# Projekt rekonstrukcije prometnice Široke ledine u Trnovcu Bartolovečkom

**Knežević, Domagoj**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:513778

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-23**

*Repository / Repozitorij:*

University North Digital Repository

Sveučilište
Sjever

**Odjel graditeljstva**

**Završni rad br. 306/GR/2017**

# Projekt rekonstrukcije prometnice Široke ledine u Trnovcu Bartolovečkom


Student

Domagoj Knežević, 0129/336

**Mentor**

Doc.dr.sc. Milan Rezo, dipl. ing. geodezije


Varaždin, studeni, 2017. godine

**Sveučilište Sjever**
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR–42000 Varaždin

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL: Odjel za graditeljstvo

PRISTUPNIK: Domagoj Knežević | MATIČNI BROJ: 0129/336

DATUM: 10. IX. 2017. | KOLEGIJ: Prometnice

NASLOV RADA: Projekt rekonstrukcije prometnice Široke ledine u Trnovcu Bartolovečkom

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU: Reconstruction project of the road Široke ledine in Trnovec Bartolovečki

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, viši predavač
5.

## Zadatak završnog rada

BROJ: 306/GR/2017

OPIS:

Tema ovog završnog rada je projekt rekonstrukcije prometnice – Ulice Široke ledine.
Razradom ovog projektnog zadatka potrebno je izraditi glavni i izvedbeni projekt rekonstrukcije ulice Široke ledine. Ulica je od posebnog značaja za mjesto. Prometnicu je potrebno hitno rekonstruirati zbog mnogobrojnih oštećenja kolnika te izvesti sustav oborinske odvodnje jer trenutno ne udovoljava temeljnim zahtjevima za građevine sukladno Zakonu o gradnji.
Rad mora sadržavati osvrt na povijest i razvoj prometnica.
Prikazati faze izrade projektne dokumentacije.
Objasniti pravac, kružni luk i prijelaznica te elemente poprečnog presjeka i načela rada u programu „Plateia".

ZADATAK URUČEN: 25. 09. 2017. | POTPIS MENTORA:

REPUBLIKA HRVATSKA SVEUČILIŠTE SJEVER

*Za pomoć pri nastajanju ovog završnog rada srdačno se zahvaljujem mentoru Doc.dr.sc. Milanu Rezi, dipl. ing. geodezije na nesebičnim savjetima, trudu i vremenu te ustupljenim materijalima.*

*Zahvaljujem ostalim profesorima koji su mi tokom studiranja prenosili svoja znanja.*

*Zahvalan sam svojim kolegicama i kolegama bez kojih studranje nebi bilo tako lako i zabavno.*

*Najviše sam zahvalan svojim roditeljima koji su mi bili pomoć i podrška te bez njih sve ovo nebi bilo moguće ostvariti.*

# Sažetak

Tema ovog završnog rada je projekt rekonstrukcije prometnice – Ulice Široke ledine.

Razradom ovog projektnog zadatka pristupa se izradi glavnog i izvedbenog projekta rekonstrukcije ulice Široke ledine. Ulica Široke ledine od posebnog je značaja za mjesto jer vodi do Župne crkve, osnovne škole, dječjeg vrtića, pošte i ambulante te je tako u samom središtu Trnovca. Prometnicu je potrebno hitno rekonstruirati zbog mnogobrojnih oštećenja kolnika te izvesti sustav oborinske odvodnje jer trenutno ne udovoljava temeljnim zahtjevima za građevine sukladno Zakonu o gradnji.

Ovaj završni rad sadrži osvrt na povijest i razvoj prometnica, kako i Europi tako i u Hrvatskoj.

Prikazane su faze izrade projektne dokumentacije, uključivo istražne i pripremne radove.

Rad sadrži objašnjenja osnovnih pojmova i elemenata vezanih uz projektiranje prometnica kao što su pravac, kružni luk i prijelaznica te elementi poprečnog presjeka.

Pri projektiranju iste korišten je program „Plateia“, a u radu su opisana načela i mogućnosti rada u istom programu.



Ključne riječi: prometnica, projekt, geodezija, propisi, Plateia



# Abstract

The theme of this final work is the project of reconstruction of the road – Široke ledine Street.

With the elaboration of this project task, the main and execution project for the reconstruction of the Široke ledine Street is being developed. The Široke ledine Street is of special importance for the place, as it leads to the church, elementary school, kindergarten, post office and ambulance, and it is in the center of Trnovec. The road needs to be reconstructed urgently due to numerous road damages and the rainfall drainage system because it currently does not meet the basic building requirements in accordance with the Construction Law.

This final work contains a review of the history and development of the roads, both in Europe and in Croatia.

The stages of drafting the project documentation, including exploratory and preparatory works, are outlined.

The final work contains explanations of basic concepts and elements related to the design of roads such as a straight line, circular arch and crossroads and cross sectional elements.

The "Plateia" program was used to design it, and the final work describes the principles and possibilities of work in the same program.



Key words: reconstruction, road, project, geodesy, regulations, Plateia

# SADRŽAJ


**1. UVOD ..... 1**

**2. OPĆENITO O PROMETNICAMA ..... 2**

*2.1. IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE ..... 2*

*2.2. PRETHODNI RADOVI PRI GRADNJI PROMETNICA ..... 3*

2.2.1. ISTRAŽNI RADOVI ..... 3

2.2.2. PRIPREMNI RADOVI ..... 8

**3. PODJELA CESTA ..... 9**

*3.1. JAVNE CESTE IZVAN NASELJA ..... 9*

3.1.1. PODJELA PREMA PRIVREDNOM I DRUŠTVENOM ZNAČENJU: ..... 9

3.1.2. PODJELA PREMA VELIČINI PROMETA ..... 10

3.1.3. PODJELA PREMA ZADAĆI POVEZIVANJA ..... 10

3.1.4. PROJEKTIRANJE CESTA PREMA ROKU IZDRŽLJIVOSTI ..... 11

3.1.5. PODJELA PREMA VRSTI TERENA, STUPNJU OGRANIČENJA ..... 11

**4. UPORABNI POKAZATELJI CESTE ..... 13**

*4.1. PROMETNO OPTEREĆENJE CESTE ..... 13*

*4.2. GUSTOĆA PROMETA ..... 13*

*4.3. PROPUSNA MOĆ CESTE ..... 14*

*4.4. RAZINA USLUŽNOSTI ..... 15*

4.4.1. NAJVEĆE DOZVOLJENE DIMENZIJE ..... 15

4.4.2. MINIMALNI RADIJUSI ..... 16

4.4.3. NAJVEĆA DOZVOLJENA OPTEREĆENJA ..... 16

*4.5. MJERODAVNE BRZINE ..... 17*

4.5.1. PROJEKTNA BRZINA ..... 17

4.5.2. RAČUNSKA BRZINA ..... 18

*4.6. ZAUSTAVNI PUT ..... 18*

*4.7. OTPOR NAGIBA ..... 19*

*4.8. DULJINA PRETJECANJA ..... 19*

**5. ELEMENTI POPREČNOG PROFILA CESTE ..... 21**

*5.1. PROMETNI TRAK ..... 21*

5.1.1. ŠIRINE PROMETNOG TRAKA ..... 22

5.1.2. VRSTE PROMETNOG TRAKA ..... 22

*5.2. RUBNI TRAK ..... 22*

*5.3. BANKINA ..... 23*

*5.4. BERMA ..... 24*

*5.5. RIGOL ..... 25*

*5.6. ZAUSTAVNI TRAK* ..... *25*
*5.7. RAZDJELNI POJAS* ..... *26*

**6. GEOMETRIJSKI ELEMENTI PROMETNICE ..... 28**

*6.1. HORIZONTALNO VOĐENJE LINIJE* ..... *28*
6.1.1. PRAVAC ..... 28
6.1.2. KRUŽNI LUK ..... 31
6.1.3. PRIJELAZNA KRIVINA ..... 33
6.1.4. KLOTOIDA (PRIJELAZNICA) ..... 34
6.1.5. VITOPERENJE KOLNIKA ..... 37
6.1.6. ELEMENTI ISKOLČENJA PRIJELAZNICA I KRUŽNIH LUKOVA ..... 38
6.1.7. PROŠIRENJE KOLNIKA U KRIVINI ..... 39
6.1.8. PROŠIRENJE KOLNIKA ..... 40

*6.2. VERTIKALNO VOĐENJE LINIJE* ..... *41*
6.2.1. UZDUŽNI NAGIB ..... 42
6.2.2. VERTIKALNE KRIVINE ..... 42
6.2.3. ELEMENTI ISKOLČENJA VERTIKALNE KRIVINE ..... 44

**7. KOLNIČKA KONSTRUKCIJA ..... 46**

*7.1. DONJI USTROJ CESTE* ..... *46*
7.1.1. NASIP ..... 47
7.1.2. USJEK ..... 48
7.1.3. ZASJEK ..... 48
7.1.4. GALERIJE ..... 49

*7.2. GORNJI USTROJ CESTE* ..... *50*

**8. TEHNIČKI DIO ..... 52**

*8.1. O ULICI ŠIROKE LEDINE* ..... *52*
*8.2. POSTOJEĆE STANJE ULICE* ..... *53*
8.2.1. OPIS LOKACIJE I PROSTORNO PLANSKA DOKUMENTACIJA ..... 53
8.2.2. OPIS ZATEČENOG STANJA ..... 54
8.2.3. HIDROGRAFSKE I KLIMATSKE PRILIKE ..... 55
8.2.4. LITOLOŠKE ZNAČAJKE NASLAGA NA TRASI CESTE ..... 55

*8.3. OPIS PLANIRANOG ZAHVATA* ..... *57*
8.3.1. GRAĐEVINSKO - PROMETNE KARAKTERISTIKE ..... 57
8.3.2. KOLNIČKA KONSTRUKCIJA ..... 59
8.3.3. NAGIB POKOSA ZASJEKA ..... 60
8.3.4. NAGIB POKOSA NASIPA ..... 60
8.3.5. ODVODNJA ..... 60

*8.4. INSTALACIJE* ..... *62*

8.4.1. VODOVOD I KANALIZACIJA ..... 63
8.4.2. KRAJOBRAZNO UREĐENJE ..... 63

*8.5. SANACIJA OKOLIŠA GRADILIŠTA ..... 63*

**9. DIMENZIONIRANJE KOLNIČKE KONSTRUKCIJE ULICE ŠIROKE LEDINE ..... 65**

*9.1. OPĆENITO ..... 65*
*9.2. DIMENZIONIRANJE KOLNIČKE KONSTRUKCIJE ..... 65*
9.2.1. MJERODAVNI PARAMETRI ZA DIMENZIONIRANJE ..... 65

*9.3. KLIMATSKO – HIDROLOŠKI UVJETI ..... 67*
*9.4. USVOJENA KOLNIČKA KONSTRUKCIJA ..... 72*
*9.5. OSNOVNI ZAHTJEVI KVALITETE MATERIJALA ..... 72*
9.5.1. POSTELJICA ..... 72
9.5.2. NOSIVI SLOJ OD MEHANIČKI ZBIJENOG ZRNATOG KAMENOG MATERIJALA ..... 73
9.5.3. NOSIVI SLOJ OD BITUMENIZIRANOG DROBLJENOG KAMENOG MATERIJALA (BNS) ..... 75
9.5.4. HABAJUĆI SLOJ OD ASFALTBETONA (HS-AB) ..... 76

**10. PLATEIA ..... 78**

*10.1. OPĆENITO O PROGRAMU ..... 78*
*10.2. MODUL SITUACIJA ..... 79*
*10.3. MODUL OSI ..... 80*
*10.4. MODUL UZDUŽNI PROFILI ..... 81*
*10.5. MODUL POPREČNI PROFILI ..... 81*
*10.6. MODUL PROMETNA OPREMA ..... 82*

**11. ZAKLJUČAK ..... 83**
**12. LITERATURA ..... 85**
**13. POPIS SLIKA ..... 86**
**14. POPIS TABLICA ..... 88**
**15. PRILOZI ..... 89**

# 1. UVOD

Promet je naša svakodnevica. Povijest prometnica je dugačka i bogata. Napredak industrije i novih tehnologija uzrokom je sve složenijoj potrebi za povezivanjem mreže cesta i povezivanja naselja, gradova, država pa čak i kontinenata. Od najvećeg značaja je sigurnost prometa na cestama pa je kod prometnica najvažnije projektiranje, a zatim kvalitetna izvedba i njihovo održavanje.

Tema ovog završnog rada je rekonstrukcija prometnice - Ulice Široke ledine koja se nalazi u Trnovcu, naselju Općine Trnovec Bartolovečki na sjevernom teritoriju Varaždinske županije. Obzirom da spomenuta ulica ne udovoljava temeljnim zahtjevima za građevine sukladno važećem Zakonu o gradnji NN 153/13 i 20/17 i to u smislu mehaničke otpornosti i stabilnosti, higijene, zdravlja i okoliša, sigurnosti i pristupačnosti tijekom uporabe te zaštite od buke, potrebna joj je rekonstrukcija čiji projekt je razrađen u ovom završnom radu.

U tehničkom dijelu rada prikazan je tok planiranja i projektiranja rekonstrukcije prometnice. Rekonstrukcija prometnice potrebna je zbog vremenske dotrajalosti, smanjenog održavanja i prekomjerne uporabe. Na istoj prometnici su se izvodili radovi na izvedbi kanalizacijskog sustava pri čemu se dodatno oštetila ionako loša prometnica. U rekonstrukciju je potrebno obuhvatiti nove parametre prometnog opterećenja, PDGP i ostalih uvjeta. Temeljem prikupljenih podataka na terenu i tehničkih uvjeta dimenzioniraju se elementi prometnica te definira opće oblikovanje ceste, a koja uključuju kolničku konstrukciju, odvodnju, pokos i zasjek, instalacije, krajobrazno uređenje te sanaciju okolišta gradilišta.

Rekonstrukcija prometnice od velikog je značaja za mjesto i mora udovoljavati svim zahtjevima, a redovnim održavanjem iste povećava se njena trajnost i uporaba.

# 2. OPĆENITO O PROMETNICAMA

Cesta je građevina niskogradnje koja je namijenjena za promet cestovnih vozila, zakonima je regulirana kao javna ili nerazvrstana cesta na kojoj se odvija promet, a može biti sa suvremenim ili klasičnim kolnikom. Povijest prometnica poznata je od pojave kola i potrebe da se osigura čvrsta podloga za promet, a razvitkom gradova i sela razvijala se i cesta. Povezane su sa razvitkom ljudske civilizacije. U povijesti prve ceste bile su putovi koji su namijenjeni za religijske procese u Babilonu prije 5 000 godina prije nove ere. Veliki graditelji cesta u starom vijeku bili su Grci, Etrušćani i Asirci. Karakteristika rimskih cesta i etrušćanskih cesta u smislu vođenja bila je „ravna linija“. Karakteristični putovi za pješake bili su širine 1,5 metara, a ta se širina koristi i danas ali uz pretpostavku prolaza za dva pješaka.

Do većeg razvitka građenja cesta došlo je u vrijeme Rimskog carstva, zato Stare Rimljane možemo i smatrati osnivačima organizirane gradnje cesta.

Bitan pomak u građenju cesta predstavlja pojava mehanizacije u građevinarstvu, a u prvom redu parne drobilice i parnog valjaka.

Stalnim razvitkom vozila razvija se i tehnologija gradnje cesta jer se mijenjanjem vozila mijenja njihova dimenzija i težina pa se stoga mijenjaju i zahtjevi za gradnju ceste.

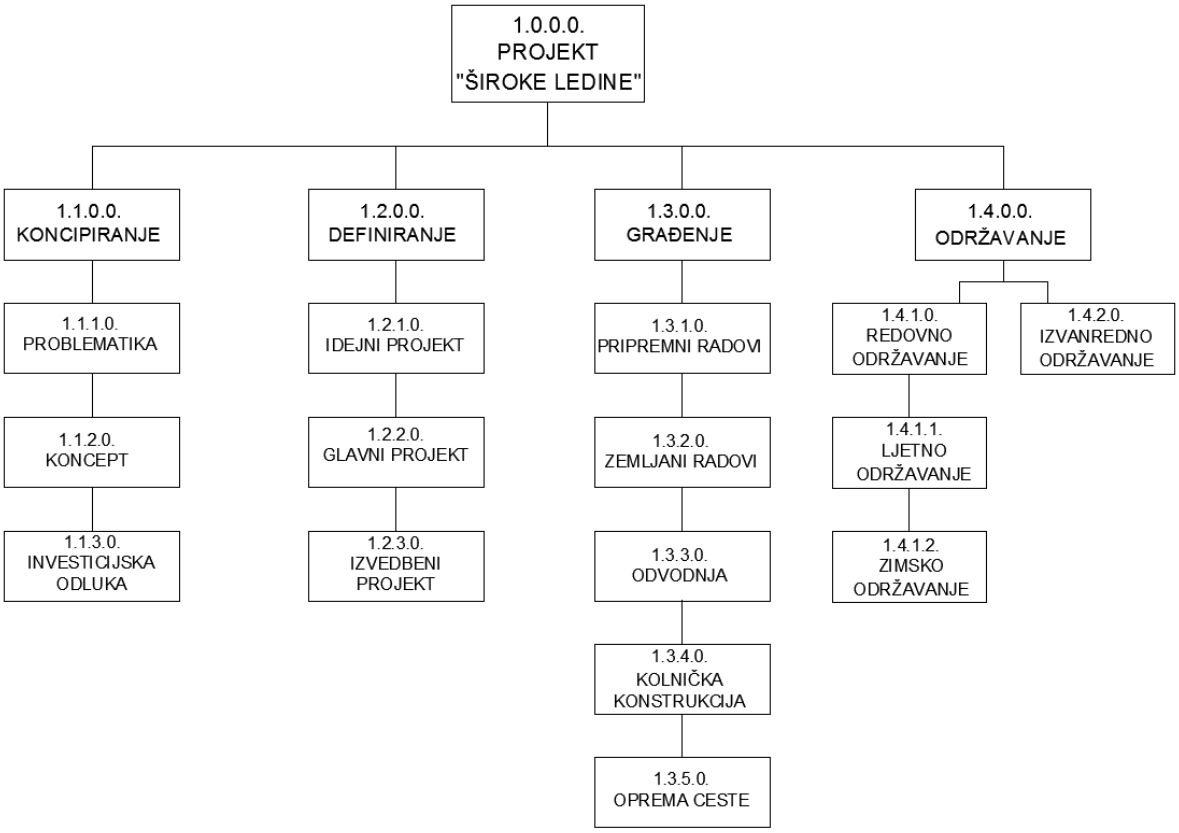
Na teritoriju Hrvatske prve poznate ceste datiraju iz rimskog perioda. Dolaskom Turaka izgrađuju se ceste karakterističnog smjera kretanja sjeverozapad – jugoistok. Prve modernije ceste izgrađene su u 18. i 19. stoljeću, najprije u našim sjeverozapadnim krajevima, zbog narasle potrebe povezivanja unutrašnjosti s primorjem, odnosno lukama. Između dva svjetska rata sagrađeno je na teritoriju Hrvatske 372 km cesta sa suvremenim kolovozom, uglavnom oko naših većih gradova. Početkom 21. stoljeća izgradnja autocesta u Hrvatskoj doživljava procvat.

## 2.1. IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

Projekt izgradnje prometnica se provodi u nekoliko faza:

- donošenje odluke nadležnog tijela o izgradnji, načinu i izvorima financiranja, a na osnovi prethodnih istraživanja
- izrada idejnog projekta i njegova verifikacija te ishođenje lokacijske dozvole
- izrada glavnog projekta koji je sastavni dio dokumentacije za ishođenje građevinske dozvole
- izrada izvedbenog projekta za pojedine složenije dijelove prometnice (visoki nasipi i usjeci, složenije građevine za prijelaze preko vodotoka, dolina, klanaca, zidovi i sl.)
- izgradnja prometnice

Izrada idejnog projekta obavezno sadrži izradu idejnog rješenja koje služi kao temelj za izradu idejnog projekta. Odabiru se najpovoljnije varijante od mogućih, koje se tijekom njihove izrade provjeravaju. Idejno rješenje s jedne strane postavlja kostur, unutarnju strukturu projekta, a s druge strane definira vanjske gabarite (fasadu) projekta. Nakon izrade idejnog rješenja i njegova verificiranja pristupa se prethodnima radovima. (Slika 2.1.)




*Slika 2.1. WBS struktura Projekta „Široke Ledine“*

## 2.2. PRETHODNI RADOVI PRI GRADNJI PROMETNICA

Prethodni radovi mogu se podijeliti u dvije faze na: istražne radove i pripremne radove.

### 2.2.1. ISTRAŽNI RADOVI

Istražni radovi nužni su već u fazi izrade projektne dokumentacije. Potrebno ih je obaviti radi ispravnog odabira elemenata prometnice u situaciji, uzdužnom presjeku ili poprečnim presjecima. Istražni radovi stoga nužno obuhvaćaju geološke, geomehaničke, hidrotehničke radove te prikupljanje ostalih važnih podataka kao što su klimatski i meteorološki, podaci o raslinju i slično. Pružaju dakle značajne podatke o terenu na kojem se i u kojem se gradi.

Inženjersko-geološka, hidro-geološka te geomehanička i geotehnička istraživanja tla i stijena najvažnija su za uspješno, racionalno i trajno rješavanje problematike planiranja, projektiranja i građenja prometnica. Za uspješno svladavanje nepovoljnih hidroloških i geoloških okolnosti uvjet je dovoljan broj preciznih i pravodobno prikupljenih i protumačenih rezultata istraživanja za svaku fazu projektiranja i građenja.

## GEOLOŠKA ISPITIVANJA

Geologija je znanost o građi, dinamici i razvitku Zemlje i ako se geologija prije svega bavi proučavanjem dubljih slojeva Zemljine kore, ona pruža dragocjene podatke pri gradnji prometnice. Po svojim općim svojstvima geološke pojave uzduž prometnice mogu biti povoljne i nepovoljne.

U grupu nepovoljnih geoloških pojava ubrajaju se:

- vodom saturirana područja kao što su močvare, tresetišta, lagune i pličine, riječne delte, poplavna područja (područja nereguliranih rijeka);
- nestabilna područja koja većinom pripadaju deluviju kao morene, sipare, pješčani nanosi (mnoge od njih su opasne jer su prirodno kompaktne i čvrste, ali se pokreću kada se građevinskim zahvatima poremeti prirodna ravnoteža);
- područja koja nisu postojana na djelovanje atmosferilija kao što su područja izgrađena od glina, lapora, škriljaca i slično
-tipične pojave u visokom gorju - lavine, osuline, bujice
-strukturne pojave: pukotine, strmi rasjedi i ulegnuća

## IZVJEŠĆE O GEOLOŠKOJ STRUKTURI TLA

Nakon pregleda geoloških karata i obilaska terena, geolog u svojem izvještaju daje odgovore o sljedećem:

- vrsti i porijeklu tla, u geološko - mineraloškom smislu, na prostoru građenja, posebnostima koje se mogu očekivati s obzirom na vrstu i porijeklo tla, kao što su stabilnost, nestabilnost, sklonost stvaranju klizišta, slaba kvaliteta do pouzdane dubine, postojanost materijala na zraku i u vodi, itd.
- vrste tla za koja se pretpostavlja pojava vode, što najčešće dovodi do teškoća pri građenju
- nagibima slojeva i njihovim smjerovima pružanja kao i o općem stanju stijene (rasjedi, razdrobljenost stijenske mase)

## GEOMEHANIČKA ISPITIVANJA

Geomehanička ispitivanja obavljaju se za zemljane materijale koji će iskapanjem ili nasipavanjem oblikovati trup prometnice te onaj materijal koji je neposredno ispod tijela prometnice. Odgovori koji se traže od geomehaničara su sljedeći: može li se i uz kakve uvjete upotrijebiti materijal usjeka za izvedbu nasipa, ocjena kakvoće tla na kojem će se izvoditi nasip, može li se u usjeku izvesti posteljica tražene kakvoće, nagib pokosa usjeka i nasipa, ispitivanje materijala iz pozamišta kao i osiguranje samog pozajmišta.

Na temelju obilaska terena, sondiranja i terenskog i laboratorijskog ispitivanja, određuju se: granulometrijski sastav tla, kut unutarnjeg trenja tla i kohezija, specifična masa tla, koeficijent poroznosti, vodo-propusnost, kapilarnost, posmična čvrstoća, dopušteno opterećenje tla, procjena veličine slijeganja temeljnog i nasipnog tla, optimalna vlažnost prema Proctoru, maksimalna suha prostorna masa prema Proctoru, terenski i laboratorijski CBR.

Temeljem provedenih geomehaničkih ispitivanja i određivanja navedenih parametara tla provjerava se stabilnost pokosa usjeka i nasipa te dimenzioniraju potporni i uporni zidovi.

## HIDROLOŠKA ISPITIVANJA

Hidrološka situacija na prostoru prometnice može imati velik utjecaj na njeno građenje i uporabu. Hidrološkim ispitivanjima određuju se sljedeći parametri:

- količine protoka rijeka i potoka,
- visina velikih i katastrofalnih voda,
- visina podzemnih voda tijekom godine.

Za potrebe projekta prometnice nužno je izraditi studije površinske mreže vodotoka kao i studije mreža za odvod podzemnih voda. Temeljem tih podataka određuje se:

- visina nivelete u vodoplavnom području,
- veličina otvora propusta i mostova.

## HIDROMETEOROLOŠKI I KLIMATSKI PODACI

Hidrometeorološki podaci dobivaju se iz:

- statističkih podataka registriranih za pojedine parametre tijekom višegodišnjih promatranja u meteorološkoj postaji koja je najbliže mjestu projektirane građevine,

- izravnih mjerenja karakterističnih parametara na mjestu buduće građevine, prije početka ili tijekom radova na gradilištu,
- kratkoročnih vremenskih prognoza o očekivanim vremenskim prilikama tijekom građenja.
- podaci dobiveni od meteorološke službe su:
- prosječan broj kišnih dana u mjesecu i godinite njihova raspodjela
- prosječne mjesečne količine oborina izražene u milimetrima i njihova raspodjela
- broj kišnih dana tijekom kojih je količina oborina bila veća od određenih vrijednosti za svaki mjesec i njihova raspodjela
- prosječan intenzitet pljuskova ovisno o njihovu trajanju za različita razdoblja
- prosječno mjesečno isparavanje u milimetrima
- prosječne mjesečne temperature u Celzijevim stupnjevima
- prosjek minimalne i maksimalne mjesečne temperature
- broj dana s pojavom smrzavice (temperature niže od 0C) ili pojavom temperature više od 30˚C.

Već u fazi projektiranja potrebno je poznavati klimatske utjecaje kao : temperatura, osunčanost padina, vjetar, padaline, prosječna dubina smrzavanja.

## OPSEG ISTRAŽNIH RADOVA

Ovisi o razini projekta, tj. Radi li se o studiji, idejnom, glavnom ili izvedbenom projektu. Podaci o istražnim radovima u okviru projektne dokumentacije sadržani su u geotehničkom elaboratu te hidrološkoj i hidro-geološkoj studiji. Program i opseg istražnih radova u idejnom i glavnom projektu propisan je Pravilnikom o tehničkim normativima za temeljenje građevinskih objekata. U fazi izrade idejnog projekta treba na svakih 1000m2 izbušiti jednu istražnu bušotinu te obaviti tri terenske istražne radnje kao što su: piezometarsko ispitivanje, statičko odnosno dinamičko penetracijsko sondiranje, pokusi s krilnom sondom i dr.

## PRIMJENA PODATAKA ISTRAŽNIH RADOVA

Za zemljane radove, ovisno o veličini gradilišta, odabranom postupku i tehnologiji izvedbe, odnosno fazi radova (projektiranja ili građenja) primjenjuju se sljedeći podaci:

- rezultati geotehničkih istraživanja kojima se definira stanje vlažnosti (vlažno, srednje vlažno, suho) različitih zemljanih materijala – sitnozrnih koherentnih i nekoherentnih, uz

geomehaničke značajke nužne za utvrđivanje i klasifikaciju, te njihovo stanje (prirodna zbijenost, homogenost i dr.)

- hidrometeorološki podaci koji se odnose uglavnom na oborine i isparavanja u svrhu određivanja pogodnosti materijala za iskop i ugrađivanje.

Na temelju provedenih geotehničkih istraživanja i napravljenog proračuna masa određuje se kakvoća tla kao osnova za gradnju objekata donjeg ustroja, njegova pogodnost za ugrađivanje, zbijanje, utovar i iskop, obavlja se klasifikacija materijala i utvrđuje stupanj osjetljivosti na promjene i stanje vlažnosti s obzirom na ugradnju u nasipe ili odvoženje na odlagalište, odnosno potrebu otvaranja pozajmišta ili zamjene materijala. Hidrometeorološki podaci pokazuju razvoj hidrološke bilance tijekom godine i mjeseci, a pružaju mogućnost predviđanja rješenja za slučaj nepovoljnih meteoroloških i hidroloških uvjeta.

## IZVJEŠTAJ O ISTRAŽNIM RADOVIMA

Izvještaj o istražnim radovima (geotehničkim i drugim) služi kao podloga za izradu glavnog projekta. Opis provedenih istražnih radova sastavni je dio tehničkog opisa glavnog projekta. Izvještaj o provedenim istražnim radovima nije sastavni dio dokumentacije na osnovi koje se izdaje građevna dozvola, osim ako posebnim propisom nije određeno drugačije. Investitor predaje primjerak izvještaja o istražnim radovima izvođaču i nadzornom inženjeru za praćenje i kontrolu uvjeta izvođenja radova na trasi i objektima. Izvještaj o istražnim radovima ne sadrži u potpunosti postojeće uvjete na trasi koji se odnose na opis stijena i ostalog prirodnog materijala te na ostale informacije i tumačenja. Izvođač treba izvještaj proučiti i donijeti vlastite zaključke o prirodi materijala iskopa, stupnju i težini izrade, o održavanju iskopa i izvođenju drugih radova koji su uvjetovani geološkim obilježjima gradilišta, te snositi punu odgovornost za njih.

Za objekte za koje je Zakonom o gradnji predviđena revizija glede mehaničke otpornosti i stabilnosti, izvještaj o istražnim radovima pregledava ovlašteni revident zajedno s ostalim dijelovima glavnog projekta koji su izrađeni na temelju tog izvještaja. Ako je glavnim projektom ili zahtjevom ovlaštenog revidenta potrebno provesti prilikom građenja dodatne istražne radove, izvođač radova dužan je naručiti njihovu izradu, te o tome sastaviti izvještaj u okviru izvedbenog projekta.

### 2.2.2. PRIPREMNI RADOVI

Pripremni radovi početak su izvedbe građevine. Obavljaju se neposredno prije zemljanih radova. Obuhvaćaju geodetske radove, radove organizacije gradilišta i čišćenje terena. Pripremni radovi obuhvaćaju sve aktivnosti prema projektu organizacije građenja, koje su nužne za pripremu i organizaciju gradilišta te izvođenje glavnih građevinskih i drugih radova, a čine ih:

- priprema gradnje
- iskolčenja trase i građevina
- čišćenje i priprema terena
- zaštita prirode i kulturno - povijesnih spomenika.

# 3. PODJELA CESTA

S obzirom na današnju 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.

Prema položaju u prostoru javne ceste se dijele na:
- javne ceste izvan naselja,
- gradske ceste – ulice.

## 3.1. JAVNE CESTE IZVAN NASELJA

### 3.1.1. PODJELA PREMA PRIVREDNOM I DRUŠTVENOM ZNAČENJU:

- Autoceste (AC)
- Državne ceste (D ceste) magistralne ceste
- Županijske ceste (Ž ceste) regionalne ceste
- Lokalne ceste (L ceste)

Autoceste su ceste koje povezuju cjelokupni prostor Republike Hrvatske i integriraju ga u europsku mrežu cesta, a namijenjene su prometu na velikim daljinama, sa dva traka na svakoj strani odvojena ogradom, te zaustavnim trakom.

Mrežu državnih cesta čine ceste koje povezuju cjelokupni prostor Republike Hrvatske i integriraju ga u europsku mrežu cesta, a namijenjene su prometu na velikim daljinama.

Županijske ceste povezuju naselja i lokalitete unutar županije i integriraju cjelokupni prostor županije u mrežu cesta Republike Hrvatske.

Lokalne ceste povezuju naselja i lokalitete unutar općine i integriraju cjelokupni prostor općine u mrežu cesta Republike Hrvatske.

Podjela prema vrsti prometa:
- ceste za promet motornih vozila
- ceste za mješoviti promet

### 3.1.2. PODJELA PREMA VELIČINI PROMETA

Prema veličini motornog prometa na kraju planskog razdoblja izraženog prosječnim godišnjim dnevnim prometom (PGDP) javne ceste dijele se na autoceste i pet razreda cesta. (Tablica 3.1)

| 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 3.1. Razredi ceste prema PGDP-u*

### 3.1.3. PODJELA PREMA ZADAĆI POVEZIVANJA

Prema zadaći povezivanja u cestovnoj mreži ovisno o sred-njoj duljini putovanja ceste se dijele na autoceste i pet kategorija cesta. (Tablica 3.2.)

| Kategorija ceste | Društ. gospod. značenje (1.1.1.) | Vrsta prometa (1.1.2.) | Veličina prometa (1.1.3.) | Zadaća povezivanja (1.1.4.) | Srednja duljina putovanja (km) |
|---|---|---|---|---|---|
| AC | Državna | Prom. mot. vozila | >14000 | Međudržavno i državno | >100 |
| 1. kat. | Državna | Prom. mot. vozila | >12000 | Međudržavno i državno-regionalno | 50-100 |
| 2. kat. | Državna | Prom. mot. v. mješoviti prom. | 7000-12000 | Državno i županijsko | 20-50 |
| 3. kat. | Državna; županijska | Mješoviti promet | 3000-7000 | Međuopćinsko | 5-50 |
| 4. kat. | Županijska; lokalna | Mješoviti promet | 1000-3000 | Općinsko | 5-20 |
| 5. kat. | Lokalna | Mješoviti promet | <1000 | Općinsko-lokalno | <5 |

*Tablica 3.2. Kategorizacija cesta*

### 3.1.4. PROJEKTIRANJE CESTA PREMA ROKU IZDRŽLJIVOSTI

Mjerodavna veličina i struktura prometa pri izradi projekta javnih cesta utvrđuje se za određeno plansko razdoblje koje iznosi:

- 20 godina za novogradnju
- 5-20 godina za poboljšanje postojećih cesta.

Za autoceste i ceste 1. i 2. kategorije veličina motornog prometa na kraju planskog razdoblja utvrđuje se prometnim studijama.

Za sve ostale ceste veličina motornog prometa može se odrediti na temelju raspoloživih podataka o brojenju vozila i predvidivog godišnjeg prirasta, bez posebnih istraživanja.

### 3.1.5. PODJELA PREMA VRSTI TERENA, STUPNJU OGRANIČENJA

Prema vrsti terena (Tablica 3.3.) na kojemu se projektiraju javne ceste usvajaju se sljedeći stupnjevi ograničenja:

- ravničarski - bez ograničenja (BO)
- brežuljkasti - neznatno ograničenje (NO)
- brdski - znatno ograničenje (ZO)
- planinski - veliko ograničenje (VO)

| Osnovne karakteristike terena | Konfiguracija terena | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Ravničast I. | Brežuljkast II. | Brdovit III. | Planinski IV. |
| ΔH/1km | neznatna | Do 70 m | 70 do 150 m | Preko 150 m |
| Nagib padina | Do 1:10 | 1:10 do 1:5 | 1:5 do 1:1 | 1:1 do 1:0 |
| Naboranost terena | - | Slabije izražen | Jače izražen | Vrlo jak/grebeni/uvale |
| Mogući elementi trase | Izbor slobodan | Izbor djelomično ograničen | Izbor djelomično ograničen | Elementi predodređeni |

*Tablica 3.3. Podjela cesta prema konfiguraciji terena*

Temeljem kategorije ceste i stupnja ograničenja određuje se projektna brzina i dozvoljeni uzdužni nagib nivelete. (Tablica 3.4.)

| PROMETNO -TEHNIČKO RAZVRSTAVANJE | | PROJEKTNA BRZINA $V_p$ (km/h) / NAGIB $s_{max}$ (%) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Razina | 120 | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 |
| KAT. | usluge | a. | b. | c. | d. | e. | f. | g. | h. |
| AC | C/D | ≥120/4° | 100/5* | 90/5.5** | 80/6*** | | | | |
| 1. kat. | D | | 100/5.5° | 90/5.5* | 80/6** | 70/7*** | | | |
| 2. kat. | D | | 100/5.5° | 90/5.5* | 80/6* | 70/7** | 60/8*** | | |
| 3. kat. | E | | | | 80/7° | 70/7* | 60/8** | 50/9*** | |
| 4. kat. | E | | | | | 70/8° | 60/9* | 50/10** | 40/11*** |
| 5. kat. | E | | | | | | 60/10° | 50/11* | 40/12**<br>40(30)/12*** |

*Tablica 3.4. Projektne brzine i najveći nagibi nivelete*

# 4. UPORABNI POKAZATELJI CESTE

Uz planerske postavke u sklopu prometno-tehničke razdiobe cesta, za studijsko-prometnu pripremu i procjenu korisničkih svojstava nužno je utvrditi konkretne eksploatacijske ili uporabne pokazatelje ceste. Među bitne uporabne pokazatelje u prvom redu pripadaju: prometno opterećenje, gustoća prometa, propusna moć, razina usluge, brzina vožnje, radna sposobnost kolnika i prijevozna sposobnost mjerodavnog vozila

## 4.1. PROMETNO OPTEREĆENJE CESTE

Prometno opterećenje (količina prometa) je broj vozila koji prolazi određenim presjekom ceste ili prometnog (voznog) traka u određenom vremenskom razdoblju. Prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) je ukupna godišnja količina prometa, podijeljena brojem dana u godini.

$$\text{PGDP}=\frac{VOZILA\ GODIŠNJE}{365}\quad [\text{voz/dan}]$$

Prosječni dnevni promet (PDP) je ukupna količina prometa u vremenskom razdoblju koji je veći od jednog dana, a manji od godine, podijeljen brojem tih dana.

$$\text{PDP}=\frac{BROJ\ VOZILA}{BROJ\ DANA}\quad [\text{voz/dan}]$$

## 4.2. GUSTOĆA PROMETA

Gustoća prometa predstavlja ukupan broj vozila koja se u trenutku promatranja nalaze na određenom odsječku (duljini) ceste i označuje mjerilo za određivanje stvarne iskorištenosti propusne moći na određenoj cesti. Gustoća prometa (Rezo, 2013) praktički se dobiva brojenjem vozila vizualno ili s pomoću posebnih uređaja (uređaj s fotoćelijom i nagaznim kabelom).

Opća zakonitost za idealni prometni tok može se povezati izrazima:

$$Q=G\cdot V\quad [\text{voz/h}]\quad \text{odnosno}\qquad G=\frac{Q}{V}\quad [\text{voz/km}]$$

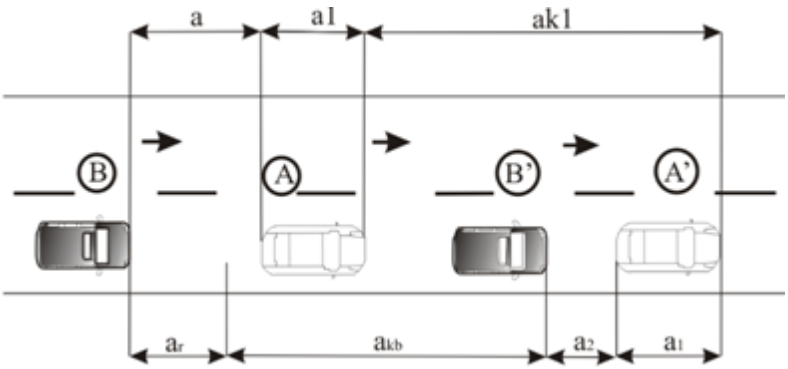
gdje je;
G-gustoća prometnog toka (voz/km)
V-brzina (km/h)
Q-protok (voz/h)

## 4.3. PROPUSNA MOĆ CESTE

Propusna moć ceste je maksimalan broj vozila koji može, u određenom vremenskom razdoblju, proći određenim presjekom ceste ili traka. (Slika 4.1.). Najčešće se koristi vremensko razdoblje od jednog sata. Teoretska propusna moć jednog prometnog traka za idealne uvjete može se izraziti:

$$C = \frac{60 \cdot 60 \cdot v}{a} = \frac{3600 \cdot V}{3{,}6 \cdot a} = \frac{1000 \cdot V}{a} \text{ [voz/h]}$$

gdje je *C* propusna moć prometnog traka (voz/h), *v* brzina vožnje vozila (m/s), *V* brzina vožnje vozila (km/h) i *a* sigurnosni razmak između vozila u kretanju (m).




*Slika 4.1. Propusna moć ceste*

Razmak *„a“* jednak je:

$$a = a_2 + a_{kB} + a_r - a_{kA} \quad [m]$$

pri čemu je duljina prednjeg vozila (m), sigurnosni razmak vozila nakon zaustavljanja (5m), duljina puta reagiranja (m), duljina puta kočenja prednjeg vozila (m), duljina puta kočenja stražnjeg vozila (m).

Propusna moć ceste (kapacitet) u realnim uvjetima ceste i prometa računa se prema općem izrazu:

$$C_i = C_{maxi} \cdot N \cdot f_s \cdot f_{sV} \cdot f_V \quad [voz/h]$$

gdje je $C_i$ propusna moć za razinu uslužnosti “i“, *N* broj prometnih trakova u jednom smjeru, $f_s$ faktor koji opisuje utjecaje suženja prometnog traka i utjecaj bočnih smetnji, $f_{sV}$ faktor utjecaja strukture vozila, i $f_V$ faktor utjecaja vozača.

## 4.4. RAZINA USLUŽNOSTI

Razina uslužnosti niz je karakteristika koje opisuju uvjete vožnje koji se pojavljuju na određenom potezu ceste (brzina, vrijeme putovanja, prekidi, sigurnost, udobnost vožnje).

Razina uslužnosti A predstavlja uvjete slobodnog prometnog toka s velikim brzinama i punom slobodom manevriranja (pretjecanje). Nema međusobnih ometanja vozila pa je osigurana visoka razina udobnosti vožnje. Razina uslužnosti B predstavlja uvjete slobodnog toka s brzinama koje su djelomično ograničene. Mogućnosti manevriranja su neznatno ograničene, no općenito nivo udobnosti vožnje još je uvijek visok. Razina uslužnosti C predstavlja stanje stabilnog toka s ograničenim brzinama i manevriranjem. Razina uslužnosti D približava se nestabilnom toku velike gustoće s bitno ograničenim brzinama i malim mogućnostima manevriranja što znatno smanjuje udobnost vožnje. Razina uslužnosti E predstavlja uvjete nestabilnog toka s vožnjom u koloni i povremeni m zastojima. Ova razina služnosti približno odgovara propusnoj moći Cmax*i*. Razina uslužnosti F predstavlja prisilni tok s velikim smetnjama i zastojima. Pri tome je odnos prometnog opterećenja prema kapacitetu (v/c) veći od 1,0.

### 4.4.1. NAJVEĆE DOZVOLJENE DIMENZIJE

Širina prometnog traka, minimalni polumjeri krivina, visina objekata i niz drugih cestovnih elemenata u uskoj su vezi s maksimalnim dimenzijama vozila. Najveće dopuštene duljine su:

- osobni automobil =6 m
- autobus, teretno motorno vozilo, specijalno i radno =12 m,
- priključno vozilo s jednom osovinom =6 m; s dvije =10 m; s tri =12 m,

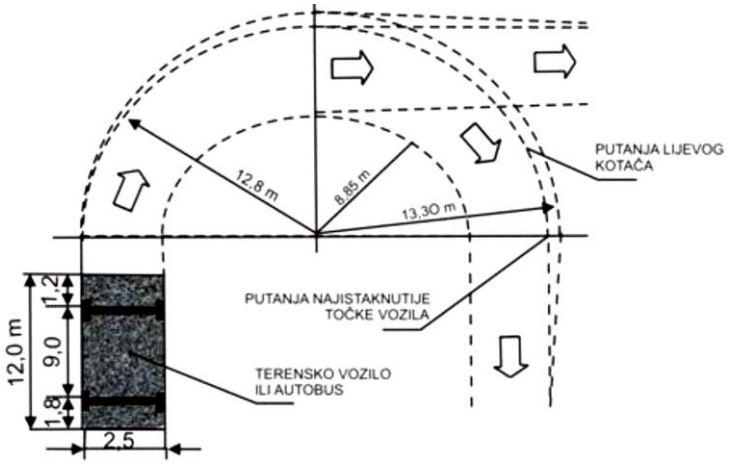
Skup vozila:

- tegljač s poluprikolicom =16,5 m;
- vučno vozilo =18 m;
- autobus s prikolicom =20 m;
- osobni automobil s prikolicom =15 m.

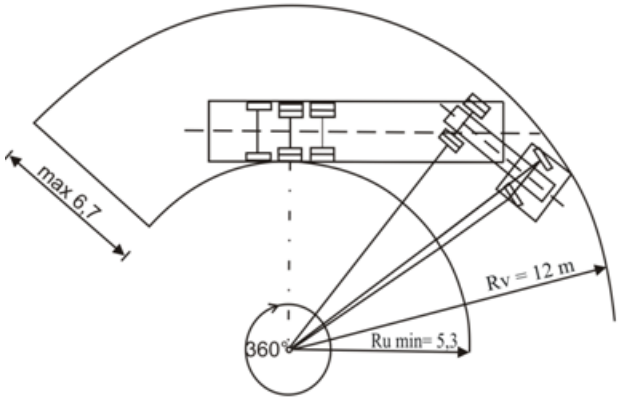
Najveća dopuštena širina vozila je 2,5 m, a visina 4,0 m.

### 4.4.2. MINIMALNI RADIJUSI

Motorna i priključna vozila, a i skupovi vozila, moraju imati takve uređaje da pri vožnji u krugu od 360° opisana površina kruga vanjskog promjera 24 m, ne bude šira od 6.7 m. Pri tome najizbočenija točka vozila mora biti vođena po kružnici (Slike 4.2., i 4.3.).




*Slika 4.2. Minimalni radijusi*




*Slika 4.3. Putanja vozila u zavoju*

### 4.4.3. NAJVEĆA DOZVOLJENA OPTEREĆENJA

Pritisak vozila bitno utječe na trajnost i održavanje kolničkih konstrukcija. Jedno teško teretno vozilo (40t) djeluje na trajnost kolničke konstrukcije kao 10.000 - 100.000 osobnih automobila.

Dozvoljena opterećenja su:

- opterećenje jedne osovine -100 kN

- opterećenje jednostruke osovine ili više s međusobnim razmakom manjim od 1 m - 100 kN
- opterećenje dvostruke osovine s međusobnim razmakom od 1 do 2 m -160 kN (pri čemu ni jedna osovina ne smije biti opterećena s više od 100 kN)
- opterećenje trostruke osovine s međusobnim razmakom susjednih osovina od 1 do 2 m - 240 kN (pri čemu ni jedna osovina ne smije biti opterećena s više od 100 kN, a ni dvije susjedne osovine s više od 160 kN)

## 4.5. MJERODAVNE BRZINE

Pod pojmom mjerodavnih brzina podrazumijevaju se:

- projektna brzina
- računska brzina
- brzina označena prometnim znakovima (najveća dozvoljena brzina).

Projektna i računska brzina temeljne su postavke vođenja linije odnosno oblikovanja ceste, uz uvažavanje prometnog značaja, propusne moći, sigurnosti i ekonomičnosti.

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.

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.

### 4.5.1. PROJEKTNA BRZINA

Projektna brzina ($V_p$) određuje granične vrijednosti tlocrtnih i visinskih elemenata trase, odnosno: najmanji polumjer horizontalnog zavoja $R_{min}$ [m]; najveći uzdužni nagib trase S*max* [%] i poprečni presjek q*max* [%] s prometnim trakovima (*Tablica 4.1.*).

| $V_r$ (km/h) ceste | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $R_{min}$ (m) | 25 | 45 | 75 | 120 | 175 | 250 | 350 | 450 | 600 | 750 | 850 |

*Tablica 4.1. Projektna brzina u ovisnosti o konfiguraciji terena*

### 4.5.2. RAČUNSKA BRZINA

Računska brzina je vozno-dinamička veličina na temelju koje se određuju pojedini geometrijski elementi trase:

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

Računska brzina ne može biti manja od projektne brzine, a najveća vrijednost ne smije biti veća od najveće zakonom dopuštene brzine vožnje za određenu kategoriju ceste. Razlika između najmanje i najveće vrijednosti računske brzine unutar iste dionice ne smije biti veća od 15 km/h, razlika računske brzine i projektne brzine ne smije biti veća od 20 km/h. Ako je razlika veća, tada treba provjeriti opravdanost usvojene vrijednosti, projektne brzine i istu povećati ili računsku brzinu korekcijom trase smanjiti, kako bi razlika bila u granicama.

Računska brzina određuje se na temelju projektiranih i visinskih elemenata trase:

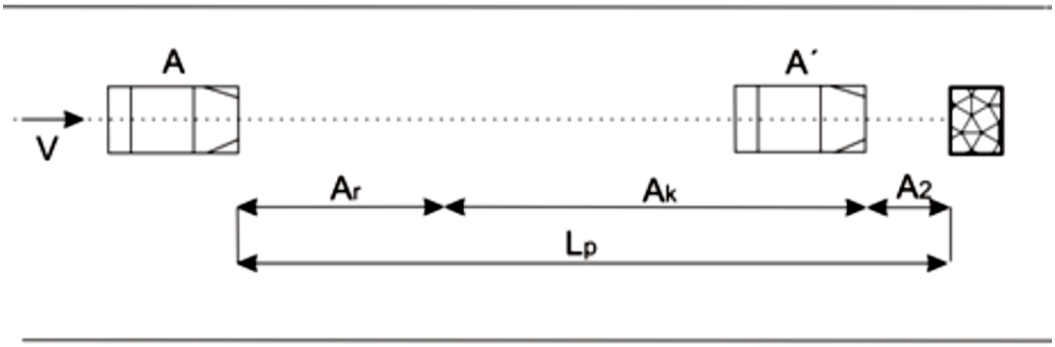
- najmanjeg primijenjenog polumjera horizontalnih zavoja
- najvećeg primijenjenog uzdužnog nagiba

## 4.6. ZAUSTAVNI PUT

Put koji vozilo prijeđe od trenutka uočavanja nepomične zapreke do trenutka kad vozač zaustavi vozilo naziva se zaustavni put ($L_z$). Pri tom se računa s kočenjem uz korištenje ukupnog iznosa tangencijalnog otpora klizanja između kotača i kolnika prema izrazu:

$$L_p = A_r + A_k + A_2 \quad [m]$$

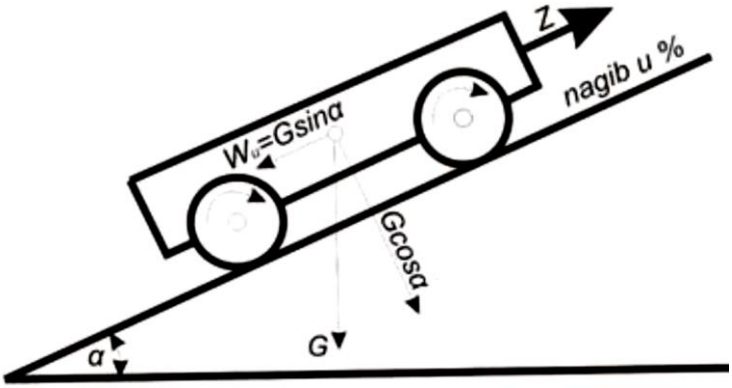
gdje je $A_r$ put reagiranja vozača , $A_k$ put kočenja i $A_2$ sigurnosni razmak (5m).




*Slika 4.4. Zaustavni put*

## 4.7. OTPOR NAGIBA

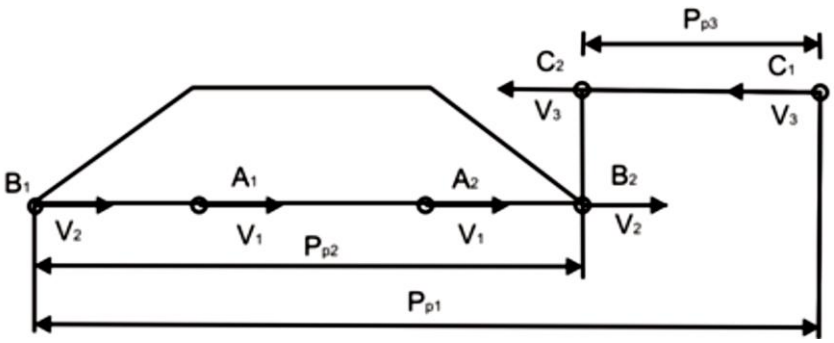
Ako je niveleta nagnuta pod kutem " α“, težinu vozila "G" možemo rastaviti na komponente okomito i paralelno s nagibom kolnika. Komponenta paralelna kolniku ima suprotan smjer od smjera gibanja vozila i ona smanjuje vučnu snagu vozila.




*Slika 4.5. Otpor nagiba*

## 4.8. DULJINA PRETJECANJA

Duljinu preglednosti Pp1 za sigurno pretjecanje određuje duljina Pp2 koju je prešlo vozilo B kod pretjecanja zajedno s duljinom Pp3 koju je prešlo u isto vrijeme vozilo C iz suprotnog smjera. Kod jednosmjernih cesta duljina za pretjecanje jednaka je duljini Pp2.

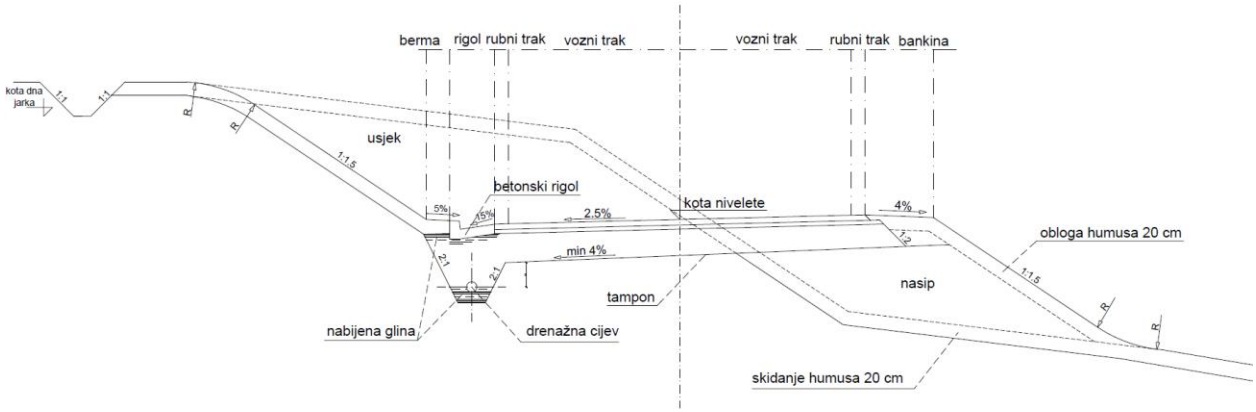



*Slika 4.6. Duljina pretjecanja*

# 5. ELEMENTI POPREČNOG PROFILA CESTE

Osnovni elementi poprečnog presjeka ceste su :

- prometni trak (kolnik)
- rubni trak
- bankina
- berma
- sustav za odvodnju
- kanal




*Slika 5.1. Elementi popračnog presjeka ceste*

## 5.1. PROMETNI TRAK

Ukupna širina kolnika sastoji se od jednog, dva ili više prometnih traka i ovisi o njihovoj širini. Broj traka određuje se prema značenju ceste, gustoći prometa i zahtijevanoj propusnoj moći ceste. Širina prometnog traka *„š”* za vozila u kretanju (Slika 5.2.) računa se za:

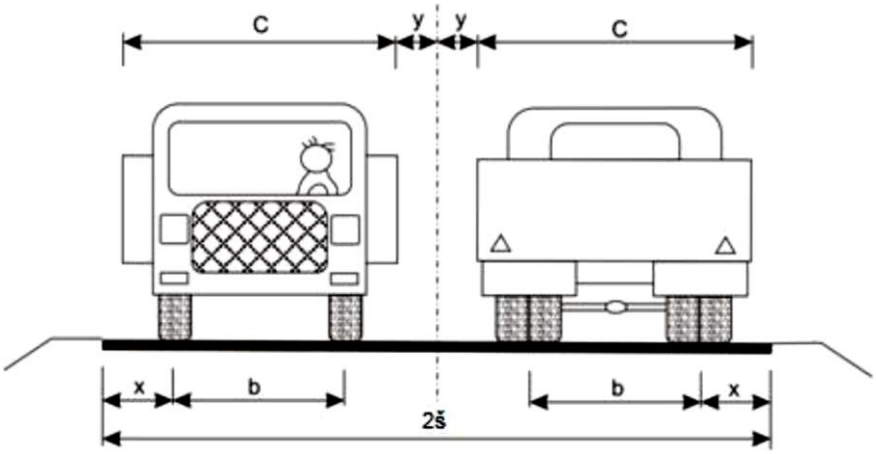
jednotračni prometni trak prema izrazu:

$$š=b+2*x$$

dvotračni/dvosmjerni prema izrazu:

$$š=\frac{c+b}{2}+x+y$$

gdje je *š* širina prometnog traka, *b* osovinski raspon vozila, *c* ukupna širina vozila, *x* udaljenost središta kotača vozila od vanjskog ruba prometnog traka, *y* udaljenost unutarnjeg gabarita vozila od osi prometnice.




*Slika 5.2. Širina prometnog traka*

### 5.1.1. ŠIRINE PROMETNOG TRAKA.

| **Vp** | 120 | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Š(m)** | 3,75 | 3,75 | 3,50 | 3,25 | 3,00 | 3,00 | 2,75 | 2,75 |

*Tablica 5.1. Odnos projektirane brzine i širine prometnog traka*

### 5.1.2. VRSTE PROMETNOG TRAKA

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: primjenjuju se za dvosmjeran i jednosmjeran promet.

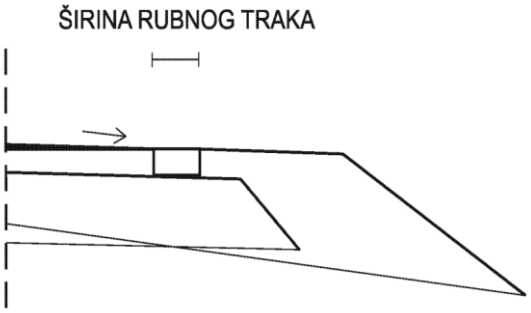
Trotračni kolnici: se kao jednosmjerni primjenjuju na autocestama ili prigradskim prometnicama.

## 5.2. RUBNI TRAK

Rubni trak je učvršćeni dio cestovnog presjeka između bankine kolnika i kolnika ili između kolnika i staze za bicikle, mopede ili pješake. Širina rubnog traka ovisi o širini prometnog traka (*Tablica 5.2.*):

| 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 5.2. Širina rubnog traka u ovisnosti širine prometnog traka*




*Slika 5.3. Širina rubnog traka*

Širine rubnih crta iznose:

- za računske brzine Vr > 100 km/h = 0,15 m
- za računske brzine Vr < 100 km/h = 0,10 m

## 5.3. BANKINA

Bankina je zemljani dio koji se nalazi uz konstrukciju kolnika ili rubnog traka, imaju višestruku ulogu. Služe kao potpora za osiguranje ruba kolnika, za povećanje stabilnosti nasipa, za postavljanje prometnih znakova te za kretanje pješaka .

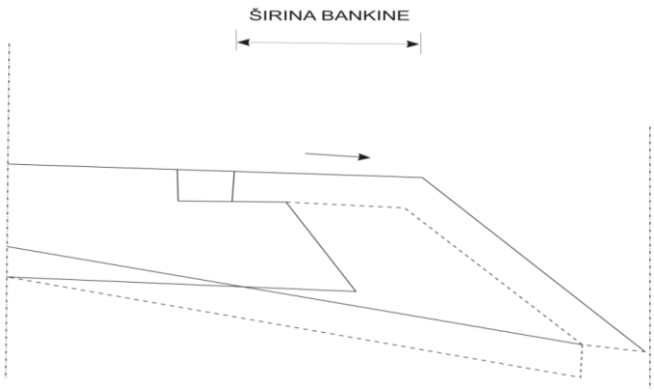
Bankina mora biti dostatno nosiva kako bi mogla primiti težinu kotača vozila bez mogućnosti pojave deformacije koja bi mogla ugroziti sigurnost prometa. Nagib bankine za stabilizirane površine ne smije biti manji od 4% a za ne stabilizirane površine 8%.

Širina bankine određena je razmakom unutarnjeg ruba zaštitne ograde od ruba kolnika i konstrukcijskom širinom zaštitne ograde. Na cestama koje nemaju zaštitnoga traka udaljenost unutarnjeg ruba zaštitne ograde od prometnog traka ovisi o širini prometnih trakova. Na cestama koje nemaju zaštitnog traka udaljenost unutarnjeg ruba zaštitne ograde od prometnog traka ovisi o širini prometnih trakova.

Na izrazito brdovitom terenu često je teško postići propisanu širinu bankine pa se u tom slučaju iznimna širina bankine može smanjiti i do 0,50 metara. U usjecima bankine se često ne izvode ali ih je potrebno izvesti makar i manje širine jer služi za prolaz pješaka, eventualno zadržavanje odlomljenog kamena te za već spomenute prometne znakove.

| *Prometni trak [m]* | *Širina bankine [m]* |
|---|---|
| *2,75 - 3,00* | *1,00* |
| *3,25* | *1,20* |
| *3,50 – 3,75* | *1,50* |

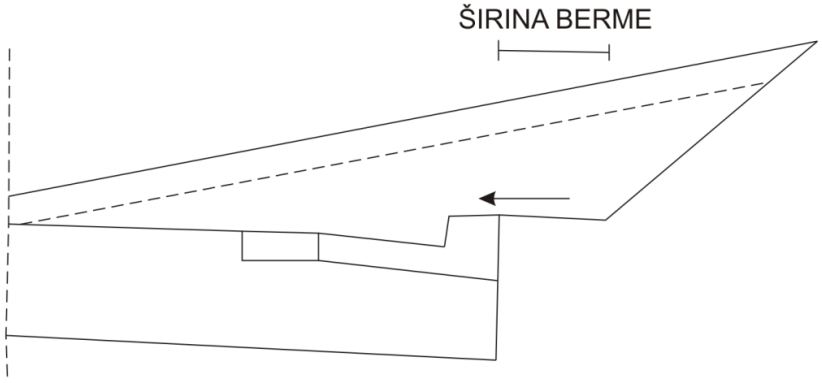
*Tablica 5.3. Odnos širine prometnog traka i širine bankine*




*Slika 5.4. Širina bankine*

## 5.4. BERMA

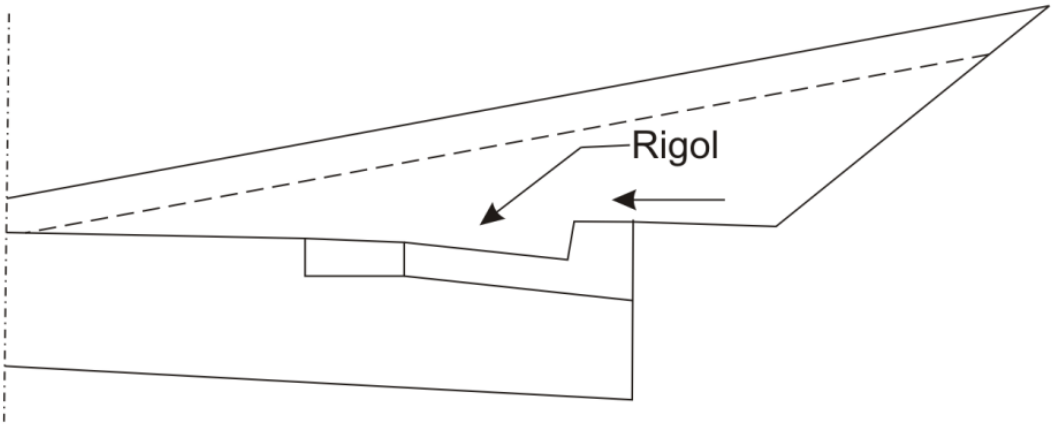
Pojas terena u ravnini kolnika koji se nalazi s druge strane rigola naziva se berma. Berma služi za povećanje horizontalne preglednosti u zavoju, zatim za otklanjanje neugodnog dojma što ga na vozača ostavlja blizina kosine usjeka te za postavljanje prometnih ili drugih znakova, kao deponij materijala i sl. Širina berme je 1-2 m (iznimno 0,5 m) u pravcu, a u zavoju ovisi o veličini otvaranja usjeka radi osiguravanja preglednosti.




*Slika 5.5. Položaj berme u poprečnom profilu prometnice*

## 5.5. RIGOL

Rigoli se izvode uz rub kolnika, a služe za preuzimanje površinske vode i njezinu odvodnju. Širina trokutastih rigola u rasponu je od 0,60 do 0,90 m s preporučenim nagibom 10-15%. U današnje vrijeme rigoli se izvode od betona ili od asfalta. Prosječna širina rigola je 0,50 metra.

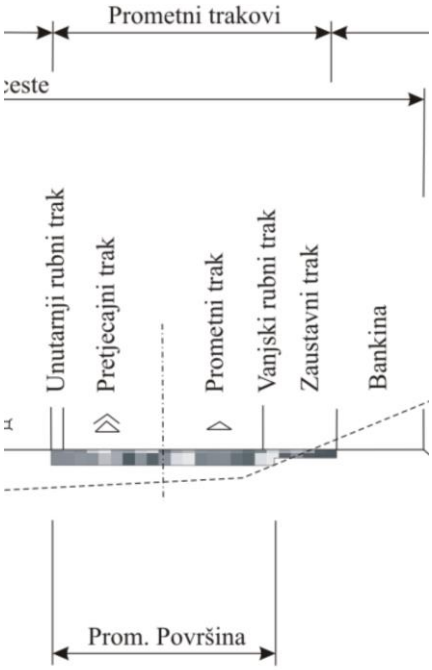



*Slika 5.6. Položaj rigola*

## 5.6. ZAUSTAVNI TRAK

Zaustavni trak treba predvidjeti na autocestama, a prema potrebi i na brzim cestama, uz vanjski rub vanjskog prometnog traka. Širina traka za zaustavljanje je min. 2,50 m odnosno 1,75 m na cestama I. razreda s četiri prometna traka, a izvodi se neposredno uz rubni trak ili uz rubnu crtu s desne strane kolnika. Trak uz viši rub kolnika ima minimalni poprečni nagib od 2.5%. Zaustavni trak uz niži rub kolnika ima isti poprečni nagib kao i kolnik. Zbog usporavanja vožnje uz kolnik na području većih ili duljih uspona na auto-cestama i cestama 1. i 2. razreda izvode posebni trakovi za sporu vožnju. Spora vozila koriste taj poseban trak i ne ometaju vožnju na

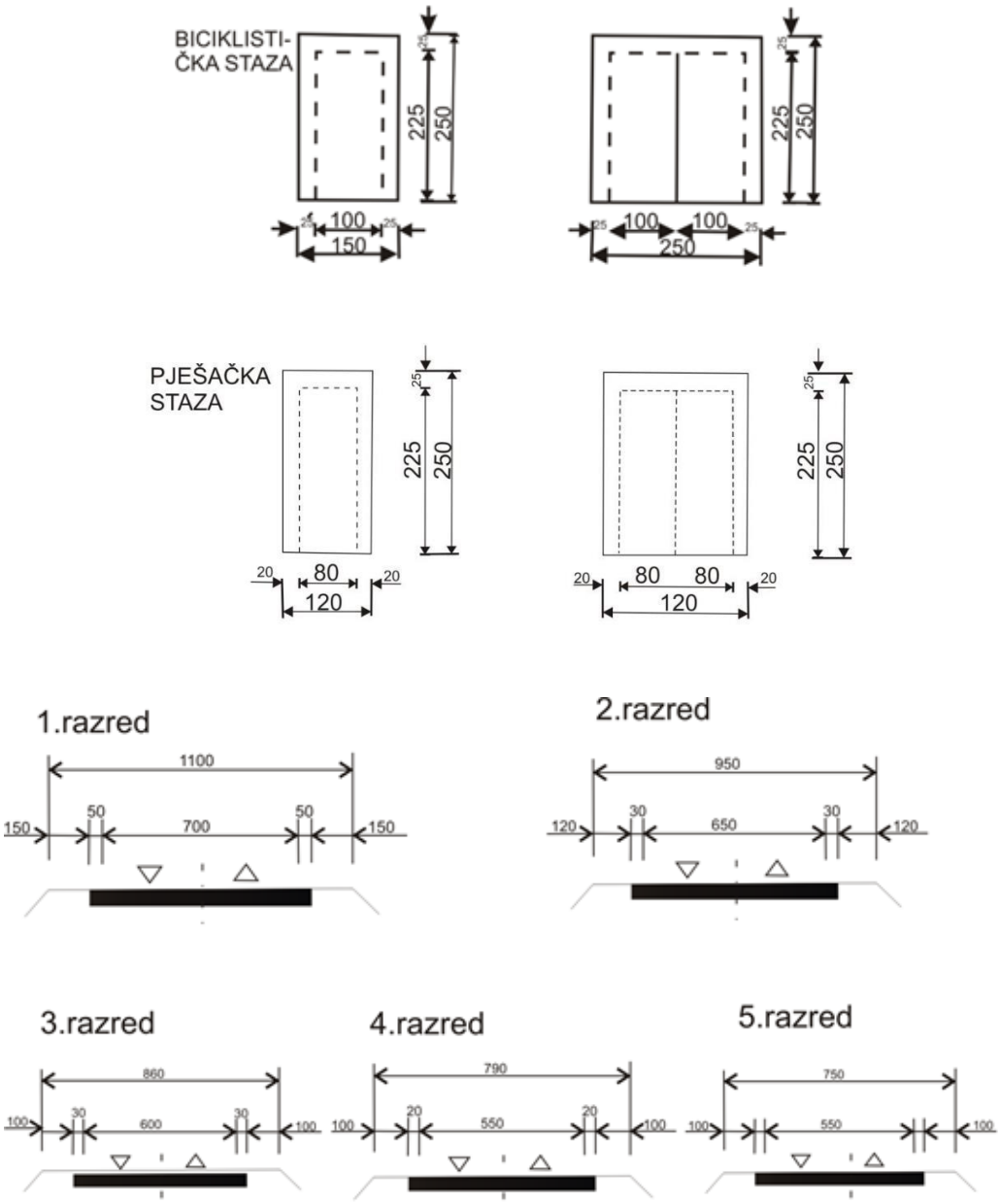
normalnom traku. Širina traka je 3.0 do 3.25 m, a poprečni nagib je isti kao i na prometnim trakovima.




*Slika 5.7. Prikaz zaustavnog traka*

## 5.7. RAZDJELNI POJAS

Razdjelni pojas se izvodi u presjeku ceste kod koje je zbog sigurnosti prometa nužno fizički razdvojiti dva kolnika s prometom u suprotnim smjerovima. Širina razdjelnog pojasa kod autocesta u ravničarskom terenu je 4.0 m, a u ostalim slučajevima 3.0 m. Biciklističke staze se u profilu ceste odvajaju od kolnika visinski ili iznimno razdjelnim trakom. Za većeg pješačkog prometa gradi se zasebni pješački hodnik ili staza odijeljena od kolnika visinski, iznimno rubnim trakom, a najbolje je pješačku stazu odvojiti razdjelnim pojasom.

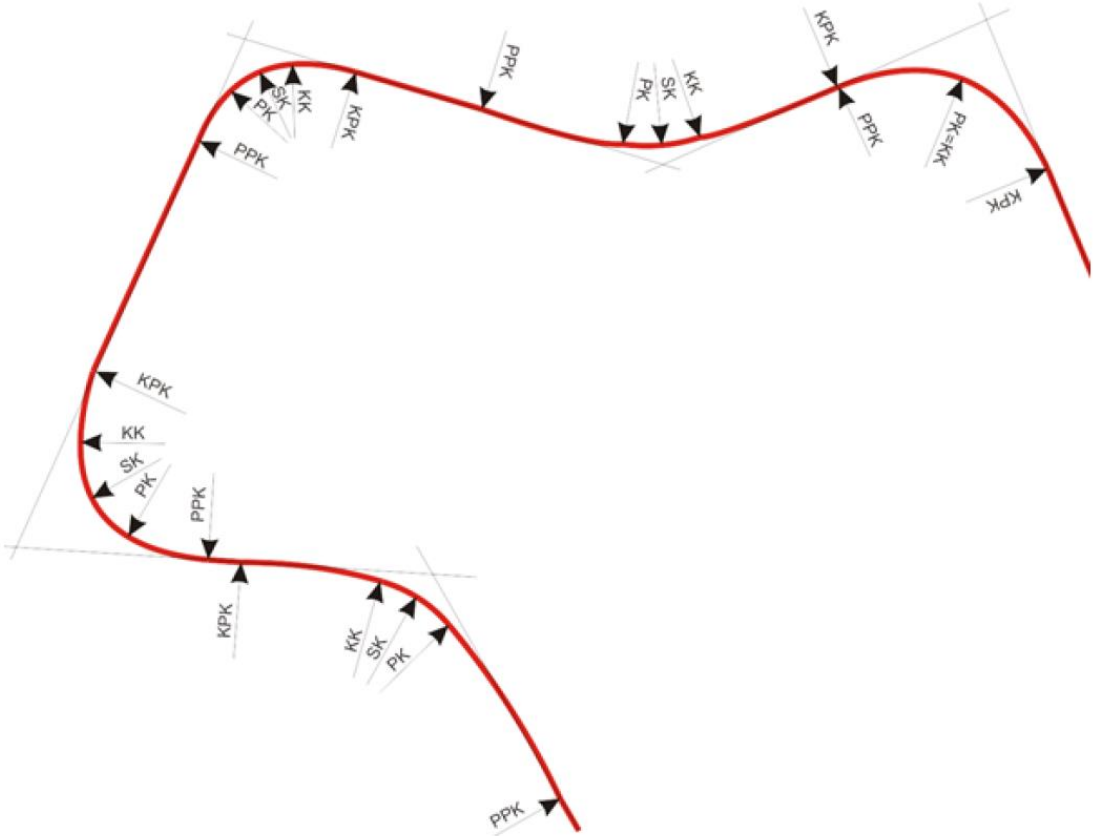



*Slika 5.8. Dimenzije razdjelnih pojasa*

# 6. GEOMETRIJSKI ELEMENTI PROMETNICE

## 6.1. HORIZONTALNO VOĐENJE LINIJE

U tlocrtu, linija ceste se sastoji od pravaca, kružnih lukova i prijelaznih krivina. U brežuljkastom, brdovitom i planinskom terenu može se pravac potpuno izostaviti, tako da se linija ceste u tlocrtu sastoji samo od kružnih lukova i prijelaznih krivina (Slika 6.1.), gdje je (dalje u tekstu) *PPK* početak prijelazne krivine, *PK* početak krivine, *SK* sredina krivine, *KK* kraj krivine i *KPK* kraj prijelazne krivine.



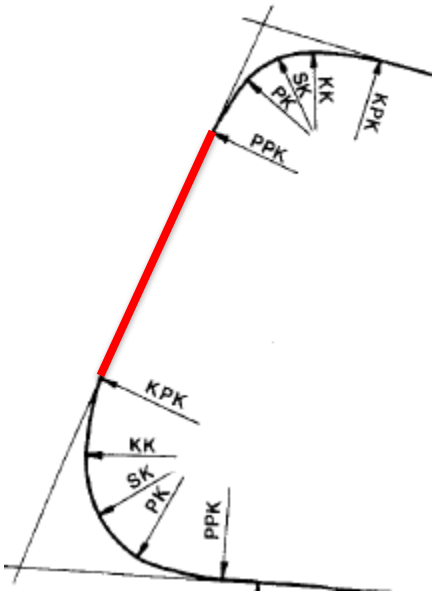

*Slika 6.1. Linija ceste – kružni lukovi i prijelazne krivine*

### 6.1.1. PRAVAC

Pravci se primjenjuju samo u posebnim topografskim i prostornim uvjetima (Slika 6.2). Pravac počinje krajem prijelazne krivine KPK i traje do početka iduće prijelazne krivine PPK.

Preporuke ograničavaju duljinu međupravca između dvije protusmjerne krivine na 2Vr ≤ Lpr ≤ 20Vr (u metrima), gdje je Vr računska brzina (u km/h).

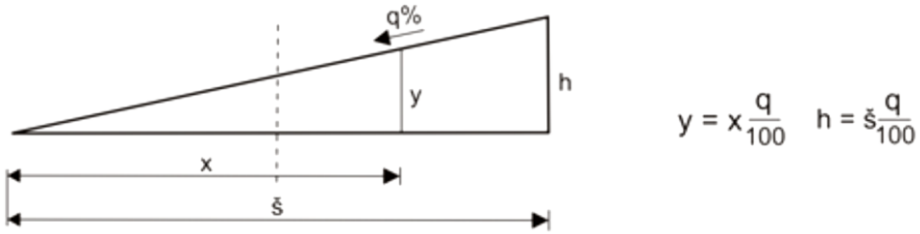
Primjenu međupravaca između istosmjernih krivina treba izbjegavati, odnosno duljinu ograničiti na 4Vr ≤ Lpr ≤ 20Vr (u metrima).



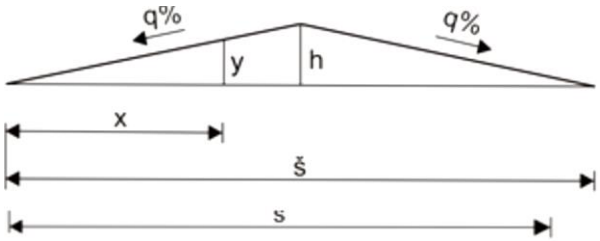

*Slika 6.2. Prikaz pravca*

Poprečni nagib kolnika osigurava nesmetanu odvodnju površinske vode s vozne površine. Može biti:

- jednostrani
- dvostrani
- dvostrani sa zaobljenjem
- dvostrani paraboličan

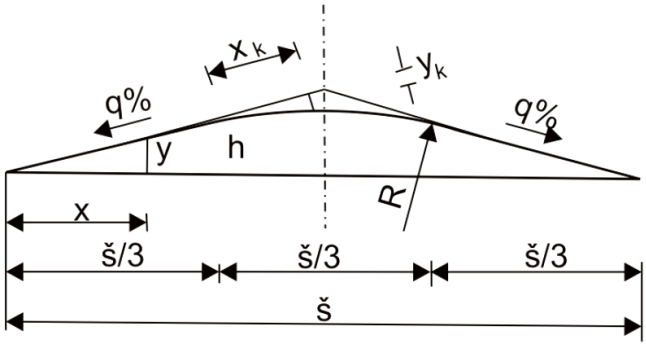



*Slika 6.3. Jednostrani nagib kolnika*




$$y = x\frac{q}{100} \qquad h = \frac{š}{2}\,\frac{q}{100}$$

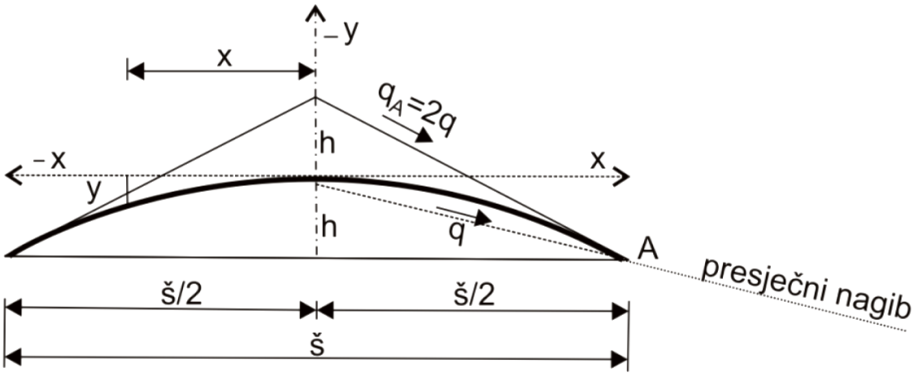
*Slika 6.4. Dvostrani nagib kolnika*




$$y = x\frac{q}{100} \qquad h = \frac{š}{3}\,\frac{q}{100} \qquad R = \frac{100 \cdot š}{6q}$$

$$y_k = \frac{x_k^2}{2 \cdot R}$$

*Slika 6.5. Dvostrani nagib kolnika sa zaobljenjem*




$$h = \frac{š}{2}\,\frac{q}{100} \qquad y = \frac{2 \cdot q \cdot x^2}{100 \cdot š}$$

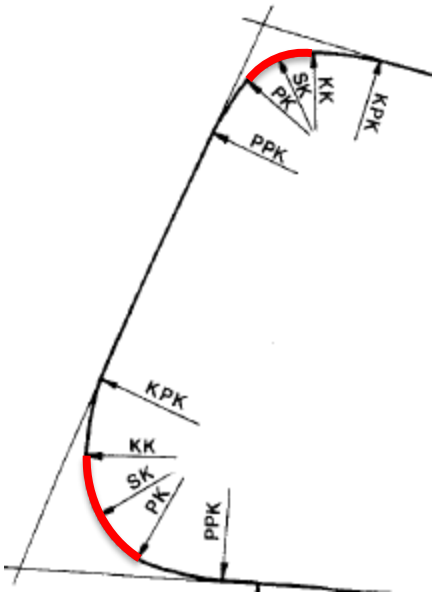
*Slika 6.6. Dvostrani parabolični nagib kolnika*

gdje je

- *š* tlocrtna širina prometnice,
- *x* širina kolnika za koji želimo odrediti nagib,
- *y* visina presjeka kolnika za koji određujemo nagib,
- *R* radijus zakrivljenosti kolnika u poprečnom profilu
- *h* najveća visina presjeka kolnika
- *q* nagib u postocima.

### 6.1.2. KRUŽNI LUK

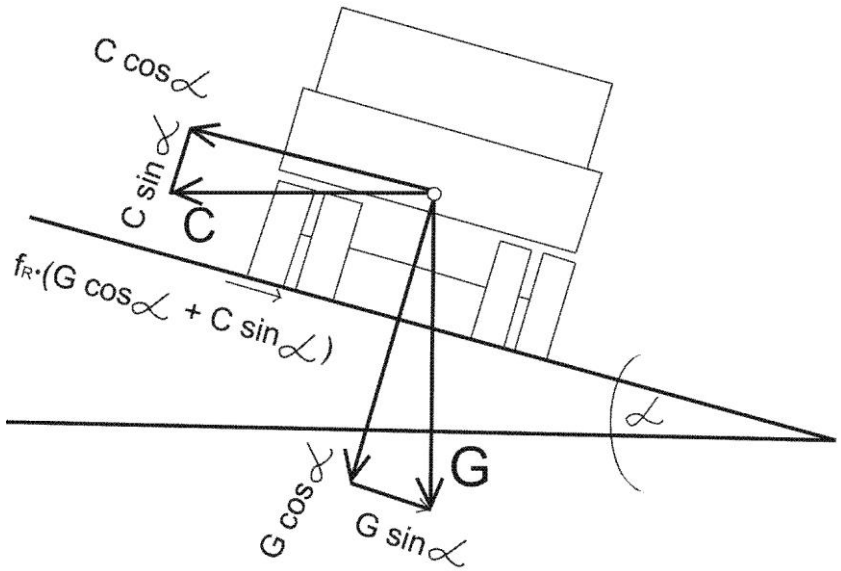
Kružni luk kao tlocrtni element je potez ceste sa stalnom zakrivljenošću na cijelom svom dijelu. Kružni lukovi zbog specifičnosti terena vrlo često koriste kod projektiranja ceste. Pri projektiranju se ne smije dopustiti neposredno nizanje zavoja malih i velikih polumjera i pri projektiranju treba poštovati odnose polumjera R1 i R2.




*Slika 6.7. Kružni luk*

Polumjer kružnog luka prvenstveno je ovisan o projektiranoj brzini. Minimalna vrijednost polumjera kružnog luka neke ceste se određuje prema određenoj projektnoj brzini ceste, te iz uvjeta poprečne stabilnosti vozila u krivini, tj. veličine radijalnog koeficijenta otpora klizanja i najvećeg poprečnog nagiba kolnika (Slika 6.8.). Pri utvrđivanju polumjera zavoja uzima se u proračun mogućnost otklizavanja vozila.

U kružnom luku je potrebno, u odnosu na cestu u pravcu, dodatno povećati poprečni nagib kolnika u svrhu odvodnjavanja 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




Slika 6.8. Stabilnost vozila u krivini

Komponenti centrifugalne sile paralelnoj sa kolnikom *Ccosα*, koja nastoji vozilo izbaciti u stranu suprotstavljaju se sila trenja između kotača i kolnika *fR(Gcosα+Csinα)* i komponenta težine vozila paralelna s kolnikom *Gsinα*. Za održavanje ravnoteže mora sila trenja biti jednaka sili bočnog potiska. Pri smanjivanju polumjera kružnog luka potrebno je poprečni nagib kolnika povećavati sve do najvećega dopuštenog poprečnog nagiba u zavoju

| Vr | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| fr | 0.245 | 0,218 | 0,139 | 0,171 | 0,151 | 0,133 | 0,118 | 0,105 | 0,094 | 0,086 |
| Kp | 0.222 | 0,243 | 0,266 | 0,290 | 0,317 | 0,345 | 0,372 | 0,400 | 0,427 | 0,449 |
| Rmin | 25 | 45 | 75 | 120 | 180 | 250 | 350 | 450 | 600 | 750 |

*Tablica 6.1. Ovisnost kružnog luka i poprečnog nagiba*

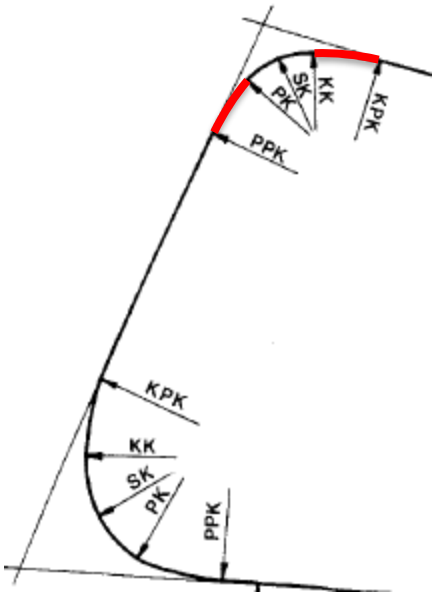
Unutar svih zavoja kolnik mora imati jednostran poprečni nagib s obzirom na središte zakrivljenosti. Maksimalan dopušteni poprečni nagib iznosi u zavojima 7%, a minimalni 2,5%. U serpentinama može poprečni nagib biti i veći od 7%, ali ne preko 9%. Veličine poprečnog nagiba kolnika u zavoju *q* za R > Rmin određuje se po izrazu

$$q = Kp\frac{Vr2}{1{,}27 \cdot R} \quad [\%]$$

gdje je *q* nagib kolnika, *Kp* koeficijent poprečnog nagiba koji ovisi od koeficijentu prionljivosti i maksimalnom $q_{max}$ nagibu kolnika, *Vr* računska brzina, i *R* računska brzina.

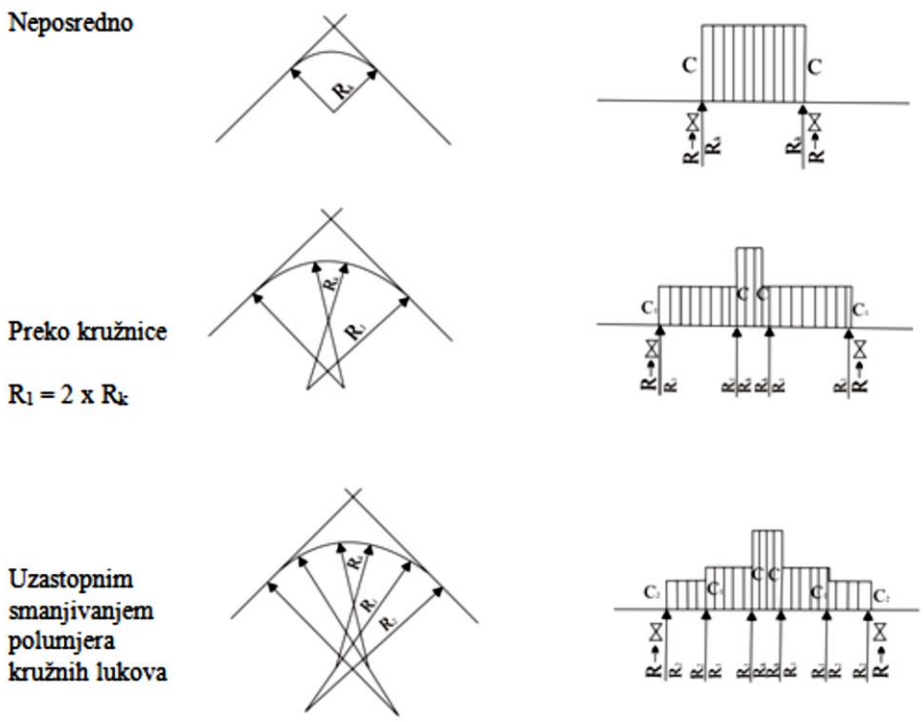
### 6.1.3. PRIJELAZNA KRIVINA

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 (PPK - PK ili KPK - KK) glavnog kružnog luka.




*Slika 6.9. Prijelazna krivina*

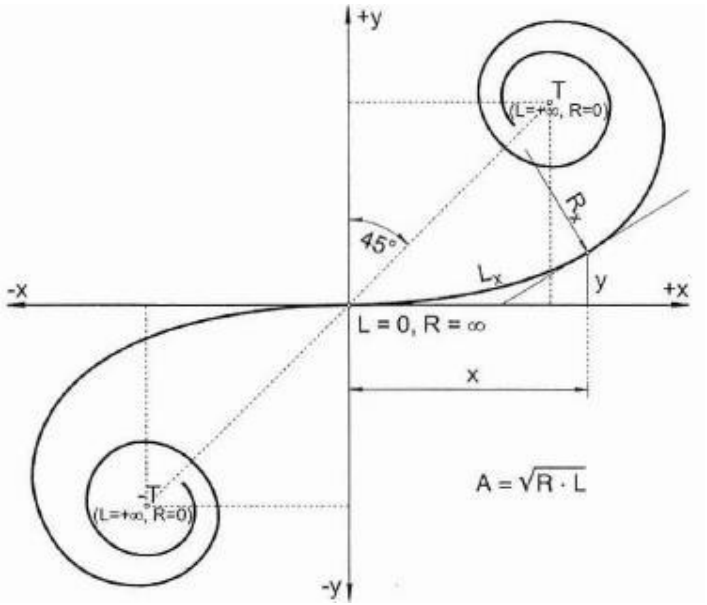
Smanjenje iznosa (intenziteta) centrifugalne sile može se primijeniti kroz sljedeće načine:




*Slika 6.10. Djelovanje centrifugalne sile u prijelaznoj krivini*

## 6.1.4. KLOTOIDA (PRIJELAZNICA)

Klotoida kao najpovoljnija prijelaznica je krivulja koja iz ishodišta koordinatnog sustava (R = ∞) teži prema točki T s polumjerom zakrivljenosti R = 0




*Slika 6.11. Klotoida*

Osnovna jednadžba klotoide:

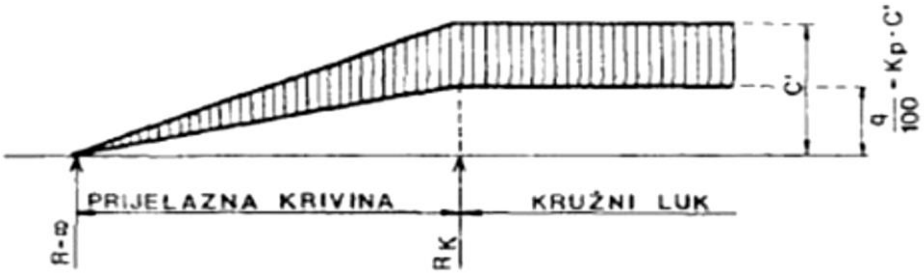
$$A^2=R\cdot L$$

gdje je *A* parametar klotoide, *R* polumjer kružnog luka i *L* duljina luka klotoide

Duljina prijelazne krivine određena je vozno-dinamičkim, konstruktivnim i estetskim zahtjevima. Na temelju vrijednosti polumjera odabranog kružnog luka *R* i vrijednosti projektne brzine *Vp* iz grafikona se očitava odgovarajuća vrijednost *Lmin.* Tako određena vrijednost provjerava se s obzirom na konstruktivne zahtjeve.

Voznodinamički zahtjevi:

Kod vožnje po klotoidi promjena centrifugalnog ubrzanja je linearna s promjenom dužine




*Slika 6.12. Promjena centrifugalne sile s promjenom dužine*

Konstruktivni zahtjevi:

Na dužini prijelazne krivine obavlja se promjena poprečnog nagiba kolnika od nagiba u pravcu na nagib u krivini. Ovo vitoperenje kolničke plohe obavlja se oko osi kolnika ili oko unutarnjeg ruba, pa je dužina prijelazne krivine jednaka

za vitoperenje oko ruba kolnika prema izrazu:

$$\text{Amin} = \sqrt{\frac{Rmin*š*qmax}{i_{max}}} \quad [\text{m}]$$

za vitoperenje oko osi kolnika prema izrazu

$$\text{Amin} = \sqrt{\frac{Rmin*š*qmax}{2*i_{max}}} \quad [\text{m}]$$

gdje je *š* širina kolnika, *imax* najveći dozvoljeni nagib prijelazne rampe, *Rmin* najmanji polumjer krivine, *qmax* najveći poprečni nagib kolnika

Estetski zahtjevi

Prijelazna krivina mora ublažiti i utisak oštrine krivine s položaja oka vozača. Na primjerima iz prakse utvrđeno je da ovom uvjetu udovoljava odnos:

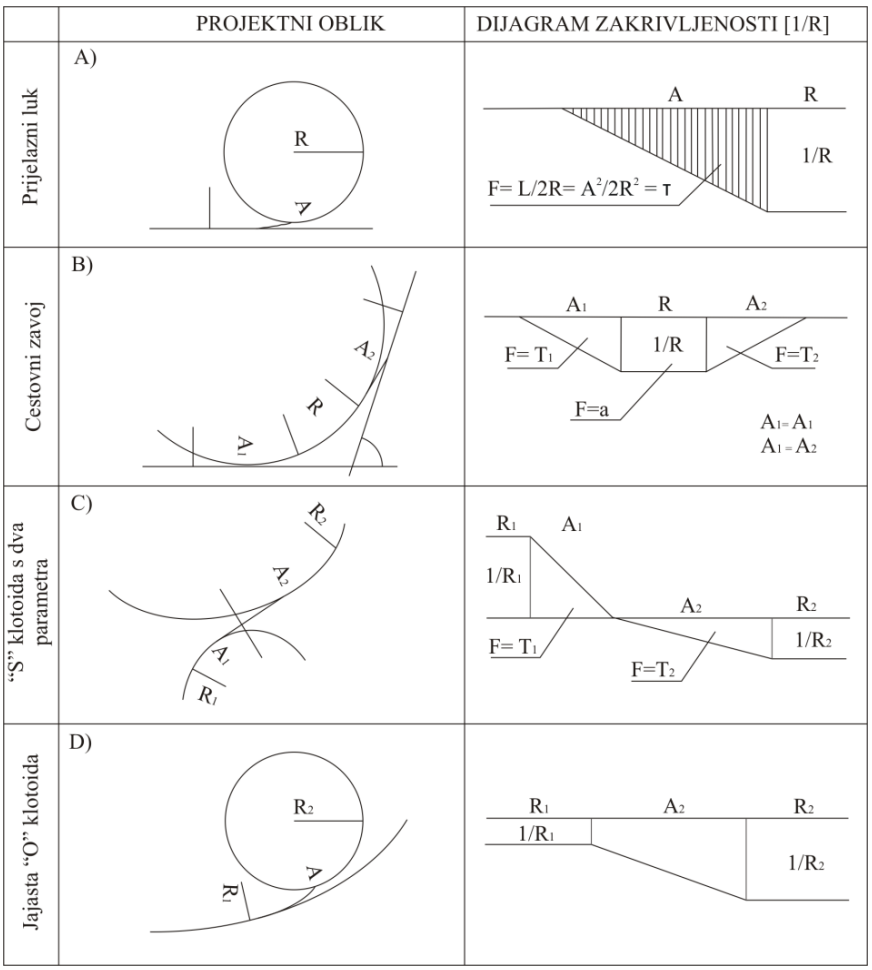
| Vr | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| X (m/s3) | 0,909 | 0,773 | 0,654 | 0,555 | 0,469 | 0,396 | 0,338 | 0,290 | 0,252 | 0,224 |
| Amin | 25 | 37 | 51 | 73 | 94 | 122 | 150 | 184 | 226 | 267 |
| Lmin | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 90 | 100 | 110 | 120 |
| Rmin | 25 | 45 | 75 | 120 | 180 | 250 | 350 | 450 | 450 | 750 |

*Tablica 6.2. Odnos – estetski zahtjevi*

Prijelazne krivine primjenjuju se na potezima gdje trasa ceste mijenja zakrivljenost po smjeru i veličini, primjerice između pravca i kružnog luka. Ako je A1=A2 krivina je simetrična a ako je A1≠A2 krivina je nesimetrična.

| V (km/h) | 40 | 50 | 60 |
|---|---|---|---|
| imax (%) | 1,5 | 1,0 | 0,5 |

*Tablica 6.3. Maksimalne veličine nagiba prijelazne rampe*




*Slika 6.13. Primjena prijelaznice*

## 6.1.5. VITOPERENJE KOLNIKA

Prijelaz iz poprečnog nagiba u pravcu u poprečni nagib u krivini ili promjena poprečnih nagiba između dviju protusmjernih ili istosmjernih krivina naziva se vitoperenje kolnika.Vitoperenje kolnika obavlja se na dužini prijelazne krivine i to:

- na javnim cestama s dva prometna traka okretanjem kolničke plohe oko osi ceste ili oko nižeg ruba kolnika
- na javnim cestama s 4 i više prometnih trakova, sa srednjim razdjelnim trakom, okretanjem kolnika oko rubova razdjelnih trakova ili oko osi svakog kolnika

| V (km/h) | 40 | 50 | 60 |
|---|---|---|---|
| imax (%) | 1,5 | 1,0 | 0,5 |

*Tablica 6.4. Ovisnost nagiba kolnika i projektirane brzine*

Najmanji nagib *imin* zbog odvodnje mora biti:

a) Pri okretanju oko osi:

$$i\ min\ [\%] = 0.1 * š/2$$

b) Pri okretanju oko rubova:

$$i\ min[\%] = 0.1 * š$$

Duljina prijelazne rampe mora biti u pravilu jednaka duljini prijelazne krivine, a samo iznimno može biti kraća.

### 6.1.6. ELEMENTI ISKOLČENJA PRIJELAZNICA I KRUŽNIH LUKOVA

Postupak se odvija sljedećim redoslijedom: određivanje središnjeg kuta „□“ što ga čine tangente kod promjene smjera trase (očitavanje ili računanje ili mjerenje), računanje i iskolčenje elemenata horizontalne krivine (duljine tangenata T, bisektrisa S, duljina krivine D), iskolčenje detaljnih točaka horizontalne krivine

Duljina tangente računa se prema izrazu

$$T = (R + \Delta R) * \tan\frac{\alpha}{2} + d$$

Duljina bisektrise računa se prema izrazu

$$S = (R + \Delta R) * (\sec\frac{\alpha}{2} - 1) + \Delta R$$

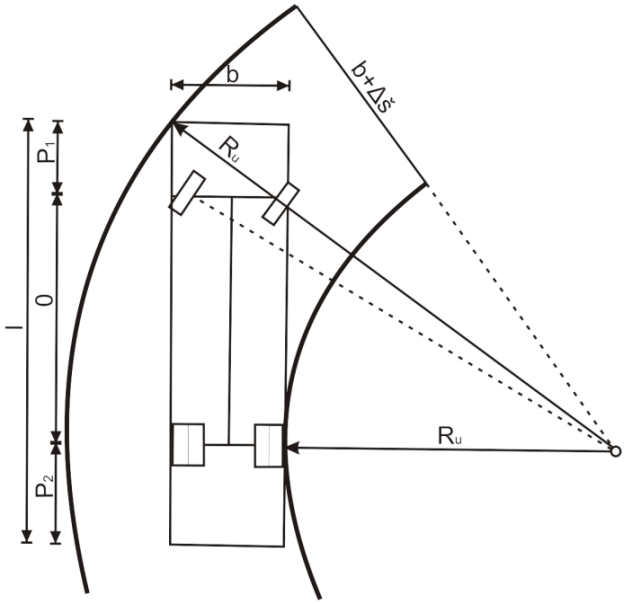
Ukupna duljina krivine računa se prema izrazu

$$D = 2[R * \pi * (\frac{\alpha}{2} - \tau_i)/180° + L]$$

gdje je *R* polumjer krivine, *L* duljina prijelazne krivine, *α* skretni kut, *ΔR* odmak kružnog luka od tangente, *d* udaljenost početka prijelaznice do točke projekcije središta kružnice okomito na tangentu, i *τi* kut koji zatvaraju tangente u početnoj i krajnjoj točki prijelaznice.

## 6.1.7. PROŠIRENJE KOLNIKA U KRIVINI

Uslijed promjene položaja osovina, odnosno zaokretanja (prednjih) kotača, vozilo zauzima u krivini veću širinu od one kod vožnje u pravcu. Radi toga se u krivinama izvode proširenja, a veličinu proširenja određuju polumjer kružne krivine i dimenzije vozila.



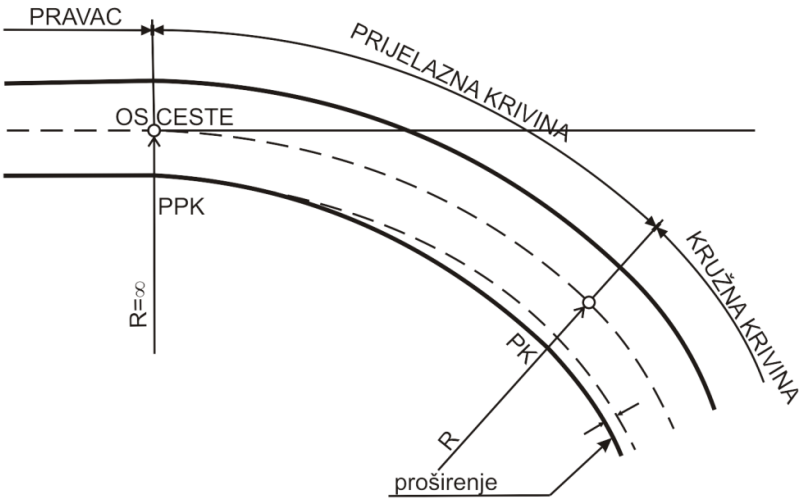

*Slika 6.14. Položaj vozila u krivini*

Proširenje jednog prometnog traka duž kružnog luka u polumjeru R ≥ 45 m određuje se prema izrazima:

Δš = 10/R – za osobno vozilo

Δš = 32/R – za teretno vozilo i autobus

Δš = 42/R – za teretno vozilo s prikolicom, tegljač s poluprikolicom i zglobni autobus




*Slika 6.15. Proširenje krivine*

### 6.1.8. PROŠIRENJE KOLNIKA

Proširenje se u pravilu određuje za oba prometna traka za isto mjerodavno vozilo. Eventualno potrebu određivanja proširenja za mimoilaženje dvaju različitih mjerodavnih vozila treba posebno obrazložiti. Proširenje je na potezu kružnog luka stalne vrijednosti, a kolnik se u pravilu proširuje za oba (ili više) prometna traka na unutrašnjoj strani zavoja. Proširenje se ne predviđa ukoliko proširenje kolnika (zbroj pojedinačnih proširenja ΔŠ za ukupan broj prometnih traka) u kružnom luku ne premašuje:

- 0,20 m kod širine kolnika ≤ 6,0 m
- 0,30 m kod širine kolnika > 6,0 m

Vrijednost proširenja

za mjerodavno vozilo *a* računa se prema izrazu

$$\Delta š = \frac{8^2}{2R} + \sqrt{R^2 + 20} - R$$

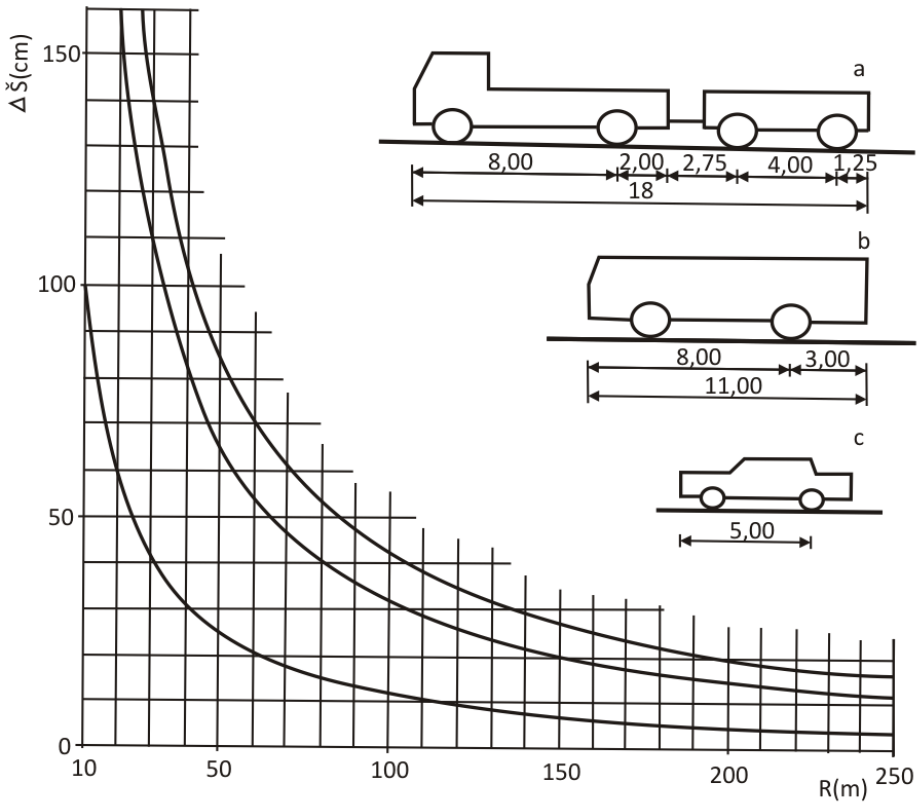
za mjerodavno vozilo *b*

$$\Delta š = \frac{5^2}{2R}$$

za mjerodavno vozilo *c*

$$\Delta š = \frac{8^2}{2R}$$

gdje su *Δš* vrijednost proširenja, i *R* radijus zakrivljenosti kolnika




*Slika 6.16. Proširenje kolnika*

## 6.2. VERTIKALNO VOĐENJE LINIJE

Vertikalno vođenje trase definirano je linijom nivelete, koja je određena kao presječnica vertikalne plohe, položene kroz os ceste u situaciji, s površinom kolnika. U prikazu uzdužnog profila niveleta je linija prikazana u pravokutnom koordinatnom sustavu, u kojem se na apscisi nanose stacionaže, a na ordinati visine točaka nivelete. U geometrijskom smislu niveleta se sastoji iz pravaca-dužina (usponi i padovi trase) i kružnica (konveksne i konkavne vertikalne krivine), dok je linija terena izlomljena i sastavljena je od dužina povezanih u točkama na karakterističnim lomovima terena, koja na optimalan način aproksimira stvarnu presječnicu (nepravilna linija ovisna o konfiguraciji terena). Linija nivelete i linija terena definirane su nizom točaka u koordinatnom sustavu u ravnini, u kojem se na apscidnu os nanose vrijednosti stacionaže trase, a na ordinatnu os (za određenu vrijednost stacionaže) apsolutne vrijednosti nadmorskih visina točaka nivelete (kota nivelete) odnosno točaka linije terena (kota terena). Gledano u poprečnom presjeku ceste (na određenoj stacionaži), kota nivelete je nadmorska visina točke u kojoj os poprečnog presjeka presjeca liniju površine kolnika, a kota terena je nadmorska visina točke u kojoj os poprečnog presjeka presjeca liniju terena.

Svrha je uzdužnog profila prikaz visinskih odnosa trase koji trebaju biti jasno vidljivi na samom u kojima os trase siječe slojnice, jer su u tim točkama nadmorske visine određene visinom slojnice. Tako se uzdužni profil crta, odnosno prikazuje u karikiranom mjerilu.

Stvarna linija terena je nepravilna i ovisi o konfiguraciji terena. Za tehničke potrebe ona se aproksimira poligonalnom linijom sastavljenom od dužina (u pravcu) povezanih u točkama koje karakteriziraju „lomove“ terena. Najvjernija linija terena dobiva se očitavanjem stacionaža (iz situacije) točaka.

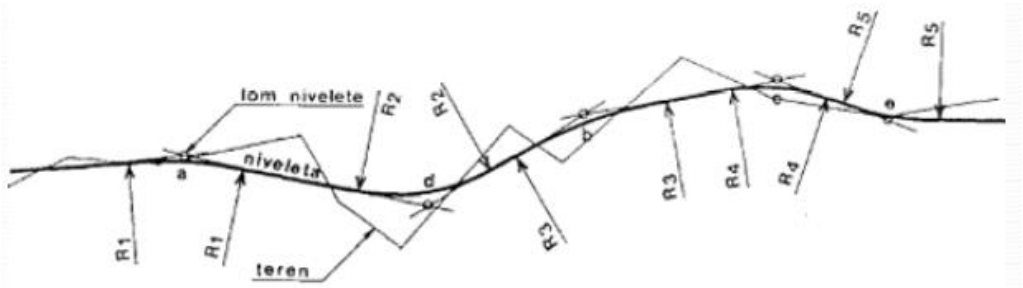
Niveleta ceste prikazuje vertikalni tok trase. U geometrijskom smislu sastoji se od pravaca (usponi i padovi) i kružnih lukova na mjestima promjene uzdužnih nagiba. Vrijednosti uzdužnih nagiba uvjetovane su oblikom linije terena, a mogu se slobodno odabirati unutar najvećih i najmanjih dopuštenih vrijednosti određenih Pravilnikom.

### 6.2.1. UZDUŽNI NAGIB

Minimalni uzdužni nagib ceste, kad je cesta 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. Najveci dozvoljeni uzdužni nagib ovisi o razredu ceste i o konfiguraciji terena.

### 6.2.2. VERTIKALNE KRIVINE

Kod promjene nagiba nivelete nastaju lomovi koji se zaobljuju vertikalnim kružnim lukovima. Lom nivelete može biti konveksan (hrbat) ili konkavan (uvala).



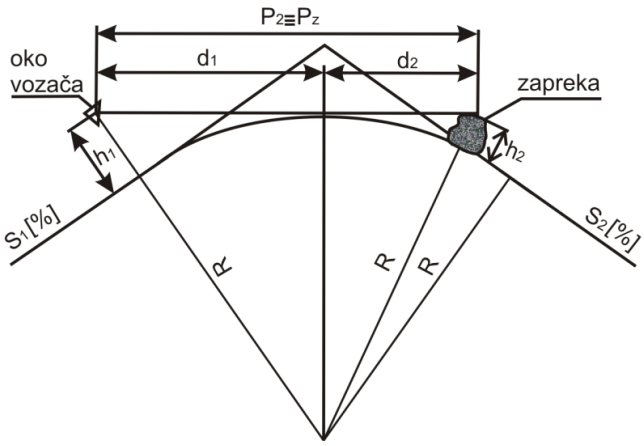

*Slika 6.17. Lom nivelete s prikazima hrbta i uvale*

Za odredivanje najmanjeg polumjera vertikalnog konveksnog zaobljenja nivelete mjerodavna je duljina preglednosti (p2=Z). Preglednost mora biti osigurana na udaljenosti između oka

vozača na visini h1 =1,20 m iznad kolnika i nepomične zapreke visine h2=0,10 m. Da vozilo ne udari u zapreku, vozač je mora primijetiti na duljini zaustavne preglednosti, odnosno na udaljenosti,

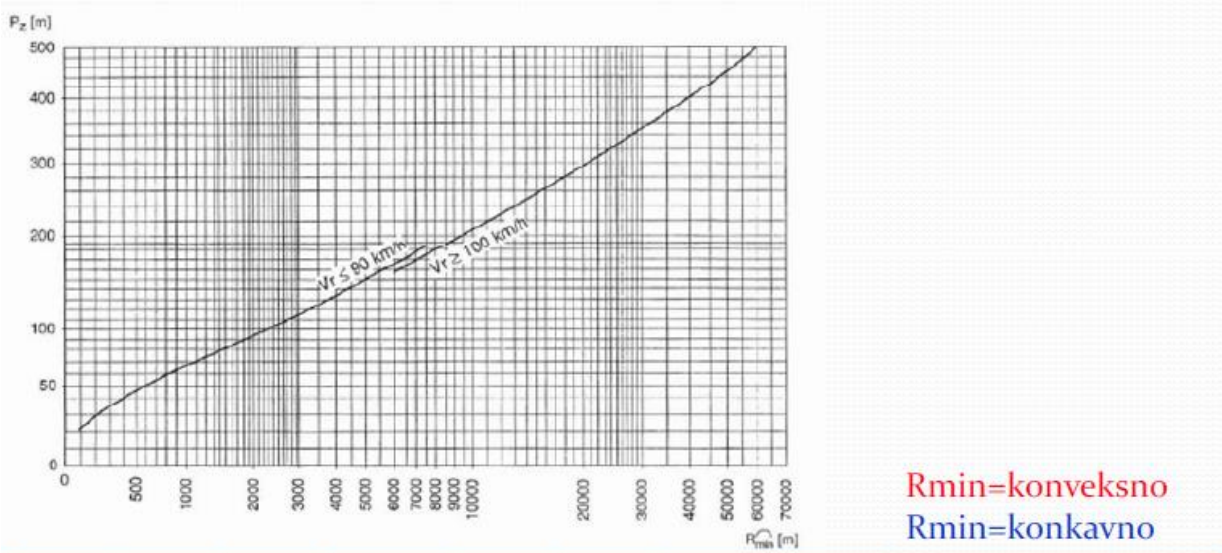
$$R_{min} = \frac{{P_z}^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2} \qquad [\mathrm{m}]$$

gdje je $R_{min}$ najmanji polumjer konveksnog vertikalnog zaobljenja, $P_z$ potrebna zaustavna preglednost, $h_1$ – visina oka vozača, i $h_2$ – visina skrivenog dijela zapreke.




*Slika 6.18. Vertikalna preglednost*

Najmanji konveksni polumjeri u ovisnosti o računskoj brzini dani su u grafikonu i tablici br.

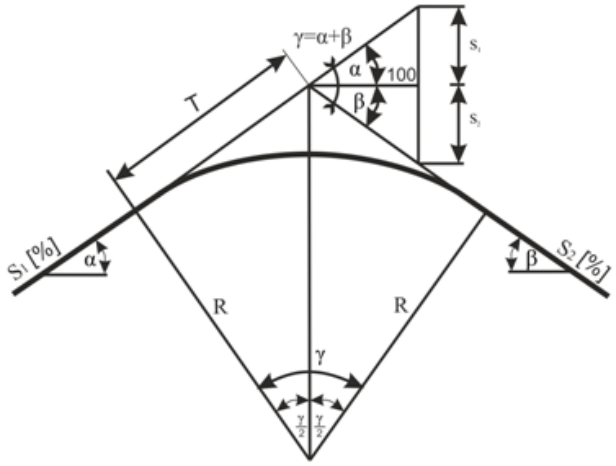



| Vr | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rmin | 130 | 300 | 600 | 1100 | 1900 | 3200 | 5200 | 8700 | 13000 | 19000 |
| Rmin | 130 | 200 | 400 | 750 | 1300 | 2100 | 3500 | 5700 | 8600 | 13000 |

*Tablica 6.5. Najmanji polumjeri konveksnog zaobljenja*

### 6.2.3. ELEMENTI ISKOLČENJA VERTIKALNE KRIVINE

U uzdužnom presjeku ceste ne izvode se prijelazne krivine, nego se zaobljenje vrši samo kružnim lukom.




*Slika 6.19. Elementi iskolčenja vertikalnih krivina*

Duljina tangente „T“ računa se prema izrazu:

$$T = R \cdot \tan\frac{\gamma}{2} = R \cdot \mathrm{tg}\,\frac{\alpha+\beta}{2} \qquad [m],$$

Duljina bisektrise „S“ je prema izrazu:

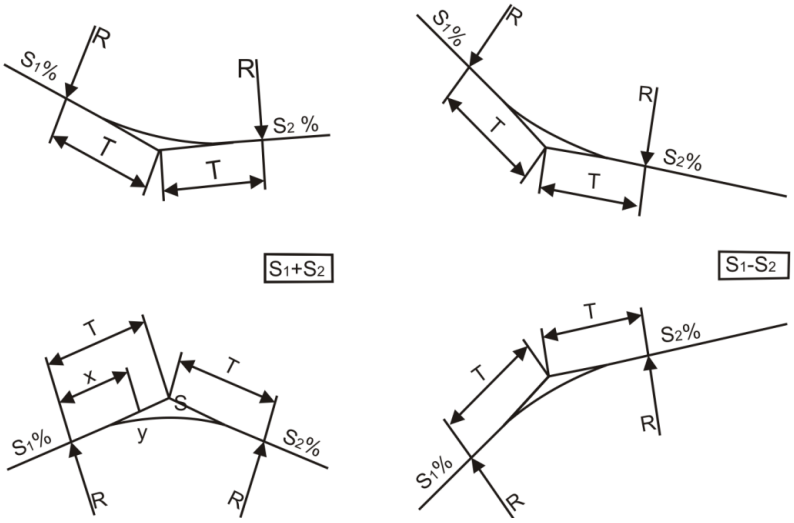
$$S = \frac{T}{2R} \qquad [m],$$

gdje je R polumjer vertikalne krivine (m), i $\tan\frac{\gamma}{2}$ tangens kuta nagiba tangenata.

Budući da se u uzdužnom profilu radi o relativno malim kutovima nagiba tangenata vertikalnih krivina, u praksi projektiranja izračunane duljine tangenata T i odabrane duljine apscisa „x“ nanose se kao horizontalne projekcije, a vrijednosti bisektrisa S i odgovarajućih ordinata „y“ kao vertikalne projekcije.To posebno vrijedi i za iscrtavanje vertikalnih krivina u prilogu uzdužnog profila, pri čemu treba voditi računa da zbog karikiranog mjerila crteža, kružne lukove vertikalnih krivina nije moguće iscrtati kružnim krivuljarom ili šestarom. Iskolčenju nivelete na terenu prethodi izračun kota nivelete za određene stacionaže trase (glavne točke horizontalnih i vertikalnih krivina, karakteristični poprečni profili na lomovima linije terena i dr.), čije se vrijednosti opisuju u odgovarajuću rubriku uzdužnog profila „Kote nivelete“. Kote

nivelete su apsolutne vrijednosti nadmorskih visina točaka nivelete, a računaju se na točnosti od 1 cm.

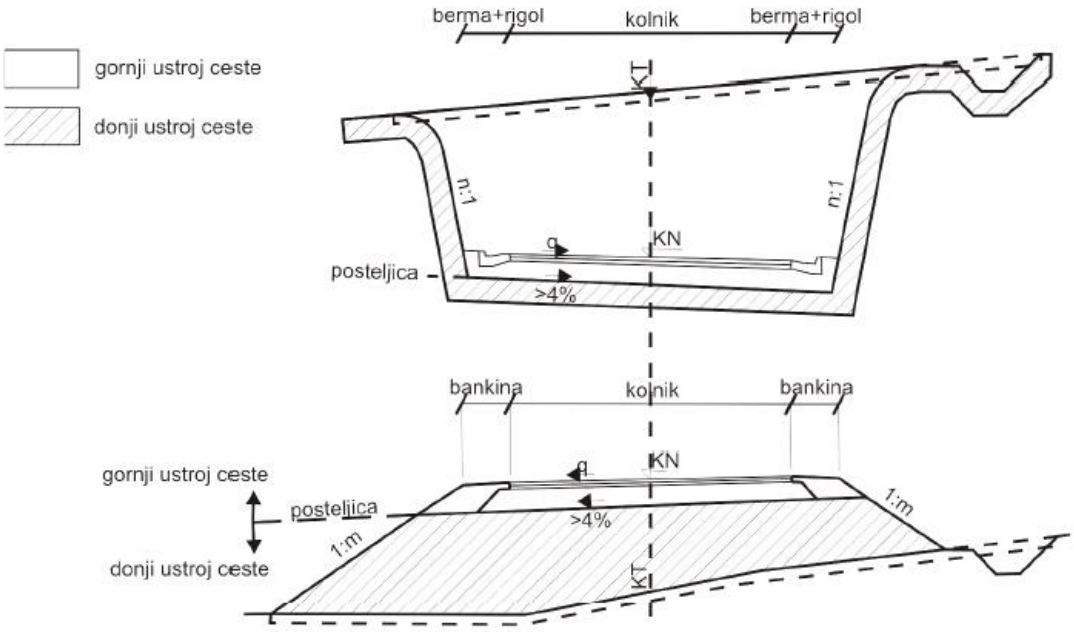
Na potezima nivelete u pravcu, odnosno na tangentama vertikalnih krivina, kote nivelete u određenoj stacionaži računaju se u odnosu prema već poznatim koordinatama točaka sjecišta tangenata. Na temelju razlike stacionaža i utvrđenog uzdužnog nagiba izračuna se visinska razlika dviju točaka.U vertikalnim krivinama na isti se način izračuna visina točke na tangenti. Od te visine se u konveksnoj krivini odbija, a u konkavnoj krivini dodaje vrijednost ordinate „y“, izračunane za apscisu „x“, određenu razlikom stacionaže početka (kraja) vertikalne krivine i stacionaže u kojoj se traži kota nivelet. Vertikalna zaobljenja mogu biti:




*Slika 6.20. Vrste vertikalnih zaobljenja*

# 7. KOLNIČKA KONSTRUKCIJA

Cesta se kao građevinski objekt sastoji od gornjeg i donjeg ustroja. Pod donjim ustrojem ceste razumijevaju se zemljani trup i objekti – mostovi, propusti, vijadukti, potporni i obložni zidovi itd. Donji ustroj ima zadaću da preuzme prometno opterećenje i cijelu konstrukciju gornjeg ustroja. On stvara ravnu površinu na koju naliježe gornji ustroj.




*Slika 6.21. Donji i gornji ustroj ceste*

## 7.1. DONJI USTROJ CESTE

Zemljani trup ceste je dio ceste načinjen od zemlje ili drugog materijala (šljunka, pijeska, kamena itd.).

Prema položaju terena, zemljani trup može biti u nasipu, usjeku, zasjeku i galeriji.

Jedan od oblika zemljanog trupa može biti i tunel. Međutim, pri izradbi tunela osim iskopa postoje i mnogi drugi radovi, pa se stoga tunel obično smatra posebnim građevinskim objektom.

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

Da bi se to postiglo, zemljani trup treba načiniti od kvalitetnog materijala te ga jednolično i dobro nabiti odgovarajućim strojevima. Dobro nabijen zemljani trup sliježe se s vremenom do 1%, a nenabijeni čak i više od 10%.

Materijal za izradbu zemljanog trupa mora biti odgovarajuće kvalitete i dobrih fizičko-kemijskih svojstava. Za izgradnju zemljanog trupa ne smije se upotrebljavati materijal organskog podrijetla. To su treset, humus i mulj.

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

– statičke (nabija se pritiskom),

– dinamičke (nabija se udarom),

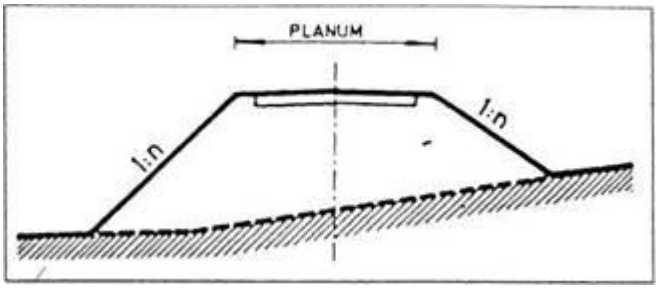
– vibracijske (nabija se vibriranjem).

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

### 7.1.1. NASIP

Nasip je jedan od najčešćih oblika zemljanog trupa. Kota nivelete nalazi mu se iznad kote terena.

Treba ga izvesti tako da kasnije ne dođe do slijeganja. Da bi visoki nasipi bili stabilniji, nagib nasipa se ublažuje nakon visine veće od 6 m.




*Slika 7.1.Nasip*

Nasip se može izrađivati na vise načina:

– u slojevima

– s čela u punom profilu

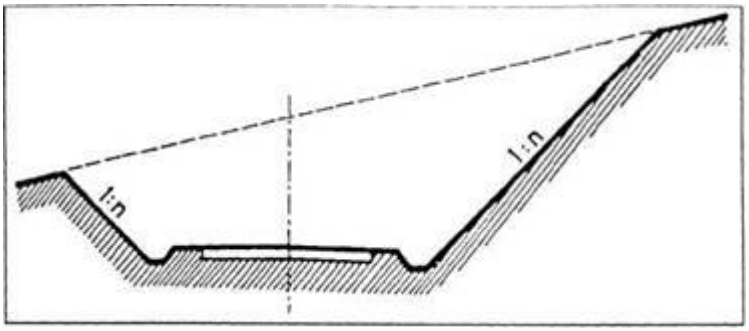
– sa strane

– sa skele

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

### 7.1.2. USJEK

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




*Slika 7.2. Usjek*

Iskop usjeka može se izvesti na više načina:

– u uzdužnim slojevima

– prosjekom s čela

– sa strane

– s uzdužnim presjekom

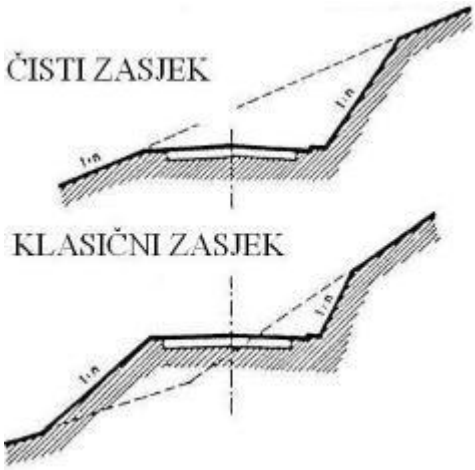
– u terasama

– s potkopom i oknima

### 7.1.3. ZASJEK

Zasjek je specifičan oblik zemljanog trupa. On može biti izveden kao klasični (tipični) zasjek ili čisti zasjek.

Klasični (tipični) zasjek sastoji se od usjeka i nasipa, a čisti zasjek, za razliku od usjeka, ima samo jednu kosinu, i to onu na strani brda. Kosine zasjeka izvode se u nagibu koji ovisi o vrsti materijala.



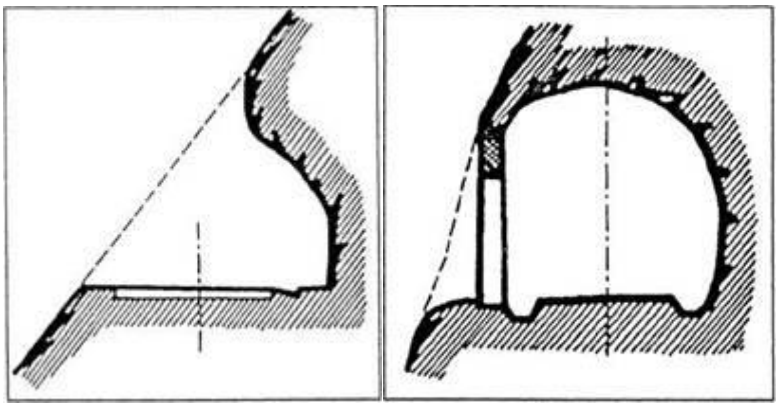

*Slika 7.3. Zasjek*

Izradba zasjeka slična je načinu izvedbe usjeka odnosno nasipa.

### 7.1.4. GALERIJE

Galerije su specijalni oblik zasjeka što se izvodi u čvrstim stijenama. Kosine galerije izvode se u kontranagibu, tj. lučnim potkopavanjem mase brda.

Postoje dvije vrsti galerija. U prve vrste kamena masa obuhvaća dio slobodnog profila u obliku konzole iznad planuma.



*Slika 7.4. Vrste galerija*

U druge vrsti galerije kamena masa obuhvaća čitav slobodni profil, kao i u tunela, samo je s jedne strane otvorena i poduprta stupovima.

Galerije se također grade i za zaštitu cesta od snježnih lavina ili od obrušavanja stjenovitog materijala.

## 7.2. GORNJI USTROJ CESTE

Gornji ustroj ili kolnička konstrukcija je dio ceste na koji djeluje prometno opterećenje i prenosi se na posteljicu i donji ustroj. Od gornjeg se ustroja stoga traži:

- velika nosivost
- ravna i hrapava površina
- otpornost na trošenje i atmosferske utjecaje
- dobra hidroizolacijska i termoizolacijska svojstva
- otpornost na djelovanje naftnih derivata i kemikalij

*Slika 7.5. Sastav kolničke konstrukcije*

Gornji ustroj ceste (kolnik) sastoji se od dvaju glavnih dijelova, i to od:

– asfaltnog zastora
– nosivih slojeva

Asfaltni zastora je završni sloj gornjeg ustroja, a najčešće se sastoji od habajućega površinskog sloja i veznoga binderskog sloja. Vezni sloj može biti od jednog ili dva sloja. Na cestama sa slabim prometom cestovni se zastor može sastojati samo od habajućeg sloja. Njegova debljina obično je od 2,5 cm za asfaltni tepih do 22 cm za zastor od betona.

Podloga se najčešće sastoji od dvaju ili triju slojeva. Ona se izrađuje od različitog materijala, a kvaliteta pojedinih slojeva opada po dubini. Gornji sloj podloge obično se izvodi od kvalitetnog materijala uz primjenu veznog sredstva. Donji sloj podloge može se izvesti kao zaštitni sloj od šljunka i pijeska; to je tzv. tamponski sloj.

Kolnik ima zadaću da prenese prometno opterećenje na donji ustroj ceste, da omogući brzo, sigurno i udobno kretanje vozila i da spriječi djelovanje atmosferskih utjecaja na zemljani trup.

To se postiže primjenom odgovarajućeg materijala u određenim sustavima konstrukcije kolnika i primjenom odgovarajućih strojeva kojima će taj materijal biti pripremljen i ugrađen.

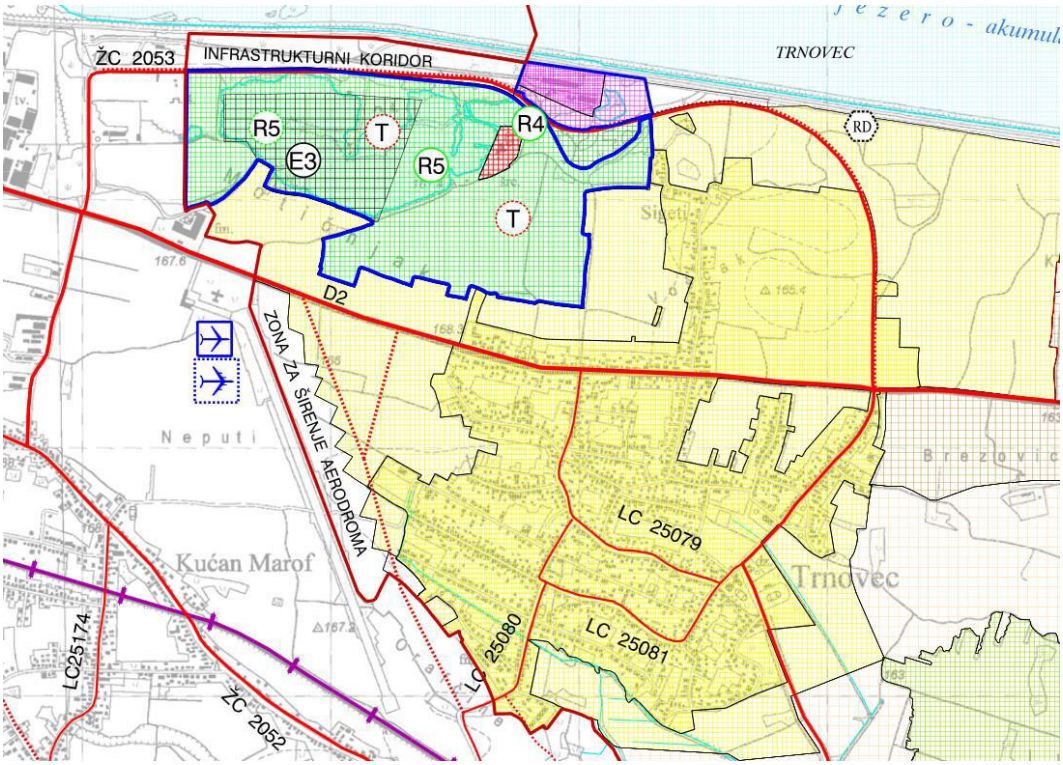
# 8. TEHNIČKI DIO

## 8.1. O ULICI ŠIROKE LEDINE

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: dječji vrtić, trgovački centar, ambulanta 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 8.1. Izvadak iz prostornog plana općine Trnovec Bartolovečki*

Predmet ovog rada je rekonstruirati ulicu Široke Ledine i prometno povezati s Bartolovečkom ulicom u južnom dijelu (0+000,00) s priključnim radijusom R = 10 m, te s Bartolovečkom ulicom u sjevernom dijelu na stacionaži (0+773,81) s priključnim radijusom R = 10 m. Na stacionaži (0+018,00 – 0+045,00) s desne strane predviđena je izgradanja okomitog

parkirališta s 2 mjesta za invalide i 12 parkirnih mjesta širine 2,5 m i dužine 5 m, s predviđenom rampom širine 1,5 m, za izlaz invalida na pješačku stazu.

Rekonstrukcija ulice Široke Ledine podrazumijeva uređenje slijepog priključka, skretanje u lijevo, na stacionaži (0+104,00). Priključak slijepe ulice izvest će se uz primjenu radijusa R = 3 m, unutar definirane građevinske čestice.

Rekonstrukcijom je obuhvaćeno i uređenje križanja u razini s ulicom Ruđera Boškovića na stacionaži (0+305,00). Priključak ulice Ruđera Boškovića na ulicu Široke Ledine izvest će se uz primjenu radijusa R = 5m, unutar definirane građevinske čestice.

Na stacionaži trase (0+420,00) ulica Široke Ledine se križa s ulicom Ante Kovačića koja regulacijski-prometno ima naziv glavne ceste, tj. sudionici prometa u ulici Široke Ledine moraju propustiti vozila iz ulice Ante Kovačića. Priključak ulice Ante Kovačića na ulicu Široke Ledine izvest će se uz primjenu radijusa R = 10m, unutar definirane građevinske čestice.

Na stacionaži (0+590,00) ulica Široke Ledine se križa s ulicom Zeleni put (već rekonstruirana ulica), a priključak će se izvesti s radijusom R = 5 m.

Uz cestu, predviđena je i zelena površina s već postojećim drvoredom i to s desne strane između kolnika i pješačke staze na stacionaži (0+631,00 – 0+683,00). Širina zelenog pojasa iznosi 2 m.

Uzdužno parkiralište ispred dječjeg vrtića s desne strane kolnika projektirano je na stacionaži (0+683,00 – 0+755,00). Ukupan broj parkirališnih mjesta je 12, širina parkirališnog mjesta je 2 m, a dužina 6 m.

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

## 8.2. POSTOJEĆE STANJE ULICE

### 8.2.1. OPIS LOKACIJE I PROSTORNO PLANSKA DOKUMENTACIJA

Ova tehnička dokumentacija obuhvaća zahvat rekonstrukcije ceste Široke Ledine od njenog spoja na Bartolovečku ulicu u južnom dijelu (0+000,00) do spoja na Bartolovečku ulicu u sjevernom dijelu (0+773,81).

Investitor Općina Trnovec Bartolovečki namjerava rekonstruirati ulicu Široke Ledine te kao modernom prometnicom s pješačkim stazama, javnom rasvjetom i sustavom odvodnje prometno povezati ulice: Ruđera Boškovića, Ante Kovačića i Zeleni put s Bartolovečkom ulicom.

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).

### 8.2.2. OPIS ZATEČENOG STANJA

Predmet ovog završnog rada je rekonstrukcija postojeće prometnice ulice Široke Ledine sa sadašnje širine kolničke konstrukcije cca 4,50 m, na širinu kolničke konstrukcije od 5,50 m (2,00 x 2,75 m) s pješačkim stazama od 2,00 m s desne i 1,00 m s lijeve strane kolnika u smjeru rasta stacionaža.

Ulica Široke Ledine građena je prije 30-tak godina s pretpostavljenim asfaltnim bitumeniziranim zastorom debljine 5cm 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 javna kanalizacija čime je dodatno oštećeno cca 1,00 m širine kolničke konstrukcije što rezultira ulegnućima izazvanim lošom izradom donjeg i gornjeg sloja u području zahvata izrade kanalizacije.

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

Temeljem navedenog, može se zaključiti da postojeća cesta ne udovoljava sljedećim temeljnim uvjetima sukladno Zakonu o gradnji (NN.153/13, 20/17 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 0,5 m.

### 8.2.3. HIDROGRAFSKE I KLIMATSKE PRILIKE

Klima šireg područja po Köpenovoj klasifikaciji je umjereno topla - kišna klima. Osnovno obilježje te klime su topla ljeta, kada srednja temperatura najtoplijeg mjeseca ne prelazi 22°. Temperatura najhladnijeg mjeseca je između 3°C i 18° C, a srednju temperaturu višu od l0°C imaju 4 mjeseca u godini.

Srednja godišnja temperatura zraka iznosi oko 10°C. Najtopliji je mjesec srpanj sa srednjom temperaturom oko 19°C, a najhladniji je siječanj sa srednjom temperaturom od -1°C. Temperature su najstabilnije ljeti, a najviše se razlikuju u veljači. Ledeni i hladni dani su od studenog do ožujka, dok zimi rijetko izostaju.

Godišnji hod količine oborina je kontinentalnog tipa s maksimumom u lipnju i sekundarnim maksimalnom u studenom. Srednja količina padalina je oko 900 mm/god. Najmanje oborine padne u siječnju i veljači. Snježni pokrivač javlja se od listopada do svibnja i traje između 30 i 45 dana. Područje je relativno bogato vlagom tijekom cijele godine. Prosječna mjesečna vrijednost relativne vlage zraka viša je od 70 %, s maksimumom u studenom i prosincu.

U širem području zahvata prevladavaju vjetrovi jugozapadnog i sjeveroistočnog kvadranta. Najviše vjetra ima u proljeće, a ljeti su učestaliji slabi vjetrovi. Zimi je dominantan sjevernjak. Istočnjak postaje jači u proljetnim mjesecima. Tijekom čitave godine, a osobito u jesen puše zapadnjak. Naoblaka ima maksimum tijekom zime, a minimum u srpnju i kolovozu.

U prosincu i siječnju je polovica dana u mjesecu oblačna. Godišnje ima oko 55 do 60 vedrih i preko 120 oblačnih dana. Vedri dani učestaliji su ljeti. Područje se ubraja u srednje osunčana. Najdulje trajanje sijanja sunca je u srpnju s 9 h/d (d - dan), a najkraće u prosincu (2 h/d). Tijekom godine ima 40 do 60 dana s maglom. Mraz je prisutan u razdoblju od rujna do svibnja, a u ljetnim mjesecima, izostaje. Pojava tuče moguća je od svibnja do srpnja.

Na području Općine Trnovec Bartolovečki prisutne su podzemne vode i tekućice. Hidrološka obilježja određena su tokom rijeke Drave (akumulacijsko jezero – Varaždin) koja je udaljena oko 1 km i manjim dijelom tokom rijeke Plitvice na udaljenosti oko 5 km.

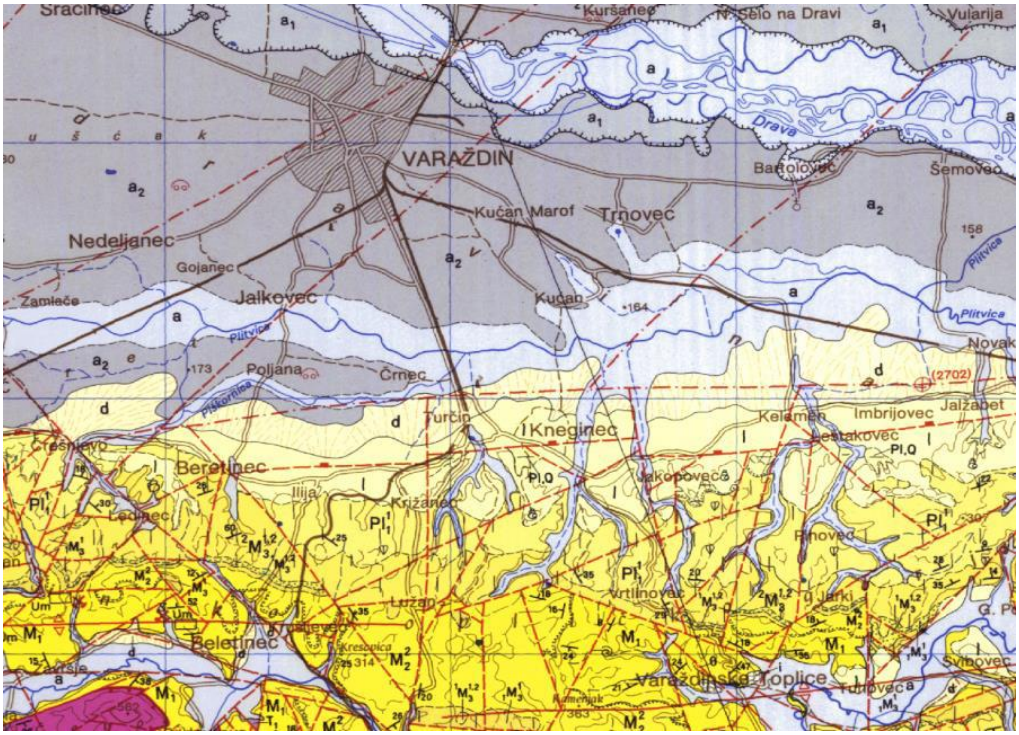
### 8.2.4. LITOLOŠKE ZNAČAJKE NASLAGA NA TRASI CESTE

Geološka građa šireg područja prikazana je na karti M 1 : 100 000 (Slika 1). Najstarije naslage na širem području su donjopontske starosti (PI ), a nalaze se južno od Križanca. Južno od

Gornjeg Kneginca nalaze se naslage pliocen - kvartara (PI,Q). Kvartarne naslage pokrivaju najveće površine šireg područja. Izdvojene su pleistocenske i holocenske. Ove naslage dalje su raščlanjene na temelju genetskih tipova.

U pleistocenu izdvojeni su genetski tipovi: les, proluvij, sedra i pećinski sedimenti, a u holocenu aluvij l. i II. dravske terase, aluvij recentnih tokova, proluvijalni i deiuvijaini sedimenti te barski sedimenti. Aluvijalni sedimenti recentnih rijeka i potoka (a) prekrivaju znatne površine na širem području. Sastav tih sedimenata je heterogen. Uglavnom se razlikuju krupnozrnati sedimenti rijeke Drave i pretežno sitnozrnati sedimenti ostalih tokova.

Naslage lesa (I) rasprostranjene su na sjevernim padinama Varaždinsko - topličkog gorja. Les je eolski sediment taložen u gornjem pleistocenu, a leži diskordantno preko naslaga različite starosti. To je stijena koju izgrađuju čestice veličine silta, pijeska i gline. Prema granulometriji les je određen kao siltit, pjeskoviti silt i pjeskovito-glinoviti siltit. Boja mu je žuta do smeđa, a često je prošaran sivim glinovitim prugama. U njemu su ponegdje izlučene Iimonitne i vapnene konkrecije ("Iesne lutke").




*Slika 8.2. Geološka karta Trnovca i šireg područja*

Naslage lesa imaju ujednačen mineralni sastav. Glavni sastojak lake mineralne frakcije je kvarc koji čini prosječno 60 %, a zatim čestice stijena od 25 %, kalijski feldspati od 10 % i muskovit. Količina teških minerala, u frakciji 0,06 - 0,2 mm, iznosi prosječno 3,5 % od čega 18 % otpada na opake minerale. Među prozirnim teškim mineralima najčešći je epidot, a zatim slijede rutil, cirkon, turmalin, amfibol, granat, staurolit, apatit, disten i titanit.

Sa sjeverne strane Varaždinsko - topličkog gorja, ispod debelih naslaga lesa, pojavljuju se krupnozrnati šljunci čija starost nije definirana. Valutice su dobro zaobljene, veličina im je 5 - 7 cm, a izgrađene su uglavnom od visoko metamorfoziranih stijena. Sastav valutica vrlo je sličan šljuncima iz dravskog aluvija pa se može pretpostaviti da su i oni dijelom pleistocenske starosti. Pretpostavlja se da je ukupna debljina pleistocenskih naslaga do 150,0 m. Debljina lesa od oko 30,0 m u površinskom dijelu starosti je gornjeg virma.

Geološka građa područja zahvata uvjetovana je geološkim zbivanjima tijekom neogena i kvartara, kako na užem tako i na širem području. Istraživano područje izgrađeno je od glinovitih i siltoznih čestica unutar kojih se mijenja odnos i raspored pojedinih čestica, a koje predstavljaju dio lesnih naslaga ovog područja.

Naslage istraživanog prostora sedimentnog su porijekla. Naslage lesa istaložene u gornjim dijelovima ležišta nastale su tijekom gornjeg pleistocena sedimentacijom vjetrom transportiranih čestica silta i gline. Les potječe iz praha fluvioglacijalnih taloga, odnosno muljeva zaostalih nakon poplavljivanja prostranih riječnih dolina, te sušenja tih muljeva nakon povlačenja poplavnih voda. Geološka građa područja od interesa prikazana je na geološkoj karti ležišta.

Jaki vjetrovi nosili su čestice na velike udaljenosti da bi ih nakon slabljenja vjetrova istaložili na prostrana kontinentalna područja, na kopnu ili u vodenu sredinu. Sivoplava boja naslaga ukazuje na blago reduktivne uvjete. Tektonika ležišta posljedica je geoloških zbivanja na širem području od početka oblikovanja terena do danas.

Na istražnom prostoru nisu uočeni tragovi tektonskih zbivanja, iako su oni u prošlosti bili česti i intenzivni.

## 8.3. OPIS PLANIRANOG ZAHVATA

Projektom je predviđena rekonstrukcija ulice Široke Ledine i prometno povezivanje ulica Ruđera Boškovića, Ante Kovačića i ulice Zeleni put s Bartolovečkom ulicom.

### 8.3.1. GRAĐEVINSKO - PROMETNE KARAKTERISTIKE

Trasa ceste prolazi ravničarskim terenom te su računanja elementa dimenzioniranja i vođenja horizontalne i vertikalne linije osi ceste i poprečne geometrije trase provedena za računsku brzinu vrač= 50 km/sat, uz lokalno ograničenje od 40 km /sat kod Dječjeg vrtića i maksimalnim uzdužnim nagibom od 1 %.

Prema postojećim pravilnicima, kao i pravilima cestarske struke odabrani su slijedeći osnovni elementi:

- širina prometne trake š = 2 x 2,75 m,
- širina zelenog pojasa š = 2,00 m (jednostrano sa desne strane),
- širina pješačke staze s desne strane š = 1 x 2,00 m (s uključenim rubnjacima),
- širina pješačke staze s lijeve strane š = 1 x 1,00 m (s uključenim rubnjacima),
- širina/dužina okomitog parkirališnog mjesta š = 2,50 m / 5,00 m,
- širina/dužina uzdužnog parkirališnog mjesta š = 2,00 m / 6,00 m,
- širina dva parkirališta mjesta za invalide š = 5,90 m (2 x 2,20 + 1,50) (žuta boja)

Projektirana cesta u poprečnom presjeku sastoji se od kolnika s dva kolnička traka za dvosmjerni promet širine po 2,75 m.

Projektna cesta ulica Široke Ledine spojena je s Bartolovečkom ulicom u južnom dijelu (0+000,00) s priključnim radijusom R = 10 m, te s Bartolovečkom ulicom u sjevernom dijelu na stacionaži (0+773,81) s priključnim radijusom R = 10 m.

Na stacionaži (0+018,00 – 0+045,00) s desne strane predviđena je izgradanja okomitog parkirališta s 2 mjesta za invalide i 12 parkirnih mjesta širine 2,5 m i dužine 5 m, s predviđenom rampom - polegnuti rubnjaci, širine 1,5 m, za izlaz invalida na pješačku stazu.

Rekonstrukcija ulice Široke Ledine podrazumijeva uređenje slijepog priključka, skretanje u lijevo, na stacionaži (0+104,00). Priključak slijepe ulice izvest će se uz primjenu radijusa R = 3 m, unutar definirane građevinske čestice.

Rekonstrukcijom je obuhvaćeno i uređenje križanja u razini s ulicom Ruđera Boškovića na stacionaži (0+305,00). Priključak ulice Ruđera Boškovića na ulicu Široke Ledine izvest će se uz primjenu radijusa R = 5 m, unutar definirane građevinske čestice.

Na stacionaži trase (0+420,00) ulica Široke Ledine se križa s ulicom Ante Kovačića koja regulacijski-prometno ima naziv glavne ceste, tj. sudionici prometa u ulici Široke Ledine moraju propustiti vozila iz ulice Ante Kovačića. Priključak ulice Ante Kovačića na ulicu Široke Ledine izvest će se uz primjenu radijusa R = 10 m, unutar definirane građevinske čestice.

Na stacionaži (0+590,00) ulica Široke Ledine se križa s ulicom Zeleni put (već rekonstruirana ulica), a priključak će se izvesti s radijusom R = 5 m.

Uz cestu, predviđena je i zelena površina s već postojećim drvoredom i to s desne strane između kolnika i pješačke staze na stacionaži (0+631,00 – 0+683,00). Širina zelenog pojasa iznosi 2 m.

Uzdužno parkiralište ispred dječjeg vrtića s desne strane kolnika projektirano je na stacionaži (0+683,00 – 0+755,00). Ukupan broj parkirališnih mjesta je 12, širina parkirališnog mjesta je 2 m, a dužina 6 m.

Niveleta ceste će biti postavljena tako da će se cesta dignuti od okolnog terena od 0,10 do 0,50 m ovisno o konfiguraciji terena, a što će se točno definirati glavnim projektom.

Poprečni nagibi kolnika će biti 2,50% u pravcu maksimalno 5,00% u krivinama manjih radijusa od 10-25 m. U horizontalnim krivinama su projektirana proširenja, a sve prema pravilima cestarske struke. Poprečni nagib pješačke staze (pločnika) iznosi 2,00% sa nagibom prema kolničkoj konstrukciji zbog osiguranog načina odvodnje oborinskih voda putem kanalizacije.

Sveukupna širina poprečnog profila dvotračne ceste iznosi od 8,50 m., do 13,50 m., na mjestu predviđenom za okomita parkirališna mjesta.

Poprečni nagib kolnika u pravcu izvodi se zbog odvodnjavanja kolnika. Za sve vrste cesta i zastora poprečni nagib kolnika u pravcu iznosi:

qmin= 2,5%.

Poprečni nagib kolnika u zavoju usmjeren je prema centru zavoja i služi za ublažavanje centrifugalne sile i poprečnu odvodnju kolnika. Najveća dopuštena veličina poprečnog nagiba kolnika u kružnom luku (qmax) izvodi se u zavoju najmanjeg polumjera (Rmin) iznosi 5%.

Poprečni nagibi kolnika u trasi ceste su dvostrešni i iznose: 2,5% - 5%.

### 8.3.2. KOLNIČKA KONSTRUKCIJA

| | |
|---|---|
| - habajući sloj – asfaltbeton AB11E | d = 3,0 cm |
| - bitumenizirani nosivi sloj BNS 22As | d = 5,0 cm |
| - mehanički zbijeni nosivi sloj od drobljenog kamenog materijala (drobljeni kamen) 0/63mm | d = 15 cm |

Napomena: gdje se kolnička konstrukcija izvodi izvan postojeće kolničke konstrukcije debljina mora biti 30 cm.

---

| | |
|---|---|
| - posteljica – uređen postojeći teren ili nasip od kamena | |
| UKUPNO: | d = 20,0 cm |

Izvedbi priključka novog kolnika na postojeći potrebno je posvetiti naročitu pozornost, kako se u eksploataciji ne bi pojavila oštećenja na mjestu spoja stare i nove konstrukcije.

Za to je, osim navedenih slojeva kolničke konstrukcije potrebno adekvatno izvršiti postepeno spajanje u zoni tampona, zasijecanjem postojećeg tampona u min. širini 20 cm, te bitumeniziranih slojeva u min širini 50 cm.

### 8.3.3. NAGIB POKOSA ZASJEKA

Pristup oblikovanju pokosa većih zasjeka na trasi bazira se, uzimajući u obzir i geotehničke uvjete lokacije (debljina i sastav pokrivača, diskontinuitete i kvalitetu zemljane (glinene) podloge), na slijedećim osnovnim pretpostavkama:

Za pokrivač od zemljane (glinene) podloge u sloju debljine veće od 1,0 m, predviđa se nagib od 1:1,5.

Napomena: Zasjeci su dubine do maksimalnih 0,5 m, znači vrlo plitki te izvedeni pokosi zasjeka mogu biti 1:1.

### 8.3.4. NAGIB POKOSA NASIPA

Na predmetnoj dionici pojavljuju se nasipi u sloju do 0,5 m visine. Za takove nasipe na ravnom do blago nagnutom terenu s tankim glinenim pokrovom primjenjuje se nagib pokosa 1:1. Time je određena geometrija za koju je proveden računski dokaz stabilnosti nasipa.

Nasipe je predviđeno izvesti od kamenog materijala iz iskopa ili od miješanog materijala. U svakom slučaju donji dio nasipa obavezno se izvodi od kamenog materijala, a ovako izvedeni nasip oblaže se humusiranjem, tj. uređuje zemljanim pokrivačem.

### 8.3.5. ODVODNJA

Odvodnja oborinskih voda podijeljena je na :

- odvodnja vanjskih voda sa sliva
- odvodnja površinskih voda sa cestovnih površina

**ODVODNJA VANJSKIH OBORINSKIH VODA**

Na dijelu predmetne trase ceste ne postoje korita stalnih ili povremenih vodnih tokova.

Ukoliko će se zbog mikroreljefa i eventualno spore infiltracije vode u tlo, uz trup ceste akumulirati voda, izvesti će se na najnižim dijelovima uz nožicu nasipa bušeni negativni bunari

promjera 50 cm, dubine do trošne, s drenažnom ispunom. Broj bušotina odrediti će se prema potrebi na terenu. Ovom mjerom se uklanjaju vode koje su okružene oblikom projektirane ceste (zona, crkve, vatrogasnog doma, dječjeg vrtića i trgovačkog centra Konzum).

**ODVODNJA VODA SA CESTOVNIH POVRŠINA**

Površinsku vodu sa projektirane ceste poprečno vodimo nagibima u skladu sa propisima do velikih betonskih rubnjaka, dok je uzdužnim nagibima nivelete uz velike betonske rubnjake u prirodnom nagibu vodimo do slivnika sa rešetkom i ispustom u novi oborinski kanal uz cestu.

Na mjestima kućnih ulaza izvest će se polegnuti veliki betonski rubnjaci, koji su u odnosu na kotu asfalta u rigolu uzdignuti tako da je na tim mjestima onemogućeno slijevanje vode sa ceste na pješačko-biciklističke staze. Odvodnja sa pješačkih staza riješena je jednostrešnim nagibima od 2% prema kolničkoj konstrukciji.

Oborinske vode s kolnika biti će prikupljene slivnicima i kroz trup ceste ispuštena direktno u planiranu javnu kanalizaciju.

Odvodnja predmetnih prometnih površina riješena je uzdužnim i poprečnim nagibima svih cestovnih površina.

Odvodnja oborinske vode s prometnih površina riješena je odvodnim sustavom koji se sastoji od:

- slivnika s taložnicom,
- zacjevljenog kanala ,
- ispusta na teren

Sustav odvodnje je postavljen tako da na učvršćenu kolnu površinu ne dotiče vanjska voda.

Cesta je u poprečnom presjeku predviđena s dvostrešnim padom u smjeru ovisnom o horizontalnom vođenju trase.

Slivnici se izvode kao tipski cestovni slivnici s taložnicom dubine 1,5 m od betonske vodonepropusne kanalizacijske cijevi PE100 ND160mm, te se priključuju na buduću kanalizaciju betonskim cijevima ND250mm

**ODVODNJA POSTELJICE**

Radi osiguranja trajnosti kolničke konstrukcije na cijeloj trasi ceste predviđena je izvedba jednostrane drenaže posteljice.

Svrha te drenaže je da se omogući odvodnju posteljice i slojeva kolničke konstrukcije od mehanički zbijenog zrnatog kamenog materijala u slučajevima ako se ista nalazi na nepropusnim

tlima. O stvarnoj potrebi izvedbe drenaže odlučiti će projektant u suradnji s nadzornim inženjerom nakon pregleda izvedenog iskopa usjeka do nivoa posteljice.

Iskop drenažnog rova vrši se nakon osnovnog uređenja posteljice. Dno rova predviđeno je na dubini 60cm ispod gornjeg ruba kolničke konstrukcije u osi rova. Na dno rova polažu se drenažne cijevi obložene do pola visine glinom, a u padu koji prati uzdužni pad ceste. Profil drenažnih cijevi iznosi 10 cm. Cijevi mogu biti betonske, ili plastične, okrugle s perforacijama na gornjoj polovici cijevi. Drenažne cijevi se preko drenažnog ispusnog objekta uvode u vodovodna grla površinske odvodnje ili izvode izvan trupa ceste na svakih 100 m.

Nakon što su drenažne cijevi položene oblažu se slojem krupnijeg šljunka ili drobljene kamene sitneži granulacije 10 do 16 mm, debljine cca 20 cm. Rov se zatim ispunjava zrnatim kamenim materijalom, od kojega se radi nosivi sloj kolničke konstrukcije.

Zrnati kameni materijal u rovu treba pažljivo zbiti da se ne oštete cijevi, a da materijal ipak bude dovoljno zbijen, kako ne bi došlo do naknadnih slijeganja.

NAPOMENA:

PRIJE POČETKA RADOVA IZVODITELJ SE OBVEZUJE PREKONTROLIRATI (VISINSKI I TLOCRTNO) STVARNO STANJE POSTOJEĆIH OBJEKATA I PROMETNICA NA KOJE SE PRIKLJUČUJE PREDMETNA PROMETNA POVRŠINA.

## 8.4. INSTALACIJE

U pojasu rekonstrukcije ceste ulica Široke Ledine izgrađeni su telekomunikacijski vodovi s pripadajućim telekomunikacijskim šahtovima.

Izgradnjom novog profila ceste (kolnik i pješačke staze) s novom niveletom predviđa se izdizanje poklopaca postojećih telekomunikacijskih šahtova, a po potrebi i izmicanje telekomunikacijskih vodova.

PRIJE POČETKA IZVOĐENJA RADOVA, NUŽNO JE OZNAČITI TRASU PODZEMNIH TK-KABELA OD STRANE DJELATNIKA HT-a.

IZVOĐAČ RADOVA NA IZGRADNJI CESTE OBAVEZAN JE NADLEŽNOM ODJELU HT-a NAJAVITI NAJMANJE 7 DANA RANIJE POTREBU ZA OBILJEŽAVANJEM TRASE KAKO BI SE PRAVOVREMENO ISTO OBAVILO.

Sva eventualno potrebna izmještanja ili zaštite obaviti će se u suradnji sa HT- Odjel tehničke podrške i kontrole Ured Državne uprave u Varaždinskoj županiji.

### 8.4.1. VODOVOD I KANALIZACIJA

U pojasu rekonstrukcije ceste ulica Široke Ledine izgrađen je vodovodni i kanalizacijski sustav s pripadajućim zasunskim komorama i reverzionim oknima.

Izgradnjom novog profila ceste (kolnik i pješačke staze) s novom niveletom predviđa se izdizanje poklopaca postojećih zasunskih komora i reverzionih okna, a po potrebi i izmicanje vodovodnih i kanalskih cijevi.

PRIJE POČETKA IZVOĐENJA RADOVA, NUŽNO JE OZNAČITI TRASU PODZEMNIH VODOVODNIH I KANALSKIH CIJEVI (INSTALACIJA) OD STRANE UPRAVITELJA - DJELATNIKA VARKOMA D.D.

IZVOĐAČ RADOVA NA IZGRADNJI CESTE OBAVEZAN JE UPRAVITELJU VODOVODA I KANALIZACIJE „VARKOMA D.D.“ NAJAVITI NAJMANJE 7 DANA RANIJE POTREBU ZA OBILJEŽAVANJEM TRASE KAKO BI SE PRAVOVREMENO ISTO OBAVILO.

Sva eventualno potrebna izmještanja ili zaštite obaviti će se u suradnji sa odjelom Varkoma za tehničku podršku.

### 8.4.2. KRAJOBRAZNO UREĐENJE

Projektom krajobraznog uređenja predviđeno je ozelenjivanje svih predviđenih površina, uključujući usjeke i nasipe te predviđenu zelenu površinu zasađenu drvoredom.

Plodnu zemlju i zdravo raslinje (drveće) prilikom izgradnje trase potrebno je privremeno deponirati i kasnije zasaditi na prikladnom mjestu unutar granice obuhvata do konačnog nasipavanja. Na prostoru koji je predviđen za ozelenjivanje zasaditi će se drveće najveće visine 2,5 m, koje odgovara podneblju sjeverozapadne Hrvatske.

## 8.5. SANACIJA OKOLIŠA GRADILIŠTA

Izvoditelj radova dužan je nakon završetka radova gradilište i okoliš dovesti u stanje uređenosti najkasnije u roku od mjesec dana nakon izdavanja uporabne dozvole.

Sve privremene zgrade, postrojenja i sl. koje je izvoditelj radova postavio – izgradio u cilju izgradnje predmetnog objekta dužan je ukloniti.

Sve zemljane i druge površine terena koje su na bilo koji način degradirane otpadnim materijalom kao posljedica izvođenja radova, dužan je dovesti u stanje uređenosti.

Ako građenje traje dulje od jedne sezone ili se pojedini dijelovi objekta u potpunosti završe potrebno je sav okoliš na potezu gdje su završeni radovi očistiti, odnosno dovesti u stanje uređenosti.

Sve uništeno zelenilo – raslinje i ostalo izvoditelj radova je dužan dovesti u prvobitno stanje, odnosno u stanje prema projektu uređenja okoliša ako postoji.

# 9. DIMENZIONIRANJE KOLNIČKE KONSTRUKCIJE ULICE ŠIROKE LEDINE

od Bartolovečke ulice spoja na (LC 25079) (0+000,00)
do Bartolovečke ulice spoj na (ŽC 2053) (0+773,81)

## 9.1. OPĆENITO

Predmet dimenzioniranja kolničke konstrukcije je rekonstrukcija ceste ulice Široke ledine od spoja na Bartolovečku ulicu (0+000,00) u južnom dijelu do spoja na Bartolovečku ulicu (0+773,81) u sjevernom dijelu.

## 9.2. DIMENZIONIRANJE KOLNIČKE KONSTRUKCIJE

### 9.2.1. MJERODAVNI PARAMETRI ZA DIMENZIONIRANJE

U postupku dimenzioniranja uzimaju se slijedeći mjerodavni parametri:
- projektni period
- vozna sposobnost površine kolnika na kraju projektnog perioda
- prometno opterećenje
- klimatsko-hidrološki uvjeti
- nosivost materijala posteljice
- kvaliteta primijenjenih materijala u kolničkoj konstrukciji

**PROJEKTNI PERIOD**

Projektni period je vremenski period izražen u godinama za koji je kolnička konstrukcija dimenzionirana.

Pri kraju projektnog perioda kolnička se konstrukcija može racionalno popraviti i osposobiti za daljnju upotrebu.

U konkretnom slučaju dimenzioniranje kolničke konstrukcije provedeno je za projektni period od 20 godina.

**Vozna sposobnost površine kolnika na kraju projektnog PERIODA**

Vozna sposobnost površine kolnika procjenjuje se preko indeksa vozne sposobnosti "p", čija je vrijednost p = 5 za nove i idealno ravne kolnike, a p = 0 za potpuno uništene kolnike po kojima nije više moguća vožnja.

Kod proračuna je usvojena najmanja vrijednost indeksa vozne sposobnosti površine kolnika na kraju projektnog perioda kk = 2,5.

**PROMETNO OPTEREĆENJE**

Ukupan prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) iznosio je do 1000 vozila na dan.

Kao početna godina eksploatacije ceste usvaja se 2015. godina s istim brojem vozila. U postupku dimenzioniranja koristi se ukupno ekvivalentno prometno opterećenje u projektnom periodu izraženo pomoću standardne 80 kN osovine.

U analizi nisu uzeta u obzir osobna i laka teretna vozila zbog vrlo malog utjecaja na oštećenja kolničke konstrukcije u odnosu na teška teretna vozila.

Određivanje ekvivalentnog prometnog opterećenja koje se koristi za dimenzioniranje kolničke konstrukcije sprovedeno je prema HRN U.C4.010.

Kod analize su uzeti u obzir slijedeći parametri:

- prosječni godišnji dnevni (24 satni) broj teških teretnih vozila u početnoj godini eksploatacije,
- prosječna godišnja stopa rasta broja teških teretnih vozila u projektnom razdoblju,
- osovinsko opterećenje reprezentativnih vrsta vozila,
- prosječno iskorištenje nosivosti teških teretnih vozila,
- raspodjela prometnog opterećenja po voznim trakama.

U proračunu i analizi prometnog opterećenja pošlo se od pretpostavke da će 2015. godina biti početna godina eksploatacije.

Na osnovu dobivene i usvojene raspodjele pojedinih vrsta vozila, proračunato je u tablici 1 srednje dnevno ekvivalentno prometno opterećenje uz prosječnu vrijednost iskorištenja vozila od 75%.

| Vrsta vozila | PGDP | Ekviv.Opt. U odnosu prema 80 kN osovini | Srednje dnevno ekviv.opt. |
|---|---|---|---|
| OV | 600 | 0.0003 | 0.18 |
| LTV | 75 | 0.02 | 1.5 |
| STV | 113 | 0.2 | 22.6 |
| TTV | 113 | 0.75 | 84.75 |
| BUS | 75 | 1.2 | 90 |
| TTV+P | 25 | 1.41 | 35.25 |
| Ukupno | 1001 | | 234.28 |
| | | Td=234 prijelaza 80 kN osovina | |

*Tablica 8.1. Proračun srednjeg dnevnog ekvivalentnog prometnog opterećenja u početnoj godini eksploatacije (2009. god.)*

Dobiveno ekvivalentno prometno opterećenje odnosi se na oba smjera s dvije vozne trake.

Ukupno ekvivalentno prometno opterećenje u početnoj godini eksploatacije za jednu voznu traku iznosi:

Tg = Tdx0,5x365= 42 705 prijelaza 80 kN osovina.

Za određivanje ukupnog ekvivalentnog prometnog opterećenja za 20 godišnji projektni period pretpostavljena je prosječna godišnja stopa rasta prometa od 6%.

faktor rasta prometa iznosi q = 39.

Prema tome, ukupno ekvivalentno prometno opterećenje teških teretnih vozila u projektnom periodu, a koje se koristi za dimenzioniranje kolničke konstrukcije iznosi:

Tu = Tg x q =1277,5x39 = $0,17x10^5$

**Ovo opterećenje nalazi se prema standardu u <u>grupi lakog prometnog</u> opterećenja.**

## 9.3. KLIMATSKO – HIDROLOŠKI UVJETI

Utjecaj klimatsko-hidroloških uvjeta na nosivost kolničke konstrukcije uzima se u obzir preko regionalnog faktora "R". Njegove vrijednosti kreću se od 0,5 – 5,0, pri čemu su veće vrijednosti nepovoljnije.

U konkretnom slučaju uzeto je za proračun veličina regionalnog faktora R=2,0., a dubina prodiranja mraza u tlo, prema raspoloživim podlogama uzeta je 30-50 cm.

**KVALITETA PRIMIJENJENIH MATERIJALA U KOLNIČKOJ KONSTRUKCIJI**

Kod izbora vrste materijala u kolničkoj konstrukciji mora se voditi računa kako o funkciji pojedinih slojeva i ekonomičnosti gradnje, tako i o propisanim kriterijima kvalitete osnovnih materijala i mješavina prema odgovarajućim standardima ili prihvaćenim tehničkim uvjetima za radove na cestama.

Kvaliteta materijala za pojedine slojeve asfaltne kolničke konstrukcije mora zadovoljiti zahtjevima slijedećih standarda:

| | |
|---|---|
| - posteljica | HRN U.E8.010. |
| - nosivi slojevi od nevezanog zrnatog kamenog materijala | HRN U.E9.020. |
| - nosivi slojevi od bitumeniziranog kamenog materijala | HRN U.E9.021. |
| - slojevi asfaltnog zastora | HRN U.E4.014. |

Kod dimenzioniranja primijenjeni se materijali vrednuju preko koeficijenta zamjene materijala. U tu svrhu koeficijenti zamjene materijala su određeni za:

| | |
|---|---|
| - asfaltne mješavine | Marshallov stabilitet |
| - posteljica i nevezani zrnati kameni materijal | vrijednost CBR |

Upotrebom tih koeficijenata mogu se odrediti zamjenjujuće debljine za pojedine vrste materijala u odnosu na osnovni materijal odabran kod dimenzioniranja.

**Dimenzioniranje kolničke konstrukcije prema HRN U.C4.012.**

Prema ovoj metodi dimenzioniranje se obavlja pomoću razrađenih dijagrama direktno iz nadnešenih vrijednosti ekvivalentnog prometnog opterećenja u projektnom periodu i mjerodavne vrijednosti nosivosti posteljice CBR.

Odabrana je kolnička konstrukcija tip 1, koja se sastoji od asfaltnih slojeva i nosivog sloja od nevezanog zrnatog kamenog materijala.

Potrebno je dimenzionirati asfaltnu kolničku konstrukciju osnovnog sastava:

- d1 asfaltni zastor (habajući sloj)
- d2 bitumenizirani nosivi sloj
- d3 mehanički zbijeni nosivi sloj

Za 20-godišnji projektni period ukupno proračunato ekvivalentno prometno opterećenje iznosi:

$$Tu = 0,5 \times 10^{5} \text{ prijelaza 80 kN osovina}$$

Za usvojenu vrijednost nosivosti posteljice CBR = 10 % ukupna debljina asfaltnih slojeva.je minimalna debljina $d_n = 8$ cm

- ukupna debljina sloja od nevezanog zrnatog kamenog materijala $d_n = 20$ cm

Zbog praktičnih razloga ugradnje tehnološke debljine odabranih asfaltnih slojeva usvaja se debljina dn = 8 cm.

Debljina mehanički zbijenog nosivog sloja od nevezanog zrnatog kamenog materijala dobivena iz dijagrama iznosi 20 cm. Odabrano $D_n$ = 15 cm na postojećoj podlozi ispod stare kolničke konstrukcije, odnosno $D_n$ = 30 cm u dijelu novog profila izvan stare kolničke konstrukcije.

## ODREĐIVANJE NAPREZANJA U VIŠESLOJNOM SUSTAVU KOLNIČKE KONSTRUKCIJE

Za određivanje naprezanja , odnosno deformacija u presjeku višeslojnog sustava potrebni su podaci:

- prometno opterećenje,
- geometrija konstrukcije,
- značajke materijala pojedinih slojeva i posteljice (modul elastičnosti i Poissonov koeficijent).

**Müellerova metoda za određivanje vlačnih naprezanja**

Nomogrami koje je razradio Müeller mogu vrlo dobro poslužiti za određivanje radijalnih naprezanja u dva sloja troslojnog sustava kolničke konstrukcije ( $s_{r1}$, $s_{r2}$ ).

Ulazni podaci su slojevi kolničke konstrukcije, opterećenje od kotača i moduli elastičnosti. Poissonov koeficijent za sve slojeve uzet je v = 0,5.

P – opterećenje od kotača, (0,05 $MN/m^2$)

p – dodirni specifični tlak kotača, (0,7 $MN/m^2$)

r – radijus dodirne površine kotača i kolnika, (0,15m),

$s_{r1}$ – radijalno vlačno naprezanje u donjoj površini prvog sloja,

$s_{r2}$ – radijalno vlačno naprezanje u donjoj površini drugog sloja.

Radijalno vlačno naprezanje određeno je iz nomograma gdje:

$k_1 = E_1/E_2$

$k_2 = E_2/E_3$

$H = h_1/h_2$

$A = r/h_2$

h - debljina sloja

r = 0,15 m

Modul elastičnosti posteljice $E_3$ = 10XCBR = 100MN/m$^2$.

Modul elastičnost mehanički zbijenog zrnatog kamenog materijala E2 = 400 MN/m$^2$.

Dinamički moduli elastičnosti asfalta:

- zimski uvjeti: $E_{1din}$ = 15.000 MN/m$^2$ (krut asfalt),
- ljetni uvjeti: $E_{1din}$ = 2.000 MN/m$^2$ (mekan asfalt),

k1= 15000/400 = 37,5 (zima)

k1= 2000/400 = 5 (ljeto)

k2 = 400/100 = 4

H = 0,10/0,25 = 0,4

A = 0,15/0,25 = 0,6

- polnička konstrukcija se odredi po HRN U.C4.012 ili sl.
- debljina posteljice smatra se beskonačnom.

| | |
|---|---|
| h1 = 10 cm asfaltni slojevi | ($E_1$, $v_1$, $s_{r1}$ ) |
| h2 = 25 cm nevezani kameni materijal | ($E_2$, $v_2$, $s_{r2}$ ) |
| h3 = beskonačno- posteljica | ($E_3$, $v_3$ ) |

Iz nomograma sl. 1. i sl. 2. za vrijednost $k_1$ = 2, 20, odredi se vrijednost $s_{r1}/p$.

Množenjem sa p = 0,7 MN/m$^2$ dobiju se odgovarajuće vrijednosti $s_{r1}$.

Pomoću logaritamske mreže sl 3 za stvarni k1 odredi se stvarni $s_{r1}$.

$s_{r2}$ - horizontalno vlačno radijalno naprezanje odredi se po nomogramu sl. 4. i sl. 5.

Rezultati:

| k1 | $\sigma_{r1}$ (MN/m2) | k1 | $\sigma_{r2}$ (MN/m2) |
|---|---|---|---|
| 2 | 0.315 | 2 | 0.175 |
| 20 | 2.52 | 20 | 0.087 |
| | | | |
| 37,5-zima | 2.2 | 37.5 | |
| 5 - ljeto | 0.7 | 5 | |

*Tablica 9.1. Vlačna naprezanja prema Mulleru*

**Određivanje vertikalnog tlačnog naprezanja**

Ekvivalentne debljine slojeva:

$h_1$ * = n$x h_1$x ($E_1/E_3$) 1/3 = 0,9x0,1X(2000/100) 1/3 = 0,24 m

$h_2$ * = n$x h_2$x ($E_2/E_3$) 1/3 = 0,9X0,25X(400/100) 1/3 = 0,36 m

H = $h_1$ * + $h_2$ *

H = 0,24+0,36 = 0,6 m

Vertikalno naprezanje dobije se iz dijagrama sl. 6.

H/r = 0,6/0,15 = 3,98

$s_{v2}$ /p = 0,0087

$s_{v2}$ = 0,0087x0,7 = 0,006 MN/$m^2$

**Dopuštena naprezanja**

Za prometno opterećenje 5 x 10 4 dobiju se dopuštena naprezanja.

Za E = 2000 MN/$m^2$ (ljeto)

$sr_{1dop}$ = 0,9 MN/$m^2$

Za E = 15.000 MN/$m^2$ (zima )

$sr_{1dop}$ = 2,7MN/$m^2$

**Usporedba kritičnih naprezanja**

| sloj | zima | | ljeto | |
|---|---|---|---|---|
| | $S_r$ | $S_{rdop}$ | $S_r$ | $S_{rdop}$ |
| **asfalt** | **2,2** | **2,7** | **0,7** | **0,9** |

*Tablica 9.2. Usporedba kritičnih naprezanja*

Iz tablice se vidi da su kritična vlačna naprezanja manja od dopuštenih, pa odabrana kolnička konstrukcija zadovoljava.

Vertikalno tlačno naprezanje na posteljici je vrlo malo i iznosi 0,006 MN/m2 što posteljica svakako može podnijeti.

**PROVJERA DIMENZIONIRANE KOLNIČKE KONSTRUKCIJE NA SMRZAVANJE**

S obzirom na to da se nije raspolagalo sa svim relevantnim podacima potrebnim da se sprovede detaljna analiza opasnosti na smrzavanje, pristupilo se samo pojednostavljenoj analizi.

Naime, ukupna debljina kolničke konstrukcije sigurne na smrzavanje može se odrediti iz razrađenih odnosa, a na osnovu dubine smrzavanja na području trase.

Za predmetno područje prosječna dubina smrzavanja iznosi Ds=40 cm. Za tu dubinu smrzavanja i pod uvjetom da je posteljica kolničke konstrukcije osjetljiva na smrzavanje, a usvajajući relativno povoljne hidrološke uvjete uz dobru odvodnju, minimalna debljina kolničke konstrukcije trebala bi iznositi:

$$D \geq 0{,}7 \text{ x } D_s = 0{,}7\text{x}40 = 28 \text{ cm}$$

U slučaju kada se kolnička konstrukcija nalazi na nekoherentnom / propusnom materijalu nema neposredne opasnosti od smrzavanja.

## 9.4. USVOJENA KOLNIČKA KONSTRUKCIJA

Na osnovi dimenzioniranja prema nosivosti ,provjere na smrzavanje, usvaja se slijedeći sastav kolničke konstrukcije:

- 3,0 cm - habajući sloj od asfaltbetona AB 11E, BIT 60
- 5,0 cm - nosivi sloj od bitumeniziranog drobljenog kamenog materijala, BNS 22sA, BIT 60
- 15,0 - 30 cm- donji nosivi sloj od mehanički zbijenog drobljenog kamenog materijala 0/63 mm, Ms ≥ 100MN/m$^2$
- posteljica – kameni materijal Ms ≥ 40 MN/m$^2$

## 9.5. OSNOVNI ZAHTJEVI KVALITETE MATERIJALA

Za radove prilikom izvođenja dimenzioniranih kolničkih konstrukcija, daju se slijedeći osnovni zahtjevi kvalitete materijala i radova.

### 9.5.1. POSTELJICA

Dimenzionirane kolničke konstrukcije biti će izvedene na posteljici (završni sloj nasipa) debljine do 20 cm) izrađenoj od kamenog materijala.

U kamene materijale spadaju materijali dobiveni iskopom pomoću miniranja, kamene drobine i šljunci (materijali iskopne kategorije A i dio materijala iskopne kategorije C).

Radovi na uređenju posteljice u usjeku podrazumijevaju poravnanje preostalih vrhova stijena, nasipavanje i razastiranje izravnavajućeg sloja od čistog sitnijeg kamenog materijala, planiranje, kvašenje i zbijanje do tražene zbijenosti.

Kod nasipa od kamenog ili miješanog materijala završni sloj treba izravnati sitnijim kamenim materijalom.

Prije nasipanja materijala za izravnavajući sloj treba provjeriti njegovu kvalitetu.

Materijal za izradu posteljice od kamenih materijala treba zadovoljiti uvjete:

- koeficijent nejednakosti U = d60 / d10 mora biti veći od 9
- maksimalna veličina zrna je 60 mm (10% zrna do 70 mm).

Radovi na izradi posteljice ne smiju se obavljati kada je tlo smrznuto, odnosno kada na trasi ima snijega i leda.

Kriteriji za ocjenu kvalitete posteljice od kamenih materijala jesu ovi:

- stupanj zbijenosti prema standardnom Proctorovu postupku Sz ≥ 100%,
- modul stišljivosti mjeren kružnom pločom Ø 30 cm $M_s$ ≥40 MN/$m^2$ .

### 9.5.2. NOSIVI SLOJ OD MEHANIČKI ZBIJENOG ZRNATOG KAMENOG MATERIJALA

Za izradu ovog sloja mogu se primijeniti:

- prirodni šljunak,
- drobljeni kameni materijal,
- mješavina prirodnog šljunka i drobljenog kamenog materijala.

U konkretnom slučaju za kolničku konstrukciju odabran je nosivi sloj od zbijenog drobljenog kamenog materijala, debljine 15 cm iznad postojeće kolničke konstrukcije odnosno 25 cm u dijelu profila nove trase izvan postojeće stare kolničke konstrukcije.

Primijenjeni materijali moraju zadovoljiti određene uvjete u pogledu:

- fizičko-mehaničkih i mineraloško-petrografskih svojstava zrna,
- granulometrijskog sastava ukupnog materijala,
- sadržaja organskih tvari i lakih čestica,
- nosivosti.

Zahtjevi u pogledu fizičko-mehaničkih svojstava su slijedeći:

| | |
|---|---|
| - oblik zrna, zrna nepovoljnog oblika (3:1) | max 40%, |
| - upijanje vode (HRN B.B8.031) | max 1,6 % (mm) |
| - otpornost na habanje po metodi Los Angeles | max 45 % (m/m) |

Granulometrijska krivulja mora se nalaziti u propisanim granicama s tim da najveće zrno ne smije biti veće od 63 mm, a moraju biti zadovoljene i odgovarajuće odredbe iz „Općih tehničkih uvjeta za radove na cestama“ 2001god.

Osim toga upotrijebljeni materijali moraju zadovoljiti i granulometrijske uvjete:

- udio zrnja manjih od 0,02 mm ne smije biti veći od 3 %,
- stupanj nejednakosti U=d60 / d10 mora se kretati u granicama, odnosno U = 15-50 (za drobljeni kameni materijal).

Nosivost materijala ocjenjuje se laboratorijski kalifornijskim indeksom nosivosti CBR i mora iznositi min 80 % za drobljene kamene materijale.

Upotrijebljeni materijali ne smiju sadržavati više od 2% organskih i lakih čestica.

Završni nosivi sloj od nevezanog zrnatog kamenog materijala mora zadovoljiti sve zahtjeve propisane u projektu.

Modul stišljivosti mjeren čeličnom kružnom pločom promjera 30 cm mora iznositi za završni sloj od drobljenog kamenog materijala Ms $\geq$ 100 MN/m$^2$. Pri tome stupanj zbijenosti u odnosu na modificirani

Proctorov pokus mora iznositi min.100%.

Ravnost mjerena letvom duljine 4 m smije odstupati najviše za 2 cm.

### 9.5.3. NOSIVI SLOJ OD BITUMENIZIRANOG DROBLJENOG KAMENOG MATERIJALA (BNS)

Nosivi sloj od bitumeniziranog drobljenog kamenog materijala projektiran je u debljini od 5 cm.

Kvalitete materijala i radova za ovaj sloj treba biti u skladu sa standardom HRN U.E9.021. i „Općim tehničkim uvjetima za radove na cestama“. Predviđena je asfaltna mješavina 22 sA.

Mješavine moraju biti takovog granulometrijskog sastava da krivulje prosijavanja leže u graničnom području danom u „Općim tehničkim uvjetima za radove na cestama“. Mora se upotrijebiti kameno brašno KB I, a prema standardu HRN B.B3.045.

Pijesak mora biti drobljeni kameni materijal u svemu prema standardu HRN B.B3.010.

Kao vezivo mora se primijeniti tip bitumena BIT 60. Bitumen mora u svemu odgovarati standardu HRN U.M3.010.

| SVOJSTVA | ZAHTJEV |
|---|---|
| stabilitet prema Marshallu kod 60 st. C(min kN) | 4 |
| Modul ukočenosti kod 60 st.C (min. kN/mm) | 1,5 |
| Udio šupljina (vol %) | 3 - 8 |
| Ispunjenost šupljina u kamenoj smjesi bitumenom (vol%) | 55 - 77 |

*Tablica 9.3. Mehanička svojstva asfaltne mješavine*

Svojstva ugrađenog nosivog sloja moraju odgovarati slijedećim zahtjevima:

- udio šupljina 2 - 11 vol %
- stupanj relativne zbijenosti min 97 %
- povezanost slojeva min 1,0 N/mm2

Ravnost površine ugrađenog sloja mjeri se letvom duljine 3,0m ili drugim odgovarajućim instrumentom ili aparatom, a dopušteno je odstupanje najviše 12,0mm (lako prometno opterećenje), (IRI 3).

Dopušteno visinsko odstupanje planuma izvedenog sloja iznosi +/- 20 % od projektirane visine.

Poprečni pad izvedenog sloja može odstupati od projektiranog poprečnog pada za pojedini profil najviše +/- 0,4 % aps.

### 9.5.4. HABAJUĆI SLOJ OD ASFALTBETONA (HS-AB)

Habajući sloj od asfaltbetona (HS-AB) projektiran je debljine 3 cm, kao AB 11E.

**UVJETI KAKVOĆE SASTAVNIH MATERIJALA ZA HABAJUĆI SLOJ (HS-AB)**

Kamena sitnež mora zadovoljavati uvjete kakvoće dane u potpoglavlju 6-00.2.2.OTU-a.

Prirodni i drobljeni pijesak mora zadovoljavati uvjete kakvoće dane u potpoglavlju 6-00.2.4.OTU-a

Kameno brašno mora zadovoljavati uvjete kakvoće dane u potpoglavlju 6-00.2.5. OTU-a.

Prilikom izbora vrste bitumena mora se voditi računa o vrsti i namjeni asfaltne mješavine, te o klimatskim zonama prema normi HRN U.J5.600.

Kao vezivo upotrebljavaju se cestograđevni bitumen BIT 60 kakvoće prema normi HRN U.M3.010.

Cestograđevni bitumen mora zadovoljavati uvjete kakvoće dane u potpoglavlju 6-00.2.6.OTU-a

**UVJETI KAKVOĆE HABAJUĆEG SLOJA (HS-AB) - Sastav asfaltne mješavine**

Granično područje granulometrijskog sastava kamene smjese za HS-AB prema tablici 6-03-5 OTU-a.

Orijentacijski udio bitumena u asfaltnoj mješavini za HS-AB 11E iznosi 5,4 do 6,5 % (m/m).

Fizičko - mehanička svojstva asfaltne mješavine za HS-AB u ovisnosti prometnog opterećenja.

| SVOJSTVO | LAKO PROMETNO OPTEREĆENJE |
|---|---|
| Stabilnost kod 60 °C najmanje, kN | 7,0 |
| Odnos stabilnosti i deformacije kod 60 °C najmanje, kN/mm | 1,8 |
| Udio šupljina, %(*V/V*) | 2 - 4 |
| Ispunjenost šupljina kamene smjese bitumenom, % | 75 - 88 |

*Tablica 9.4. Sastav mješavine za lako prometno opterećenje*

Udio šupljina, stupanj zbijenosti, debljina i povezanost izvedenog HS-AB u ovisnosti o grupi prometnog opterećenja.

| SVOJSTVO | LAKO PROMETNOG OPTEREĆENJA |
|---|---|
| Udio šupljina, %(*V/V*) | 2 – 6 |
| Stupanj zbijenosti, % | 97 |
| DEBLJINA SLOJA * | |
| -pojedinačno, najviše, % | 15 OD PROJEKTIRANE |
| -srednja vrijednost, najviše, % | 5 OD PROJEKTIRANE |
| Povezanost slojeva, najmanje, $N/mm^2$ | 1,0 (1,5) ** |

*Tablica 9.5. Sastav mješavine za lako prometno opterećenje prema debljini sloja*

* U račun srednje debljine ne mogu se uzeti debljine veće od 20 % projektirane debljine.

** U slučaju kad je podloga poprskana polimernom bitumenskom emulzijom

Ravnost, visina, poprečni pad i horizontalni položaj izvedenog HS-AB u ovisnosti o grupi prometnog opterećenja

| SVOJSTVO | SREDNJE PROMETNO OPTEREĆENJE |
|---|---|
| Ravnost sloja:<br>- IRI(100) , najviše, m/km | 2.5 |
| - mjerna letva 3 m, najviše, mm | 7 |
| Visina sloja:<br>dopušteno visinsko odstupanje sloja od projektiranog visinskog položaja, najviše % | +/- 10 |
| Poprečni pad sloja:<br>dopušteno odstupanje od projektiranog poprečnog pada (svaki profil), najviše, %(aps.) | +/- 0,4 |
| Položaj sloja:<br>dopušteno odstupanje (horizontalni položaj lijevog i desnog ruba) od projektiranog visinskog položaja, najviše, mm | +/- 50 |

*Tablica 9.6. Sastav mješavine za lako prometno opterećenje*

# 10. PLATEIA

## 10.1. OPĆENITO O PROGRAMU

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 nacrta 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 vode s prometnica.

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

Bazira se na konceptu „Projekt u jednom crtežu" koji omogućuje učinkovitu obradu poprečnih profila.

Plateia radi s programom AutoCAD Civil 3D, povezana je s njegovim digitalnim modelom terena, a geometrija prometnica prenosiva je u oba smjera.

Prednosti programa:

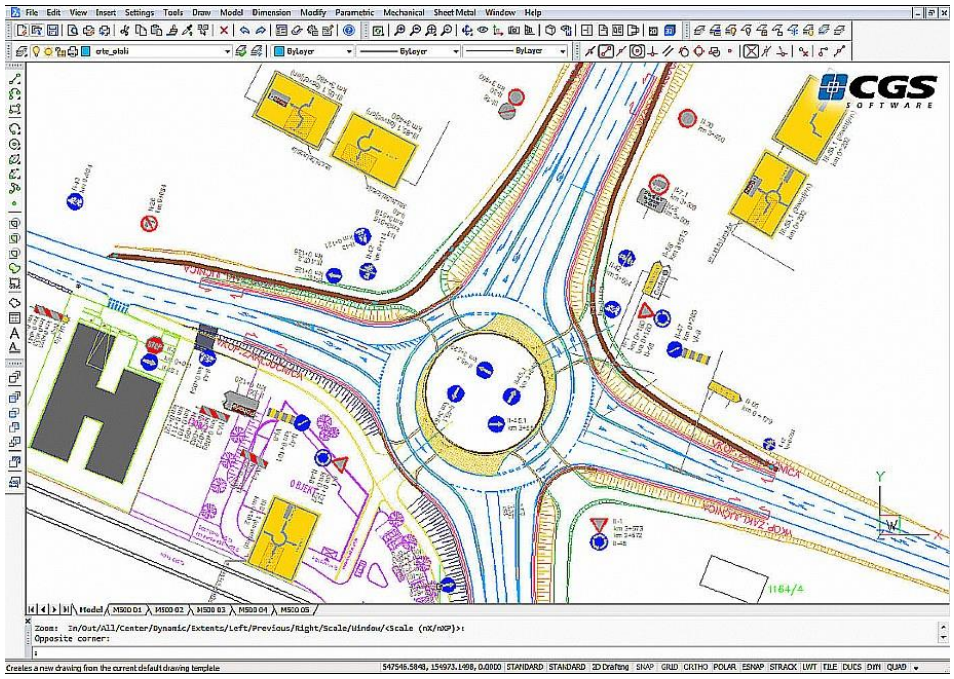
- Uključeni razni standardi za projektiranje prometnica (kategorija prometnica, projektirana brzina, granične vrijednosti parametara projektiranja, proračun poprečnih nagiba i proširenja, uključene zbirke vertikalne i horizontalne prometne signalizacije prilagođene pojedinim državama)
- Potpuna integracija u CAD sustav (iskorištava funkcionalnost programa AutoCAD Civil 3D, radi se na postojećem AutoCAD crtežu, projekt se po potrebi može naknadno dorađivati čistim AutoCAD- om)

- Povećana brzina i pouzdanost (ubrzane dugotrajne i ponavljajuće operacije, brz i siguran prijenos

podataka između situacije, uzdužnih i poprečnih profila, mogućnost obrade trasa dužih od 100 km)

- Jedan program za sve faze projektiranja (započinje s unosom geodetskih podataka, rasterskih podloga i sl., ide kroz sve faze projektiranja i izrade tehničke dokumentacije, projektiranje raskrižja i kružnih tokova, omogućuje izradu raznih analiza, završava s efikasnom pripremom nacrta za ispis ili izradu 3D modela za BIM.

## 10.2. MODUL SITUACIJA

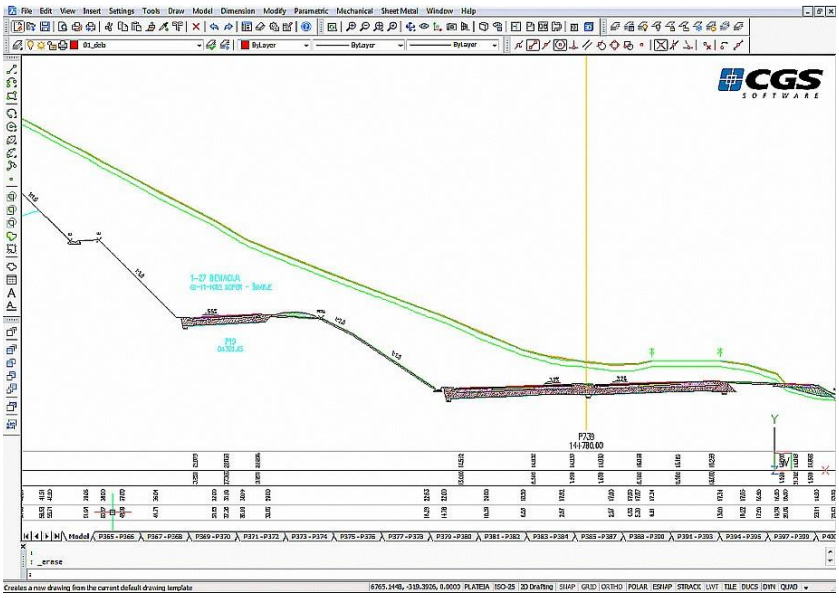



*Slika 10.1. Modul situacija*

Modul situacija sadrži ukaze za obradu ulaznih podataka i crtanje u situaciji:
Digitalni model terena sposoban za obradu nekoliko milijuna točaka, manipulacija geodetskih točaka i spojnica, ubacivanje i uređivanje topografskih simbola, upravljanje raster kartama, šrafiranje ili bojanje pokosa, 2D-3D konverzija, izračuni i interpolacije, alati za kotiranje i obradu nacrta situacije, alati za izradu nacrta situacije

## 10.3. MODUL OSI

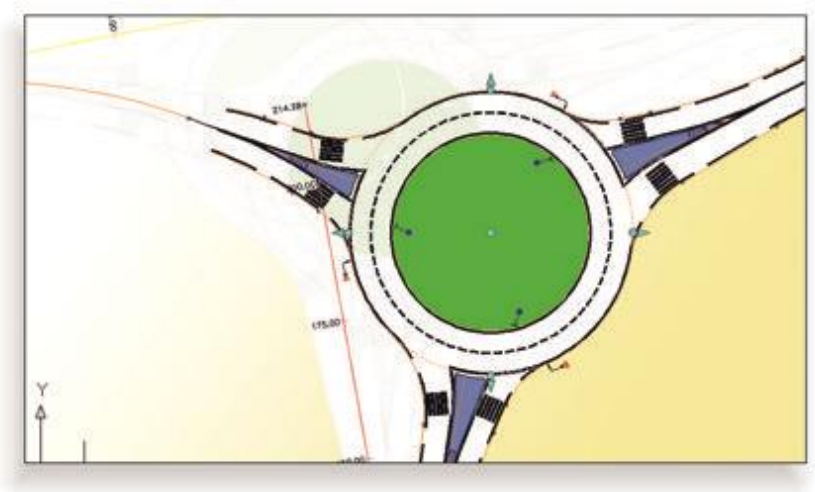
Modul osi upotrebljava se za odabir optimalnog horizontalnog toka trase. Na raspolaganju su korisni alati za upravljanje elementima horizontalne trase ceste kao na primjer projektiranje i uređivanje uzdužne osi prometnice pomoću tri različite metode, i mogućnost kombinacije metoda, postavljanje uzdužne osi na osnovu snimljenih točaka metodom najbolje prilagodbe koja automatski kreira tangente, prijelaznice i kružne krivine, kreiranje poprečnih presjeka na više načina, automatsko označavanje elemenata osi, projiciranje presjeka na 3D plohe, prijenos točaka iz presjeka u situaciju (2D ili 3D), razni alati za uređivanje elemenata horizontalne trase dionice, horizontalna analiza preglednosti, podržane su razne vrste krivulja kao npr. klotoida, kubna parabola, Hoferova pomaknuta kubna parabola i dr., slobodni i plivajući glavni elementi, fiksni glavni elementi, tangentni poligon, crtanje paralelne pruge, crtanje osi Best-fit metodom, pretvorba polilinija u osi, mogućnost zadavanja različitih računskih brzina duž osi, kontrola stacionaža, mogućnost zadavanja smjera rasta ili pada, crtanje, uređivanje i označavanje poprečnih osi, korespodentne poprečne osi (podrška za više osi), zadavanje visina terena iz DMT ili točaka, projiciranje linija i točaka uzduž osi u uzdužnim i poprečnim profilima.




*Slika 10.2. Modul osi*

## 10.4. MODUL UZDUŽNI PROFILI

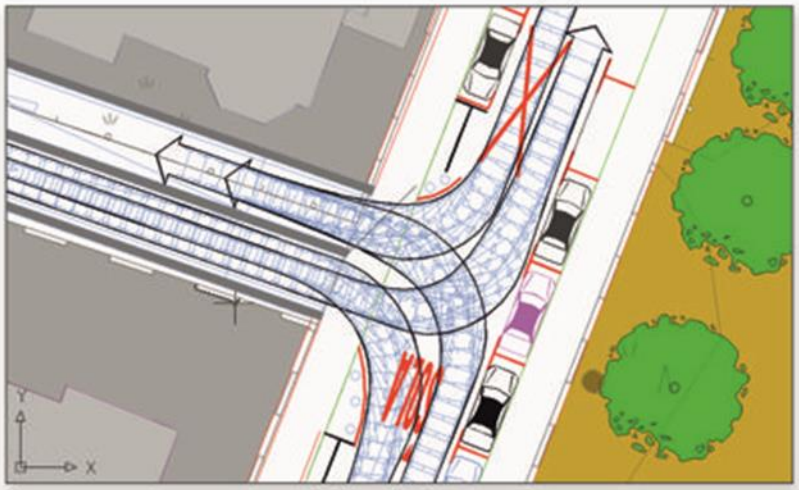
Modul sadrži alate za projektiranje i uređivanje nivelete, poprečnih nagiba, nadvišenja i sl., te alate za razne analize vertikalnih elemenata prometnice. projektiranje vertikalne geometrije prometnice, proračun i uređivanje nadvišenja, analiza vertikalne preglednosti, crtanje linije masa, proizvoljne rubrike u tablici uzdužnog profila, nekoliko alata za crtanje geometrijskih elemenata, kota itd., priprema za ispis uzdužnog profila, podržane kružne i parabolične zakrivljenosti nivelete, crtanje tangenti, pretvorba polilinije u tangentu, podržan unos više terena, projicirani uzdužni profili, crtanje raskrižja (projektiranje križanja u razini, priključci i dr.)



*Slika 10.3. Modul uzdužni profili*

## 10.5. MODUL POPREČNI PROFILI

Ovaj modul sadrži alate za crtanje, uređivanje i analizu poprečnih profila. Neke od katakteristika su još i ispis postojećeg terena i presjeka prometnice, jednostavno crtanje poprečnih profila sa raznovrsnim elementima poprečnih profila, uređivanje, označavanje i kotiranje poprečnih profila, alati za definiranje, uređivanje i korištenje karakterističnih poprečnih profila, proračun količina, nekoliko alata za pomoć pri crtanju, priprema za ispis poprečnih profila, mogućnost crtanja i uređivanja više poprečnih profila istovremeno, prikaz više pruga unutar profila, automatski ili korisnički definiran izgled kolosjeka, naredbe za označavanje i proračun količina, podržan unos blokova i pretvorba korisničkih elemenata.



*Slika 10.4. Modul poprečni profili*

## 10.6. MODUL PROMETNA OPREMA

Modul prometna oprema je modul koji proširuje projektantove mogućnosti kreiranja i analiziranja nudeći mu alate za prometnu signalizaciju, projektiranje raskrižja, vozne krivulje…

Alat Autopath za horizontalne i vertikalne vozno dinamičke krivulje, crtanje i uređivanje prometnih znakova, te izrada izvještaja iz njih, crtanje horizontalne signalizacije (zebra, linijske oznake, iscrtani otoci itd.) , prikaz horizontalne i vertikalne prometne signalizacije u 3D pogledu radi izrade efektivnije vizualizacije, projektiranje razdjelnih otoka, kompletno projektiranje kružnih raskrižja, autobusna stajališta, zaobljenja u raskrižju.

*Slika 10.5. Modul prometna oprema*

# 11. ZAKLJUČAK

U današnje vrijeme prometnice imaju veliku ulogu u našoj svakodnevnici pa je zato bitno graditi nove ali i održavati postojeće. Izradnjom i rekonstrukcijom omogućava se nesmetano odvijanje prometa, brži transport robe, povećanje sigurnosti na prometnicama, a pridonosi se i boljem razvitku gradova, država i regije.

Samo projektiranje je vrlo bitno za prometnice jer dolazi do novih izgradnji ali i rekonstrukcija starih i dotrajalih cesta. Tehnika izvedbe i građevinski materijal za izvođenje prometnice trebaju biti kvalitetni i odgovatati posebnim propisima zbog svakodnevnog korištenja i sve većeg trošenja od motornih vozila. Projektiranje prometnica u programu „Plateia“ pojednostavljuje dosadašnji način projektiranja na papiru. Skraćuje se vrijeme projektiranja te su odlasci na teren, prikupljaniji i analiza podataka svedeni na minimum. Unatoč tehnologiji, projektant mora imati znanje ne samo teorijsko o cestama, već i poznavati zakonske regulative i norme koje se odnose na prometnice. Poznavanje principa rada u jednom takvom programskom paketu je neophodno za dobro razumijevanje njegovih mogućnosti i sposobnosti. Zbog toga je u radu prvo obrazložen teoretski dio u kojem su objašnjene osnove projektiranja te parametri projektiranja, a nakon teoretskog razrađen je projekt rekonstrukciju prometnice – ulice Široke ledine sa prilozima.

U tehničkom dijelu ovog završnog rada prikazan je tok i način projektiranja rekonstrukcije prometnice počevši od opisa lokacije i opisa planiranog zahvata, određene su građevinsko prometne karakteristike i rješavanje odvodnje, a dani je i osvrt na krajobrazno uređenje nakon izvedbe građevinskih radova. U radu je prikazano dimenzioniranje kolničke konstrukcije, određivanje prometnog opterećenja, sastav i dimenzioniranje nosivog sloja i uređenje posteljice.

Za funkcionalno korištenje prometnica, njihovu postojanost i visoku sigurnost prometa na cestama najvažnije je njihovo projektiranje, odmah za tim kvalitetna izvedba sukladno projektu, ali i njihovo redovno održavanje.

*U Varaždinu,14. studenog 2017.godine*

Sveučilište
Sjever

SVEUČILIŠTE
SJEVER

**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, DOMAGOJ KNEŽEVIĆ *(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 ŠIROKE LEĐINE U TRNOVCU BARTOLOVEČKOM *(upisati naslov)* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
*(upisati ime i prezime)*

Knežević
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnost 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, DOMAGOJ KNEŽEVIĆ *(ime i prezime)* neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom PROJEKT REKONSTRUKCIJE PROMETNICE ŠIROKE LEĐINE U TRNOVCU BARTOLOVEČKOM *(upisati naslov)* čiji sam autor/ica.

Student/ica:
*(upisati ime i prezime)*

Knežević
(vlastoručni potpis)

# 12. LITERATURA

1. UOIG – Božo Soldo - Projekt ″Rekonstrukcija ceste – ulica Široke ledine″

2. Doc.dr.sc. Milan Rezo, dipl.ing.geod. – predavanja iz kolegija Prometnice

3. Korlaet Željko - ″Uvod u projektiranje i građenje cesta″, Zagreb, 1995.

4. Ivan Legac - ″Cestovne prometnice i javne ceste″, Zagreb, 2006.

5. M. Cindori Kovačević - ″ Odvodnja prometnica″

6. Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa″ RH - NN110/2001

7. Hrvatske ceste - ¨Opći tehnički uvjeti za radove na cestama″, Knjiga 1, 2, 3, 4, 5 i 6, Zagreb, 2001.

8. Vitković, V. - Prometnice, Vježbe, Geotehnički fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, Varaždin, 2014.

9. Trbljanić, M. - Prometnice, Vježbe, Geotehnički fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, Varaždin, 2014.

10. Hrvatski geološki institut- ″Rudarsko-geološka studija Varaždinske županije″, Zagreb, 2015.

11. Studio ARS- Korisnički priručnik PLATEIA 6.0.

# 13. POPIS SLIKA

Slika 2.1. WBS struktura Projekta „Široke Ledine“ ..... 3
Slika 4.1. Propusna moć ceste ..... 14
Slika 4.2. Minimalni radijusi ..... 16
Slika 4.3. Putanja vozila u zavoju ..... 16
Slika 4.4. Zaustavni put ..... 19
Slika 4.5. Otpor nagiba ..... 19
Slika 4.6. Duljina pretjecanja ..... 20
Slika 5.1. Elementi popračnog presjeka ceste ..... 21
Slika 5.2. Širina prometnog traka ..... 22
Slika 5.3. Širina rubnog traka ..... 23
Slika 5.4. Širina bankine ..... 24
Slika 5.5. Položaj berme u poprečnom profilu prometnice ..... 25
Slika 5.6. Položaj rigola ..... 25
Slika 5.7. Prikaz zaustavnog traka ..... 26
Slika 5.8. Dimenzije razdjelnih pojasa ..... 27
Slika 6.1. Linija ceste – kružni lukovi i prijelazne krivine ..... 28
Slika 6.2. Prikaz pravca ..... 29
Slika 6.3. Jednostrani nagib kolnika ..... 29
Slika 6.4. Dvostrani nagib kolnika ..... 30
Slika 6.5. Dvostrani nagib kolnika sa zaobljenjem ..... 30
Slika 6.6. Dvostrani parabolični nagib kolnika ..... 30
Slika 6.7. Kružni luk ..... 31
Slika 6.8. Stabilnost vozila u krivini ..... 32
Slika 6.9. Prijelazna krivina ..... 33
Slika 6.10. Djelovanje centrifugalne sile u prijelaznoj krivini ..... 34
Slika 6.11. Klotoida ..... 34
Slika 6.12. Promjena centrifugalne sile s promjenom dužine ..... 35
Slika 6.13. Primjena prijelaznice ..... 37
Slika 6.14. Položaj vozila u krivini ..... 39
Slika 6.15. Proširenje krivine ..... 39
Slika 6.16. Proširenje kolnika ..... 41
Slika 6.17. Lom nivelete s prikazima hrbta i uvale ..... 42
Slika 6.18. Vertikalna preglednost ..... 43

Slika 6.19. Elementi iskolčenja vertikalnih krivina ..... 44
Slika 6.20. Vrste vertikalnih zaobljenja ..... 45
Slika 6.21. Donji i gornji ustroj ceste ..... 46
Slika 7.1.Nasip ..... 47
Slika 7.2. Usjek ..... 48
Slika 7.3. Zasjek ..... 49
Slika 7.4. Vrste galerija ..... 49
Slika 7.5. Sastav kolničke konstrukcije ..... 50
Slika 8.1. Izvadak iz prostornog plana općine Trnovec Bartolovečki ..... 52
Slika 8.2. Geološka karta Trnovca i šireg područja ..... 56
Slika 10.1. Modul situacija ..... 79
Slika 10.2. Modul osi ..... 80
Slika 10.3. Modul uzdužni profili ..... 81
Slika 10.4. Modul poprečni profili ..... 82
Slika 10.5. Modul prometna oprema ..... 82

# 14. POPIS TABLICA

Tablica 3.1. Razredi ceste prema PGDP-u ..... 10
Tablica 3.2. Kategorizacija cesta ..... 10
Tablica 3.3. Podjela cesta prema konfiguraciji terena ..... 11
Tablica 3.4. Projektne brzine i najveći nagibi nivelete ..... 12
Tablica 5.1. Odnos projektirane brzine i širine prometnog traka ..... 22
Tablica 5.2. Širina rubnog traka u ovisnosti širine prometnog traka ..... 23
Tablica 5.3. Odnos širine prometnog traka i širine bankine ..... 24
Tablica 6.1. Ovisnost kružnog luka i poprečnog nagiba ..... 32
Tablica 6.2. Odnos – estetski zahtjevi ..... 36
Tablica 6.3. Maksimalne veličine nagiba prijelazne rampe ..... 36
Tablica 6.4. Ovisnost nagiba kolnika i projektirane brzine ..... 37
Tablica 6.5. Najmanji polumjeri konveksnog zaobljenja ..... 43
Tablica 8.1. Proračun srednjeg dnevnog ekvivalentnog prometnog opterećenja u početnoj godini eksploatacije (2009. god.) ..... 67
Tablica 9.1. Vlačna naprezanja prema Mulleru ..... 71
Tablica 9.2. Usporedba kritičnih naprezanja ..... 71
Tablica 9.3. Mehanička svojstva asfaltne mješavine ..... 75
Tablica 9.4. Sastav mješavine za lako prometno opterećenje ..... 76
Tablica 9.5. Sastav mješavine za lako prometno opterećenje prema debljini sloja ..... 77
Tablica 9.6. Sastav mješavine za lako prometno opterećenje ..... 77

# 15. PRILOZI

Prilog 1- Situacija trase ceste na katastarskom planu, M 1:500

Prilog 2- Situacijski nacrt- građevinski, M 1:500

Prilog 3- Uzdužni profil, M 1:500/50

Prilog 4- Normalni poprečni profili, 1:50

Prilog 5- Poprečni profili, M1 :100

Prilog 6- Detalj slivnika, M 1:10

Prilog 7- Detalj uspravnog i polegnutog rubnjaka 15/25/80, M 1:10

Prilog 8- Detalj rubnjaka 8/20/50, M 1:10

## 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
- Katastarski plan

| IZMJENA: | OPIS: | DATUM: | POTPIS: |
|---|---|---|---|
| | | | |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRADEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Široke Ledine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC 25079 (0+000,00)
do Bartolovečke ulice spoj na ŽC 2053 (0+773,81)

NACRT:

**SITUACIJA TRASE CESTE**

**NA NEHOMOGENIZIRANOM KATASTARSKOM PLANU**

| | |
|---|---|
| VRSTA PROJEKTA: | **GRADEVINSKI PROJEKT** |
| RAZINA OBRADE: | **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT** |

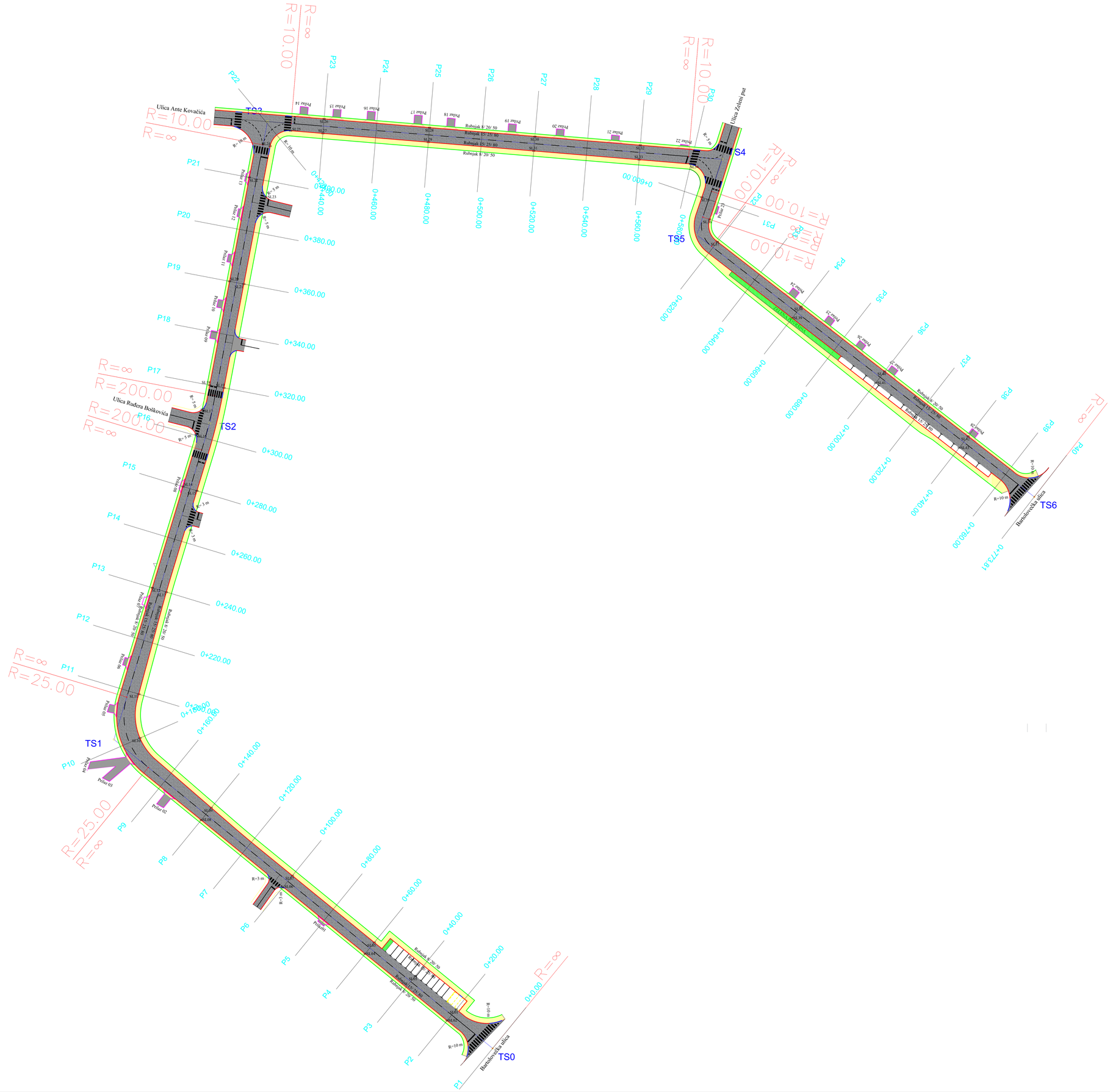
PROJEKTANT:

**Domagoj Knežević**

SURADNICI:

**Doc.dr. sc. Milan Rezo, dipl. ing. geod.**

| | |
|---|---|
| MJERILO: | **M 1 : 500** |
| BR. TEH. DNEVNIKA: | |
| KNJIGA: | |
| BROJ PRILOGA: | **1** |
| 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
- Katastarski plan

| IZMJENA: | OPIS: | DATUM: | POTPIS: |
|---|---|---|---|
| | | | |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRAĐEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Široke Ledine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC 25079 (0+000.00)
do Bartolovečke ulice spoj na ŽC 2053 (0+773.81)

NACRT:

**SITUACIJSKI NACRT- GRAĐEVINSKI**

| | |
|---|---|
| VRSTA PROJEKTA: | GRAĐEVINSKI PROJEKT |
| RAZINA OBRADE: | GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT |

PROJEKTANT:

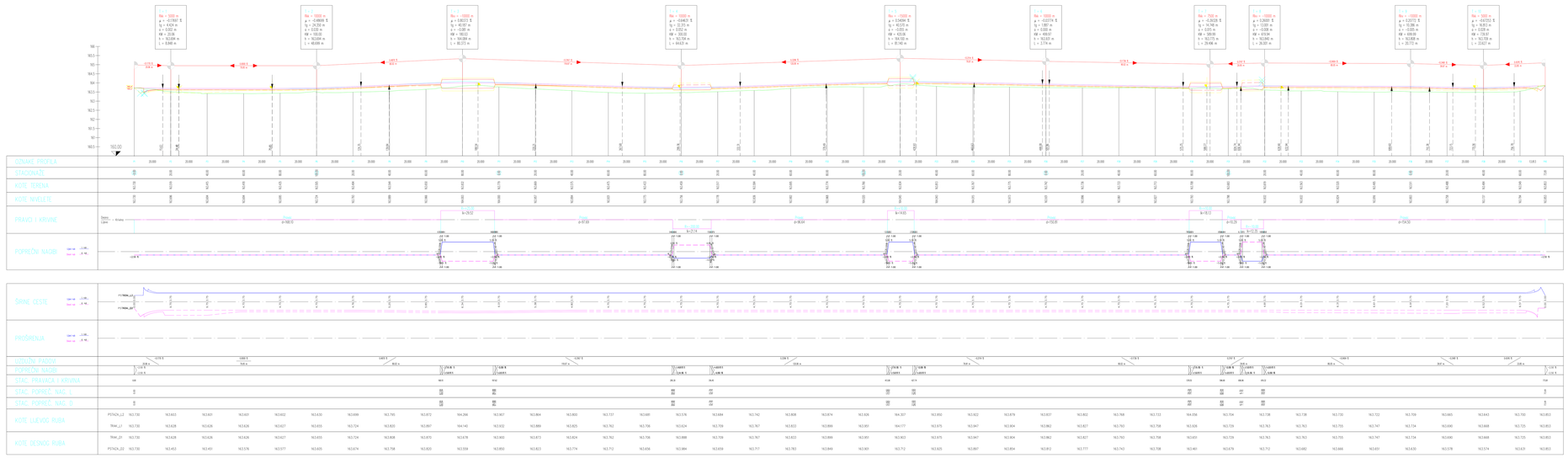
**Domagoj Knežević**

SURADNICI:

**Doc.dr. sc. Milan Rezo, dipl. ing. geod.**

| | |
|---|---|
| MJERILO: | M 1 : 500 |
| BR. TEH. DNEVNIKA: | |
| KNJIGA: | |
| BROJ PRILOGA: | 2 |
| DATUM: | RUJAN, 2017. |

PROFIL-1: OS_0
MJERILO 1:500/50




| | |
|---|---|
| OZNAKA | OPIS |
| DATUM | DATUM |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRAĐEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Šrake Ladine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC20079 (k=000.00)
do Bartolovečke ulice spoja na ŽC 2063 (k=773.81)

NACRT:

**UZDUŽNI PROFIL M = 500/50**

VRSTA PROJEKTA: **GRAĐEVINSKI PROJEKT**

RAZINA OBRAĐE: **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT**

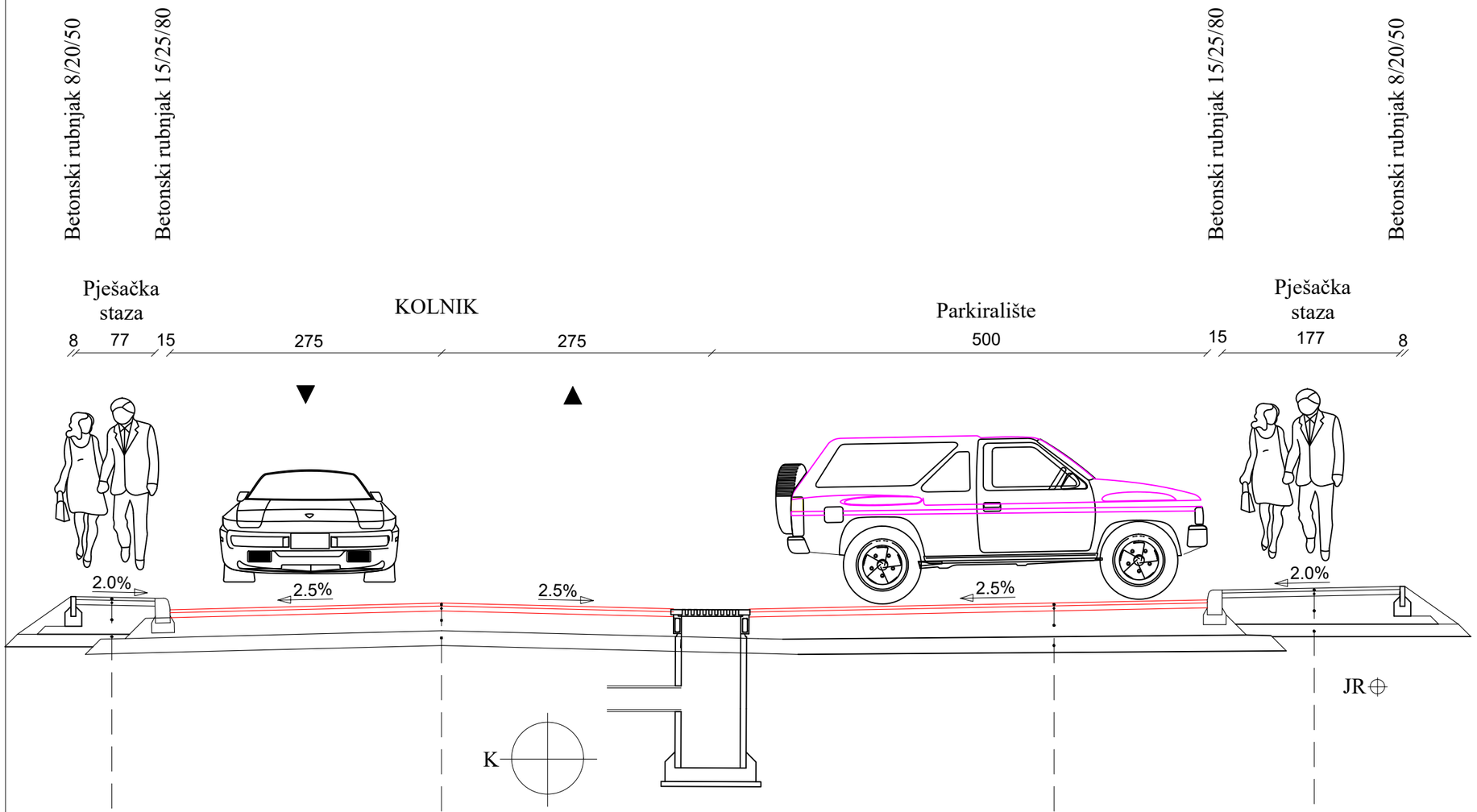
PROJEKTANT:

**Domagoj Kvaternik**

SURADNIK:

**Doc.dr. sc. Witor Rosa, dipl. ing. geod.**

MJERILO: **M 1 : 500/50**
BR. TEH. DNEVNIKA:
BR.LIST:
BROJ PRILOGA: **2**
DATUM: **RUJAN, 2017.**




HABAJUĆI SLOJ - ASFALTBETON AB11E, d = 3 cm

NOSIVI LOJ ASFALTA OD BNS32s, d = 5 cm

DONJI NOSIVI SLOJ OD DROBLJENOG KAMENOG AGREGATA, d = 20 cm

DONJI NOSIVI SLOJ OD ZRNATOG KAMENOG MATERIJALA ($\frac{0}{63}$ mm), d = 15- 35 cm

| IZMJENA: | OPIS: | DATUM: | POTPIS: |
|---|---|---|---|
| | | | |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRAĐEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Široke Ledine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC 25079 (0+000,00)
do Bartolovečke ulice spoj na ŽC 2053 (0+773,81)

NACRT:

**NORMALNI POPREČNI PROFIL A - A**

| | |
|---|---|
| VRSTA PROJEKTA: | **GRAĐEVINSKI PROJEKT** |
| RAZINA OBRADE: | **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT** |

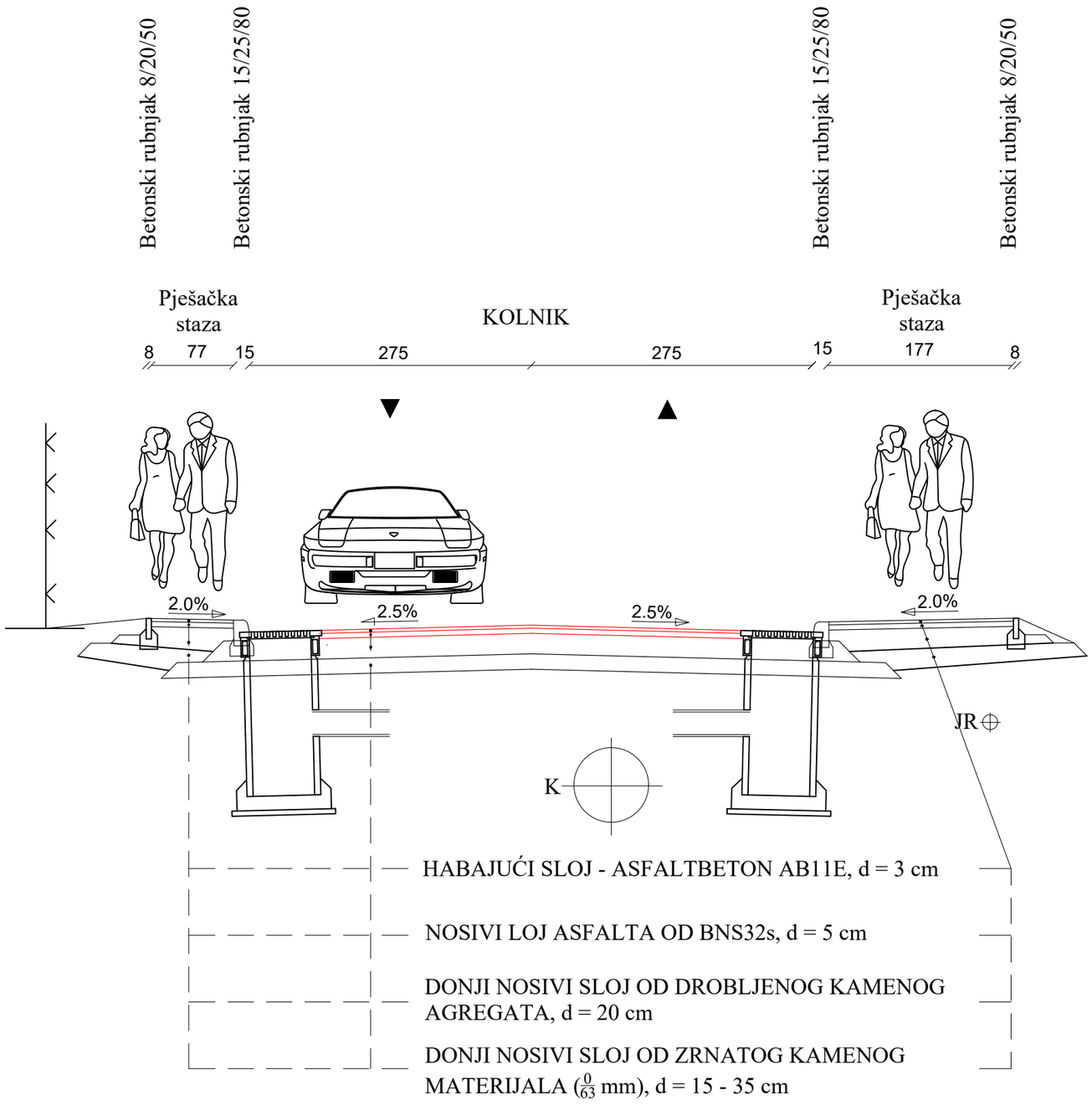
PROJEKTANT:

**Domagoj Knežević**

SURADNICI:

**Doc. dr. sc. Milan Rezo, dipl. ing. geod.**

| | |
|---|---|
| MJERILO: | **M 1 : 50** |
| BR. TEH. DNEVNIKA: | |
| KNJIGA: | |
| BROJ PRILOGA: | **4-1** |
| DATUM: | **RUJAN, 2017.** |




| IZMJENA: | OPIS: | DATUM: | POTPIS: |
|---|---|---|---|
| | | | |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRAĐEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Široke Ledine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC 25079 (0+000,00)
do Bartolovečke ulice spoj na ŽC 2053 (0+773,81)

NACRT:

**NORMALNI POPREČNI PROFIL B - B**

| | |
|---|---|
| VRSTA PROJEKTA: | **GRAĐEVINSKI PROJEKT** |
| RAZINA OBRADE: | **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT** |

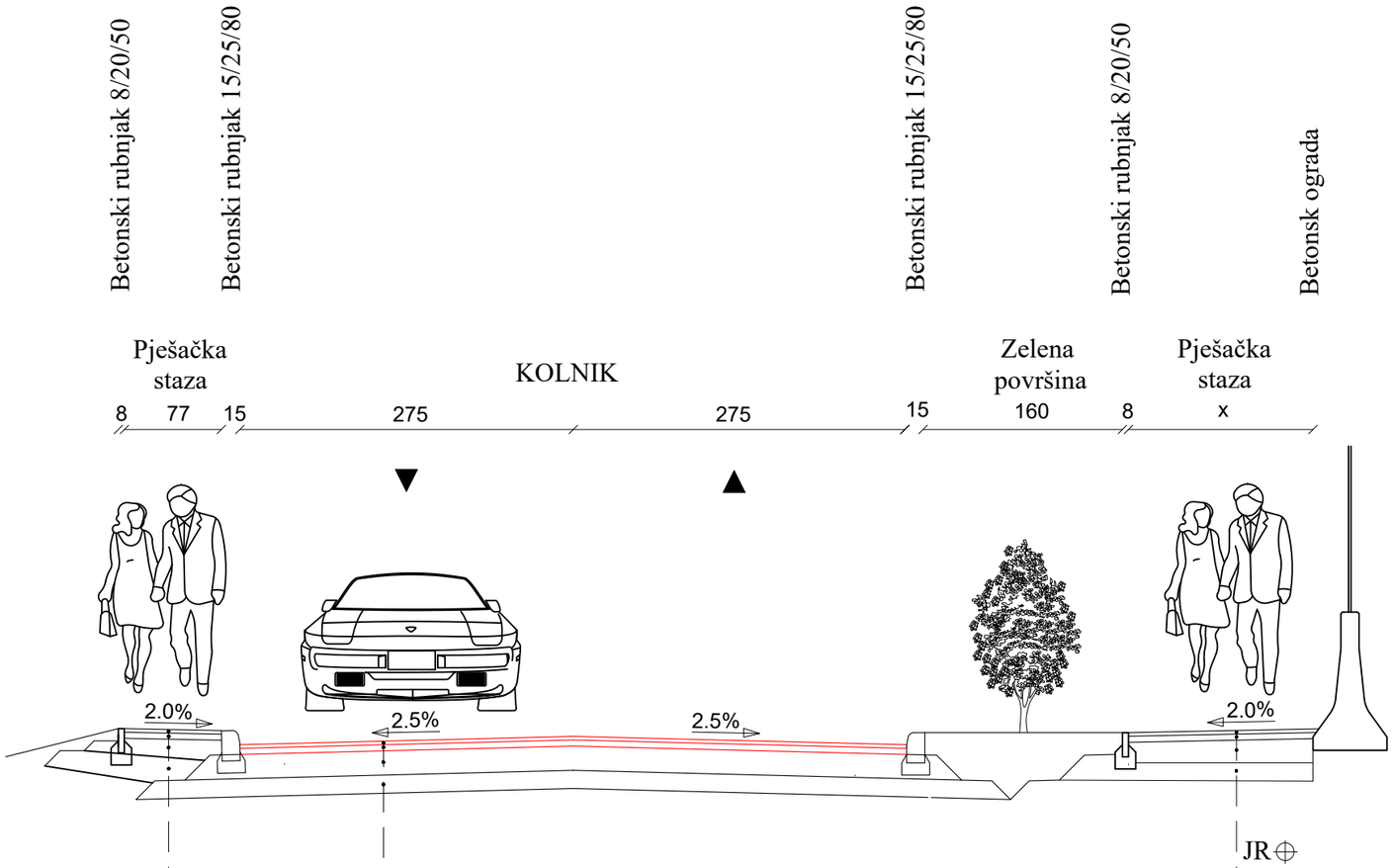
PROJEKTANT:

**Domagoj Knežević**

SURADNICI:

**Doc. dr. sc. Milan Rezo, dipl. ing. geod.**

| | |
|---|---|
| MJERILO: | **M 1 : 50** |
| BR. TEH. DNEVNIKA: | |
| KNJIGA: | |
| BROJ PRILOGA: | **4-2** |
| DATUM: | **RUJAN, 2017.** |




HABAJUĆI SLOJ - ASFALTBETON AB11E, d = 3 cm

NOSIVI LOJ ASFALTA OD BNS32s, d = 5 cm

DONJI NOSIVI SLOJ OD DROBLJENOG KAMENOG AGREGATA, d = 20 cm

DONJI NOSIVI SLOJ OD ZRNATOG KAMENOG MATERIJALA ($\frac{0}{63}$ mm), d = 15 - 35 cm

| IZMJENA: | OPIS: | DATUM: | POTPIS: |
|---|---|---|---|
| | | | |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRAĐEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Široke Ledine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC 25079 (0+000,00)
do Bartolovečke ulice spoj na ŽC 2053 (0+773,81)

NACRT:

**NORMALNI POPREČNI PROFIL C - C**

| | |
|---|---|
| VRSTA PROJEKTA: | **GRAĐEVINSKI PROJEKT** |
| RAZINA OBRADE: | **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT** |

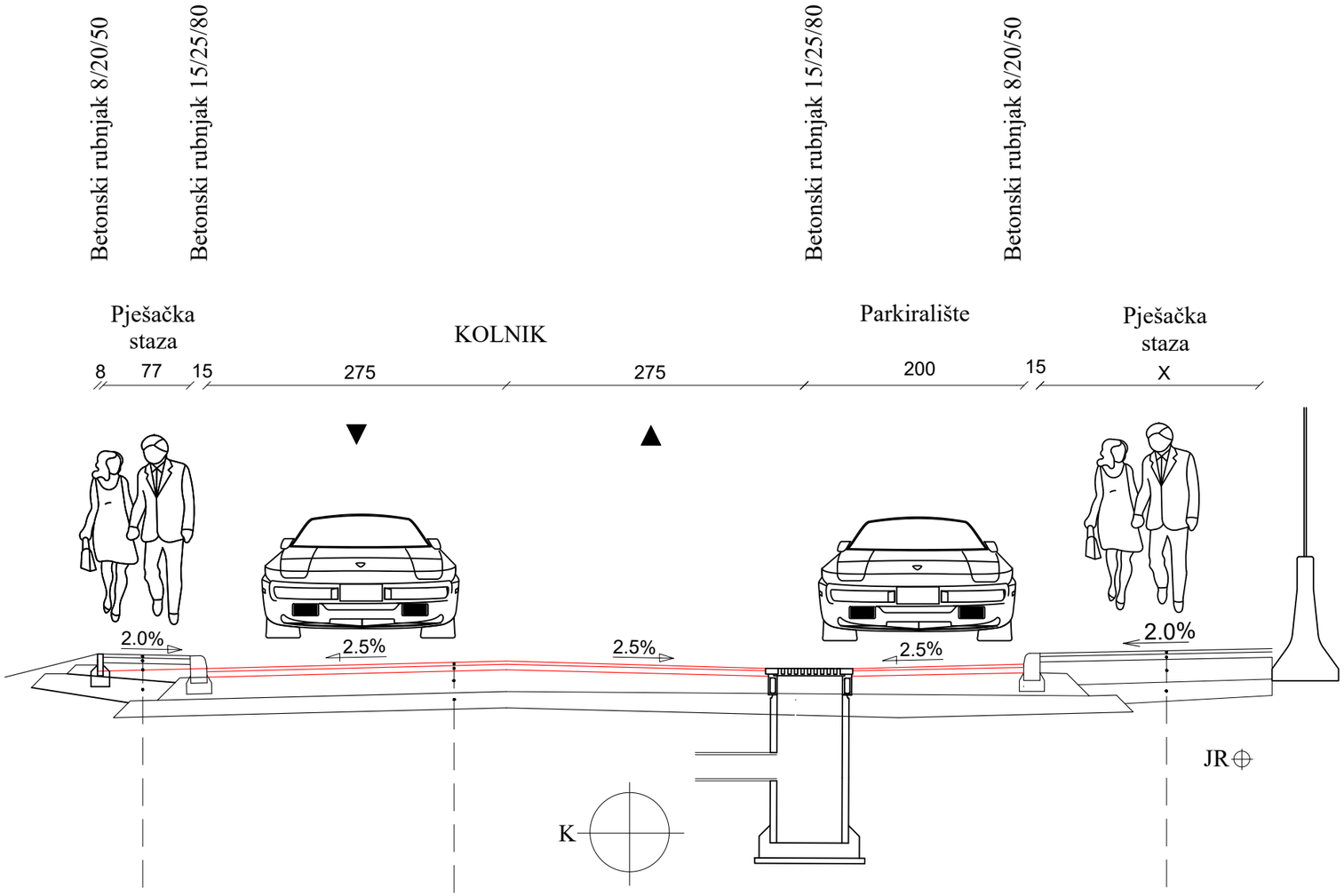
PROJEKTANT:

**Domagoj Knežević**

SURADNICI:

**Doc. dr. sc. Milan Rezo, dipl. ing. geod.**

| | |
|---|---|
| MJERILO: | **M 1 : 50** |
| BR. TEH. DNEVNIKA: | |
| KNJIGA: | |
| BROJ PRILOGA: | **4-3** |
| DATUM: | **RUJAN, 2017.** |




HABAJUĆI SLOJ - ASFALTBETON AB11E, d = 3 cm

NOSIVI LOJ ASFALTA OD BNS32s, d = 5 cm

DONJI NOSIVI SLOJ OD DROBLJENOG KAMENOG AGREGATA, d = 20 cm

DONJI NOSIVI SLOJ OD ZRNATOG KAMENOG MATERIJALA ($\frac{0}{63}$ mm), d = 15 - 35 cm

| IZMJENA: | OPIS: | DATUM: | POTPIS: |
|---|---|---|---|
| | | | |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRAĐEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Široke Ledine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC 25079 (0+000,00)
do Bartolovečke ulice spoj na ŽC 2053 (0+773,81)

NACRT:

**NORMALNI POPREČNI PROFIL D - D**

| | |
|---|---|
| VRSTA PROJEKTA: | **GRAĐEVINSKI PROJEKT** |
| RAZINA OBRADE: | **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT** |

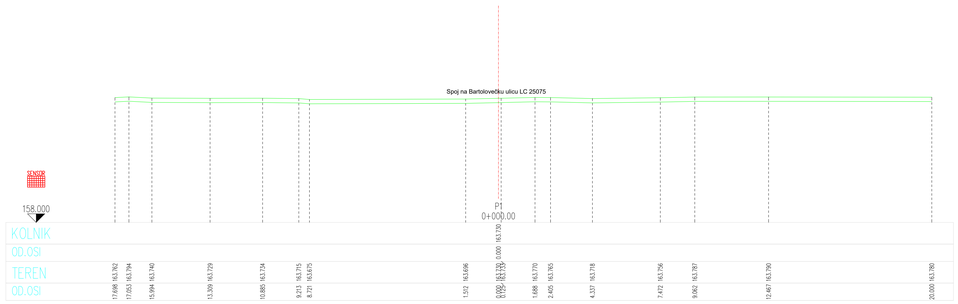
PROJEKTANT:

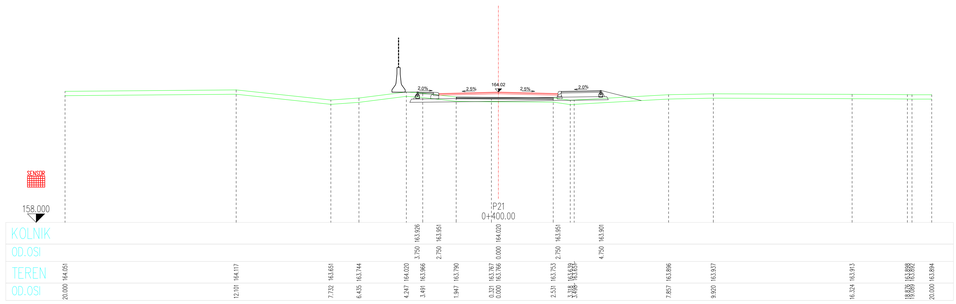
**Domagoj Knežević**

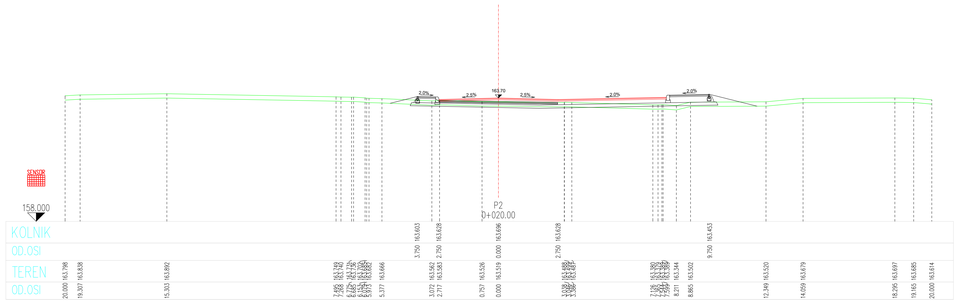
SURADNICI:

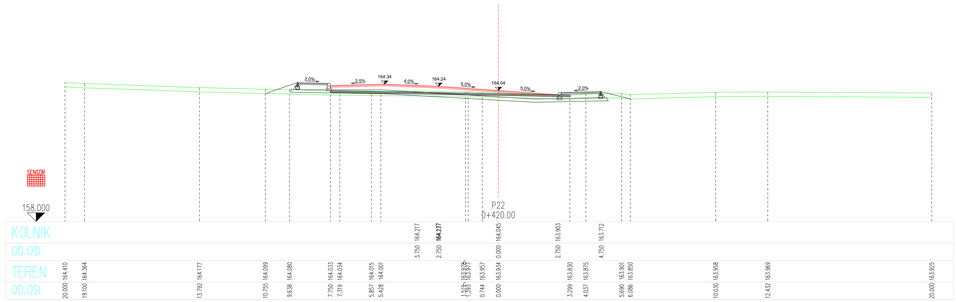
**Doc. dr. sc. Milan Rezo, dipl. ing. geod.**

| | |
|---|---|
| MJERILO: | **M 1 : 50** |
| BR. TEH. DNEVNIKA: | |
| KNJIGA: | |
| BROJ PRILOGA: | **4-4** |
| DATUM: | **RUJAN, 2017.** |




| IZMJENA: | OPIS: | DATUM: | POTPIS: |
|---|---|---|---|
| | | | |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRADEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Široke Ledine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC 25079 (0+000,00)
do Bartolovečke ulice spoj na ŽC 2053 (0+773,81)

NACRT:

**POPREČNI PROFILI**

**P1, P2,P21 i P22**

| | |
|---|---|
| VRSTA PROJEKTA: | **GRAĐEVINSKI PROJEKT** |
| RAZINA OBRADE: | **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT** |

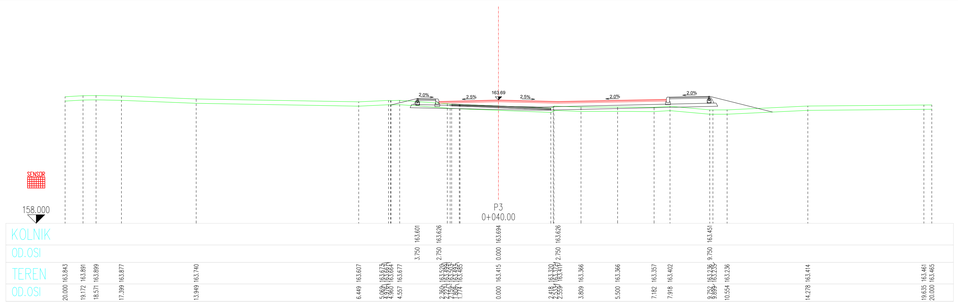
PROJEKTANT:

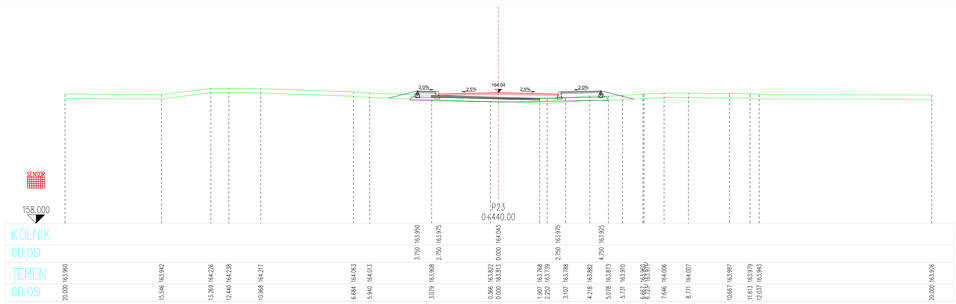
**Domagoj Knežević**

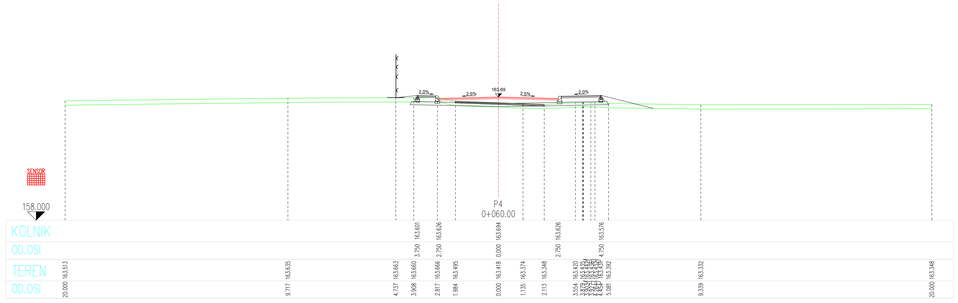
SURADNICI:

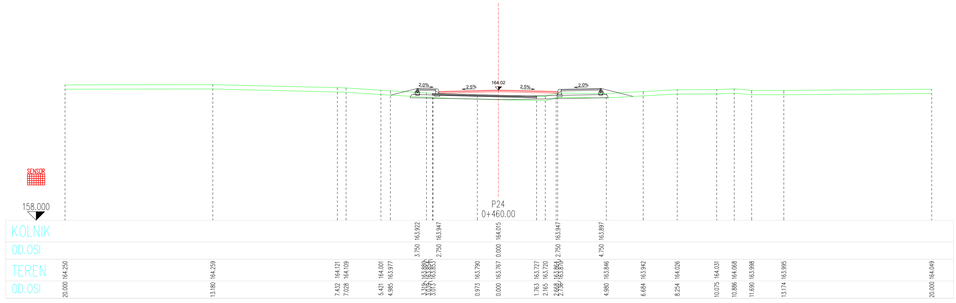
**Doc.dr. sc. Milan Rezo, dipl. ing. geod.**

| | |
|---|---|
| MJERILO: | **M 1 : 100** |
| BR. TEH. DNEVNIKA: | |
| KNJIGA: | |
| BROJ PRILOGA: | **5-1** |
| DATUM: | **RUJAN, 2017.** |




| IZMJENA: | OPIS: | DATUM: | POTPIS: |
|---|---|---|---|
| | | | |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRADEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Široke Ledine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC 25079 (0+000,00)
do Bartolovečke ulice spoj na ŽC 2053 (0+773,81)

NACRT:

**POPREČNI PROFILI**

**P3, P4, P23 i P24**

| | |
|---|---|
| VRSTA PROJEKTA: | **GRAĐEVINSKI PROJEKT** |
| RAZINA OBRADE: | **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT** |

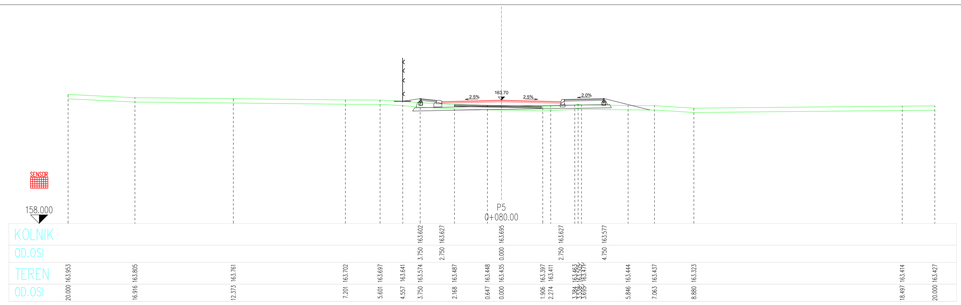
PROJEKTANT:

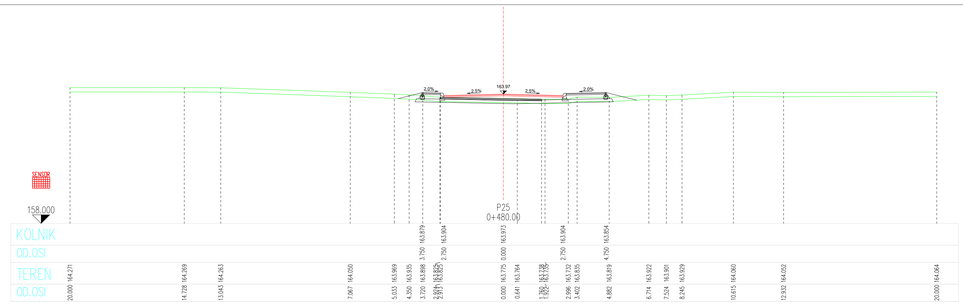
**Domagoj Knežević**

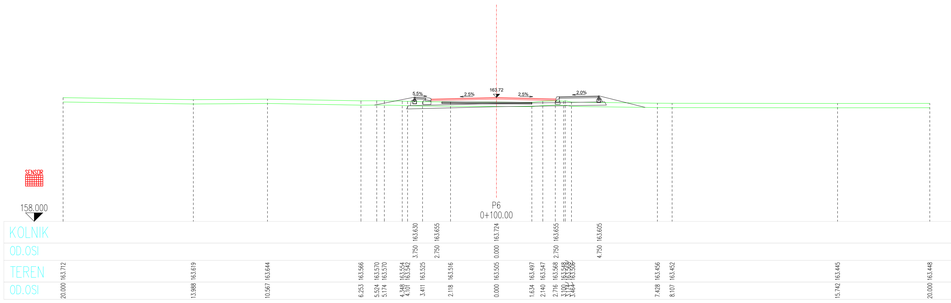
SURADNICI:

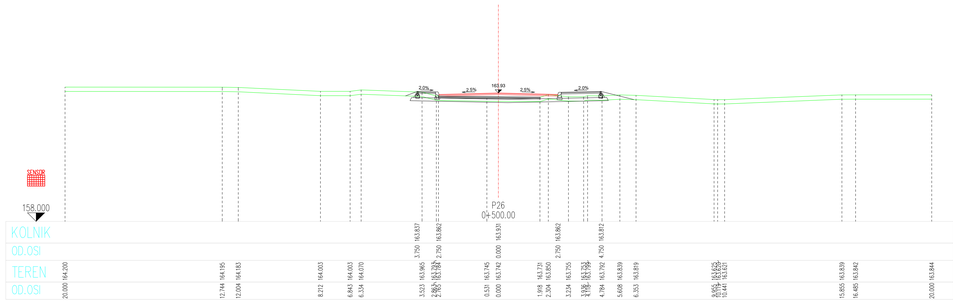
**Doc.dr. sc. Milan Rezo, dipl. ing. geod.**

| | |
|---|---|
| MJERILO: | **M 1 : 100** |
| BR. TEH. DNEVNIKA: | |
| KNJIGA: | |
| BROJ PRILOGA: | **5-2** |
| DATUM: | **RUJAN, 2017.** |




| IZMJENA: | OPIS: | DATUM: | POTPIS: |
|---|---|---|---|
| | | | |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRADEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Široke Ledine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC 25079 (0+000,00)
do Bartolovečke ulice spoj na ŽC 2053 (0+773,81)

NACRT:

**POPREČNI PROFILI**

**P5, P6, P25 i P26**

| | |
|---|---|
| VRSTA PROJEKTA: | **GRAĐEVINSKI PROJEKT** |
| RAZINA OBRADE: | **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT** |

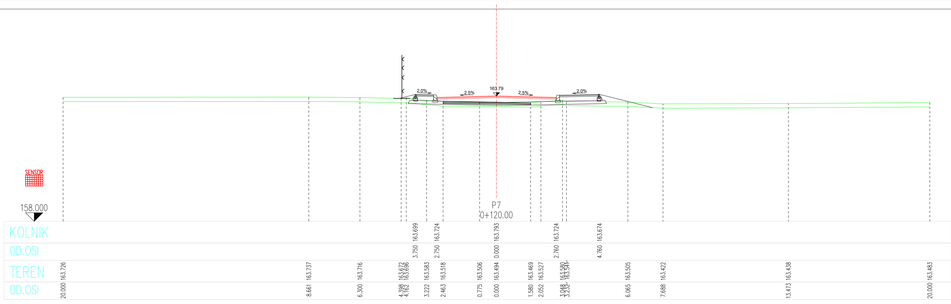
PROJEKTANT:

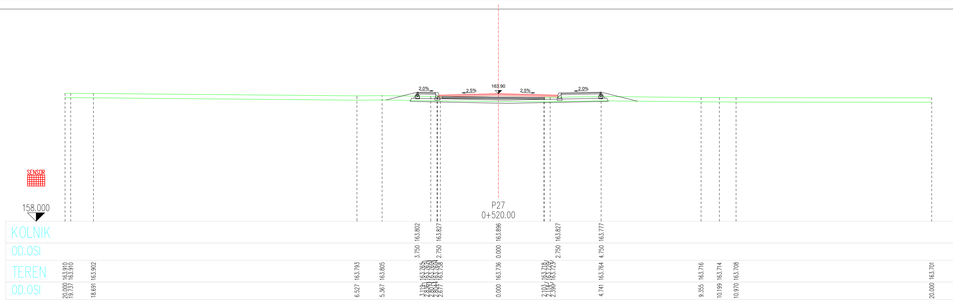
**Domagoj Knežević**

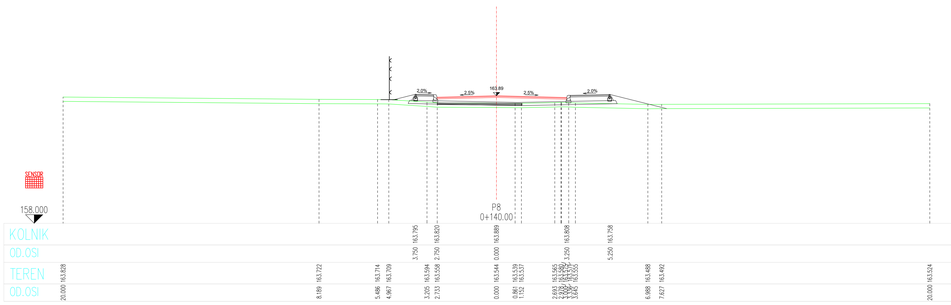
SURADNICI:

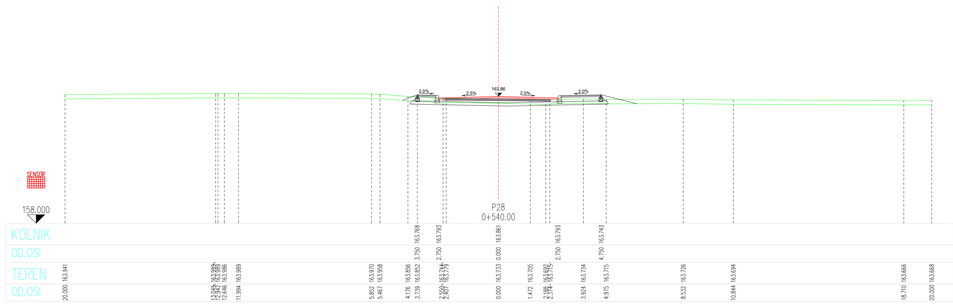
**Doc.dr. sc. Milan Rezo, dipl. ing. geod.**

| | |
|---|---|
| MJERILO: | **M 1 : 100** |
| BR. TEH. DNEVNIKA: | |
| KNJIGA: | |
| BROJ PRILOGA: | **5-3** |
| DATUM: | **RUJAN, 2017.** |




| IZMJENA: | OPIS: | DATUM: | POTPIS: |
|---|---|---|---|
| | | | |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRADEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Široke Ledine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC 25079 (0+000,00)
do Bartolovečke ulice spoj na ŽC 2053 (0+773,81)

NACRT:

**POPREČNI PROFILI**

**P7, P8, P27 i P28**

| | |
|---|---|
| VRSTA PROJEKTA: | **GRAĐEVINSKI PROJEKT** |
| RAZINA OBRADE: | **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT** |

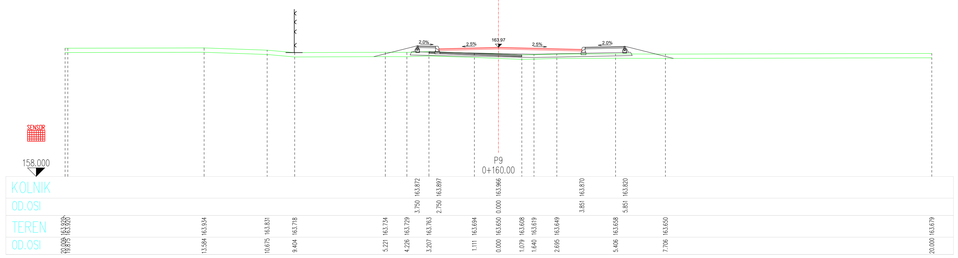
PROJEKTANT:

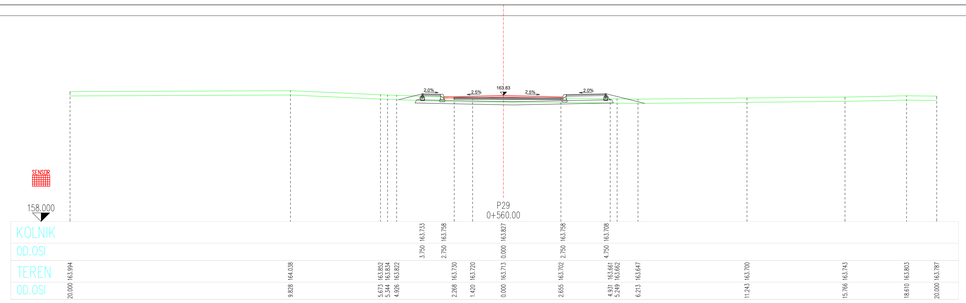
**Domagoj Knežević**

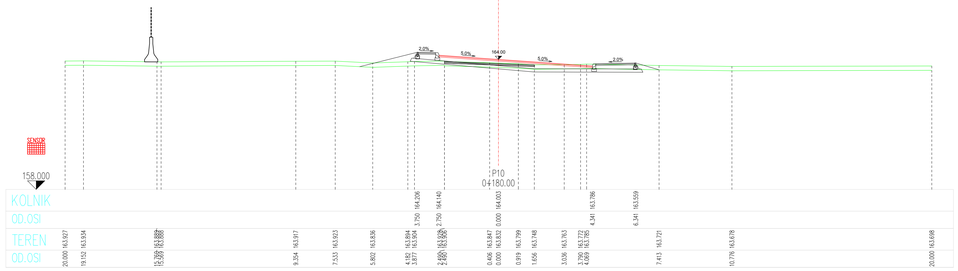
SURADNICI:

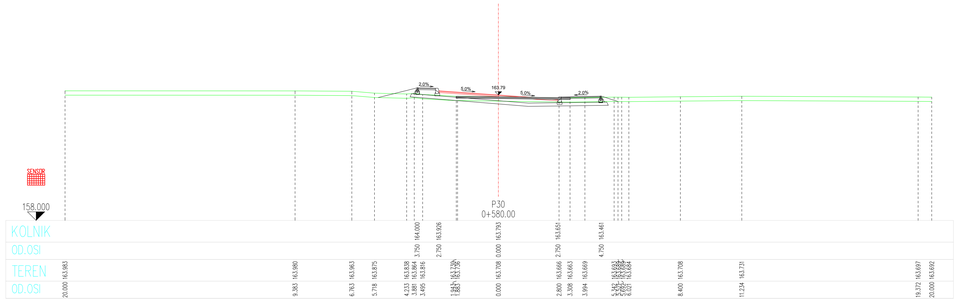
**Doc.dr. sc. Milan Rezo, dipl. ing. geod.**

| | |
|---|---|
| MJERILO: | **M 1 : 100** |
| BR. TEH. DNEVNIKA: | |
| KNJIGA: | |
| BROJ PRILOGA: | **5-4** |
| DATUM: | **RUJAN, 2017.** |




| IZMJENA: | OPIS: | DATUM: | POTPIS: |
|---|---|---|---|
| | | | |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRADEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Široke Ledine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC 25079 (0+000,00)
do Bartolovečke ulice spoj na ŽC 2053 (0+773,81)

NACRT:

**POPREČNI PROFILI**

**P9, P10,P29 i P30**

| | |
|---|---|
| VRSTA PROJEKTA: | **GRAĐEVINSKI PROJEKT** |
| RAZINA OBRADE: | **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT** |

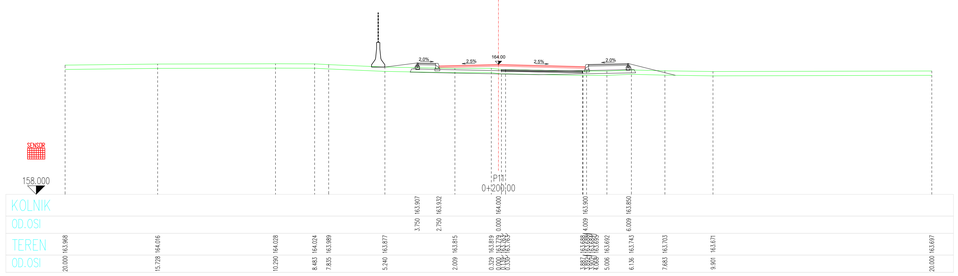
PROJEKTANT:

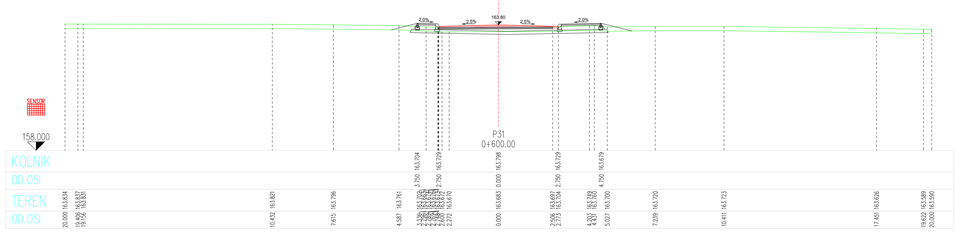
**Domagoj Knežević**

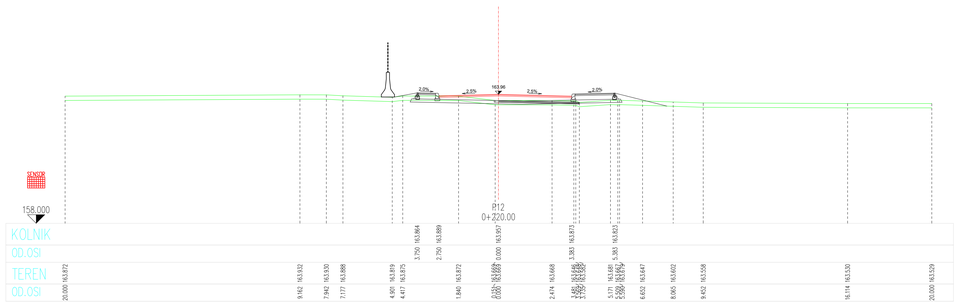
SURADNICI:

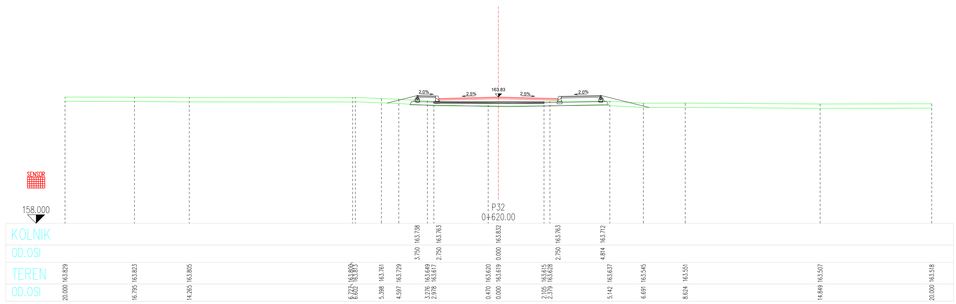
**Doc.dr. sc. Milan Rezo, dipl. ing. geod.**

| | |
|---|---|
| MJERILO: | **M 1 : 100** |
| BR. TEH. DNEVNIKA: | |
| KNJIGA: | |
| BROJ PRILOGA: | **5-5** |
| DATUM: | **RUJAN, 2017.** |




| IZMJENA: | OPIS: | DATUM: | POTPIS: |
|---|---|---|---|
| | | | |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRADEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Široke Ledine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC 25079 (0+000,00)
do Bartolovečke ulice spoj na ŽC 2053 (0+773,81)

NACRT:

**POPREČNI PROFILI**

**P11, P12, P31 i P32**

| | |
|---|---|
| VRSTA PROJEKTA: | **GRAĐEVINSKI PROJEKT** |
| RAZINA OBRADE: | **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT** |

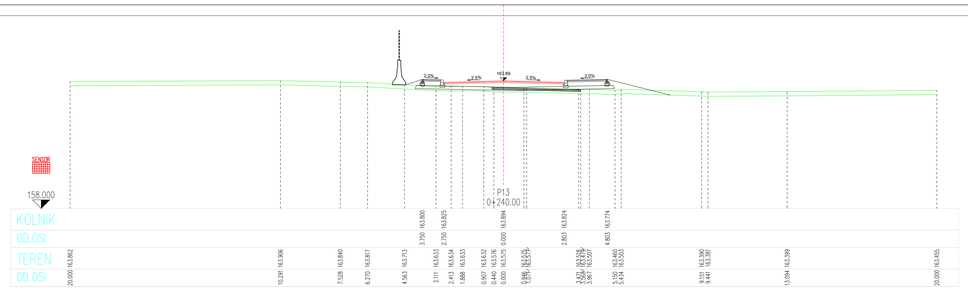
PROJEKTANT:

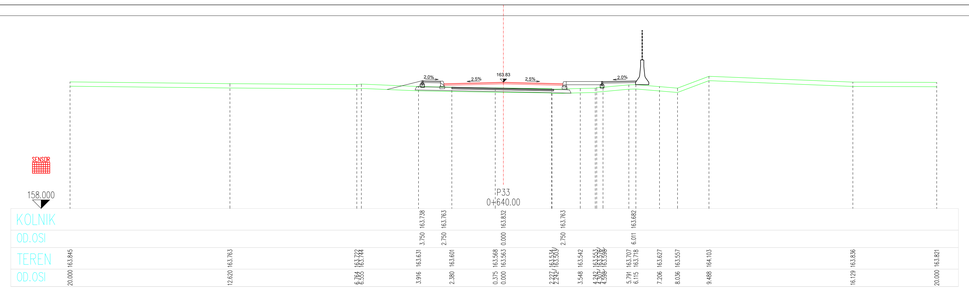
**Domagoj Knežević**

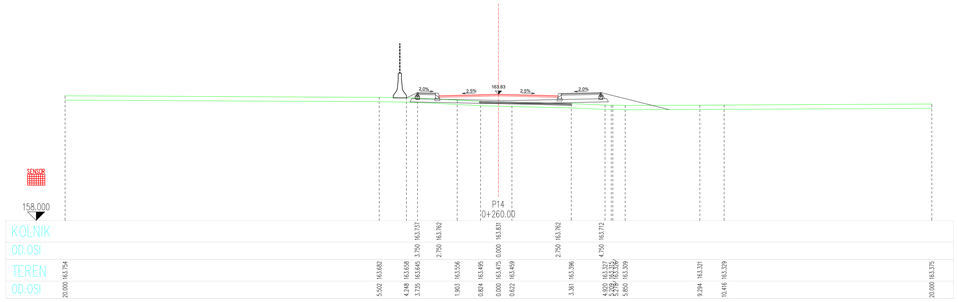
SURADNICI:

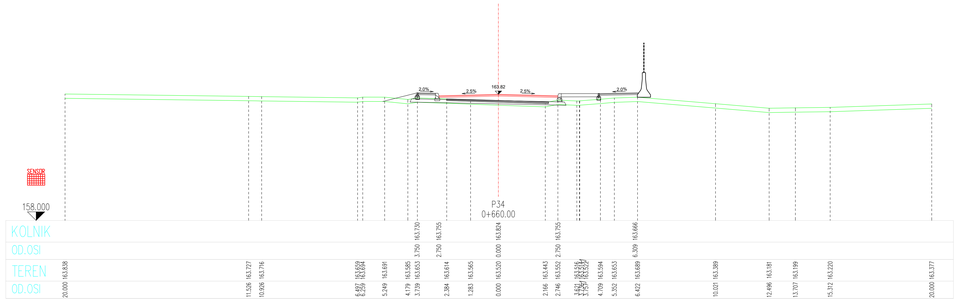
**Doc.dr. sc. Milan Rezo, dipl. ing. geod.**

| | |
|---|---|
| MJERILO: | **M 1 : 100** |
| BR. TEH. DNEVNIKA: | |
| KNJIGA: | |
| BROJ PRILOGA: | **5-6** |
| DATUM: | **RUJAN, 2017.** |




| IZMJENA: | OPIS: | DATUM: | POTPIS: |
|---|---|---|---|
| | | | |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRADEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Široke Ledine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC 25079 (0+000,00)
do Bartolovečke ulice spoj na ŽC 2053 (0+773,81)

NACRT:

**POPREČNI PROFILI**

**P13, P14, P33 i P34**

| | |
|---|---|
| VRSTA PROJEKTA: | **GRAĐEVINSKI PROJEKT** |
| RAZINA OBRADE: | **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT** |

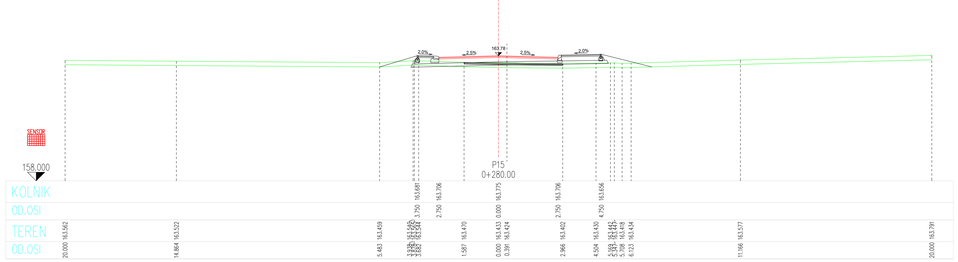
PROJEKTANT:

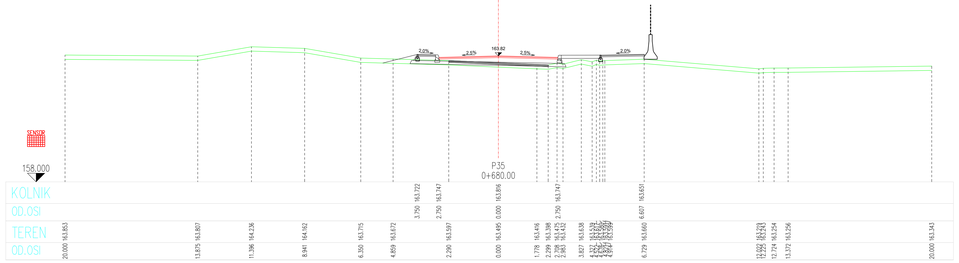
**Domagoj Knežević**

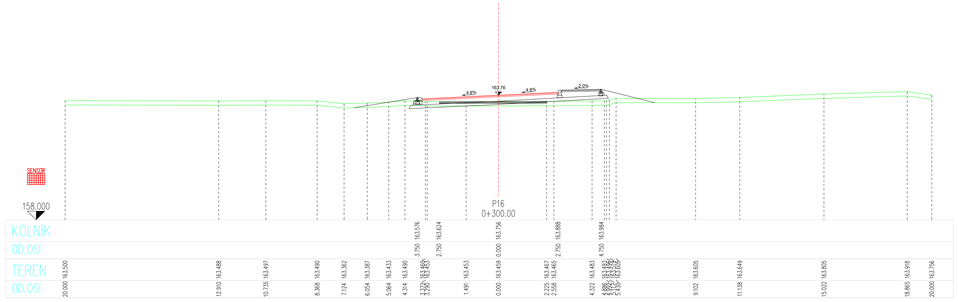
SURADNICI:

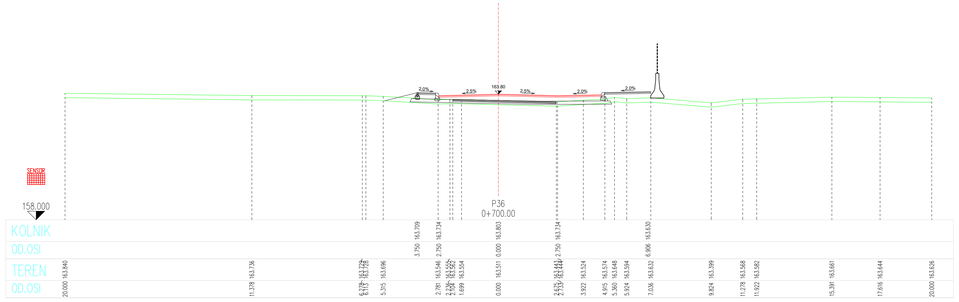
**Doc.dr. sc. Milan Rezo, dipl. ing. geod.**

| | |
|---|---|
| MJERILO: | **M 1 : 100** |
| BR. TEH. DNEVNIKA: | |
| KNJIGA: | |
| BROJ PRILOGA: | **5-7** |
| DATUM: | **RUJAN, 2017.** |




| IZMJENA: | OPIS: | DATUM: | POTPIS: |
|---|---|---|---|
| | | | |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRADEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Široke Ledine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC 25079 (0+000,00)
do Bartolovečke ulice spoj na ŽC 2053 (0+773,81)

NACRT:

**POPREČNI PROFILI**

**P15, P16, P35 i P36**

| | |
|---|---|
| VRSTA PROJEKTA: | **GRAĐEVINSKI PROJEKT** |
| RAZINA OBRADE: | **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT** |

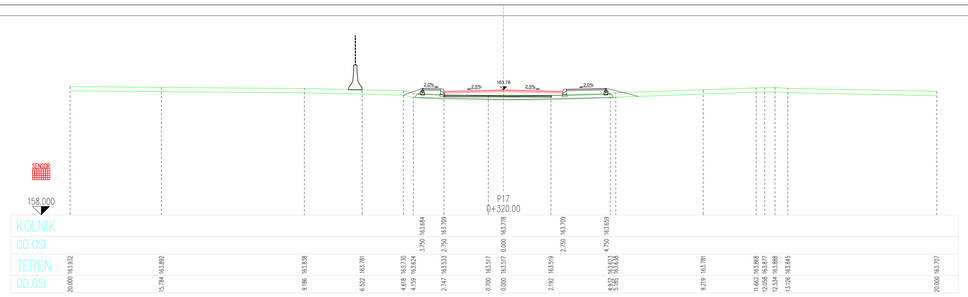
PROJEKTANT:

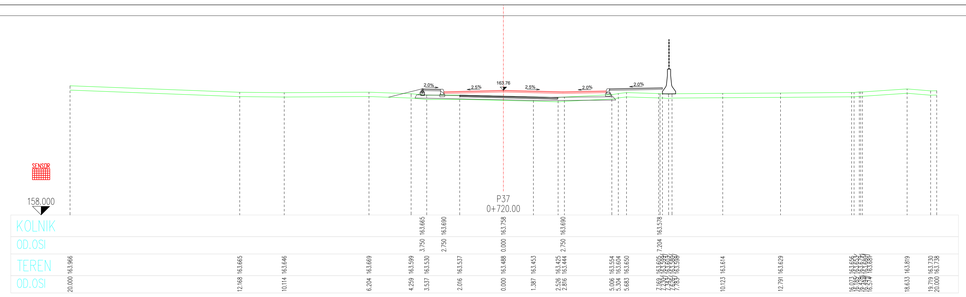
**Domagoj Knežević**

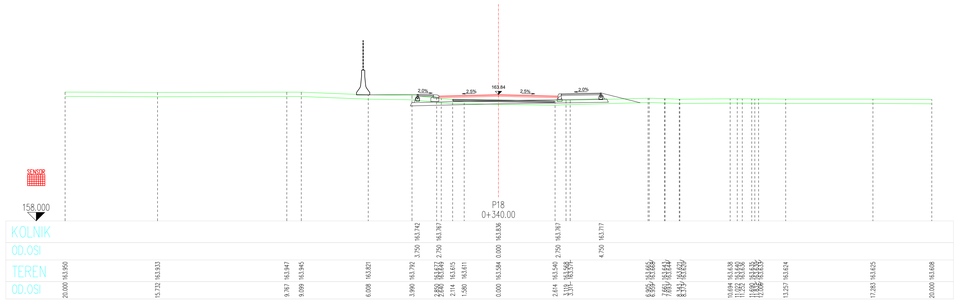
SURADNICI:

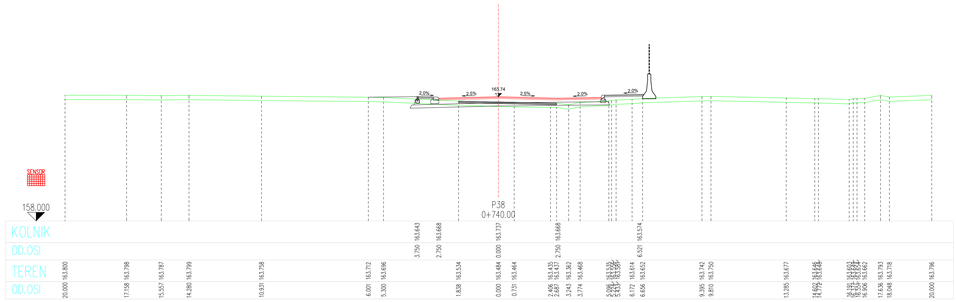
**Doc.dr. sc. Milan Rezo, dipl. ing. geod.**

| | |
|---|---|
| MJERILO: | **M 1 : 100** |
| BR. TEH. DNEVNIKA: | |
| KNJIGA: | |
| BROJ PRILOGA: | **5-8** |
| DATUM: | **RUJAN, 2017.** |




| IZMJENA: | OPIS: | DATUM: | POTPIS: |
|---|---|---|---|
| | | | |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRADEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Široke Ledine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC 25079 (0+000,00)
do Bartolovečke ulice spoj na ŽC 2053 (0+773,81)

NACRT:

**POPREČNI PROFILI**

**P17, P18, P37 i P38**

VRSTA PROJEKTA: **GRAĐEVINSKI PROJEKT**

RAZINA OBRADE: **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT**

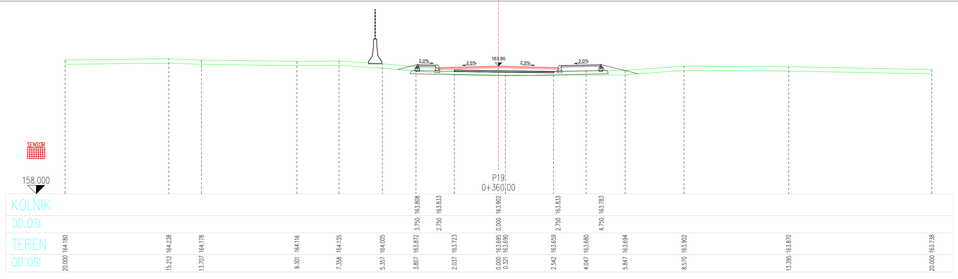
PROJEKTANT:

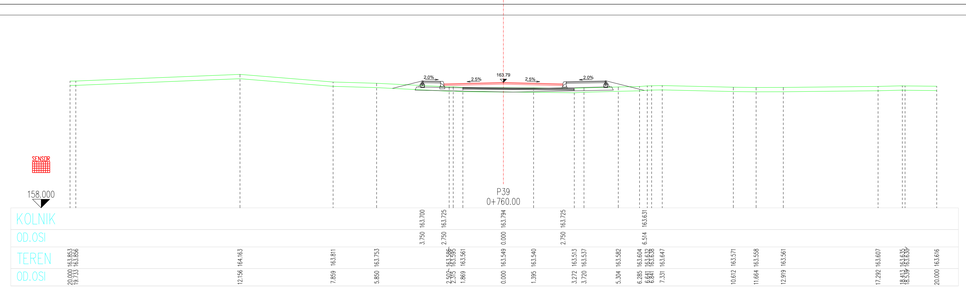
**Domagoj Knežević**

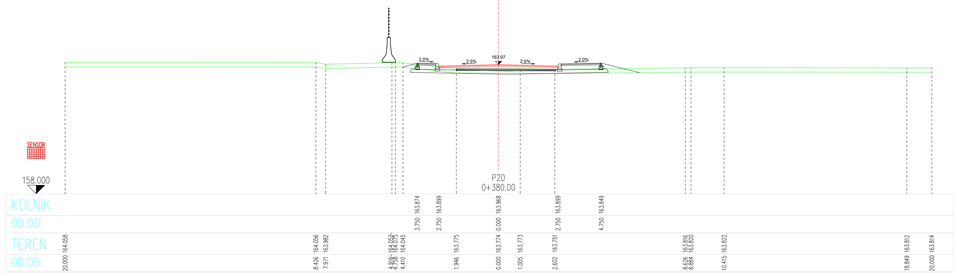
SURADNICI:

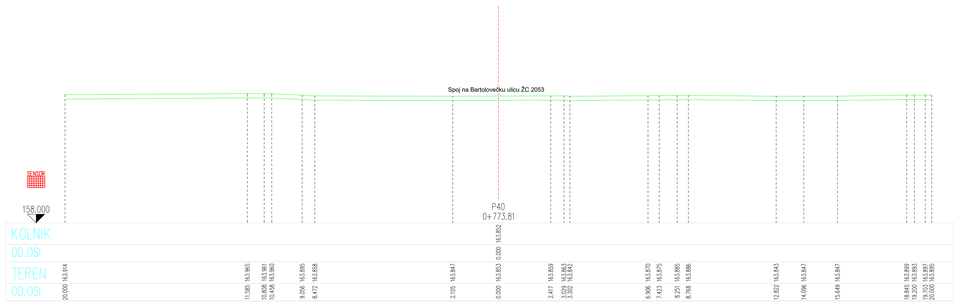
**Doc.dr. sc. Milan Rezo, dipl. ing. geod.**

| | |
|---|---|
| MJERILO: | **M 1 : 100** |
| BR. TEH. DNEVNIKA: | |
| KNJIGA: | |
| BROJ PRILOGA: | **5-9** |
| DATUM: | **RUJAN, 2017.** |




| IZMJENA: | OPIS: | DATUM: | POTPIS: |
|---|---|---|---|
| | | | |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRADEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Široke Ledine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC 25079 (0+000,00)
do Bartolovečke ulice spoj na ŽC 2053 (0+773,81)

NACRT:

**POPREČNI PROFILI**

**P19, P20, P39 i P40**

VRSTA PROJEKTA: **GRAĐEVINSKI PROJEKT**

RAZINA OBRADE: **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT**

PROJEKTANT:

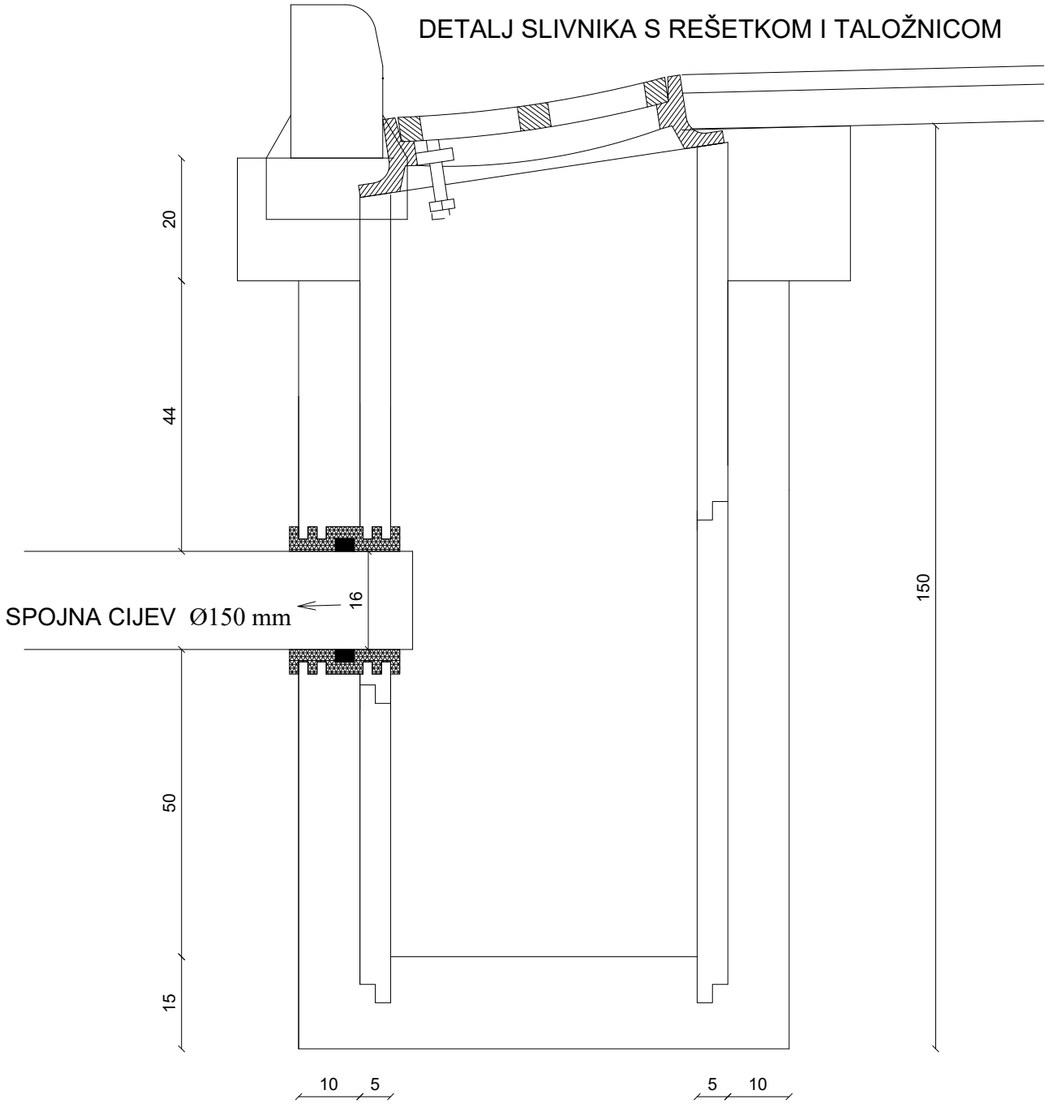
**Domagoj Knežević**

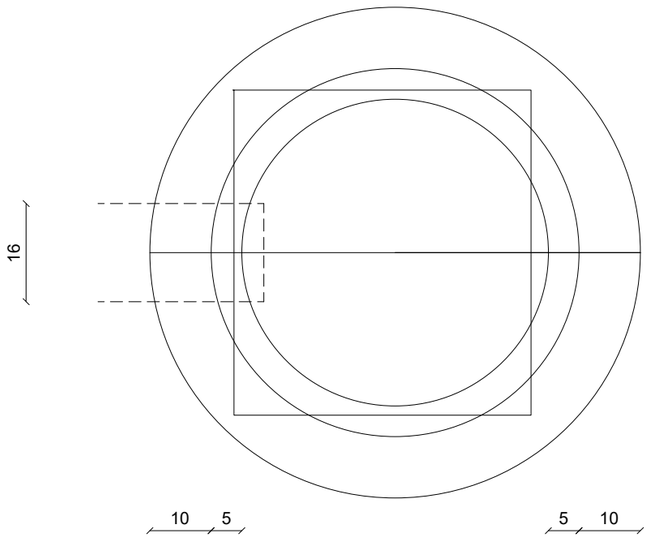
SURADNICI:

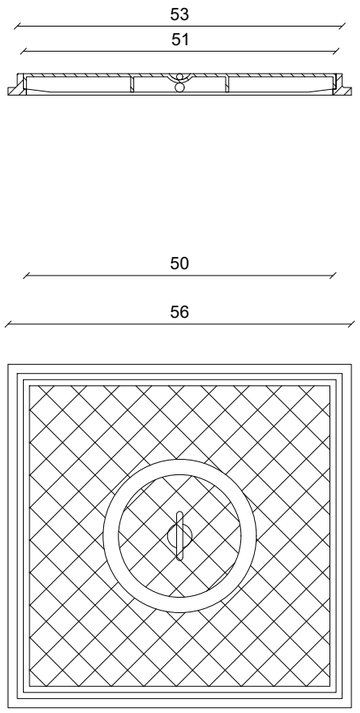
**Doc.dr. sc. Milan Rezo, dipl. ing. geod.**

| | |
|---|---|
| MJERILO: | **M 1 : 100** |
| BR. TEH. DNEVNIKA: | |
| KNJIGA: | |
| BROJ PRILOGA: | **5-10** |
| DATUM: | **RUJAN, 2017.** |

## DETALJ SLIVNIKA S REŠETKOM I TALOŽNICOM




| IZMJENA: | OPIS: | DATUM: | POTPIS: |
|---|---|---|---|
| | | | |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRAĐEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Široke Ledine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC25079 (0+000,00)
do Bartolovečke ulice spoj na ŽC2053 (0+773,81)

NACRT:

**DETALJ SLIVNIKA**

**DETALJ KANALSKOG POKLOPCA**

| | |
|---|---|
| VRSTA PROJEKTA: | **GRAĐEVINSKI PROJEKT** |
| RAZINA OBRADE: | **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT** |

PROJEKTANT:

**Domagoj Knežević**

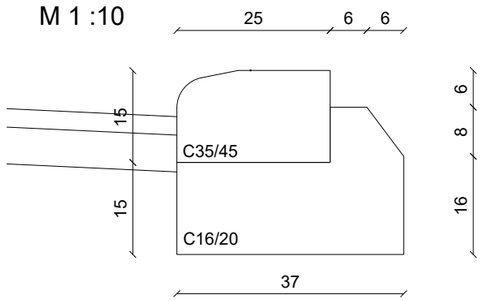
SURADNICI:

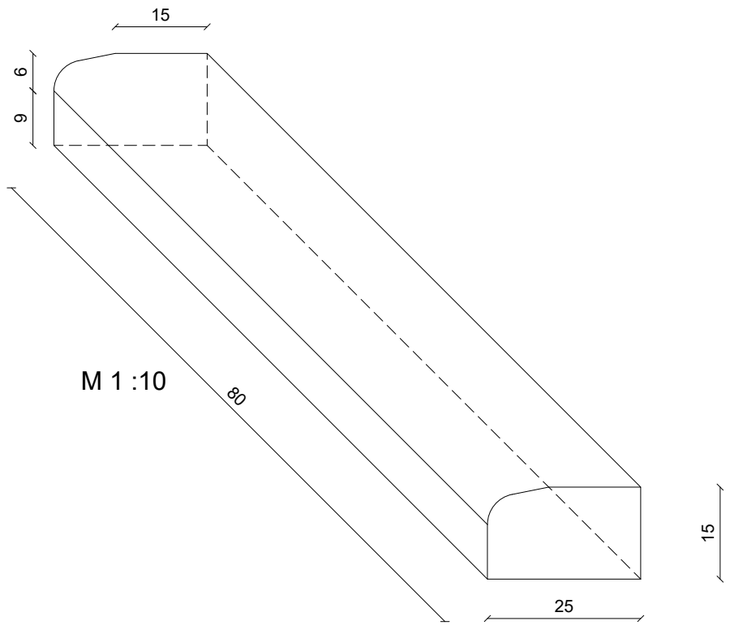
**Doc.dr. sc. Milan Rezo, dipl. ing. geod.**

| | |
|---|---|
| MJERILO: | **M 1 : 10** |
| BR. TEH. DNEVNIKA: | |
| KNJIGA: | |
| BROJ PRILOGA: | **6** |
| DATUM: | **RUJAN, 2017.** |

## DETALJ POLEGNUTOG RUBNJAKA 15/25/100

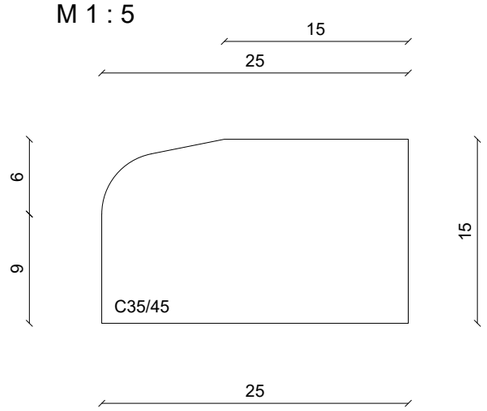
M 1 :10



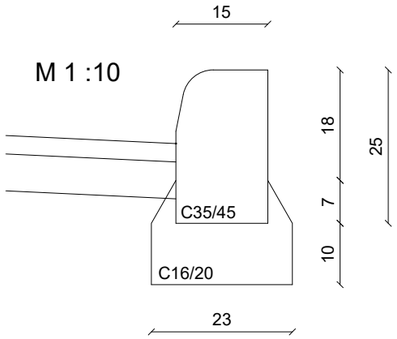

M 1 :10

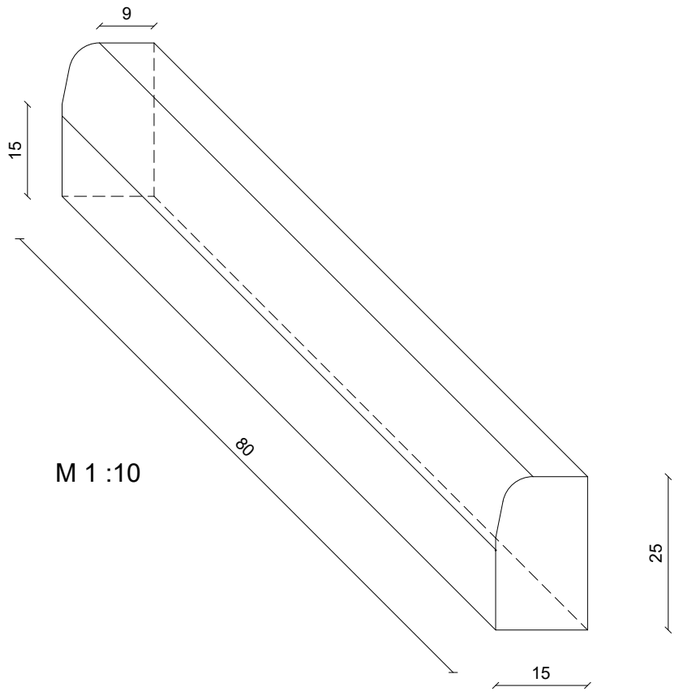
M 1 : 5




## DETALJ USPRAVNOG RUBNJAKA 15/25/100

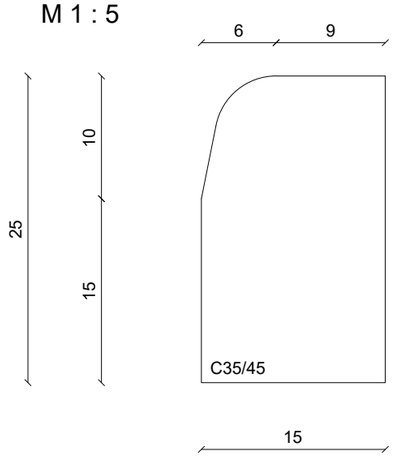
M 1 :10




M 1 :10

M 1 : 5




| IZMJENA: | OPIS: | DATUM: | POTPIS: |
|---|---|---|---|
| | | | |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRAĐEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Široke Ledine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC25079 (0+000,00)
do Bartolovečke ulice spoj na ŽC2053 (0+773,81)

NACRT:

**DETALJ POLEGNUTOG RUBNJAKA 15/25/80**

**DETALJ USPRAVNOG RUBNJAKA 15/25/80**

| | |
|---|---|
| VRSTA PROJEKTA: | **GRAĐEVINSKI PROJEKT** |
| RAZINA OBRADE: | **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT** |

PROJEKTANT:

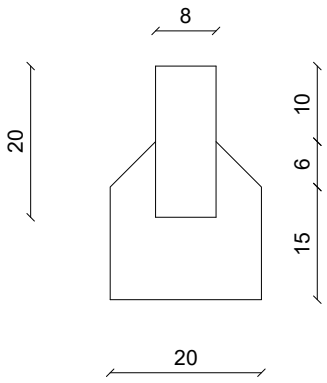
**Domagoj Knežević**

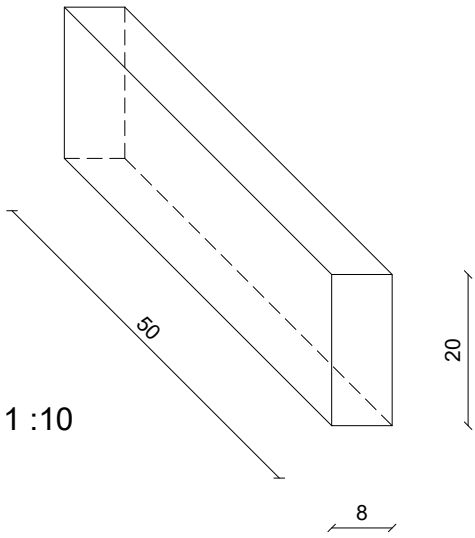
SURADNICI:

**Doc.dr. sc. Milan Rezo, dipl. ing. geod.**

| | |
|---|---|
| MJERILO: | **M 1 : 10** |
| BR. TEH. DNEVNIKA: | |
| KNJIGA: | |
| BROJ PRILOGA: | **7** |
| DATUM: | **RUJAN, 2017.** |

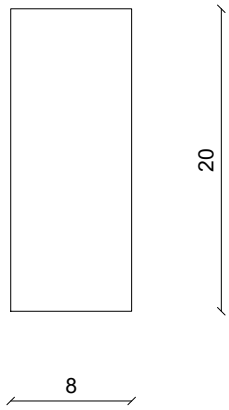
M 1 :10




M 1 :10

M 1 :5




| IZMJENA: | OPIS: | DATUM: | POTPIS: |
|---|---|---|---|
| | | | |

INVESTITOR:

**OPĆINA TRNOVEC BARTOLOVEČKI,**

**Trnovec, Bartolovečka ulica 76**

GRAĐEVINA:

**REKONSTRUKCIJA CESTE**
**Ulica Široke Ledine**

od Bartolovečke ulice spoj na LC25079 (0+000,00)
do Bartolovečke ulice spoj na ŽC2053 (0+773,81)

NACRT:

**DETALJ RUBNJAKA**
**8/20/50**

| | |
|---|---|
| VRSTA PROJEKTA: | **GRAĐEVINSKI PROJEKT** |
| RAZINA OBRADE: | **GLAVNI I IZVEDBENI PROJEKT** |

PROJEKTANT:

**Domagoj Knežević**

SURADNICI:

**Doc.dr. sc. Milan Rezo, dipl. ing. geod.**

| | |
|---|---|
| MJERILO: | **M 1 : 10** |
| BR. TEH. DNEVNIKA: | |
| KNJIGA: | |
| BROJ PRILOGA: | **8** |
| DATUM: | **RUJAN, 2017.** |