

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Vozelj, N., 2014. Variante obvoznice Zgornji Hotič. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Lipar, P., somentor Rijavec, R.): 48 str.

Datum arhiviranja: 21-10-2014

University
of Ljubljana

Faculty of
*Civil and Geodetic
Engineering*



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Vozelj, N., 2014. Variante obvoznice Zgornji Hotič. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Lipar, P., co-supervisor Rijavec, R.): 48 pp.

Archiving Date: 21-10-2014

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

**VISOKOŠOLSKI STROKOVNI
ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE
STOPNJE OPERATIVNO
GRADBENIŠTVO**

Kandidat:

NEJC VOZELJ

VARIANTE OBVOZNICE ZGORNJI HOTIČ

Diplomska naloga št.: 52/OG-MK

BYPASS VARIANTS OF ZGORNJI HOTIČ

Graduation thesis No.: 52/OG-MK

Mentor:

doc. dr. Peter Lipar

Predsednik komisije:

izr. prof. dr. Janko Logar

Somentor:

viš. pred. mag. Robert Rijavec

Ljubljana, 20. 06. 2014

POPRAVKI

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Nejc Vozelj izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom »Variante obvoznice Zgornji Hotič«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 26.5.2014

Nejc Vozelj

BIBLIOGRAFSKA – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 625.712(497.4)(043.2)

Avtor: Nejc Vozelj

Mentor: doc.dr. Peter Lipar

Somentor: viš. pred. mag. Robert Rijavec

Naslov: Variante obvoznice Zgornji Hotič

Tip dokumenta: diplomska naloga – visokošolski strokovni študij

Obseg in oprema: 48 str., 13 tab., 26 sl., 7 pril.

Ključne besede: obvoznica, Plateia, horizontalni potek, vertikalni potek, Zgornji Hotič, idejna zasnova, državna cesta

Izvleček

V diplomski nalogi je predstavljena rešitev ceste skozi naselje Zgornji Hotič. Obstoječa cesta skozi naselje je glavna povezava Zasavja s prestolnico, zato je tam dnevno veliko prometa. Obravnavana cesta je problematična zaradi nevarnega mesta in bližine objektov na cesti, kateri močno zmanjšujejo prevoznost in prometno varnost. Za rešitev smo se odločili, da naredimo obvoznico po južni strani, med naseljem Zgornji Hotič in reko Savo. Naredili smo primerjavo dveh obvoznic po južni strani. Prva je bila projektirana na projektno hitrost 70 km/h, druga pa je bila projektirana na projektno hitrost 90 km/h. Obe obvoznici smo sprojehtirali s pomočjo programskega orodja Plateia, v katerem smo določili horizontalni in vertikalni potek trase. Prav tako smo s programom izračunal volumne izkopov in nasipov, ki so bili izračunani na podlagi izbranega normalnega prečnega profila. Sprojehtirali smo še osnovne elemente križišča in priključka variante, ki smo jih na koncu izbral.

BIBLIOGRAPHIC-DCUMENTALISTIC INFORMATION**UDC:** 625.712(497.4)(043.2)**Author:** Nejc Vozelj**Supervisor:** Assist. Prof . Peter Lipar, Ph. D.**Cosupervisor:** Sen. Lect. Robert Rijavec, M.Sc.**Title:** Bypass variants of Zgornji Hotič**Document type:** Graduation Thesis – Higher professional studies**Notes:** 48 p., 13 tab., 26 fig., 7 ann.**Key words:** bypass, Plateia, the alignment, the profile, Zgornji Hotič, outline scheme of the road, national road**Abstract**

In my Graduation Thesis we presented the solution of road through Zgornji Hotič. This road is daily very busy, because the road is the main connection between the capital of Slovenia and the region Zasavje. The discussed road through Zgornji Hotič is problematic because of dangerous sections of the road and nearby buildings, which lower the transportability and safety of the road. As a solution we have decided to make a bypass between the south-end of Zgornji Hotič and the river Sava. We have made comparison between two bypasses on the south-end. The first bypass was designed on design speed of 70 km/h and the second bypass on design speed of 90 km/h. Both bypasses were made with the help of program Plateia, where we have determined the alignment and the profile of the road. Also with the program we have calculated the volumes of cuts and fills. For the selected road we have designed basic elements for the port and crossroad.

ZAHVALA

Za strokovno pomoč pri izdelavi diplomske naloge, bi se iskreno zahvalil mentorju doc.dr. Petru Liparju in somentorju viš. pred. mag. Robertu Rijavcu.

Zahvaljujem se tudi družini in dekletu za podporo in potrpljenje skozi celotno študijsko obdobje, prav tako pa tudi prijateljem in sošolcem za njihovo pomoč in družbo.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
1.1 Cilj diplomske naloge.....	1
2 Splošno o projektiranju cest	2
2.1 Linija osi ceste in nivelete	3
2.2 Horizontalni elementi osi	4
2.2.1 Prema.....	4
2.2.2 Krožni lok.....	4
2.2.3 Prehodnica	5
2.3 Vertikalni elementi osi	5
2.3.1 Nagib nivelete.....	5
2.3.2 Vertikalne zaokrožitve.....	6
2.4 Prečni nagib vozišča	6
2.5 Križišča in priključki	6
2.5.1 Klasično nivojsko križišče.....	7
2.5.2 Izvennivojsko križišče	7
2.5.3 Krožna križišča	7
3 Obstoječe stanje	8
3.1 Opis območja.....	8
3.2 Naravne značilnosti območja.....	10
3.3 Klimatske in hidrološke razmere	10
3.4 Kmetijstvo	11
3.5 Cestišče.....	11
4 Opredelitev problemov	13
4.1 Variante rešitev prometne ureditve.....	17
5 Projektiranje	19
5.1 Geodetske podlage.....	19
5.2 Programska oprema	19
5.3 Razvrstitev ceste	20
5.4 Prečni profil.....	20
6 Varianta 1.....	23
6.1 Opis	23
6.2 Minimalni tehnični elementi ceste.....	23

6.3 Horizontalno vodenje trase.....	24
6.4 Vertikalno vodenje trase.....	26
6.5 Objekti in zidovi.....	27
6.6 Priključki in križišča.....	28
6.6.1 Načrtovanje priključka in križišča.....	30
7 Varianta 2	32
7.1 Opis	32
7.2 Minimalni tehnični elementi ceste	32
7.3 Horizontalno vodenje trase.....	33
7.4 Vertikalno vodenje trase.....	35
7.5 Objekti in zidovi.....	36
7.6 Priključki in križišča.....	37
8 Vrednotenje variant	40
8.1 Prometno-varnostni pogoji.....	40
8.2 Gradbeno- tehnični parametri.....	41
8.3 Prometno-ekonomski parametri	42
8.4 Okoljski parametri.....	42
8.5 Prostorski pogoji	42
8.6 Izbira boljše variante	43
9. Zaključek	44
VIRI :.....	46

KAZALO PREGLEDNIC

PREGLEDNICA 1: PREGLEDNICA ŠTEVILA PREBIVALCEV V ZADNJIH ŠTIRIH LETIH	9
PREGLEDNICA 2: PREGLEDNICA PLDP V ZADNJIH PETIH LETIH ZA CESTO G2-108/1182	13
PREGLEDNICA 3: TEHNIČNA RAZVRSTITEV CEST	20
PREGLEDNICA 4: NAJMANJŠE POTREBNE DEBELINE VOZIŠČNIH KONSTRUKCIJ- HMIN	22
PREGLEDNICA 5: PREGLEDNICA MINIMALNIH TEHNIČNIH ELEMENTOV CESTE ZA PROJEKTNO HITROST 70 KM/H	24
PREGLEDNICA 6: PREGLEDNICA HORIZONTALNIH GEOMETRIJSKIH ELEMENTOV VARIANTE 1	25
PREGLEDNICA 7: PREGLEDNICA SOSLEDJA DVEH KROŽNIH LOKOV- USTREZNOSTI ZA VARIANTO 1	25
PREGLEDNICA 8: PREGLEDNICA VERTIKALNIH GEOMETRIJSKIH ELEMENTOV VARIANTE 1	27
PREGLEDNICA 9: PREGLEDNICA MINIMALNIH TEHNIČNIH ELEMENTOV CESTE ZA PROJEKTNO HITROST 90 KM/H	33
PREGLEDNICA 10: PREGLEDNICA HORIZONTALNIH GEOMETRIJSKIH ELEMENTOV VARIANTE 2	34
PREGLEDNICA 11: PREGLEDNICA SOSLEDJA DVEH KROŽNIH LOKOV- USTREZNOSTI ZA VARIANTO 2	34
PREGLEDNICA 12: PREGLEDNICA VERTIKALNIH GEOMETRIJSKIH ELEMENTOV VARIANTE 2	36
PREGLEDNICA 13: PREGLEDNICA PRIMERJAVE GRADBENO-TEHNIČNIH PARAMETROV	41

KAZALO SLIK

SLIKA 1: ZEMLJEVID LOKACIJE ZGORNJEGA HOTIČA	9
SLIKA 2: SLIKA LOKACIJ GLAVNIH OBJEKTOV V NASELJU ZGORNJI HOTIČ.....	10
SLIKA 3: SLIKA RABE KMETIJSKEGA ZEMLJIŠČA NA OBRAVNAVANEM OBMOČJU	11
SLIKA 4: SLIKA OBSTOJEČEGA CESTIŠČA SKOZI NASELJE	12
SLIKA 5: SLIKA POGLEDA NA STRMINO IN NA NEPREGLEDEN OVINEK NA STRMINI	14
SLIKA 6: SLIKA NEPREGLEDNEGA OVINKA Z PRIKLJUČKOM STANOVANJSKIH HIŠ	15
SLIKA 7: SLIKA ZAKLJUČKA PLOČNIKA SREDI NASELJA IN BLIŽINA POZIDAVE OBJEKTOV	16
SLIKA 8: SLIKA NAJOŽJEGA DELA CESTIŠČA.....	17
SLIKA 9: SLIKA NAVEZAVE DMV-JA NA ORTOFOTO POSNETEK V PROGRAMU CIVIL 3D	19
SLIKA 10: SLIKA IZBRANEGA PREČNEGA PROFILA.....	21
SLIKA 11: NORMALNI PREČNI PROFIL ZA OBRAVNAVANE OBVOZNICE	21
SLIKA 12: SLIKA HORIZONTALNEGA VODENJE TRASE VARIANTE 1.....	24
SLIKA 13: SLIKA VERTIKALNEGA POTEKA TRASE ZA VARIANTO 1.....	26
SLIKA 14: SLIKA CESTIŠČA IN TERENA, KJER BI SE IZVEDEL TEHNIČNI OBJEKT PRI VARIANTI 1	28
SLIKA 15: SLIKA PRIKLJUČKA VARIANTE 1.....	29
SLIKA 16: SLIKA KRIŽIŠČA VARIANTE 1.....	29
SLIKA 17: SLIKA NAČINA UPORABE PRIKLJUČKA IN KRIŽIŠČA	30
SLIKA 18: SLIKA DOLŽINE ELEMENTOV PASU ZA LEVE ZAVIJALCE PRI PRIKLJUČKU.....	31
SLIKA 19: SLIKA DOLŽINE ELEMENTOV PASU ZA LEVE ZAVIJALCE PRI KRIŽIŠČU.....	31
SLIKA 20: SLIKA HORIZONTALNEGA VODENJE TRASE VARIANTE 2.....	33
SLIKA 21: SLIKA VERTIKALNEGA POTEKA TRASE ZA VARIANTO 2.....	35
SLIKA 22: SLIKA CESTIŠČA IN TERENA, KJER BI SE IZVEDEL TEHNIČNI OBJEKT PRI VARIANTI 2	37
SLIKA 23: SLIKA PRIKLJUČKA 1 VARIANTE 2	38
SLIKA 24: SLIKA KRIŽIŠČA VARIANTE 2.....	38
SLIKA 25: SLIKA PRIKLJUČKA 2 VARIANTE 2.....	38
SLIKA 26: SLIKA PRIMERJAVE POTEKA TRASE VARIANTE 1 IN VARIANTE 2	40

»Ta stran je namenoma prazna«

1 UVOD

Sodobna civilizacija se skoraj vsakodnevno srečuje z novimi tehnološkimi odkritji, kar se odraža tudi v cestnem prometu. Z večanjem potreb po dobrinah in posledično transportu le teh, se povečuje obremenitev na cestnih mrežah, predvsem na področjih, ki povezujejo regije v razvoju z večjimi centri. Z izboljšanjem tehnologije motoriziranih vozil in potreba po čim (hitrejšem prevozu iz kraja v kraj) boljšem izkoristku časa se povečujejo tudi hitrosti vožnje. S povečanjem hitrosti pa je posledično v večji meri ogrožena tudi prometna varnost.

Na nastanek prometnih nesreč vpliva več dejavnikov in sicer obnašanje oz. kultura vožnje udeležencev v cestnem prometu. (Ne)spoštovanje pravil, kvaliteta motornih vozil, način izgradnje in vzdrževanje cest,... Kot gradbeniki, je naša naloga, da z inteligentnim načrtovanjem prometne infrastrukture optimalno zagotovimo prometno varnost. Prav tako moramo poleg prometne varnosti zagotavljati še, kar se da optimalno prevoznost, s čim manj prometnimi zastoji (Resolucija nacionalnega programa varnosti cestnega prometa, 2013).

Kot smo že navedeli, je torej cilj vsakega projektanta, ki projektira cesto, zagotoviti čim večjo prepustnost pri zagotavljanju zadostne prometne varnosti. in hkrati s čim optimalnejšo umestitvijo v okolje. Kritični so predvsem odseki cest, kjer njihova trasa poteka skozi strnjeno poseljene kraje, kot je npr. Zgornji Hotič, katerega bomo obravnavali v diplomski nalogi.

1.1 Cilj diplomske naloge

Cilj diplomske naloge je predstaviti rešitev, ki bi trajno rešila problem prometne varnosti in prepustnosti skozi naselje Zgornji Hotič in razbremenila močno preobremenjeno cesto skozi naselje. Ta konkreten primer smo reševali z znanjem pridobljenem v času študija, pomočjo mentorjev in študijskih gradiv. Projekt je v celoti izdelan z računalniškim programom AutoCad Civil 3D in dodatkom Plateia.

Ker rekonstrukcija obstoječe trase skozi naselje ne bi bila trajna rešitev in obvoznica severno od naselja, zaradi terena ni smiselna, je edina logična rešitev obvoznica južno od naselja.

V nadaljevanju diplomske naloge smo poskusili poiskati najprimernejše rešitve trase obvoznice katere prometna hitrost bi bila 70 km/h in druge trase obvoznice katera prometna hitrost bi bila 90 km/h. Predstavil bomo horizontalno in vertikalno vodenje osi trase, primerjave obeh variant in izbiro optimalnejše rešitve.

2 Splošno o projektiranju cest

Novodobne ceste morajo biti projektirane in grajene tako, da omogočajo varno, udobno, hitro in ekonomično vožnjo. Cestne površine pa morajo zagotavljati, da ne povzročajo tresljajev, hrupa in ropota ter morajo biti dobro odvodnjavane (Lipičnik M., 1981).

Da bi se izognili individualnim pristopom projektantov pri projektiranju in oblikovanju cest, so posamezni elementi cest predpisani s predpisi. Pri nas je v veljavi Pravilnik o projektiranju cest, po katerem so projektanti dolžni izpolniti zahteve za posamezne elemente cest. S predpisi, zakonodajalec zagotovi uporabnikom javnih cest minimalno stopnjo varnosti in udobnosti potovanja (Lipičnik M., 1981).

Pravilnik o projektiranju cest narekuje smernice o projektiranju cest, križišč ter drugih prometnih površin. Pravilnik določa tehnične zahteve, pogoje in normative, ki se morajo upoštevati pri izdelovanju projektne in tehnične dokumentacije, namenjene za gradnjo, uporabo in vzdrževanje cest, zaradi zagotavljanja prometne varnosti in ekonomičnosti gradnje ter vzdrževanja javnih cest in njihovih elementov (Pravilnik o projektiranju cest, 2005).

Cesto je treba načrtovati tako, da bo trajno omogočeno racionalno vzdrževanje. Po potrebi je treba spremeniti, dopolniti ali dodatno vključiti površine, ki bodo to omogočale. Pogoji, ki jih je pri tem treba upoštevati, so za državne ceste določeni s Pravilnikom o vrstah vzdrževalnih del na javnih cestah in nivoju rednega vzdrževanja javnih cest ali s projektno nalogo. Za ostale ceste izven naseljih in ceste v naseljih veljajo ista določila, če regionalna ali lokalna skupnost ne prejme drugačnih določil, ki pa ne smejo odstopajo v tistih elementih, ki vplivajo na varnost prometa in na vplive na okolje (TSC 03.300, 2003).

Pri načrtovanju cest je treba upoštevati, da je cesta del sistema, v katerem sinergetsko sodelujejo voznik, vozilo in cesta z obcestjem (sistem voznik-vozilo- okolje ceste). Pri tem so vodilni naslednji cilji:

- zagotavljanje funkcionalnosti,
- zagotavljanje prometne varnosti,
- jasna razpoznavnost poteka ceste (prijazno za voznika),
- racionalnost ter
- ekonomičnost. (TSC 03.200, 2003)

Pri projektiranju ceste in cestnih objektov se upoštevajo sodobni postopki tehnologije projektiranja, gradnje in vzdrževanja, z namenom, da je projektna rešitev racionalna ter prilagojena ureditvi okolja in prostora. Geometrijski in konstrukcijski elementi, ki morajo omogočati varno uporabo cest, se določajo na osnovi prometne funkcije, vrste ceste, kategorije terena in prometnih obremenitev. Potrebno pa je upoštevati tudi zahtevnost terena, strukturno urejenost prostora, geotehnične in hidrotehnične pogoje ceste ter ostale posebne pogoje območja (veter, sneg, zaščita naravnega ali bivalnega okolja) (Pravilnik o projektiranju cest, 2005).

Pri načrtovanju ceste pa je zelo pomembno, da se zagotavlja preglednost vzdolž ceste za pregled nad potekom linije v smeri vožnje ter nad prometno signalizacijo, zaustavitev vozila pred oviro na vozišču, pregled nad prehitevanjem ter vožnjo v območju križišč in cestno železniških prehodov (Pravilnik o projektiranju cest, 2005).

Projektiranje cest, definirano kot snovanje načrta, vsebuje naslednja področja:

- Projektiranje cest (novogradnje, rekonstrukcije in preplastitve),
- Projektiranje servisnih površin (počivališča, avtobusna postajališča, zunanje ureditve),
- Projektiranje križišč (semaforizirana, nesemaforizirana in krožna križišča),
- Projektiranje prometnih površin za pešce in kolesarje (hodniki ter prehodi za pešče, kolesarski pasove, steze in poti)

2.1 Linija osi ceste in nivelete

Elementi linije osi ceste (horizontalni elementi ceste) in nivelete (vertikalni elementi ceste), tvorijo skupaj organsko celoto ceste v prostoru. Vendar jih zaradi lažjega razumevanja obravnavamo posamezno. Pri praktičnem delu, pa jih moramo vedno obravnavati skupaj in enakovredno (Lipičnik M., 1981).

Linija ceste osi je krivulja, ki je sestavljena iz geometrijskih elementov, ki skupaj s tehničnimi elementi vozišča zagotavljajo voznodinamične pogoje za prometno varno odvijanje prometa in estetski izgled ceste.

Linija cestne osi je prostorska krivulja, ki jo pri praktičnem delu predstavimo v tlorisu, v narisu pa kot vzdolžni prerez po osi v njeni ali njej vzporedni liniji v prečnem prerezu ceste. Ustrezen prostorski potek linije cestne osi se doseže z upoštevanjem skladnosti geometrijskih elementov v obeh projekcijah.

Hkrati pa je linija cestne osi tudi linija nivelete, t.j. linija višinskega poteka ceste. Pri dvovozičnih cestah s središčnim ločilnim pasom, kjer se linija cestne osi nahaja v sredini srednjega ločilnega pasu, poteka linija nivelete po levem robu vsakega od obeh smernih vozišč. Linijo vodenja nivelete se v določenih primerih lahko izbere tudi v drugem položaju v prečnem prerezu ceste, znotraj ali izven vozišča (TSC 03.300, 2003).

2.2 Horizontalni elementi osi

Horizontalni elementi osi ceste so preme in krivine. Krivine so sestavljene iz krožnih lokov in prehodnic. Krožni lok je del krivine z konstantno zakrivljenostjo, pri prehodnici pa se krivina premosorazmerno spreminja od nič do krivine krožnega loka na katerega se navezuje.

Geometrijski elementi osi ceste in njihove velikosti so v tehničnem pogledu voznodinamično odvisne vrednosti. Pri določanju velikosti teh vrednosti je potrebno upoštevati funkcionalnost prometne smeri, prostorske omejitve, vplive na okolje, psihofizične lastnosti voznika in potnikov v vozilu, prometne lastnosti načrtovane ceste in racionalnost investicijskih vlaganj (TSC 03.200, 2003).

2.2.1 Prema

Prema se uporablja samo v posebnih topografskih pogojih (dolinske ceste ipd.), v posebnih prostorskih pogojih (naselja) ali na odsekih, kjer je njena uporaba smiselna iz prometno-tehničnih razlogov (križišča, priključki ipd.). Na premi je otežena ocena hitrosti nasproti vozečega vozila, slaba preglednost izza prehodnega vozila, slepenje luči ponoči, utrujajoča vožnja ter nestabilen položaj volana pri vožnji. Pomembna pa je tudi velikost premi priključenega krožnega loka, katerega polmer mora biti usklajen z dolžimo predhodne preme (TSC 03.300, 2003).

2.2.2 Krožni lok

Krožni lok je osnovni geometrijski element, ki omogoča prilagoditev trase ceste prostoru, skozi katerega poteka ter voznodinamičnim potrebam. Krožni lok učinkuje na vozila v gibanju. Najprimernejšo velikost krožnih lokov je potrebno izbirati tako, da omogočajo hitrost vožnje, ki je najbližja predvideni potovalni hitrosti za posamezno cest. Krožne loke je potrebno izbirati tako, da se v največji možni meri vključujejo v naravni prostor ter omogočajo skladno kreiranje nivelete ceste in medsebojno skladnost sosednjih krožnih lokov (TSC 03.300, 2003).

2.2.3 Prehodnica

Prehodnica je trasni element, ki zagotavlja zvezno povezovanje krožnih lokov med seboj ali pa s premo, optično ter estetsko izvedbo trasiranja. Za izvedbo prehoda se uporablja matematična krivulja klotoida. Klotoida je +/- simetrična krivulja in omogoča istovrstno povezovanje vsake dvojice krožnih lokov ne glede na usmerjenost ali velikost njunega polmera. Poleg ostalih lastnosti je potrebno poudariti predvsem estetski učinek prehodnice, ki neposredno vpliva na psihofizično stanje voznika ter njegove odločitve (TSC 03.300, 2003).

2.3 Vertikalni elementi osi

Niveleta je prostorska krivulja, s katero se definirajo višinski odnosi ceste. Niveleta ceste torej predstavlja višinski potek osi ali robov vozišča ter se oblikuje s tangentami in vertikalnimi zaokrožitvami. Nagib nivelete ceste v naselju se prilagaja obstoječi urbanistični ureditvi (TSC 03.300, 2003).

Višinski potek nivelete mora biti v projektu izvršen in prikazan kot vertikalna projekcija s tangentami (preme) in vertikalnimi zaokrožitvami (krožni loki) med njimi. Za izvedbo vertikalne zaokrožitve so spremenljive tudi druge geometrijske funkcije, ki pa morajo zagotavljati doseganje minimalne velikosti polmera zaokrožitve na mestu njihove največje zakrivljenosti (TSC 03.300, 2003).

2.3.1 Nagib nivelete

Velikost nagibov nivelete odločilno vpliva na nastanek stroškov uporabnikov ter investicijskih stroškov.

Odločilno od namena se tako lahko izvede :

- blage nagibe (večja varnost prometa, prihranek energije, manjši obratovalni stroški, manjše emisije izpušnih plinov ter hrupa, večja prometna prepustnost),
- večje nagibe (manjši gradbeni stroški, splošna ekonomičnost investicije, manjši posegi v naravni prostor) (TSC 03.300, 2003).

2.3.2 Vertikalne zaokrožitve

Prehod nivelete med dvema sosednjima tangentama je potrebno izvesti s vertikalno zaokrožitvijo. Ločimo dve zaokrožitvi:

- konveksno/kopasto (razlika velikosti nagibov sosednjih tangent je pozitivna) ter
- konkavno/kadunjasto zaokrožitev (razlika velikosti nagibov sosednjih tangent je negativna).

Za izvedbo zaokrožitve je treba uporabiti krožni lok, dovoljeno pa je uporabiti tudi kvadratno ali kubično parablo, če to zahtevajo prostorski pogoji. V tem primeru zakrivljenost v nobeni točki ne sme biti manjša od tiste, katera je določena kot minimalni krožni lok. Prehod s tangente na krožni lok mora biti izveden neposredno ali z vmesno prehodnico, t.j. krivuljo višje stopnje (TSC 03.300, 2003).

2.4 Prečni nagib vozišča

Za stalno in nemoteno delovanje je treba vozišče ceste izvesti s pozitivnim ali negativnim prečnim nagibom glede na središče krožnega loka. Mejne vrednosti pozitivnega prečnega nagiba vozišča so:

- minimalni, ki omogoča uspešno odvodnjavanje vozišča
- maksimalni, ki omogoča uporabo racionalnejših elementov vozišča in večjo varnost prometa ter
- rezultirajoči nagib, ki omejuje velikost maksimalnega v odvisnosti od vzdolžnega nagiba nivelete ceste.

Mejna vrednost negativnega prečnega nagiba je kontraganib, ki omogoča izvedbo enostavnejšega odvodnjavanja vozišča in služi v strokovno posebej utemeljenih primerih kot element znižanja vozne hitrosti. Nagib se izvaja na takih mestih, da je zagotovljena skladnost spreminjanja bočne sile s spreminjanjem zakrivljenosti trase. Kadar je med dva krožna loka umeščena dolga prema, je treba spreminjanje prečnega nagiba izvesti tako, da se smer bočne sile spremeni samo enkrat. Iz voznodinamičnih in estetskih razlogov naj se taka sprememba izvede na tisti strani preme, ki je niveletno višja (Temeljni pogoji za določanje cestnih elementov, 2005).

2.5 Križišča in priključki

Križišče je definirano kot prometna površina, kjer se združujeta oziroma odcepljata dve ali več vrst cest. Križišča, kjer se križajo ceste morajo biti načrtovana tako, da lahko promet poteka varno, da se

pogoji gibanja prometnih tokov čim bolj približajo pogojem in udobnosti odprte ceste, da zagotovimo potrebno prepustnost ter dosežemo ekonomičnost (Rankel, G., 2007).

Križišča po osnovi delimo na klasična in krožna, ki jih nadaljno delimo na nivojska in izven nivojska. Na izbiro križišča vpliva razmerje varnosti in kapacitete križišča v odvisnosti od ekonomičnosti (Tehnični normativi za projektiranje in opremo mestnih prometnih površin, 1991).

2.5.1 Klasično nivojsko križišče

Nivojsko križišče je definirano kot prometna površina, kjer se križata dve ali več vrst cest v isti nivojski višini.

Križišče ne obravnava priključevanje nekategoriziranih poti in individualnih lokacij. Kljub temu je potrebno taka priključevanja na cestah izven naselij opremiti z minimalno prometno signalizacijo (prometni znak). Kadar je tako križanje izvedeno znotraj naselja ter je priključevanje izvedeno preko deniveliranega pločnika, potem prometna signalizacija ni potrebna (TSC 03.200, 2003).

2.5.2 Izvennivojsko križišče

Izvennivojsko križišče je definirano kot prometna površina, kjer se križata dve ali več vrst cest v dveh ali več ravninah. Izvennivojska križišča se uporabljajo tam, kjer klasična nivojska križišča ne zagotavljajo zadostne prepustnosti in pri križiščih cest različnih redov (križanje avtoceste in lokalne ceste).

Slabost izvennivojskih križišč je pri preobremenjenosti drugih klasičnih nivojskih križišč, kadar so polno izkoriščena, kar klasična nivojska križišča niso sposobna prevzeti. Stroški izgradnje izvennivojskih križišč so veliko večji, kot pri klasičnih nivojskih križiščih.

2.5.3 Krožna križišča

Krožno križišče je nivojsko kanalizirano križišče krožne oblike s sredinskim otokom ter krožnim voziščem, na katerega se priključujejo trije ali več krakov cest z vodenjem motornega prometa v nasprotni smeri urinega kazalca. Križišče se lahko predvidi na vseh vrstah cest na lokacijah, kjer se križa dve ali več cest, zaradi neugodnega kota križanja osi cest, zaradi povečanja prepustnosti križišča, skrajšanja čakalnega intervala ali umirjanja hitrosti. Ključno je, da je krožno križišče na dobro zaznavni lokaciji. Dimenzije sredinskega otoka in širine krožišča se določijo za prevoz merodajnega

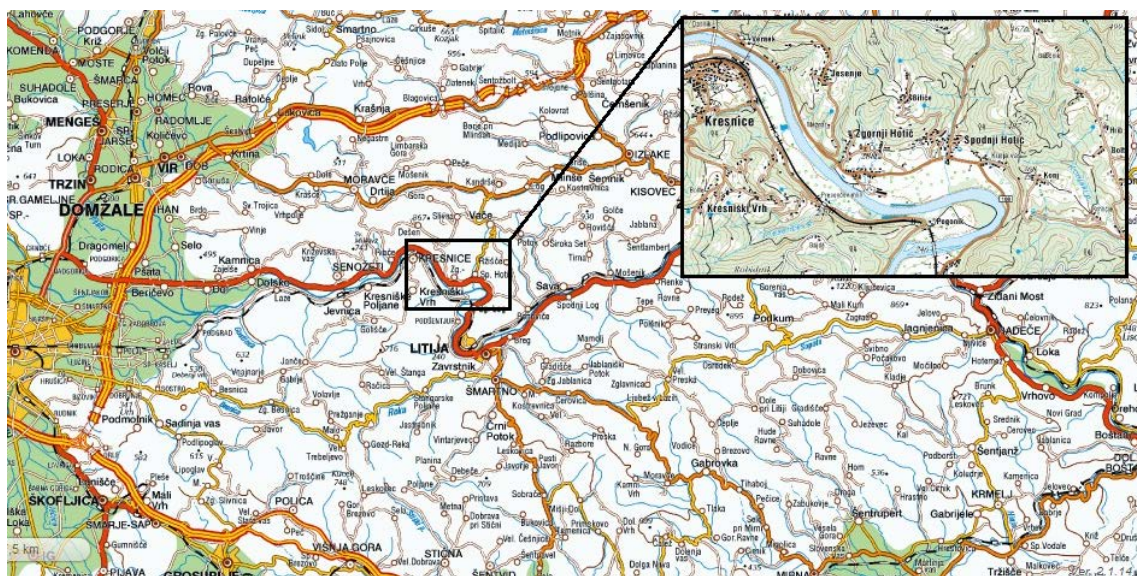
tipskega vozila in za konkretne prometne obremenitve (Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste, 2009).

Krožna križišča imajo prednost pri večkrakih križiščih, nudijo večjo prepustnost in manjše čakalne čase. Krožna križišča tudi izboljšajo prometno varnost, saj zmanjšajo število prečkanja pasov v križišču, prav tako zmanjšajo hitrost vožnje skozi križišče.

3 Obstoječe stanje

3.1 Opis območja

Naselje Zgornji Hotič, leži na levem bregu reke Save. Leži v zahodnem delu občine Litija in je le 7 km kilometrov oddaljen od Litije in 20 km od Ljubljane. Naselje leži na nadmorski višini 265 m in je sestavljeno iz dveh delov. Centralni del – Zgornja vas, je od glavne ceste oddaljen približno 100 metrov, kjer se nahajajo pretežno stanovanjske hiše, cerkev sv. Helene in podružnična šola. V zadnjih letih je na tem območju prišlo do pospešene novogradnje. Razlog temu je prav gotovo bližina Ljubljane, s tem, da je gradnja (predvsem zaradi vrednosti zemljišč) precej cenejša od gradnje v prestolnici. Drugi del – Spodnja vas, se nahaja ob glavni cesti G2-108/1182, neposredno vzdolž problematičnega oz. obravnavanega dela trase in jo deli na dva dela. Spodnjo vas sestavljajo predvsem stanovanjski objekti, nekaj domačij s kmetijskimi objekti ter dva gostišča. Prvo gostišče je gostišče Kimovec, ki leži na začetku naselja iz smeri Ribč (Ljubljane) in drugo gostišče, ki je čisto na koncu vasi, je gostišče Juvan. Pod Spodnjo vasjo, v neposredni bližini reke Save se nahaja tudi separacija in proizvodnja gradbenega materiala PGM Hotič. Kljub temu, da je hitrost na omenjenem odseku omejena na 50 km/h je skrajno neprimeren, saj zaradi »ožine« med hišami, ki so starejšega datuma gradnje, ni prostora niti za pločnik, kljub temu, da je na zahodnem delu naselja avtobusno postajališče.



Slika 1: Zemljevid lokacije Zgornjega Hotiča

Naselje Zgornji Hotič ima po podatkih statističnega urada za leto 2013, 252 prebivalcev. Po podatkih urada za prejšnja leta, lahko vidimo, da se število prebivalcev v zadnjih letih ni bistveno spremenilo.

	2010	2011	2012	2013
Število prebivalcev	248	252	246	252
Število moških	130	133	128	134
Število žensk	118	119	118	118
Površina naselja, km ²	1,1	1,1	1,1	1,1
Gostota prebivalstva, preb/km ²	223	226	221	226
Teritorialne spremembe naselja	<i>ni sprememb</i>			

Preglednica 1: Preglednica števila prebivalcev v zadnjih štirih letih (Statistični urad Republike Slovenije, 2014).



Slika 2: Slika lokacij glavnih objektov v naselju Zgornji Hotič

3.2 Naravne značilnosti območja

Širše obravnavano območje ima značilno in prepoznavno prostorsko zgradbo, saj je bilo podvrženo delovanju reke Save. Bregovi na tem delu se nadaljujejo v izrazito gozdnato-skalnato pobočje, rečne terase in travniške bregove.

3.3 Klimatske in hidrološke razmere

V postaji Moravče, ki je najbližja merilna postaja za padavine (je le okoli 10 km oddaljena od naselja Zgornji Hotič), so namerili, da letno pade 1234 mm padavin (Agencija RS za okolje, 2014).

Reka Sava prav tako močno vpliva na območje, s svojimi pritoki in na obrežju nudi habitat veliko živalskim in rastlinskim vrstam. Ob reki so ohranjena tudi prodišča, katera PGM Hotič uporablja v gospodarske namene, poplavne loke in mrtvice.

Na območju Zgornjega Hotiča se v Savo zliva še Grabnarjev potok in nekaj manjših občasnih vodotokov.

3.4 Kmetijstvo

Na obravnavanem območju, ki leži na prvi terasi ob reki Savi, reka odlaga najrodovitnejše naplavine, zaradi česar se po dolini pojavljajo drobno strukturirane njive, sadovnjaki in travniki.



Slika 3: Slika rabe kmetijskega zemljišča na obravnavanem območju (Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, 2014)

3.5 Cestišče

Glavna cesta G2-108 poteka od prestolnice Slovenije po dolini reke Save do Zidanega mosta, kjer se priključi na glavno cest G1-5 Celje - Zidani most – Drnovo. Cesta je zelo pomembna prometna povezava, saj se v kraju Spodnji Hotič odcepi proti naselju Vače in naprej proti štajerskemu kraku avtoceste, nekaj kilometrov naprej v mestu Litija, pa se z glavne ceste, mimo Šmartna pri Litiji, odcepita kraka proti Mirni in Biču, ki povezujeta dolenski krak avtoceste.

Glavna cesta torej predstavlja glavno cestno povezavo Zasavja in Posavja z Ljubljano. Cesta je doživela že kar nekaj rekonstrukcij, ena najpomembnejših za Litijo in naselja dolvodno (predvsem za gospodarstvo), je bila izdelava opornega zidu ob sanaciji plazu in pa širitev na območju t.i. »Strmol«, ki se nahaja dober kilometer iz Sp. Hotiča proti Litiji, kajti do te rekonstrukcije je bila omejitvev za vožnjo tovornih vozil nad 8m medosne razdalje (za več je bilo dovoljeno le do Ribč – iz smeri Ljubljana). Trenutno pa se gradi nadvoz nad železnico v naselju Zg. Log, ki bo odpravil nivojski prehod preko železnice in s tem sprostil pretok prometa. Tako ostaja odsek, ki je predmet moje

diplomske naloge, po moji oceni, najslabši del glavne ceste, tako po prometni varnosti kot po prometni prepustnosti .



Slika 4: Slika obstoječega cestišča skozi naselje

Obstoječe cestišče pred in po naselju Zgornji Hotič je sestavljeno iz dveh pasov 3,5 m in bankine, širine 0,5 m. Skozi naselje pa se na najožjem delu, cestišče zoži na 5,5 m, torej 2,75 m na pas.

Pred naseljem Zgornji Hotič je hitrost vožnje omejena na 90 km/h, nato je v naselju omeji na 50 km/h, pr izhodu iz naselja pa se omejitev hitrosti za kratko razdaljo dvigne na 90 km/h, ker nato že sledi naselje Spodnji Hotič.

LETO	Kat. ceste	Štev. ceste	Štev. odseka	Prometni odsek	Števno mesto	Ime števnege mesta	Tip štetja	Vsa vozila (PLDP)	Motorji	Osebna vozila	Autobusi	Lah. tov. < 3,5t	Sr. tov. 3,5-7t	Tež. tov. nad 7t	Tov. s prik.	Vlačilci
2008	G2	108	1182	RIBČE-LITJJA	678	Zgornji Log	QLD-3	8.818	39	8.031	28	471	76	71	31	71
2009	G2	108	1182	RIBČE-LITJJA	678	Zgornji Log	QLD-3	8.369	37	7.623	27	447	72	67	29	67
2010	G2	108	1182	RIBČE-LITJJA	678	Zgornji Log	QLD-3	8.247	39	7.412	35	483	80	94	34	70
2011	G2	108	1182	RIBČE-LITJJA	678	Zgornji Log	QLD-3	8.229	67	7.359	35	503	73	88	32	72
2012	G2	108	1182	RIBČE-LITJJA	678	Zgornji Log	QLD-3	7.778	57	6.964	30	472	62	94	30	69

Preglednica 2: Preglednica PLDP v zadnjih petih letih za cesto G2-108/1182 (Prometno-informacijski center za državne ceste, 2014).

V tabeli 2 je torej razvidno, da je povprečni letni dnevni promet skozi naselje Zgornji Hotič v letu 2012 znašal 7778, in se v zadnjih letih ni bistveno spremenil.

4 Opredelitev problemov

Obstoječa cesta skozi naselje Zgornji Hotič je neustrezna zaradi:

- nepravilnih geometrijskih elementov ceste,
- premajhnega prečnega profila ceste skozi naselje,
- premajhne preglednosti ceste ter
- manjkajočega pločnika za pešce skozi večji del naselja.

Cesta skozi naselje Zgornji Hotič je na posameznih območjih utesnjena in zelo otežuje vožnjo. Tako je zaradi prostorske utesnenosti in neustrezne prometne varnosti postala izredno moteč dejavnik. Zaradi bližine stanovanjskih in kmetijskih objektov ob cesti, je vožnja skozi naselje otežena, pri srečanju vozil višje kategorije pa skoraj onemogočena. Na začetku naselja, pri gostišču Kimovec, je nevaren in nepregleden klanec v krivini, ki slabo vpliva na prometno varnost. Prav tako skozi večji del naselja ni pločnika, kar pomeni veliko nevarnost za vse udeležence v prometu, zaradi že tako ozkega prečnega profila ceste.

Cesta skozi obravnavani odsek je nepravilna na več mestih skozi celoten odsek. Na začetku obravnavane trase, iz smeri Ribč (Ljubljane), imamo strmo cesto v naklonu in sicer 11%, kar je prevelik naklon in ne ustreza geometrijskim elementom tega dela, saj je omejitvev 90 km/h. Poleg tega se klančina nadaljuje v nepregleden ovinek, ki prav tako ne ustreza minimalnih geometrijskim elementom ceste.



Slika 5: Slika pogleda na strmino in na nepregleden ovinek na strmini (Google street view, 2014).

Ovinek je nevaren zaradi neprilagojene hitrosti vozil in neustrezne krivine. Hitrost je na tem odseku omejena na 90 km/h, kar je preveč glede na geometrijske karakteristike ceste. Tako vozniki, ki ne prilagodijo hitrost razmeram močno zavirajo ali pa krajšajo ovinek po nasprotnem pasu, kar je zelo nevarno, posebej če prihaja nasproti vozeče vozilo.

Strmina se nadaljuje do gostišča Kimovec, kjer se nato niveleta ceste zravna. Tik pred tablo Zgornji Hotič je prav tako nepregleden ovinek. Večja težava pa predstavlja priključek stanovanjskih hiš na glavno cesto, ki ima izvoz sredi nepreglednega ovinka in povzroča nevarnost za vozila, ki se priključijo glavni cesti, kot za vozila, ki hočejo zaviti na priključek.



Slika 6: Slika nepreglednega ovinka z priključkom stanovanjskih hiš

Za zgoraj omenjeni nevarni krivini sledi še naslednja krivina, ki ima podobne karakteristike. Vendar je ta krivina manj nevarna, saj je tukaj hitrost omejena na 50 km/h, ker vozilo vstopi v naselje. Je pa tudi ta krivina močno nepregledna in ozka in zmanjšuje prehodnost posebej pri srečanju dveh vozil višje kategorije (tovornjaki, priklopniki, avtobusi...).

Skozi samo naselje se pločnik za pešce nahaja samo v bližini avtobusnega postajališča, nato pa se kmalu zaključi. Torej je naselje pretežno brez pločnika. Cestišče je prav tako prostorsko omejeno zaradi bližine pozidave objektov. Vsi objekti imajo uvoze do svojih poslopij direktno na glavno cesto, ki so zelo nepregledni.



Slika 7: Slika zaključka pločnika sredi naselja in bližina pozidave objektov

Blizu konca naselja je cestišče, ki ga na obeh straneh omejujejo pozidave objektov. Na tem odseku je težko srečanje z nasprotni vozečim vozilom, v primeru srečanja dveh večjih tovornjakov pa pride skoraj do popolnega zastoja.

Kot ja na sliki opazno, v tem območju ni pločnika za pešce. Vendar vseeno morajo stanovalci, predvsem šolarji, ki se pripeljejo z avtobusi, hoditi ob cesti do doma. Posebej nevarno postane tekom dneva, ko se velika večina voznikov vozi v službo ali iz nje in je cesta najbolj prometna. Takrat se vozila nenehno srečujejo in pešci tik ob cesti predstavljajo veliko nevarnost za vse udeležence v prometu.



Slika 8: Slika najožjega dela cestišča

4.1 Variante rešitev prometne ureditve

Rešitev problematičnega odseka ceste skozi naselje Zgornji Hotič, bi bila mogoča na več načinov.

1. Rekonstrukcija obstoječe ceste. Ta možnost, bi bila izvedljiva in verjetno tudi najcenejša, saj bi samo razširili obstoječo cesto, seveda z rušitvijo nekaterih objektov. Prav gotovo pa bi imeli s tem veliko težav, saj ljudje praviloma niso pripravljeni na rušitve svojih domov, poleg tega, bi bilo težko rešiti nevarni odsek v klančini, kjer bi problem verjetno morali reševati z velikimi nasipi. Izboljšave z vidika prometne varnosti in kakovosti bivanja, bi prinesel pločnik, vendar pa bi bila to zgolj začasna rešitev in ne bi bistveno izboljšala kvalitete bivanja v naselju, ponekod bi se kvaliteta bivanja v naselju lahko tudi poslabšala, saj bi se promet predvideno povečal. Trasa rekonstrukcije nebi bistveno posegala v kmetijska zemljišča in območja ohranjanja narave.

2. Obvoznica severno od naselja Zgornji Hotič. V zahodnem delu naselja se nahaja ostra dolina, zato je ta možnost najmanj verjetna, saj bi bilo potrebno narediti zelo velike posege v relief in bi bila z visokimi nasipi in velikimi nakloni nivelete, povsem neracionalna, tako glede posega v okolje kot ekonomskega vidika.

3. Obvoznica južno od naselja Spodnji Hotič. To bi bila najverjetnejša možna izvedba rešitve obravnavanega območja, saj bi se najlažje prilagodila razgibanem reliefu in priključila nazaj na obstoječo cesto. Južno od naselja tudi ni velikih sprememb v reliefu, zaradi delovanja reke Save, relief poteka bolj zvezno. Prednost je pa predvsem ta, da se odmakne poseljenemu delu in nebi bilo potrebno rušiti nobenih objektov, prav tako odmaknjenost prometa ne bi bilo moteče za tamkajšnje prebivalce.

Zaradi reliefa je edina rešitev problema obvoznica južno od naselja Spodnji Hotič, ki bi se problematičnemu območju povsem odmaknila. Potekala bi z začetkom na ravninskem delu pred klancem proti naselju, nadaljevala med reko Savo in naseljem Zgornji Hotič in se pred Spodnjim Hotičem priključila na obstoječo cesto.

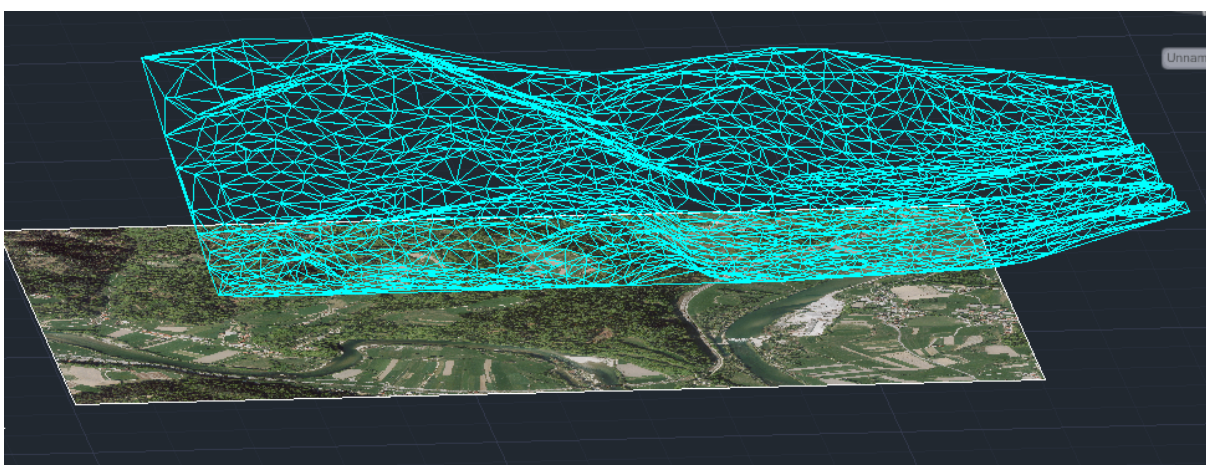
Ker obvoznica severno od naselja Zgornji Hotič ni mogoča, rekonstrukcija pa nebi zadostno rešila problema, je torej edina možnost obvoznica južno od naselja. Da bi v diplomski nalogi bolje analiziral možnosti izvedbe obvoznice in predstavil težave območja, smo se odločili da bomo naredilo dve obvoznici po južni strani naselja.

Tako bomo v nadaljevanju diplomske naloge primerjal dve možnosti obvoznice po južni strani naselja Spodnji Hotič in sicer v varianti, kjer je projektna hitrost 70 km/h in drugi varianti, kjer bi bila projektna hitrost 90km/h. Analizirali bomo kakšne so razlike pri projektirani cesti na manjši projektni hitrosti, ki prinese manjše posege v okolje in pri projektiranju na večji projektni hitrosti, ki prinese predvsem boljšo prevoznost. Na koncu bomo razlike tudi primerjali in izbrali boljšo varianto. Za izbrano varianto je še narejen projekt priključka in križišča, ki se na njej pojavita.

5 Projektiranje

5.1 Geodetske podlage

Za izdelavo tega projekta je bil uporabljen digitalni ortofoto posnetek obravnavanega območja ter podloga digitalnega modela višin- DMV, ki je izdelan s pomočjo laserskega skeniranja površja in objektov na njem. Ortofoto posnetek in DMV sem uporabil kot osnovo (podlago), za projektiranje nove obvoznice. Z pomočjo DMV-ja smo v programu Autocad Civil 3D določili 3D relief obravnavanega območja.



Slika 9: Slika navezave DMV-ja na ortofoto posnetek v programu Civil 3D

5.2 Programska oprema

Za projektiranje smo izbrali program Autocad Civil 3D in program Plateia, ki deluje v istem okolju kot Autocad Civil 3D. Najprej sem se spoznal z obema programoma, da sem določil v katerem bom opravil končni izdelek. Diplomsko nalogo bi lahko nadaljevali, kar v programu Civil 3D, ki ima vgrajene vse funkcije za projektiranje cest, lahko pa bi uporabili slovenski program Plateia, ki je specializiran predvsem za nizke gradnje.

Program Autocad Civil 3D veliko bolj obsežnejši, saj ima veliko več »funkcij« kot program Plateia in je uporabniku prijaznejši predvsem pri določanju horizontalnih in vertikalnih osi. Kljub temu smo se odločili za program Plateia, ki je specializiran predvsem za modeliranje in projektiranje nizkih gradenj. Prav tako ima vgrajene slovenske tehnične specifikacije.

5.3 Razvrstitev ceste

Zakon o javnih cestah in Uredba o merilih za kategorizacijo javnih cest določata da cesta G2 108/1108 Zgornji Hotič- Spodnji Hotič spada v kategorijo državne glavne ceste II. reda.

Po tehnični razvrstitvi ceste pa cesta G2 108/1108 spada v tehnično skupino B, skupaj z drugimi kategorijami cest kot so R1, R2 in LG.

Tehnična skupina	Kategorija ceste	Način dimenzioniranja
A	AC, HC, G1, LH	voznodinamični
B	G2, R1, R2, LG	voznodinamični
C	R3, RT*, LC, LM, LZ	voznodinamični
D	LK, JP, ostale ceste, nekategorizirane ceste	zagotavljanje prevoznosti

Preglednica 3: Tehnična razvrstitev cest (TSC 03.300, 2003).

Moramo omeniti, da trenutno TSC 03.300 ni v veljavi, zato je ta razvrstitev samo informativna.

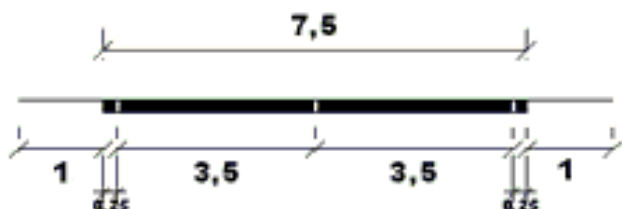
5.4 Prečni profil

Širine posameznih prometnih pasov na vozišču temeljijo na vozni hitrosti in na prometni količini posameznih vrst udeležencev v prometu in na cest. Na širino prometnega pasu za motorni svet vplivata izbrano tipično vozilo in vozna hitrost, ki se odraža v širini bočnega gibalnega prostora. Za projektno hitrost 70 km/h so standardne širine voznega pasu 3,00 m, 0,25 m robnega pasu z bankino širine 1 m. Za projektno hitrost 90 km/h pa so standardne širine voznega pasu 3,50 m, 0,25 m robnega pasu z bankino širine 1 m.

Da bo širina ceste enake na celotni dolžini cestnega odseka (cesta G2 izven naselja ima širino voznega pasu 3,50 m), smo izbrali tipski prečni profil z naslednjimi elementi :

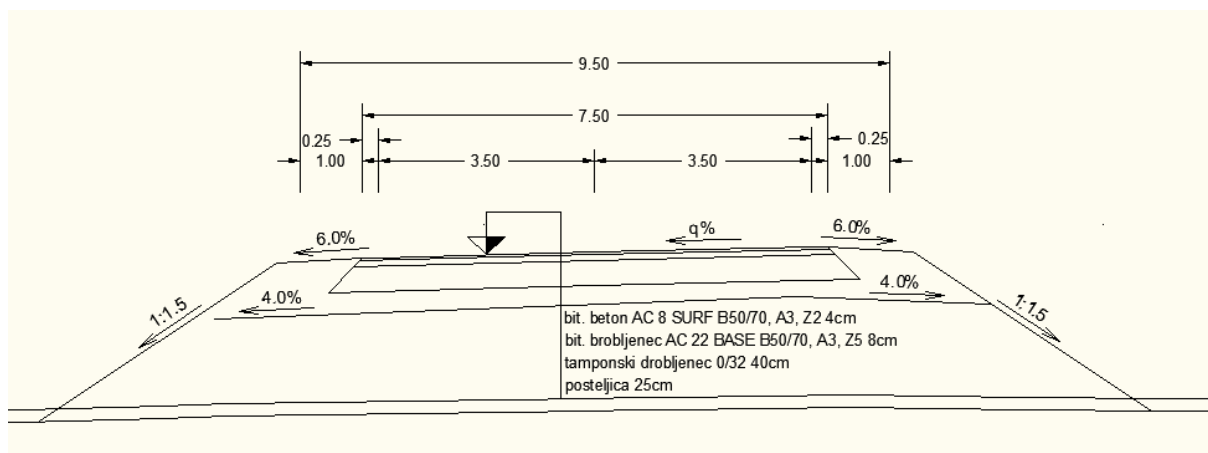
- Vozišče 2 x 3,5 m
- Robni pas 2 x 0,25 m

- Bankina 2 x 1 m
- Skupaj 9,5 m



Slika 10: Slika izbranega prečnega profila

Izbrali smo tipski prečni prerez z nekoliko večjimi elementi, kot so standardizirane dimenzije za cesto te kategorije. Večje dimenzije normalnega prečnega prereza, na obravnavanem območju, bodo služile za lažje navezovanje na obstoječo cesto, ki je istih širin kot izbran prečni profil. Prav tako bodo večje dimenzije normalnega prečnega prereza, izboljšale prevoznost odseka in prometno varnost.



Slika 11: Normalni prečni profil za obravnavane obvoznice

Glede na pomanjkanje podatkov oziroma raziskav o dotrajanosti obstoječe voziščne konstrukcije in z obzirom na okoliške ceste na katere se bo obvoznica priključila, smo izbrali voziščno konstrukcijo prikazano na sliki 11. Upoštevali smo še globino zmrzovanja, katera znaša 90 cm (TSC 06.512, 2003). Predpostavili smo, da pod voziščno konstrukcijo vgradimo odporen material proti učinkom zmrzovanja in odtajevanja in da imamo neugodne hidrološke pogoje. Ker naselje Zgornji Hotič leži na približno 265 m, lahko izračunamo, da mora biti minimalna debelina voziščne konstrukcije 63 cm.

Odpornost materiala pod voziščno konstrukcijo proti učinkom zmrzovanja in odtajevanja	Hidrološki pogoji	Debelina voziščne konstrukcije h_{min}	
		do nadmorske višine 600 m	nad nadmorsko višino 600 m
odporen	ugodni neugodni	$\geq 0,6 h_m$ ¹⁾ $\geq 0,7 h_m$	$\geq 0,7 h_m$ $\geq 0,8 h_m$
neodporen	ugodni neugodni	$\geq 0,7 h_m$ $\geq 0,8 h_m$	$\geq 0,8 h_m$ $\geq 0,9 h_m$

Legenda:

¹⁾ h_m – globina zmrzovanja (prodiranja mraza)

Preglednica 4: Najmanjše potrebne debeline voziščnih konstrukcij- h_{min} (TSC 06.512, 2003).

Plasti v voziščni konstrukciji so določene po predpisih tehničnih specifikacij. Glavni predpis za postopek določanja voziščne konstrukcije je TSC 06.520:2009: Projektiranje novih asfaltnih voziščnih konstrukcij.

Za dimenzioniranje voziščne konstrukcije moramo določiti dnevno prometno obremenitev. Za obravnavano cesto G2-108/1182 lahko po TSC 06.511 določimo, da znaša srednja prometna obremenitev. Glede na srednjo dnevno prometno obremenitev, lahko za obravnavan odsek določimo vrste in debeline voziščne konstrukcije.

Voziščna konstrukcija je sestavljena iz obrabne plasti, nosilne plasti in nevezane nosilne plasti. Za obrabno- zaporno plast smo določili AC 8 SURF B50/70, A3, Z4, katera znaša debeline 4 cm. Vežana zgornja nosilna plast, ki skupaj z obrabno- zaporno plastjo tvori krovno plast, je sestavljena iz materiala AC 22 BASE B50/70, A3, Z4 debeline 8 cm. Voziščna konstrukcija se zaključuje z nevezano nosilno plastjo sestavljeno iz tamponskega drobljenca 0/32 debeline 40 cm. Potrebna utrditev voziščne konstrukcije se nato izvede s posteljico.

Debeline in materiali posameznih plasti so bili določeni na podlagi povprečnih vrednosti količnikov ekvivalentnosti osnovnih cestogradbenih materialov. Vsi materiali in njihove ustreznosti, so določeni v preglednicah TSC 06.300 / 06.410: 2009.

6 Varianta 1

6.1 Opis

Začetna točka obvoznice variante 1, je na obstoječi cesti G2-108/1182 iz smeri Ribč (Ljubljana). Varianta 1 je bila projektirana kot glavna cesta v hribovitem svetu. To pomeni po Pravilniku o projektiranju cest, da je njena projektna hitrost 70 km/h. To nam omogoča lažje projektiranje in izbiro geometrijskih elementov ceste. Negativno pa vpliva na prevoznost ceste in zaradi nižje hitrosti tudi na daljši potovalni čas.

Prva možnost rešitve obravnavanega območja je obvoznica po južni strani naselja Zgornji Hotič. Projektna hitrost variante 1 je 70 km/h, kar nam dovoljuje manjše minimalne geometrijske elemente vodenja trase. Zaradi manjših geometrijskih elementov smo se poskusili čim bolj izogniti kmetijskim površinam ter približati traso tako, da se kar najhitreje priključi na obstoječo cesto. S tem smo se izognili nepotrebnim dodatnim stroškom gradnje ceste.

Dolžina trase obvoznice varianta 1 znaša 1+237 m. Sestavljena je iz več krožnih lokov, ki se povezujejo s prehodnicami. Ker smo imeli na voljo manjše minimalne geometrijske elemente za določanje trase, smo lahko traso kar najbolje prilagodil terenu, tako da smo se poskusil izogniti večjim vkopom in nasipom. Na koti 0+580 m smo se poskušali čim bolj približati terenu, saj je tam odcep, ki vodi do gostišča Kimovec in naselja. Prav tako smo se z niveleto približali terenu na koti 0+880 m, saj imam tako štirikrako križišče, ki povezuje naselje, betonarno PGM Hotič in obvoznico variante 1.

6.2 Minimalni tehnični elementi ceste

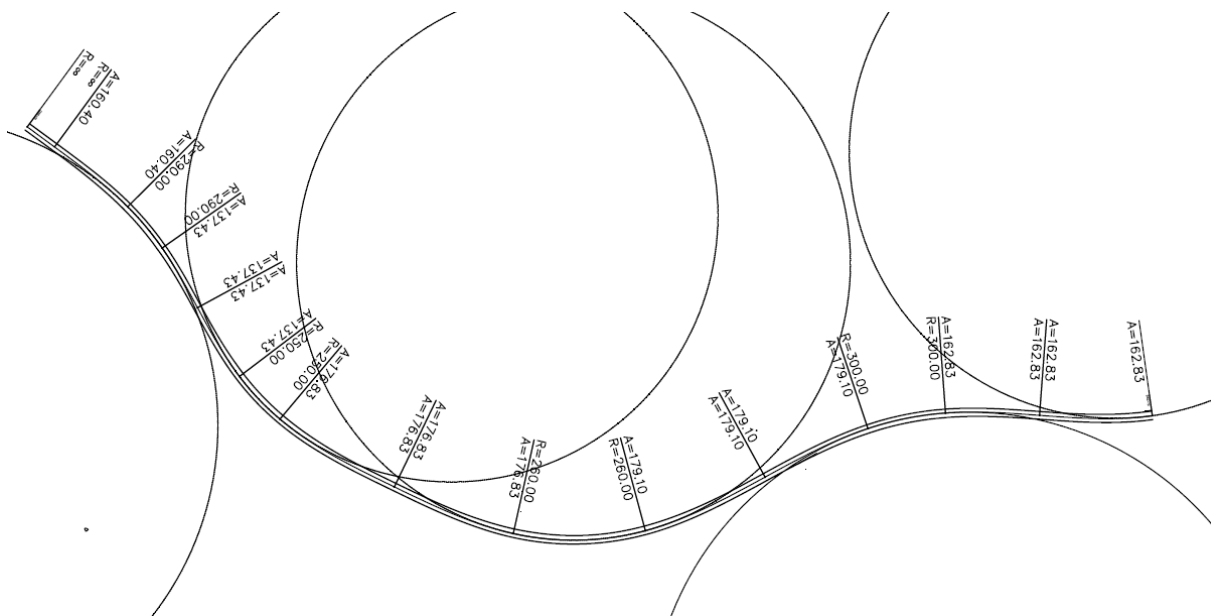
Za izbrano projektno hitrost 70 km/h imamo omejitve minimalnih tehničnih elementov ceste, kot jih določa Pravilnik o projektiranju cest. Čeprav odsek obravnavane ceste spada v tehnično skupino B, sem projektiral cesto z minimalni tehnični elementi ceste, ki veljajo za tehnično skupino A. Minimalni elementi, ki jih more izpolnjevati projektirana cesta, so predstavljeni v spodnji preglednici in veljajo za tehnično skupino A.

Element	Oznaka	Enota	Vrednost
Minimalni polmer krožnega loka	R_{min}	m	175
Minimalna dolžina krožnega loka	D_{kl}	m	40
Parameter minimalne dolžine prehodnice	$A_{min,q=7\%}$	m	90
Minimalna dolžina prehodnice	L_{min}	m	40
Največji dopustni nagib nivelete	S_{max}	%	7
Minimalni vertikalni koveksni polmer zaokrožitve	$r_{min,konv}$	m	2000
Minimalni vertikalni konkavni polmer zaokrožitve	$r_{min,konk}$	m	1500
Minimalni prečni nagib cestišča	q_{min}	%	2.5
Maksimalni prečni nagib cestišča	q_{max}	%	7

Preglednica 5: Preglednica minimalnih tehničnih elementov ceste za projektno hitrost 70 km/h

6.3 Horizontalno vodenje trase

Pri oblikovanju horizontalne osi ceste, smo se skušali kar najbolje približati naselju na spodnji strani, s ciljem, da bi se ohranilo čim več kmetijskih površin. Navezava na obstoječo cesto G2 108/1182 je izvedena z kratko premo, ki se nato s prehodnicam nadaljuje v »S« krivino. »S« krivina je bila izvedena s krožnima lokoma velikosti 290 m in 250 m. »S« krivini sledi »C« krivina z drugim radijem, ki ima radij velikosti 260m. Nato se izvede še zadnja »S« krivina z sledečim radijem 300m in se zaključi s prehodnico, ki se navezuje na obstoječo cesto.



Slika 12: Slika horizontalnega vodenja trase variante 1

Velikosti krožnih lokov, parametri prehodnih in dolžine prehodnic ustrezajo standardom, ki jih določa Pravilnik o projektiranju cest. Obravnavana cesta, mora izpolnjevati pogoj opredeljen z minimalnim časom vožnje po loku, ki je 2-1,5 s. Vsi krožni loki izpolnjujejo ta pogoj, saj ta čas, preračunan v razdaljo krožnega loka znaša 38,9 m - 29,2 m.

Podatki o horizontalni osi				Ime osi: OS_HOTIC70KMH
Stacionaža	Vhod (X)	Sever (Y)	Smer (d)	Element
0.0+0.00	485365.243	105397.273	143°41'53.0"	Prema L=31.782
0.0+31.78	485390.856	105378.457	143°41'53.0"	Prehodnica A=160.399 L=88.716
0.1+20.50	485459.513	105322.416	134°56'2.9"	Krožni lok R=290.000 L=50.475
0.1+70.97	485491.882	105283.769	124°57'41.9"	Prehodnica A=137.434 L=65.132
0.2+36.10	485525.088	105227.781	118°31'39.2"	Prehodnica A=137.434 L=75.553
0.3+11.66	485564.426	105163.367	127°11'6.9"	Krožni lok R=250.000 L=55.256
0.3+66.91	485602.396	105123.379	139°50'56.3"	Prehodnica A=176.833 L=125.080
0.4+91.99	485709.766	105059.898	154°10'55.3"	Prehodnica A=176.833 L=120.269
0.6+12.26	485821.475	105016.114	167°26'1.6"	Krožni lok R=260.000 L=125.255
0.7+37.52	485945.494	105018.787	164°57'50.3"	Prehodnica A=179.095 L=123.366
0.8+60.88	486057.825	105069.035	151°22'15.7"	Prehodnica A=179.095 L=106.917
0.9+67.80	486154.408	105114.539	161°34'51.0"	Krožni lok R=300.000 L=74.474
1.0+42.27	486227.249	105129.104	175°48'15.4"	Prehodnica A=162.829 L=88.378
1.1+30.65	486315.514	105126.899	175°45'22.5"	Prehodnica A=162.829 L=106.053
1.2+36.70	486421.355	105126.540	172°5'27.3"	

Preglednica 6: Preglednica horizontalnih geometrijskih elementov variante 1

Po Pravilniku o projektiranju cest je obvezna ustreznost sosledji dveh zaporednih krožnih lokov. V vseh primerih sosledje spada v dobro območje.

Dobro območje

Osnovni R	250m	260m	290m	300m
Sosednji R1	215m	222m	243m	250m
Sosednji R2	305m	318m	357m	370m

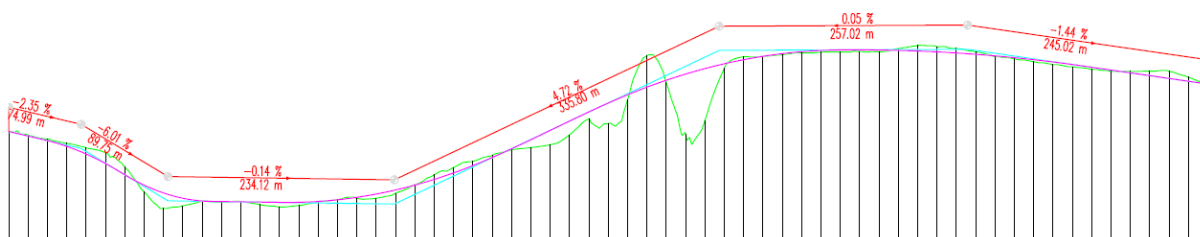
Preglednica 7: Preglednica sosledja dveh krožnih lokov- ustreznosti za varianto 1

Razširitve vozišča v krivinah smo izvedeli s programom Plateia. Razširitve vozišča smo izvedeli za vrsto vozila vlačilec, ki ima medosno razdaljo + previs spredaj (LOP) 10 m in sicer enostransko.

Preglednost se zagotovi z pregledno bermo ob desnem robu vozišča, ki vozniku omogoča neoviran pogled voznega pasu na višini 1,0 m nad voziščem na dolžini zaustavne razdalje P_z . Največja širina berme zanaša $b'=1,95\text{m}$.

6.4 Vertikalno vodenje trase

Pri oblikovanju vertikalne trase, smo se poskusili čim bolj približati terenu. Zato sem v začetku uporabil skoraj minimalne konveksne in konkavne zaokrožitve (1500 m in - 2000 m). Prav tako se niveleta ceste skoraj približa maksimalnemu dovoljenemu prečnemu nagibu, ki znaša 7%.



Slika 13: Slika vertikalnega poteka trase za varianto 1

Vertikalna trasa se iz točke, kjer se navezuje na obstoječo cesto, spusti po tangenti z rahlim padcem (-2,4 %), do najmanjše konveksne zaokrožitve na celotni trasi (- 2045 m). Niveleta se nato močno spusti (-6 %) ter poravna nazaj v skoraj horizontalo preko najmanjše konkavne zaokrožitve (1529 m). Niveleta se nato od tukaj naprej ne giblje v tako mejnih vrednostih. Sledi konkavna zaokrožitev (4811 m) in dolg vzpon (4,7 %). Na koncu se niveleta preko dveh konveksnih zaokrožitev (- 5496 m in - 16426 m) in dveh rahlih vzdolžnih nagibov (0 % in -1,4 %) spusti ceste G2, na katero se tudi naveže.

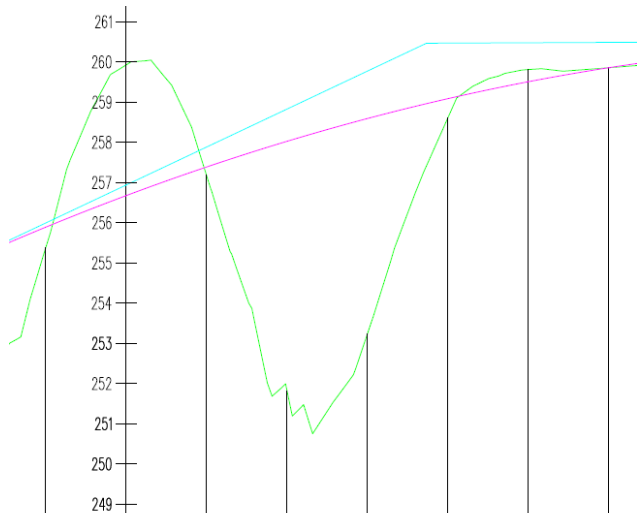
Št.	Element	Stacionaža (km+m)	Dolžina (m)	Radij (m)	Vzdolžni nagib (%)
1	Tangenta	0+000	37.5	/	-2.4
2	Vertikalna zaokrožitev	0+036	75.1	-2045	/
3	Tangenta	0+112	7.4	/	-6.0
4	Vertikalna zaokrožitev	0+119	89.8	1529	/
5	Tangenta	0+209	72.8	/	-0.1
6	Vertikalna zaokrožitev	0+282	234.2	4811	/
7	Tangenta	0+516	90.2	/	4.7
8	Vertikalna zaokrožitev	0+606	257.1	-5496	/
9	Tangenta	0+863	6.0	/	0.0
10	Vertikalna zaokrožitev	0+869	245.0	-16426	/
11	Tangenta	1+114	122.5	/	-1.4

Preglednica 8: Preglednica vertikalnih geometrijskih elementov variante 1

6.5 Objekti in zidovi

Varianta 1 na stacionaži 0+710 m prečka potok, zato bilo, zaradi prevelikih nasipov, potrebno problem rešiti s tehničnim objektom. Ker je niveleta nad potokom v naklonu in ker tam potka vertikalna zaokrožitev, bi bilo nesmiselno graditi most, ki bi sledil tej trasi ceste.

Sam se nagibam k rešitvi z prepustom, kjer bi vgradili prepust, nad katerim se opravi dovolj nasutja, da lahko nad njim speljemo cesto po projektirani niveleti.



Slika 14: Slika cestišča in terena, kjer bi se izvedel tehnični objekt pri varianti 1

Na stacionaži 0+660 m bi bilo zaradi manjših vkopov in večje varnosti smotrno vgraditi kamnito oporno zložbo, ki bi poleg manjših posegov v okolje tudi lepše vplivala na estetiko trase.

6.6 Priključki in križišča

Varianta 1 ima en priključek in eno štirikrako križišče. Oba, priključek in križišče sta izvedena s dodatnim pasom za leve zavijalce. Prvi priključek, ki poveže naselje Zgornji Hotič z obvoznico pod gostiščem Kimovec, se nahaja na stacionaži 0+585 m in je dolg 44, 0 m, do priključitve na obstoječo cesto. Štirikrako križišče se nahaja na koncu naselja in sicer na stacionaži 0+880 m. Prvi krak, ki teče proti naselju je dolg 40, 0 m, drugi krak, ki povezuje obvoznico in betonarno PGM Hotič pa je dolžine 179, 0 m.



Slika 15: Slika priključka variante 1



Slika 16: Slika križišča variante 1

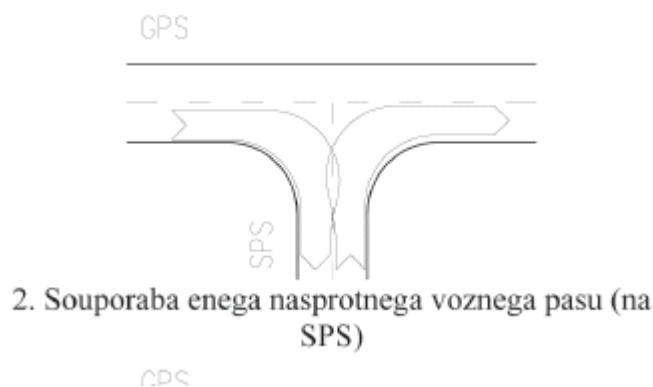
Niveleta štirikrakega križišča je manj kot meter odmaknjena od terena, torej ne bi bilo potrebno globoko posegati v prostor z vkopi in nasipi. Pri priključku pa so malo večji vkopi, zato bi bilo potrebno paziti, da se zagotovi zadostno preglednost.

Problematičen je priključek pri varianti 1. Priključek leži na naklonu, ki znaša 4,72 %, Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste pa navaja, da nagib nivelete glavne prometne smeri v območju priključka ne sme presegati 3,5 %. Prav tako je zaradi vkopa potrebno zagotoviti zahtevano preglednost v križišču pri vključevanju iz priključka na glavno prometno smer.

Dolžina pregledne razdalje pri priključku variante 1 znaša 83 m. Za zagotovitev preglednosti, bi morali uporabiti več ukrepov. Ena od možnosti je vgradnja berme, ki bi za pregledno razdaljo 83 m morala znašati najmanj 1,56 m, lahko pa bi postavili prometno signalizacijo, ali pa izboljšali vozno plast asfalta in s tem zmanjšali zaustavno razdaljo in posledično pregledno razdaljo.

6.6.1 Načrtovanje priključka in križišča

Elemente za priključek kot tudi za križišče, smo izvedeli v skladu s Pravilnikom o cestnih priključkih na javne ceste. Da bi promet potekal bolj tekoče, smo pri priključku in križišču dodali poseben pas za leve zavijalce z zapornimi ploskvami. Stranske prometne pasove sem načrtoval brez prometnih otokov. Način uporabe stranskega prometnega pasu se izvede s souporabo nasprotnega voznega pasu.



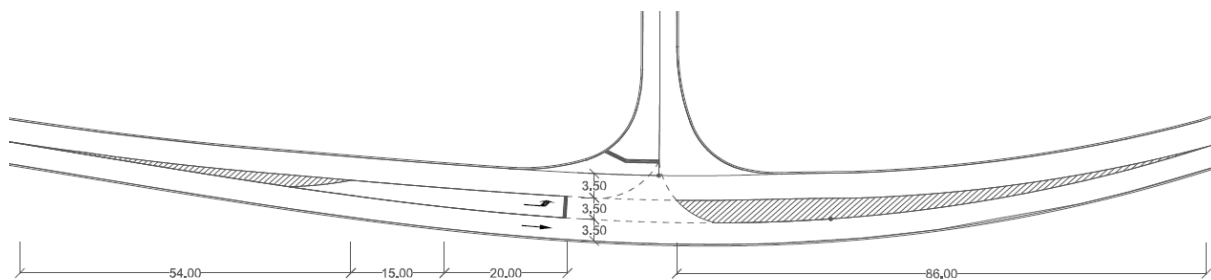
Slika 17: Slika načina uporabe priključka in križišča (Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste, 2009).

Zavijalni loki priključka in križišča na obvoznici so oblikovani kot sestavljena krivina treh lokov, z osnovnim radijem 12 m ($R_1 : R_2 : R_3 = 24 \text{ m} : 12 \text{ m} : 36 \text{ m}$).

Prometni pas za leve zavijalce je predviden tako v primeru priključka, kot v primeru križišča. Pas za leve zavijalce, bo služil za večjo prometno varnost in preprečil nastajanje prometnih zastojev, posebej v prometnih konicah. Razširitev sem izvedel enostransko. Za širino prometnega pasu za leve zavijalce je enaka kot širina pasu za vožnjo naravnost, kar znaša 3,5 m. Pas za zavijanje v levo je sestavljen iz:

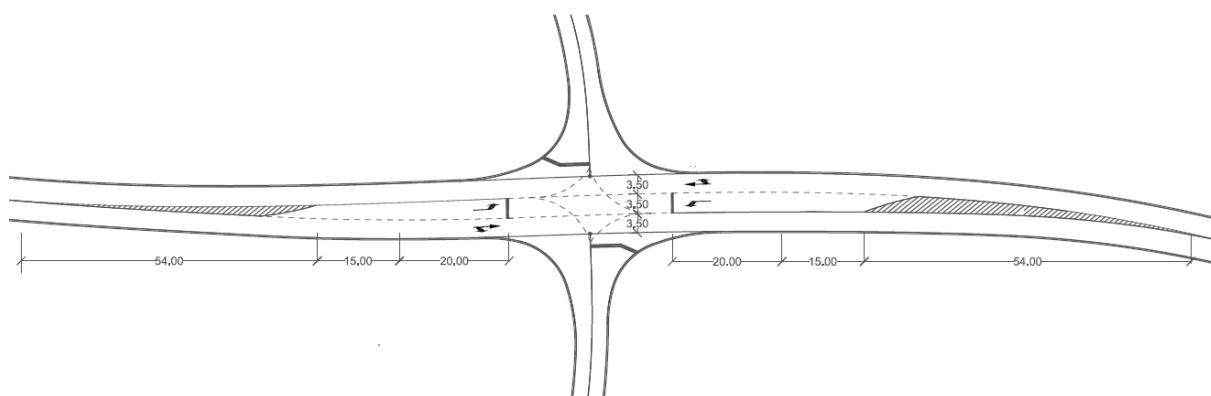
- čakalnega dela $l_A = 20 \text{ m}$,
- zaustavljalnega dela $l_V = 15 \text{ m}$,
- prehodnega dela $l_{Z1} = 54 \text{ m}$ ter
- dolžine razširitve vozišča $l_Z = 89 \text{ m}$.

Razširitev smo izrisali s pomočjo programa Plateia.



Slika 18: Slika dolžine elementov pasu za leve zavijalce pri priključku

Pri priključku je dolžina razširitve vozišča daljša od predvidenih 54 m. Dolžina razširitve v smeri proti Litiji znaša 86 m. Vzrok za to, je lepše vodenje ceste za vozila, ki se vozijo v smeri Ljubljane. Ker je razširitev opravljena v krivini, bi bili minimalni elementi razširitve neugodni za vožnjo.



Slika 19: Slika dolžine elementov pasu za leve zavijalce pri križišču

7 Varianta 2

7.1 Opis

Začetna točka obvoznice variante 2, je na obstoječi cesti G2-108/1182 iz smeri Ribč (Ljubljana). Varianta 2 obvoznice Zgornji Hotič prav tako obide naselje po južni strani, tako, da se od naselja odmakne in približa reki Savi. Varianta 2 je bila sprojektirana kot glavna cesta, v gričevnatem terenu, kar posledično pomeni, da je projektna hitrost na tej varianti 90 km/h. Z večjo projektno hitrostjo veliko pridobimo pri prevoznosti ceste in potovalnem času, na drugi strani, pa zaradi večjih minimalnih geometrijskih elementov naredimo večje posege v okolje.

Ker so minimalni tehnični elementi za projektiranje trase projektno hitrosti 90 km/h veliki, smo imeli kar nekaj težav poiskati traso, ki bi bila zadovoljiva. Največ težav povzroča situativna in niveletna navezava na obstoječo cesto in vodenju trase pod kmetijami naselja, zaradi velikih minimalnih krožnih lokov. S pomočjo dolge preme na začetku trase poskrbimo, da se nova trasa lažje priključi na obstoječo G2-108/1182.

Trasa variante 2 je nekoliko daljša od variante 1 in sicer je dolga 1+380 m. Sestavljena je samo iz dveh velikih krožnih lokov, preme in prehodnic. Na koti 0+700 m je odcep, ki vodi do gostišča Kimovec in naselja. Štirikrako križišče, ki povezuje naselje, betonarno PGM Hotič in novo obvoznico, leži na koti 1+010 m. Prav tako je na koti 0+820 m potreben velik prepust, nad katerem se z nasipom nato uredi os ceste.

7.2 Minimalni tehnični elementi ceste

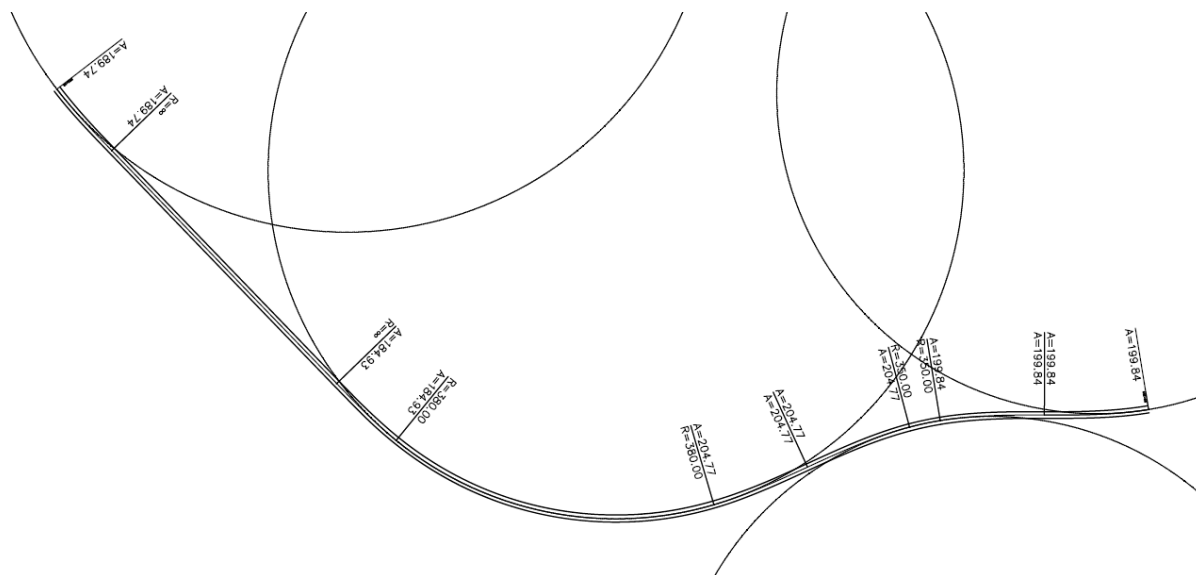
Ker bi bila varianta 2, del obstoječe ceste G2 108, bi po TSC 03.300 spadala v tehnično skupino B, enako, kot varianta 1. Projektirali smo z minimalnimi tehničnimi elementi, ki veljajo za tehnično skupino A, saj se ne razlikujejo bistveno, prav tako pa smo z vidika varnosti, bolj na varni strani. V spodnji preglednici so predstavljeni minimalni tehnični elementi, ki veljajo za tehnično skupino A in obvoznico variante 2.

Element	Oznaka	Enota	Vrednost
Minimalni polmer krožnega loka	R_{min}	m	350
Minimalna dolžina krožnega loka	D_{kl}	m	50
Parameter minimalne dolžine prehodnice	$A_{min,q=7\%}$	m	150
Minimalna dolžina prehodnice	L_{min}	m	65
Največji dopustni nagib nivelete	S_{max}	%	6
Minimalni vertikalni koveksni polmer zaokrožitve	$r_{min,konv}$	m	6000
Minimalni vertikalni konkavni polmer zaokrožitve	$r_{min,konk}$	m	4000
Minimalni prečni nagib cestišča	q_{min}	%	2.5
Maksimalni prečni nagib cestišča	q_{max}	%	7

Preglednica 9: Preglednica minimalnih tehničnih elementov ceste za projektno hitrost 90 km/h

7.3 Horizontalno vodenje trase

Z vodenjem horizontalne osi je bilo kar nekaj težav, saj imamo velike minimalne tehnične elemente. Težave so nastale s skladnostjo posameznih elementov med seboj in navezovanjem na obstoječo cesto. Prav tako moramo paziti, da z vkopi in nasipi, ki so v varianti 2 večji, ne posegamo v območje objektov.



Slika 20: Slika horizontalnega vodenje trase variante 2

Da se nova trasa naveže na obstoječo cesto, je bila uporabljena kratka prehodnico. Kratki prehodnici, sledi dolga prema (353 m), ki je bila potrebna da se je trasa lahko navezala na glavni krožni lok na tej trasi (380 m). Trasa dolgo teče po krožnem loku (368 m) nato pa se preko »S« krivine s soslednjim krožnim lokom (350 m), preko dveh prehodnic naveže na obstoječo cesto G2-108/1182.

Trasa variante 2 izpolnjuje zahteve, ki jih določa TSC 03.300 glede minimalnih tehničnih elementov. Ker tudi ta trasa spada v tehnično skupino B, mora izpolnjevati pogoj minimalnega časa vožnje po krožnem loku, ki znaša 1, 5 s – 2 s. Na varianti 2 to pomeni, da mora biti vožnja po krožnem loku dolga 37, 5 m – 50 m. Vidimo lahko da ima drugi krožni lok malenkost premajhno dolžino, kar pa ne bi bistveno vplivalo na vozno dinamiko.

Podatki o horizontalni osi				Ime osi: OS_HOTIC_90KM/H
Stacionaža	Vzhod (X)	Sever (Y)	Smer (d)	Element
0.0+0.00	485279.503	105485.769	127°34'35.0"	Prehodnica A=189.737 L=90.000
0.0+90.00	485339.543	105418.792	134°1'19.8"	
0.4+43.48	485585.189	105164.615	134°1'19.8"	Prema L=353.479
0.5+33.48	485650.197	105102.456	140°48'25.9"	Prehodnica A=184.932 L=90.000
0.9+1.78	485997.233	105032.312	163°39'39.4"	Krožni lok A=380.000 L=368.301
1.0+12.13	486099.531	105073.405	155°20'31.5"	Prehodnica A=204.772 L=110.346
1.1+31.93	486210.937	105117.042	165°8'53.4"	Prehodnica A=204.772 L=119.804
1.1+66.20	486244.435	105124.191	170°45'27.0"	Krožni lok R=350.000 L=34.265
1.2+80.30	486358.247	105130.187	179°54'10.3"	Prehodnica A=199.842 L=114.105
1.3+94.41	486472.060	105136.182	170°45'27.0"	Prehodnica A=199.842 L=114.105

Preglednica 10: Preglednica horizontalnih geometrijskih elementov variante 2

Pot Pravilniku o projektiranju cest mora ustrezati sosledje zaporednih krožnih lokov. V varianti 2 imamo samo en par krožnih lokov, ki si sledita in spadata v dobro območje.

Dobro območje

Osnovni R	350m	380m
Soslednji R1	285m	306m
Soslednji R2	445m	474m

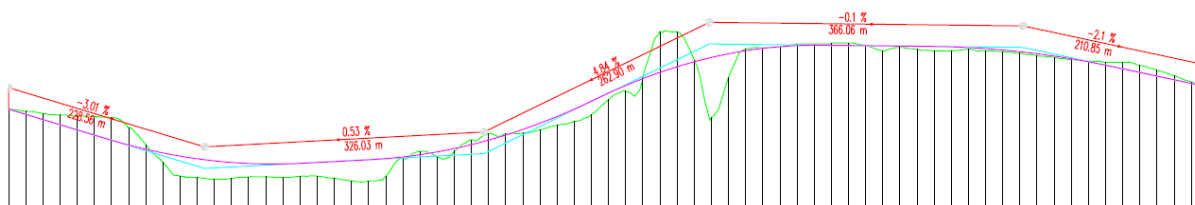
Preglednica 11: Preglednica sosledja dveh krožnih lokov- ustreznosti za varianto 2

Razširitve vozišča v krivinah so izvedeni s programom Plateia. Razširitve vozišča smo izvedeli za vrsto vozila vlačilec, ki ima medosno razdaljo + previs spredaj (LOP) 10 m.

Preglednost se zagotovi z pregledno bermo ob desnem robu vozišča, ki vozniku omogoča neoviran pogled voznega pasu na višini 1,0 m nad voziščem na dolžini zaustavne razdalje P_z . Največja širina berme zanaša $b'=2,98$ m.

7.4 Vertikalno vodenje trase

Vertikalno vodenje trase variante 2 je močno omejeno zaradi velikih minimalnih tehničnih elementov. Zato smo poskušali speljati traso, tako, da je bilo čim manj vkopov in nasipov. Paziti smo morali, da sem se v bližini objektov približal terenu, ter da z vkopi in nasipi nisem posegal v njihovo območje. Prav tako je bilo potrebno se čim bolj približati terenu na koti 0+700 m in 1+010 m, kjer sta odcep in štirikrako križišče.



Slika 21: Slika vertikalnega poteka trase za varianto 2

Niveleta se iz točke, kjer se navezuje na obstoječo cesto spusti po tangenti s 3,0 % padcem do ostre konkavne zaokrožitve (6458 m). Nato niveleta poteka približno 2 m nad terenom, do druge konkavne zaokrožitve (6098 m) iz katere se po vzponu 4,8 %, preko konveksne zaokrožitve (5308 m) tangenta skoraj poravna v horizontalno smer (0, 1 %). Nato se trasa še preko konkavne zaokrožitve (10493 m) in tangente s padcem 2,1 %, priključi obstoječi cesti G2-108/1182.

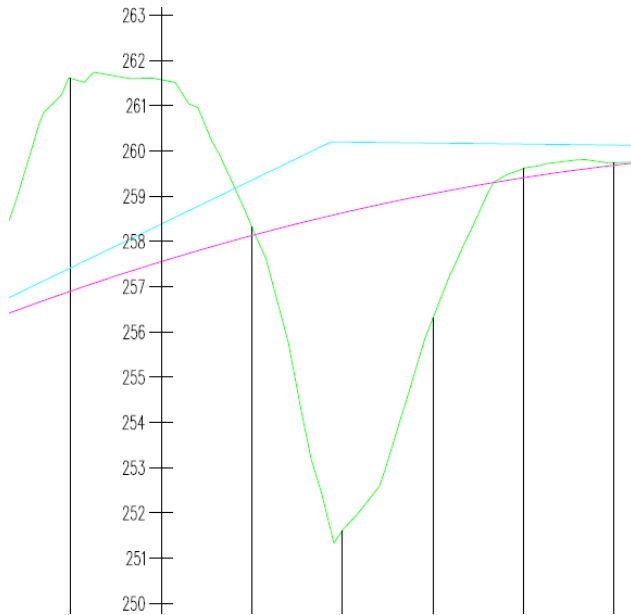
Št.	Element	Stacionaža (km+m)	Dolžina (m)	Radij (m)	Vzdolžni nagib (%)
1	Tangenta	0+000	114.3	/	-3.0
2	Vertikalna zaokrožitev	0+114	228.6	6458	/
3	Tangenta	0+343	80.3	/	0.5
4	Vertikalna zaokrožitev	0+423	263.0	6098	/
5	Tangenta	0+686	0.0	/	4.8
6	Vertikalna zaokrožitev	0+686	263.0	-5308	/
7	Tangenta	0+949	129.2	/	-0.1
8	Vertikalna zaokrožitev	1+078	210.9	-10493	/
9	Tangenta	1+289	91.0	/	-2.1

Preglednica 12: Preglednica vertikalnih geometrijskih elementov variante 2

7.5 Objekti in zidovi

Kot pri varianti 1, tudi varianta 2 prečka potok, kjer bi bilo potrebno problem rešiti s tehničnem objektom. Pri varianti 2 bi ta tehnični objekt ležal na stacionaži 0+820 m.

Tudi v primeru variante 2 so višine nivelete od terena oziroma potoka prevelike za izdelavo nasipov. Prav tako izdelava mostu ni logična, ker je niveleta ceste nad potokom v naklonu in v zaokrožitvi. Zato bi se tudi tukaj odločil za izdelavo prepusta, nad katerim se nato izvede potrebno nasutje, da cesta ustreza projektirani niveleti.



Slika 22: Slika cestišča in terena, kjer bi se izvedel tehnični objekt pri varianti 2

Na stacionaži 0+770 m bi bilo zaradi manjših vkopov in večje varnosti smotno vgraditi kamnito oporno zložbo, ki bi poleg manjših posegov v okolje tudi lepše vplivala na estetiko trase.

7.6 Priključki in križišča

Varianta 2 ima dva priključka in eno štirikrako križišče, podobno kot varianta 1. Prvi priključek in štirikrako križišče sta izvedena s pasom za leve zavijalce. Prvi priključek na stacionaži 0+700 m, ki povezuje obvoznico in naselje pod gostiščem Kimovec, je dolžine 40,0 m, drugi priključek je manjše vrednosti in leži na stacionaži 1+380 m in je dolžine 24,7 m, ki povezuje obvoznico variante 2 z vasjo Bitiče. Štirikrako križišče, ki se nahaja na stacionaži 1+010 m, s prvim krakom povezuje naselje in obvoznico pri gostišču Juvan, dolžina prvega kraka znaša 61,5 m. Drugi krak križišča, ki teče do betonarne PGM Hotič je dolžine 185,5 m.



Slika 23: Slika priključka 1 variante 2



Slika 24: Slika križišča variante 2



Slika 25: Slika priključka 2 variante 2

Tudi pri varianti 2 so zavijalni loki vseh priključkov na obvoznici oblikovani kot sestavljena krivina treh lokov, z osnovnim radijem 12 m ($R1 : R2 : R3 = 24 \text{ m} : 12 \text{ m} : 36 \text{ m}$).

Niveleta štirikrakega križišča je manj kot meter odmaknjena od terena, torej ne bi bilo treba veliko posegati v prostor z vkopi in nasipi.

Tudi pri varianti 2 je problematičen priključek. Priključek leži na naklonu, ki znaša 4,84 %, kar je več kot navaja Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste (nagib nivelete glavne prometne smeri v območju priključka ne sme presegati 3, 5 %). Tudi pri priključku variante 2 je zaradi vkopa potrebno zagotoviti zahtevano preglednost v križišču pri vključevanju iz priključka na glavno prometno smer.

Dolžina pregledne razdalje pri priključku variante 2 je enaka dolžini pregledne razdalje variante 2 in sicer zanaša 83 m. Za zagotovitev preglednosti, bi morali uporabiti več ukrepov. Ena od možnosti je vgradnja berme, ki bi za pregledno razdaljo 83 m morala znašati najmanj 1, 56 m, lahko bi postavili tudi prometno signalizacijo, ali izboljšali vozno plast asfalta in s tem zmanjšali zaustavno razdaljo in posledično pregledno razdaljo.

8 Vrednotenje variant

Na izbiro optimalne variante obvoznice vpliva veliko različnih parametrov in pogojev. Preučiti in upoštevati moramo vse kriterije ter izbrati tisto varianto, ki jih izpolnjuje največ. Načrtovane variante se medsebojno primerjajo po naslednjih parametrih in pogojih:

- Prometno-varnostni pogoji,
- Gradbeno-tehnični parametri,
- Prometno-ekonomski parametri,
- Okoljski parametri,
- Prostorski pogoji.

Za posamezno variantno rešitev, bi bilo potrebno, po postavkah popisa del, izdelati predračun gradbenih in investicijskih stroškov, vendar to ne spada v obseg dela te diplomske naloge.



Slika 26: Slika primerjave poteka trase variante 1 in variante 2

8.1 Prometno-varnostni pogoji

Prometno-varnostni pogoji so izpolnjeni pri obeh variantah obvoznice, saj so vsi tehnični elementi projektirani v skladu s Pravilnikom o projektiranju cest. Nesporno je, da se z obvoznicjo močno poveča varnost vožnje, saj z njo rešimo tako nevaren klanec z nepreglednim ovinkom kot tudi »ožino« med stanovanjskimi hišami, ki imajo v večini primerov direktni izvoz na obstoječo glavno cesto. Z obvoznicjo se torej umaknemo naselju, kar že občutno izboljša obstoječe stanje.

Varianta 1 izpolnjuje vse zahteve, ki morajo ustrezati kriterijem, ki jih narekuje Pravilnik o projektiranju cest. Prav tako je dobra preglednost vožnje, saj cesta teče po terenu in nima velikih vkopov in nasipov.

Varianta 2 prav tako izpolnjuje vse zahteve Pravilnika o projektiranju cest, z izjemo dolžine vožnje po zadnjem krožnem loku. Vendar ta dolžina znaša nekaj manj kot 5 m, kar je zanemarljivo malo. Varianta 2 z nekoliko večjimi vkopi in nasipi pomeni malenkost slabšo prometno varnost, vendar pa v nobenem odseku ne predstavlja kritičnega stanja.

V ta kriterij lahko uvrščamo tudi prevoznost obeh variant. Ker je varianta 2 projektirana na projektno hitrost 90 km/h in vsi njeni elementi ustrezajo tehničnim zahtevam, je prav gotovo varianta 2 bolj prevozna od variante 1. Zaradi navedenega je seveda tudi potovalni čas bolj ugoden oz. hitrejši od variante 1.

8.2 Gradbeno- tehnični parametri

Tukaj primerjamo tehnične elemente obvoznice, da bi pokazali ali se varianta 1 in 2 bistveno razlikujeta in kaj bi lahko vplivalo za končno odločitev. Gradbeno tehnične elemente ceste, so primerjani v spodnji preglednici.

Gradbeno tehnični elementi	Varianta 1	Varianta 2
Projektna hitrost [km/h]	70.0	90.0
Dolžina [m]	1236.7	1394.4
Tipski prečni profil [m]	9.5	9.5
Višina največjega nasipa (pravokotno na cesto) [m]	2.7	2.6
Dolžina največja vkopa (merjeno po terenu) [m]	9.0	9.0
Nasip [m ³]	15664.1	27868.2
Izkop [m ³]	7794.3	14827.2
Višek materiala [m ³]	7869.8	13041.0

Preglednica 13: Preglednica primerjave gradbeno-tehničnih parametrov

Primerjavo smo naredili med elementi, ki najbolj vplivajo na gradnjo in vožnjo nove obvoznice in sicer glede na hitrost vožnje, dolžino odseka, prerez ter zemeljska dela.

Iz tabele lahko razberemo, da bistvenih razlik med obema variantama obvoznice ni. Dolžina odseka in normalni prečni profili se ne razlikujejo veliko. Razlika nastane edino pri projektirani hitrosti in pri obsegu zemeljskih del. Projektna hitrost je večja pri varianti 2, saj znaša 90 km/h, vendar pa je po drugi strani, količina vkopov in nasipov pri tej varianti precej večja. Tako bi bilo potrebno za določitev boljše variante glede na gradbeno-tehnične pogoje, primerjati med seboj projektno hitrost in potrebna zemeljska dela in se nato, s tega vidika, odločiti o primernejši varianti.

V primerjavo niso vključeni elementi priključkov in križišč, saj so pri obeh variantah zelo podobni in ne bi vplivali na določitev boljše variante.

8.3 Prometno-ekonomski parametri

Za bolj natančno določitev ugodnejše variante po ekonomskem kriteriju, nimam ustreznega strokovnega znanja. Ampak glede na to, da sta obe varianti približno enako dolgi in imata enak normalni prečni profil, je nesporno, da bi bila varianta 1 bolj ugodna, saj ima veliko manj vkopov in nasipov.

Vseeno bi bilo treba izdelati predračun gradbenih in investicijskih stroškov, da bi z večjo natančnostjo primerjali obe varianti. Kljub temu, da je ne prvem mestu varnost in pa pretočnost ceste, je ekonomski kriterij prav gotovo pomemben element, ki vpliva na izbor variante (ekonomsko bolj ugodne variante).

8.4 Okoljski parametri

Nesporno je, da ima varianta 2 slabši vpliv na okolje, saj njena trasa teče čez večjo površino najboljših obdelovalnih zemljišč, kot varianta 1, ki se prej priključi nazaj na obstoječo cesto. Prav tako z večjimi nasipi in vkopi varianta 2 bolj posega v okolje.

8.5 Prostorski pogoji

Prostorski pogoji vplivajo na regionalni razvoj pokrajine in na ljudi. Na regionalni razvoj bi imeli obe obvoznici enak vpliv, tako da ta kriterij ne pripomore k izboru ugodnejše variante. Obe varianti obvoznice bi z bolj ugodnim prometnim tokom dobro vplivali na regijo in bi zagotovo dvignili zanimanje po bivanju v tem okolišu, pozitivne posledice pa bi se odražale tudi na gospodarskem področju.

8.6 Predlog izbire variante

Kot je iz zgornjih kriterijev vidno, so največje razlike, med obema variantama obvoznice v projektirani hitrosti in v količini zemeljskih del. Zato je k odločitvi o izboru boljše variante obvoznice, botrovala primerjava omenjenih dveh kriterijev, seveda, ob upoštevanju ekonomskega vidika.

Bistvenih razlik med obema variantama obvoznice ni. Vzrok za to je preprost, saj obe potekata po istem terenu, torej južno od naselja Zgornji Hotič. Vseeno pa kriteriji nakažejo razlike, ki nastanejo pri projektiranju, in le te so mi dale povod za izbiro boljše variante. Na končno izbiro boljše variante pa je vplivalo tudi moje subjektivno mnenje, kot voznika in poznavalca okoliša. Glavni razlog izbire boljše variante ni bil v detajlnih razlikah posamezne obvoznice, ampak celosten pogled nove trase in kako, bi se le-ta, vključila v dinamiko obstoječe glavne ceste G2.

Pri odločitvi, katera varianta je primernejša, nismo imeli težav. Sicer bi z varianto 2 na prvi pogled dobili večjo pretočnost. Vendar, glede na to, da je zaradi priključka in križišča, kjer se mora hitrost vožnje omejiti na 70km/h, na tako kratkem odseku (cca 1,5 km) hitrost 90 km/h ne ponuja občutno večje prevoznosti, kot obvoznica variante 1, katere hitrost je 70 km/h. Večja hitrosti vožnje pri varianti 2, je bila njena največja prednost. Tako za boljšo varianto izberemo varianto 1, katere projektna hitrost je 70 km/h. Z izbiro variante 1 tudi poskrbimo za manjše posege v okolje, saj je niveleta bližje reliefu, prav tako pa os ceste teče čez manj kmetijskih površin.

Najtehtnejši razlog za izbiro variante 1 pa je skladnost novega odseka v dinamiko obstoječe ceste G2, ki teče od Ljubljane proti Zasavju. Glavna cesta G2 je skozi celotno traso vijugasta, saj sledi vijugam reke Save. Na tej trasi pa je tudi ves čas omejitev hitrosti bodisi zaradi križišč ali odcepov bodisi zaradi nevarnih odsekov. Tako bi trasa variante 1, ki je prav tako vijugasta in omejitev hitrosti na njej 70 km/h, povsem spadala v dinamiko ceste G2.

9. Zaključek

Pri izbiri teme za diplomsko nalogo smo sledil želji, da obravnavamo konkreten primer. Prav tako smo želeli narediti diplomsko nalogo v zvezi s prometom, s katerega področja sem hotel pridobiti čim več novega znanja. Zaradi naraščajočega porasta motornega prometa oz. na splošno migracij ljudi, je potreba po gradnji novih cest neizogibna. Zato se mi zdi prometna smer v gradbeništvu zelo pomembna. Poleg delovnih mest za gradbena podjetja, pa nudi delo tudi drugim panogam, ki zaposlujejo veliko število ljudi (okoljevarstveniki, strojniki, elektrotehniki...).

Odsek trase, predstavljen v diplomski nalogi, vidimo kot problematično za dnevne uporabnike, saj zaradi neprimerne vozišča škoduje prometnemu pretoku. Poleg tega je, zaradi neprimerne vozišča kvaliteta bivanja v naselju veliko slabša. Obravnavano območje je glavna cesta G2 108/1182, ki je glavna prometna povezava Ljubljane z Zasavjem in je tam dnevno veliko prometa.

Rekonstrukcija obstoječe trase skozi naselje bi le začasno, ne pa trajno rešila problem, obvoznica severno od naselja pa zaradi reliefa skoraj ni mogoča. Zato bi bila edina rešitev obvoznica mimo naselja po južni strani. Ker je edina možna rešitev obvoznica južno od naselja, smo izdelali dve obvoznici z različnima projektnima hitrostma (70 km/h in 90 km/h) in ju primerjal. Ker gre za glavno cesto in je tam veliko prometa, je bila naša naloga, da izvedemo obvoznici čim bolj prepustni, s tem da izpolnjujeta vse vozno dinamične pogoje ter s čim manjšimi posegi v prostor.

Projektiranje obeh tras smo izvedeli s programom Plateia in Civil 3D. Sprva smo imeli kar nekaj težav, da smo osvojili program Plateia, ki je bil osnova za naš projekt. Ko pa smo se navadili operiranja s programom, smo spoznali, da nam je bil v veliko pomoč pri izdelavi projekta obvoznice, kot tudi križišča, ki smo ga izvedeli za izbrano varianto.

Pri izbiri boljše variante je predvsem vplivalo osebno mnenje katera varianta, bi se bolje vključila v glavno traso ceste G2 iz smeri Ljubljane do Zasavja. Vožnja po obvoznici, z omejitvijo hitrosti 70 km/h, ne bi spremenila dinamike vožnje, saj se po trasi G2 ves čas pojavljajo omejitve hitrosti (odcepi, krožna križišča) in bi se lepo vključila v obstoječo traso. Poleg tega se varianta 1 (varianta z projektno hitrostjo 70 km/h) bolje prilagodi reliefu, kar pomeni, da so manjši posegi v okolje.

Pri vrednotenju variant nismo mogli natančno izvesti primerjave glede ekonomskega vidika smotrnosti izbire boljše variante, ker še nimamo potrebnega znanja, upam pa da ga bomo kmalu pridobil v času študija ali v času zaposlitve.

Menimo da bi bili ali varianta 1 ali varianta 2, ki sta bili predstavljeni v diplomski nalogi, boljša rešitev, kot rekonstrukcija obstoječe ceste, ki ne bi bistveno spremenila prepustnosti ceste in kvalitete življenja tamkajšnjih prebivalcev. Upam da bo ta diplomska naloga kaj vplivala na potek izboljšanja razmer v Zgornjem Hotiču.

Z izdelavo diplomske naloge smo osvojili nove tehnike pri uporabi programskih orodij za projektiranje cest, kar mislim, da je v sodobnem času, ko vse temelji na računalniški tehnologiji, nepogrešljivo. Z razvojem računalniške tehnologije se vzporedno razvija tudi programska oprema za projektiranje, kar projektantom vedno bolj olajšuje njihovo delo. Vendar kljub vsej tej tehnologiji in poenostavitvi, moramo projektanti poznati teoretično osnovo projektov, saj le tako bodo projekti dovolj kvalitetni. Tako sem tudi sam med projektiranjem v programskih orodjih, ves čas spoznaval tudi pravilnike in zahteve, kot jih določajo pravilniki.

VIRI :

- [1]. Pravilnik o projektiranju cest. Uradni list RS, št. 91/2005
- [2]. Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste. Uradni list RS, št. 86/2009
- [3]. Tehnična specifikacija za javne ceste, TSC 03.300 – Geometrijski elementi cestne osi in vozišča (predlog). 2003. DRSC, Direkcija republike Slovenija za ceste: 67 str.
- [4]. Tehnična specifikacija za javne ceste, TSC 03.200 – Temeljni pogoji za določanje cestnih elementov v odvisnosti od voznodinamičnih pogojev, ekonomike cest, prometne obremenitve in prometne varnosti ter preglednosti (predlog). 2003. DRSC, Direkcija republike Slovenije za ceste: 55 str.
- [5]. Tehnična specifikacija za javne ceste, TSC 03.341 – Krožna križišča. 2002. DRSC, Direkcija republike Slovenije za ceste: 40 str.
- [6]. Tehnična specifikacija za javne ceste, TSC 06.520 – Dimenzioniranje novih asfaltnih voziščnih konstrukcij. 2009. DRSC, Direkcija republike Slovenije za ceste: 12 str.
- [7]. Tehnična specifikacija za javne ceste, TSC 06.300 / 06.410 – Smernice in tehnični pogoji za graditev asfaltnih plasti. 2009. DRSC, Direkcija republike Slovenije za ceste: 56 str.
- [8]. Tehnična specifikacija za javne ceste, TSC 06.511 – Prometne obremenitve določitev in razvrstitev. 2009. DRSC, Direkcija republike Slovenije za ceste: 10 str.
- [9]. Tehnični normativi za projektiranje in opremo mestnih prometnih površin. 1991. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Prometnotehniški inštitut: 796 str.
- [10]. Temeljni pogoji za določanje cestnih elementov. 2005. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Prometnotehniški inštitut: 52 str.
- [11]. Lipičnik, M. 1981. Osnove za projektiranje cest. Maribor, Visoka tehniška šola (VTŠ): 434 str.
- [12]. Rankel, G. 2007. Sodobna izvennivojska križanja mestnih cest. Diplomaska naloga. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba G. Rankel): 66 str.

- [13]. Javna agencija republike Slovenije za varnost prometa. 2014.
http://www.avp-rs.si/en/images/nacionalni_nacrt/nacionalni_program_2013_2022.pdf
(Pridobljen 3. 3. 2014.)
- [14]. Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 2014
<http://rkg.gov.si/GERK/viewer.jsp> (Pridobljeno 3. 3. 2014.)
- [15]. Republika Slovenija, Statistični urad Republike Slovenije. 2014
<http://www.stat.si/index.asp> (Pridobljeno 3. 3. 2014.)
- [16]. Google maps, Google street view. 2014.
<http://maps.google.com> (Pridobljen 5. 3. 2014.)
- [17]. Prometno-informacijski center za državne ceste. Povprečni letni dnevni promet za pretekla leta. 2014. <http://www.promet.si/portal/sl/podatki-o-prometnih-obremenitvah.aspx>
(Pridobljen 3. 3. 2014.)

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A1: Horizontalni potek obvoznice variante 1

PRILOGA A2: Vzdolžni profil obvoznice variante 1

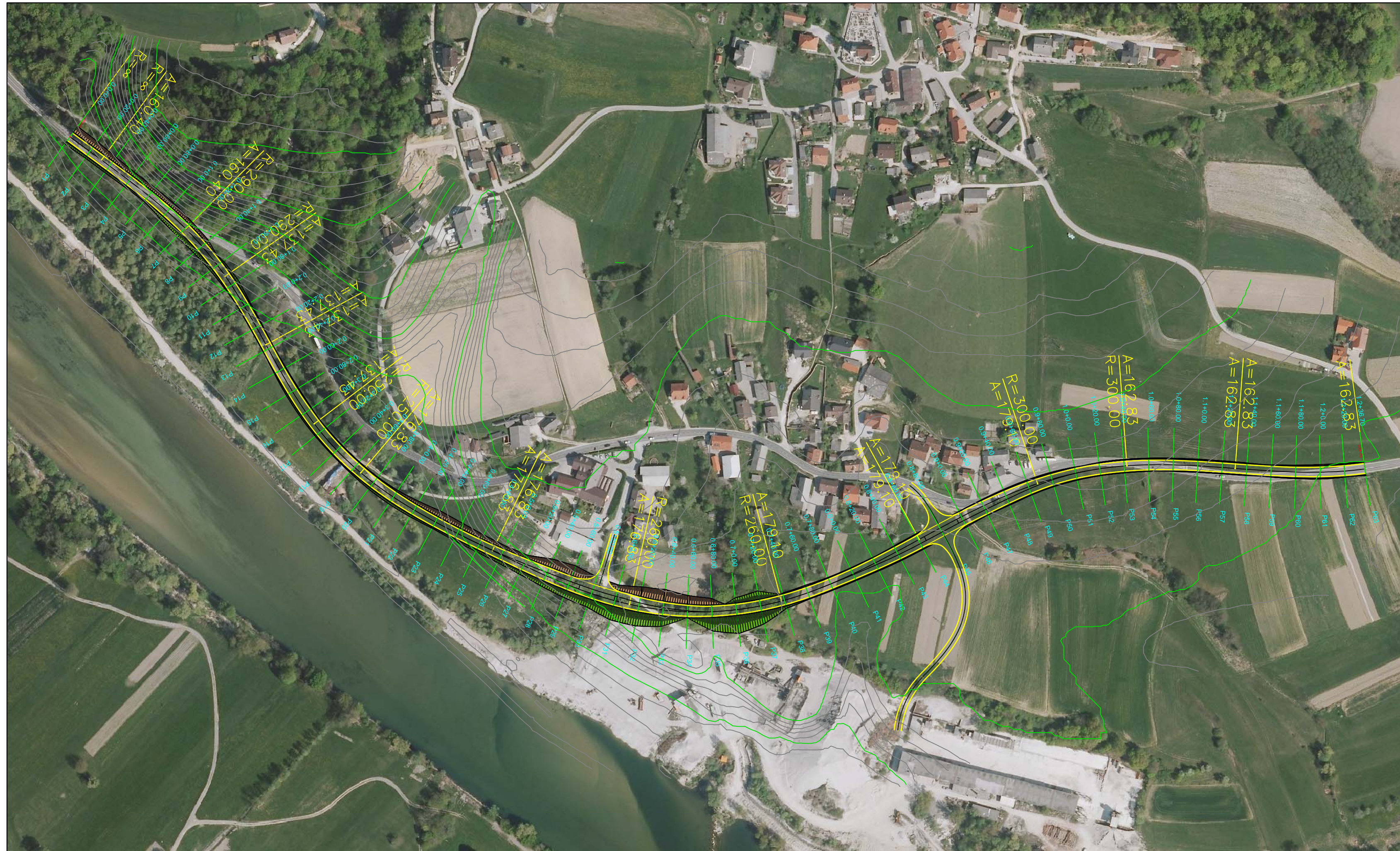
PRILOGA B1: Horizontalni potek obvoznice variante 2

PRILOGA B2: Vzdolžni profil obvoznice variante 2

PRILOGA C1: Karakteristični prečni profili

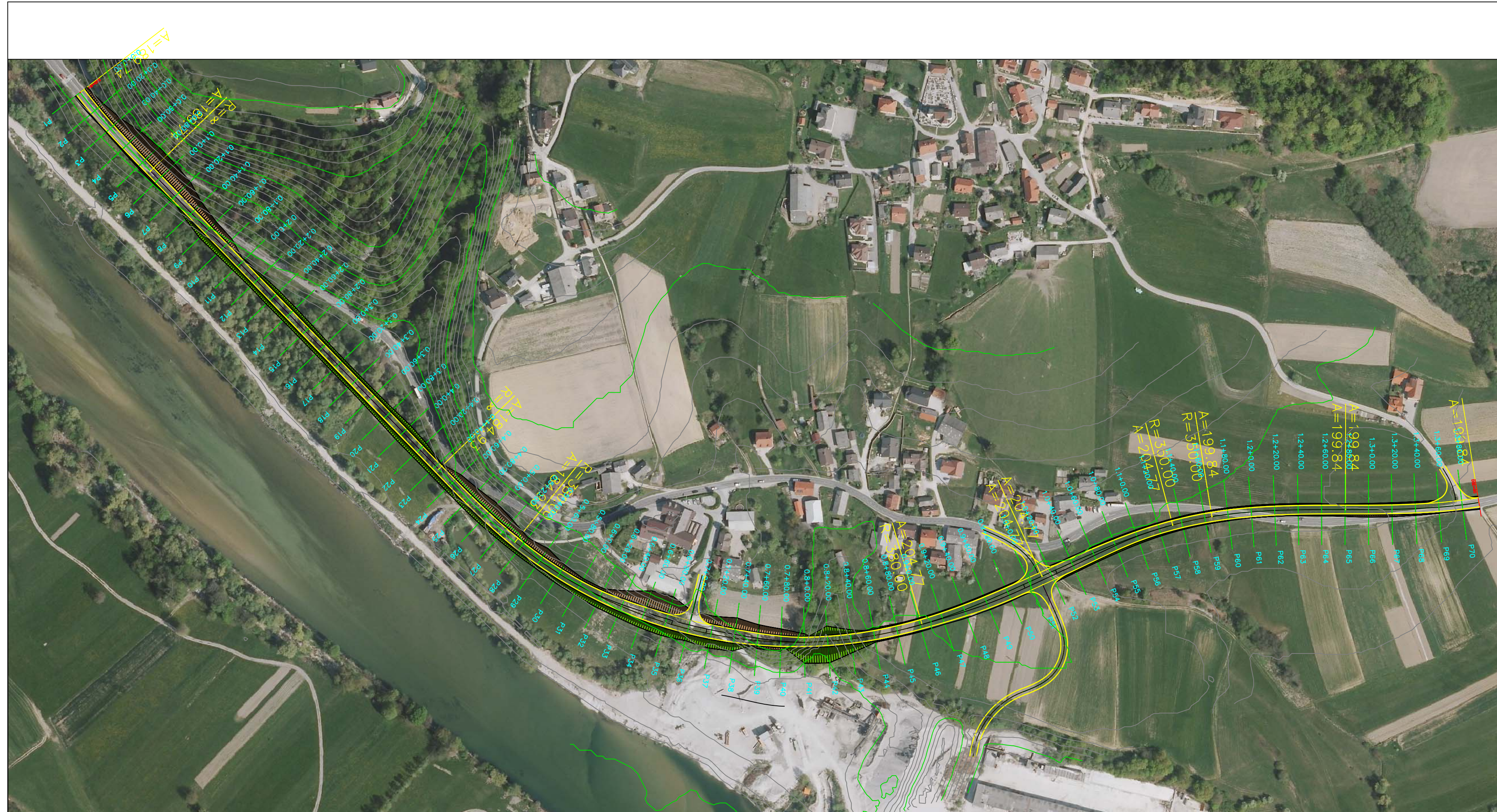
PRILOGA D1: Projektna situacija priključka obvoznice variante 1

PRILOGA D2: Projektna situacija križišča obvoznice variante 1



HORIZONTALNI POTEK TRASE - VARIANTA 1

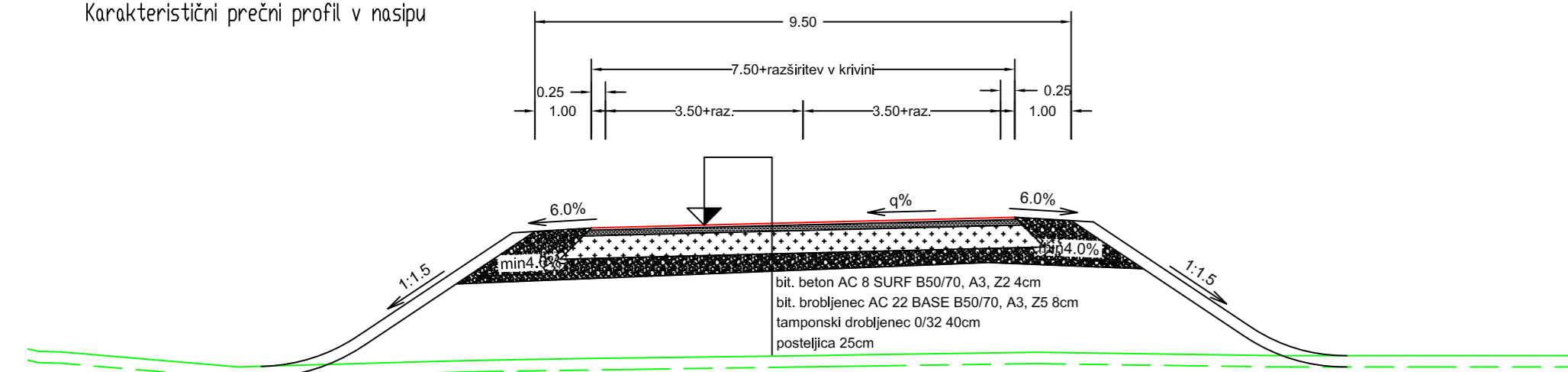
Diplomska naloga:		Objekt:	
Variante obvoznice Zgornji Hotič:		Obvoznica variante 1	
Mentor:		Opis risbe:	
doc. dr. Peter Lipar		Horizontalni potek trase	
Somentor:	viš. pred. mag. Robert Rijavec	Vrsta načrta:	Projekt ceste
Avtor:	Nejc Vozelj	Vrsta proj. dok.:	PZI
Datum:	Maj 2014	Št. načrta:	A1
Univerza v Ljubljani Fakulteta za <i>gradbeništvo in geodezijo</i>		Št. projekta:	5/2014
		Merilo:	1:2500



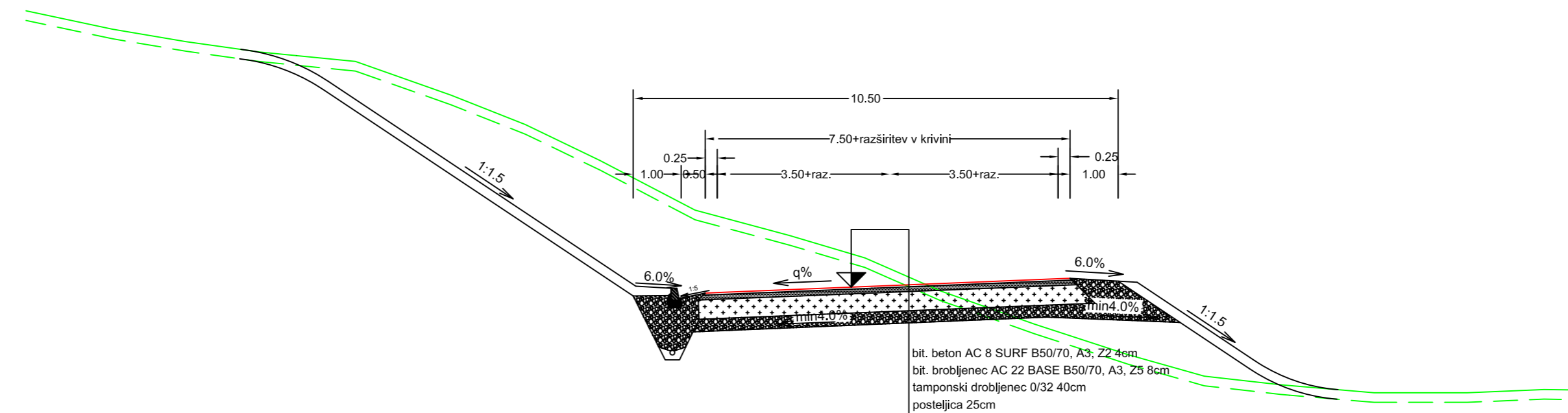
HORIZONTALNI POTEK TRASE - VARIANTA 2

Diplomska naloga:		Objekt:	
Variante obvoznice Zgornji Hotič:		Obvoznica variante 2	
Mentor:		Opis risbe:	
doc. dr. Peter Lipar		Horizontalni potek trase	
Somentor:	viš. pred. mag. Robert Rijavec	Vrsta načrta:	Projekt ceste
Avtor:	Nejc Vozelj	Vrsta proj. dok.:	PZI
Datum:	Maj 2014	Št. načrta:	B1
Univerza v Ljubljani Fakulteta za <i>gradbeništvo in geodezijo</i>		Št. projekta:	5/2014
		Merilo:	1:2500

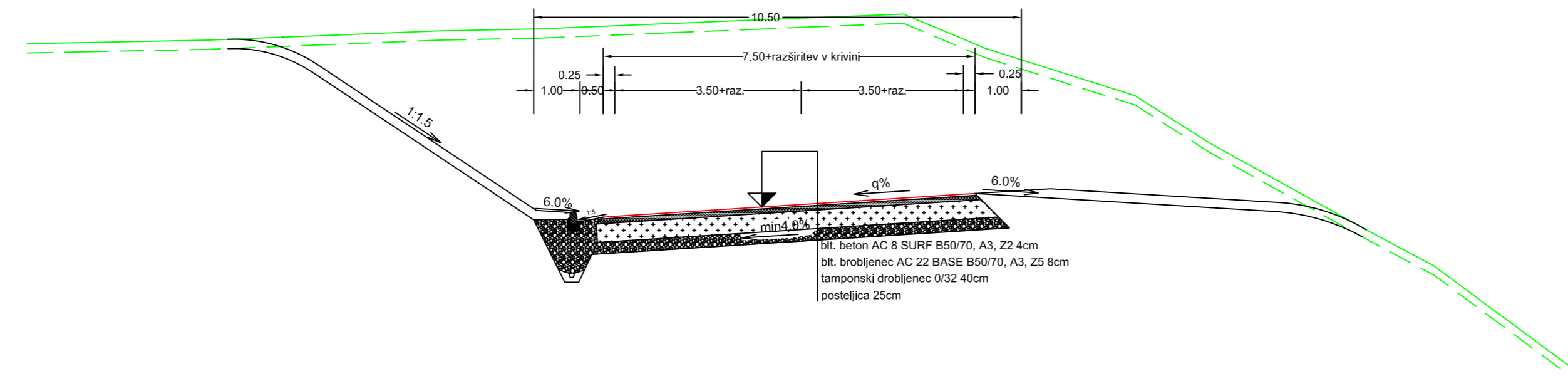
Karakteristični prečni profil v nasipu



Mešani karakteristični prečni profil

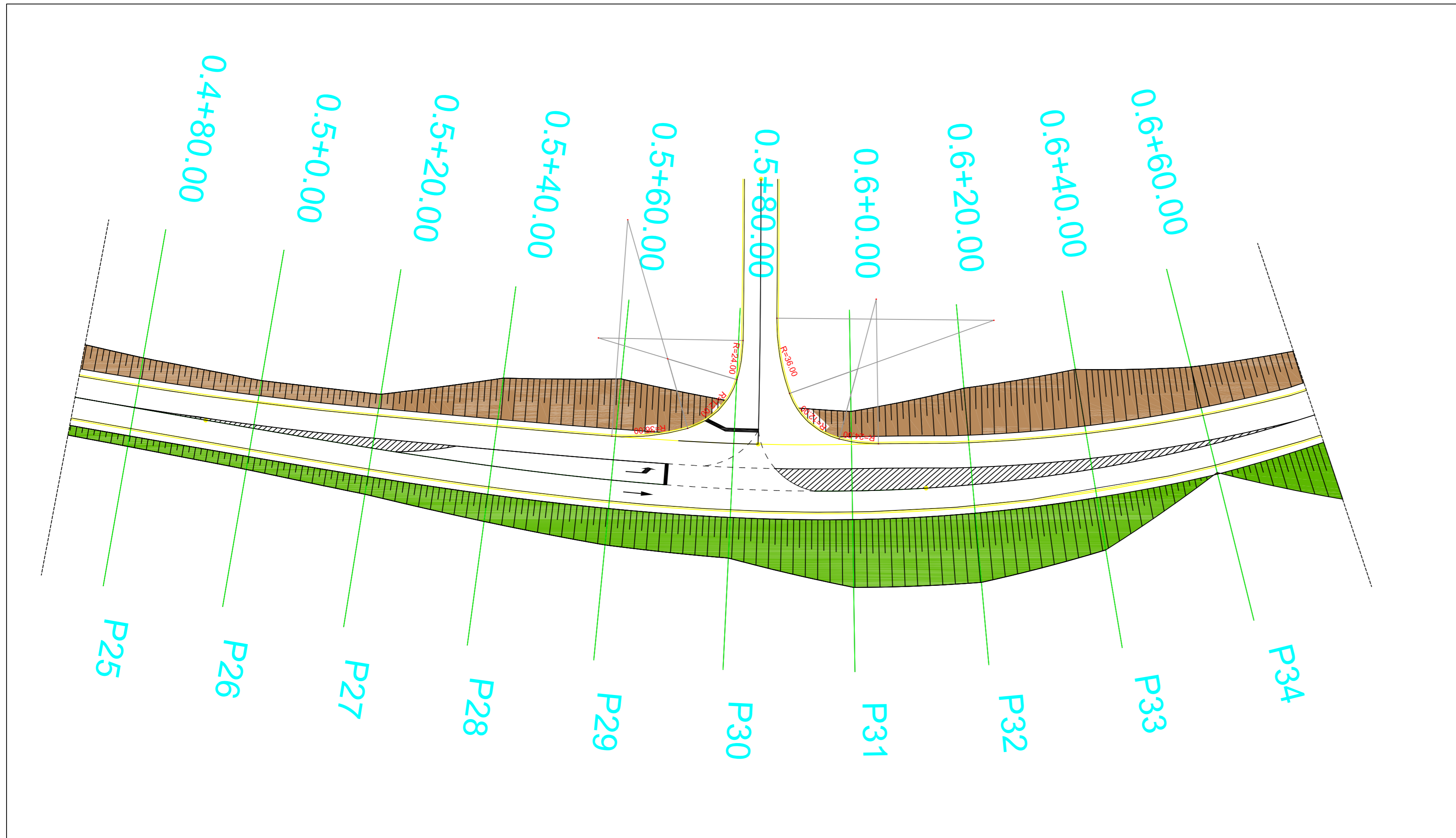


Karakteristični prečni profil v vkopu



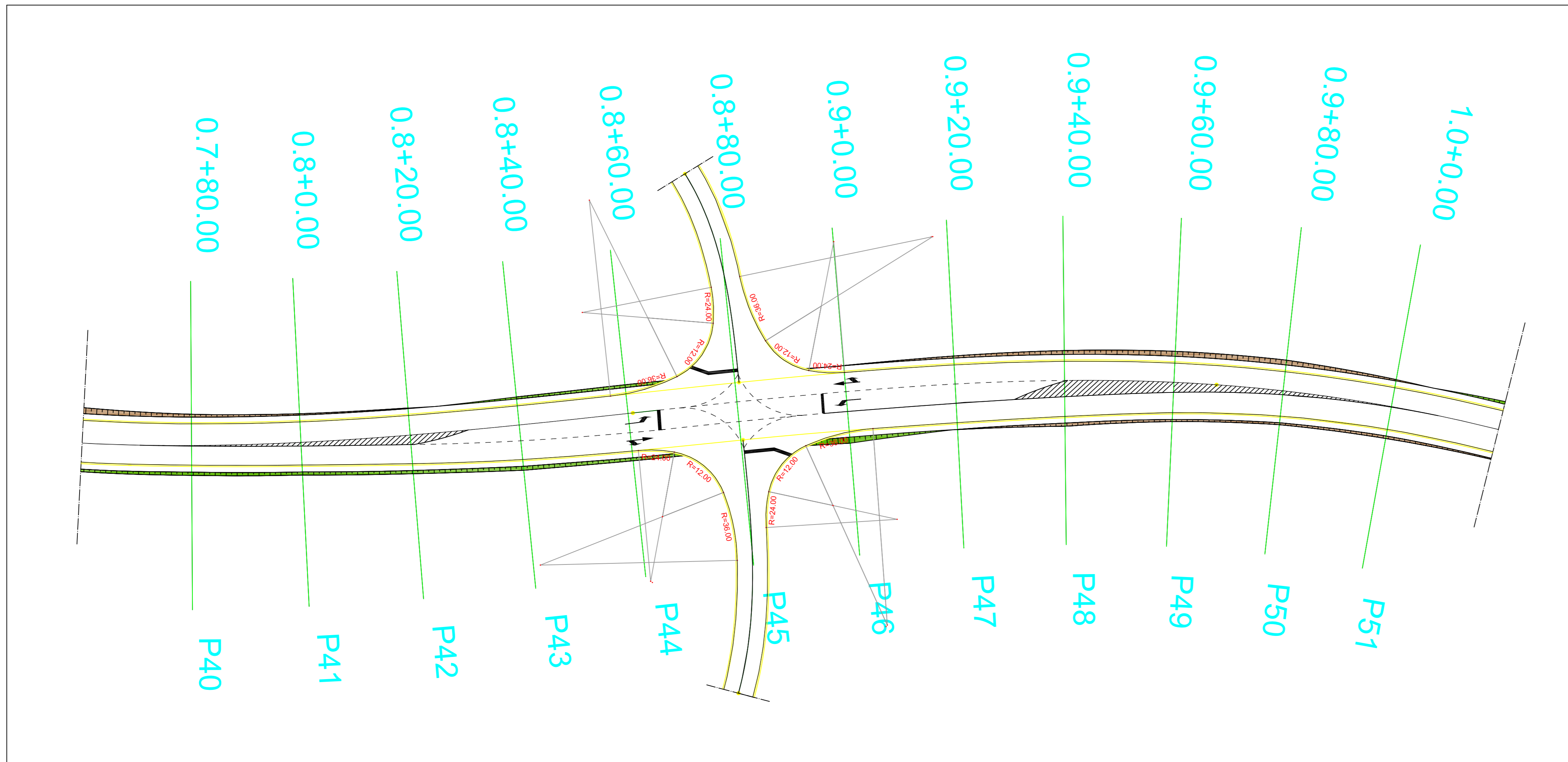
KARAKTERISTIČNI PREČNI PROFILI - VARIANTA 1 IN VARIANTA 2

Diplomska naloga:		Objekt:	
Variante obvoznice Zgornji Hotič		Obvoznica variante 1 in variante 2	
Mentor:		Opis risbe:	
doc. dr. Peter Lipar		Karakteristični prečni profili	
Somentor:	viš. pred. mag. Robert Rijavec	Vrsta načrta:	Projekt ceste
Avtor:	Nejc Vozelj	Vrsta proj. dok:	PZI
Datum:	Maj 2014	Št. načrta:	C1
Univerza v Ljubljani		Št. projekta:	5/2014
Fakulteta za <i>gradbeništvo in geodezijo</i>		Merilo:	1:100



PROJEKTNÁ SITUACIJA PRIKLJUČKA –
VARIANTA 1

Diplomska naloga:		Objekt:	
Variante obvoznice Zgornji Hotič:		Obvoznica variante 1	
		Opis risbe:	
		Projektna situacija priključka	
Mentor:	doc. dr. Peter Lipar	Vrsta načrta:	Projekt ceste
Somentor:	viš. pred. mag. Robert Rijavec	Vrsta proj. dok.:	PZI
Avtor:	Nejc Vozelj	Št. načrta:	D1
Datum:	Maj 2014	Št. projekta:	5/2014
Univerza v Ljubljani Fakulteta za <i>gradbeništvo in geodezijo</i>		Merilo:	1:500



PROJEKTNÁ SITUACIJA KRIŽIŠČA -
VARIANTA 1

Diplomska naloga:		Objekt:	
Variante obvoznice Zgornji Hotič:		Obvoznica variante 1	
		Opis risbe:	
		Projektna situacija križišča	
Mentor:	doc. dr. Peter Lipar	Vrsta načrta:	Projekt ceste
Somentor:	viš. pred. mag. Robert Rijavec	Vrsta proj. dok.:	PZI
Avtor:	Nejc Vozelj	Št. načrta:	D2
Datum:	Maj 2014	Št. projekta:	5/2014
Univerza v Ljubljani Fakulteta za <i>gradbeništvo in geodezijo</i>		Merilo:	1:500