

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



DIPLOMSKA NALOGA

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE STOPNJE GRADBENIŠTVO

Ljubljana, 2021

Univerza
v Ljubljani

*Fakulteta za
gradbeništvo in
geodezijo*



Kandidat/-ka:

Diplomska naloga št.:

Graduation thesis No.:

Mentor/-ica:

Predsednik komisije:

Somentor/-ica:

Član komisije:

Ljubljana, _____

POPRAVKI – ERRATA

Stran z napako	Vrstica z napako	Namesto	Naj bo
----------------	------------------	---------	--------

ZAHVALA

Za pomoč in nasvete pri izdelavi diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju doc. dr. Tomažu Maherju in somentorju mag. inž. grad. Luku Trčku.

Zahvaljujem se tudi družini in prijateljem, ki so me podpirali v času študija, še posebej Mihi za pomoč pri štetju prometa in Katjuši za pomoč pri urejanju diplomske naloge.

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	656.1(043.2)
Avtor:	Gašper Šenk
Mentor:	doc. dr. Tomaž Maher
Somentor:	asist. Luka Trček, mag. inž. grad.
Naslov:	Prometno tehnična in prometno varnostna analiza odsekov R2-430/1079 in 1080
Tip dokumenta:	Diplomska naloga – univerzitetni študij
Obseg in oprema:	43 str., 4 pregl., 39 sl., 1 graf., 9 virov
Ključne besede:	prometna varnost, kapacitetna analiza, rekonstrukcija, križišče, prepustnost, obvoznica

Izvleček

Diplomska naloga obravnava problematiko odseka regionalne ceste skozi Vodice. V uvodnem delu je splošno predstavljena prometna varnost, ki ji sledi kapacitetna analiza odseka. V analizi smo predstavili obstoječe stanje semaforiziranega križišča in predstavili tri možne variante, ki bi izboljšale pretočnost križišča. Te smo analizirali za obstoječe obremenitve in obremenitve v planski dobi rekonstrukcije ter jih med seboj primerjali. V sklopu diplomskega dela smo prav tako analizirali stanje na obravnavanem odseku po gradnji predvidene obvoznice.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 656.1(043.2)
Author: Gašper Šenk
Supervisor: Prof. Tomaž Maher, Ph D.
Co-supervisor: Assist. Prof. Luka Trček, MSc.
Title: Traffic technical and traffic safety analysis of the sections R2-430/1079 and 1080 through Vodice
Document type: Graduation Thesis - University studies
Notes: 43 p., 4 tab., 39 fig., 1 graph., 9 ref.
Keywords: traffic safety, capacity analysis, reconstruction, intersection, permeability, bypass

Abstract

The diploma thesis deals with the issue of the section of the regional road through Vodice. In the first part, traffic safety is generally presented, followed by a capacity analysis of the section. In the analysis, we presented the existing state of the traffic light intersection and presented three possible variants that would improve the traffic flow. These were analyzed for existing loads and loads in the planned period of reconstruction and compared with each other. As part of the diploma thesis, we also analyzed the situation of the selected section after the construction of the planned bypass.

KAZALO

POPRAVKI – ERRATA	I
ZAHVALA.....	II
BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	III
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	IV
KAZALO SLIK.....	VII
KAZALO PREGLEDNIC.....	IX
KAZALO GRAFIKONOV	X
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI / ABBREVIATIONS AND SYMBOLS	XI
1 UVOD	1
2 OBRAVNAVANO OBMOČJE.....	2
2.1 Problematika.....	3
3 PROMETNA VARNOST NA ODSEKU.....	4
3.1 Analiza prometnih nesreč na odseku	5
3.2 Analiza ukrepov za varnost na odseku	7
3.3 Vizija nič.....	13
4 PROMETNE OBREMENITVE.....	14
4.1 Ročno štetje prometa	14
4.2 Splošna rast prometnih obremenitev	15
4.3 Merodajna prometna obremenitev	16
5 KAPACITETNA ANALIZA	18
5.1 Teoretična izhodišča	18
5.2 Obstoječe stanje.....	19
5.2.1 Geometrija (shematsko)	19
5.2.2 Krmilni sistem obstoječega križišča	21
5.2.3 Rezultati v izhodiščnem letu	21
5.3 Varianta 1	24
5.3.1 Opis variante.....	24
5.3.2 Rezultati.....	24
5.3.3 Rezultati čez 10 let.....	26
5.4 Varianta 2	27
5.4.1 Opis variante.....	27
5.4.2 Rezultati.....	27
5.5 Varianta 3	29
5.5.1 Opis variante.....	29
5.5.2 Rezultati.....	29
5.5.3 Rezultati čez 10 let.....	31
5.6 Varianta 4	32
5.6.1 Opis variante.....	32
5.6.2 Rezultati.....	32
5.7 Primerjava variant	34
5.8 Obvoznica	35

5.8.1	Stanje na odseku po gradnji obvoznice	38
5.8.2	Stanje na odseku po gradnji obvoznice čez 10 let	40
6	ZAKLJUČEK.....	41
	Viri.....	42
	Seznam prilog	43

KAZALO SLIK

Slika 2.1: Makro lokacija obravnavanega območja (vir: geopedia.si)	2
Slika 2.2: Mikro lokacija obravnavanega območja (Vir podlage: geopedia.si)	3
Slika 3.1: Dejavniki varnosti v prometu (vir: . Orthaber, R. Projektiranje prometnih površin. Maribor: Prometna šola Maribor, 2006).....	4
Slika 3.2: Lokacijski prikaz prometnih nesreč na izbranem odseku (vir podlage: geopedia.si)	6
Slika 3.3: Grbina na stacionaži km 0 + 145	7
Slika 3.4: Zoženje vozišča na stacionaži km 0 + 190.....	8
Slika 3.5: Zoženje vozišča pri gasilskem domu	8
Slika 3.6: Grbina na stacionaži km 0 + 525	9
Slika 3.7: Ploščad na stacionaži km 0 + 690	9
Slika 3.8: Stacionarni radarski merilec hitrosti	10
Slika 3.9: Ploščad na stacionaži km 0 + 915	10
Slika 3.10: Sredinski otok na stacionaži km 1 + 015	11
Slika 3.11: Varnostni ukrepi na odseku (vir podlage: geopedia.si).....	12
Slika 4.1: Prikaz števnege mesta 229-Žeje.....	14
Slika 4.2: Diagram prometnih obremenitev v konični uri	17
Slika 5.1: Prikaz obstoječega stanja obravnavanega križišča.....	19
Slika 5.2: Krak A - smer Moste.....	20
Slika 5.3: : Krak B - smer Skaručna.....	20
Slika 5.4: Krak C - smer Smlednik	20
Slika 5.5: Krak D - smer Spodnji Brnik	20
Slika 5.6: Prikaz obstoječega krmilnega sistema semaforja.....	21
Slika 5.7: Prikaz rezultatov izhodiščnega leta.....	22
Slika 5.8: Prikaz rezultatov stanja čez 10 let.....	23
Slika 5.9: Prikaz časovnega zaporedja faz optimalnega cikla dvofaznega sistema.....	24
Slika 5.10: Prikaz rezultatov ukrepa menjave krmilnega sistema	25
Slika 5.11: Prikaz rezultatov ukrepa menjave krmilnega sistema čez 10 let.....	26
Slika 5.12: Prikaz rezultatov ukrepa menjave krmilnega sistema čez 10 let.....	28
Slika 5.13: Prikaz majhnega krožišča (vir podlage: geopedia.si).....	29
Slika 5.14: Rezultati analize - malo krožišče	30
Slika 5.15: Rezultati analize - malo krožišče čez 10 let.....	31
Slika 5.16: Prikaz velikega krožišča (vir podlage: geopedia.si).....	32
Slika 5.17: Rezultati analize - veliko krožišče	33
Slika 5.18: Prikaz tipskega prečnega profila obvoznice.....	35
Slika 5.19: Prikaz karakterističnega prečnega profila obvoznice	36

Slika 5.20: Prikaz trase obvoznice (vir podlage: geopedia.si).....	37
Slika 5.21: Prometne obremenitve.....	38
Slika 5.22: Optimalni krmilni sistem križišča po gradnji obvoznice.....	39
Slika 5.23: Rezultati analize - po gradnji obvoznice	39
Slika 5.24: Rezultati analize - po gradnji obvoznice čez 10 let.....	40

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Prikaz statistike prometnih nesreč na izbranem odseku	5
Preglednica 2: Prikaz PLDP po letih na števnem mestu Žeje	15
Preglednica 3: Primerjava variant - izhodiščno leto.....	34
Preglednica 4: Primerjava variant - čez 10 let.....	34

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Prikaz rasti PLDP na števnem mestu Žeje	16
---	----

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI / ABBREVIATIONS AND SYMBOLS

AC	avtocesta
GPS	glavna prometna smer
SPS	stranska prometna smer
PLDP	povprečni letni dnevni promet
FKU	faktor konične ure
EOV	enote osebnih vozil

1 UVOD

Gradnja cest in njihov razvoj sta ena izmed glavnih razlogov za uspešno delovanje današnje družbe, saj mobilnost prebivalcev omogoča razvoj družbe kot celote. Rast prebivalstva in konstantno širjenje mest imata velik vpliv na gradnjo cest. Z rednim vzdrževanjem in gradnjo novih prometnih povezav pa zagotavljamo boljšo oskrbo prebivalstva, hitrejši pretok blaga in gospodarski razvoj območij. S širjenjem mest pa prihaja tudi do težav, saj obstoječa cestna infrastruktura ne prenese prometnega povpraševanja, zato je na cestnem omrežju treba uvesti izboljšave. S podobnim problemom smo se ukvarjali tudi v sklopu diplomske naloge.

Nove cestne povezave se gradijo s pomočjo pravilnikov o projektiranju. Ti pravilniki določajo tehnične zahteve, pogoje in normative, ki se morajo zaradi zagotavljanja prometne varnosti in ekonomičnosti gradnje ter vzdrževanja javnih cest in njihovih elementov upoštevati pri izdelovanju projektne in tehnične dokumentacije, namenjene za gradnjo, uporabo in vzdrževanje cest. [1]

V diplomski nalogi bomo analizirali obstoječe stanje na regionalni cesti, ki poteka skozi naselje Vodice. Preverili in opisali bomo ukrepe, ki izboljšujejo prometno varnost na odseku, analizirali število nesreč in njihove vzroke, katerih podatke smo dobili na spletni strani Javne agencije za varnost v prometu. Izvedli bomo štetje prometa na najbolj obremenjenih križiščih ter s pomočjo pridobljenih podatkov in uporabo programa Sidra Intersection določili nivo uslug križišča, ki posledično predstavlja tudi nivo uslug izbranega odseka. Prav tako bomo opisali probleme in morebitne pomanjkljivosti, ki se pojavljajo na odseku in predlagali rešitve, ki bi pripomogle k nadaljnjem širjenju naselja in gospodarskih dejavnosti v bližini.

2 OBRAVNAVANO OBMOČJE

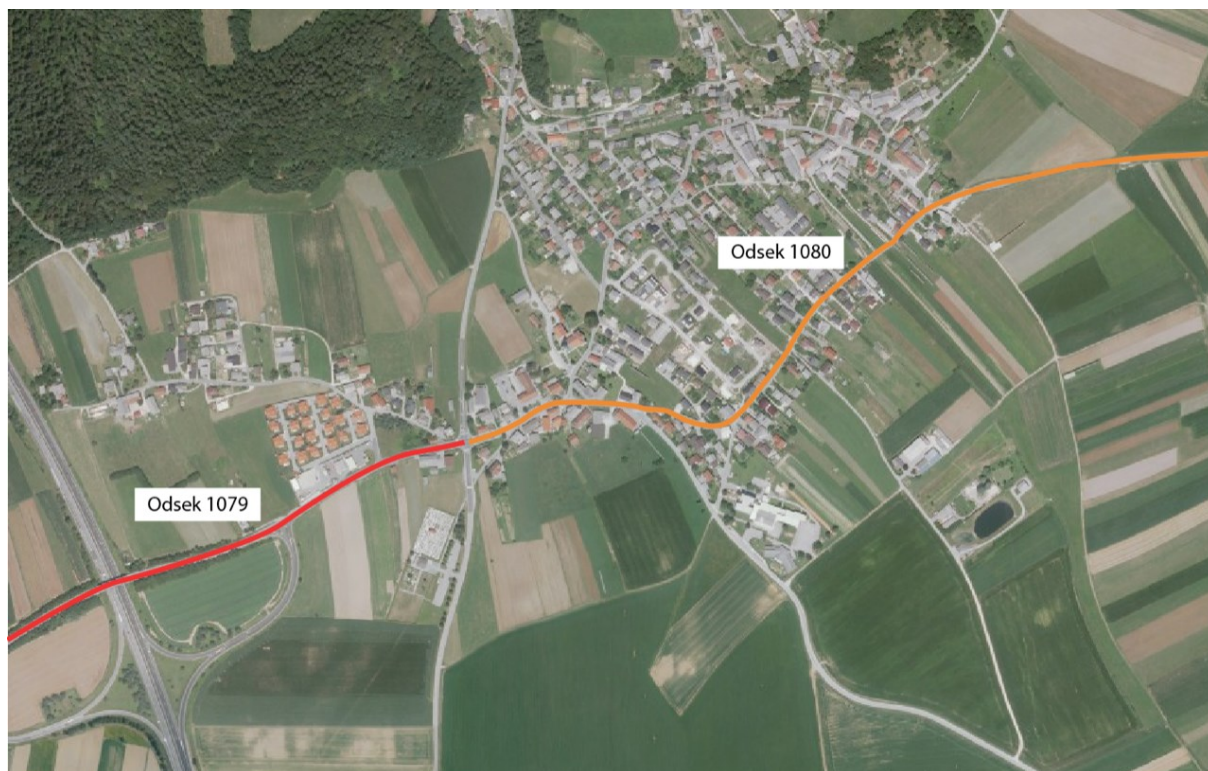
V diplomskem delu bomo obravnavali regionalno cesto skozi naselje Vodice, oziroma natančneje dela R2-413 odsekov 1079 in 1080. Regionalna cesta II. reda (R2) je državna cesta, namenjena prometnemu povezovanju središč lokalnih skupnosti in navezovanju prometa na državne ceste enake ali višje kategorije. [2]

Vodice so naselje na južnem robu Kranjskega polja, znane so po vodiških prestah, ki so jih začeli peči že v 18.stoletju. Naselje je locirano tik ob avtocesti Ljubljana-Kranj, zato predstavlja vstopno in izstopno točko za avtocesto sosednjih naselij, kar vpliva tudi na promet obravnavanega odseka.

Skupaj sta odseka (kasneje odsek) dolga približno 1,3 km, loči pa ju semaforizirano križišče. Celotni odsek 1079 je dolg 7386 metrov in poteka od Zbilj do Vodic, odsek 1080 pa je malo krajši, meri 4350 metrov in poteka od Vodic do Most. Na izbranem odseku so ob prometnici bencinski servis, pošta, trgovina, lekarna, gasilski dom ter osnovna šola, zato sta prometna varnost in pretočnost ključnega pomena za tamkajšnje prebivalce.



Slika 2.1: Makro lokacija obravnavanega območja (vir: geopedia.si)



Slika 2.2: Mikro lokacija obravnavanega območja (Vir podlage: geopedia.si)

2.1 Problematika

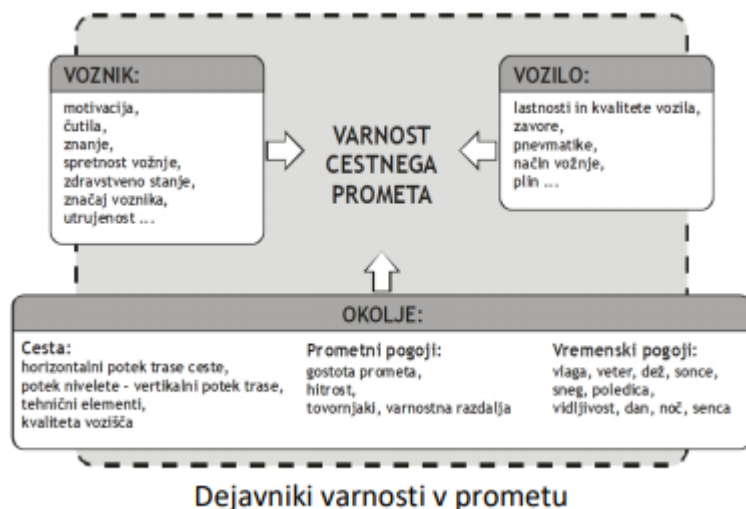
Povečan promet ob prometnih konicah, ozka cesta in zožitve na izbranem odseku privedejo do dolgih kolon, ki se vijejo skozi celotno naselje, ob tem pa ovirajo promet na bližnjem avtocestnem izvozu, kar slabša prometno varnost na avtocesti. Zaradi bližine industrijske cone je na odseku veliko število tovornih vozil, ki promet še toliko bolj upočasnijo, obenem pa je na razmeroma kratkem odseku prisotnih veliko ukrepov za varnost. Promet zaradi teh razlogov ob prometnih konicah skoraj stoji, to pa privede do nezadovoljstva in jeze nekaterih udeležencev v prometu, ki s svojim objestnim obnašanjem nato v križiščih izsiljujejo prednost ostalim voznikom.

3 PROMETNA VARNOST NA ODSEKU

Prometna varnost odseka je vezana na število smrtnih žrtev in hudo poškodovanih oseb v prometnih nesrečah. V tem poglavju bomo predstavili nesreče, ki so se zgodile na izbranem odseku v zadnjih 20 letih, prikazali bomo njihove lokacije in jih ločili po posledicah in vzrokih nesreč. Prikazu nesreč sledi analiza ukrepov za povečanje varnosti na odseku in predlogi izboljšav prometne varnosti na odseku.

Na prometno varnost vplivajo trije dejavniki:

- Človek, ki s svojim zaznavanjem okolice sprejema odločitve, ki neposredno vplivajo na cestni promet, v nepredvidljivih situacijah veliko pripomorejo tudi voznikove izkušnje
- Okolje, pod katerega štejemo cesto, prometne in vremenske pogoje
- Vozilo, ki mora biti tehnično brezhibno, deli le tega morajo biti homologirani in v skladu s predpisi, sodobnejša vozila so že opremljena z elementi za pasivno in aktivno varnost



Slika 3.1: Dejavniki varnosti v prometu (vir: . Orthaber, R. Projektiranje prometnih površin. Maribor: Prometna šola Maribor, 2006)

3.1 Analiza prometnih nesreč na odseku

Na spletni strani Javne agencije Republike Slovenije za varnost prometa smo pridobili podatke o prometnih nesrečah na izbranem odseku. Iskali smo vse nesreče, ki so se zgodile v zadnjih 20 letih na cesti R2-413 med stacionažama km 7 + 000 odseka 1079 in km 1 + 000 odseka 1080. V dvajsetih letih se je na odseku pripetilo 33 uradno zabeleženih nesreč.

Preglednica 1: Prikaz statistike prometnih nesreč na izbranem odseku

Leto	Število prometnih nesreč	Posledice (poškodbe)				Vzrok nesreče		
		Brez poškodbe	Lažja poškodba	Hujša poškodba	Smrt	Neprilagojena hitrost	Neupoštevanje pravil	Ostalo
2002	2	2	0	0	0	2	0	0
2003	1	0	1	0	0	1	0	0
2004	3	2	1	0	0	2	0	1
2005	4	3	1	0	0	0	3	1
2006	11	4	7	0	0	0	9	2
2009	1	1	0	0	0	0	1	0
2010	1	0	0	1	0	0	1	0
2011	2	1	1	0	0	2	0	0
2013	1	1	0	0	0	0	0	1
2014	5	2	3	0	0	1	3	0
2017	1	1	0	0	0	0	1	0
2018	1	1	0	0	0	0	0	1
Skupaj	33	18	14	1	0	8	18	6

Iz preglednice 1 lahko razberemo, da nesreče na odseku niso pogoste. Brez poškodbe je prometno nesrečo preživel 55 % udeležencev, tistih z lažjo telesno poškodbo je bilo 42 %, huje pa se je v 20 letih poškodoval le en udeleženec, kar pa predstavlja 3 %. Smrtnih nesreč na izbranem odseku ni bilo, kar lahko pripišemo temu, da so hitrosti na odseku majhne, zato kljub nesreči ne pride do težjih ali smrtnih poškodb udeležencev.

Glavna vzroka za nastanek nesreč na odseku sta neprilagojena hitrost in neupoštevanje cestno-prometnih pravil, kot so neupoštevanje pravil o prednosti, nepravilno prehitevanje in neustrezna varnostna razdalja, ti vzroki pa se ločijo tudi po letih. Iz preglednice je razvidno, da se neprilagojena hitrost kot vzrok nesreče pojavlja pri starejših podatkih, ko na odseku še ni bilo vseh ukrepov za varnost v prometu, ki zmanjšujejo hitrosti udeležencev. Kasneje pa se v veliki večini kot vzrok pojavlja neupoštevanje pravil v prometu, saj se zaradi zastojev na odseku vozniki obnašajo drznejše kot bi se v primeru prostega prometnega toka.



Slika 3.2: Lokacijski prikaz prometnih nesreč na izbranem odseku (vir podlage: geopedia.si)

Na sliki 3.2 so prikazane vse prometne nesreče na odseku v zadnjih 20 letih. Opazimo, da so porazdeljene po kritičnih mestih, ki jih v večini predstavljajo križišča na odseku. Prva kritična točka je nesemaforizirano križišče kot izstop iz AC, druga je semaforizirano križišče, ki smo ga analizirali, tretja je križišče pri cerkvi, zadnja točka pa predstavlja vstop v vas oziroma sredinski otok. Če povežemo vzroke in kraje nesreč na odseku, opazimo da se na križiščih pojavljajo neupoštevanja pravil o prednosti, ker zaradi kolon iz nasprotne smeri levi zavijalci želijo odvzeti prednost naravnost vozečim. Ta pojav smo opazili že med štetjem prometnih obremenitev, saj bi skoraj prišlo do prometne nesreče. Na delih kjer ni križišč pa do nesreč prihaja zaradi nepravilnega prehitevanja in neprilagojene hitrosti, ki se pojavlja v smeri proti Smledniku, ko vozniki po vožnji v koloni v naselju pridejo na bolj odprto cesto in z neprilagojeno hitrostjo želijo nadoknaditi izgubljeni čas.

3.2 Analiza ukrepov za varnost na odseku

Neprilagojena hitrost je glavni vzrok nesreč s hudimi ali smrtnimi poškodbami, zato se strokovnjaki prometne varnosti večinoma ukvarjajo z umiritvijo prometa in projektiranjem prometno varnih cestnih povezav. Umirjanje prometa je kombinacija fizičnih ukrepov za zmanjševanje negativnih posledic motornega prometa, ukrepov, ki spreminjajo obnašanje voznikov in ukrepov, ki izboljšujejo pogoje za ne motorizirani promet. [3]

Kot smo že omenili, na prometno varnost vpliva več dejavnikov. V tem poglavju se bomo posvetili cesti, ki spada pod dejavnik okolje. Predstavili bomo nekaj ukrepov za varnost, ki se pojavljajo na izbranem odseku in jih za boljše razumevanje prikazali na zemljevidu. Menimo, da imajo ukrepi pri zgoščanju prometa na izbranem odseku velik vpliv, saj jih je na relativno kratki razdalji veliko.

Na stacionaži km 0 + 145 odseka 1080 leži grbina, ki hkrati predstavlja tudi prehod za pešce. Ukrep je upravičen, saj se cesta približuje križišču za katerim pa je tudi zožitev ceste, kjer morajo biti hitrosti vozil majhne, saj lahko ob srečanju dveh večjih vozil pride do trčenja. Grbine so primerne za umirjanje prometa na cestah v stanovanjskih naseljih. Poznamo montažne in gradbene grbine, ločijo pa se v tem, da je glede na predpise montažne pozimi treba odstraniti zaradi pluzenja ceste.



Slika 3.3: Grbina na stacionaži km 0 + 145

Drugi in tretji ukrep sta zoženji vozišča, ki predstavljata problem v smislu prometne pretočnosti, saj se na teh dveh mestih težja tovorna vozila ne morejo srečati. Zoženje vozišča je sicer eden

pomembnejših dejavnikov umirjanja prometa, saj so za doseganje večjih hitrosti potrebne širše ceste, voznik pri zožitvi ceste postane pozornejši in zato včasih tudi zmanjša hitrost. Prva zožitev na odseku je pregledna, a se nahaja približno 200 metrov od semaforiziranega križišča na katerem je lahko v konični uri kolona v tej smeri dolga tudi do 350 metrov. Posledično se vozila težko umaknejo nasproti vozečim, ki vozijo mimo zožitve, zato lahko pride do nevšečnosti med vozniki, vpliva pa tudi na gostoto prometa saj se na tem mestu pojavljajo vse večji zastoji. Druga zožitev se nahaja pri gasilskem domu, kjer je cesta nepregledna in posledično tudi nevarna. Nepreglednost bi lahko odpravili z obcestnim ogledalom, ki bi voznikom, ki se približujejo mestu zožitve, pomagalo pri boljši vidljivosti in posledično lažji odločitvi za prevoz le te. Pri tej oviri se težko srečata tudi večje vozilo in osebni avtomobil, kar je prikazano tudi na sliki 3.5. Iz slike je razvidno tudi, da je zaradi napačnih odločitev voznikov poškodovana tudi obcestna infrastruktura, natančneje količki na pločniku.



Slika 3.4: Zoženje vozišča na stacionaži km 0 + 190



Slika 3.5: Zoženje vozišča pri gasilskem domu

Naslednja ukrepa sta ponovna grbina, ki je združena s preходом za pešce, in ploščad. Ploščadi se od grbin ločijo le v tem, da so postavljene na večji površini cestišča in se navadno kombinirajo s prehodi za pešce oziroma kolesarje. Postavitev grbine pred zožitvijo pri gasilskem domu se nam zdi smiselna, saj pripomore k zmanjšanju hitrosti vozil, a menimo, da v prometnih konicah oba ukrepa pripomoreta k prevelikemu zgoščevanju prometa pred zožitvijo, saj sta med seboj oddaljena le 150 metrov in vozniki konstantno spreminjajo hitrost vožnje, zaradi tega pa lahko pride do zastojev. Za rešitev tega problema bi predlagali združitev obeh ukrepov v eno grbino s preходом za pešce, ki bi bila bolj pomaknjena v smeri proti gasilskemu domu. Pri križišču s ploščadjo pa bi na nasprotno stran ceste postavili tudi cestno prometno ogledalo s 180-stopinjskim kotom opazovanja, saj morajo vozniki, ki se vključujejo iz stranske ceste zaradi zmanjšane vidljivosti zapeljati skoraj na glavno cesto, kar pa povečuje možnost prometnih nesreč.



Slika 3.6: Grbina na stacionaži km 0 + 525



Slika 3.7: Ploščad na stacionaži km 0 + 690

Le 50 metrov za ploščadjo je ob cestišču postavljen stacionarni radarski merilec hitrosti. Ukrep je smiseln, saj menimo, da je to eden redkih, ki voznike resnično pripravi do zmanjšanja hitrosti ali pa pride do kaznovanja. Pri tem ukrepu bi spremenili le lokacijo samega merilca in sicer bi ga prestavil 100 metrov nižje, saj se po njegovi trenutni lokaciji cesta izravna in so omogočene veliko večje hitrosti, s prestavitvijo pa bi dosegli, da na tem mestu hitrosti ne bi bile prekoračene.



Slika 3.8: Stacionarni radarski merilec hitrosti

Sedmi ukrep na odseku je ponovna ploščad, ki se nahaja na stacionaži km 0 + 915. Postavljena je pri prvem križišču v naselju Vodice, če pridemo iz smeri Most in nas opozarja na spremenjen prometni režim, zato je ukrep pravilen v smislu zmanjševanja hitrosti voznikov in s tem povečanjem prometne varnosti. Ploščad je opremljena tudi s preходом za pešce in pripadajočim semaforjem.



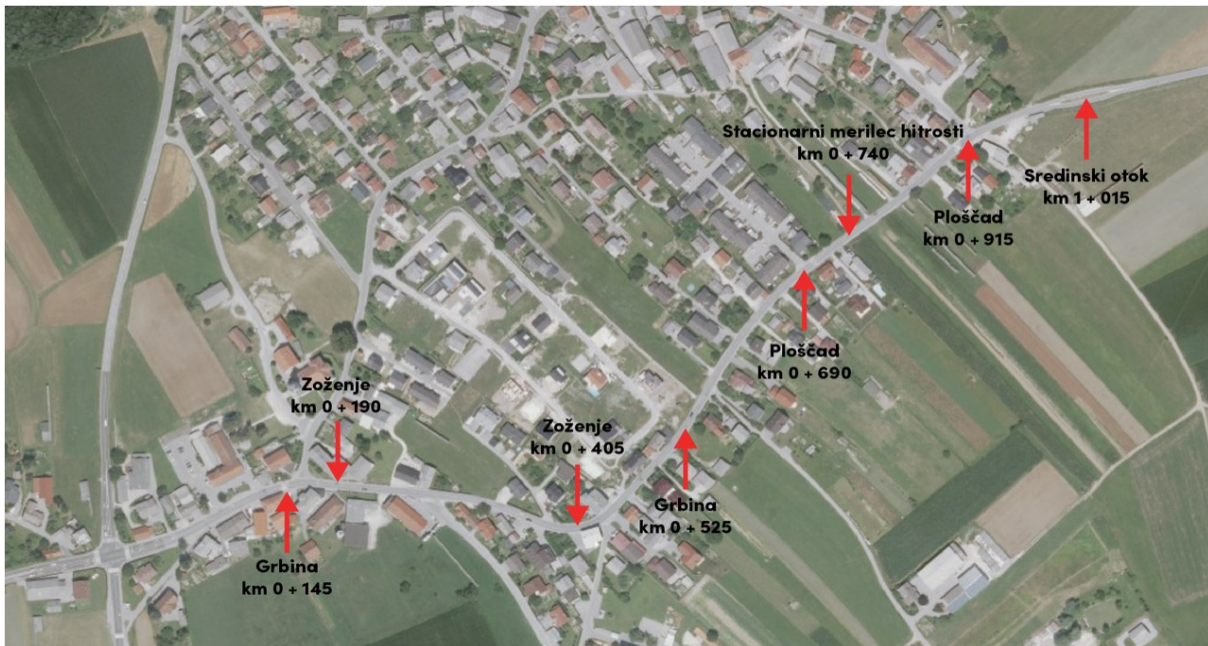
Slika 3.9: Ploščad na stacionaži km 0 + 915

Še zadnji ukrep za povečanje prometne varnosti je sredinski otok, ki spada med zoženja vozišča. Sredinski otoki uspešno mirijo promet, če so dovolj veliki, da se doseže prestavitev cestne osi. Postavljamo jih pred naselji in s tem najavljamo spremenjen prometni režim. V primeru, da so otoki širši od 2,5 metra morajo biti zasajeni z grmičevjem, a ne smejo ovirati preglednosti, po navadi pa jih kombiniramo s prehodi za pešce. Pred otokom je na odseku dovoljena hitrost 90 km/h, saj cesta vodi skozi polja do industrijske cone. Z zožitvijo širine ceste in rahlim zavojem osi cestišča povzročimo večjo zbranost voznikov in posledično lahko tudi zmanjšanje hitrosti vozil, obenem pa opozorimo tudi na približevanje umirjenega prometa. Ukrep je opravičen, za še večjo varnost pa bi lahko pred sredinskim otokom v smeri iz Most na cestišče postavili optične ali zvočne zavore in s tem nezbrane voznike opozorili na približevanje otoku, saj bi se lahko ob preveliki hitrosti in trku s sredinskim otokom huje ali smrtno poškodovali.



Slika 3.10: Sredinski otok na stacionaži km 1 + 015

Slika 3.11 prikazuje vse varnostne ukrepe na odseku in njim pripadajoče stacionaže.



Slika 3.11: Varnostni ukrepi na odseku (vir podlage: geopedia.si)

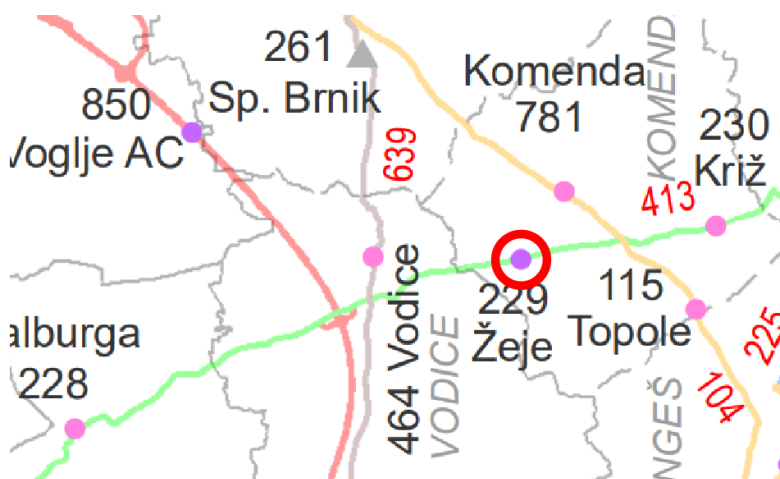
3.3 Vizija nič

Leta 1994 se je na Švedskem rodilo gibanje, ki se je kasneje razširilo še na skandinavske države, kasneje pa na celotno Evropsko Unijo. Glavni namen gibanja z imenom Vizija Nič je zmanjšanje smrtnih žrtev in hudo poškodovanih oseb zaradi prometnih nesreč do te mere, da jih ne bi več bilo. Slovenci smo v parlament Vizijo Nič sprejeli 23. aprila 2013 z Resolucijo o nacionalnem programu varnosti cestnega prometa za obdobje 2013 do 2022. Vizija se ukvarja s problematiko varnosti v prometu, delujejo na področjih prometne infrastrukture, ozaveščanja udeležencev v prometu, zakonodaji in varnosti vozil. Vizija nič zato zahteva spremembo razmišljanja in ravnanja oblikovalcev sistema, izvajalcev in prometnih udeležencev. Zavezuje jih k jasnemu odgovornemu ravnanju, kakor to predpisujejo pravila ter k zagotovitvi varnega cestnoprometnega sistema – zgraditev cestne infrastrukture in tehnologija vozil morata preprečevati morebitne napake, ki vodijo v prometne nesreče s hudimi posledicami [4].

4 PROMETNE OBREMENTITVE

4.1 Ročno štetje prometa

Podatki o prometnih obremenitvah so pripravljani na osnovi podatkov, pridobljenih s posameznimi ročnimi štetji prometa, ter iz avtomatskih števecv prometa na območju celotne Slovenije. Ti, tako imenovani števeni podatki, so ena temeljnih informacij o prometu na cestah, saj omogočajo izračun povprečnega letnega dnevnega prometa (PLDP). To je število motornih vozil, ki v 24 urah peljejo mimo števnege mesta na povprečni dan v letu. [5] Najbližji števeni mesti v bližini obravnavanega odseka sta števno mesto 464 Vodice in 229 Žeje, za analizo splošne rasti prometnih obremenitev pa smo se odločili za slednjega saj je postavljen v nadaljevanju obravnavanega prometnega odseka. Slika 4.1 prikazuje lokacijo izbranega števnege mesta.



Slika 4.1: Prikaz števnege mesta 229-Žeje

Prometne obremenitve izbranega križišča smo pridobili s štetjem prometa. Štetje prometa smo opravili 8.6.2021, izvedli smo 2-urno štetje in sicer od 15:00 do 17:00. Pomagali smo si s kamero, katero smo postavili na mesto, kjer se vidijo vsi štirje kraki in nato naknadno prešteli promet v 15-minutnih intervalih. Promet smo ločili na osebna vozila, pod katere smo šteli tudi motorje, avtobuse, tovornjake in vlačilce.

Od 15. do 17. ure je križišče v vseh smereh prevozilo 3923 vozil, najbolj obremenjena je bila smer skozi kraka A in C, ki jo je prepeljalo 3349 vozil, kar predstavlja dobrih 85 odstotkov vseh vozil. S pomočjo pridobljenih podatkov smo ugotovili, da je na izbranem križišču popoldanska konica med 15:15 in 16:15. Že med štetjem prometa smo opazili, da je križišče preobremenjeno, saj se je kolona vozil nabrala že vse do predhodnega križišča, ki predstavlja izvoz iz avtoceste. Prišlo je tudi do nevarnih situacij, posebno na krakih A in C, kjer levi zavijalci ob prižigu zelene luči poizkušajo z

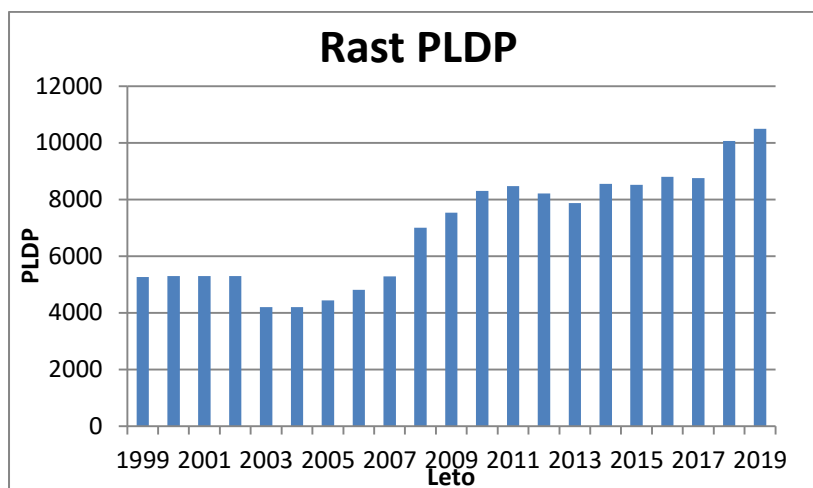
izsiljevanjem prednosti pred tistimi, ki se peljejo naravnost, saj so bile kolone vozil tam najdaljše. Celotni rezultati štetja prometa so prikazani v prilogi na koncu.

4.2 Splošna rast prometnih obremenitev

V okviru analize prometnih obremenitev smo obravnavali tudi rast prometnih obremenitev. Na podlagi preglednice 2 smo izdelali diagram, ki prikazuje rast PLDP na števnem mestu 229- Žeje. Opazimo, da je od leta 1999 do 2002 promet konstanten, saj je narasel le za dobre 0,5 %. Sledi mu upad prometa leta 2003, ko je promet upadel za skoraj 21 %, nato pa je počasi zopet naraščal s povprečno letno rastjo 6 %. Zanimivost, ki se pojavi v analizi, je rast prometa med letoma 2007 in 2008, ki znaša 32,5 % v tem letu smo imeli gospodarsko krizo, zato bi bil bolj logičen upad prometa kot pa njegova rast. Bi pa rast lahko pripisali uvedbi vinjet in posledično večjo uporabo avtocestnega priključka Vodice. Končno letno rast prometa smo določili iz vseh podatkov od leta 1999 do 2019, saj opazimo nihanja v prometnih obremenitvah, ki smo jih želeli zajeti v sklopu analize. Določili smo letno rast prometa 4%, spodaj pa sta prikazana grafikoni in preglednica, ki sta nam bila v pomoč pri določitvi letne rasti prometa.

Preglednica 2: Prikaz PLDP po letih na števnem mestu Žeje

Leto	IVRC	Cesta	Odsek	STM	TipStet	PLDP	MO	OA	BUS	LT	ST	TT	TovSPr	Vlaci
1999	R2	413	1080	229		5268	12	4701	12	326	130	42	45	
2000	R2	413	1080	229		5300	12	4730	12	328	131	42	45	
2001	R2	413	1080	229		5300	12	4730	12	328	131	42	45	
2002	R2	413	1080	229		5300	12	4730	12	328	131	42	45	
2003	R2	413	1080	229	QLD3	4197	10	3741	9	255	70	60	52	
2004	R2	413	1080	229	QLD3	4204	17	3725	6	274	73	68	41	
2005	R2	413	1080	229	QLD6	4436	25	3758	6	325	100	135	87	
2006	R2	413	1080	229	QLD-3	4812	1	4286	11	385	29	70	30	
2007	R2	413	1080	229	QLD-3	5283	31	4602	7	398	76	103	66	
2008	R2	413	1080	229	QLD-3	7000	36	6213	8	459	88	119	27	50
2009	R2	413	1080	229	QLD	7535	58	6408	9	690	109	129	43	89
2010	R2	413	1080	229	QLD6	8304	41	7077	10	745	116	166	48	101
2011	R2	413	1080	229	QLD6	8477	49	7209	10	789	111	154	57	98
2012	R2	413	1080	229	QLD6	8207	39	6994	11	764	105	126	55	113
2013	R2	413	1080	229	QLD*	7876	60	6609	8	791	118	108	46	136
2014	R2	413	1080	229	QLTC8	8550	52	7135	9	897	131	107	57	162
2015	R2	413	1080	229	QLTC8	8514	43	7166	7	852	124	107	54	161
2016	R2	413	1080	229	QLTC8	8797	56	7300	9	906	147	122	62	195
2017	R2	413	1080	229	QLTC8	8755	59	7121	9	936	169	154	73	234
2018	R2	413	1080	229	QLTC8	10067	59	8277	11	1113	165	142	62	238
2019	R2	413	1080	229	QLTC8	10500	62	8645	24	1163	163	147	57	239

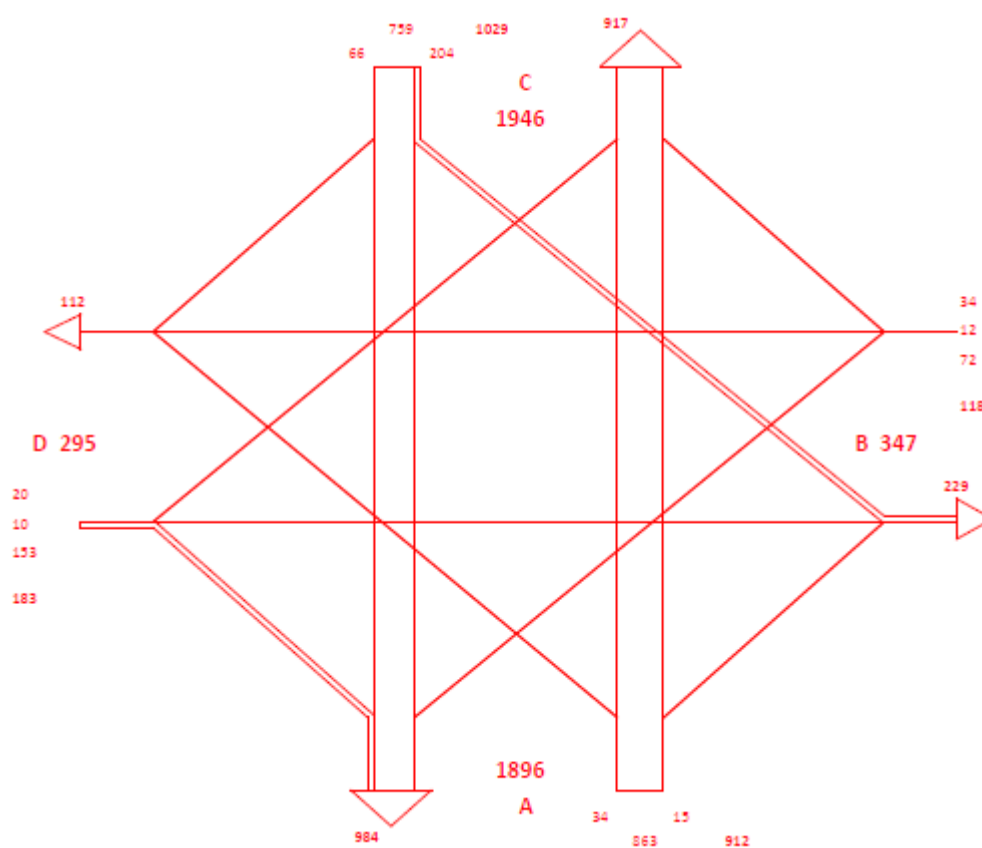


Grafikon 1: Prikaz rasti PLDP na števnem mestu Žeje

4.3 Merodajna prometna obremenitev

Merodajna prometna obremenitev je izražena ali kot število vozil na uro ali kot število enot osebnih vozil na uro (EOV/h). Upoštevan je ustrezen faktor konične ure (FKU), ki predstavlja nihanje prometnega toka znotraj konične ure. Za ceste z delno oviranim prometnim tokom znaša vrednost FKU od 0,80 do 0,95. [6]

Merodajno prometno obremenitev smo določili s pomočjo programa Microsoft Office Access v že naprej pripravljeni šolski aplikaciji Štetje v križišču, v katero vnesemo podatke o štetju prometa, aplikacija pa nam poda analizo, ki podane obremenitve pretvori v preglednice in diagrame s katerim nato opisujemo stanje v križišču. Slika 4.2 prikazuje diagram prometnih obremenitev v konični uri. Obremenitve so pretvorjene v EOV, s tem smo iz neenotnega toka vozil naredili pogojno enotnega.



Slika 4.2: Diagram prometnih obremenitev v konični uri

5 KAPACITETNA ANALIZA

5.1 Teoretična izhodišča

Za izračun kapacitetne analize križišča smo uporabili program Sidra Intersection, ki je bil razvit v Avstraliji in se ga uporablja za analize posameznih križišč lahko pa tudi za večja omrežja. Vanj vnesemo vhodne podatke, ki zajemajo dva sklopa, in sicer podatke o prometnih obremenitvah in podatke križišču. Med podatke o prometnih obremenitvah spada struktura prometa, ki nam pove delež tovornih vozil in časovna porazdelitev prometa, ki jo navedemo s faktorjem konične ure, ta pa nam pove nihanje prometa v konični uri. Med podatke o križišču pa spadata njegova geometrija in krmilni program, ki je nastavljen na semaforju. V podatkih o prometnih obremenitvah lahko vključimo tudi ne motorizirane udeležence v prometu, ki pa jih v naši analizi nismo upoštevali, saj jih je bilo v času štetja prometa zanemarljivo malo in niso vplivali na promet v križišču. Analiza nam kot rezultate prikaže stopnjo nasičenosti, dolžino kolone za posamezne pasove, povprečne zamude, nivo uslug križišča, povprečno potovalno hitrost skozi križišče, onesnaževanje vozil, stroške goriva ter ostale stvari, ki bi nas lahko zanimale v zvezi s prometom na izbranem križišču. V diplomski nalogi se bomo bolj posvetili le stopnji nasičenosti, zamudam, kolonom vozil in nivoju uslug:

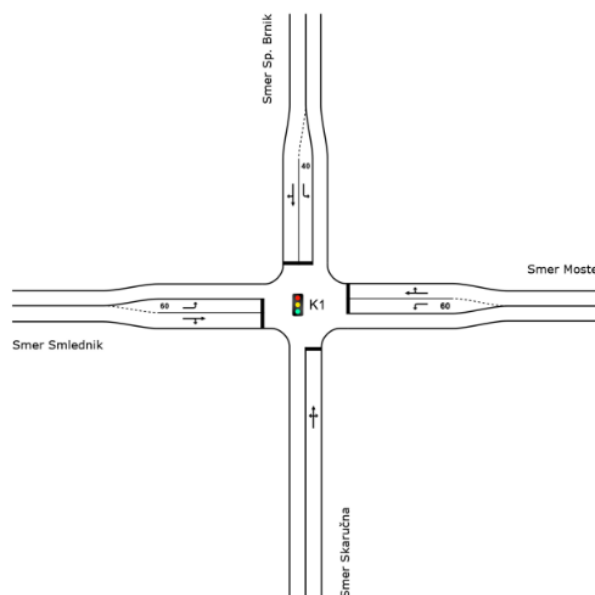
- Razmerje med količino prometnega toka in kapaciteto za posamezno skupino voznih pasov predstavlja stopnjo nasičenosti skupine voznih pasov oziroma izkoriščenost kapacitete. Označujemo jo s simbolom $X = v/c$, pri čemer v predstavlja dejanski prometni tok, črka c pa nasičen prometni tok za določeno skupino voznih pasov. Vrednosti stopnje nasičenosti se za normalno delovanje križišča gibljejo med 1,00, ko je prometni tok enak kapaciteti in 0,00, ko je prometni tok enak nič. Če so vrednosti večje od 1,00, potem prometni tokovi presegajo kapaciteto. Kapaciteta celotnega križišča ne predstavlja pomemben dejavnik za analizo križišča, saj se redko dogaja, da so istočasno nasičene vse skupine voznih pasov. [7]
- Zamuda vozila se izračuna kot razlika med potovalnim časom, ki bi ga vozilo lahko opravilo z želeno hitrostjo in potovalnim časom, ki ga vozilo dejansko opravi.
- Dolžina kolone za posamezen pas je predstavljena kot najdaljša dolžina kolone v 95 % primerih kar pomeni, da je kolona v 95% krajša ali enaka tej dolžini.
- Nivo uslug posameznega križišča je zasnovan na osnovi zamud zaradi krmiljenja oziroma kontrole. Zamuda predstavlja mero voznikovega neudobja, frustracij, porabe goriva in izgubljenega časa potovanja. Kriterij nivoja uslug se izraža s pomočjo povprečne zamude vozila za obdobje 15 minutnega koničnega časa v posamezni smeri vožnje v križišču. Velikost razmerja g/C je lahko pokazatelj zastojev. Obstajajo tudi drugi parametri, ki so v še večji povezavi z zastoji, kot so dolžina zelene faze, dolžina kolone, dolžina ciklusa, razmerje med

v/c za posamezno skupino voznih pasov. Prometni tok se po metodi HCM deli na 6 stopenj, ki jih označujemo s črkami od A do F. Nivo A pomeni prosti prometni tok, nivo F pa prometni tok omejen s hitrostmi, ki so manjše od kritičnih. [7]

5.2 Obstoječe stanje

5.2.1 Geometrija (shematsko)

Glavna prometna smer (GPS) poteka skozi kraka A in C, regionalna cesta pelje od Smlednika do Komende oz. naprej do Kamnika. Skozi kraka B in D pa poteka stranska prometna smer (SPS), ki pelje od Spodnjega Brnika pa vse do predmestja Ljubljane in poteka vzporedno z avtocestnim odsekom E61, ki vodi od Ljubljane do Jesenic. Smeri Moste, Smlednik in Spodnji Brnik imajo po 3 pasove, prvi je za vozila, ki peljejo naravnost ali desno, drugi je za leve zavijalce, tretji pa je pas za nasproti vozeče udeležence v prometu. Krak iz smeri Skaručne ima samo 2 pasova, ki sta posledica pomanjkanja prostora, enega za vozila, ki pridejo iz smeri Skaručna in zavijajo v vse tri smeri, drugi pa je za nasproti vozeče. Kraka C in D imata enaki širini pasov, in sicer 3,5 metra, medtem, ko pa imajo levi zavijalci pas širok 2,80 metra. Pri kraku A sta pasova za naravnost in desno oz. nasprotni pas široka 4,00 metre, za leve zavijalce pa je pas širok 3,00 metre. Pri kraku B sta pasova enake širine 3,50 metra. Dolžina pasov levih zavijalcev pri krakih A in C je enaka in meri 55,00 metrov, krak D pa ima krajši pas, zaradi manjših prometnih obremenitev in meri 37,50 metra.



Slika 5.1: Prikaz obstoječega stanja obravnavanega križišča

Spodnje slike prikazujejo obstoječe stanje krakov obravnavanega semaforiziranega križišča.



Slika 5.2: Krak A - smer Moste



Slika 5.3: : Krak B - smer Skaručna



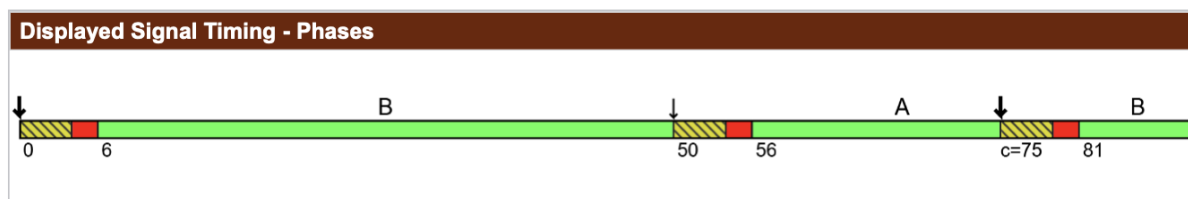
Slika 5.4: Krak C - smer Smlednik



Slika 5.5: Krak D - smer Spodnji Brnik

5.2.2 Krmilni sistem obstoječega križišča

Obstoječe križišče ima dvofazni krmilni sistem kar pomeni, da se izmenično pojavljata rdeča in zelena faza na stranski in glavni prometni smeri. Za glavno fazo smo določili fazo B, saj je to tista, ki zeleno luč prižge na semaforjih glavne prometne smeri. Rumena luč na izbranem križišču traja 4 sekunde in čas vseh rdečih luči traja 2 sekundi, da omogoči izpraznitev križišča. Na sliki 5.6 je prikazan krmilni sistem obstoječega križišča s ciklom, ki traja 75 sekund.

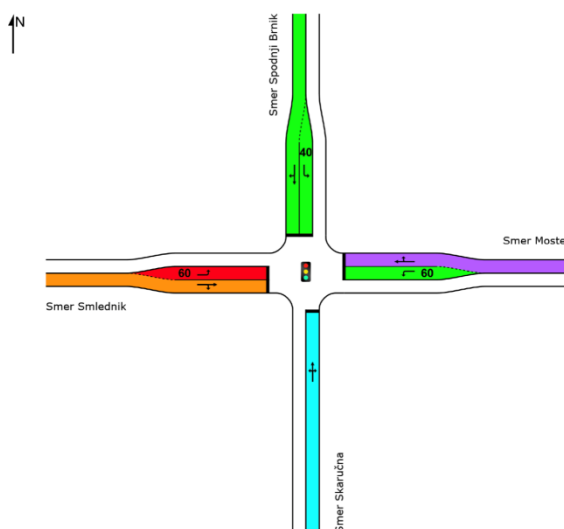


Slika 5.6: Prikaz obstoječega krmilnega sistema semaforja

5.2.3 Rezultati v izhodiščnem letu

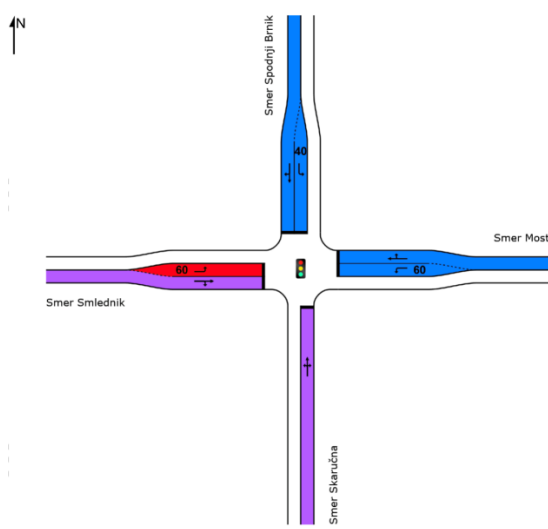
Rezultati kapacitetne analize obstoječega križišča so pokazali, da je glavna prometna smer kar precej obremenjena, opazimo namreč najvišji nivo uslug E iz smeri Smlednik, kjer krak levih zavijalcev spada že v nivo uslug F. Tudi stopnja nasičenosti je v smeri Smlednik večja od 1, kar pomeni, da smo presegli mejno kapaciteto križišča. Problem se pojavi tudi v smeri Moste, saj tam opazimo dolžino kolone 222 metrov, kar pomeni, da bi na kraku A kolona vozil segala preko sosednjega križišča v vasi Vodice. Dolga kolona vozil se pojavi tudi v smeri Smlednik in meri 265 metrov. Stanje na krakih stranske prometne smeri je zadovoljivo, kar smo tudi pričakovali, saj tam ni prihajalo do zastojev.

	Approaches				Intersection
Degree of Saturation	South	East	North	West	
	0,64	0,86	0,51	1,24	1,24

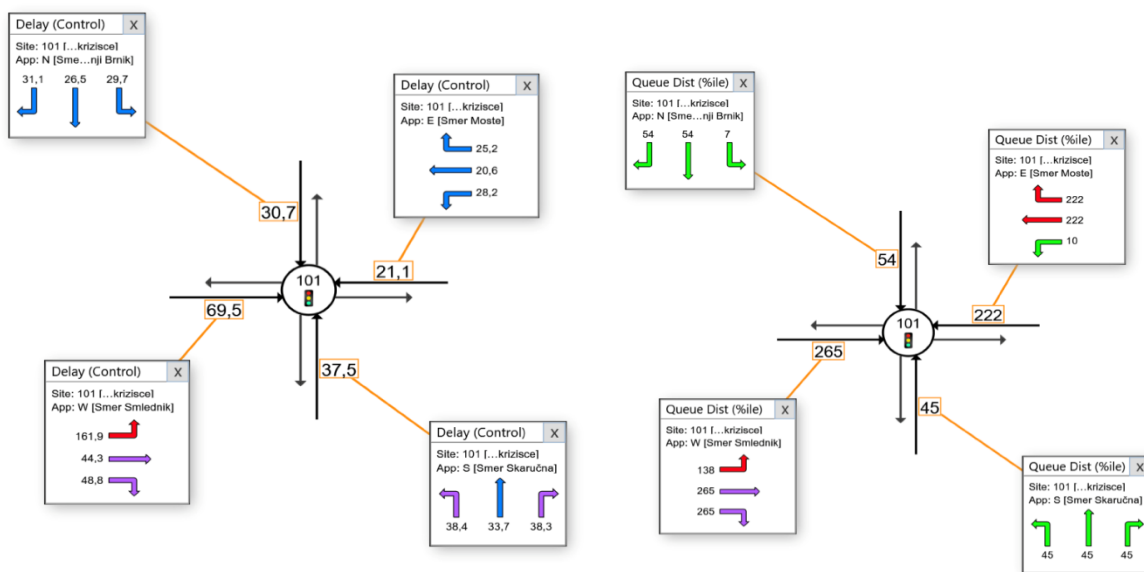


a) stopnja nasičenosti

	Approaches				Intersection
LOS	South	East	North	West	
	D	C	C	E	D

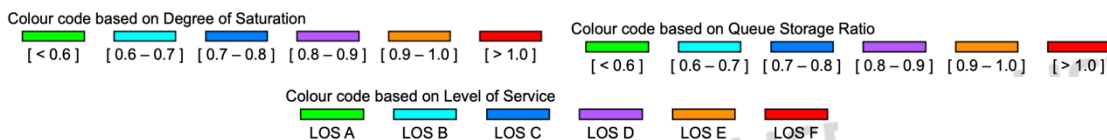


b) nivo uslug



c) zamude v sekundah

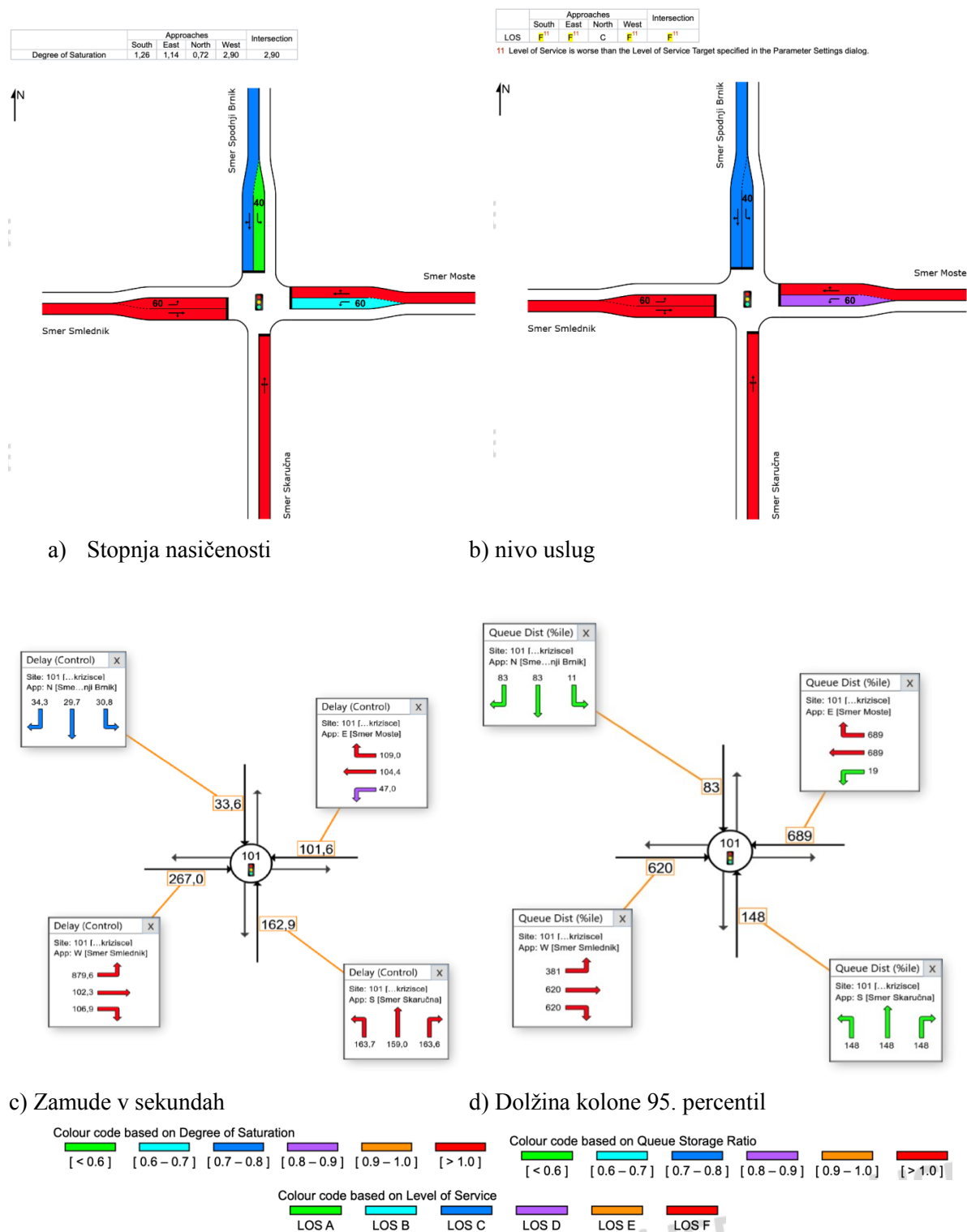
d) dolžina kolone 95. percentil Rezultati čez 10 let



Slika 5.7: Prikaz rezultatov izhodiščnega leta

Po analizi trenutnega stanja v križišču smo se odločili, da preverimo še njegovo stanje čez 10 let. Rezultati analize so pokazali, da križišče ne bi bilo sposobno prenesti obremenitev, saj se na treh krakih pojavi nivo uslug F. Presežene bi bile tudi maksimalne vrednosti stopnje nasičenosti, iz smeri Smlednik bi le ta znašala 2,90. V smeri proti Mostam bi imeli kolono dolgo 689 metrov, kar pomeni, da bi segala skoraj čez celoten obravnavan odsek. Zamude na krakih s preseženim nivojem uslug bi bile skoraj vse večje od 100 sekund, levi zavijalci iz smeri Smlednik pa bi na prevoz križišča čakali kar 880 sekund, a menimo, da je ta podatek nekoliko pretiran, saj program Sidra Intersection v svoji analizi ne upošteva izsiljevanja voznikov in v računskem modelu upošteva večji razmak med vozili od dejanskega.

Iz rezultatov kapacitetne analize lahko razberemo, da križišče trenutno še lahko prenaša prometne obremenitve, a je zaradi kolon ogrožena prometna varnost odseka. Če upoštevamo, da je v smeri Smlednik križišče izvoza iz avtoceste oddaljeno le 300 metrov, kolone pa so tam dolge 265 metrov opazimo, da je ogrožena tudi prometna varnost na bližnji avtocesti, saj se kolone zaradi nezmožnosti vključevanja vozil na regionalno cesto pojavljajo tudi na izvozu in kasneje na izvoznem pasu. Čez 10 let pa se stanje poslabša do te mere, da na treh krakih ne prenaša več prometnih obremenitev, torej bi bila rekonstrukcija križišča potrebna v najkrajšem možnem času.



Slika 5.8: Prikaz rezultatov stanja čez 10 let

5.3 Varianta 1

5.3.1 Opis variante

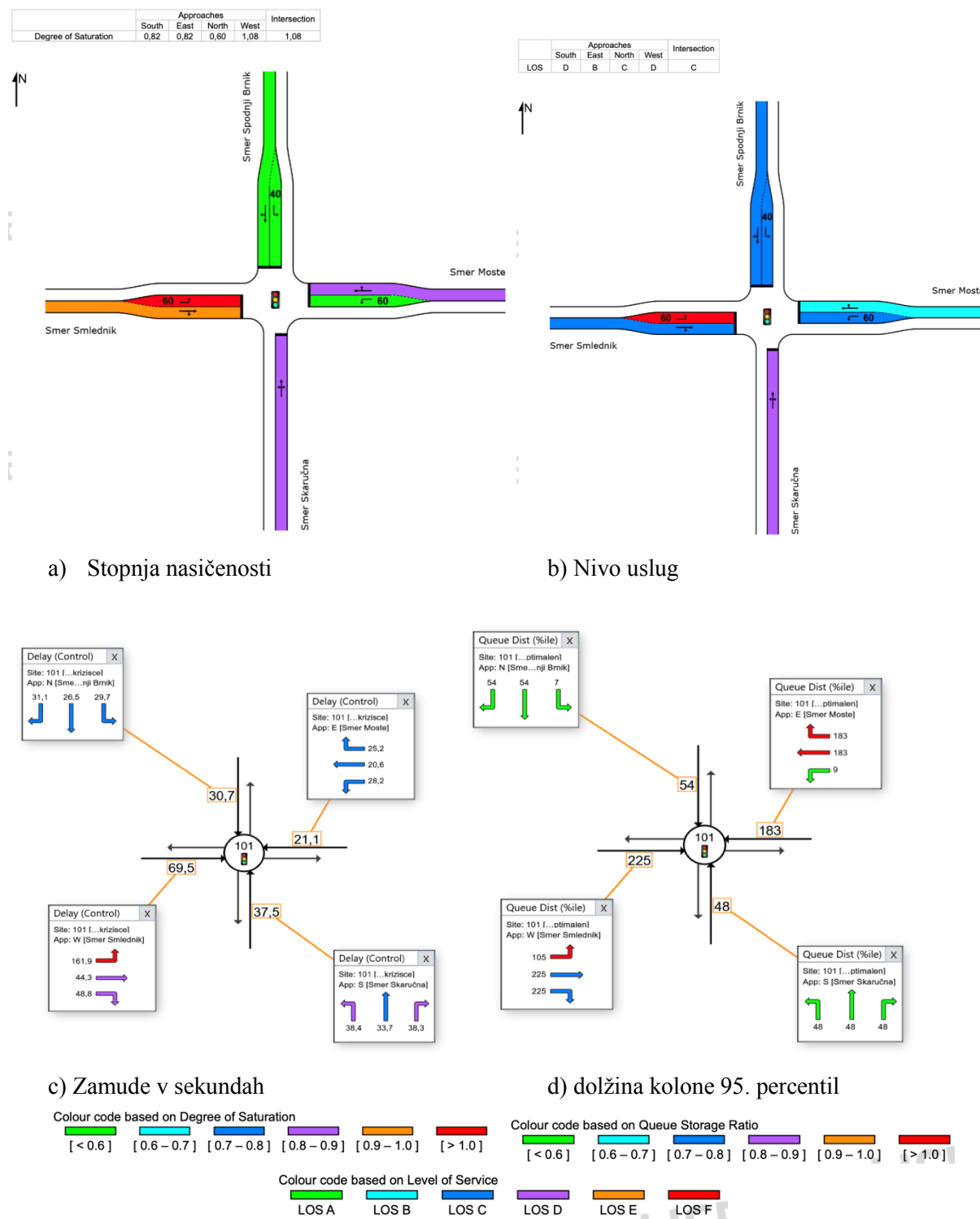
Pri prvi varianti smo želeli preveriti ustreznost obstoječega krmilnega sistema. Programski paket Sidra Intersection omogoča izračun optimalnega cikla za posamezno križišče glede na njegove prometne obremenitve. Določili smo dvofazni sistem in referenčno fazo B ter izbrali minimalno trajanje zelene faze na stranski prometni smeri, ki traja 15 sekund zaradi želje po hitrejši izpraznitvi neobremenjenih krakov in varnega prečkanja pešcev. Izračun je pokazal, da je optimalno trajanje enega cikla za dvofazni sistem enak 75 sekundam. Rumena faza je dolga 4 sekunde, faza vseh rdečih traja 2 sekundi, na glavni prometni smeri pa zeleni interval traja 48 sekund, saj želimo čim večji pretok vozil na obremenjenih krakih križišča.



Slika 5.9: Prikaz časovnega zaporedja faz optimalnega cikla dvofaznega sistema

5.3.2 Rezultati

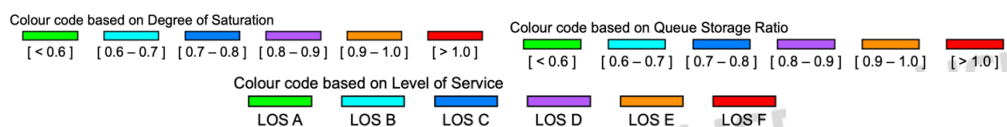
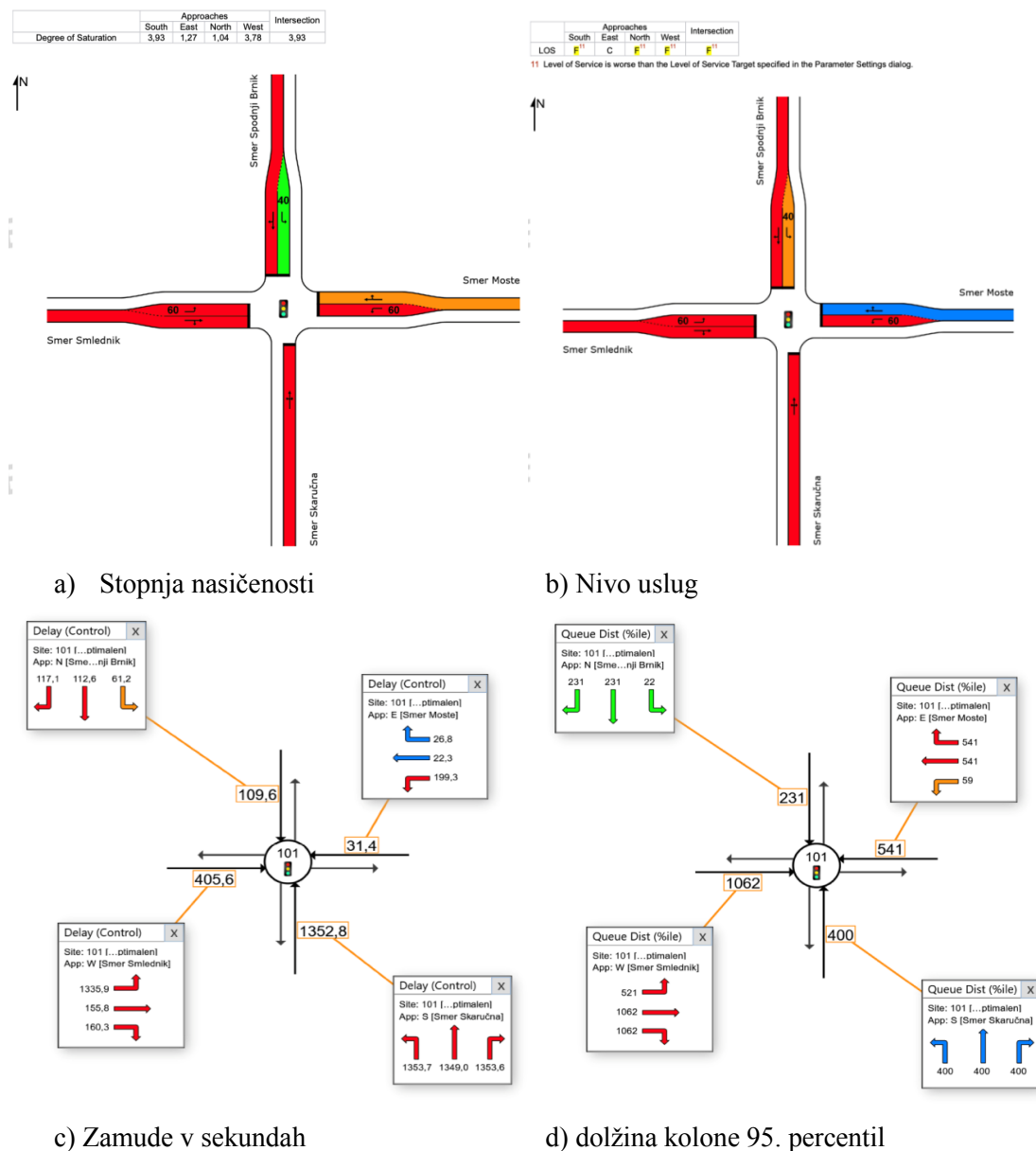
Slika 5.9 prikazuje analizo dvofaznega optimalnega cikla, ki se je izkazala za boljšo rešitev, saj sta se zmanjšala stopnja nasičenosti in nivo uslug. Stopnja nasičenosti je večja od 1 le iz smeri Smlednik, preostali kraki pa so glede na nasičenost ustrezni. Kolone vozil se na GPS zmanjšajo, a so še vedno predolge v smislu oviranja prometa, saj v smeri proti Mostam kolona še vedno doseže naslednje križišče, ki je tam oddaljeno le 170 metrov. Menjava krmilnega sistema na kolone vozil iz SPS nima vpliva, saj se tam vrednosti ne spremenijo. Zamude se na krakih stranske prometne smeri malo povečajo, a to ne poslabša celotne pretočnosti križišča. Na krakih glavne prometne smeri pa opazimo zmanjšanje zamud na celotnem kraku iz smeri Moste, medtem ko iz smeri Smlednik do izboljšanja pride le na kraku za leve zavijalce, saj se tam zamude zmanjšajo za več kot minuto. Opazimo tudi, da je nivo uslug celotnega križišča nivoja C, torej se stanje glede na obstoječe križišče izboljša, pod nivo F pa spadajo le še levi zavijalci iz smeri Smlednik.



Slika 5.10: Prikaz rezultatov ukrepa menjave krmilnega sistema

5.3.3 Rezultati čez 10 let

Na sliki 5.10 za primerjavo vidimo rezultate analize menjave krmilnega sistema po 10 letih. Opazimo občutno povečanje vrednosti stopnje nasičenosti, ki na južnem kraku doseže skoraj štirikratno dovoljeno vrednost za presežek kapacitete križišča. Tudi nivoji uslug so na vseh krakih, razen tistega iz smeri Most, nivoja F, kar pomeni, da križišče po 10 letih ne bi bilo več ustrezno. Iz smeri Smlednik se pojavljajo kolone daljše od kilometra, kar je zaradi bližine avtoceste neustrezno in nevarno.



Slika 5.11: Prikaz rezultatov ukrepa menjave krmilnega sistema čez 10 let

5.4 Varianta 2

5.4.1 Opis variante

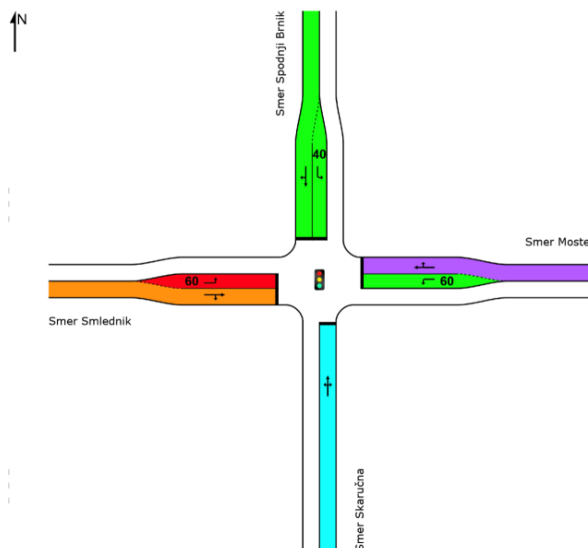
Po menjavi krmilnega sistema semaforja smo preizkusili tudi, kako bi širjenje križišča vplivalo na pretočnost le tega, zato smo vse krake, ki vodijo naravnost ali desno povečali na 4 metre, krake levih zavijalcev pa na 3,5 metra. Izvozi so na vseh krakih enaki in merijo 4 metre. Potrebno je omeniti, da bi bil za ta ukrep potreben odkup manjših delov sosednjih zemljišč, kar bi lahko predstavljalo težavo pri realizaciji te variante. Posledično smo pri preverjanju ukrepa krake razširili minimalno, da bi se izognili prevelikemu poseganju v sosednja zemljišča.

5.4.2 Rezultati

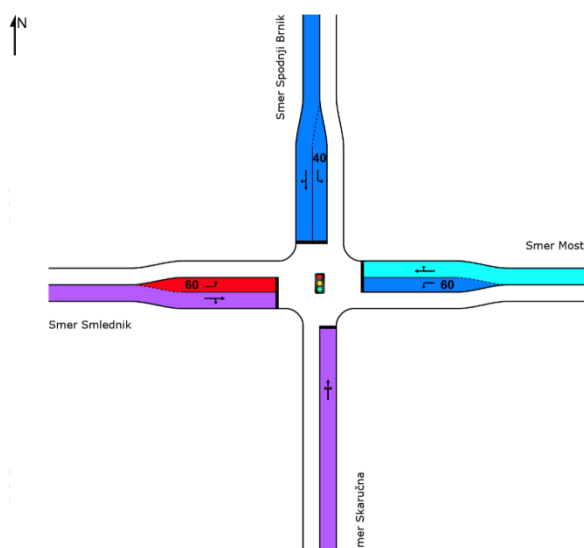
Rezultati analize so pokazali minimalno izboljšanje trenutne situacije, saj se zamude zmanjšajo v povprečju le za 3 sekunde iz smeri Most, na kraku iz smeri Smlednik pa se stanje ustrezno izboljša le za leve zavijalce. Stopnja nasičenosti ostane skoraj nespremenjena na celotnem križišču, medtem ko se nivo uslug izboljša le na enem kraku iz smeri Most in sicer za naravnost in desno vozeče. Pri tej varianti zaradi premajhnega izboljšanja rezultatov nismo preverjali stanja čez 10 let, saj že trenutni ukrep ni zadovoljil naših pričakovanj, kar je lahko posledica nezadostne razširitve pasov.

	Approaches				Intersection
	South	East	North	West	
Degree of Saturation	0,61	0,84	0,49	1,18	1,18

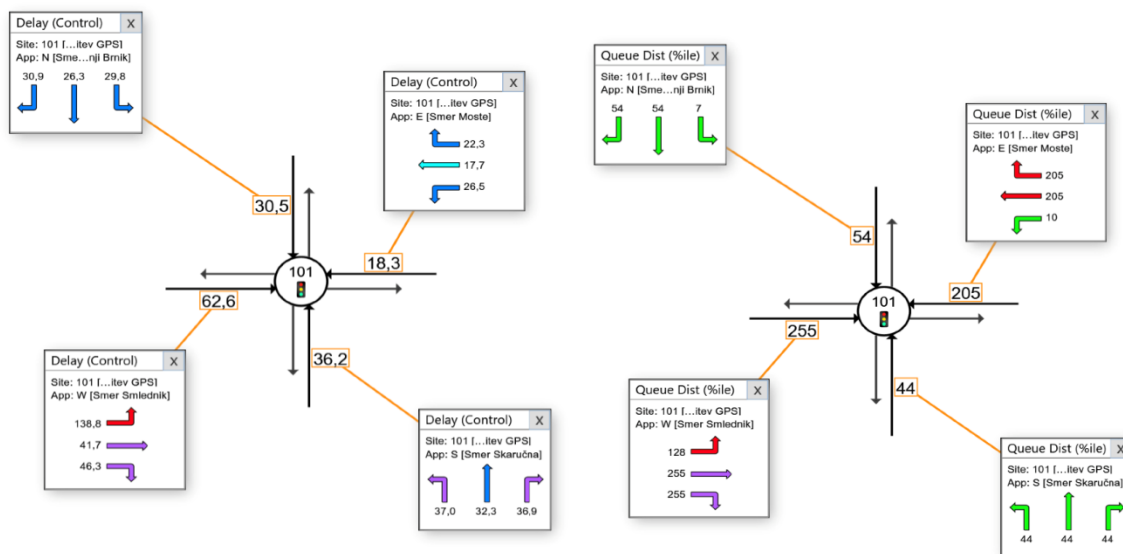
	Approaches				Intersection
	South	East	North	West	
LOS	D	B	C	E	D



a) Stopnja nasičenosti



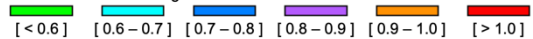
b) Nivo uslug



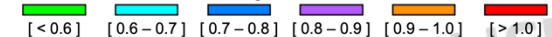
c) Zamude v sekundah

d) dolžina kolone 95. percentil

Colour code based on Degree of Saturation



Colour code based on Queue Storage Ratio



Colour code based on Level of Service

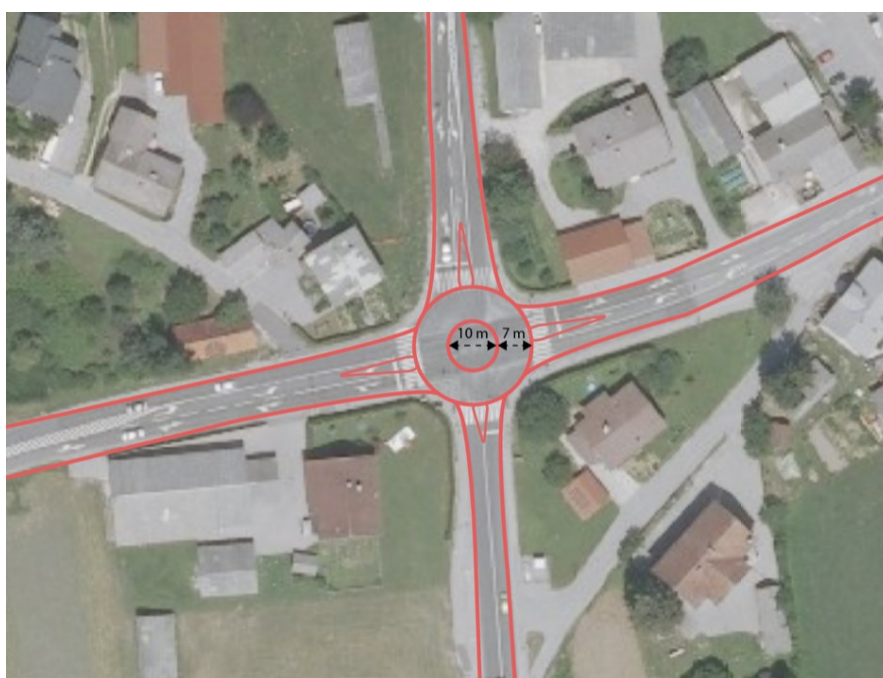


Slika 5.12: Prikaz rezultatov ukrepa menjave krmilnega sistema čez 10 let

5.5 Varianta 3

5.5.1 Opis variante

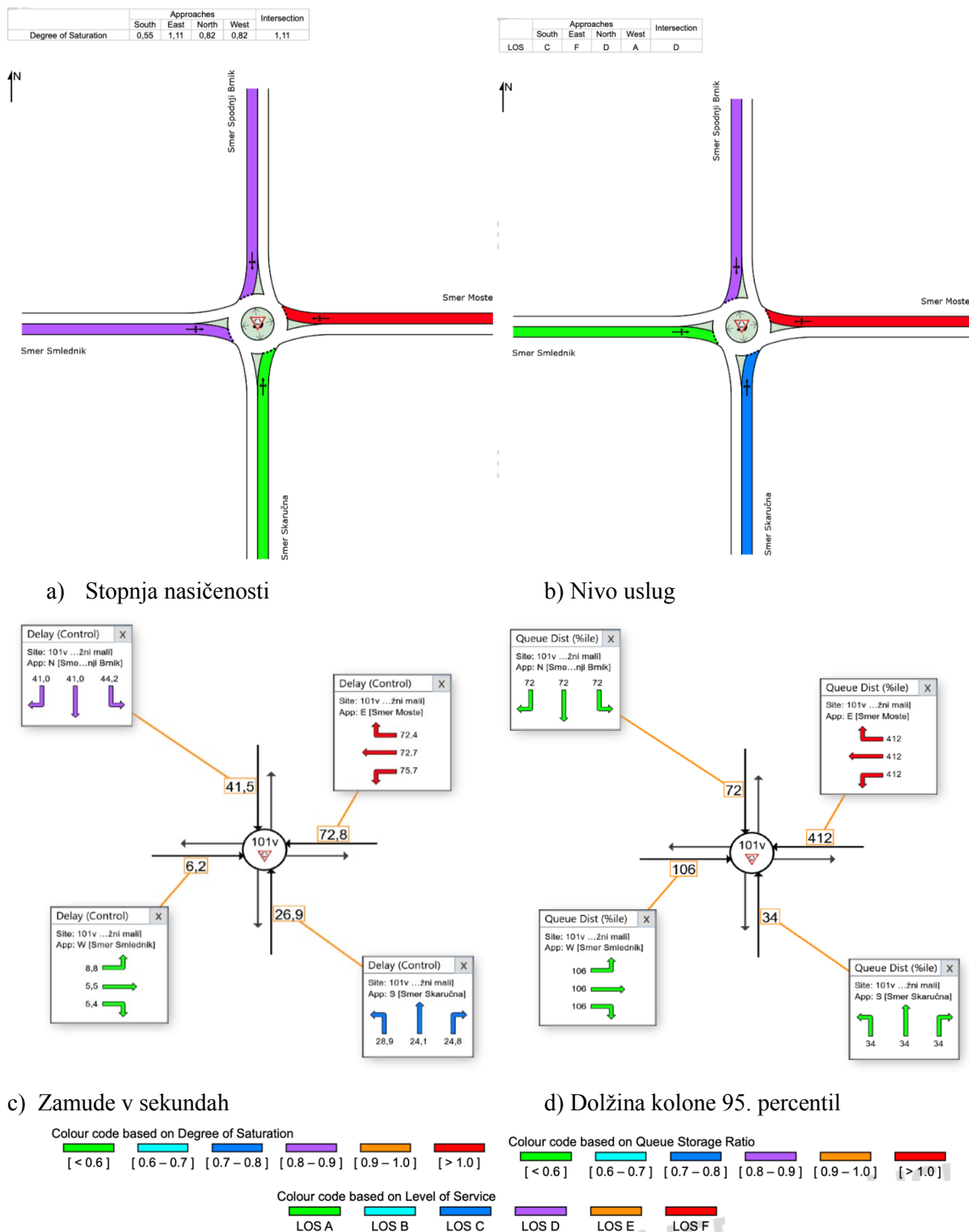
Zadnji ukrep, s katerim menimo, da bi se izboljšala pretočnost izbranega križišča, je izgradnja krožišča. Izvedli smo dve analizi krožišča, prva je majhno krožišče, ki ga je možno umestiti v prostor sedanjega, druga analiza pa večje krožišče, za izgradnjo katerega bi bil potreben večji poseg v sosednja zemljišča. Majhno krožišče ima pasove s širino 7 metrov, premer sredinskega otoka pa meri 10 metrov. Spodnja slika prikazuje umestitev krožišča na mesto obstoječega semaforiziranega križišča.



Slika 5.13: Prikaz majhnega krožišča (vir podlage: geopedia.si)

5.5.2 Rezultati

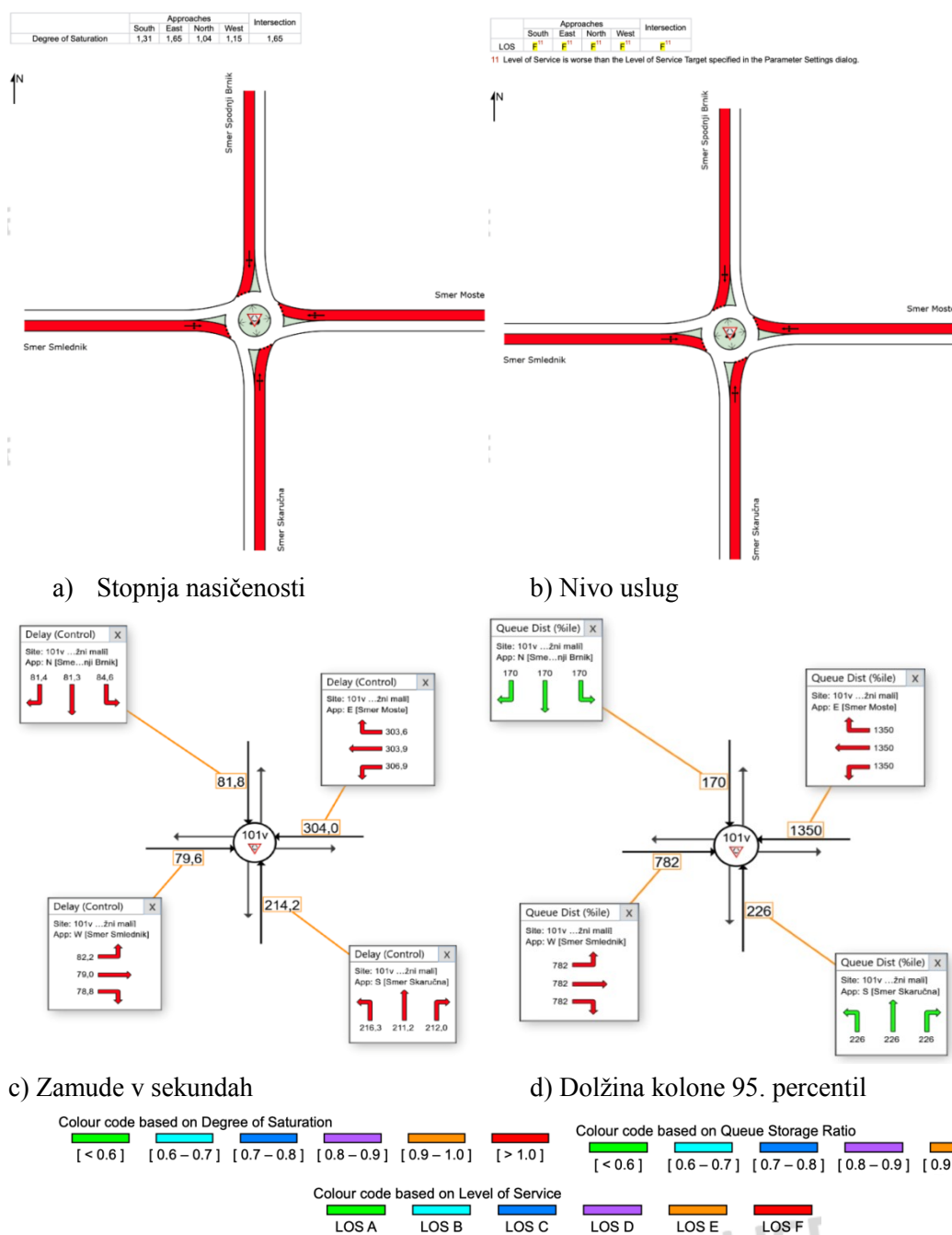
Pri analizi rezultatov variante manjšega krožišča opazimo občutno izboljšanje stanja na kraku iz smeri Smlednik, saj se tam kolona vozil zmanjša za 150 metrov, nivo uslug pa se iz nivoja E spremeni v nivo uslug A. Po drugi strani pa se stanje na preostalih krakih poslabša, kar je najbolj opazno na kraku iz smeri Moste, kjer se nivo uslug spremeni iz nivoja C v nivo F, prav tako se dolžina kolone skoraj podvoji in zopet sega vse do predhodnega križišča v naselju, kar predstavlja problem za varnost odseka. Poslabšanje rezultatov na kraku iz smeri Most bi lahko pripisali levim zavijalcem iz smeri Smlednik in Skaručna, ki smo jih zabeležili pri štetju prometa v konični uri.



Slika 5.14: Rezultati analize - malo krožišče

5.5.3 Rezultati čez 10 let

Po analizi gradnje manjšega krožišča smo preverili tudi ustreznost krožišča po desetih letih. Rezultati analize so pokazali neprimernost ukrepa, saj so vsi kraki krožišča po 10 letih nivoja F, prav tako je s stopnjo nasičenosti, ki je presežena na vseh krakih, torej prometni tokovi presegajo kapaciteto krožišča. Na glavni prometni smeri opazimo več kot kilometer dolge kolone iz smeri Most, kar pomeni, da bi kolona vozil segala čez celotno naselje Vodice. Iz smeri Smlednik pa so kolone dolge skoraj 800 metrov, torej bi negativno vplivale na prometno varnost bližnjega avtocestnega odseka.



Slika 5.15: Rezultati analize - malo krožišče čez 10 let

5.6 Varianta 4

5.6.1 Opis variante

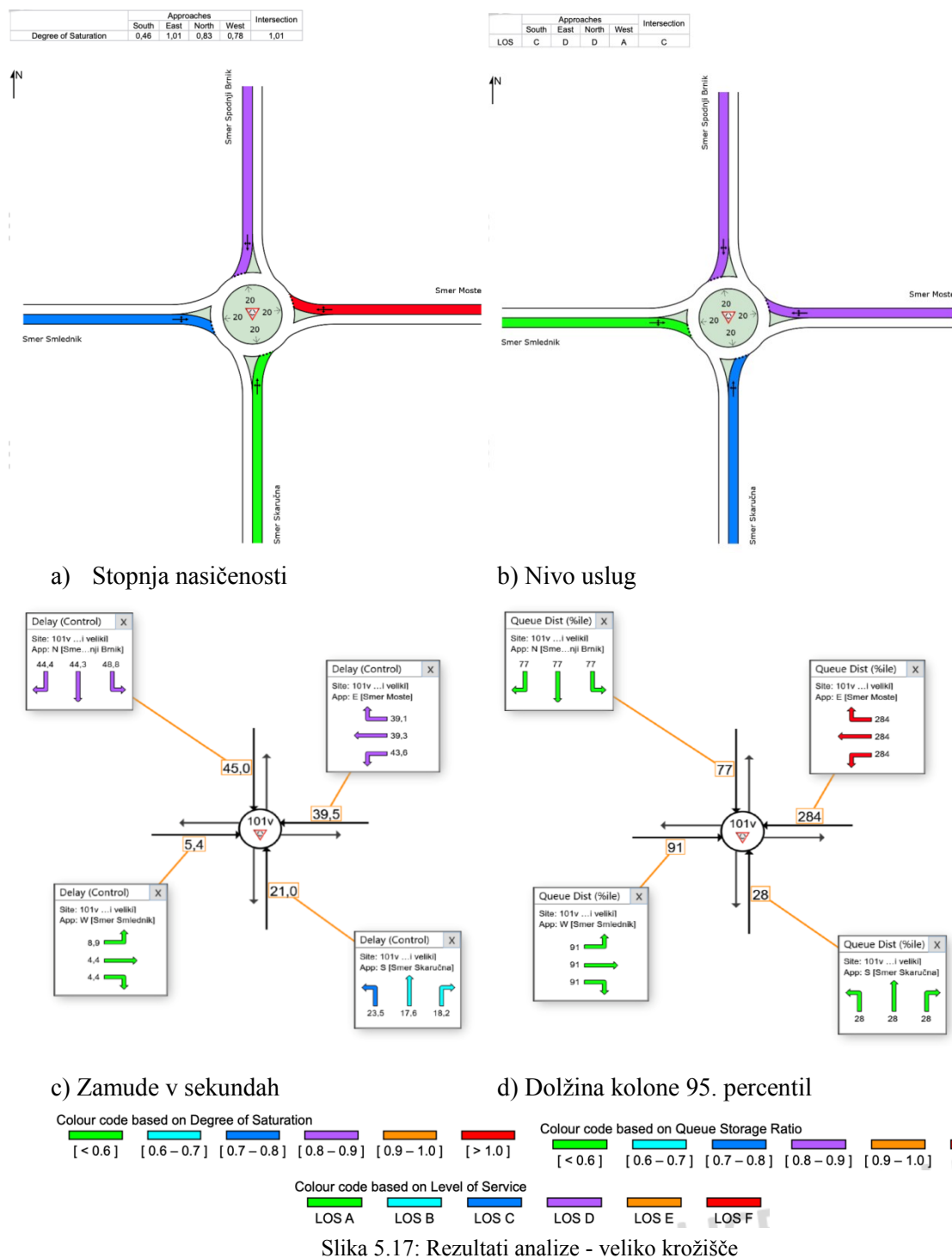
Po neuspešnem izboljšanju stanja z izgradnjo majhnega krožišča smo preverili še ustreznost izgradnje večjega. Veliko krožišče ima pasove široke po 8 metrov, premer sredinskega otoka meri 20 metrov, torej bi bil potreben poseg v sosednja zemljišča. Spodnja slika prikazuje umestitev večjega krožišča na mesto obstoječega semaforiziranega križišča.



Slika 5.16: Prikaz velikega krožišča (vir podlage: geopedia.si)

5.6.2 Rezultati

Analizo večjega krožišča smo opravili, ker smo se želeli znebiti tudi kolone, ki bi nastajala v naselju Vodice, saj je to eden izmed glavnih problemov odseka poleg oviranja prometa na avtocesti med prometnimi konicami. Z razširitvijo krožišča se rezultati izboljšajo, a na kraku iz smeri Most še vedno prihaja do skoraj 300 metrskih kolon. Stopnja nasičenosti ima na kraku iz smeri Most vrednost 1,01, kar pomeni, da je dosežena kapaciteta kraka, vrednosti na ostalih krakih pa so manjše od 1. Na vseh treh krakih opazimo povečanje zamud, le na kraku iz smeri Smlednik se prav tako kot pri manjšem krožišču stanje občutno izboljša. Nivo uslug se na tem kraku iz nivoja E zopet spremeni v nivo A, kar je pokazatelj izboljšanja stanja v prometu iz smeri Smlednik, ampak zaradi dolge kolone v naselju rešitev ne bi bila ustrezna in problema prometne varnosti odseka ne bi rešila. Ker je že analiza manjšega krožišča po 10 letih pokazala neustreznost rešitve, se za analizo kasnejšega stanja večjega krožišča nismo odločili.



Slika 5.17: Rezultati analize - veliko krožišče

5.7 Primerjava variant

Preglednica 3: Primerjava variant - izhodiščno leto

	Trenutno				
Varianta	Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
Zamude (s) - krak A *	21,10	15,50	18,30	72,80	39,50
Zamude (s) - krak C *	69,50	48,40	62,60	6,20	5,40
Kolone (%ile) - krak A	222,00	183,00	205,00	412,00	284,00
Kolone (%ile) - krak C	265,00	225,00	255,00	106,00	91,00
Stopnja nasičenosti	1,24	1,08	1,18	1,11	1,01
Najslabši nivo uslug	E	D	E	F	D

* povprečje zamud na kraku

Preglednica 4: Primerjava variant - čez 10 let

	Čez 10 let				
Varianta	Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
Zamude (s) - krak A *	101,60	31,40	-	304,00	-
Zamude (s) - krak C *	267,00	405,60	-	79,60	-
Kolone (%ile) - krak A	689,00	541,00	-	1350,00	-
Kolone (%ile) - krak C	620,00	1062,00	-	782,00	-
Stopnja nasičenosti	2,90	3,93	-	1,65	-
Najslabši nivo uslug	F	F	-	F	-

* povprečje zamud na kraku

Za boljšo predstavbo rezultatov analize variant smo izdelali dve preglednici. Prva prikazuje rezultate izvedb ukrepov, če bi bili ti realizirani sedaj, druga pa njihovo stanje po 10 letih, kot je to predvideno za plansko dobo rekonstrukcij. Preglednici prikazujeta glavne vrednosti rezultatov analiz, ki so nivo uslug, stopnja nasičenosti in povprečne zamude, ki smo jih ločili na kraka glavne prometne smeri in dolžino kolone 95. percentila, ki sta prav tako prikazana ločeno za kraka iz smeri Smlednik in Moste. Izbrani ukrepi za izboljšanje pretočnosti odseka so se izkazali za nezadostne, saj jih večina ni izboljšala problema stoječega prometa skozi naselje in kolone, ki se vije proti AC in tam ovira promet. Poleg menjave krmilnega sistema sta se najbolje obnesli varianti gradnje krožišča, a sta izboljšali le stanje na kraku iz smeri Smlednik, medtem ko se je stanje na preostalih krakih križišča poslabšalo. Največje poslabšanje smo zabeležili na kraku iz smeri Moste, kar pomeni, da bi rekonstrukcija negativno vplivala na prometno varnost odseka v naselju, zato nobene variante ne moremo izbrati kot ustrezne. V času pisanja diplomske naloge smo zasledili, da je na obravnavanem območju predvidena gradnja obvoznice, kar je verjetno posledica nezmožnosti izboljšanja stanja na odseku. Za obvoznico je bil izdelan projekt za izvedbo del, prav tako so že izbrani izvajalci s pričetkom del oktobra 2021. Obvoznica bo potekala od izvoza iz AC pa vse do poslovne cone Komenda in bo merila 2,23 kilometra. Vrednost investicije bo znašala okoli 7 milijonov evrov. V diplomski nalogi bomo v poglavju 5.6 obvoznico predstavili kot eno od rešitev problema izbranega odseka in sami določili

njeno traso in pripadajoče elemente, kljub temu, da je načrt zanjo že izdelan. Po načrtovanju obvoznice bomo predstavili tudi stanje na odseku po njeni izgradnji.

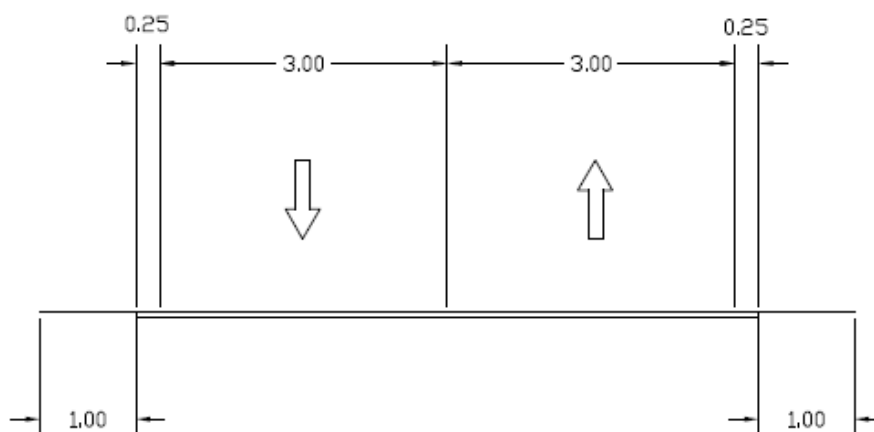
5.8 Obvoznica

Na podlagi Pravilnika o projektiranju cest bi novogradnja obvoznice Vodice spadala pod povezovalne ceste (PC), ker se navezuje na daljinsko cesto (DC), ki jo predstavlja avtocestni odsek E61 in povezuje regionalna središča z naselji. Glede na topografske značilnosti bi teren razvrstil v ravninskega, saj je relativna višinska razlika na 1000 metrov manjša od 10 metrov. S pomočjo teh dveh podatkov lahko za odsek pripišemo projektno hitrost 70 km/h, ki pa nam bo pomagala pri določitvi prečnega profila in geometrijskih elementov ceste.

Prečni profil cestišča sestavljajo širina vozišča s koritnico in bermo, enostranska ali obojestranska bankina, srednji in stranski ločilni pasovi, robovi podporne ali nosilne konstrukcije cestnega objekta, elementi za odvodnjevanje ceste, na vozišču označeni pas za kolesarje, pločnik in površine za parkiranje ob vozišču ter ostale ureditve ceste, ki so vključene v prosti profil ceste. [8]

Za povezovalno cesto s projektno hitrostjo 70 km/h je standardno predpisana širina voznega pasu 3,00 metre, s pripadajočo širino robnega pasu 0,25 metra in bankino, ki meri 1,00 meter. Tipski prečni profil obvoznice bi izgledal:

-Vozni pas:	2 x 3,00 m
-Bankina:	2 x 1,00 m
-Robni pas:	2 x 0,25 m
Skupna širina:	8,50 m



Slika 5.18: Prikaz tipskega prečnega profila obvoznice

Voziščna konstrukcija je sestavljena iz obrabne plasti, zgornje vezane plasti in spodnje nevezane plasti, katerih kvaliteta in debelina ustrezata pričakovani prometni obtežbi ceste z upoštevanjem klimatskih in geomehanskih pogojev področja. [9]

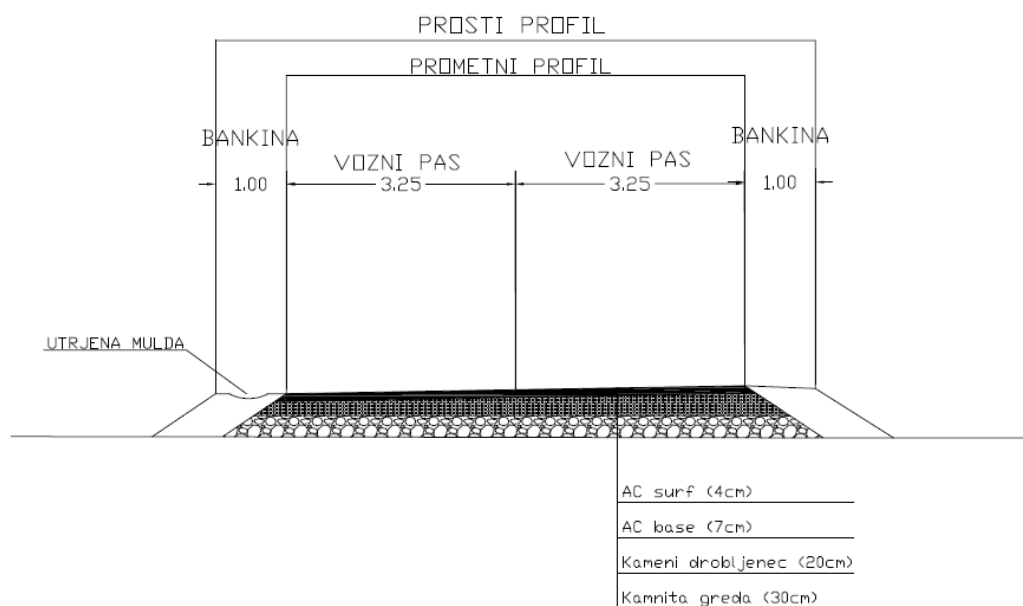
Za določitev dimenzij nove voziščne konstrukcije potrebujemo podatke o dobi trajanja voziščne konstrukcije, prometnih obremenitvah, nosilnosti podlage in o hidroloških ter klimatskih pogojih. Predpostavke, ki so bile uporabljene za določitev dimenzij voziščne konstrukcije:

- slabo nosilna podlaga (vrednost $\text{CBR} < 7\%$)
- težka skupina prometne obremenitve (364 prehodov nominalne osne obremenitve 100 kN na dan)
- ugodni hidrološki pogoji
- material pod voziščno konstrukcijo je odporen na učinke zmrzovanja in odtajanja
- globina zmrzovanja je 100 centimetrov

S pomočjo pravilnika TSC 06.511 : 2009 in TSC 06.520 : 2009 ter izbranih predpostavk smo določili okvirne debeline in sestavo voziščne konstrukcije. Minimalna debelina voziščne konstrukcije na podlagi globine zmrzovanja in ugodnih hidroloških razmer meri 60 centimetrov. Izbrani materiali in njihove debeline za voziščno konstrukcijo:

- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| - bitumenski beton AC 8 SURF | (4 cm) |
| - bitumenski beton AC 16 BASE | (7 cm) |
| - kamniti drobljenec 0/32 | (20 cm) |
| - kamnita greda 0/60 | (30 cm) |
| Skupna debelina: | 61 cm > 60 cm = h_{MIN} |

Potrebno je omeniti, da mora biti posteljica oz. kamnita greda zmrzlinško odporna, saj le tako zadostujemo pogoju za minimalno debelino voziščne konstrukcije.



Slika 5.19: Prikaz karakterističnega prečnega profila obvoznice

Traso nove obvoznice smo želeli čim bolj umestiti v tamkajšnje okolje. Zaradi bližine naselja bi bilo treba traso speljati tako, da bi obšla naselje Vodice in v najmanjši meri motila tamkajšnje prebivalce. Iz ekonomskega vidika mora trasa potekati po cenejših nenaseljenih zemljiščih, saj bi z odkupovanjem lahko prišlo do nesoglasij in velikih stroškov, zato bi le to umestili na južni del naselja Vodice, kjer bi trasa potekala čez kmetijska zemljišča in se na koncu vasi priključila na že obstoječo cesto.

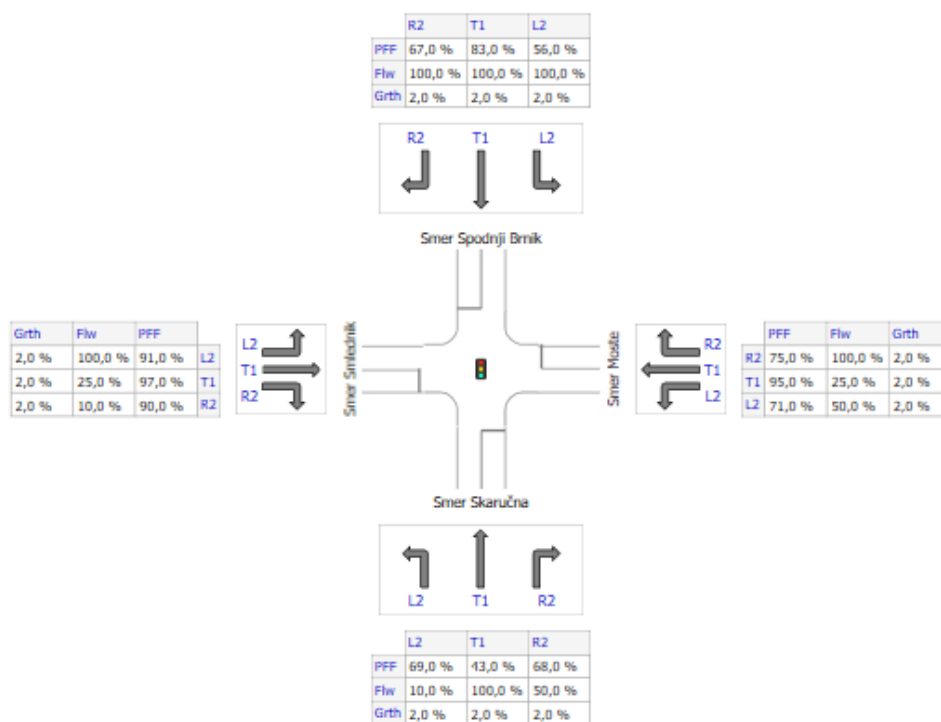
Obvoznica bi se začela s krožiščem pri avtocestnem izvozu, kjer bi se združili obstoječa cesta in novozgrajena obvoznica, nato bi bila trasa speljana mimo pokopališča do novega krožišča s cesto v Skaručno. Pri križanju obvoznice s cesto Franca Seška bi stalo krožišče, ki bi povezovalo Bukovico z naseljem Vodice. Z gradnjo nove obvoznice bi morali ukiniti dve makadamski poti, ki iz Vodic vodita proti Bukovici. Zaključek trase bi bilo ponovno krožišče med koncem Vodic in poslovno cono Komenda. Za krožišča pri sekanjih cest smo se odločili, ker je analiza križišča pokazala, da je pri le teh pretočnost bistveno večja kot pri ostalih križiščih. Večina uporabnikov obvoznice bi se vozila v smeri proti industrijski coni, zato bi imeli pri križiščih ostali udeleženci v prometu na stranski prometni smeri večje zamude, pri krožišču pa se lahko vključijo kadarkoli je to mogoče. Krožišča bi pripomogla tudi k umirjanju prometa na obvoznici, saj bi morali vozniki pred njimi prilagoditi hitrost.



Slika 5.20: Prikaz trase obvoznice (vir podlage: geopedia.si)

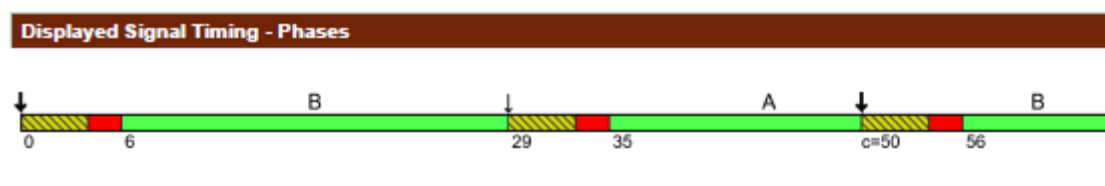
5.8.1 Stanje na odseku po gradnji obvoznice

Po načrtovanju obvoznice smo želeli preveriti tudi stanje prometa na obravnavanem odseku, saj se bodo tu prometne obremenitve po izgradnji obvoznice bistveno spremenile. Za potrebe analize stanja v semaforiziranem križišču smo zato prometne obremenitve prilagodili. Na glavni prometni smeri smo volumen vseh naravnost vozečih zmanjšali za 75%, saj menimo, da večino uporabnikov odseka ceste uporablja le za tranzit na svoji poti. Voznikom iz in v smeri Spodnji Brnik volumnov nismo spreminjali, saj obvoznica nanje ne bi vplivala, ker bodo vozniki svoje poti nadaljevali po že obstoječih cestah. Promet iz smeri Smlednika proti Skaručni smo zmanjšali na 10%, saj bi se ti po izgradnji obvoznice z vožnjo po le tej izognili semaforiziranem križišču. Enako se zgodi za leve zavijalce iz smeri Skaručna, ki bi po izgradnji prav tako uporabljali obvoznico kot svojo pot do avtocestnega uvoza ali proti smeri Smlednik. Spodnja slika prikazuje spremenjene volumne, ki smo jih uporabili pri analizi stanja v semaforiziranem križišču po izgradnji obvoznice.

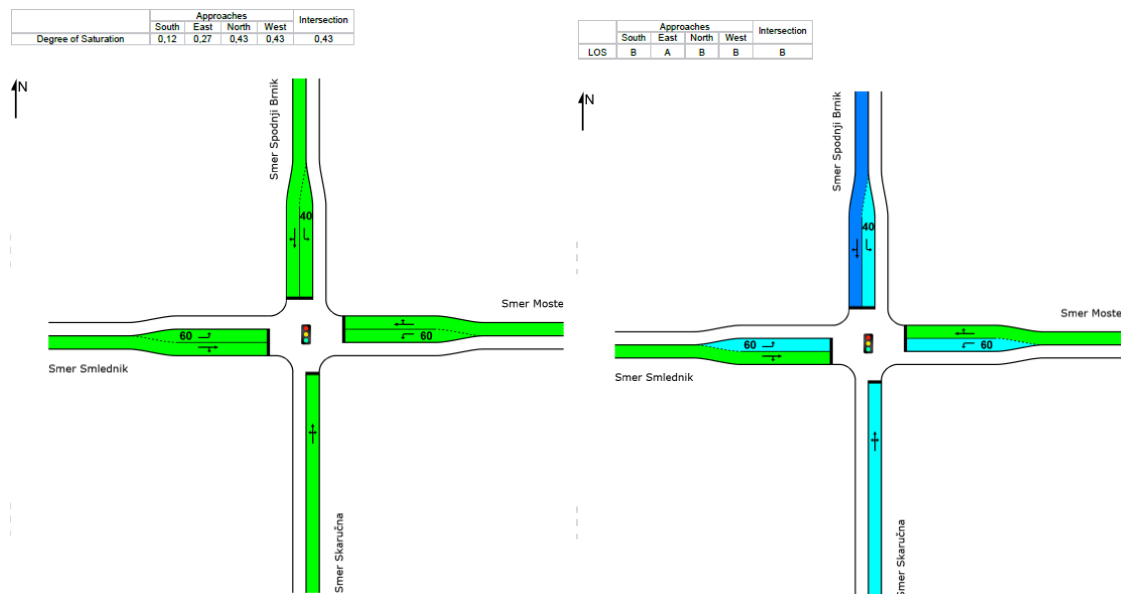


Slika 5.21: Prometne obremenitve

Po določitvi prometnih obremenitev smo naredili analizo stanja v križišču po izgradnji obvoznice. Določili smo optimalen krmilni sistem in preverili rezultate. Rezultati so pokazali ustreznost križišča, saj je bil največji nivo uslug B, stopnja nasičenosti pa na nobenem od krakov ni preseгла polovične vrednosti kapacitete križišča. Najvišja vrednost stopnje nasičenosti je bila na krakih iz smeri Spodnji Brnik in Smlednik. Zamude so na vseh krakih manjše od 20 sekund, kar je ustrezno, vrednost največjih zamud je 19,8 sekund na kraku iz smeri Spodnji Brnik. Ustrezne so tudi dolžine kolon, ki dolžino 30 metrov presežejo le iz smeri Spodnji Brnik.

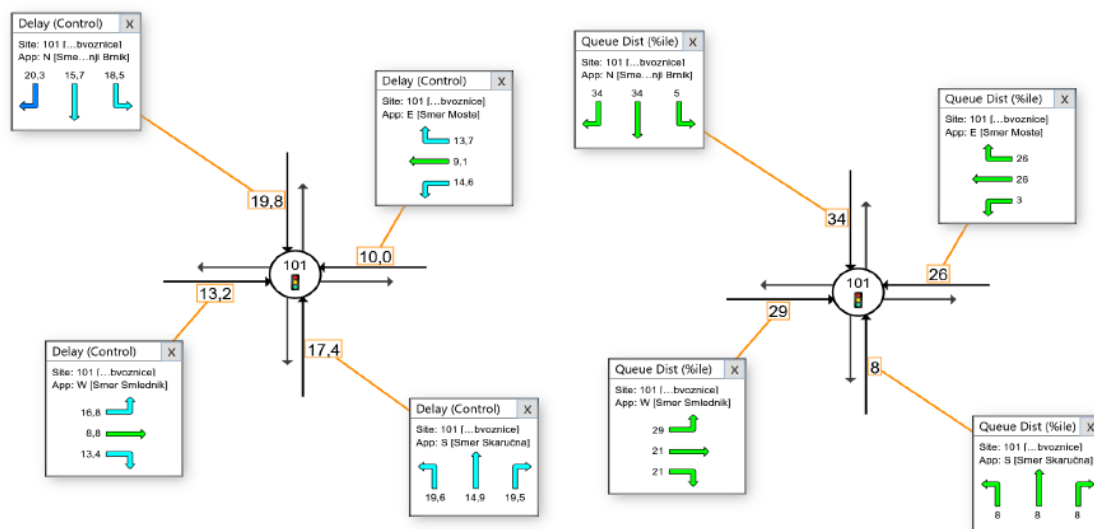


Slika 5.22: Optimalni krmilni sistem križišča po gradnji obvoznice



a) Stopnja nasičenosti

b) Nivo uslug



c) Zamude v sekundah

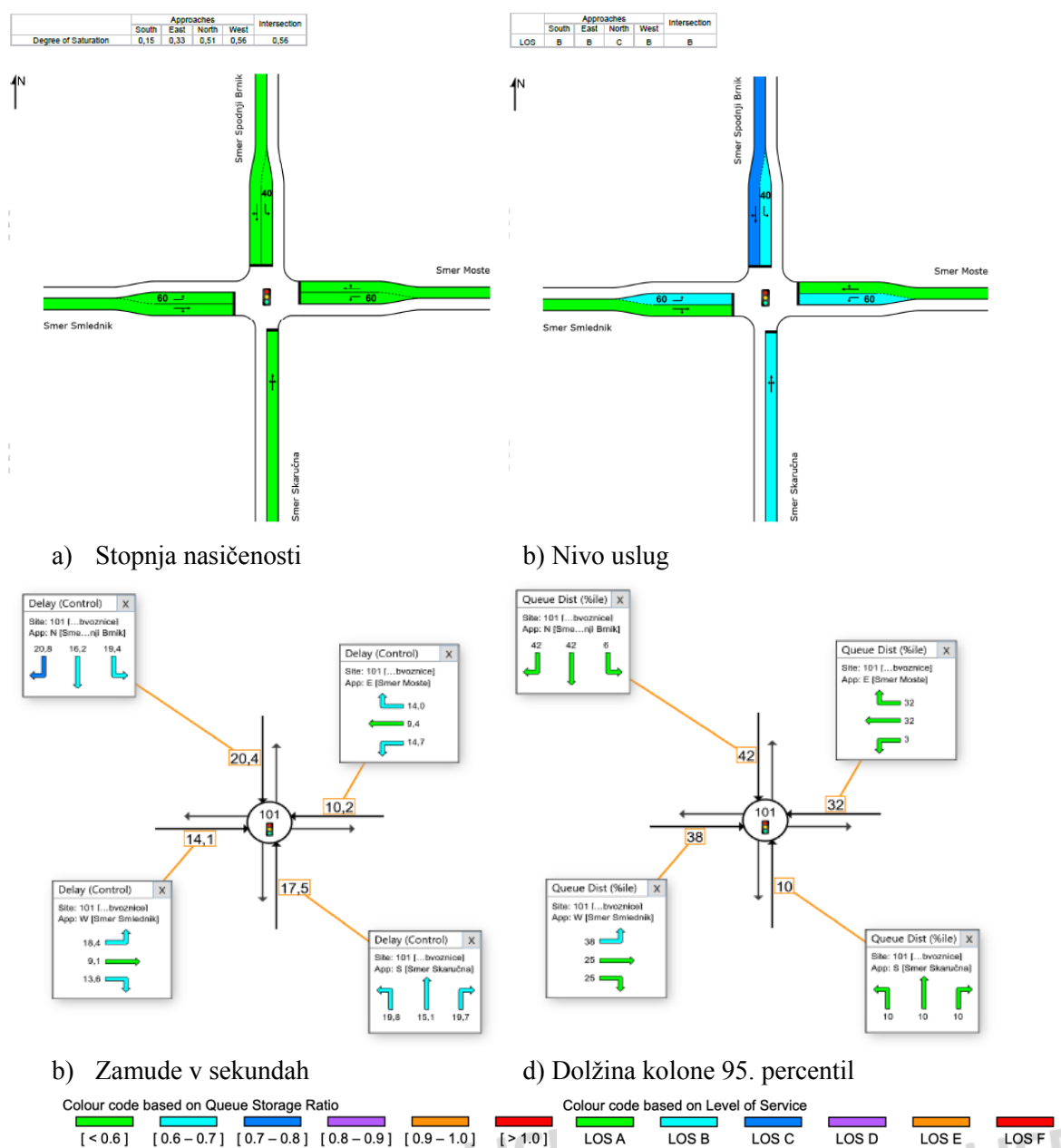
d) Dolžina kolone 95. percentil



Slika 5.23: Rezultati analize - po gradnji obvoznice

5.8.2 Stanje na odseku po gradnji obvoznice čez 10 let

Izvedli smo tudi analizo stanja odseka po gradnji obvoznice čez 10 let. Rezultati so pokazali, da na obravnavanem odseku tudi po 10 letih ukrep obvoznice deluje pozitivno, saj je najvišji nivo uslug na obravnavanem križišču enak C, in sicer na kraku iz smeri Spodnji Brnik. Stopnja nasičenosti celotnega križišča je enaka 0,56, kar pomeni, da obremenitve križišča ne bi predstavljale težav pri njegovi pretočnosti. Zamude na krakih bi bile minimalne, saj največja vrednost le teh traja 20,8 sekunde za leve zavijalce iz smeri Spodnji Brnik. Kolone na križišču bi bile zadovoljive, saj le na enem kraku presegajo dolžino 40 metrov. Iz analize lahko razberemo, da je gradnja obvoznice pravi ukrep za izboljšanje stanja na obravnavanem odseku. Spodnja slika prikazuje rezultate analize semaforiziranega križišča po desetih letih od gradnje obvoznice.



Slika 5.24: Rezultati analize - po gradnji obvoznice čez 10 let

6 ZAKLJUČEK

V diplomskem delu smo analizirali obstoječe stanje odseka regionalne ceste skozi naselje Vodice, ob tem pa poiskali konkurenčne rešitve, s katerimi bi izboljšali pretočnost in prometno varnost obravnavanega odseka. Analizirali smo ukrepe za povečanje prometne varnosti na odseku in predstavili nesreče, ki so se na odseku zgodile v zadnjih 20 letih. Ugotovili smo, da se na relativno kratkem odseku pojavi veliko število ukrepov, ki pripomorejo k zgostitvi prometa, zato smo predlagali nekaj rešitev, ki bi z enako mero varnosti manj ovirale pretočnost odseka. Analiza nesreč je pokazala, da odsek z vidika prometne varnosti ni kritičen, saj na odseku od začetka meritev ni prišlo do hudih prometnih nesreč. Zanimivo je, da smo med analizo opazili podobnosti vzrokov nesreč na določenih mestih, ki smo jih kasneje tudi predstavili in ugotovili, da so bile nesreče na odseku včasih bolj povezane s prevelikimi hitrosti, danes pa večino nesreč povzročijo neupoštevanja prometnih predpisov, ki jih udeleženci v veliki meri ne upoštevajo zaradi zgoščenega prometa v naselju in posledično izsiljevanja.

Ugotovili smo, da pretočnost odseka v veliki meri regulira semaforizirano križišče med odsekoma 1079 in 1080, zato je bil glavni namen diplomske naloge izboljšava le tega. Kot rešitve smo predlagali menjavo krmilnega sistema semaforja, razširitev krakov in predlagali uvedbo krožišča. Posamezne rešitve smo analizirali in preverili njihovo ustreznost, a se zaradi nezadostnega izboljšanja razmer ali pomanjkanja prostora na mestu križišča nismo odločili za nobeno od predlaganih rešitev. Kot dodatno rešitev smo predstavili gradnjo obvoznice, ki je na tem mestu že predvidena. Ne glede na že izdelan projekt za izvedbo del smo predstavili svojo rešitev in obvoznici določili projektno hitrost, njen tipski prečni profil in s pomočjo Pravilnika o projektiranju cest določili sestavo in debelino voziščne konstrukcije. Določili smo tudi potek trase obvoznice in preverili stanje na obravnavanem odseku po gradnji le te. Rezultati so pokazali na ustreznost izbrane rešitve, saj bi obvoznica pripomogla k izboljšanju stanja varnosti prometa v naselju Vodice obenem pa razbremenila obravnavan odsek. Prav tako smo z analizo stanja po 10 letih od gradnje obvoznice pokazali, da je gradnja na tem mestu pravilen ukrep, ki zagotovi dolgoročno rešitev problema, obenem pa pripomore k izboljšanju kakovosti življenja tamkajšnjih prebivalcev in učinkovitejšem delovanju industrijske cone Komenda.

VIRI

- [1] PIS – Pravno informacijski sistem. 2005. Pravilnik o projektiranju cest <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV5811> (Pridobljeno 19.8.2021.)
- [2] GOV. Cestna infrastruktura. <https://www.gov.si/teme/cestna-infrastruktura> (Pridobljeno 10.7.2021.)
- [3] Lipar, P. 2007. Umirimo promet. Ljubljana, Ministrstvo za promet, DRSC.
- [4] Vizija nič. <https://www.vizijanic.si/vizija-nic-1> (Pridobljeno 13.7.2021.)
- [5] PIC – Prometno-informacijski center za državne ceste. <https://www.promet.si/portal/sl/podatki-o-prometnih-obremenitvah.aspx> (Pridobljeno 20.7.2021.)
- [6] Prometna študija – tehnično poročilo. https://www.tolmin.si/files/other/news/137/849813.3.6.2%20Prometna%20%C5%A1tudija_tehni%C4%8Dno%20poro%C4%8Dilo.pdf (Pridobljeno 20.8.2021.)
- [7] Maher, T. 2006. Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- [8] Pravilnik o projektiranju cest (Uradni list RS, št. 91/05, 26/06, 109/10 – ZCes-1 in 36/18) - 26.člen
- [9] Pravilnik o projektiranju cest (Uradni list RS, št. 91/05, 26/06, 109/10 – ZCes-1 in 36/18) - 42.člen

Ostali viri:

- a) Orthaber, R. 2006. Tehnika in varnost: Projektiranje prometnih površin. Maribor. Založnik: Prometna šola
- a) Agencija za varnost prometa – zemljevid prometnih nesreč <http://nesrece.avp-rs.si/> (Pridobljeno 16.7.2021.)
- b) Koler Povh, T. Turk, G. 2016. Navodila za oblikovanje visokošolskih del na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo in navajanje virov

SEZNAM PRILOG

Priloga A: Štetje prometa na semaforiziranem križišču

- A.1 Krak A**
- A.2 Krak B**
- A.3 Krak C**
- A.4 Krak D**

»Ta stran je namenoma prazna«

PRILOGA A: Štetje prometa na semaforiziranem križišču

Priloga A.1: Krak A

15 minutne obremenitve

Šifra križišča: KR2
Ime križišča: Vodice
Tip križišča: ABCD

Šifra priključka: A
Ime priključka: Moste

Naslov štetja: Vodice
Številka štetja: 1

Datum štetja: 8. 07. 2021
Časovni interval: od 15:00 do 17:00

URA	<u>Levo</u>						<u>Naravnost</u>						<u>Desno</u>					
	O	T	B	V	S	EOV	O	T	B	V	S	EOV	O	T	B	V	S	EOV
15:00	13	0	0	0	13	13	192	4	0	2	198	207	7	0	0	0	7	7
15:15	12	0	0	0	12	12	197	7	0	0	204	211	4	0	0	0	4	4
15:30	6	0	0	0	6	6	206	10	0	1	217	230	2	0	0	0	2	2
15:45	11	0	0	0	11	11	175	11	0	0	186	197	5	0	0	0	5	5
16:00	5	0	0	0	5	5	212	4	1	1	218	226	4	0	0	0	4	4
16:15	9	1	0	0	10	11	154	6	0	1	161	170	8	0	0	0	8	8
16:30	9	0	0	0	9	9	144	4	1	0	149	154	3	0	0	0	3	3
16:45	5	0	0	0	5	5	113	3	0	0	116	119	3	0	0	0	3	3
Vsota	70	1	0	0	71	72	1393	49	2	5	1449	1513	36	0	0	0	36	36

Priloga A.2: Krak B

15 minutne obremenitve

Šifra križišča: KR2

Šifra priključka: B

Ime križišča: Vodice

Ime priključka: Skarucna

Tip križišča: ABCD

Naslov štetja: Vodice

Datum štetja: 8. 07. 2021

Številka štetja: 1

Časovni interval: od 15:00 do 17:00

URA	<u>Levo</u>						<u>Naravnost</u>						<u>Desno</u>					
	O	T	B	V	S	EOV	O	T	B	V	S	EOV	O	T	B	V	S	EOV
15:00	18	0	0	0	18	18	7	0	0	0	7	7	11	0	0	0	11	11
15:15	12	1	1	0	14	16	7	0	0	0	7	7	10	1	0	0	11	12
15:30	9	0	1	0	10	11	3	0	0	0	3	3	10	0	0	1	11	14
15:45	12	1	2	0	15	18	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	2
16:00	19	2	0	1	22	27	2	0	0	0	2	2	6	0	0	0	6	6
16:15	15	0	0	1	16	19	3	0	0	0	3	3	6	0	0	0	6	6
16:30	16	0	0	1	17	20	3	0	0	0	3	3	8	0	0	0	8	8
16:45	17	0	0	0	17	17	7	0	0	0	7	7	10	0	0	0	10	10
Vsota	118	4	4	3	129	145	32	0	0	0	32	32	63	1	0	1	65	69

Priloga A.3: Krak C

15 minutne obremenitve

Šifra križišča: KR2

Šifra priključka: C

Ime križišča: Vodice

Ime priključka: Smlednik

Tip križišča: ABCD

Naslov štetja: Vodice

Datum štetja: 8. 07. 2021

Številka štetja: 1

Časovni interval: od 15:00 do 17:00

URA	<u>Levo</u>						<u>Naravnost</u>						<u>Desno</u>					
	O	T	B	V	S	EOV	O	T	B	V	S	EOV	O	T	B	V	S	EOV
15:00	38	1	0	0	39	40	159	2	0	2	163	170	17	1	1	0	19	21
15:15	53	1	0	0	54	55	173	3	1	5	182	199	16	0	0	0	16	16
15:30	47	1	0	0	48	49	172	7	2	2	183	197	17	0	0	0	17	17
15:45	44	1	0	0	45	46	171	4	0	2	177	186	18	0	0	0	18	18
16:00	48	1	0	1	50	54	166	3	1	1	171	178	13	1	0	0	14	15
16:15	56	0	1	0	57	58	144	5	0	4	153	168	26	0	0	0	26	26
16:30	42	1	0	0	43	44	138	3	0	0	141	144	14	0	1	0	15	16
16:45	30	1	0	0	31	32	115	2	1	0	118	121	12	1	0	0	13	14
Vsota	358	7	1	1	367	378	1238	29	5	16	1288	1362	133	3	2	0	138	143

Priloga A.4: Krak D

15 minutne obremenitve

Šifra križišča: KR2

Šifra priključka: D

Ime križišča: Vodice

Ime priključka: Spodnji Brnik

Tip križišča: ABCD

Naslov štetja: Vodice

Datum štetja: 8. 07. 2021

Številka štetja: 1

Časovni interval: od 15:00 do 17:00

URA	<u>Levo</u>						<u>Naravnost</u>						<u>Desno</u>					
	O	T	B	V	S	EOV	O	T	B	V	S	EOV	O	T	B	V	S	EOV
15:00	7	0	0	0	7	7	4	0	0	0	4	4	41	1	0	0	42	43
15:15	9	0	0	0	9	9	2	0	0	0	2	2	55	1	0	0	56	57
15:30	8	0	0	0	8	8	3	0	0	0	3	3	34	0	0	0	34	34
15:45	1	0	0	0	1	1	2	0	0	0	2	2	33	0	0	0	33	33
16:00	2	0	0	0	2	2	3	0	0	0	3	3	27	1	0	0	28	29
16:15	7	0	0	0	7	7	2	0	0	0	2	2	41	0	0	0	41	41
16:30	3	0	0	0	3	3	1	0	0	0	1	1	29	0	0	0	29	29
16:45	3	0	0	0	3	3	3	0	0	0	3	3	25	0	0	0	25	25
Vsota	40	0	0	0	40	40	20	0	0	0	20	20	285	3	0	0	288	291