5.3: Jednostrani poprečni nagib kolnika u pravcu (Rezo, 2016.)	26
Slika 5.4: Dvostrani poprečni nagib kolnika u pravcu (Rezo, 2016.)	27
Slika 5.5: Dvostrani poprečni nagib sa zaobljenom srednjom trećinom (Rezo, 2016.)	27
Slika 5.6: Dvostrani parabolični poprečni nagib (Rezo, 2016.)	27
Slika 5.7: Kružni luk (Rezo,2016.).....	27
Slika 5.8: Stabilnost vozila u krivini (Rezo, 2016.).....	28
Slika 5.9: Odnos radijusa, poprečnog nagiba i računskih brzina (Rezo, 2016.).....	29
Slika 5.10: Prijelaznica (Rezo, 2016.)	30
Slika 5.11: Postupno smanjenje slice „C“ (Rezo, 2016.)	31
Slika 5.12: Klotoida (Rezo, 2016.)	32
Slika 5.13: Promjena ubrzanja s promjenom brzine (Rezo, 2016.).....	33
Slika 6.1: Vertikalne krivine (Rezo, 2016.).....	36
Slika 6.2: Konveksna vertikalna krivina (Rezo, 2016.).....	37

Slika 6.3: Najmanji polumjer konveksnog vertikalnog zaobljenja [7]	38
Slika 6.4: Konkavna vertikalna krivina (Rezo, 2015.)	38
Slika 7.1: Gornji i donji ustroj ceste (Rezo, 2013.)	40
Slika 7.2: Donji ustroj ceste (nasip) (Rezo, 2013.).....	40
Slika 7.3: Usjek (Rezo, 2016.).....	41
Slika 7.4: Isjek u punom profilu (Rezo, 2016.)	41
Slika 7.5: Zasjeak (Rezo, 2016.)	41
Slika 7.6: Shema nasipa (Rezo, 2013).....	42
Slika 7.7: Visina nasipa	42
Slika 7.8: Usjek.....	43
Slika 7.9: Klizna ploha (Rezo, 2016.)	44
Slika 7.11: Struktura kolnika (Rezo, 2013.)	46
Slika 7.12: Podloga (Rezo, 2013).....	47
Slika 7.13: Poprečni nagib posteljice (Rezo, 2013.).....	48
Slika 8.1: Izvadak iz prostornog plana općine Trnovec Bartolovečki.....	51
Slika 7.1: Učitavanje točaka za izradu digitalnog modela.....	79
Slika 7.2: Izrada površine terena	80
Slika 7.3: Dodavanje prethodno učitanih točaka	80
Slika 7.4: Moduli za projektiranje	81
Slika 7.5: Izbornik modula „Situacija“	81
Slika 7.6: Crtanje osi prometnice	82
Slika 7.7: Zapis glavnih elemenata.....	82
Slika 7.8: Unošenje i zapis terena.....	83
Slika 7.9: Zapis tangenti i nivelete	83
Slika 7.10: Proračun poprečnih nagiba	84
Slika 7.11: Zapis i tabeliranje uzdužnog profila.....	84
Slika 7.12: Poprečni profil.....	85
Slika 7.13: Elementi normalnog poprečnog presjeka i njihovo uređivanje.....	85

13. Popis tablica

Tablica 2.1: Podjela prometnica prema veličini motornog prometa [7].....	9
Tablica 2.2: Karakteristike konfiguracija terena (Korlaet, 1995.).....	10
Tablica 3.1: Ovisnost širine rubnog traka o širini prometnog traka (Korlaet, 1995.).....	15
Tablica 3.4: Ovisnost širine bankine o širini prometnog traka (Korlaet, 1995.).....	16
Tablica 5.1: Najmanja duljina kružnog luka $Lk(m)$ [7].....	30
Tablica 5.2: Voznodinamički zahtjevi za duljinu prijelaznice $Lmin(m)$ [7].....	33
Tablici 5.3: Relativni nagib ruba kolnika $\Delta smax$ (%) [7].....	33
Tablica 5.4: Dozvoljene vrijednosti $Lmin$ uz odgovarajući $Rmin$ (Korlaet, 1995.).....	34
Tablica 6.1: Najveći uzdužni nagib nivelete $smax$ (%) (Korlaet, 1995).....	35
Tablica 6.2: Najmanji konveksni polumjer ($Rmin$).....	38
Tablica 6.3: Najmanji konkavni polumjeri ($Rmin$) [7].....	39
Tablica 7.1: Nagibi pokosa usjeka [7].....	44
Tablica 7.2: Nagib pokosa nasipa [7].....	45
Tablica 8.1: Kriteriji za ocjenu kakvoće temeljnog tla [7].....	64
Tablica 8.2: Kriterij ugradnje miješanih materijala u nasip [7].....	65
Tablica 8.3: Primjena i tehnološka debljina izvedenog BNS-a u ovisnosti o grupi prometnog opterećenja [7].....	78

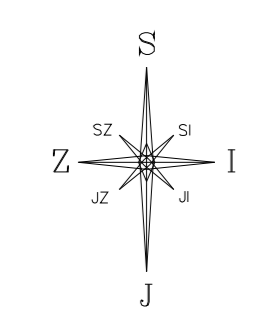
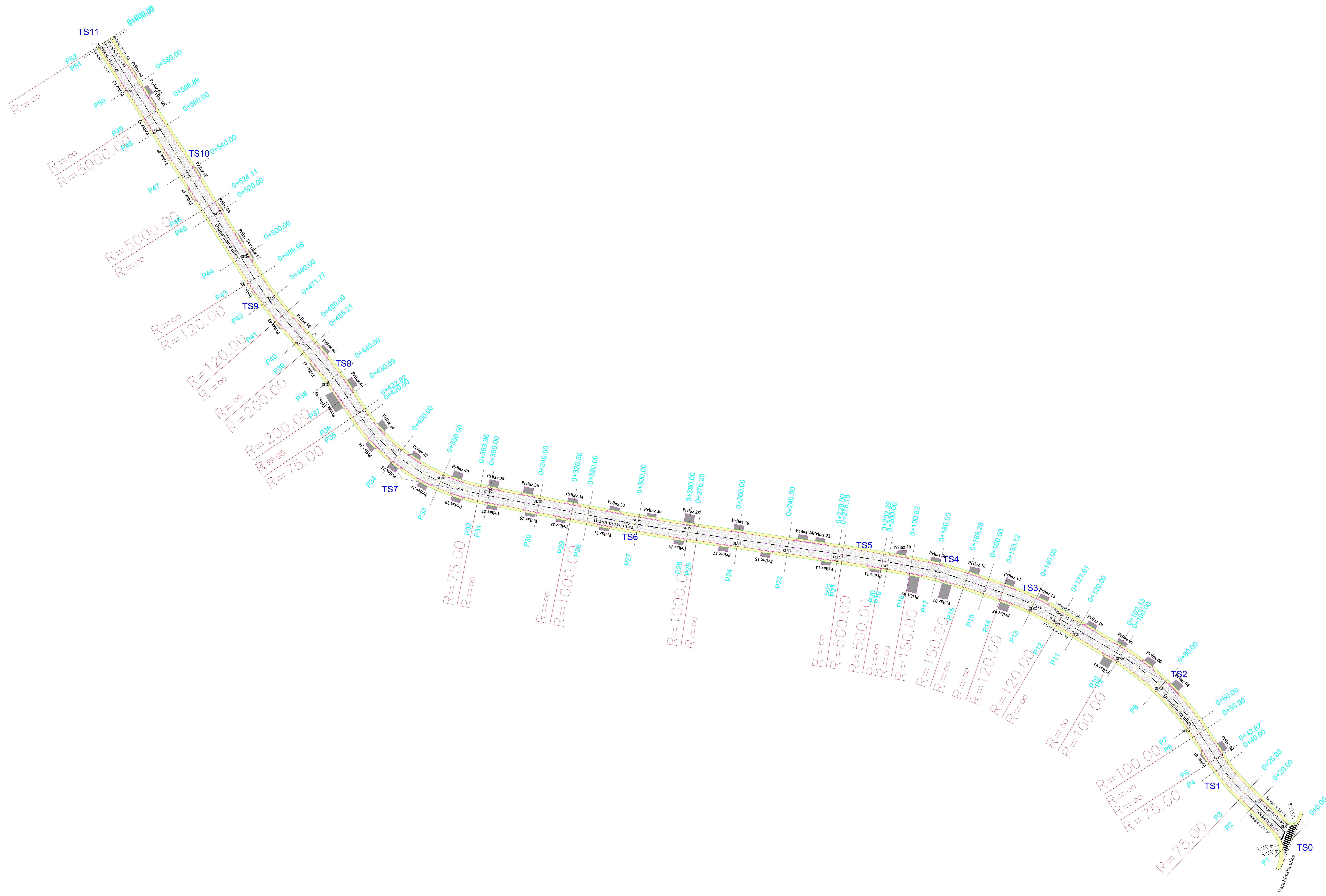
14. Prilozi

1. Situacija trase ceste na geodetskom situacijskom nacrtu
2. Situacijski nacrt – građevinski
3. Normalni poprečni profil A-A
4. Normalni poprečni profil B-B
5. Uzdužni profil prometnice
6. Poprečni profil prometnice (Profili P1, P2)
7. Poprečni profil prometnice (Profili P3, P4)
8. Poprečni profil prometnice (Profili P5, P6)
9. Poprečni profil prometnice (Profili P7, P8)
10. Poprečni profil prometnice (Profili P9, P10)
11. Poprečni profil prometnice (Profili P11, P12)
12. Poprečni profil prometnice (Profili P13, P14)
13. Poprečni profil prometnice (Profili P15, P16)
14. Poprečni profil prometnice (Profili P17, P18)
15. Poprečni profil prometnice (Profili P19, P20)
16. Poprečni profil prometnice (Profili P21, P22)
17. Poprečni profil prometnice (Profili P23, P24)
18. Poprečni profil prometnice (Profili P25, P26)
19. Poprečni profil prometnice (Profili P27, P28)
20. Poprečni profil prometnice (Profili P29, P30)
21. Poprečni profil prometnice (Profili P31, P32)
22. Poprečni profil prometnice (Profili P33, P34)
23. Poprečni profil prometnice (Profili P35, P36)
24. Poprečni profil prometnice (Profili P37, P38)
25. Poprečni profil prometnice (Profili P39, P40)
26. Poprečni profil prometnice (Profili P41, P42)
27. Poprečni profil prometnice (Profili P43, P44)
28. Poprečni profil prometnice (Profili P45, P46)
29. Poprečni profil prometnice (Profili P47, P48)
30. Poprečni profil prometnice (Profili P49, P50)
31. Poprečni profil prometnice (Profili P51, P52)
32. Detalj polegnutog i uspravnog rubnjaka 15/25/80

33. Detalj rubnjaka 8/20/50

34. Detalj slivnika i kanalskog poklopca 500x500 15 kN

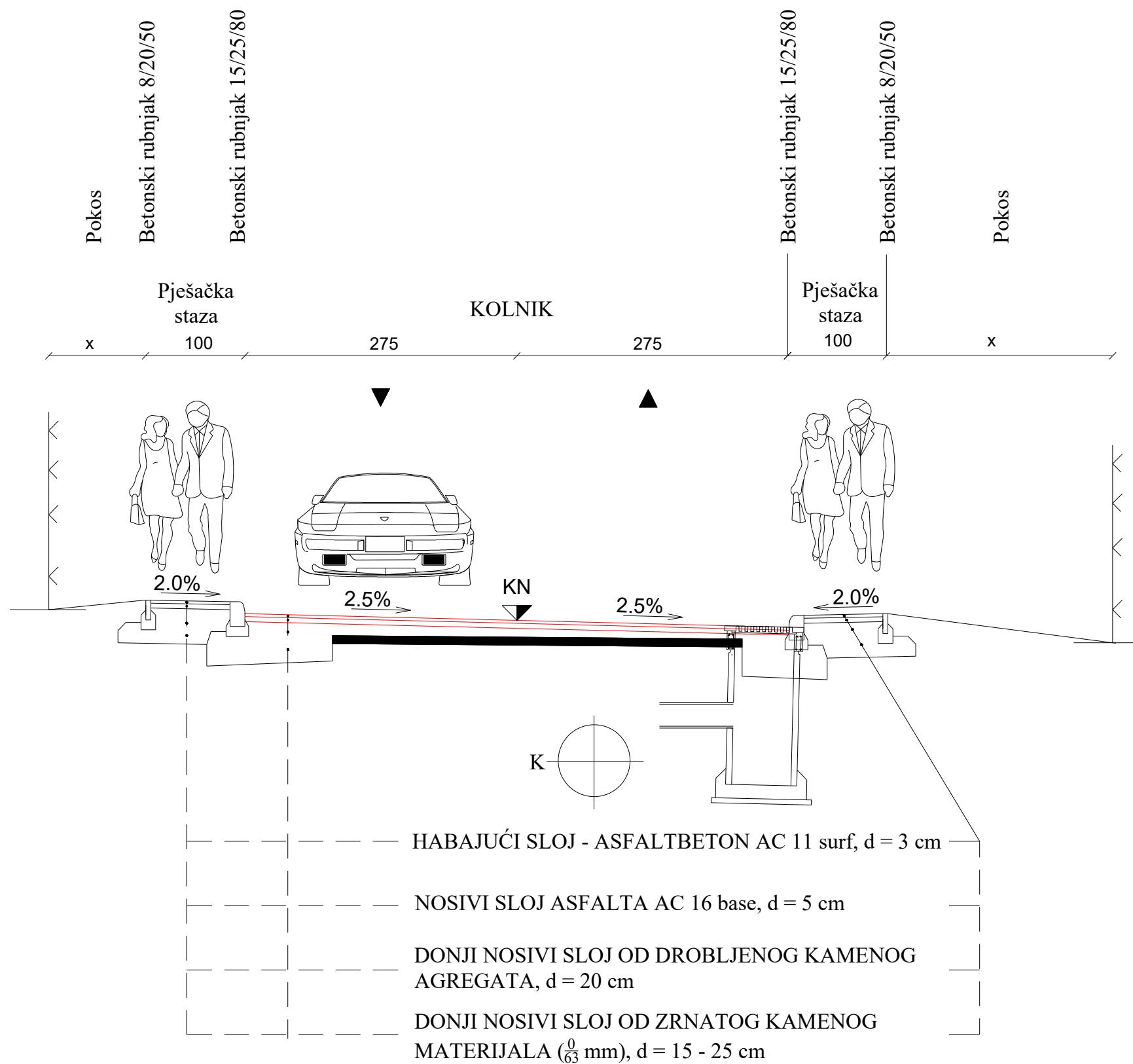
35. Skica iskolčenja ceste



LEGENDA:

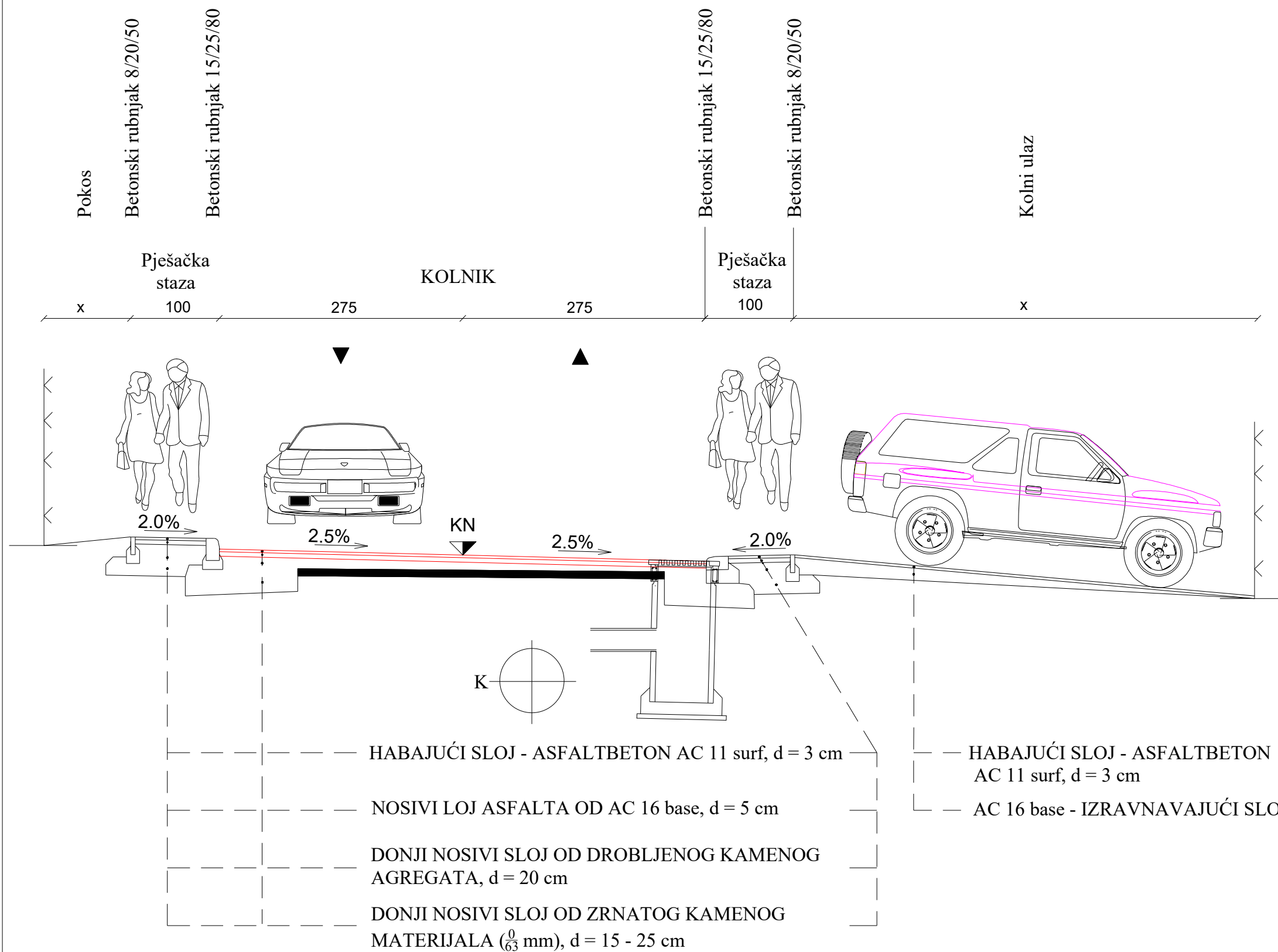
- Zelena površina
- Pješačka staza
- Kolnik
- Prilazi s polegnutim rubnjacima 15/ 25/ 80 i rubnjacima 8/ 20/ 50
- Rubnjak 15/ 25/ 80
- Polegnuti rubnjak 15/ 25/ 80
- Rubnjak 8/ 20/ 50

INVESTITOR:	OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI, Trnovec, Bartolovečka ulica 76
GRAĐEVINA:	REKONSTRUKCIJA CESTE Branimirova Ulica od spoja na Varaždinsku - LC 25079 (0+000,00) do slijepeg zavrtišča (0+600,00)
GRAĐEVINSKA SITUACIJA	
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT
RAZINA OBRADE:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT
STUDENT:	Roko Grčić
MENTOR:	Doc. dr. sc. Milan Rezo
MŠERLO:	M 1 : 500
BR. TEH. DNEVNIKA:	PD-PR-2014-46
KNJIGA:	KNJIGA 2
BROJ PRILOGA:	2
DATUM:	RUJAN, 2017.



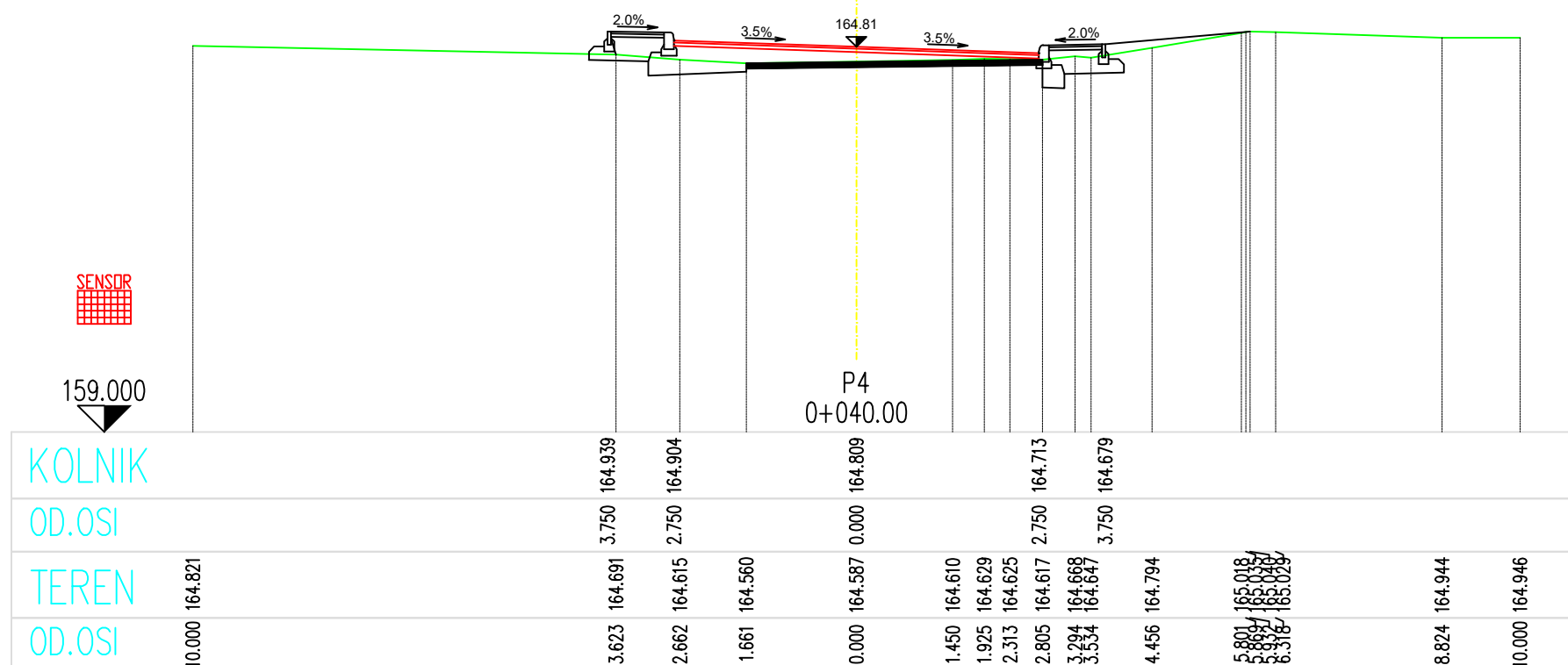
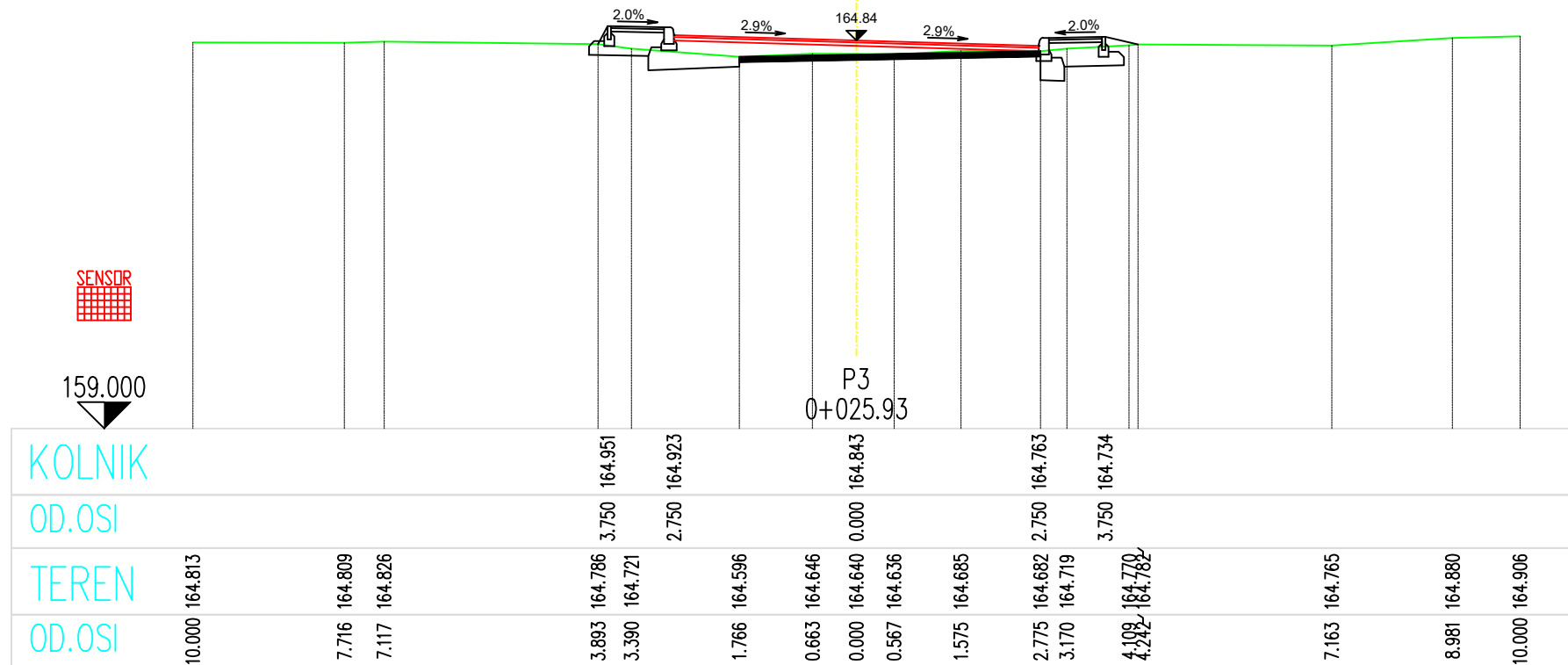
NAPOMENA: Ukoliko se kod posteljice ne može postići $M_s > 20$ MN/m² radi se poboljšanje temeljnog tla zamjenom materijala u debljini d=30cm (prirodni šljunčani materijal / lomljeni kamen) te se postavlja i geotekstil.

INVESTITOR:	OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI, Trnovec, Bartolovečka ulica 76
GRADEVINA:	REKONSTRUKCIJA CESTE BRANIMIROVA ULICA od spoja na Varaždinsku ulicu LC 25079 (0+000,00) do slijepog završetka (0+600,80)
NACRT:	NORMALNI POPREČNI PROFIL A - A
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT
RAZINA OBRADE:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT
STUDENT:	Roko Grcić
MENTOR:	Doc. dr. sc. Milan Rezo
MJERILO:	M 1 : 50
BR. TEH. DNEVNIKA:	PD-PR-2014-46
KNJIGA:	KNJIGA 2
BROJ PRILOGA:	3-1
DATUM:	RUJAN, 2017.



NAPOMENA: Ukoliko se kod posteljice ne može postići $M_s > 20 \text{ MN/m}^2$ radi se poboljšanje temeljnog tla zamjenom materijala u debljini $d=30\text{cm}$ (prirodni šljunčani materijal / lomljeni kamen) te se postavlja i geotekstil.

INVESTITOR:	OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI, Trnovec, Bartolovečka ulica 76
GRADEVINA:	REKONSTRUKCIJA CESTE BRANIMIROVA ULICA od spoja na Varaždinsku ulicu LC 25079 (0+000,00) do slijepog završetka (0+600,80)
NACRT:	NORMALNI POPREČNI PROFIL B - B
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT
RAZINA OBRADE:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT
STUDENT:	Roko Grcić
MENTOR:	Doc. dr. sc. Milan Rezo
MJERILO:	M 1 : 50
BR. TEH. DNEVNIKA:	PD-PR-2014-46
KNJIGA:	KNJIGA 2
BROJ PRILOGA:	3-2
DATUM:	RUJAN, 2017.



INVESTITOR:
OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,
Trnovec, Bartolovečka ulica 76

GRAĐEVINA:
REKONSTRUKCIJA CESTE
Branimirova Ulica
 od spoja na Varaždinsku - LC 25079 (0+000,00)
 do slijepog završetka (0+600,80)

POPREČNI PROFILI
P3, P4

VRSTA PROJEKTA: **GRAĐEVINSKI PROJEKT**

RAZINA OBRADJE: **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT**

STUDENT:
Roko Grcić

MENTOR:
Doc. dr. sc. Milan Rezo

MJERILO: **M 1 : 100**

BR. TEH. DNEVNIKA: **PD-PR-2014-46**

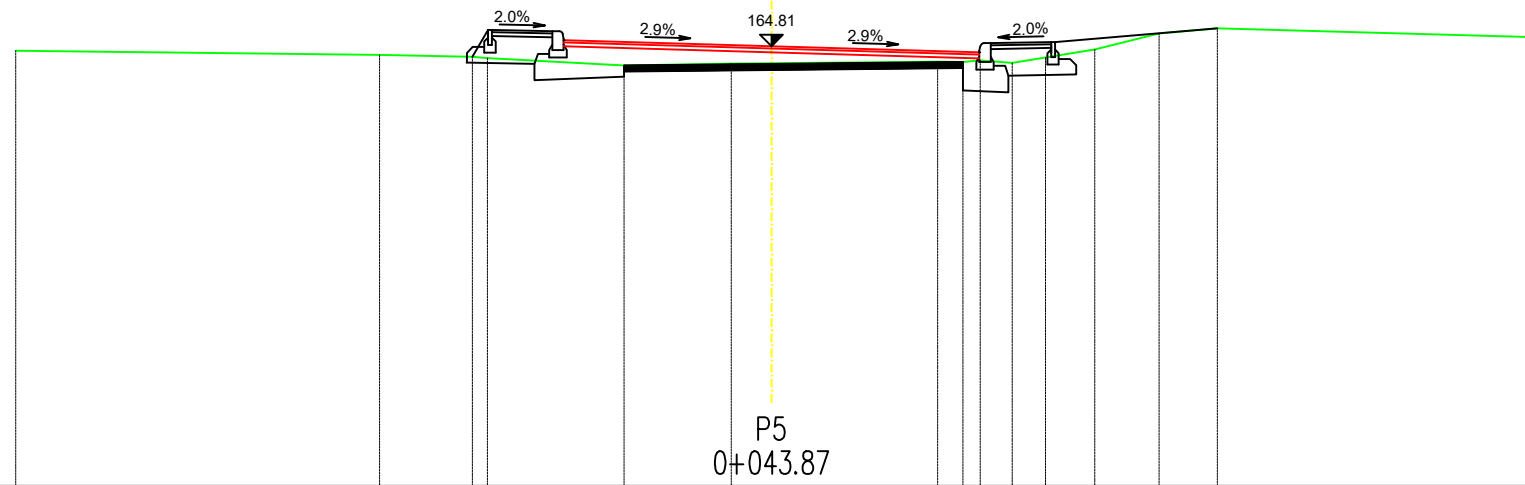
KNJIGA: **KNJIGA 2**

BROJ PRILOGA: **5/2**

DATUM: **RUJAN 2017.**



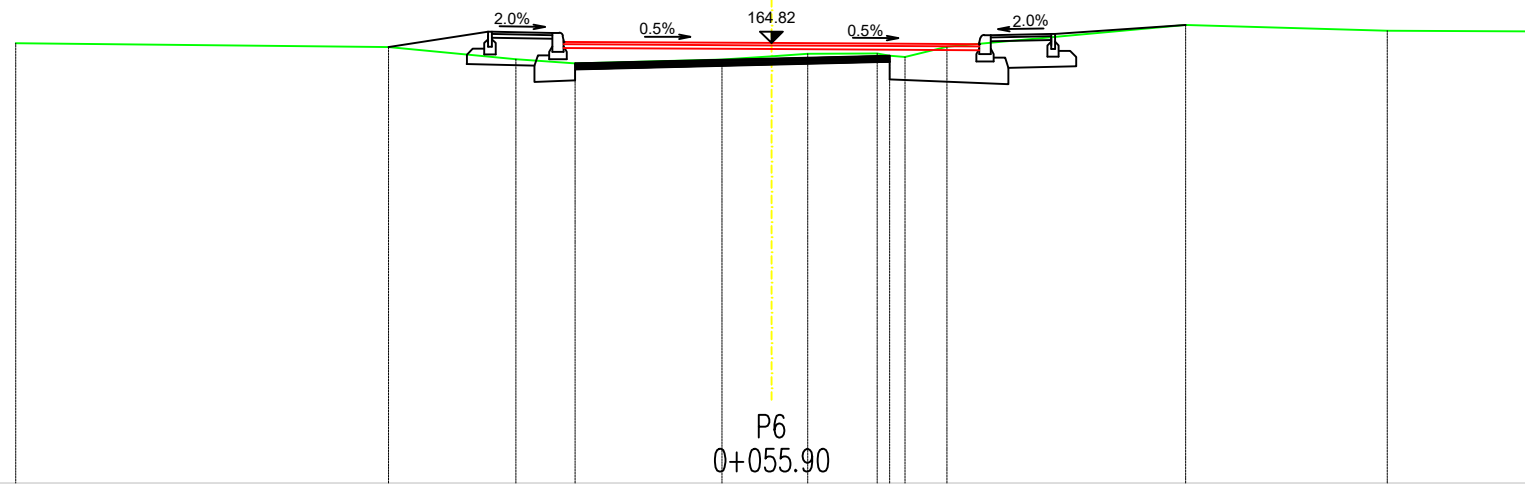
159.000



KOLNIK			164.915	164.886		164.806		164.727	164.698							
OD.OSI			3.750	2.750		0.000		2.750	3.750							
TEREN	164.745	164.691	164.666	164.651	164.553	164.576	164.581	164.603	164.597	164.621	164.585	164.656	164.764	164.974	165.044	164.928
OD.OSI	10.000	5.185	3.957	3.759	1.952	0.533	0.000	2.196	2.532	2.761	3.183	3.624	4.277	5.129	5.900	10.000

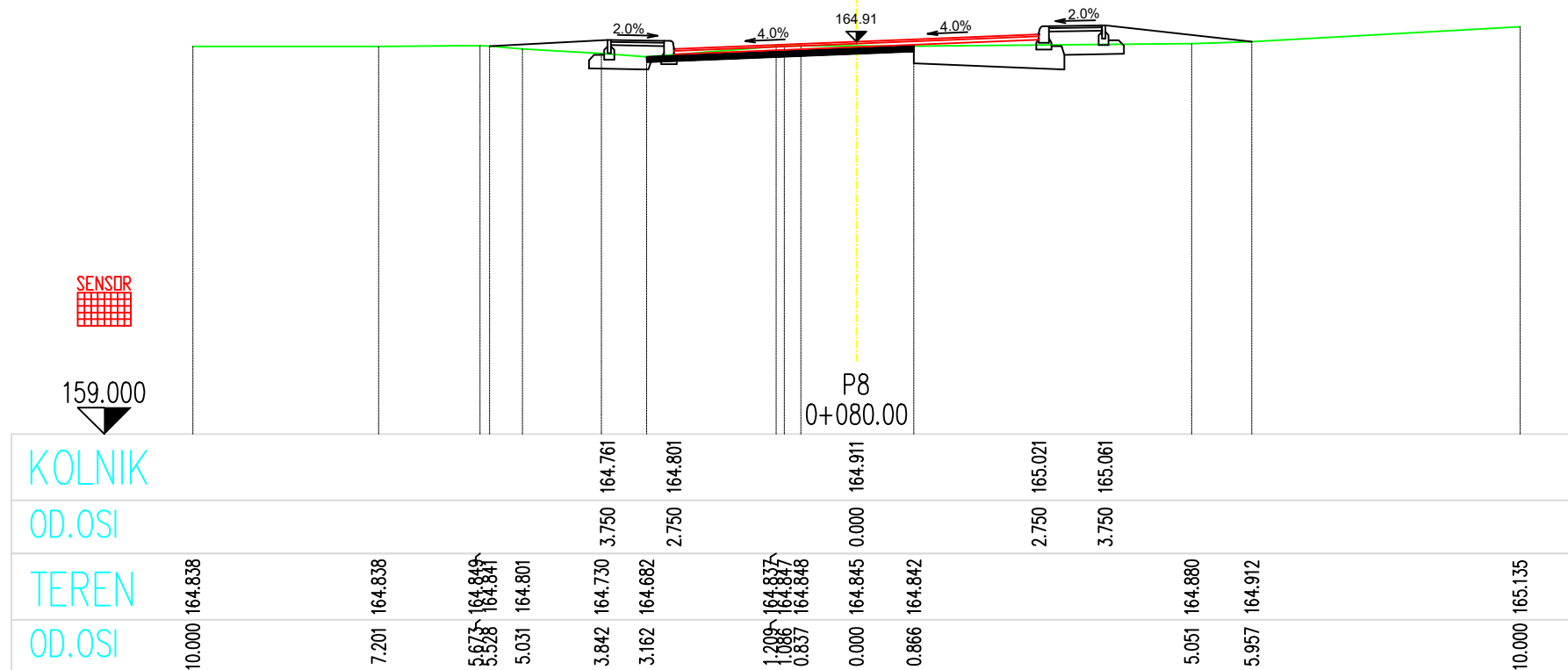
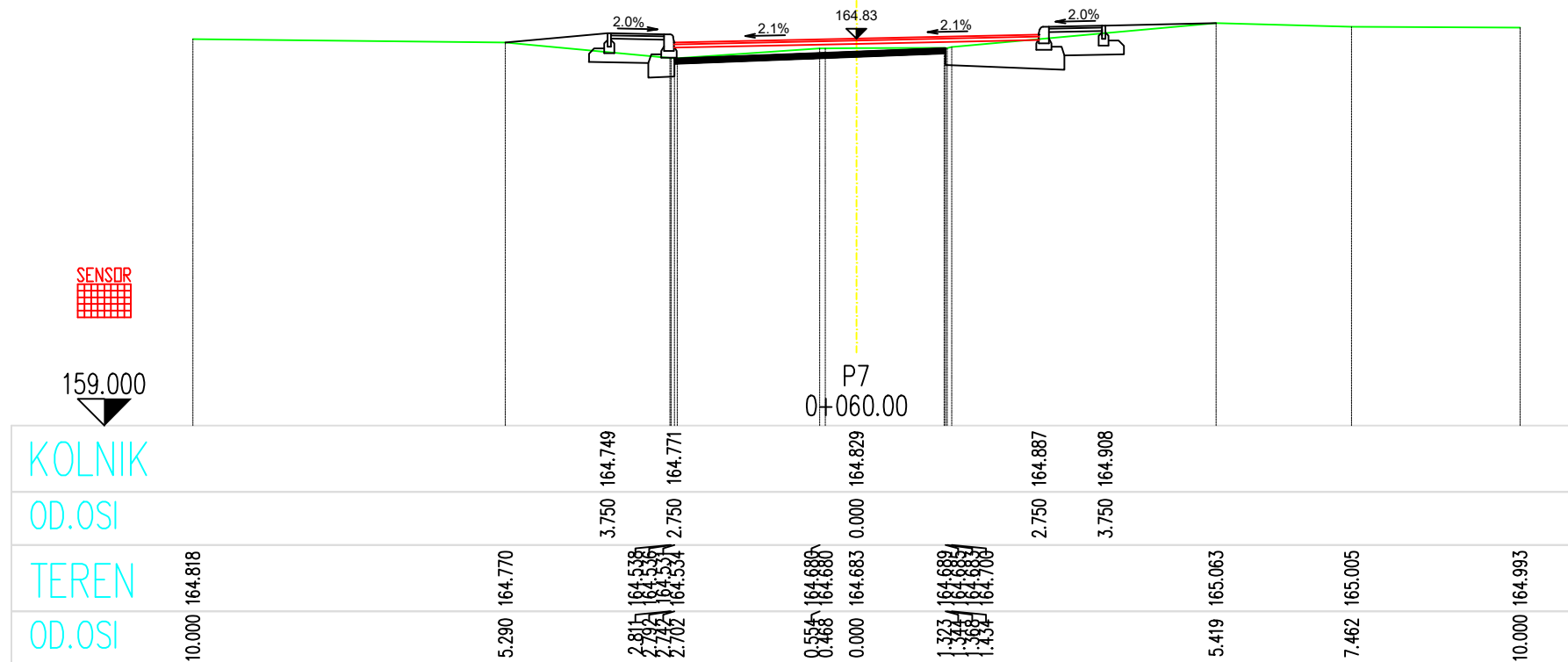


159.000

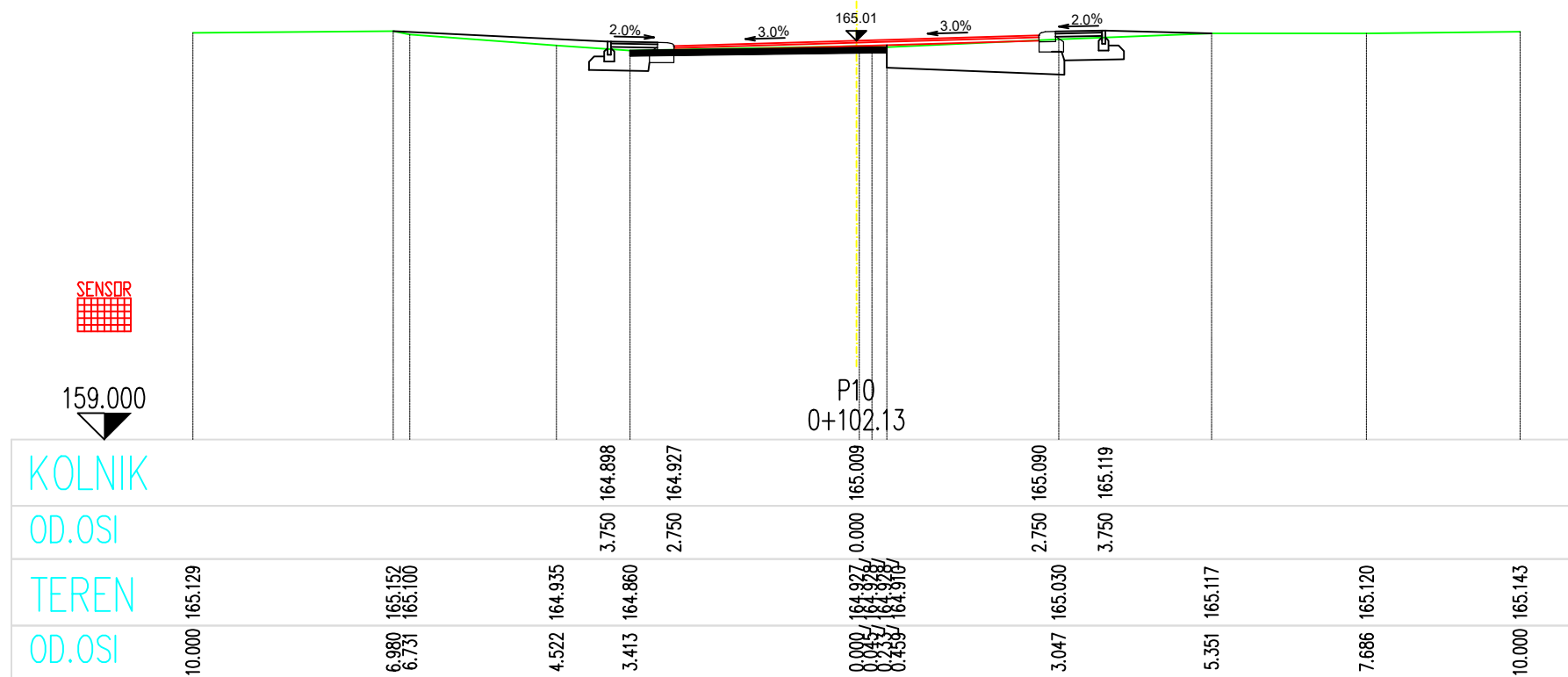
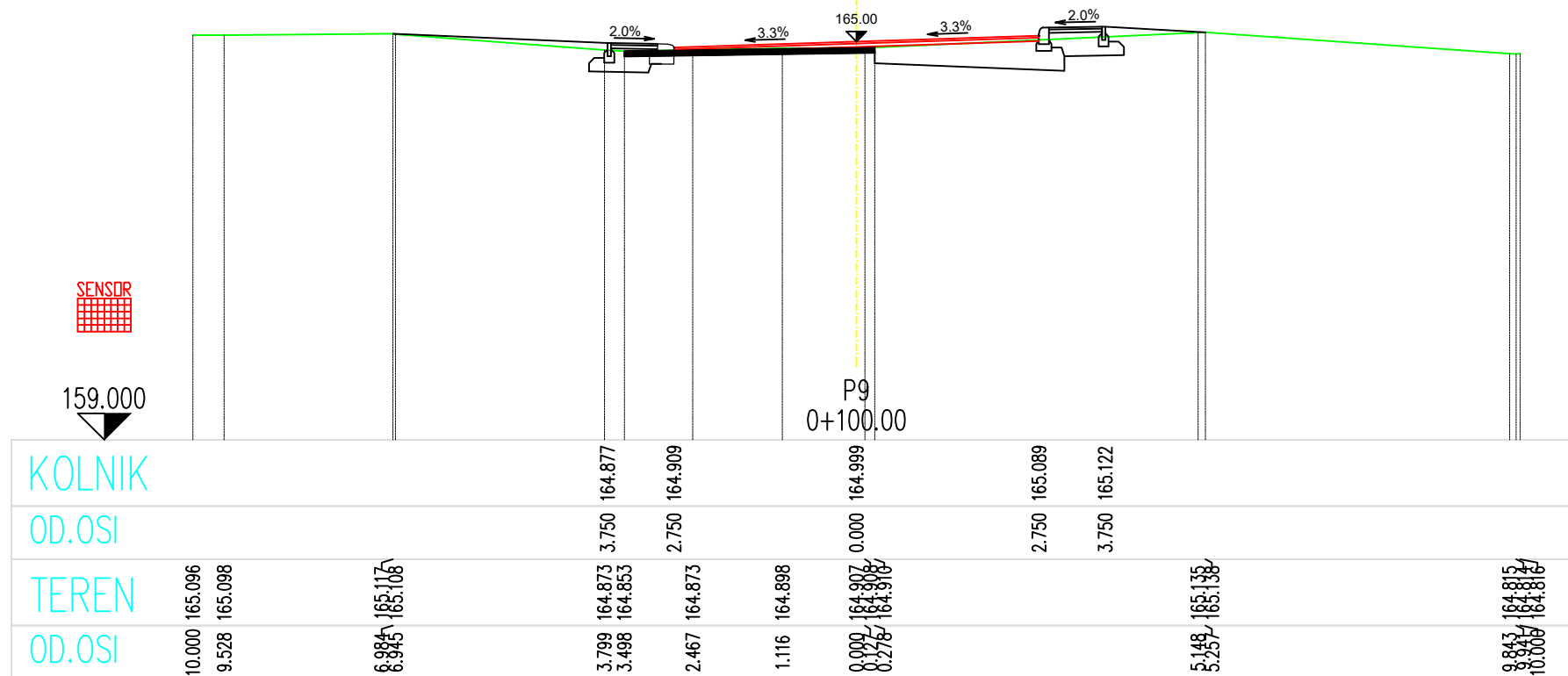


KOLNIK			164.839	164.833		164.818		164.803	164.797					
OD.OSI			3.750	2.750		0.000		2.750	3.750					
TEREN	164.814	164.763	164.606	164.548	164.599	164.643	164.675	164.679	164.673	164.634	164.770	165.058	164.982	164.973
OD.OSI	10.000	5.066	3.384	2.597	0.654	0.000	0.477	1.397	1.884	1.787	2.320	5.481	8.145	10.000

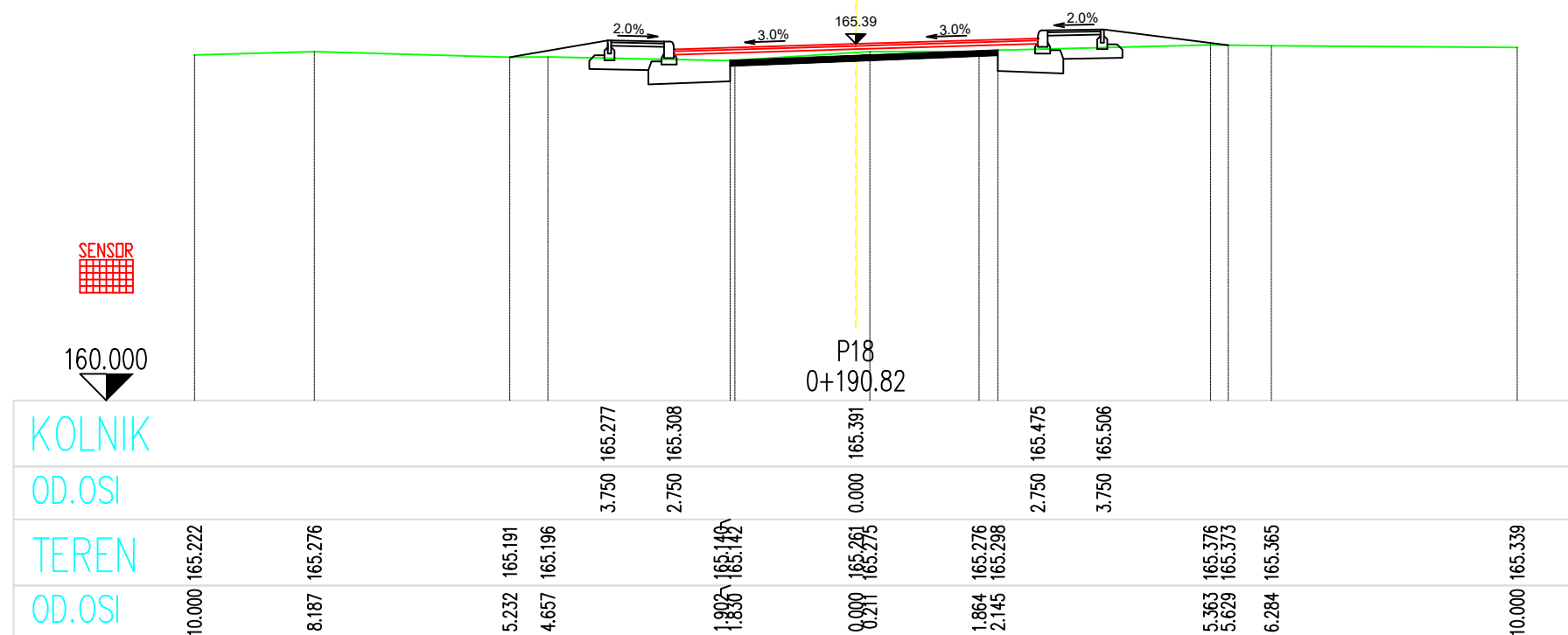
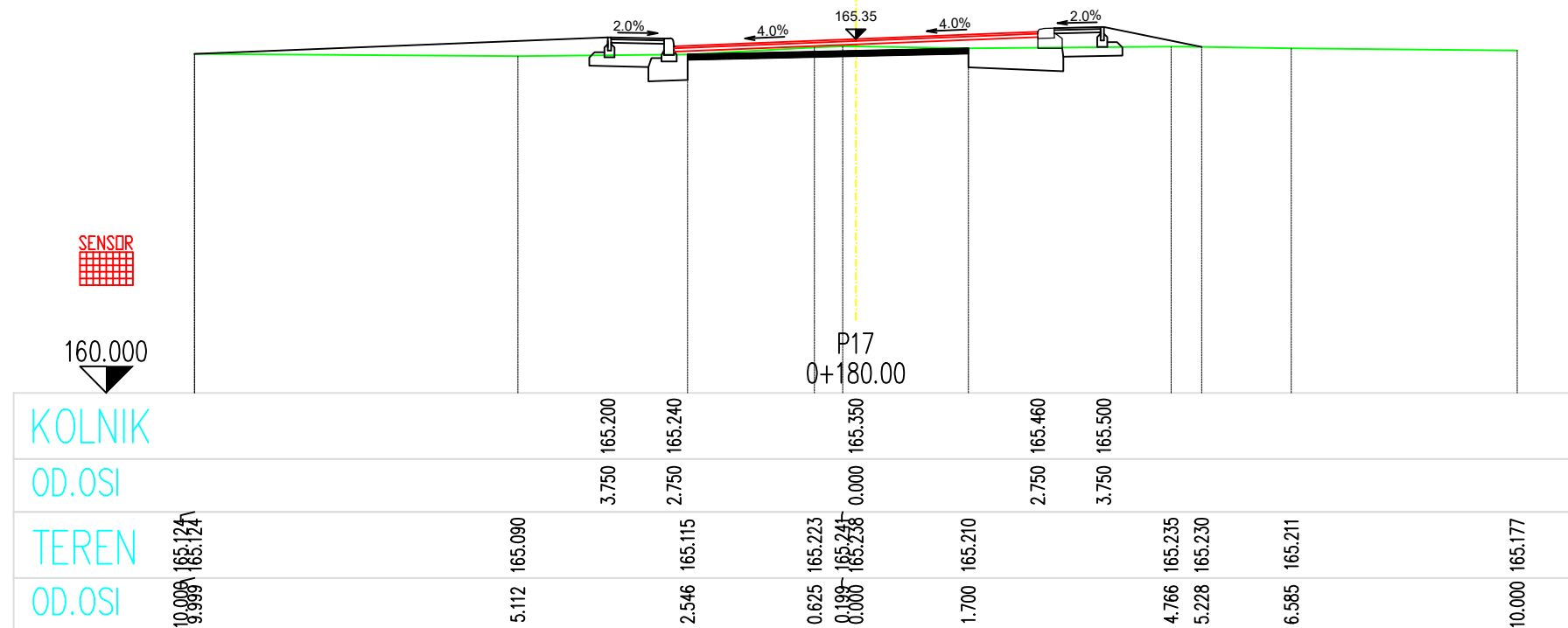
INVESTITOR:	OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI, Trnovec, Bartolovečka ulica 76
GRAĐEVINA:	REKONSTRUKCIJA CESTE Branimirova Ulica od spoja na Varaždinsku - LC 25079 (0+000,00) do slijepog završetka (0+600,80)
POPREČNI PROFILI P5, P6	
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT
RAZINA OBRADJE:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT
STUDENT:	Roko Grcić
MENTOR:	Doc. dr. sc. Milan Rezo
MJERILO:	M 1 : 100
BR. TEH. DNEVNIKA:	PD-PR-2014-46
KNJIGA:	KNJIGA 2
BROJ PRILOGA:	5/3
DATUM:	RUJAN 2017.



INVESTITOR:	OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI, Trnovec, Bartolovečka ulica 76
GRAĐEVINA:	REKONSTRUKCIJA CESTE Branimirova Ulica od spoja na Varaždinsku - LC 25079 (0+000,00) do slijepog završetka (0+600,80)
	POPREČNI PROFILI P7, P8
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT
RAZINA OBRADE:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT
STUDENT:	Roko Grcić
MENTOR:	Doc. dr. sc. Milan Rezo
MJERILO:	M 1 : 100
BR. TEH. DNEVNIKA:	PD-PR-2014-46
KNJIGA:	KNJIGA 2
BROJ PRILOGA:	5/4
DATUM:	RUJAN 2017.



INVESTITOR:	OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI, Trnovec, Bartolovečka ulica 76
GRAĐEVINA:	REKONSTRUKCIJA CESTE Branimirova Ulica od spoja na Varaždinsku - LC 25079 (0+000,00) do slijepog završetka (0+600,80)
	POPREČNI PROFILI P9, P10
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT
RAZINA OBRADE:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT
STUDENT:	Roko Grcić
MENTOR:	Doc. dr. sc. Milan Rezo
MJERILO:	M 1 : 100
BR. TEH. DNEVNIKA:	PD-PR-2014-46
KNJIGA:	KNJIGA 2
BROJ PRILOGA:	5/5
DATUM:	RUJAN 2017.



INVESTITOR:
OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,
Trnovec, Bartolovečka ulica 76

GRAĐEVINA:
REKONSTRUKCIJA CESTE
Branimirova Ulica
 od spoja na Varaždinsku - LC 25079 (0+000,00)
 do slijepog završetka (0+600,80)

POPREČNI PROFILI
P17, P18

VRSTA PROJEKTA: **GRAĐEVINSKI PROJEKT**

RAZINA OBRADE: **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT**

STUDENT:
Roko Grcić

MENTOR:
Doc. dr. sc. Milan Rezo

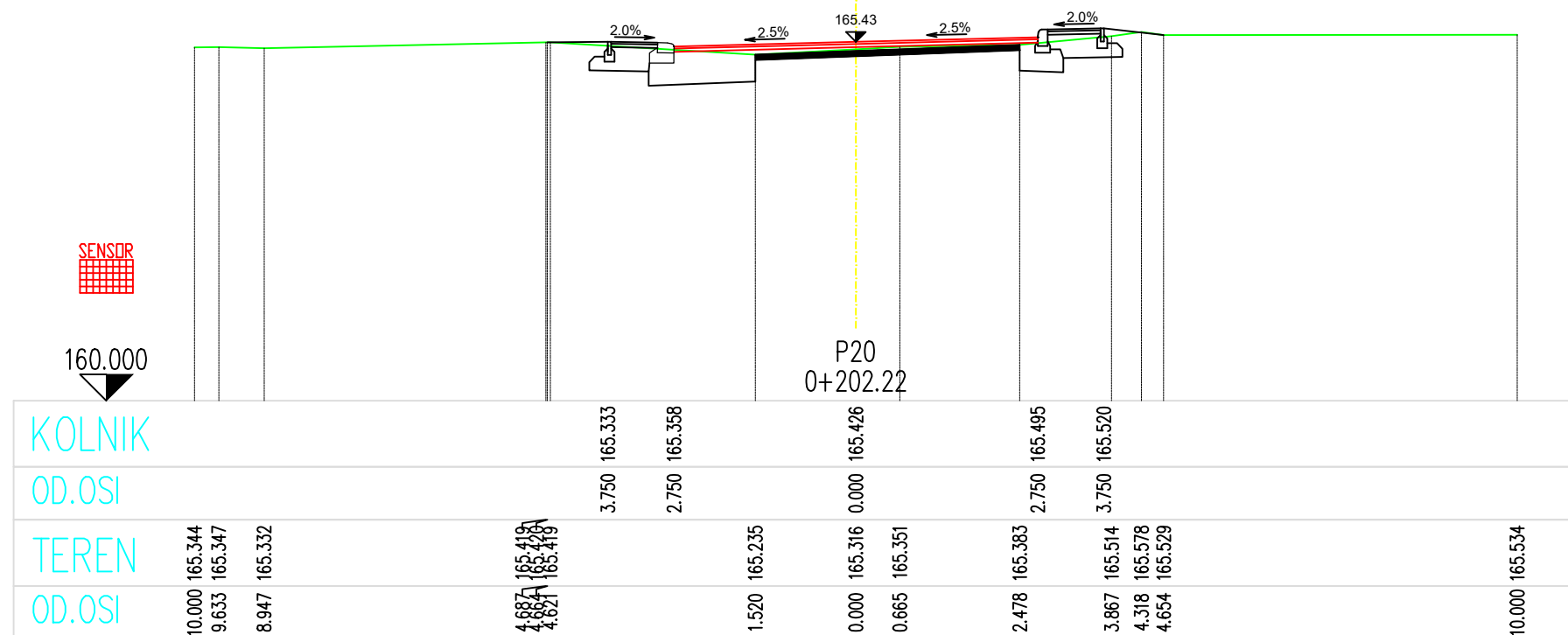
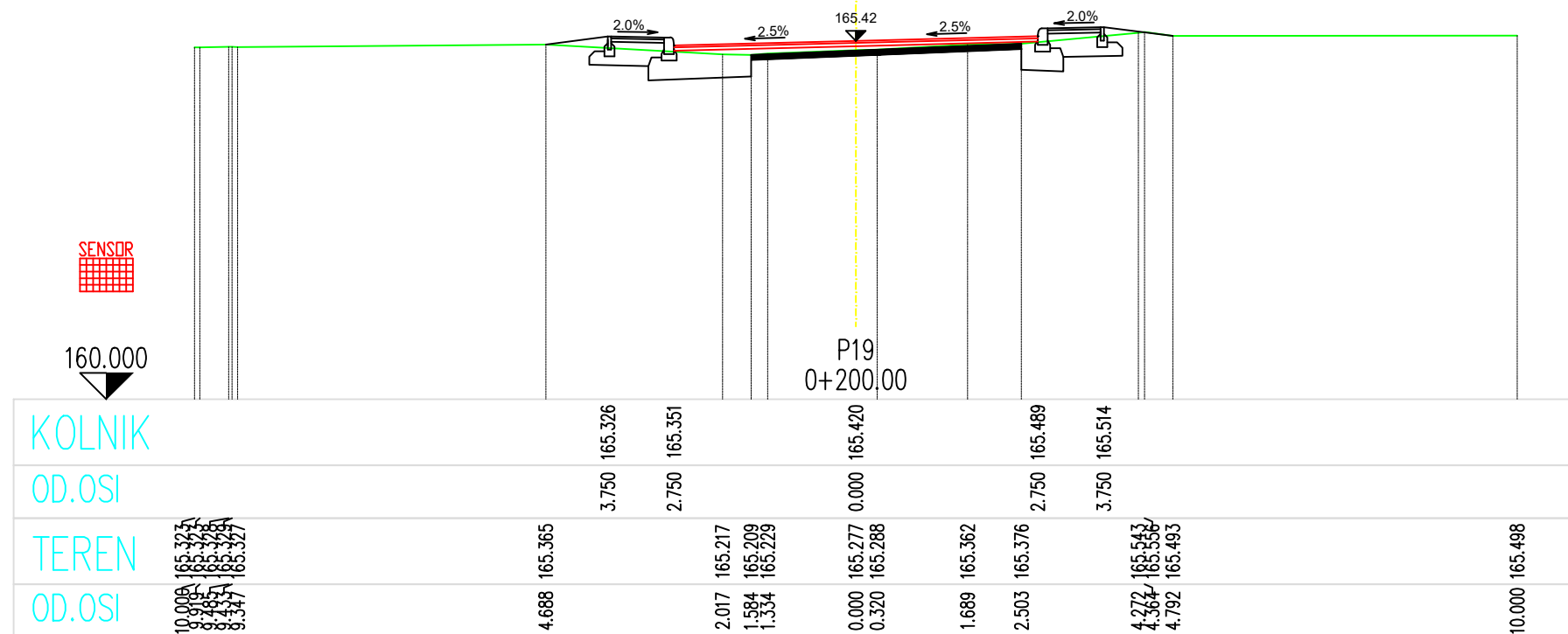
MJERILO: **M 1 : 100**

BR. TEH. DNEVNIKA: **PD-PR-2014-46**

KNJIGA: **KNJIGA 2**

BROJ PRILOGA: **5/9**

DATUM: **RUJAN 2017.**



INVESTITOR:
OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,
Trnovec, Bartolovečka ulica 76

GRAĐEVINA:
REKONSTRUKCIJA CESTE
Branimirova Ulica
 od spoja na Varaždinsku - LC 25079 (0+000,00)
 do slijepog završetka (0+600,80)

POPREČNI PROFILI
P19, P20

VRSTA PROJEKTA: **GRAĐEVINSKI PROJEKT**

RAZINA OBRADE: **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT**

STUDENT:
Roko Grcić

MENTOR:
Doc. dr. sc. Milan Rezo

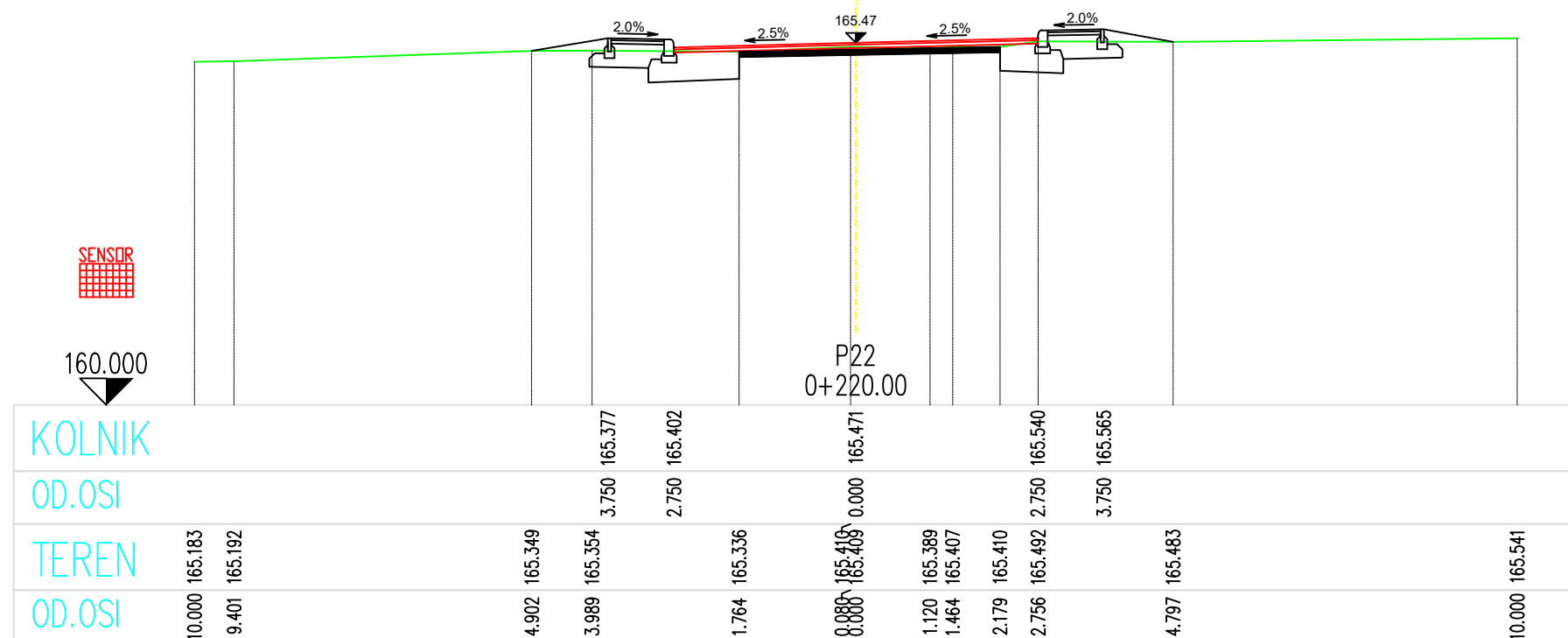
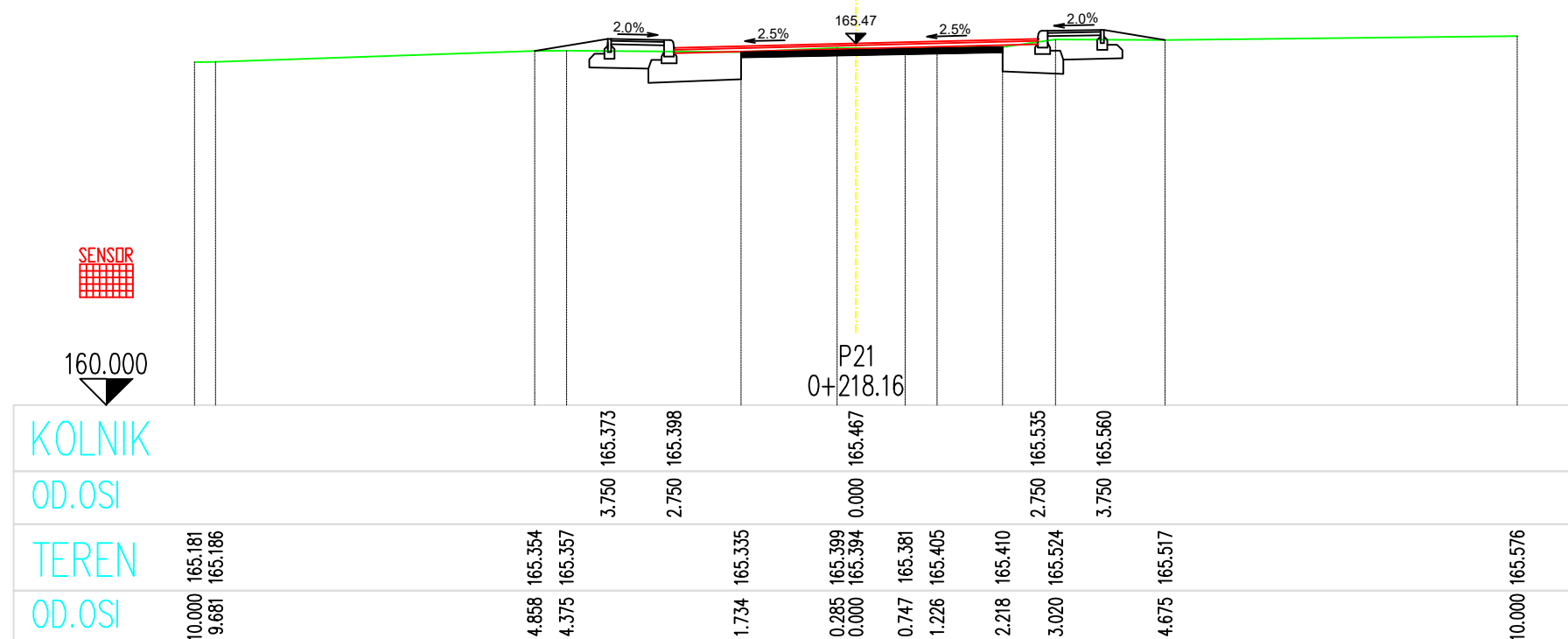
MJERILO: **M 1 : 100**

BR. TEH. DNEVNIKA: **PD-PR-2014-46**

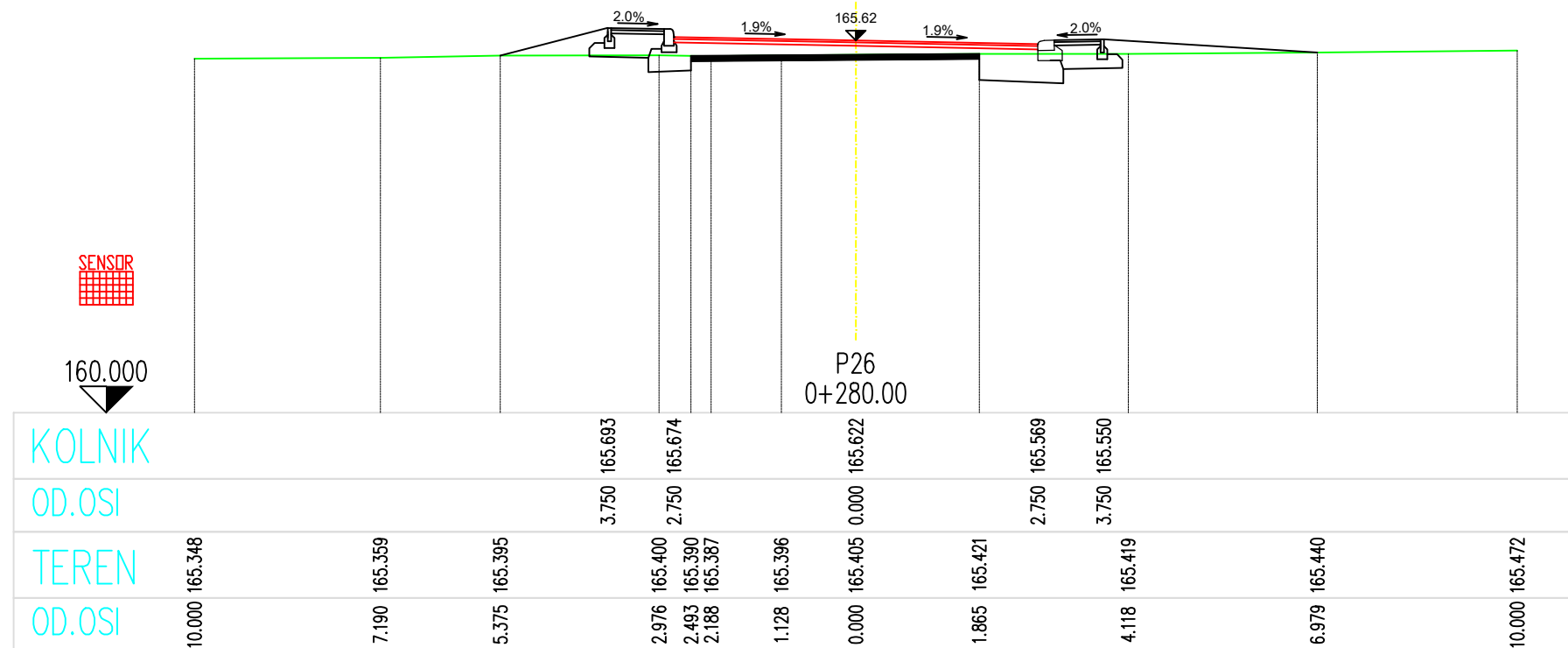
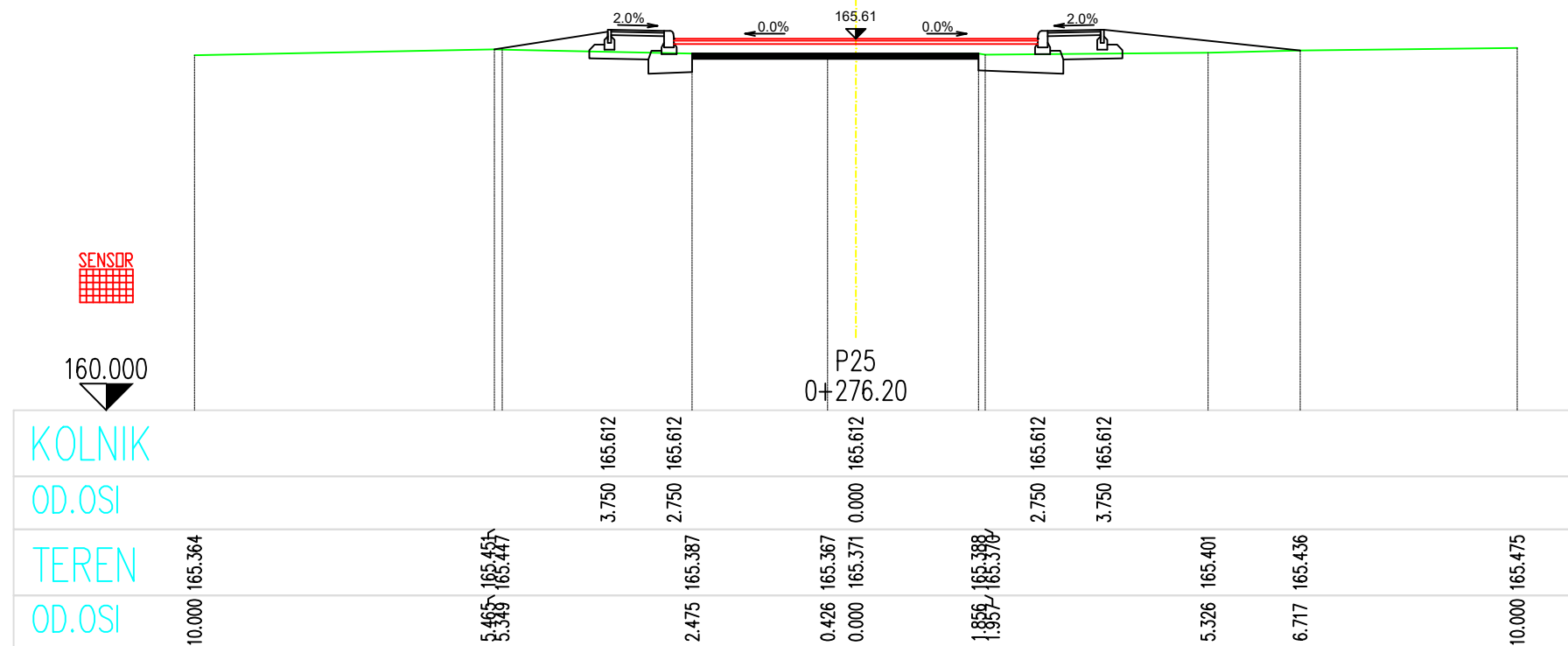
KNJIGA: **KNJIGA 2**

BROJ PRILOGA: **5/10**

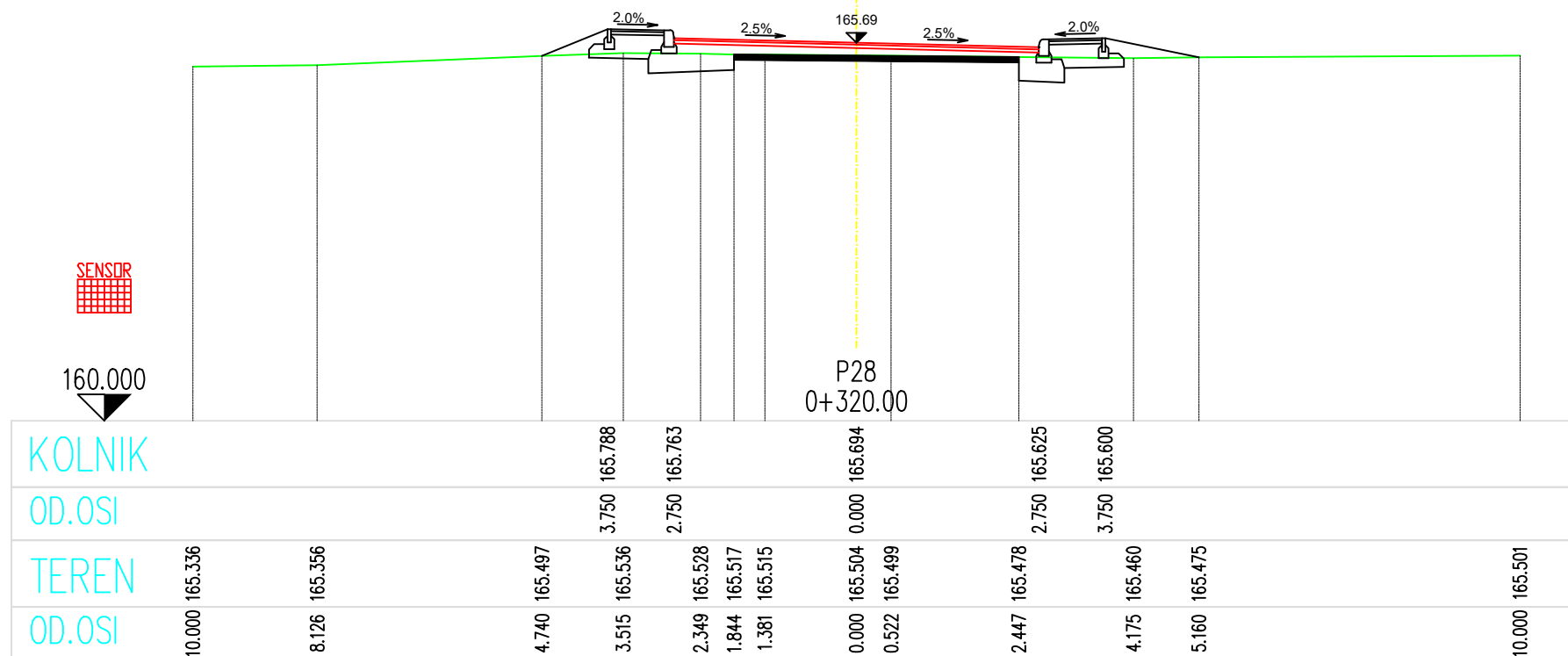
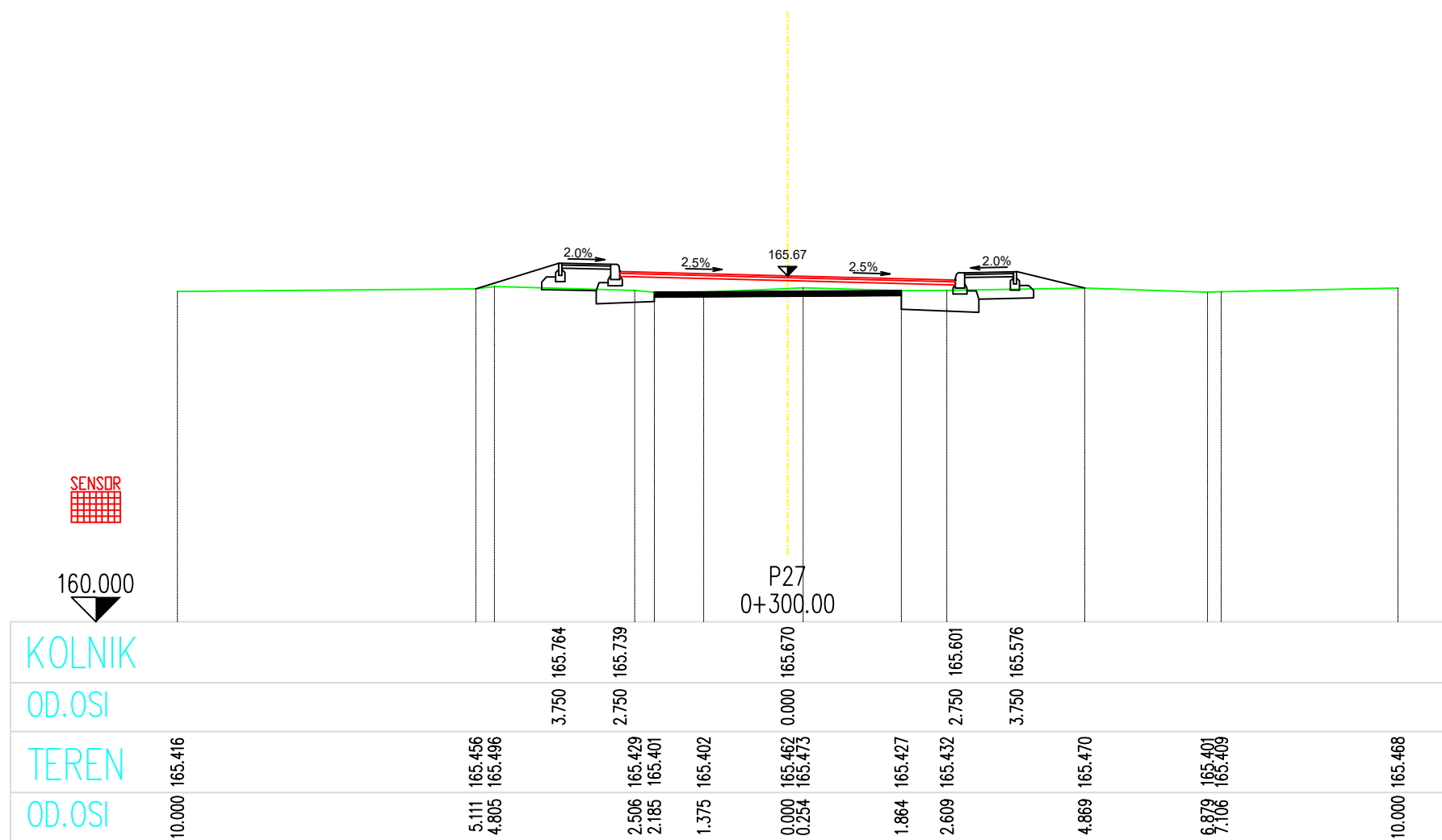
DATUM: **RUJAN 2017.**



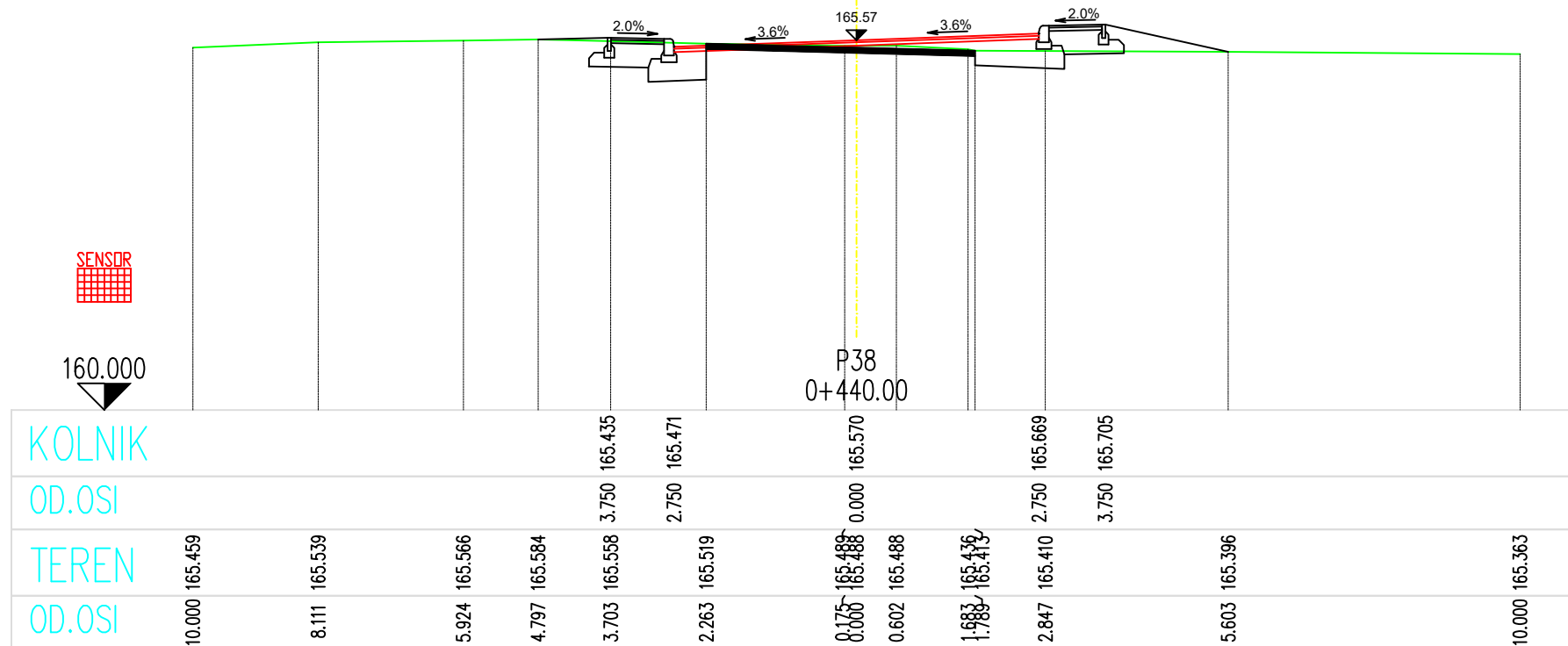
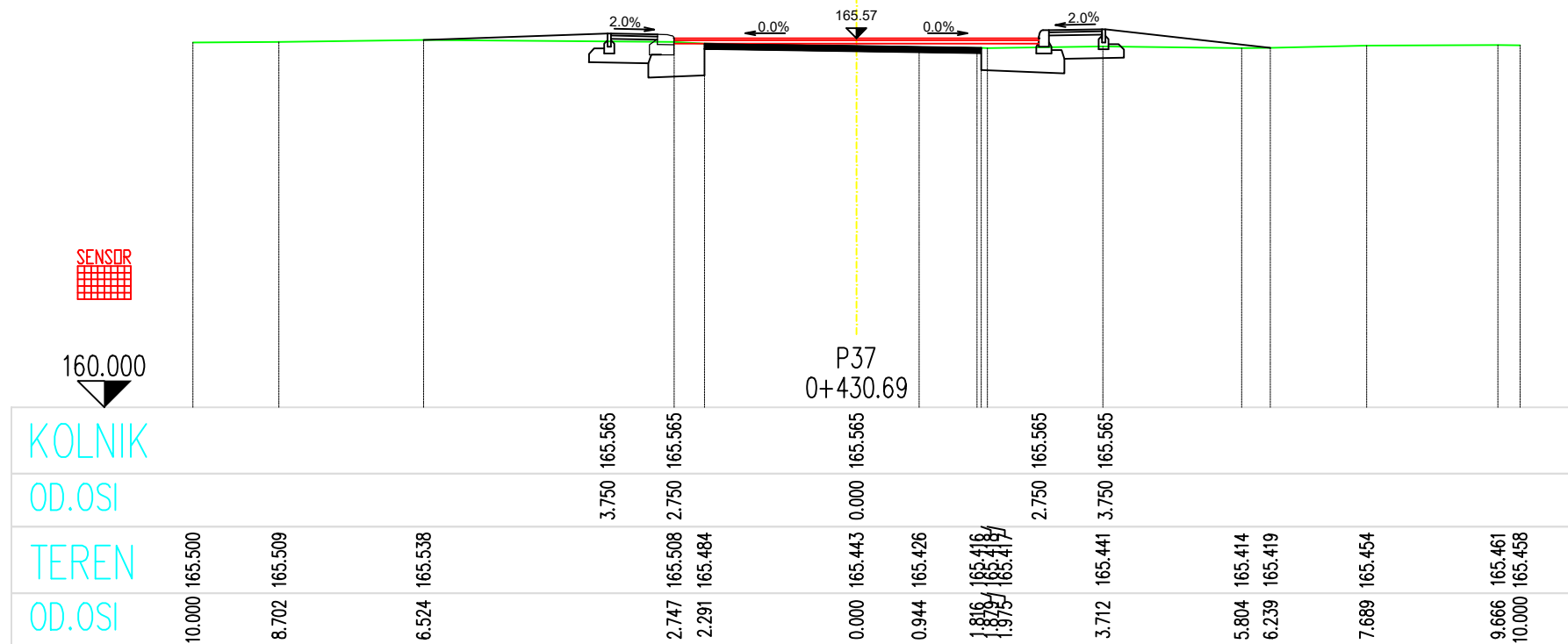
INVESTITOR:	OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI, Trnovec, Bartolovečka ulica 76
GRAĐEVINA:	REKONSTRUKCIJA CESTE Branimirova Ulica od spoja na Varaždinsku - LC 25079 (0+000,00) do slijepog završetka (0+600,80)
	POPREČNI PROFILI P21, P22
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT
RAZINA OBRADE:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT
STUDENT:	Roko Grcić
MENTOR:	Doc. dr. sc. Milan Rezo
MJERILO:	M 1 : 100
BR. TEH. DNEVNIKA:	PD-PR-2014-46
KNJIGA:	KNJIGA 2
BROJ PRILOGA:	5/11
DATUM:	RUJAN 2017.



INVESTITOR:	OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI, Trnovec, Bartolovečka ulica 76
GRADEVINA:	REKONSTRUKCIJA CESTE Branimirova Ulica od spoja na Varaždinsku - LC 25079 (0+000,00) do slijepog završetka (0+600,80)
	POPREČNI PROFILI P25, P26
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT
RAZINA OBRADE:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT
STUDENT:	Roko Grcić
MENTOR:	Doc. dr. sc. Milan Rezo
MJERILO:	M 1 : 100
BR. TEH. DNEVNIKA:	PD-PR-2014-46
KNJIGA:	KNJIGA 2
BROJ PRILOGA:	5/13
DATUM:	RUJAN 2017.



INVESTITOR:	OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI, Trnovec, Bartolovečka ulica 76
GRAĐEVINA:	REKONSTRUKCIJA CESTE Branimirova Ulica od spoja na Varaždinsku - LC 25079 (0+000,00) do slijepog završetka (0+600,80)
	POPREČNI PROFILI P27, P28
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT
RAZINA OBRADE:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT
STUDENT:	Roko Grcić
MENTOR:	Doc. dr. sc. Milan Rezo
MJERILO:	M 1 : 100
BR. TEH. DNEVNIKA:	PD-PR-2014-46
KNJIGA:	KNJIGA 2
BROJ PRILOGA:	5/1
DATUM:	RUJAN 2017.



INVESTITOR:
OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,
Trnovec, Bartolovečka ulica 76

GRAĐEVINA:
REKONSTRUKCIJA CESTE
Branimirova Ulica
 od spoja na Varaždinsku - LC 25079 (0+000,00)
 do slijepog završetka (0+600,80)

POPREČNI PROFILI
P37, P38

VRSTA PROJEKTA: **GRAĐEVINSKI PROJEKT**

RAZINA OBRADE: **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT**

STUDENT:
Roko Grcić

MENTOR:
Doc. dr. sc. Milan Rezo

MJERILO: **M 1 : 100**

BR. TEH. DNEVNIKA: **PD-PR-2014-46**

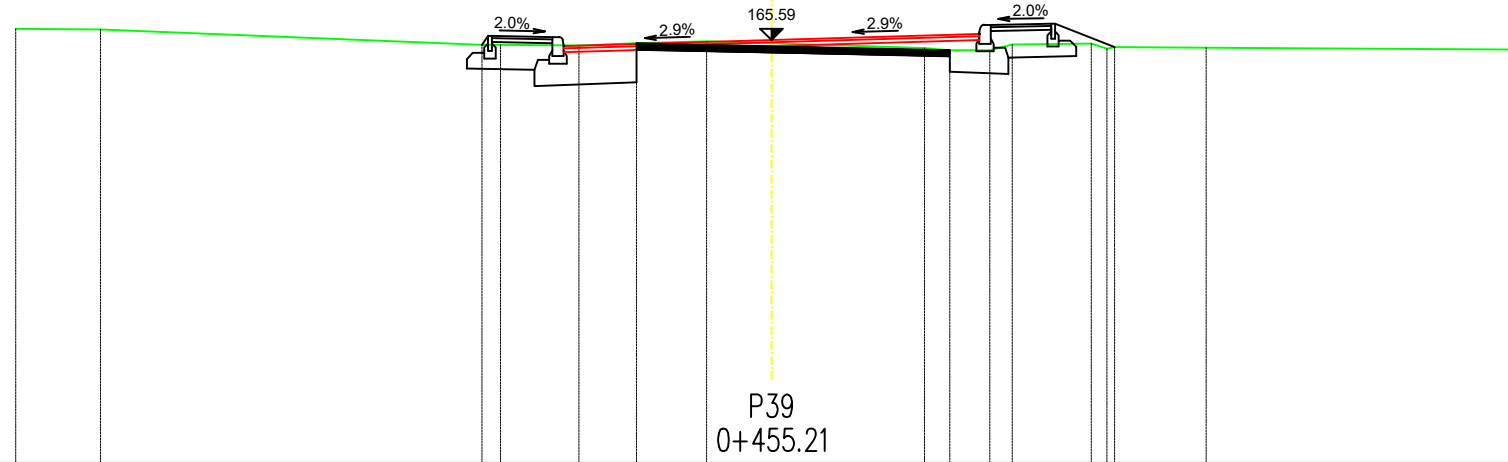
KNJIGA: **KNJIGA 2**

BROJ PRILOGA: **5/6**

DATUM: **RUJAN 2017.**



160.000

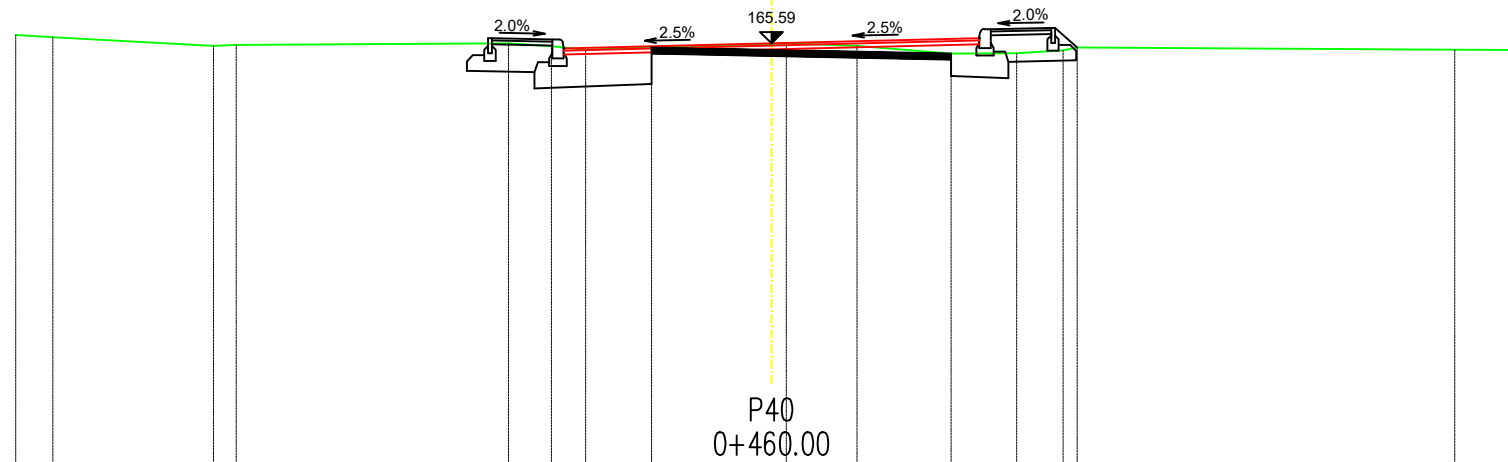


P39
0+455.21

KOLNIK		165.476	165.506	165.587	165.668	165.698											
OD.OSI		3.750	2.750	0.000	2.750	3.750											
TEREN	165.735	165.525	165.517	165.544	165.571	165.480	165.454	165.529	165.539	165.474	165.494	165.487	165.459				
OD.OSI	10.000	8.878	3.831	3.586	2.547	1.786	0.860	0.000	2.023	2.357	2.890	3.183	4.230	4.438	4.538	5.752	10.000



160.000



P40
0+460.00

KOLNIK		165.499	165.524	165.592	165.661	165.686											
OD.OSI		3.750	2.750	0.000	2.750	3.750											
TEREN	165.703	165.561	165.557	165.539	165.561	165.458	165.460	165.500	165.510	165.504							
OD.OSI	10.000	9.508	7.384	7.081	3.479	2.913	2.461	1.585	0.000	0.197	1.130	2.374	3.242	3.857	4.045	9.039	10.000

INVESTITOR:
OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,
Trnovec, Bartolovečka ulica 76

GRAĐEVINA:
REKONSTRUKCIJA CESTE
Branimirova Ulica
od spoja na Varaždinsku - LC 25079 (0+000,00)
do slijepog završetka (0+600,80)

POPREČNI PROFILI
P39, P40

VRSTA PROJEKTA: **GRAĐEVINSKI PROJEKT**

RAZINA OBRADE: **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT**

STUDENT:
Roko Grcić

MENTOR:
Doc. dr. sc. Milan Rezo

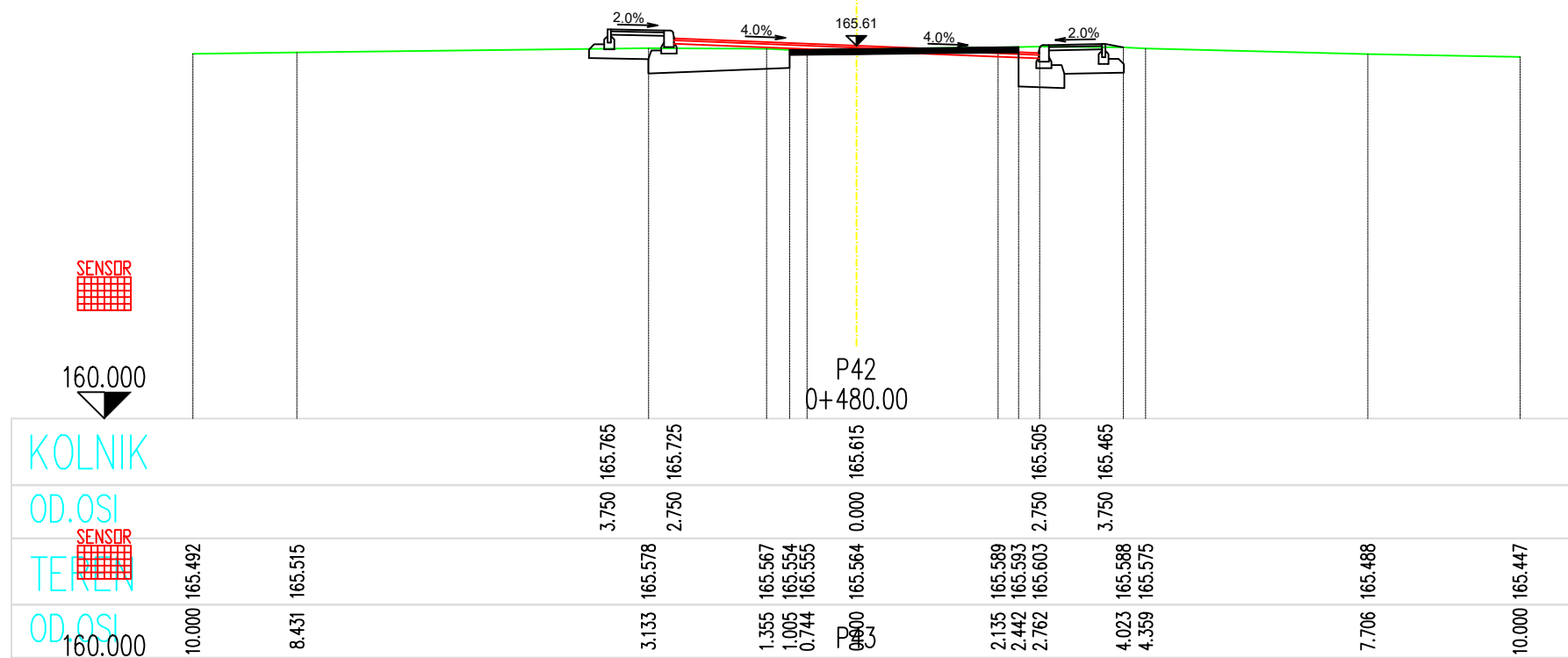
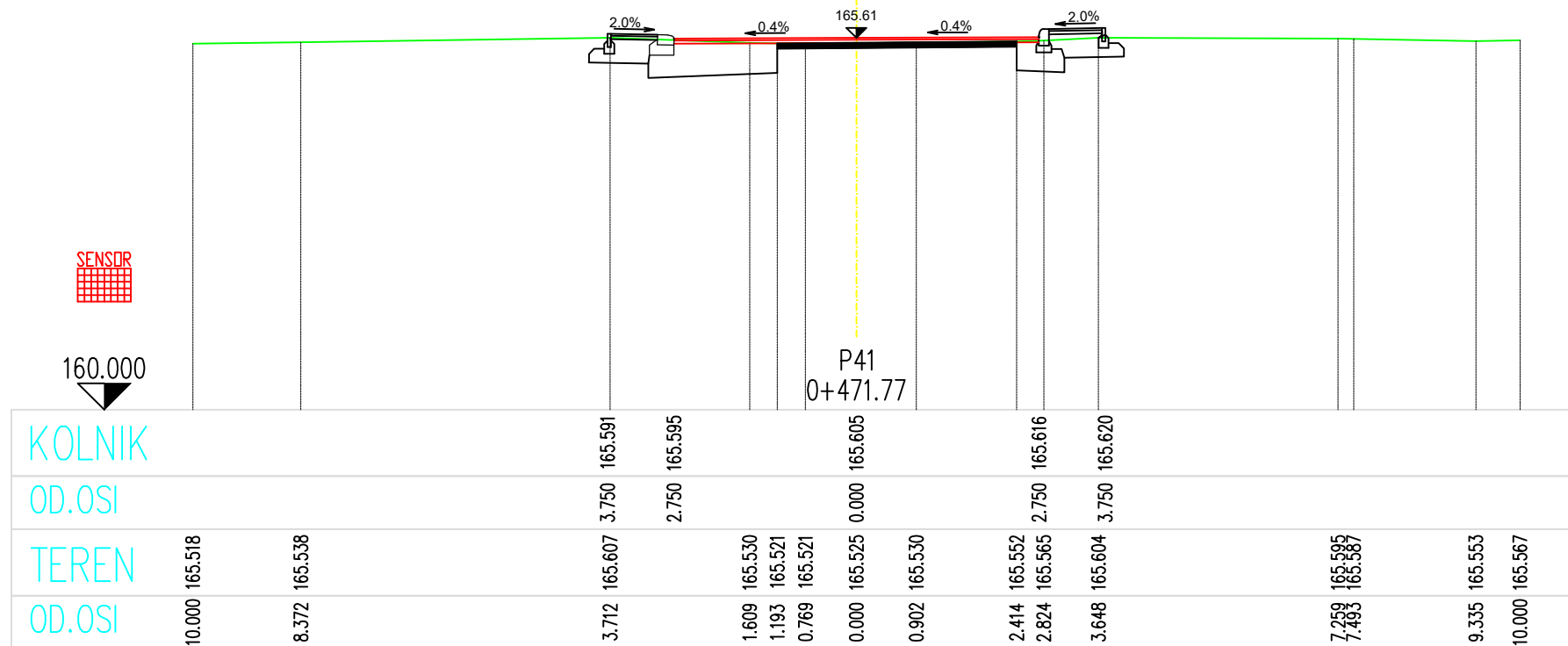
MJERILO: **M 1 : 100**

BR. TEH. DNEVNIKA: **PD-PR-2014-46**

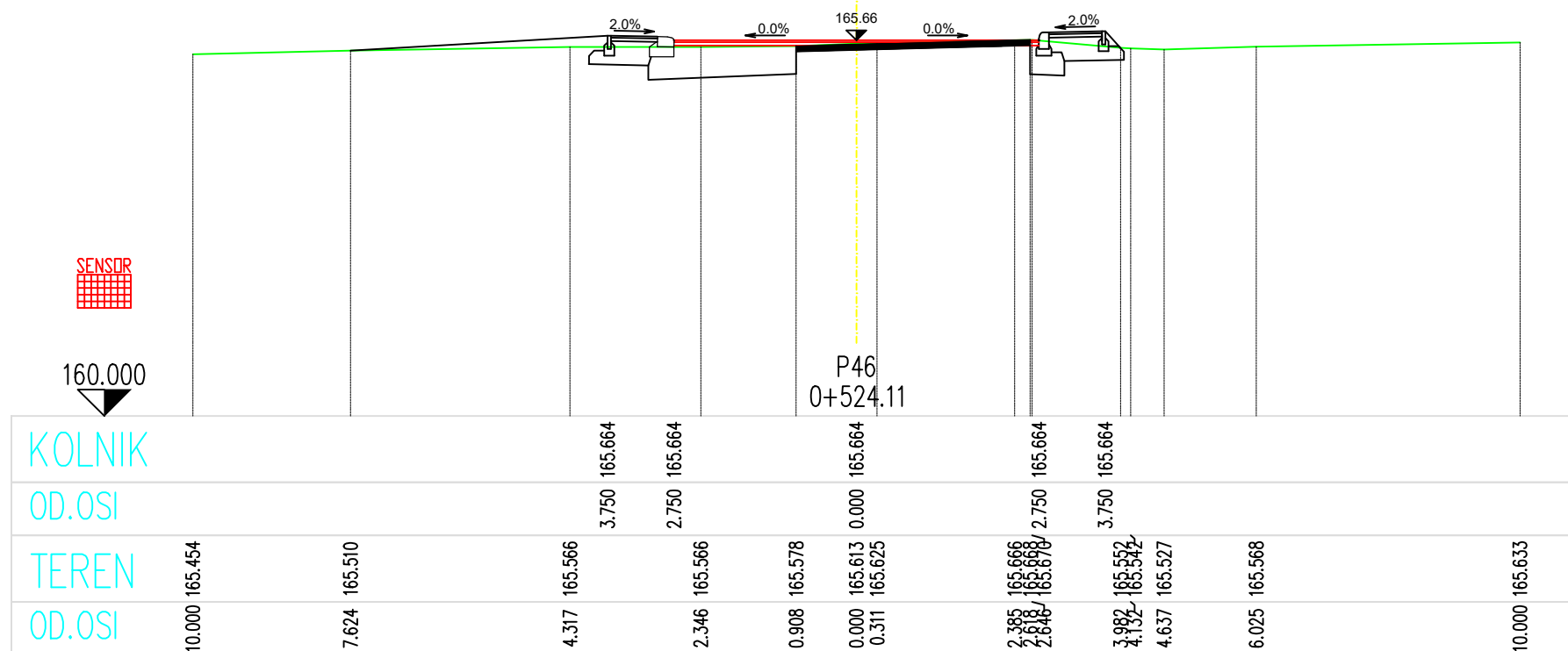
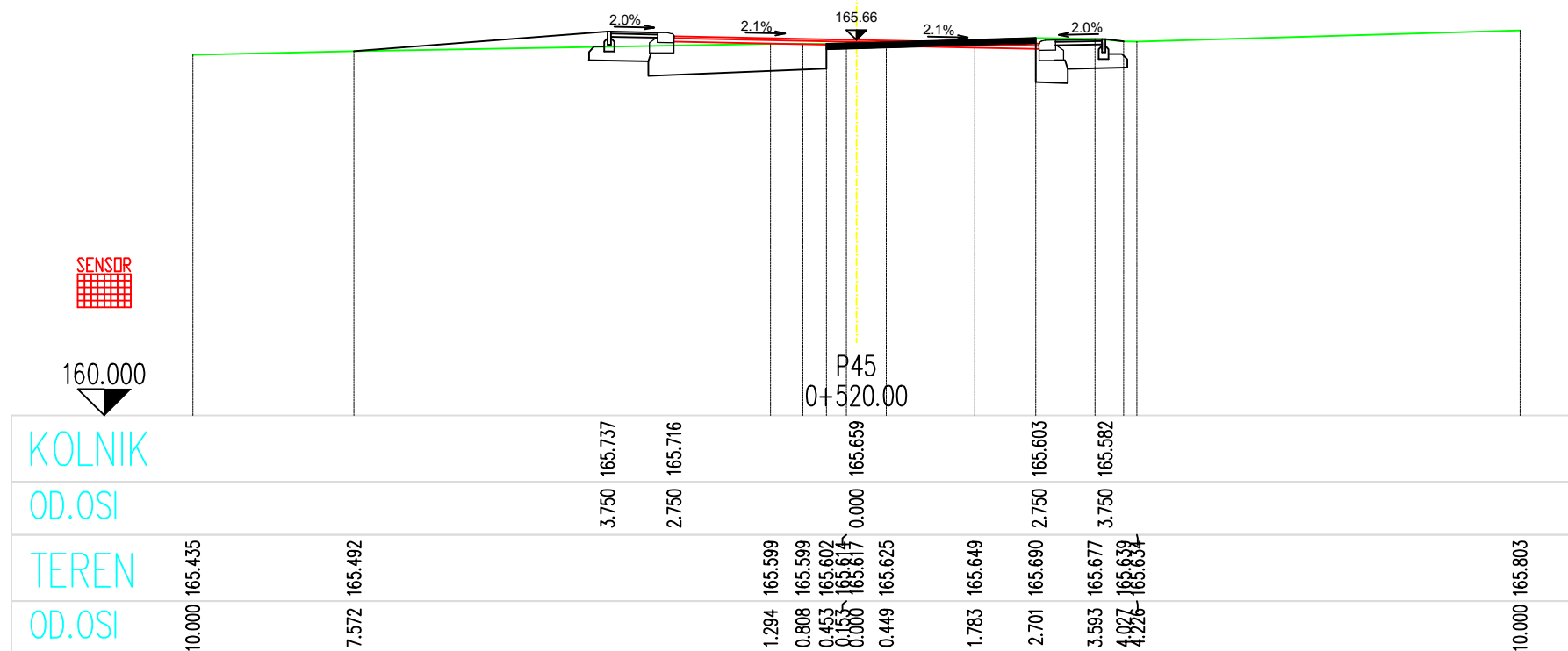
KNJIGA: **KNJIGA 2**

BROJ PRILOGA: **5/7**

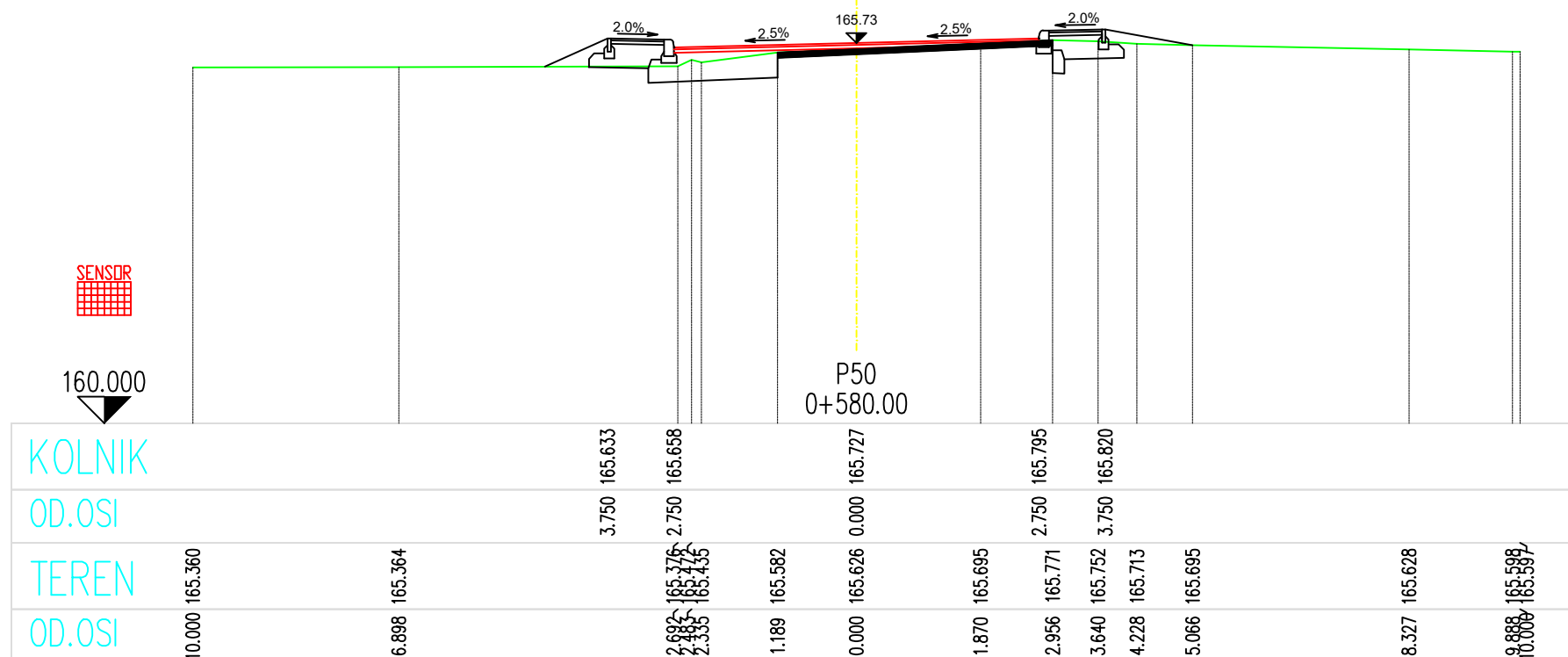
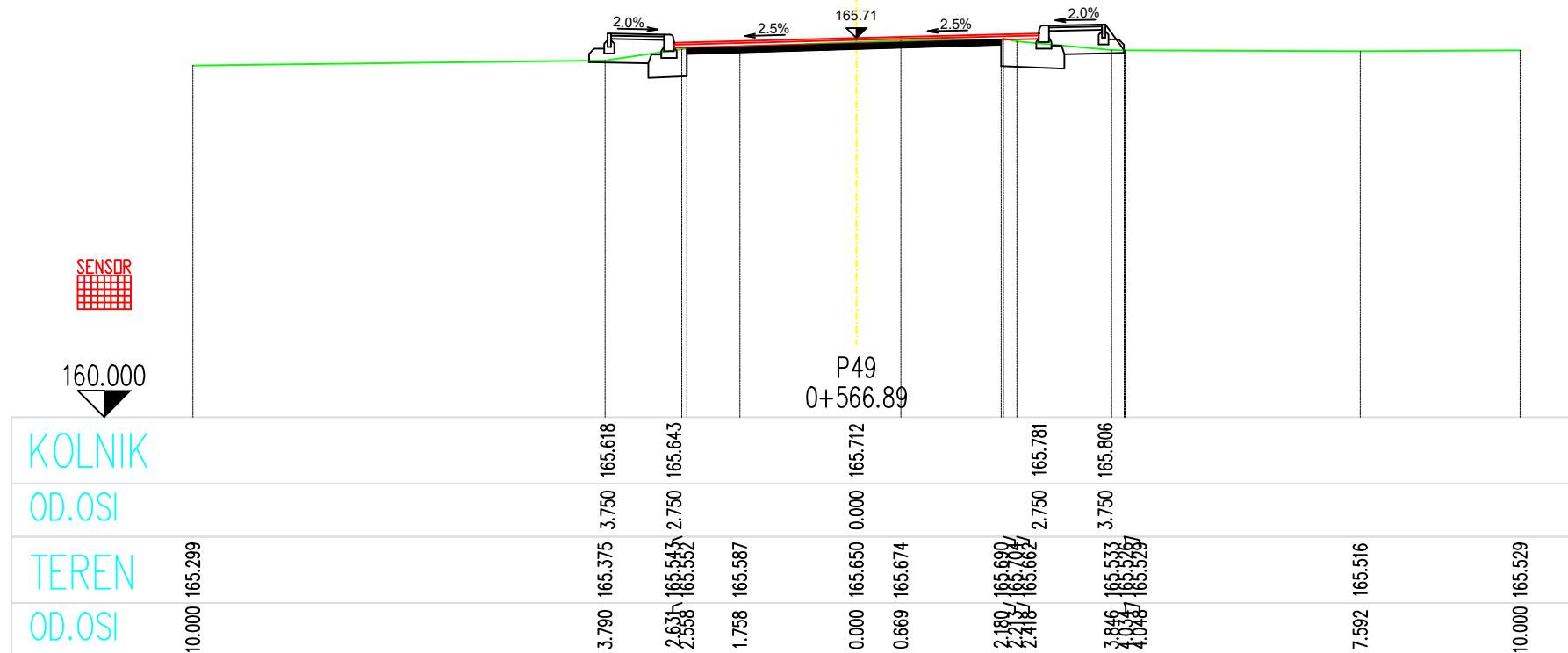
DATUM: **RUJAN 2017.**



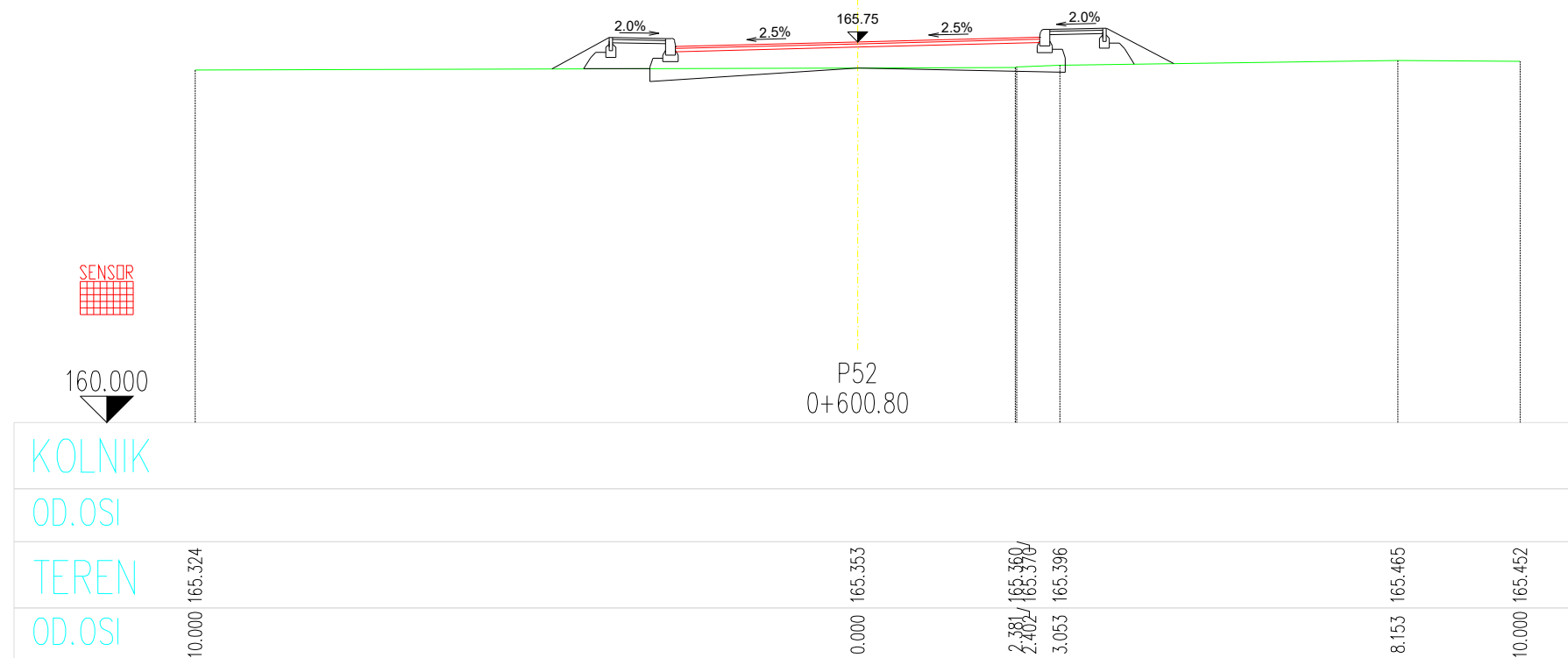
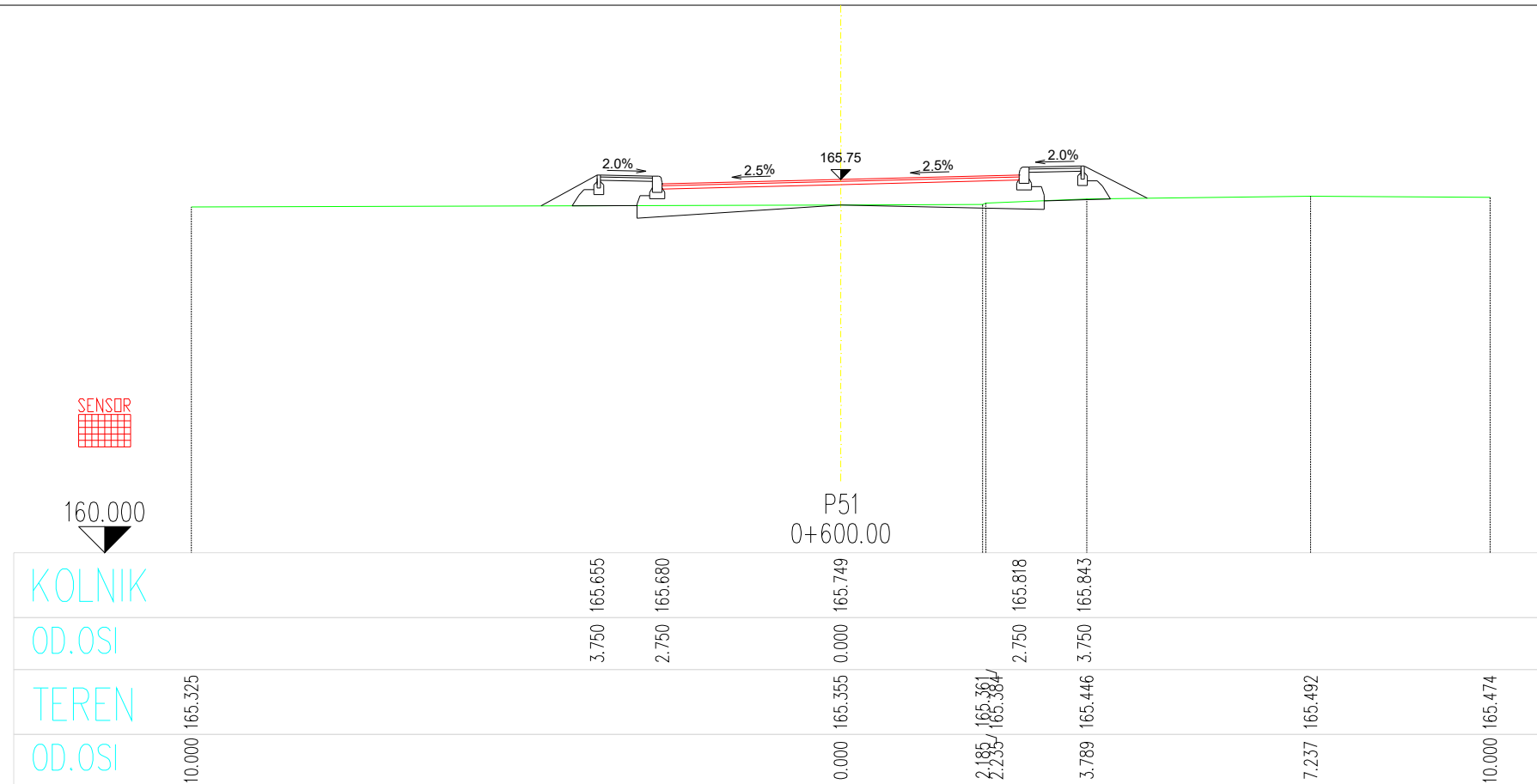
INVESTITOR:	OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI, Trnovec, Bartolovečka ulica 76
GRAĐEVINA:	REKONSTRUKCIJA CESTE Branimirova Ulica od spoja na Varaždinsku - LC 25079 (0+000,00) do slijepog završetka (0+600,80)
POPREČNI PROFILI P41, P42	
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT
RAZINA OBRADE:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT
STUDENT:	Roko Grcić
MENTOR:	Doc. dr. sc. Milan Rezo
MJERILO:	M 1 : 100
BR. TEH. DNEVNIKA:	PD-PR-2014-46
KNJIGA:	KNJIGA 2
BROJ PRILOGA:	5/8
DATUM:	RUJAN 2017.



INVESTITOR:	OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI, Trnovec, Bartolovečka ulica 76
GRADEVINA:	REKONSTRUKCIJA CESTE Branimirova Ulica od spoja na Varaždinsku - LC 25079 (0+000,00) do slijepog završetka (0+600,80)
	POPREČNI PROFILI P45, P46
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT
RAZINA OBRADE:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT
STUDENT:	Roko Grcić
MENTOR:	Doc. dr. sc. Milan Rezo
MJERILO:	M 1 : 100
BR. TEH. DNEVNIKA:	PD-PR-2014-46
KNJIGA:	KNJIGA 2
BROJ PRILOGA:	5/10
DATUM:	RUJAN 2017.



INVESTITOR:	OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI, Trnovec, Bartolovečka ulica 76
GRAĐEVINA:	REKONSTRUKCIJA CESTE Branimirova Ulica od spoja na Varaždinsku - LC 25079 (0+000,00) do slijepog završetka (0+600,80)
POPREČNI PROFILI P49, P50	
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT
RAZINA OBRADE:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT
STUDENT:	Roko Grcić
MENTOR:	Doc. dr. sc. Milan Rezo
KNJIGA:	
MJERILO:	M 1 : 100
BR. TEH. DNEVNIKA:	PD-PR-2014-46
KNJIGA:	KNJIGA 2
BROJ PRILOGA:	5/12
DATUM:	RUJAN 2017.



INVESTITOR:
OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,
Trnovec, Bartolovečka ulica 76

GRAĐEVINA:
REKONSTRUKCIJA CESTE
Branimirova Ulica
 od spoja na Varaždinsku - LC 25079 (0+000,00)
 do slijepog završetka (0+600,80)

POPREČNI PROFILI
P51 i P52

VRSTA PROJEKTA: **GRAĐEVINSKI PROJEKT**

RAZINA OBRADE: **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT**

STUDENT:
Roko Grcić

MENTOR:
Doc. dr. sc. Milan Rezo

MJERILO: **M 1 : 100**

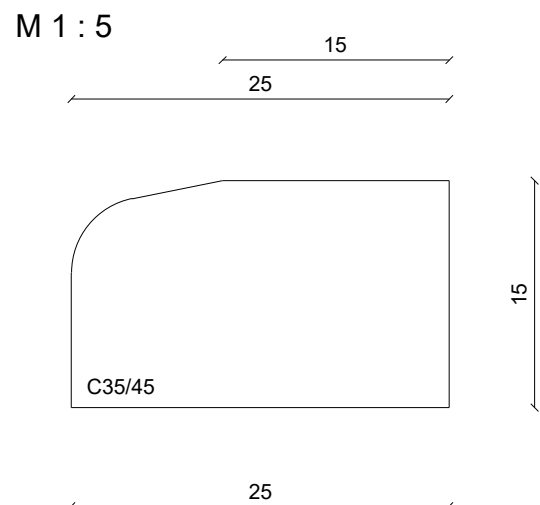
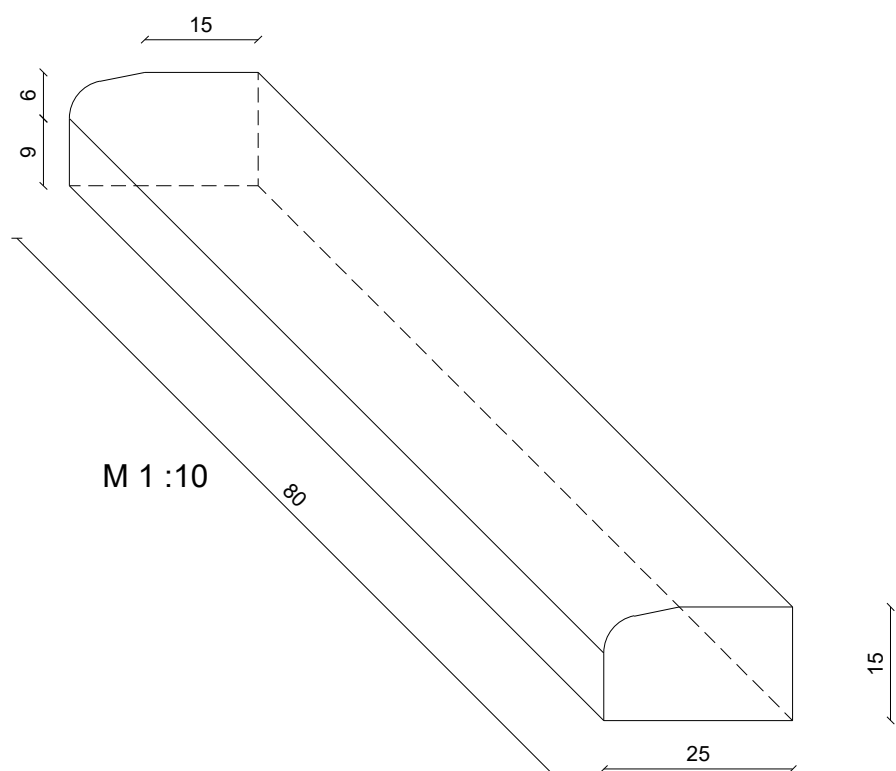
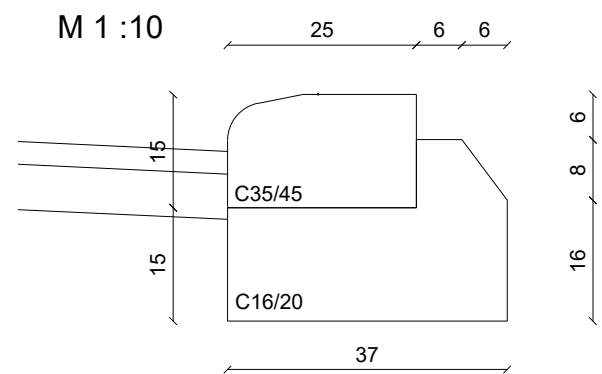
BR. TEH. DNEVNIKA: **PD-PR-2014-46**

KNJIGA: **KNJIGA 2**

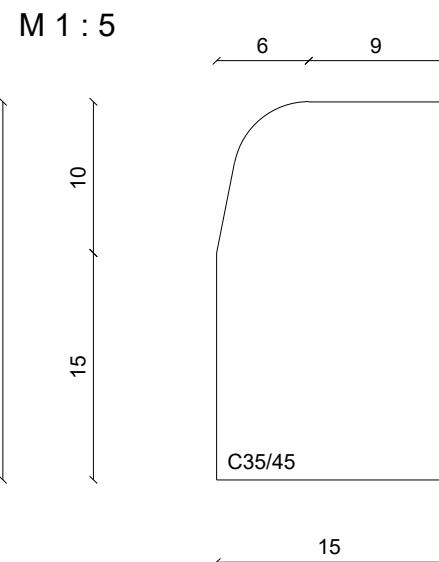
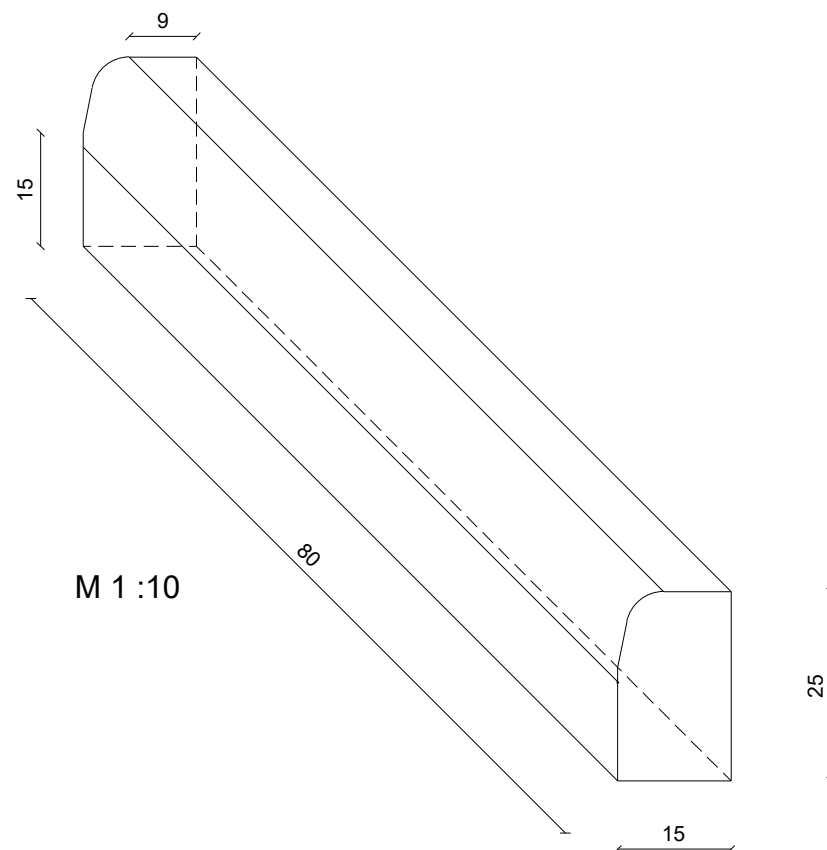
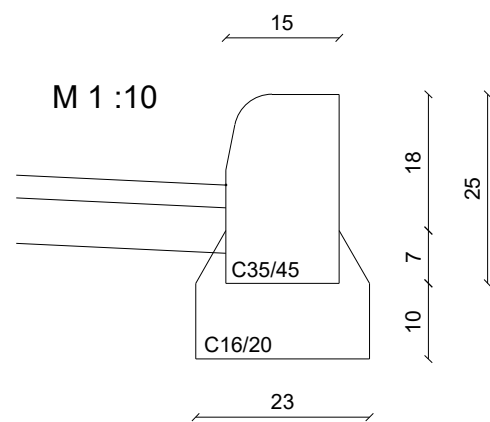
BROJ PRILOGA: **5/13**

DATUM: **RUJAN 2017.**

DETALJ POLEGNUTOG RUBNJAKA 15/25/100

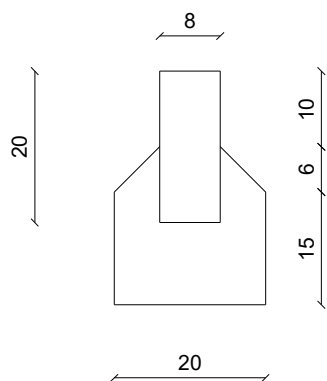


DETALJ USPRAVNOG RUBNJAKA 15/25/100

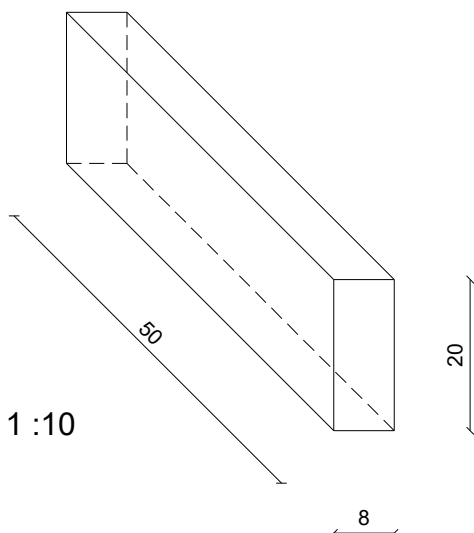


INVESTITOR:	OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI, Trnovec, Bartolovečka ulica 76
GRAĐEVINA:	REKONSTRUKCIJA CESTE Branimirova ulica od spoj na Varaždinsku ulicu LC25079 (0+000,00) do slijepog završetka (0+600,80)
NACRT:	DETALJ POLEGNUTOG RUBNJAKA 15/25/80 DETALJ USPRAVNOG RUBNJAKA 15/25/80
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT
RAZINA OBRADE:	GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT
STUDENT:	Roko Grcić
MENTOR::	Doc. dr. sc. Milan Rezo
MJERILO:	M 1 : 10
BR. TEH. DNEVNIKA:	PD-PR-2014-46
KNJIGA:	KNJIGA 2
BROJ PRILOGA:	7
DATUM:	RUJAN, 2017

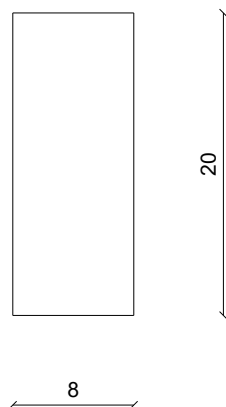
M 1 :10



M 1 :10



M 1 :5



INVESTITOR:

OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,
Trnovec, Bartolovečka ulica 76

GRAĐEVINA:

REKONSTRUKCIJA CESTE
Ulica Široke Ledine

od spoj na Varaždinsku ulicu LC25079 (0+000,00)
do slijepog završetka (0+600,80)

NACRT:

DETALJ RUBNJAKA
8/20/50

VRSTA PROJEKTA:

GRAĐEVINSKI PROJEKT

RAZINA OBRADE:

GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT

STUDENT:

Roko Grcić

MENTOR:

Doc. dr. sc. Milan Rezo

MJERILO:

M 1 : 10

BR. TEH. DNEVNIKA:

PD-PR-2014-46

KNJIGA:

KNJIGA 2

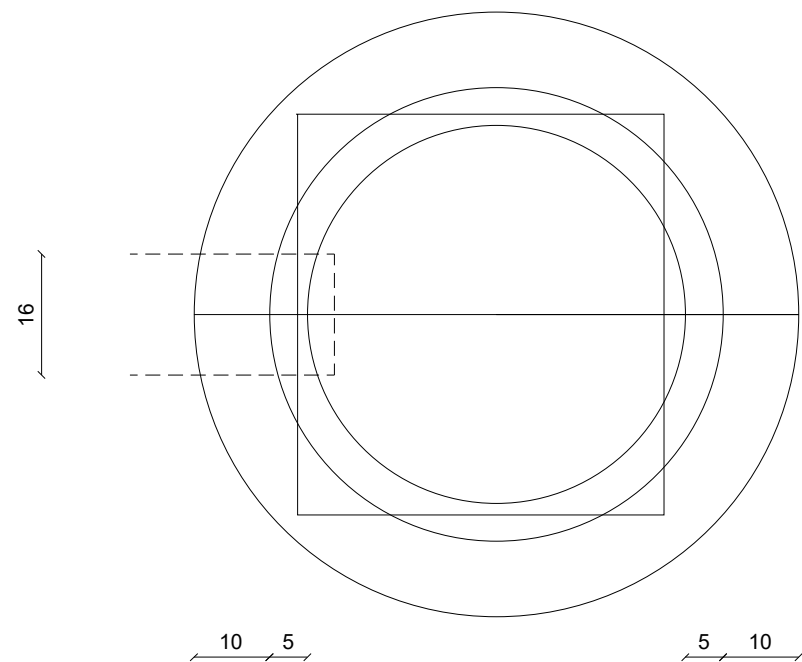
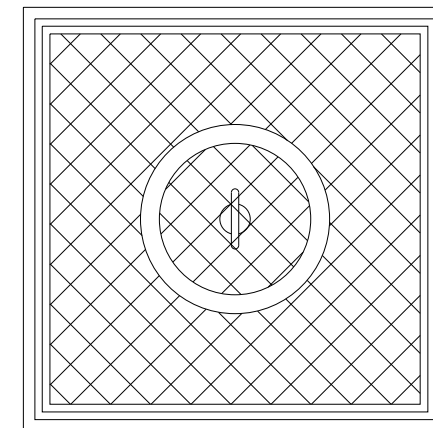
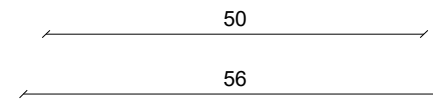
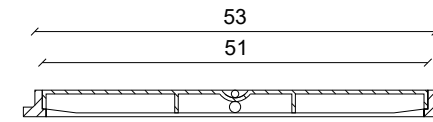
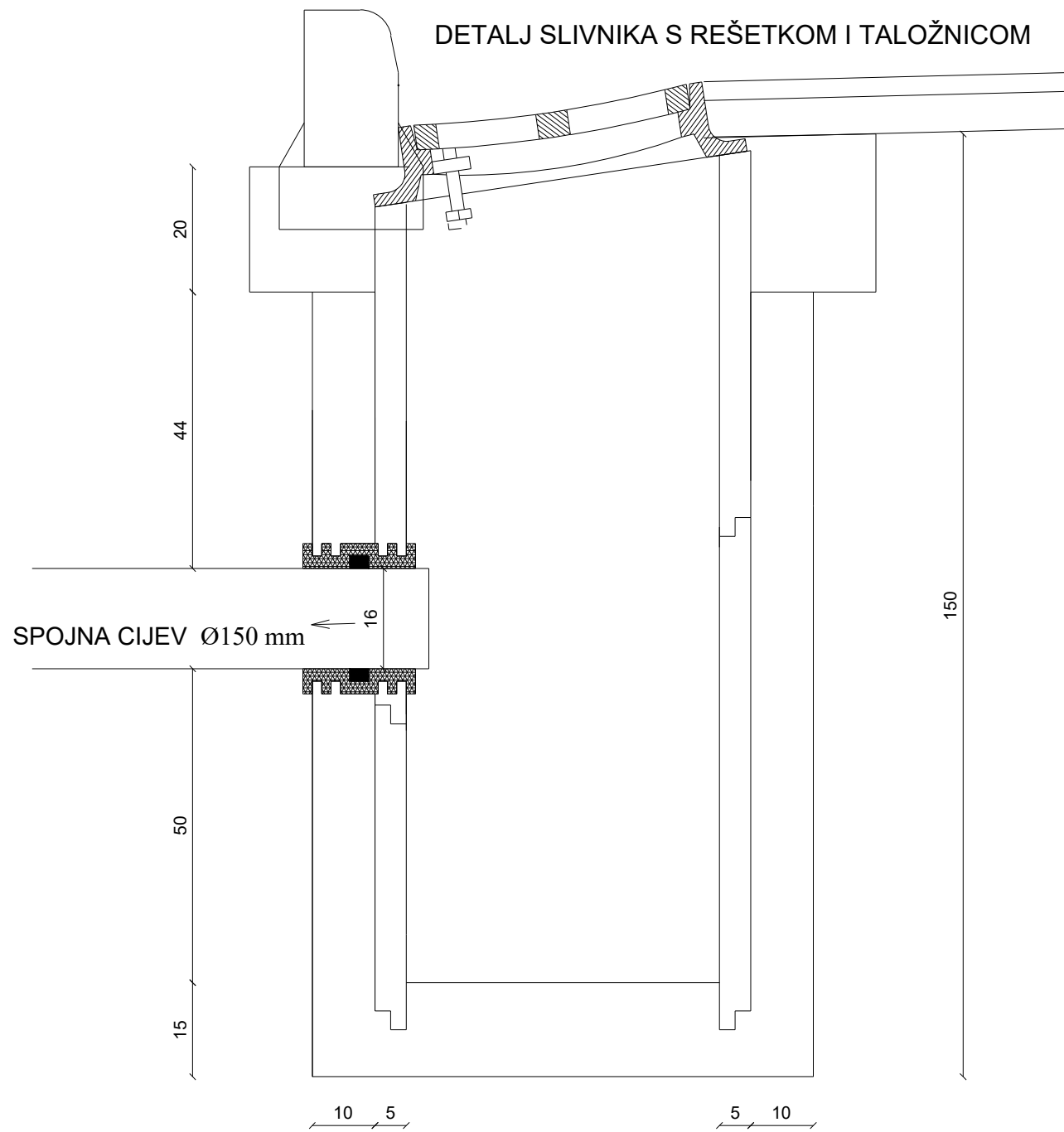
BROJ PRILOGA:

8

DATUM:

RUJAN, 2017.

DETALJ SLIVNIKA S REŠETKOM I TALOŽNICOM



INVESTITOR:

OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,
Trnovec, Bartolovečka ulica 76

GRADEVINA:

REKONSTRUKCIJA CESTE
Branimirova ulica

od spoj na Varaždinsku ulicu LC25079 (0+000,00)
do slijepog završetka (0+600,80)

NACRT:

DETALJ SLIVNIKA
DETALJ KANALSKOG POKLOPCA

VRSTA PROJEKTA:

GRAĐEVINSKI PROJEKT

RAZINA OBRADE:

GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT

STUDENT:

Roko Grcić

MENTOR:

Doc. dr. sc. Milan Rezo

MJERILO:

M 1 : 10

BR. TEH. DNEVNIKA:

PD-PR-2014-46

KNJIGA:

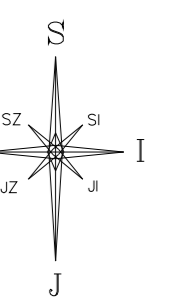
KNJIGA 2

BROJ PRILOGA:

9

DATUM:

RUJAN, 2017.



LEGENDA:

- Zelena površina
- Pješačka staza
- Kolnik
- Prilazi s polegnutim rubnjacima 15/ 25/ 80 i rubnjacima 8/ 20/ 50
- Rubnjak 15/ 25/ 80
- Polegnuti rubnjak 15/ 25/ 80
- Rubnjak 8/ 20/ 50

INVESTITOR:
OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,
Trnovec, Bartolovečka ulica 76

GRAĐEVNA:
REKONSTRUKCIJA CESTE
Branimirova Ulica
od spoja na Varaždinsku - LC 25079 (0+000,00)
do slijepog završetka (0+600,80)

ELEMENTI ISKOLČENJA CESTE

VRSTA PROJEKTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT

RAZINA OBRADE: GLAVNI IZVEDBENI PROJEKT

STUDENT:
Roko Grčić

MENTOR:
Doc. dr. sc. Milan Rezo

MJERILO: M 1 : 500
BR. TEH. DNEVNIKA: PD-PR-2014-46
KNJIGA: KNJIGA 2
BROJ PRILOGA: 10
DATUM: RUJAN, 2017.

