

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:

Indof, M., 2013. Rekonstrukcija križišč lokalnih cest LC012020, LC012050, LK013581 in JO513550. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Lipar, P.): 23 str.

Datum arhiviranja: 11-09-2014

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:

Indof, M., 2013. Rekonstrukcija križišč lokalnih cest LC012020, LC012050, LK013581 in JO513550. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Lipar, P.): 23 pp.

Archiving Date: 11-09-2014

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

**UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI  
PROGRAM PRVE STOPNJE  
GRADBENIŠTVO**

Kandidat:

**MATEJ INDOF**

**REKONSTRUKCIJA KRIŽIŠČ LOKALNIH CEST  
LC012020, LC012050, LK013581 IN JO513550**

Diplomska naloga št.: 44/B-GR

**RECONSTRUCTION OF THE INTERSECTION OF  
LC012020, LC012050, LK013581 AND JO513550**

Graduation thesis No.: 44/B-GR

**Mentor:**  
doc. dr. Peter Lipar

**Predsednik komisije:**  
izr. prof. dr. Janko Logar

Ljubljana, 17. 09. 2013

## ERRATA

Stran z napako	Vrstica z napako	Namesto	Naj bo

## IZJAVE

Podpisani **Matej Indof** izjavljam, da sem avtor dela z naslovom: "**Rekonstrukcija križišč lokalnih cest LC012020, LC012050, LK013581 in JP513550**".

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

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, \_\_\_\_\_

Matej Indof

---

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN**

<b>UDK:</b>	625.739(043.2)
<b>Avtor:</b>	Matej Indof
<b>Mentor:</b>	doc. dr. Peter Lipar
<b>Naslov:</b>	Rekonstrukcija križišč lokalnih cest LC012020, LC012050, LK013581 in JP513550
<b>Tip dokumenta:</b>	Diplomska naloga – univerzitetni študij prve stopnje
<b>Obseg in oprema:</b>	23 str., 4 pregl., 31 sl., 2 graf., 8 en., 11 pril.
<b>Ključne besede:</b>	križišče, krožišče, lokalna cesta, štetje prometa, idejna zasnova, prometna ureditev, prometna signalizacija

## **IZVLEČEK**

Diplomska naloga obravnava netipično križišče več lokalnih cest, ki sestoji iz treh notranjih križišč. Opredeljene so težave obstoječe ureditve, ki se skozi nalogo poskušajo rešiti. Podana je ocena vpliva načrtovane razbremenilne ceste v bližini, ki utegne vplivati na prometne tokove tudi skozi to križišče. Iz podatkov štetja prometa v prometnih konicah je določeno merodajno križišče in merodajna prometna obremenitev. Poudarek je na oblikovanju celostne rešitve za prometno ureditev območja s konvencionalnimi oblikami križišč ali krožišč z namenom povečanja varnosti in preglednosti tudi s pomočjo ustrežnejše signalizacije. Opisan je razvoj treh možnih rešitev, ki so izrisane v obliki idejnih zasnov. Za zadnjo, izbrano varianto je določena vsa potrebna talna in vertikalna signalizacija. Za kritična mesta so izračunani potrebni elementi cestne osi (razširitve vozišča, prečni nakloni) in izvedena kontrola preglednosti v križišču. Na koncu je za prikaz učinka rekonstrukcije izvedena analiza prepustnosti najbolj obremenjenega križišča pri izbrani varianti.

**BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION**

**UDC:** 625.739(043.2)  
**Author:** Matej Indof  
**Supervisor:** Assist. Prof. Peter Lipar, Ph.D.  
**Title:** Reconstruction of the intersecons of LC012020, LC012050, LK013581 and JP513550  
**Document type:** Graduation thesis – university studies  
**Notes:** 23 p., 4 tab., 31 fig., 2 graph., 8 eq., 11 ann.  
**Key words:** intersection, roundabout, local road, traffic counting, conceptual design, traffic layout, traffic signalisation

**ABSTRACT**

The graduation thesis discusses uncommon intersection, which consists of three internal intersections. Issues of the existing arrangement are defined and tried to be solved through the thesis. Evaluation of a planned nearby bypass road, which could have an effect on traffic flow through this particular intersection, is given. The representative intesection and its traffic load are defined by traffic counting data in the peak hours. The emphasis is on designing of a corporate solution for traffic layout of the area using conventional forms of intersecons or roundabouts in order to encrease safety and clarity by more appropriate signalisation. The development of three possible solutions, which are drawn as conceptual designs, is described. The necessary horisontal and vertical traffic signalisation is defined for the chosen version. Proper elements (extensions, inclinations) of the road axis are calculated on critical places and visibility control in one of the intersecons is made. At the end an analysis of capacity of the representative intersection in the chosen version is performed in order to show the effect of the reconstruction.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Petru Liparju za vse napotke, posvečen čas in vzpodbude pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi svoji družini, ki mi je omogočila študij in mi stala ob strani ter Neži za navdih.

**KAZALO VSEBINE**

Errata	I
Izjave	II
Bibliografsko-dokumentacijska stran in izvleček	III
Bibliographic-documentalistic information and abstract	IV
Zahvala	V
Kazalo vsebine	VI
Kazalo preglednic	VII
Kazalo grafikonov	VIII
Kazalo slik	IX
Simboli in oznake	X
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2 OBSTOJEČE STANJE</b>	<b>2</b>
2.1 Problemi	2
2.1.1 Oblika notranjih križišč	3
2.1.2 Preglednost	3
2.1.3 Neprometna (turistična) signalizacija	4
2.1.4 Stanje vozišča	4
2.2 Štetje prometa	5
2.2.1 Princip štetja	5
2.2.2 Obdelava rezultatov štetja	5
2.3 Vpliv bodoče južne blejske obvoznice	7
<b>3 PREDLOGI REŠITEV</b>	<b>8</b>
3.1 Krožišče okrog kapelice – I. varianta	8
3.2 Krožišče ob kapelici – II. varianta	10
3.3 Tri trokraka križišča – III. varianta	10
3.3.1 Razširitve vozišča v krivinah	11
3.3.2 Prečni nagibi vozišča	12
3.3.3 Preglednost	13
3.3.3.1 Preglednost v ovinku – pregledna berma	14
3.3.3.2 Preglednost na uvozu v križišče – pregledni trikotnik	14
<b>4 PREVERITEV IZBRANE REŠITVE</b>	<b>15</b>
4.1 Izračun merodajne prometne obremenitve	15
4.1.1 Faktor urne konice	15
4.1.2 Merodajna prometna obremenitev	16
4.2 Prepustnost merodajnega križišča	17
4.2.1 Sedanja ureditev	18
4.2.2 Spremenjena ureditev	19
<b>5 ZAKLJUČEK</b>	<b>21</b>
<b>VIRI</b>	<b>22</b>
<b>SEZNAM PRILOG</b>	<b>23</b>



## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Jutranja konica 7:45 – 8:45	6
Preglednica 2:	Popoldanska konica 14:45 – 15:45	6
Preglednica 3:	Velikosti elementov krožišča [8]	8
Preglednica 4:	$L_{op}$ za najbolj tipična vozila [7]	11

## KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1:	Histogram jutranjega štetja	5
Grafikon 2:	Histogram popoldanskega štetja	5

## KAZALO SLIK

Slika 1:	Širša okolica obravnavanega križišča s smermi navezujočih se cest	1
Slika 2:	Shema lokalnih cest z okoliškimi objekti	2
Slika 3:	2. križišče, pogled iz smeri Sela proti Bodeščam *	2
Slika 4:	Nepravilna vožnja v 2. križišču v smeri Ribno – Selo (pogled iz Bodešč) *	3
Slika 5:	Preglednost v 1. križišču (pogled proti Dindolu) *	3
Slika 6:	Predkrižiščna tabla iz smeri Bleda *	3
Slika 7:	Signalizacija v 1. in 2. križišču iz smeri Bleda *	3
Slika 8:	Primeri neprometne signalizacije *	4
Slika 9:	Primer enotne turistične signalizacije po pravilniku *	4
Slika 10:	Povožena bankina v 3. križišču *	4
Slika 11:	Dejanske prometne obremenitve na prirejenem križišču na mestu sedanjega 2. križišča	6
Slika 12:	Trasa bodoče južne blejske obvoznice z označenimi priključki in povezavami s križiščem v Ribnem	7
Slika 13:	Skica 1. variante	8
Slika 14:	Elementi krožišča [7]	8
Slika 15:	Analiza konfliktnih točk obstoječe ureditve	9
Slika 16:	Geometrija 1. variante (iz priloge B)	9
Slika 17:	Skica 2. variante	10
Slika 18:	Geometrija 2. variante (iz priloge C)	10
Slika 19:	Skica 3. variante	10
Slika 20:	Preoblikovanje križišč v krivini [7]	11
Slika 21:	Elementi pasu za leve zavijalce [7]	11
Slika 22:	Določitev minimalnega polmera krivine glede na projektno hitrost in prečni nagib vozišča [7]	13
Slika 23:	Tabela zaustavitvenih razdalj ( $L_s$ ) v odvisnosti od projektne hitrosti in nagiba nivelete ( $s$ ) [7]	13
Slika 24:	Shema polja horizontalne preglednosti [5]	14
Slika 25:	Območje prečnega profila P3 (pogled proti Ribnemu) *	14
Slika 26:	Pregledni trikotnik [7] in kontrola preglednosti v 2. križišču končne rešitve	15
Slika 27:	Merodajne prometne obremenitve.	17
Slika 28:	Določitev prednostnih prometnih tokov [7]	17
Slika 29:	Določitev časovne vrzeli in zmogljivosti smeri [7]	18
Slika 30:	Pretvorba zaradi spremembe prometne ureditve	19
Slika 31:	Geometrija izbrane rešitve (iz priloge D) in končna prometna ureditev v 3. križišču	21

\* Fotografije iz lastnega arhiva; posneto med 27. 3. 2013 in 19. 8. 2013.

**SIMBOLI IN OZNAKE**

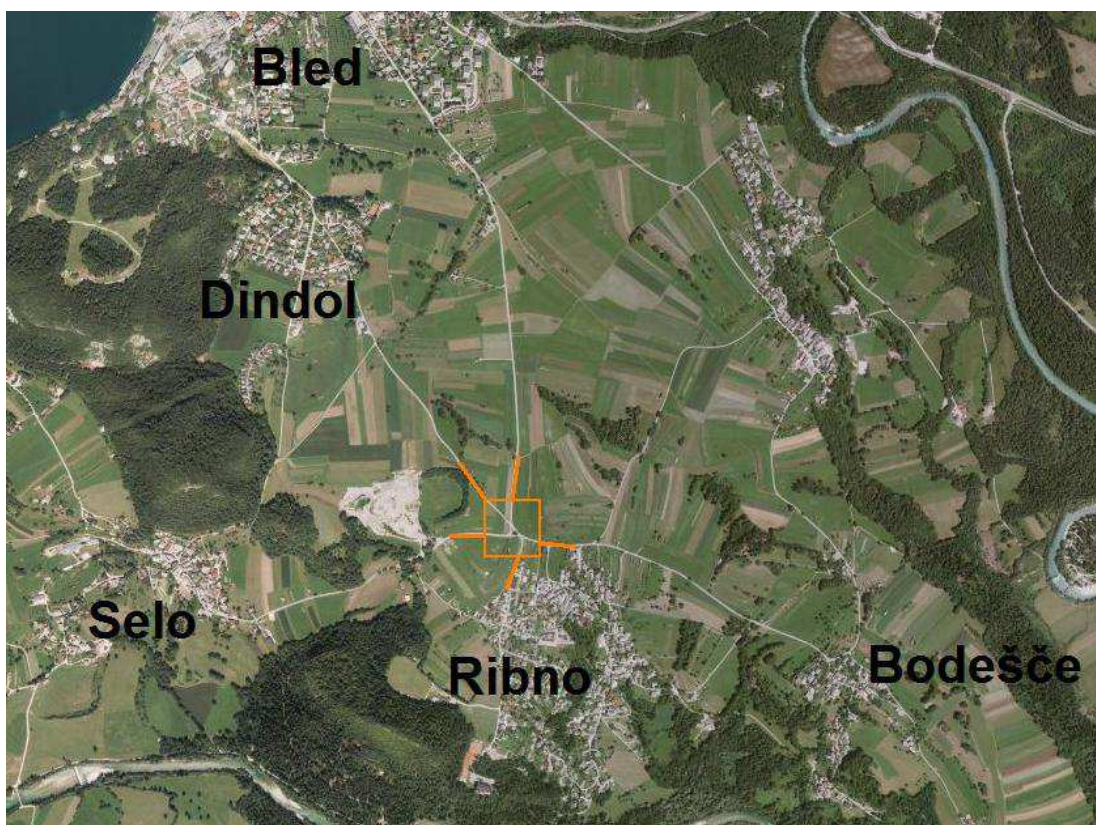
$a_i$	delež delnega prometnega toka smeri $i$
$b$	širina prometnega pasu
$b'$	širina pregledne berme
$b_p$	širina preglednosti
EOV	enota osebnega vozila
$f_{kor}$	korekcijski faktor
$FKU$	faktor konične ure
$f_{rast}$	faktor rasti prometa
GPS	glavna prometna smer
$L_{OP}$	vsota medosne razdalje in prednjega previsa vozila
$L_z$	zaustavitvena razdalja
$M_H$	jakost prednostnih prometnih tokov
$M_N$	zmogljivost prometne smeri
$n$	planska doba pri prometnem planiranju
$p$	stopnja letne rasti prometa
$P_z$	zaustavitvena pregledna razdalja
$q$	prečni nagib vozišča
$Q_i^{15}$	15-minutna prometna obremenitev prometne smeri $i$
$Q_{mer}^i$	merodajna prometna obremenitev prometne smeri $i$
$R$	radij krivine
$s$	naklon nivelete
SPS	stranska prometna smer
$t_{\check{c}v}$	časovna vrzel, potrebna za izvedbo manevra v križišču
$X^i$	nasičenost prometne smeri $i$
$\Delta b_{pp}$	razširitev posameznega prometnega pasu v krivini

## 1 UVOD

Svoje diplomsko delo sem si zamislil kot neke vrste idejno študijo preureditve obstoječega križišča. Iskanje ustreznega prometno tehničnega objekta mi ni vzelo dosti časa, saj sem ga našel že v svoji neposredni bližini. Pravzaprav bi mu lahko rekel kar vozlišče, ker to ni ne trokrako ne štirikrako križišče, temveč spletišče petih lokalnih cest.

Njegova oblika in nelogičnost sta vzbudila mojo pozornost še pred vozniškim izpitom, ko sem skozenj vozil le kot kolesar in o prometnem inženirstvu nisem vedel prav dosti. Vedel sem, da bi mu lahko dali boljše, sodobnejšo obliko, ki bi bila prijaznejša do tujcev, ki jih tod ne manjka. Predstavljam si, kako so na nekdanje poljske poti in kolovoze, ki so se navezovali na glavno cesto med Ribnim in Bledom preprosto položili asfalt. Sčasoma, ko je bilo to pač že neizogibno, so postavili še nekaj prometnih znakov ter smerokazov, ki le s težavo opravljajo svojo nalogo in se nekako izgubijo v množici (nestandardne) turistične signalizacije.

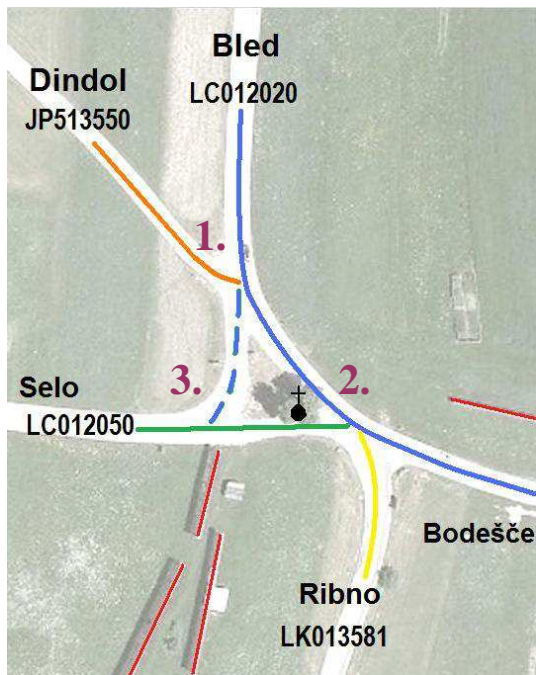
Sedaj imam torej odlično priložnost, da oblikujem svoje rešitve in s pridobljenim znanjem ocenim njihovo primernost. V prvi vrsti me namreč zanima preoblikovanje obstoječe situacije na način, s katerim bi čim manj posegel v okolico, pa vendarle s konvencionalnimi rešitvami (s klasičnim in/ali krožnim križiščem) zagotovil večjo varnost, predvsem pa preglednost in logičnost prometnih povezav. Ker gre za kar pet križajočih se cest, menim, da bo to še posebej zanimivo.



Slika 1: Širša okolica obravnavanega križišča s smermi navezujočih se cest [1].

V prvem delu bom predstavil obstoječe stanje in težave, ki bi jih z rekonstrukcijo lahko rešili. Rezultati štetja prometa in ocene vpliva bodoče blejske južne obvoznice, bodo uporabljene pri preverjanju končne oblike rekonstruiranega križišča. Nekatere rešitve bodo predlagane že sproti, ostale pa se bodo razvile v drugem delu med konstruiranjem variant križišča. Pri tem bom uporabil programsko orodje AutoCAD. V zadnjem delu pa bom s primerjavo kapacitet stare in nove ureditve ocenil učinek rekonstrukcije.

## 2 OBSTOJEČE STANJE



Slika 2: Shema lokalnih cest z okoliškimi objekti [2].

Križišče (v nadaljevanju vozlišče) se nahaja ob severozahodnem robu naselja Ribno pri Bledu (okrog 600 prebivalcev), na skupni točki povezav med naselji Selo, Ribno in Bodešče ter Bledom z Dindolom.

Glavna prometna smer in prednostna cesta je lokalna zbirna cesta Bled – Bodešče (LC012020). Nanjo se v 1. križišču priključujeta javna pot proti Dindolu (JP513550) in podaljšek glavne ceste v smeri Sela (modra prekinjena črta). V 2. križišču se z glavno cesto srečata lokalni dostopni cesti proti Selo (LC012050) in Ribnemu (LK013581). 3. križišče ni signalizirano in združuje podaljšek glavne ceste s cesto proti Selo in služi za dostop težjih tovornih vozil (tudi vlačilcev) do Gramoznice Ribno. Vse na tem mestu križajoče se ceste so občinske [2].

Vozlišče torej sestavljajo eno trokrako (3.) in dve štirikraki (1. in 2.) notranji križišči z zavijajočo prednostno cesto (glej sliko 2).

Na vseh krakih je na primerni oddaljenosti pred vozliščem tabla za naselje z omejitvijo hitrosti 40 km/h. Območje se torej nahaja v naselju, čeprav v neposredni okolici ni hiš. Se pa na sredinskem otoku nahaja kapelica iz konca 19. stoletja, ki spada v okvir kulturne dediščine [1]. Pri oblikovanju rešitev bom pozoren tudi na štiri kozolce v neposredni bližini (označeni rdeče), ki so po mojem mnenju pomemben element v kulturni krajini in vredni ohranitve.

Sicer pa križišče obdajajo kmetijske površine z nizko vegetacijo (njive in travniki).



Slika 3: 2. križišče, pogled iz smeri Sela proti Bodeščam

Teren je pretežno ravninski, v blagem naklonu proti Ribnemu. Prav preko vozlišča poteka rob rečne terase, ki je vzporedna cesti v Ribno, najvišjo točko doseže pri kapelici in se nadaljuje proti Bodeščam. Posledica tega je, da se osrednji del vozlišča (pri kapelici) nahaja v vkopu, cesti proti Ribnemu in Bodeščam pa delno v nasipu, delno v vkopu, kar neugodno vpliva na preglednost v 2. križišču, predvsem iz smeri Sela (Slika 3).

Tla so sestavljena iz rečnih nanosov (prod) in niso problematična, saj omogočajo tudi strme naklone vkopov brez ojačitvev.

### 2.1 Problemi

Vozlišče teh petih cest v sedanji obliki obstaja že vsaj 20 ali 30 let. Da večjih posegov ali obnovenih del ni bilo deležno, se vidi že v obrabi vozišča. Novejšega datuma so le posamezni elementi vertikalne signalizacije.

Kdo z več izkušnjami bi morda našel še več pomanjkljivosti. V naslednjih štirih razdelkih so zbrane najbolj evidentne, ki jih s svojim znanjem znam opredeliti in jih kasneje poizkušam tudi rešiti.



### 2.1.1 Oblika notranjih križišč

Verjetno največji težavi sta 1. in 2. križišče v obliki črke "X". Smeri Ribno – Bodešče in Bled – Dindol, kot je razvidno tudi iz podatkov štetja, nista najbolj prometni, sta pa težko prevozniki zaradi ostrih kotov. Nasprotno zaradi topih kotov na smereh Ribno – Selo in Selo – Dindol vozniki pogosto prevozijo križišče po nasprotnem voznem pasu prednostne smeri (glej sliko 4).



Slika 4: Nepravilna vožnja v 2. križišču v smeri Ribno – Selo (pogled iz Bodešč).

Ne najbolj primeren se mi zdi tudi znak v 2. križišču, ki označuje potek prednostne ceste. Iz blejske smeri se naj bi v Selo zavilo že na 1. križišču, zato je razumljivo, da neprednostna cesta za kapelico na tovrstnem znaku ni označena (glej sliko 7). Vendar bi to vsekakor bilo potrebno na znaku iz smeri Bodešč, ki ga vidimo na sliki 4. Videti je, kot da iz te smeri ni uvoza na cesto proti Selu.

### 2.1.2 Preglednost

Umestitev vozlišča na rob rečne terase ima za posledico mestoma vkopano cestišče in omejeno preglednost na zavoju prednostne ceste na smeri Bodešče – Bled. Na sliki 5 vidimo višje terensko vozilo, ki pripelje iz nasprotne, blejske smeri, približno na zavorni razdalji (30 m). Ob malo debelejši snežni odeji ali višji travi na vrhu vkopa bi nižje vozilo, ki bi stalo na naši polovici ceste, morda opazili prepozno. Poleg tega pa veliko voznikov na tem mestu že začne pospeševati, čeprav je do table za konec naselja še nekaj 10 metrov.



Slika 5: Preglednost v 1. križišču (pogled proti Dindolu).

Poleg same fizične preglednosti v ovinek ali na uvozu v križišče, je potrebno opozoriti tudi na splošno nepreglednost vozlišča, saj je kljub predkrižiščni tabli (slika 6) in vsem kažipotnim tablam (slika 7) na vsakem od notranjih križišč orientacija precej otežena. O tem pričajo tudi vsaj trije vozniki, ki so me v času nekajurnega štetja prometa vprašali za pravi izvoz.



Slika 6: Predkrižiščna tabla iz smeri Bleda.



Slika 7: Signalizacija v 1. in 2. križišču iz smeri Bleda.

### 2.1.3 Neprometna (turistična) signalizacija

Na območju vozišča, predvsem na izvozih v smeri Ribnega in Sela, se nahajajo usmerjevalne table k hotelom, sobodajalcem, gostiščem itd. ter nekaterim obrtnikom. Vse to je seveda dober znak razvitosti podeželja in raznolikost dejavnosti v kraju. Če sem prej omenil pomanjkljive ali nelogične primarne kažipotne table, so table Turističnega društva Ribno dovolj izdatne, če ne že preobilne. Žal postavitve teh tabel ponekod ovira preglednost v križišču (predvsem v 3. križišču; slika 8 – desno), po mojem mnenju pa tudi panoji v obliki kozolcev niso primerni. Obstajajo pobude za zaščito kozolca in njegove oblike pred izkoriščanjem za oglasne površine in vsakršno drugo rabo razen primarno, torej v kmetijske namene.



Slika 8: Primeri neprometne signalizacije.



Slika 9: Primer enotne turistične signalizacije po pravilniku.

Rešitev: večinoma so v blejski občini že postavljene turistične table oz. lamele tipa VII-4 in VII-4.1 do VII-4.6 po Pravilniku o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah [3] ter njegovih spremembah in dopolnitvah [4], kot so npr. te na sliki 9.

Pričakujemo torej lahko, da bodo tudi obravnavano vozišče deležno tovrstne opreme. Takšna signalizacija je jasna, čitljiva, nedvoumno označuje smeri ter z barvnimi shemami loči posamezne tipe objektov oz. destinacij, kar olajša iskanje željenega cilja. Montaža na tipskem drogu na primerno višino ne ovira preglednosti križišča in zavzema minimalno prostora.

### 2.1.4 Stanje vozišča



Slika 10: Povožena bankina v 3. križišču.

Vozišče je v najslabšem stanju v 3. križišču, na notranji strani ovinka proti Selu. Na tem delu težji tovornjaki in tudi vlačilci, ki vozijo material v in iz Gramoznice Ribno, nimajo dovolj manevrskega prostora za normalen prevoz krivine. Radij njenega loka sicer ni majhen (15 m) in bi moral zadoščati tudi največjim vlačilcem [5]. Razlog je morda tudi v izogibanju nasproti vozečim vozilom ali neprevidna vožnja.

Opaziti je tudi sledi koles globoko v travnatem robu, ki ga od vozišča loči dovolj široka bankina. Že sama vožnja po robu vozišča v veliki meri povzroča razgradnjo asfaltna obloge od bankine proti sredini vozišča ter nanos peska z bankine. Zgornji ustroj cestišča sicer ustreza prometni in dovoljeni osni obremenitvi, saj na drugih mestih večjih poškodb ni.

Posledica hude zime so nekatere udarne jame, ki pa so bile zasilno sanirane.



## 2.2 Štetje prometa

Pri prometnem dimenzioniranju ceste ali križišča je bistveno poznati prometne obremenitve, ki so običajno tudi razlog za rekonstrukcijo ali izgradnjo nove ceste ali križišča. Čeprav v tem primeru (nizke) prometne obremenitve po moji oceni niso problematične, pa bi bilo koristno določiti vsaj smeri glavnih prometnih tokov. To mi bo v pomoč pri oblikovanju smiselnih rešitev.

### 2.2.1 Princip štetja

Štetja sem se lotil kar sam, saj je bilo mogoče s primernege mesta opazovati celotno območje. Za boljšo preglednost, sem označil krake s črkami od A do E v protiturni smeri (Ribno – A, Bodešče – B, Bled – C, Dindol – D in Selo – E).

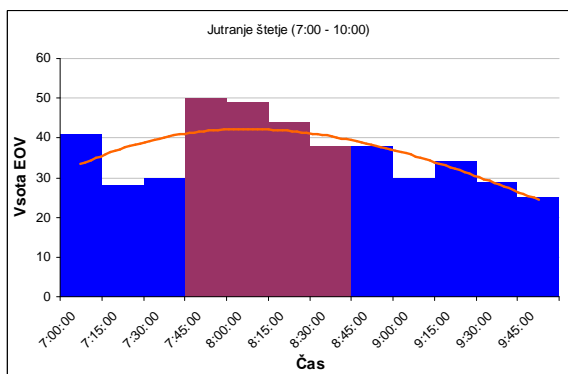
V posebej pripravljeno preglednico (glej prilogo A), sem tako označeval število vozil, ki so pripeljala npr. z Bleda in zapustila križišče v smeri Bodešč v polje "CB", vožnjo v obratni smeri pa v polje "BC". Ena preglednica predstavlja eno uro. Za dimenzioniranje križišč so osnova 15 minutne obremenitve izražene v enotah osebnih vozil (EOV). Zato so v vsakem od polj 4 vrstice (četrtine ure) in 4 stolpci za 4 kategorije vozil zaradi pretvorbe dejanskega števila posameznih vozil v EOV: (1.) osebno vozilo = 1 EOV, (2.) avtobus = 2 EOV, (3.) tovornjak ali traktor = 2 EOV in (4.) vlačilec s priklopnikom = 3 EOV.

Razdeljevanje vozlišča in štetje prometa po notranjih križiščih na običajen način pa krakih in smereh (levo, desno oz. naravnost) ne bi bilo smiselno. V zgornjem primeru vožnje bi to povzročilo dvojno delo, saj bi vozilo prečkalo 1. in 2. notranje križišče (glej sliko 2).

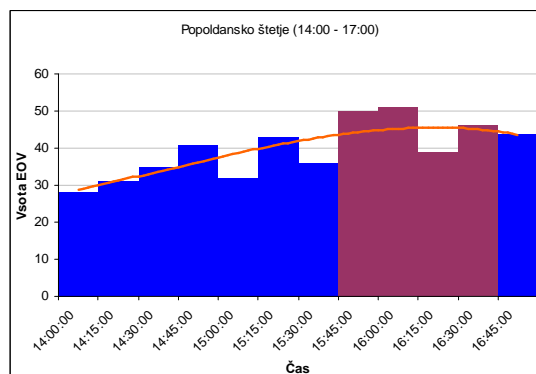
Na isti dan, v sredo, 10. aprila 2013, sem izvedel tako jutranje (7:00 – 10:00) kot popoldansko (14:00 – 17:00) štetje prometa. Čeprav gre za izvenmestno območje, za katerega niso tako značilne jutranje in popoldanske konice [6], sem jih uspel zaznati (glej grafikona 1 in 2). Žal mi čas ni dopuščal izvedbe še enega štetja v glavni turistični sezoni. Vendar ocenjujem, da bi povečano število obiskovalcev le nadomestilo upad prometa zaradi dopustovanj domačinov.

### 2.2.2 Obdelava rezultatov štetja

Že med samim štetjem sem ugotovil smeri glavnih prometnih tokov in s tem tudi najbolj obremenjeno notranje križišče. To je 2. križišče na razcepu za Ribno in Bodešče. Tu sta tudi najbolj opazni jutranja in popoldanska konica. Količine v grafikonih 1 in 2 ustrezajo celotnemu prometu skozi 2. križišče v 15 minutnih intervalih. Za ponazoritev konic je izrisana tudi regresijska krivulja 3. stopnje. Konični uri sta označeni z vijolično barvo.



Grafikon 1: Histogram jutranjega štetja.



Grafikon 2: Histogram popoldanskega štetja.

Preglednici 1 in 2 pa podrobneje prikazujeta porazdelitev prometa (v EOV) znotraj obeh koničnih ur po posameznih smereh na 2. križišču. Tega sem glede na majhen promet na kraku proti Selu že pretvoril v trokrako križišče. Združil sem ga s krakom proti Bledu in Dindolu, kar sem s pridom uporabil pri preverjanju kapacitete križišča v končni rešitvi. Tu je v ozadju nekaj dela s pretvarjanjem podatkov, saj je bilo potrebno sešteti ustrezne količine, da sem dobil pravilne podatke za krak D.

Preglednica 1: Jutranja konica 7:45 – 8:45.

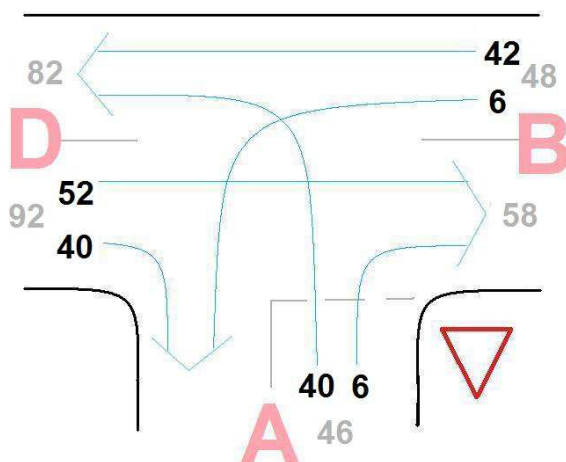
Krak	A (Ribno)		B (Bodešče)		D (Bled, Selo, Dindol)		$\Sigma(15 \text{ min.})$
	AD	AB	BA	BD	DB	DA	
7:45	15	1	3	12	9	10	50
8:00	16	2	4	11	6	10	49
8:15	18	1	1	10	1	13	44
8:30	8	0	1	8	7	14	38
$\Sigma(\text{po smereh})$	57	4	9	41	23	47	181

Preglednica 2: Popoldanska konica 14:45 – 15:45.

Krak	A (Ribno)		B (Bodešče)		D (Bled, Selo, Dindol)		$\Sigma(15 \text{ min.})$
	AD	AB	BA	BD	DB	DA	
14:45	11	1	2	15	14	7	50
15:00	9	2	1	16	10	13	51
15:15	10	2	1	7	11	8	39
15:30	10	1	2	4	17	12	46
$\Sigma(\text{po smereh})$	40	6	6	42	52	40	186

Opazimo, da sta si obe konici zelo blizu po skupnem prometu. Za nadaljnjo analizo v 4. poglavju sem izbral popoldansko konico, saj sem jo ocenil kot bolj zanimivo zaradi nepričakovano velikega prometa na kraku D. Ta je nastal predvsem na račun večjega števila traktorjev. Zaradi večje količine na glavni prometni smeri je pričakovati tudi nižjo kapaciteto stranske prometne smeri, predvsem za leve zavijalce (smer AD), ki jih ni dosti manj kot zjutraj.

Ni pa opaziti prevladujoče smeri prometa, ki bi jo pričakovali zjutraj iz Bodešč in Ribna proti Bledu (AD in BD) in popoldne v obratni smeri. Popoldne je v smeri DB še celo dvakrat več prometa kot dopoldne v smeri BD, kar je mogoče delno pripisati prej omenjenim traktorjem.

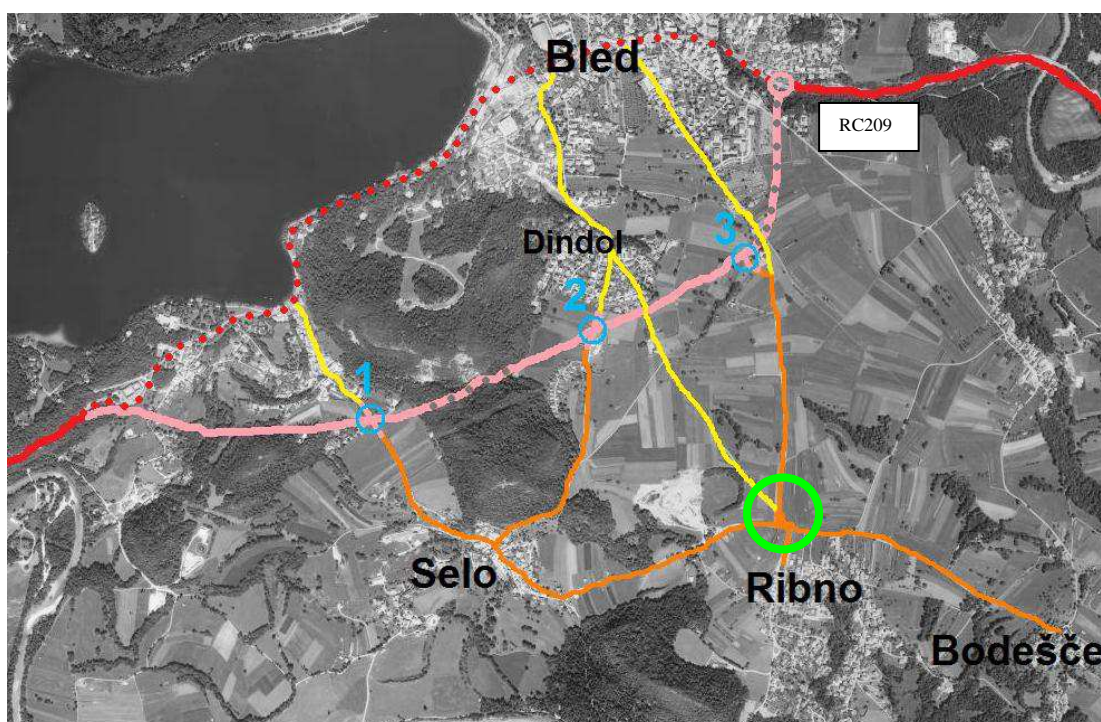


Slika 11: Dejanske prometne obremenitve na prirejenem križišču na mestu sedanjega 2. križišča.

### 2.3 Vpliv bodoče južne blejske obvoznice

V tej točki bom skušal presoditi vpliv bodoče razbremenilne ceste, ki bo potekala v neposredni bližini obravnavanega križišča in bo na prometne tokove skozenj verjetno imela vpliv. Že nekaj desetletij pričakovana gradnja južne obvoznice sedaj ni več vprašljiva, tako da njeno dokončanje lahko umestim v plansko dobo 10 let za rekonstrukcijo križišča v Ribnem. Sprejet je občinski podrobni prostorski načrt (OPPN), izvedena je parcelacija [1], potrebna zemljišča se že odkupujejo.

Glede na projekt bodo na trasi obvoznice (slika 12, roza barva) tri nivojska križišča z obstoječimi lokalnimi cestami (označena z modro). Križišče v Ribnem je označeno z zeleno. Cesta proti Dindolu (JP513550), ki ne bo neposredno povezana z obvoznico je obarvana rumeno, enako kot nadaljevanja ostalih obstoječih cest preko obvoznice, ki le ponazarjajo povezave z današnjo regionalno cesto.



Slika 12: Trasa bodoče južne blejske obvoznice z označenimi priključki in povezavami s križiščem v Ribnem.

Lokalni promet se bo odvijal po obstoječih cestah, razen če bi morebiten gost promet na obvoznici voznike na poti iz Sela na Bled (in obratno) odvrnil od prečkanja obvoznice na križišču 1 ali 2. V tem primeru bi se verjetno poslužili "obvoza" preko križišča v Ribnem in s tem bi lahko promet narasel na kraku proti Selu (LC012050). Vendar vpliv teh maloštevilnih voznikov lahko zanemarimo.

Bolj zaznavne bi lahko bile spremembe glede regionalnega prometa, torej prometa med vasmi Ribno, Selo in Bodešče ter Bohinjem oziroma Ljubljano, ki bi se odvijal po najkrajših poteh do obvoznice:

*Ribno/Bodešče – obvoznica:* večjih sprememb ne bo, saj bo pot do obvoznice ostala enaka sedanjemu do obstoječe regionalne ceste (po LC012020), ki pa bo krajša in sicer le do priključka v križišču 3.

*Selo – obvoznica:* spremembe bi se lahko odražale le v zmanjšanju prometa skozi križišče v Ribnem. Še tisti vozniki, ki so za poti v Ljubljano ali nazaj doslej uporabljali to križišče, se bodo verjetno na obvoznico vključili že na križišču 1 ali 2. Vendar morebitnega "ugodnega učinka" pri računu razvoja prometa seveda ne bom upošteval.

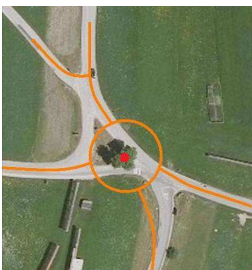
Ker tudi večje stanovanjske novogradnje ali drugi novi viri prometa v okolici niso predvideni, lahko celotno letno rast prometa v križišču ocenim na 1 %.

### 3 PREDLOGI REŠITEV

Osrednji in bistveni del mojega dela je poiskati primerno rešitev za preoblikovanje obstoječe netipične in mestoma nepregledne oblike vozlišča petih lokalnih cest. Relativno nizka prometna obremenitev mi je dala dodatno svobodo oblikovanja, vendar bom v zaključku vseeno preveril, da se stanje slučajno ne bi bistveno poslabšalo. Oblikovanju in konstruiranju sem namenil tudi največji del časa. Nastale so tri različice, ki so plod razvoja iz neke začetne, intuitivne ideje. Pri vsaki naslednji varianti sem skušal popraviti pomanjkljivosti predhodne.

S končno rešitvijo sem želel doseči naslednje bistvene cilje: (1.) konvencionalna oblika (klasično ali krožno križišče) z (2.) umeščeno kombinirano stezo za kolesarje in pešce ob (3.) čim manjšem dodatnem poseganju v okolico (kmetijska zemljišča) in nenazadnje tudi (4.) čim manjšim stroškom rekonstrukcije.

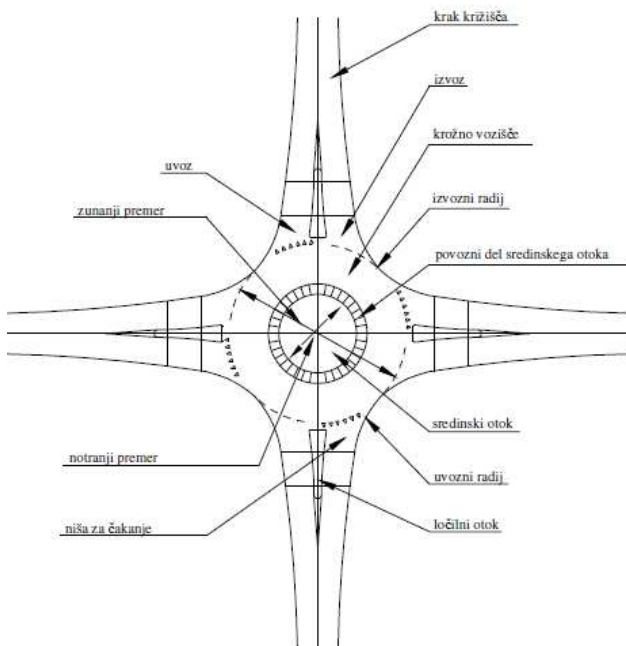
#### 3.1 Krožišče okrog kapelice – I. varianta



Prva ideja se mi je porodila ob ogledovanju ortofoto posnetka obstoječega križišča. Sredinski otok s kapelico namiguje na krožišče s kapelico (rdeča pika na sliki 13) v sredini, ki bi bila koristen element omejevanja preglednosti preko krožišča. Najmanj prometno cesto proti Dindolu bi priključil že pred krožiščem na cesto proti Bledu s klasičnim priključkom v obliki trokratega križišča. Ne bi bilo smotno delati tolikšnega krožišča, ki bi dopuščal umestitev še petega kraka ob tako nizki prometni obremenitvi.

Slika 13: Skica 1. variante.

Krožišče je dobra rešitev v primeru neenakomernih prometnih tokov. Tukaj imamo sicer eno ali dve smeri, ki sta močnejši po količini prometa (Bled – Ribno in Bled – Bodešče), vendar v absolutnem smislu so obremenitve majhne in zato krožišče iz tega razloga ni potrebno. Gre bolj za oblikovno rešitev, ki naj bi se (vsaj v tlorisu) dobro sklada z obstoječo situacijo.



Slika 14: Elementi krožišča [7].

Iz zgoraj navedenega razloga elementov krožišča nisem določal s katero od metod za izračun prometne prepustnosti uvoza, kot so izračun po Jacobsu, Kimberu ali izračun "ETH Lausanne 1991" [6]. Za orientacijo pri izbiri velikosti elementov krožišča sem uporabil preglednico 3.

Izbral sem zunanji premer (32 m), širino kr. vozišča (8,5 m) in širine uvoznih ter izvoznih pasov (vsaj 3,8 m). Izvozne in uvozne radije sem prilagajal glede na dane pogoje, vendar v zapisanih mejah. Krožišče je enopasovno.

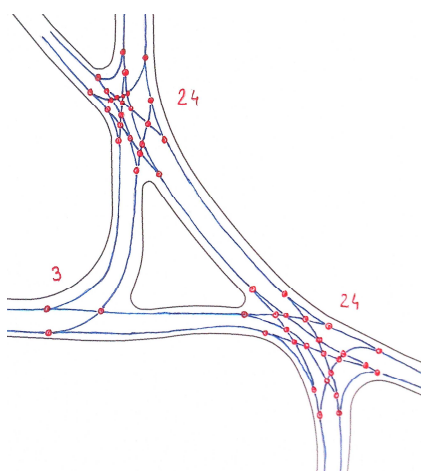
Krožišče mi je uspelo skonstruirati z večjo deviacijo ceste v Ribno. Ravno na tem priključku je bil potreben minimalni uvozni radij (10 m) in za njim minimalni izvozni radij (12 m) v smeri Bodešč.



Preglednica 3: Velikosti elementov krožišča po Haller, W. [8].

	V naselju	Izven naselja
<b>Zunanji premer</b>	26 do 40 m	30 do 50 m
<b>Širina krožnega vozišča</b>	najmanj 6,50 m (do 9 m)	najmanj 6,50 m (do 9 m)
<b>Širina uvoznega pasu</b>	3,25 do 3,75 m	3,50 do 4,00 m
<b>Širina izvoznega pasu</b>	3,50 do 4,00 m	3,75 do 4,50 m
<b>Uvozni radij</b>	10 do 14 m	14 do 16 m
<b>Izvozni radij</b>	12 do 16 m	16 do 18 m

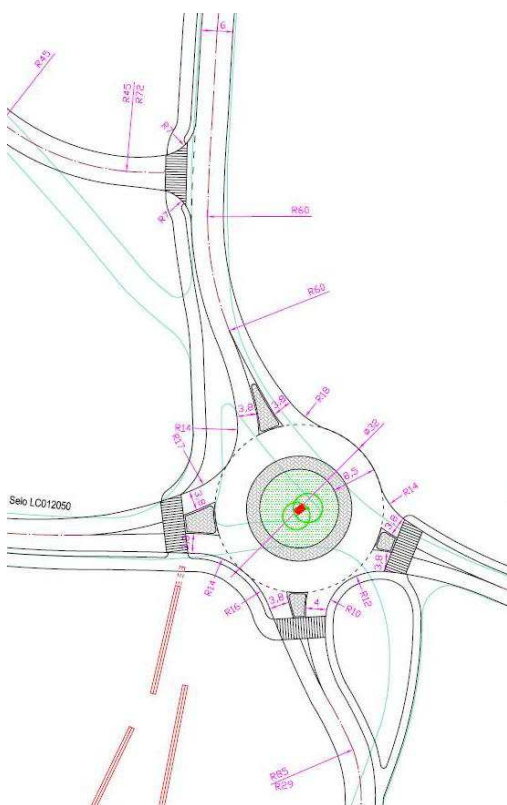
Prednosti te ureditve se kažejo predvsem v možnosti bolj logičnega usmerjanja in vodenja prometa (predkrižiščna tabla z jasno označenimi izvozi) in bistveno manjšem številu konfliktnih točk.



Eno štirikrako klasično križišče ima 32, trokrako pa 9 konfliktnih točk. Vendar obstoječa križišča, ki sestavljajo vozlišče, nimajo enakega števila konfliktnih točk kot dve običajni štirikraki in eno trokrako križišče skupaj ( $2 \cdot 32 + 9 = 73$ ), saj v vseh križiščih niso predvidene vse možne smeri vožnje. Za ponazoritev sem na sliki 15 izrisal vse konfliktno točke obstoječega stanja. Teh je skupno 51.

Obravnavana rešitev pa sestoji iz štirikrakega krožnega križišča, ki ima 8 konfliktnih točk in enega klasičnega trokrakega z devetimi. Skupno bi bilo torej le 17 konfliktnih točk, kar je bistveno manj od sedanjih 51.

Slika 15: Analiza konfliktnih točk obstoječe ureditve.



Že med samim konstruiranjem pa so se pokazale tudi večje pomanjkljivosti. Umestitev krožišča na isto problematično lokacijo na prelomnici rečne terase bi zahtevala večja zemeljska dela in z njimi povezane stroške, nenazadnje tudi znaten poseg v okolje. Tudi potrebna deviacija ceste v Ribno ne bi bila racionalna in bi bila zaradi ostre krivine potrebna velike razširitve (glej sliko 16 oz. prilogo B).

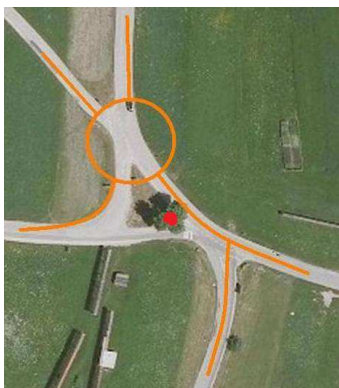
Seveda sem umestil tudi predvideno mešano stezo za kolesarje in pešce širine 2,5 metra (z zelenim varnostnim pasom širine 1 m) vzdolž cest proti Bledu in Selu, drugod pa pločnik širine 1,5 metra ter zgolj nujne prehode. Teh naj bi se v krožiščih izogibali, pa vendarle ni šlo z manj kot tremi. Ker frekvenca pešcev in kolesarjev ni pretirana, bi morda bili še sprejemljivi.

Ta rešitev je precej neugodna za vlačilce, ki bi se morali na povratni vožnji iz gramoznice v krožišču obrniti za več kot  $270^\circ$ .

Po težavah pri konstruiranju sodeč se ta varianta pač ne vklaplja v okolico po pričakovanjih; potrebno bi bilo skrajšanje ali prestavitev kozolca, čemur pa se prav tako želim izogniti.

Slika 16: Geometrija 1. variante (iz priloge B).

### 3.2 Krožišče ob kapelici – II. varianta



Slika 17: Skica 2. variante

Naslednja zamisel je bila prestavitev krožišča navzgor v smeri Bleda, stran od roba terase. S tem bi se izognili večjim zemeljskim delom, z ohranitvijo 2. križišča pa veliki deviaciji ceste v Ribno. To križišče bi postalo klasično trokrako, priključek ceste na Selo bi se opustil. Površina opuščene priključka bi se izkoristila za kombinirano stezo za kolesarje in pešce ter ureditev prostora ob kapelici.

Čeprav po dva in dva kraka pripeljeta v krožišče precej skupaj, pod ostrimi koti, sem ga uspel skonstruirati z minimalnimi deviacijami cest proti Bledu in Selu. Premer krožišča sem nekoliko zmanjšal (na 30 m), prav tako širino krožnega vozišča (8 m), saj je ta rešitev veliko prijaznejša do vlačilcev na njihovi ustaljeni poti.



Slika 18: Geometrija 2. variante (iz priloge C).

2. varianta torej ohranja pozitivne lastnosti prve, ima pa še nekatere dodatne. Posebej velja omeniti ukrep za umirjanje prometa pred krožiščem, ki sta dve zaporedni, nasprotno usmerjeni krivini, pri čemer je prva večja (R89) in druga polovico manjša (R45). Boljša je tudi usklajenost z okoljem, čeprav bi bilo še vedno potrebnih kar precej dodatnih zemljišč, predvsem na območju krožišča.

Zanimiva je tudi rešitev prehoda pešcev in kolesarjev preko krožišča. Zamislil sem si izvennivojski prehod v obliki podhoda, kakršen je npr. pod krožiščem v Medvodah, le da bi tukaj potekal skoraj skozi središče. Edina nivojska prehoda bi bila na trokrakem križišču.

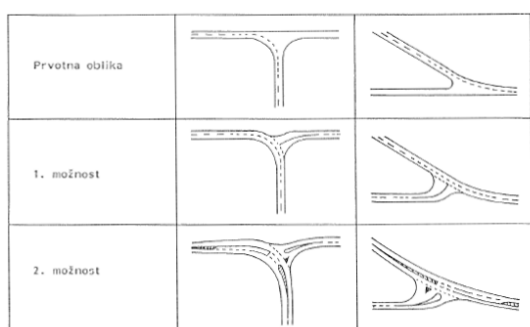
V kolikor sem s tem rešil glavne pomanjkljivosti prve variante, pa vsekakor zaradi podhoda in še vedno precejšnjih potreb po dodatnih zemljiščih stroški ne bi bili nič manjši ali pa še večji.

### 3.3 Tri trokraka križišča – III. varianta



Slika 19: Skica 3. variante

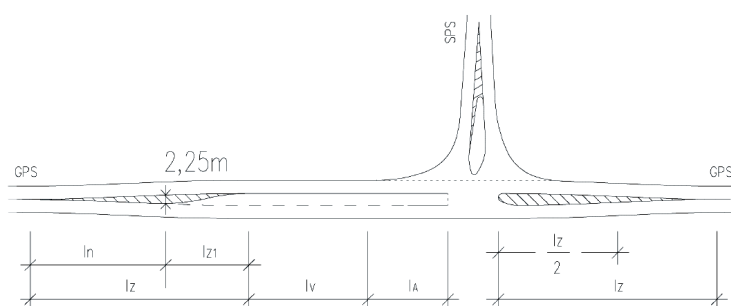
Po dveh bolj eksperimentalnih idejah, sem začel razmišljati o čim bolj racionalni rešitvi. Opustil sem umeščanje krožišča za vsako ceno in skušal oblikovati rešitev s samimi klasičnimi križišči. To idejo mi je pomagalo udejaniti opazovanje obstoječega poteka ceste skozi 2. križišče. Čeprav prednostna cesta LC012020 teče v smeri Bodešče, prečni nagib vozišča bolj ustreza vožnji v smeri Ribnega (glej sliki 3 in 4). V smeri Bodešče namreč pride do "zloma" nivelete. V to smer razmišljanja pa me je napeljala tudi kažipotna tabla (meni sicer nelogična za obstoječo ureditev; glej sliko 25 na str. 14), ki kaže v smer Ribna "naravnost", v Bodešče pa "levo". Obstoječe 2. križišče bi torej pretvoril v trokrako križišče, s tem da bi bil novi potek prednostne ceste skladen z nakazanim prečnim nagibom.



Slika 20: Preoblikovanje križišč v krivini [7].

Obstoječe 1. križišče bi "razstavil" in v skladu z napotki za preoblikovanje križišč z zavijajočo prednostno cesto na sliki 20 napravil še dve trokraki križišči. Na prvem, gledano iz smeri Bleda, bi se podobno kot pri prvi varianti priključevala cesta v Dindol, na drugem pa cesta na Selo.

Bolj zaradi umirjanja prometa kot pa zagotavljanja pretočnosti sem potegnil dodaten sredinski pas skozi celotno nastalo "S" krivino (glej prilogo D).



Slika 21: Elementi pasu za leve zavijalce [7].

Sredinski pas bi seveda v večjem delu služil kot pas za leve zavijalce. Vendar na delu razmaknitve osi iz smeri Bleda deluje tudi kot sredstvo umirjanja prometa, saj se na tem delu oba vozna pasova zožita s 3 metrov na 2,75 m širine. Velikosti elementov pasov za leve zavijalce pa sem moral prilagoditi prostoru in razmiku med križišči. Medtem, ko ima tisti pred 1. križiščem poleg razširitvenega ( $l_{z1}$ ) tudi čakalni del ( $l_a$ ), sem lahko razdaljo med 2. in 3. križiščem 32 m le razdelil na polovico.

Rešitev je vsekakor enostavna, izvedljiva je skoraj v celoti v mejah obstoječega vozlišča. Izbral bi jo kot končno, vprašljiva pa je še prevoznost in preglednost na nekaterih mestih, zato se v naslednjih točkah posvetim še nekoliko oblikovanju horizontalnih elementov cestne osi.

### 3.3.1 Razširitve vozišča v krivinah

V krivinah je potrebna razširitev posameznega prometnega pasu ( $\Delta b_{pp}$ ) in s tem vozišča, da se zagotovi normalna prevoznost [5]. Za krivine z radijem  $R > 20$  m lahko uporabimo poenostavljeno enačbo za določitev razširitve

$$\Delta b_{pp} = \frac{L_{OP}^2}{2 \cdot R} \quad (1)$$

Pri tem je  $L_{OP}$  karakteristika vozila in pomeni seštevek medosne razdalje ter prednjega previsa. Za izbrano vozilo jo odčitamo iz preglednice 4.

Preglednica 4:  $L_{OP}$  za najbolj tipična vozila [7].

Vrsta vozila	$L_{OP}$
Osebni avto	4,00 m
Tovornjak	8,00 m
Vlačilec	10,00 m
Linijski avtobus	8,50 m
Podaljšan avtobus	9,00 m

V izbrani rešitvi najdemo poleg označenih prečnih profilov P1, P2 in P3 še vsaj dve kritični mesti, za katere bi bilo potrebno določiti razširitev, bodisi zaradi pričakovanih večjih vozil (vlačilcev) bodisi zaradi relativno majhnega radija krivine. Razširitve bom določeval na 5 cm natančno.

a) Prečni profil P1: vlačilce pričakujemo vsakodnevno (do 20 na dan);  $R = 38$  m.

$$\Delta b_{pp} = \frac{L_{OP}^2}{2 \cdot R} = \frac{10^2}{2 \cdot 38} = 1,32 \approx 1,30 \text{ m} \quad \rightarrow \text{Potrebna širina prometnega pasu: } 2,75 + 1,30 = 4,05 \text{ m}$$

b) Prečni profil P2: pričakujemo šolske in medkrajevne (linijske) avtobuse;  $R = 110$  m.

$$\Delta b_{pp} = \frac{8,5^2}{2 \cdot 110} = 0,33 \approx 0,35 \text{ m} \quad \rightarrow \text{Potrebna širina prometnega pasu: } 2,75 + 0,35 = 3,10 \text{ m}$$

(Tudi pasova za leve zavijalce v 2. in 3. križišču zaradi avtobusov razširimo na 2,60 m.)

c) Prečni profil P3: enako kot P2;  $R = 37$  m.

$$\Delta b_{pp} = \frac{8,5^2}{2 \cdot 37} = 0,98 \approx 1,00 \text{ m} \quad \rightarrow \text{Potrebna širina prometnega pasu: } 2,75 + 1,00 = 3,75 \text{ m}$$

d) Krivina pred priključkom iz Dindola: prepovedan promet za tovorna vozila in avtobuse (glej prilogo...);  $R = 38$  m.

$$\Delta b_{pp} = \frac{4^2}{2 \cdot 25} = 0,32 \approx 0,30 \text{ m} \quad \rightarrow \text{Potrebna širina prometnega pasu: } 2,50 + 0,30 = 2,80 \text{ m}$$

e) Krivina pred priključkom s Sela: enako kot P1;  $R = 38$  m.

$$\Delta b_{pp} = \frac{10^2}{2 \cdot 38} = 1,32 \approx 1,30 \text{ m} \quad \rightarrow \text{Potrebna širina prometnega pasu: } 2,75 + 1,30 = 4,05 \text{ m}$$

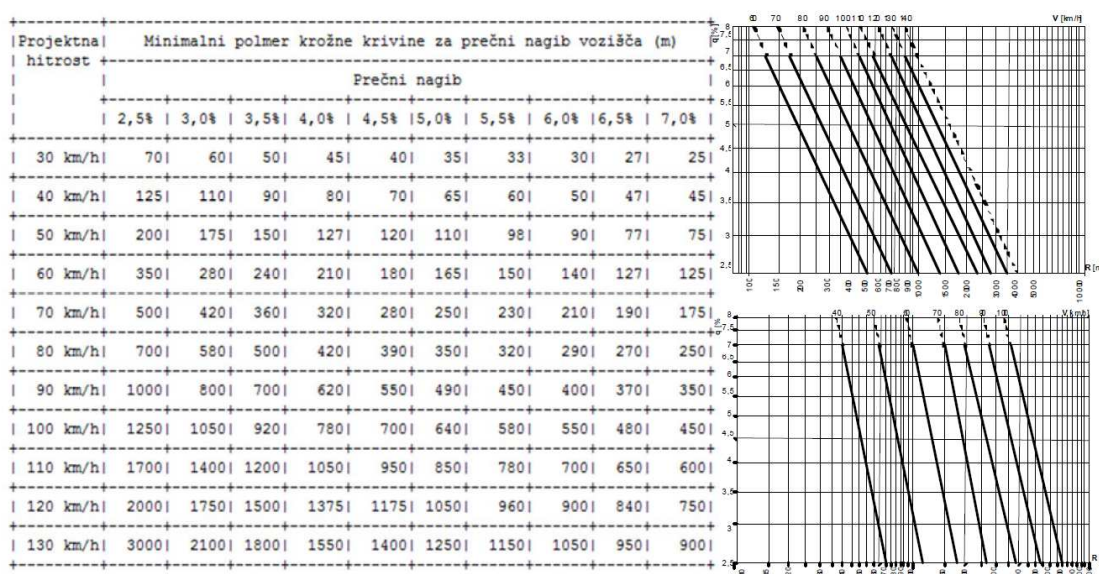
Kot ponazoritev rezultatov služijo prečni prerezi v prilogah I, J in K, velikosti razširitev na vseh obravnavanih točkah, pa so označene tudi na načrtu (priloga D)

### 3.3.2 Prečni nagib vozišča

Prečni nagib vozišča ( $q$ ) je razmerje med višinsko razliko robov in širino vozišča in je potreben za zmanjšanje bočnega sunka v krivini ter prečno odvajanje površinske vode z vozišča [7]. Za zagotavljanje kvalitetnega odtoka površinske vode mora imeti vozišče minimalni prečni nagib (2,5 % za asfaltno vozišče), od katerega so lahko odstopanja v območju nivojskih križišč in vijačenja. V območju nivojskih križišč je dopusten prečni nagib vozišča najmanj 1,5 % in največ 3,5 %. V območju naselja prečni naklon ne sme biti večji od 5 %. Tudi rezultirajoči nagib, ki je vektorska vsota vzdolžnega in prečnega nagiba je navzgor omejen na 10 %.

Določimo prečne nagibe v prečnih profilih P1, P2 in P3. P1 in P3 sta problematična zaradi majhnih radijev, P1 še posebej zaradi neposredne bližine križišča. Upoštevajoč preglednico ali diagrama na sliki 22 bi za projektno hitrost 40 km/h pri 7 % sklonu potrebovali radij vsaj 45 m.





Slika 22: Določitev minimalnega polmera krivine glede na projektno hitrost in prečni nagib vozišča [7].

V P1 moramo zaradi križišča torej privzeti nagib  $q = 3,5 \%$ .

V P2 projektni hitrosti 40 km/h in radiju  $R = 110$  m ustreza nagib  $q = 3 \%$ .

V P3 pa bi težko še upoštevali bližino križišča in se s tem izognili spremembi projektne hitrosti ob enaki geometriji. Lahko pa vpliv bližine križišča upoštevamo v smislu umirjanja prometa, tako da predpostavimo, da bodo zaradi tega hitrosti na tem delu še večinoma manjše od 40 km/h. Tako bi lahko pogojno tudi brez dodatne omejitve hitrosti določili naklon 5 %, ki ustreza že radiju  $R > 35$  m pri hitrosti 30 km/h. Naklon  $q = 5 \%$  je tudi še dovoljen v območju naselja.

### 3.3.3 Preglednost

Za naš primer je zanimiva predvsem horizontalna preglednost v križiščih in krivinah.

Preglednost je neposredno povezana z zaviranjem. Zato določamo minimalno zaustavno razdaljo ( $L_z$ ) in zaustavno pregledno razdaljo ( $P_z$ ), ki je enaka vsoti minimalne zaustavne razdalje in varnostnega odmika, ki znaša 7 m. Minimalno zaustavno razdaljo razberemo iz tabele na sliki 23.

Nagib nivelete	Projektna hitrost km/h										
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
	Zaustavitvena razdalja										
- 12	25	37	55	75	110	140	180	240	287	345	420
- 8	23	35	50	68	97	125	165	210	257	310	390
- 4	21	32	47	63	87	113	145	185	230	280	350
± 0	20	30	45	60	80	105	130	165	205	250	315
+ 4	20	29	43	57	76	100	122	156	195	235	285
+ 8	19	28	40	53	71	96	112	144	180	225	260
+ 12	17	27	37	49	64	87	100	130	160	215	240

Slika 23: Tabela zaustavitvenih razdalj ( $L_z$ ) v odvisnosti od projektne hitrosti in nagiba nivelete ( $s$ ) [7].

V našem primeru upoštevamo neugoden, negativni nagib nivelete v smeri Ribna  $s = - 4 \%$  (četudi verjetno ni nikjer tolikšen). Projektni hitrosti 40 km/h potemtakem ustreza zaustavna razdalja  $L_z = 32$  m in zaustavna pregledna razdalja  $P_z = 32 + 7 = 39$  m.

### 3.3.3.1 Preglednost v ovinku – pregledna berma

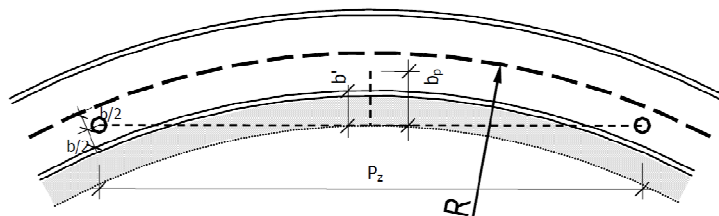
Ob desnem robu vozišča gledano proti Ribnemu je na prečnem profilu P3 preglednost v ostri desni ovinek ( $R = 37$  m) ovira strma brežina ob delno vkopanem vozišču. Preveriti je torej potrebno, koliko mora biti široka pregledna berma na tem delu.

Širino pregledne berme ( $b'$ ) ob desnem robu vozišča določa linija neoviranega pogleda od položaja oči voznika na sredini voznega pasu v višini 1,0 metra nad voziščem na dolžini zaustavne dolžine ( $P_z$ ). Širina pregledne berme se izračuna po enačbi

$$b' = b_p - \frac{b}{2} \quad (2)$$

Pri tem je  $b$  širina vozišča prometnega pasu,  $b_p$  pa širina preglednosti, izračunana po enačbi

$$b_p = \frac{P_z^2}{8 \cdot R} \quad (3)$$



Slika 24: Shema polja horizontalne preglednosti [5].

Potrebna širina pregledne berme na prečnem profilu P3 je torej:

$$b' = b_p - \frac{b}{2} = \frac{P_z^2}{8 \cdot R} - \frac{b}{2} = \frac{39^2}{8 \cdot 37} - \frac{3,75}{2} = 3,30 \text{ m}$$



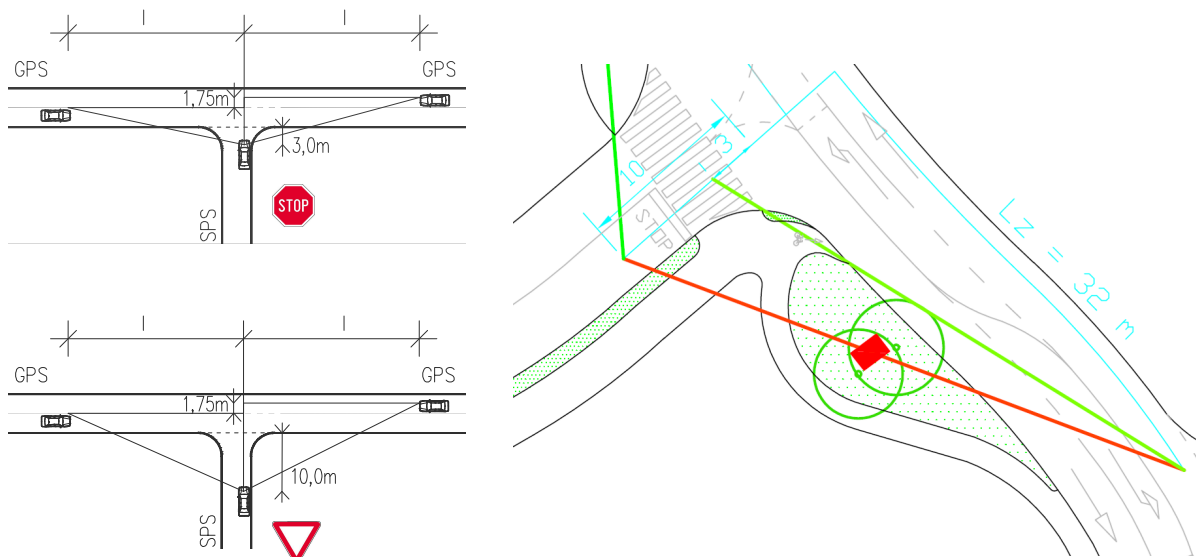
Slika 25: Območje prečnega profila P3; pogled proti Ribnemu

### 3.3.3.2 Preglednost na uvozu v križišče – pregledni trikotnik

Potrebno je preveriti preglednost v 2. križišču izbrane rešitve, kjer kapelica na rahlo dvignjenem terenu omejuje preglednost predvsem v smeri Ribnega (desno, gledano iz SPS).

Dolžina preglednosti pri uvozu v križišče je tista dolžina, ki omogoča vozniku na prednostni cesti (GPS), da do križišča vozilo zaustavi, če se vozilo s stranske ceste (SPS) že vključuje na njegov vozni pas ali prečka križišče. Dolžina preglednosti je enaka zaustavni razdalji  $L_z$  [7].

Dolžina preglednosti, ki je v našem primeru 32 m tvori daljšo stranico preglednega trikotnika, krajšo pa oddaljenost vozila na SPS s širino voznega pasu na GPS in še dodatno širino 1,75 m pri približevanju križišču z desne GPS (glej sliko 26 levo).



Slika 26: Pregledni trikotnik (levo) [7] in praktična kontrola preglednosti v 2. križišču (desno; iz priloge G).

Kot vidimo s slike 25 desno, je vozilo na SPS 10 m pred križiščem skrito ravno za kapelico, tako da ga vozilo na zaustavni razdalji na GPS ne more videti. Zato mora biti na uvozu iz smeri Sela postavljen znak "Ustavi!" (II-2). Na točki preglednosti 3 m od roba GPS, od koder mora imeti pregled tudi vozilo na SPS, pa ni nobene ovire (krošnja drevesa, ki sicer vrisana, ne sega v polje preglednosti). Sicer pa je zaustavna razdalja ravno enaka oddaljenosti uvoza iz bodeške smeri v 3. križišče.

## 4 PREVERITEV IZBRANE REŠITVE

Zaradi precejšnjega prekrivanja izbrane rešitve z obstoječim stanjem se ideja, kako bi preveril izbrano rešitev, ponuja sama od sebe. Analogno prirejenemu 2. križišču obstoječega stanja iz točke 2.2.2 je 3. križišče v izbrani rešitvi prav tako najbolj obremenjeno in zato merodajno križišče. Ti dve križišči bom torej obremenil z enako prometno obremenitvijo in izračunal stopnjo nasičenosti njunih kritičnih smeri. Iz te primerjave bo moč razbrati tudi smiselnost spremembe prometnega režima – prestavitev neprednostne smeri z Ribenskega na Bodeški krak.

Seveda je potrebno merodajno prometno obremenitev še izračunati iz dejanske prometne obremenitve določene v točki 2.2.2.

### 4.1 Izračun merodajne prometne obremenitve

Merodajna prometna obremenitev bo zaradi neenakomernosti znotraj konične ure nekoliko večja od dejanske. Vendar v tem primeru količina prometa, kot sem že ugotovil, ne igra pomembne vloge. Kljub pričakovani majhni nasičenosti bo to še vedno zadovoljiv in verjetno edini merljivi pokazatelj prednosti ene možnosti pred drugo.

#### 4.1.1 Faktor urne konice

Faktor urne konice (FKU ali angl. PHF – peak hour factor) je parameter neenakomernosti prometne obremenitve koničnega časa in je razmerje med prometno obremenitvijo v konični uri ter maksimalno prometno obremenitvijo v nominalnem časovnem intervalu [6].

Za križišča je nominalni časovni interval 15 minut. Količino prometa (v EOV), ki bi odpadla na nominalni časovni interval, če bi bil prometni tok konstanten ( $\Sigma Q_i^{15}/4$ ), delimo s količino prometa v koničnem nominalnem časovnem intervalu ( $Q_{i,max}^{15}$ ). FKU računamo za vsako smer  $i$  (npr. levo zavijanje v kraku A  $\rightarrow i = AL$ ) posebej:

$$FKU_i = \frac{\sum Q_i^{15}}{4 \cdot Q_{i,max}^{15}} \quad (4)$$

Najprej izračunamo faktorje za obstoječo ureditev (glej sliko 11).

#### Krak A

$$\text{Levo: } FKU_{AL} = \frac{\sum Q_{AL}^{15}}{4 \cdot Q_{AL,max}^{15}} = \frac{40}{4 \cdot 11} = \underline{0,91} \quad (\rightarrow \text{Izberemo faktor bolj obremenjene smeri.})$$

$$\text{Desno: } FKU_{AD} = \frac{6}{4 \cdot 2} = 0,75$$

#### Krak B

$$\text{Levo: } FKU_{BL} = \frac{6}{4 \cdot 2} = 0,75$$

$$\text{Naravnost: } FKU_{BN} = \frac{42}{4 \cdot 16} = \underline{0,66}$$

#### Krak D

$$\text{Naravnost: } FKU_{DN} = \frac{52}{4 \cdot 17} = \underline{0,76}$$

$$\text{Desno: } FKU_{DD} = \frac{40}{4 \cdot 13} = 0,77$$

Vsakemu od krakov torej pripada faktor bolj obremenjene smeri.

#### **4.1.2 Merodajne prometne obremenitve**

Merodajno prometno obremenitev izračunamo iz dejanskih obremenitev za posamezno smer  $i$  po naslednji formuli:

$$Q_{mer}^i = \frac{\sum Q_i^{15} \cdot f_{kor} \cdot f_{rast.}}{FKU_i} \quad (5)$$

pri čemer je  $f_{kor}$  korekcijski faktor, za katerega nimam ustreznih podatkov (zajame podpovprečnost oz. nadpovprečnost dneva glede na povprečni letni dnevni promet – PLDP) in zanj privzamem vrednost 1.  $f_{rast}$  je faktor rasti prometa in ga izračunamo po naslednji formuli:

$$f_{rast.} = (1 + p)^n \quad (6)$$

pri čemer je  $p$  ocena letne rasti, ki sem jo določil v višini 1 % v podpoglavju 2.3,  $n$  pa je planska doba, ki je za križišča 10 let. Planska doba za rekonstrukcijo:  $n = 10$  let. Faktor rasti je torej

$$f_{rast.} = (1 + p)^n = (1 + 0,01)^{10} = 1,105$$

Izračun merodajnih obremenitev za posamezne smeri:

Krak A (SPS):

$$Q_{mer}^{AL} = \frac{\sum Q_{AL}^{15} \cdot f_{kor} \cdot f_{rast.}}{FKU_{AL}} = \frac{40 \cdot 1 \cdot 1,105}{0,91} = 49 \text{ EOV/h}$$

$$Q_{mer}^{AD} = \frac{\sum Q_{AD}^{15} \cdot f_{kor} \cdot f_{rast.}}{FKU_{AL}} = \frac{6 \cdot 1 \cdot 1,105}{0,91} = 8 \text{ EOV/h}$$

Krak B (GPS):

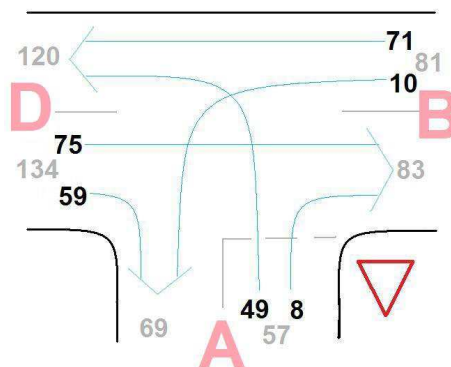
$$Q_{mer}^{BL} = \frac{6 \cdot 1 \cdot 1,105}{0,66} = 10 \text{ EOV/h,}$$

$$Q_{mer}^{BN} = \frac{42 \cdot 1 \cdot 1,105}{0,66} = 71 \text{ EOV/h}$$

Krak D (GPS):

$$Q_{mer}^{DN} = \frac{52 \cdot 1 \cdot 1,105}{0,76} = 75 \text{ EOV/h,}$$

$$Q_{mer}^{DD} = \frac{40 \cdot 1 \cdot 1,105}{0,76} = 59 \text{ EOV/h}$$



Slika 27: Merodajne prometne obremenitve.

## 4.2. Prepustnost merodajnega križišča

V križišču preverjamo prepustnost vsake smeri posebej. Merilo za to je stopnja nasičenosti smeri  $X^j$ , ki je razmerje med merodajno obremenitvijo smeri  $Q^j_{mer}$  in zmogljivostjo smeri  $M^j_N$ .

$$X^j = \frac{Q^j}{M^j_N} \quad (7)$$

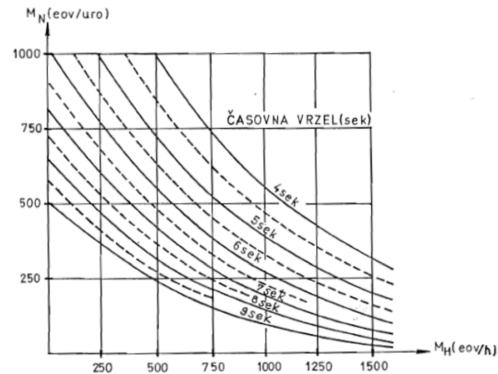
Zmogljivost smeri je funkcija prednostnih prometnih tokov ( $M_H$ ) in časovne vrzeli ( $t_{cv}$ ). Prednostne prometne tokove določimo s pomočjo shem na sliki 28. Za trokrako križišče pridejo v upoštevanje desno in levo zavijanje iz SPS ter levo zavijanje iz GPS. Pri ostalih manevrih nimamo prednostnih prometnih tokov.

Desno zavijanje $M_H = 0.5 M_{H1} (*) + M_{H2}$	
Levo zavijanje iz glavnega prometnega toka $M_H = M_{H1} + M_{H2}$	
Križanje $M_H = 0.5 M_{H1} * + M_{H2} + M_{H3} + M_{H4} + M_{H5} + M_{H6}$	
Levo zavijanje $M_H = 0.5 M_{H1} * + M_{H2} + M_{H3} + M_{H4} + M_{H5} + M_{H6} + M_{H7} + M_{H8}$	
* Če obstoja samostojen zavijalni pas lahko $M_{H1}$ izpustimo	

Slika 28: Določitev prednostnih prometnih tokov [7].

Časovna vrzel pa je odvisna od manevra, signalizacije in števila voznih pasov ter hitrosti na prednostni smeri in pomeni potrebni čas, da vozilo izvede določen manever. Določimo jo s pomočjo preglednice in diagrama na sliki 29, ko že poznamo prednostne tokove.

Prometna situacija	Dopustna hitrost			
	do 50 km/h		50 – 70 km/h	
	prednostna cesta 2 pasova	4 pasovi	prednostna cesta 2 pasova	4 pasovi
Desno zavijanje				
Znak II-1 "Križišče s prednostno cesto"	4,5	4,5	5,0	5,0
Znak II-2 "Ustavi" (STOP)	5,5	5,5	6,0	6,0
Križanje				
Znak II-1 "Križišče s prednostno cesto"	5,5	6,0	6,0	7,0
Znak II-2 "Ustavi" (STOP)	6,5	7,0	7,0	8,0
Levo zavijanje				
Znak II-1 "Križišče s prednostno cesto"	6,0	6,5	6,5	7,5
Znak II-2 "Ustavi" (STOP)	7,0	7,5	7,5	8,5
Levo zavijanje iz glavnega prometnega toka	5,0	5,5	5,5	6,0



Slika 29: Določitev časovne vrzeli in zmogljivosti smeri [7].

Če je v križišču na neprednostnem priključku skupen pas za več smeri, se nasičenost nanaša na pas in ne na posamezno smer. V tem primeru moramo za izračun zmogljivosti smeri uporabiti redukcijsko enačbo

$$M_N^j = \frac{1}{\sum_i \frac{a_i}{M_N^i}} \quad (8)$$

Pri tem je  $a_i$  delež delnega prometnega toka (levo ali desno) pri celotnem neprednostnem toku na skupnem prometnem pasu.

#### 4.2.1 Sedanja ureditev

Vhodni podatki za izračun nasičenosti kritičnih smeri križišča v sedanji ureditvi (SPS je krak A proti Ribnemu) so na sliki 26. Preveril bom samo SPS (levo in desno), saj je levih zavijalcev iz smeri B (Bodešče) zelo malo.

**Krak A** – skupen pas za leve in desne zavijalce

- Levo zavijanje iz SPS (AL)

i) Prednostni prometni tokovi (po shemah na sliki 27):

$$M_H^{AL} = 0,5 \cdot Q_{mer}^{DD} + Q_{mer}^{DN} + Q_{mer}^{BL} + Q_{mer}^{BN} = 0,5 \cdot 59 + 75 + 10 + 71 = 186 \text{ EOv/h}$$

ii) Mejna časovna vrzel:

$$\text{Znak II-1, } V_{dop.} < 50 \text{ km/h, 2 pasova na prednostni cesti} \rightarrow t_{cv}^{AL} = 6 \text{ s}$$

iii) Zmogljivost pasu (po tabeli in diagramu na sliki 29):

$$M_N^{AL} = f(M_H, t_{cv}) \approx 800 \text{ EOv/h}$$

iv) Delež delnega prometnega toka (levo):

$$a_{AL} = \frac{Q_{mer}^{AL}}{Q_{mer}^{AL} + Q_{mer}^{AD}} = \frac{49}{49 + 8} = 0,86$$

- Desno zavijanje iz SPS (AD)

$$i) M_H^{AD} = 0,5 \cdot Q_{mer}^{DD} + Q_{mer}^{DN} = 0,5 \cdot 59 + 75 = 98 \text{ EOv/h}$$

$$ii) t_{cv}^{AD} = 4,5 \text{ s}$$



iii)  $M_N^{AD} = f(M_H, t_{cv}) \approx 1500$  EO/h

iv)  $a_{AD} = 1 - a_{AL} = 1 - 0,86 = 0,14$

Zmogljivost priključka A po enačbi (8):

$$M_N^{A-LD} = \frac{1}{\frac{a_{AD}}{M_N^{AD}} + \frac{a_{AL}}{M_N^{AL}}} = \frac{1}{\frac{0,14}{1500} + \frac{0,86}{800}} = 856 \text{ EO/h}$$

Stopnja nasičenosti prometnega toka po enačbi (7):

$$X^{A-LD} = \frac{Q_{mer}^{AL} + Q_{mer}^{AD}}{M_N^{A-LD}} = \frac{49 + 8}{856} = 0,07 < 0,85$$

Rezultat se nanaša na merodajne obremenitve za plansko dobo 10 let. Stopnja nasičenosti bo torej takrat še vedno daleč pod mejo 85 %. Vendar pričakujem, da bo nasičenost najbolj kritične smeri po spremenjeni ureditvi še manjša. To bom preveril v naslednji točki.

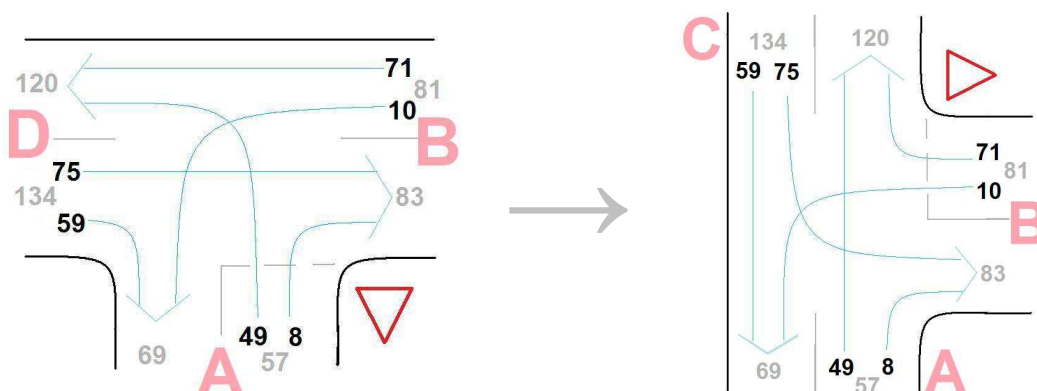
#### 4.2.2 Spremenjena ureditev

Merodajne prometne obremenitve so po velikosti enake kot pri obstoječi ureditvi, le razporeditev po smereh je drugačna:

Krak A (GPS):  $Q_{mer}^{AN} = Q_{mer}^{AL} = 49$  EO/h,  $Q_{mer}^{AD} = 8$  EO/h

Krak B (SPS):  $Q_{mer}^{BL} = 10$  EO/h,  $Q_{mer}^{BD} = Q_{mer}^{BN} = 71$  EO/h

Krak C (GPS, s pasom za leve zavijalce):  $Q_{mer}^{CL} = Q_{mer}^{DN} = 75$  EO/h,  $Q_{mer}^{CN} = Q_{mer}^{DD} = 59$  EO/h



Slika 30: Pretvorba zaradi spremembe prometne ureditve.

Za primerjavo izračunam nasičenost na kraku A, ki postane prednostna smer.

Krak A – križanje in desno zavijanje (GPS)

Prednostni prometni tokovi:  $M_H^{A-ND} = 0$

Zmogljivost uvoza na prednostni smeri (neoviran prometni tok):  $M_N^{A-ND} = 1900$  EO/h

Nasičenost prometnega toka:  $X^{A-ND} = \frac{Q_{mer}^{AN} + Q_{mer}^{AD}}{M_N^{A-ND}} = \frac{49 + 8}{1900} = 0,03$

Nasičenost je več kot za polovico manjša.

### Krak B

Na novem neprednostnem priključku na kraku B sem predvidel talno signalizacijo (šrafura V-31, glej prilogo H), ki usmerja ločeno leve in desne zavijalce, tako da je v niši prostora npr. za dva avtomobila, ki ne ovirata desnih zavijalcev. Kljub temu tega ukrepa ne upoštevam in privzamem bolj neugodno možnost. Gre za najbolj kritično smer pri novi ureditvi.

- Levo zavijanje iz SPS

$$i) M_H^{BL} = 0,5 \cdot Q_{mer}^{AD} + Q_{mer}^{AN} + Q_{mer}^{CL} + Q_{mer}^{CN} = 0,5 \cdot 8 + 49 + 75 + 59 = 187 \text{ EOV/h}$$

$$ii) t_{\check{c}v}^{BL} = 6 \text{ s}$$

$$iii) M_N^{BL} = f(M_H, t_{\check{c}v}) \approx 800 \text{ EOV/h}$$

$$iv) a_{BL} = \frac{Q_{mer}^{BL}}{Q_{mer}^{BL} + Q_{mer}^{BD}} = \frac{10}{10 + 71} = 0,12$$

- Desno zavijanje iz SPS

$$i) M_H^{BD} = 0,5 \cdot Q_{mer}^{AD} + Q_{mer}^{AN} = 0,5 \cdot 8 + 49 = 53 \text{ EOV/h}$$

$$ii) t_{\check{c}v}^{BD} = 4,5 \text{ s}$$

$$iii) M_N^{BD} = f(M_H, t_{\check{c}v}) \approx 1500 \text{ EOV/h}$$

$$iv) a_{BD} = 1 - a_{BL} = 1 - 0,12 = 0,88$$

Zmogljivost priključka B (skupen pas za leve in desne zavijalce):

$$M_N^{B-LD} = \frac{1}{\frac{a_{BD}}{M_N^{BD}} + \frac{a_{BL}}{M_N^{BL}}} = \frac{1}{\frac{0,88}{1500} + \frac{0,12}{800}} = 1357 \text{ EOV/h}$$

Stopnja nasičenosti prometnega toka:

$$X^{B-LD} = \frac{Q_{mer}^{BL} + Q_{mer}^{BD}}{M_N^{B-LD}} = \frac{10 + 71}{1357} = 0,06$$

Nasičenost bi bila torej na neprednostnem priključku B kljub neugodni predpostavki za 1 % manjša, kot prej na priključku A. Nasprotno pa seveda pričakujemo poslabšanje na smeri Bled – Bodešče, ki ima sedaj tudi en precej močen prednostni tok (Ribno – Bled).

Krak C – levo zavijanje iz GPS (pas za leve zavijalce)

$$i) M_H^{CL} = Q_{mer}^{AD} + Q_{mer}^{AN} = 8 + 49 = 57 \text{ EOV/h}$$

$$ii) t_{\check{c}v}^{CL} = 5 \text{ s}$$

$$iii) M_N^{CL} = f(M_H, t_{\check{c}v}) \approx 1200 \text{ EOV/h}$$

Stopnja nasičenosti prometnega toka:

$$X^{CL} = \frac{Q_{mer}^{CL}}{M_N^{CL}} = \frac{75}{1200} = 0,06$$



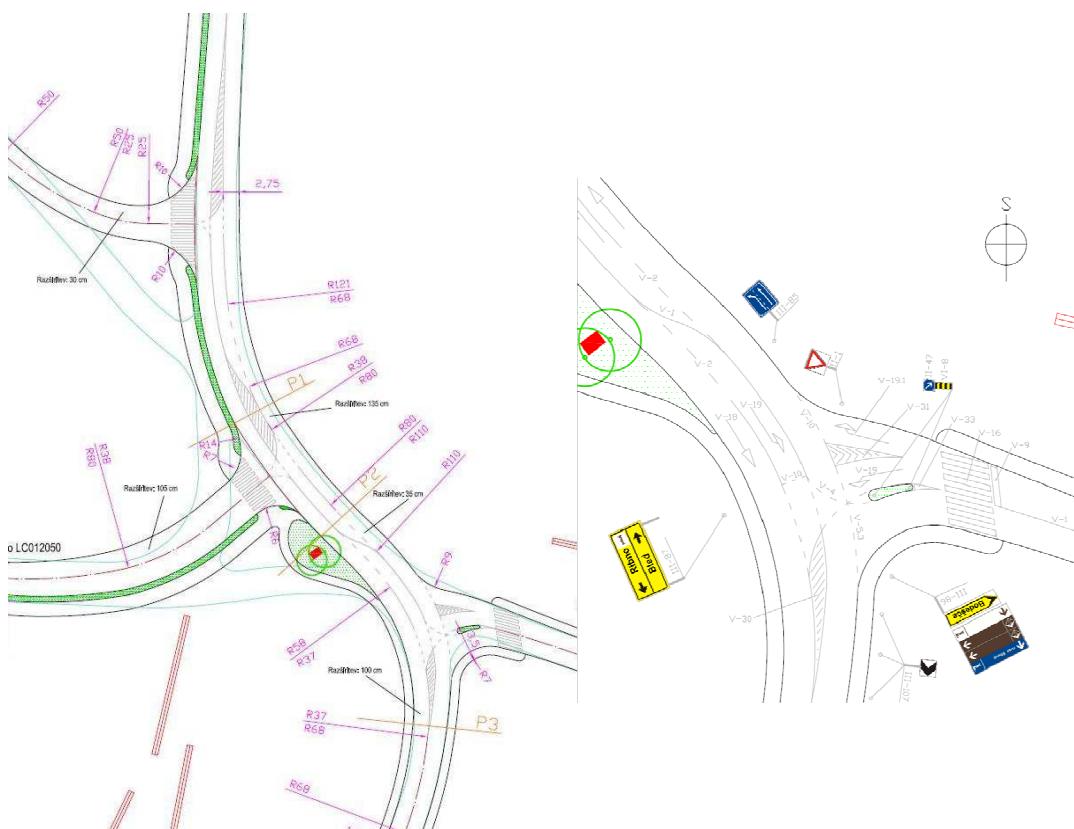
Nasičenost pasu za leve zavijalce je torej znatna, vendar še vedno manjša od nasičenosti najbolj obremenjene smeri v obstoječem stanju (krak A levo). To vsekakor pritrjuje ali pa vsaj ne nasprotuje novi ureditvi po izbrani varianti.

## 5 ZAKLJUČEK

Ocenjujem, da mi je s konvencionalno obliko novih križišč z dokaj omejenimi posegi uspelo izpolniti vse zastavljene cilje. Kljub preprostosti končne rešitve sem pri njenem iskanju pretehtal širok spekter možnosti in jih v okviru pridobljenega znanja ovrednotil. Pomembna ugotovitev pa je tudi, da izbrana rešitev ne zmanjšuje kapacitete merodajnega križišča

Smiselno je umeščena kombinirana steza za pešce in kolesarje na relaciji Bled – Selo. Že pri prvih dveh variantah so nakazani zaključki steze pred prehodi, ki z majhnimi deviacijami umirjajo predvsem kolesarje (glej sliko 31). Vsi prehodi so umeščeni tako, da ne motijo prometa na glavnih smereh (čeprav bi verjetno bil potreben še en prehod južneje ob cesti v Ribno, kjer poteka pločnik obojestransko). 27 konfliktnih točk v vseh trokrakih križiščih skupaj je sicer več kot v prvi oz. drugi varianti (17), vendar še vedno bistveno manjše kot v obstoječem stanju (51). To seveda tudi prispeva k izpolnitvi cilja večje varnosti. V prilogah E, F in H je označena vsa potrebna vertikalna in horizontalna signalizacija. Pomemben cilj večje preglednosti v smislu usmerjanja prometa je predvsem na račun enotne turistične signalizacije v kombinaciji z običajnimi kažipotnimi tablamami tudi v večji meri dosežen.

Morda bi veljalo opozoriti tudi na temu podobne primere na celotnem omrežju občinskih in državnih cest in z racionalnim oblikovanjem doseči izboljšanje stanja na lokalnih cestah, ki žal precej zaostajajo za avtocestami. Obravnavan primer sicer ne spada med t.i. črne točke, vendar kljub temu nakazuje način reševanja problemov, ki so veliko bolj potrebni rekonstrukcije. In krožišče ni vedno najboljša in najcenejša rešitev.



Slika 31: Geometrija izbrane rešitve (iz priloge D) in končna prometna ureditev v 3. križišču (iz priloge H).

## VIRI

### Uporabljeni viri

- [1] Ortofoto podloge in podatki GIS 2013.  
<http://gis.iobcina.si/gisapp/Default.aspx?a=bled> (Pridobljeno 8. 5. 2013.)
- [2] Kostanjšek, J. 2013. Podatki o slovenskem cestnem omrežju. Osebna komunikacija. (14. 3. 2013)
- [3] Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah. Uradni list RS 46/2000: 2131.
- [4] Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah. Uradni list RS 110/2006: 4674.
- [5] Juvanc, A., Rijavec, R. 2005. Projektiranje cest. Geometrijski in tehnični elementi cest. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 101 str.
- [6] Maher, T. 2006. Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov. Skripta. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 105 str.
- [7] Kastelic, T. (vodja projekta) 1991. Tehnični normativi za projektiranje in opremo mestnih prometnih površin, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo: 1. del, 12 pogl.; 2. del, 5 pogl.
- [8] Haller, W. 2006. Das neue Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren. Ingenieurgemeinschaft Schnüll Haller und Partner.  
[http://www.ise.kit.edu/rd\\_download/SEB/Kolloquium\\_SEB\\_06-12\\_W.\\_Haller.pdf](http://www.ise.kit.edu/rd_download/SEB/Kolloquium_SEB_06-12_W._Haller.pdf)  
(Pridobljeno 14. 5. 2013)

### Ostali viri

Ljubljanski urbanistični zavod d.d. 2011. Občinski podrobni prostorski načrt za južno razbremenilno cesto na Bledu. R1 – 209/1089 Bled – Soteska.

Žitnik, J., Žitnik, D., Berdajs, A. 2009. Gradbeniški priročnik, Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 693 str.

## SEZNAM PRILOG

Priloga A:	Tabela za štetje prometa
Priloga B:	I. varianta (1:500)
Priloga C:	II. varianta (1:500)
Priloga D:	III. varianta (1:500)
Priloga E:	III. varianta – 1. križišče (1:250)
Priloga F:	III. varianta – 2. križišče (1:250)
Priloga G:	III. varianta – 3. križišče (1:250)
Priloga H:	III. varianta – preglednost v 2. križišču (1:250)
Priloga I:	III. varianta – prečni profil P1 (1:100)
Priloga J:	III. varianta – prečni profil P2 (1:100)
Priloga K:	III. varianta – prečni profil P3 (1:100)