

Analiza s prijedlogom poboljšanja projektnih elemenata dionice županijske ceste 2029 od Donjeg Vratna do Grede

God, Nikola

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:251060>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Nikola God

ANALIZA S PRIJEDLOGOM POBOLJŠANJA PROJEKTNIH
ELEMENATA DIONICE ŽUPANIJSKE CESTE 2029 OD
DONJEG VRATNA DO GREDE

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

**ANALIZA S PRIJEDLOGOM POBOLJŠANJA PROJEKTNIH
ELEMENATA DIONICE ŽUPANIJSKE CESTE 2029 OD
DONJEG VRATNA DO GREDE**

**ANALYSIS WITH IMPROVEMENT PROPOSALS OF DESIGN
ELEMENTS OD COUNTRY ROAD 2029 BETWEEN DONJE
VRATNO AND GREDA**

Mentor: Dr. sc. Luka Novačko

Student: Nikola God

JMBAG: 0135232225

Zagreb, rujan 2016.

SAŽETAK

Svakodnevnom intenzivnom uporabom, izloženošću klimatskim utjecajima, meteorološkim i geomehaničkim pojavama javne ceste su podložne degradaciji koja se redovitim održavanjem ne može popraviti, a društvene i gospodarske promjene na području koje gravitira promatranoj dionici ceste zahtijevaju poduzimanje zahvata izvanrednog održavanja cesta. Krajnje željeno stanje nakon rekonstrukcije cesta u okviru raspoloživih financijskih sredstava temelji se na prostornim planovima i studijama prometne infrastrukture. Rekonstrukcija županijske ceste ŽC2029 na dionici od Donjeg Vratna do Grede je jedan od prioriteta Županijske uprave za ceste. U ovom završnom radu detaljno je razrađen prijedlog mjera za rekonstrukciju dijela žc2029 od Ladanja do Grede u duljini od 600 metara. Analizom trenutnih projektnih elemenata ceste izrađeno je polazište pri izradi projekta rekonstrukcije. Primjenom suvremenih metoda projektiranja uz uporabu računalnih alata predloženo je poboljšanje projektnih elemenata ceste koje će u konačnici osigurati pouzdanost i sigurnost prometovanja, prihvatljive troškove redovitog održavanja te uporabu ceste u uvjetima ekstremnih klimatskih okolnosti na ekonomičan način.

Predloženo poboljšanje elemenata ceste kao osnova izvedbenog projekta izvanrednog održavanja cesta je podloga za izradu građevinskih nacрта, troškovnika i planiranje građevinskih radova te procjenu uporabljivosti na kraju zahvata. Poboljšanje projektnih elemenata za dulje plansko razdoblje, uz zadovoljavanje zakonskih okvira i aktualnih pravila projektiranja cesta cilj je svakog izvedbenog projekta izvanrednog održavanja.

KLJUČNE RIJEČI: izvanredno održavanje cesta; projektni elementi ceste; rekonstrukcija ceste; izvedbeni projekt

SUMMARY

Due to daily use and exposure to climate effects, as well as meteorological and geo-mechanical phenomena, public roads are exposed to degradation that cannot be repaired by regular maintenance. Furthermore, social and economic changes in an area that gravitates towards a particular section of road often require additional maintenance of roads. The expected state after the reconstruction of roads, in the context of available financial funds, is based on physical plans and studies of transport infrastructure. Reconstruction of the county road ŽC 2029 which includes section of road between Donje Vratno and Greda is one of the priorities of the county road administration. This final year project shows in detail a proposal of measures for the reconstruction of section of road ŽC 2029 between Donje Vratno and Greda with a length of 600 meters. By analyzing the current project elements of the road, the starting point for the development of the reconstruction project was determined. Using modern methods of planning such as computer tools, it was proposed how to improve existing project elements of the road, which would ultimately ensure the reliability and safety of transport, acceptable costs of regular maintenance, and economic use of the road when faced with extreme climate conditions.

The proposed improvement of road elements, which serves as a basis for the project of additional road maintenance, underpins the building plans, costs estimates and planning of construction work, as well as the assessment of usability at the end of the procedure. Improving road elements for a longer period of time, while complying with the existing legal frameworks and regulations regarding road planning, is the principal objective of every additional maintenance plan.

KEY WORDS: periodic road maintenance; project road elements; road reconstruction; project plan

SADRŽAJ

1.	Uvod	1
2.	Pregled zakonske regulative iz područja projektiranja cesta u Republici Hrvatskoj	3
2.1.	Zakonsko utemeljenje, regulativa i razvojni dokumenti	3
2.2.	Zakon o sigurnosti prometa na cestama	4
2.3.	Zakon o cestama	4
2.4.	Zakon o prostornom uređenju i Zakon o gradnji	5
2.5.	Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti promet	6
2.5.1.	Mjerodavne brzine	9
2.5.2.	Tlocrtni elementi ceste	11
2.5.3.	Vrste projekata za ceste	16
3.	Analiza prostorne dokumentacije varaždinske županije	17
4.	Analiza podataka o brojanju prometa na promatranoj dionici	21
5.	Proračun razine usluge promatrane dionice	28
6.	Analiza postojećih projektnih elemenata prometrane dionice	36
7.	Prijedlog mjere poboljšanja postojećih projektnih elemenata dionice ceste	41
7.1.	Horizontalni elementi	41
7.2.	Visinski elementi	42
7.3.	Tehnički elementi projektiranog stanja	43
7.4.	Konstruktivni elementi	43
7.5.	Odvodnja	46
7.6.	Prometna oprema i signalizacija	47
7.6.1.	Okomita signalizacija	47
7.6.2.	Horizontalna signalizacija	49
7.7.	Projektirani vijek građevine i uvjeti održavanja	49
8.	Zaključak	50

Literatura	51
Popis slika	52
Popis tablica	53
Popis grafikona.....	53
Popis priloga.....	53

1. UVOD

Prometni sustav županije treba pratiti razvoj županije i njezinih funkcija. Županijska razvojna strategija predviđa mjere za povećanje prometne dostupnosti i prohodnosti te smanjenje transportnih i komunikacijskih troškova u gospodarstvu. Plansko upravljanje osnovnom prometnom mrežom na razini županije zasniva se na demografskim i ekonomskim pokazateljima u prostoru pretočenim u prostorne planove koji su usklađeni s krovnim planskim razvojnim dokumentima na razini Republike Hrvatske u jasnim zakonskim okvirima. Kvalitetne prometne veze su temeljna pretpostavka demografskog, gospodarskog, turističkog i svakog drugog napretka na području županije. Županijska uprava za ceste ima zadaću razvoja i unapređenja prometnog sustava na županijskoj razini od interesa za županiju sa zadaćom uspostave, razvoja, unapređenja i nadogradnje mreže županijskih cesta koja će osigurati kvalitetno povezivanje sa državnom mrežom cesta.

Županijske ceste Varaždinske županije potrebno je modernizirati suvremenim kolnikom, postupno rekonstruirati kritične dionice, upotpuniti višim standardom prometne signalizacije te održavati na kvalitetnoj sigurnosnoj razini koja će zadovoljiti potrebe gospodarskog razvitka, pouzdanosti, udobnosti i pravovremenosti javnog prometa, a za individualni promet osigurati protok i sigurnost na primjerenoj razini u planskom razdoblju za idućih pet do dvadeset godina. Programom dugoročnih aktivnosti za unapređenje sustava županijskih cesta na listi prioriteta s dinamikom provedbe unutar financijskih mogućnosti krenulo se u realizaciju provedbe projekta izvanrednog održavanja dijela županijske ceste Ladanje – Greda.

Svrha završnog rada je sagledati postojeće stanje promatrane dionice županijske ceste 2029 od Donjeg Vratna do Grede i temeljem dostupnih prometno-tehničkih podataka za dionicu od Ladanja do Grede u duljini od 600 metara detaljnije razložiti prijedlog mjera za rekonstrukciju dionice ceste, koristeći metode proračuna usvojene studijskim programom Fakulteta prometnih znanosti.

Završni rad ima za cilj da se temeljem primijenjenih metoda procijeni zakonska usklađenost, prometno-sigurnosna opravdanost i provedivost zahvata izvanrednog održavanja dijela županijske ceste ŽC2029 na dionici Ladanje-Greda izgradnjom pješačko-biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini 600 metara. Rad je podijeljen u 8 cjelina:

1. Uvod
2. Pregled zakonske regulative iz područja projektiranja ceste u RH
3. Analiza prostorne dokumentacije Varaždinske županije
4. Analiza podataka o brojanju prometa na promatranoj dionici ceste
5. Proračun razine usluge promatrane dionice ceste
6. Analiza postojećih projektnih elemenata promatrane dionice ceste
7. Prijedlog mjera poboljšanja postojećih projektnih elemenata dionice ceste
8. Zaključak

U drugom poglavlju su navedeni pozitivni zakonski propisi i pravilnici kojima se regulira područje projektiranja cesta u RH sa pojašnjenjem sadržaja i najvažnijih pojmova.

Dostupnom prostornom dokumentacijom Varaždinske županije u trećem poglavlju je analiziran prometni značaj cestovne mreže županije u ukupnoj mreži javnih cesta Republike Hrvatske kao i povezanost s europskom cestovnom mrežom te su navedeni ciljevi razvoja cestovne mreže na području županije.

Analizom podataka o brojanju prometa tijekom lipnja 2015. godine na promatranoj dionici u četvrtom poglavlju prezentiran je osnovni projektni element za rekonstrukciju ceste.

Proračun razine usluge dvotračnih cesta prema dva osnovna kriterija za dvotračnu cestu obrađen je u petom poglavlju.

Šesto poglavlje obuhvaća prometno-tehnički opis postojećeg stanja promatrane dionice.

U sedmom poglavlju je prezentiran prijedlog mjera za poboljšanje postojećih projektnih elemenata rekonstrukcijom ceste.

2. PREGLED ZAKONSKE REGULATIVE IZ PODRUČJA PROJEKTIRANJA CESTA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Planersko – razvojna faza cestovnog sustava i odgovarajućih postupaka zasniva se na pravnim, regulatornim i upravljačkim principima.

Planiranje cesta i mreže cesta podrazumijeva korištenje višedisciplinarnih statističkih podataka, posebno onih koji su povezani s veličinom i svojstvima prometa, sigurnosti prometa, prognoznim procjenama.

Projektna pak zasnovanost temelji se na analizi podsustava vozač – vozilo – cesta, donosno na dinamici i geometriji vožnje te na određivanju mjerodavnih vozila.

Planersko – razvojnu fazu može se uvjetno poistovjetiti s modeliranjem ceste u mreži, a projektnu s razradom i detaljiranjem u postupku optimiziranja oblikovnih elemenata ceste.¹

2.1. Zakonsko utemeljenje, regulativa i razvojni dokumenti

Sustavi nacionalnih javnih cesta zasnovani su na europskoj cestovnoj mreži i njenih temeljnih normativa.

Hrvatska cestovna mreža temelji se na novijim zakonskim osnovama, a u pogledu samih cesta i cestovnog prometa to su:²

- Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 64/15)
- Zakon o cestama (NN 92/14)
- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13)
- Zakon o gradnji (NN 153/13)
- Zakon o zaštiti okoliša (NN 78/15)
- Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)
- Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 105/04)

¹ Legac, I.: Cestovne prometnice 1, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.

² Legac, I.: Cestovne prometnice 1, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.

2.2. Zakon o sigurnosti prometa na cestama

Ovim se Zakonom utvrđuju temeljna načela međusobnih odnosa, ponašanja sudionika i drugih subjekata u prometu na cestama, osnovni uvjeti kojima moraju udovoljavati ceste glede sigurnosti prometa, pravila prometa na cestama, sustav prometnih znakova i znakova koje daju ovlaštene osobe, dužnosti u slučaju prometne nesreće, osposobljavanje kandidata za vozače, polaganje vozačkog ispita i uvjeti za stjecanje prava na upravljanje vozilima, vuča vozila, uređaji i oprema koje moraju imati vozila, dimenzije, ukupna masa i osovinsko opterećenje vozila te uvjeti kojima moraju udovoljavati vozila u prometu na cestama. Prometom na cesti, prema ovom Zakonu, podrazumijeva se promet vozila, pješaka i drugih sudionika u prometu na javnim cestama i nerazvrstanim cestama koje se koriste za javni promet.³

2.3. Zakon o cestama

Ovim se Zakonom uređuje pravni status javnih cesta i nerazvrstanih cesta, način korištenja javnih cesta i nerazvrstanih cesta, razvrstavanje javnih cesta, planiranje građenja i održavanja javnih cesta, upravljanje javnim cestama, mjere za zaštitu javnih i nerazvrstanih cesta i promet na njima, koncesije, financije i nadzor javnih cesta.⁴

Javne ceste su ceste razvrstane kao javne ceste sukladno ovom Zakonu, koje svatko može slobodno koristiti na način i pod uvjetima koji su određeni ovim Zakonom i drugim propisima.⁵

³ Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 64/15)

⁴ Zakon o cestama (NN 92/14)

⁵ Zakon o cestama (NN 92/14)

Pravni status javnih cesta:⁶

- Javne ceste su javno dobro u općoj uporabi i u vlasništvu su Republike Hrvatske
- Javne ceste se ne mogu otuđiti iz vlasništva Republike Hrvatske niti se na njima mogu stjecati stvarna prava, osim u slučajevima koji su propisani ovim Zakonom.
- Na javnoj cesti može se osnovati pravo služnosti i pravo građenja radi izgradnje komunalnih, vodnih, energetskih građevina i građevina elektroničkih komunikacija i povezane opreme, na način propisan ovim Zakonom.
- Cestovno zemljište može se dati na korištenje radi obavljanja pratećih djelatnosti (trgovine, benzinske postaje i dr.), na način propisan ovim Zakonom.
- Javna cesta postaje javno dobro u općoj uporabi pravomoćnošću uporabne dozvole, odnosno izdavanjem drugog akta na temelju kojeg je dopuštena uporaba građevine sukladno posebnom propisu.
- Javna cesta upisuje se u zemljišne knjige na temelju pravomoćne uporabne dozvole kao javno dobro u općoj uporabi i kao neotuđivo vlasništvo Republike Hrvatske, uz upis Hrvatskih autocesta d.o.o. kao pravne osobe ovlaštene upravljati autocestama, Hrvatskih cesta d.o.o. kao pravne osobe ovlaštene upravljati državnim cestama i Županijske uprave za ceste kao pravne osobe ovlaštene upravljati županijskim i lokalnim cestama.

Za održavanje javnih cesta nadležni su:⁷

- Hrvatske ceste d.o.o.
- Županijska uprava za ceste
- za održavanje javne i nerazvrstane ceste nadležna je pravna osoba koja upravlja javnom cestom

2.4. Zakon o prostornom uređenju i Zakon o gradnji

Ovim se Zakonima uređuje sustav prostornog uređenja i gradnja, nadležnost tijela državne vlasti i tijela jedinica lokalne i područne samouprave u upravnim i drugim postupcima, te upravni i inspekcijski nadzor. Sustav prostornog uređenja čine subjekti, dokumenti, akti i postupci kojima se osigurava praćenje stanja u prostoru, određivanje uvjeta i načina izrade, donošenja i provođenja dokumenata prostornog uređenja te uređenja građevinskog zemljišta. Prostornim uređenjem se ostvaruju pretpostavke za unapređenje gospodarskih, društvenih, prirodnih, kulturnih i ekoloških polazišta održivog razvitka u

⁶ Zakon o cestama (NN 92/14)

⁷ Zakon o cestama (NN 92/14)

prostoru Republike Hrvatske kao osobito vrijednom i ograničenom nacionalnom dobru na načelu integralnog pristupa prostornom planiranju. Gradnja u smislu ovog zakona smatra se projektiranje, građenje, uporaba i uklanjanje građevina, a sve se to obavlja prema odredbama ovoga Zakona i propisa donesenih na temelju tih zakona, hrvatskih normi i pravila struke. Odredbe ovoga Zakona koje se odnose na gradnju nove građevine na odgovarajući se način primjenjuju na rekonstrukciju, uklanjanje i održavanje građevine.⁸

2.5. Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti promet

Ovim se Pravilnikom propisuju osnovni uvjeti kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa.

Podjela javnih cesta provodi se prema različitim osnovama i značajkama.

Prema društvenom i gospodarskom značenju unutar Zakona o cestama, javne ceste se dijele na:⁹

- autoceste
- državne ceste
- županijske ceste
- lokalne ceste.

Prema vrsti prometa kojemu su namijenjene, javne ceste se dijele na:¹⁰

- ceste za promet motornih vozila,
- ceste za mješoviti promet.

Ceste za promet motornih vozila dijele se na:¹¹

- autoceste,
- ceste rezervirane za promet motornih vozila (u daljnjem tekstu brze ceste).

Autoceste su javne ceste s tehničkim karakteristikama autoceste određenim propisima kojima se uređuje sigurnost prometa na cestama, koje imaju funkciju povezivanja Republike Hrvatske u europski prometni sustav, ostvarivanja kontinuiteta E-cesta (međunarodnim i međudržavnim sporazumima određena kao europska cesta), prometnog povezivanja regija

⁸ Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13)

⁹ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

¹⁰ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

¹¹ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

Republike Hrvatske, omogućavanja tranzitnog prometa, a koje su razvrstane kao autoceste sukladno ovom Zakonu.¹²

Brza cesta je cesta rezervirana za promet motornih vozila, koja ima sva raskrižja s drugim prometnicama u dvije razine, ima jedan ili dva kolnička traka, u pravilu nema zaustavnih trakova i kao takva je označena propisanim prometnim znakom. Broj prometnih trakova i izbor poprečnog profila ovisi o kategoriji ceste i predvidivom prometnom opterećenju.¹³

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

Tablica 1. Podjela javnih cesta prema veličini motornog prometa

Oznaka prema prometnoj podjeli	Ukupan broj vozila u 24 sata (voz/dan)
Autoceste/brze ceste	>14 000
1. razred	>12 000
2. razred	7000-12 000
3. razred	3000-7000
4. razred	1000-3000
5. razred	<1000

Izvor: *Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)*

PGDP = prosječni godišnji dnevni promet u oba smjera

Mjerodavna veličina i struktura prometa pri izradi projekta javnih cesta utvrđuje se za određeno plansko razdoblje koje iznosi:¹⁴

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

Za autoceste i ceste 1. i 2. kategorije veličina motornog prometa na kraju planskog razdoblja utvrđuje se prometnim studijama. Za sve ostale ceste veličina motornog prometa može se odrediti na temelju raspoloživih podataka o brojenju vozila i predvidivog godišnjeg prirasta, bez posebnih istraživanja.¹⁵

¹² Zakon o cestama (NN 92/14)

¹³ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

¹⁴ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

¹⁵ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

Prema vrsti terena na kojemu se projektiraju javne ceste usvajaju se sljedeći stupnjevi ograničenja:¹⁶

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

Temeljem kategorije ceste i stupnja ograničenja određuje se projektna brzina i dozvoljeni uzdužni nagib nivelete. (Tablica 2.)¹⁷

Tablica 2. Prometno tehničko razvrstavanje

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

OZNAKE:	°	BEZ OGRANIČENJA	BO
	*	UMJERENA OGRANIČENJA	UO
	**	ZNATNA OGRANIČENJA	ZO
	***	VELIKA OGRANIČENJA	VO

Izvor: Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

¹⁶ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

¹⁷ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

2.5.1. Mjerodavne brzine

Pod pojmom mjerodavnih brzina podrazumijevaju se:

- Projektna brzina (V_p)
- Računska brzina (V_r)
- Brzina označena prometnim znakovima (najveća dozvoljena brzina)

Projektna i računsa brzina temeljne su postavke vođenja linije odnosno oblikovanja ceste, uz uvažavanje prometnog značaja, propusne moći, sigurnosti i ekonomičnosti.¹⁸

Projektna brzina (V_p) je najveća brzina za koju je zajamčena potpuna sigurnost vožnje u slobodnom prometnom toku na cijelom potezu trase, pod optimalnim vremenskim uvjetima i kod dobrog održavanja. Ona karakterizira razinu građevinsko-prometnih svojstava ceste.¹⁹

Računska brzina (V_r) je najveća očekivana brzina koju vozilo u slobodnom prometnom toku može ostvariti uz dovoljnu sigurnost vožnje na određenom dijelu ceste, u skladu s prihvaćenim modelom njezinog ustanovljavanja, zavisno o tlocrtnim i visinskim elementima tog dijela trase.²⁰

Projektna brzina (V_p) određuje granične vrijednosti tlocrtnih i visinskih elemenata trase:²¹

- minimalni polumjer horizontalnog zavoja (Tablica 3.)
- maksimalni uzdužni nagib
- poprečni presjek

Tablica 3. Odnos projektne brzine (V_p) i najmanjeg polumjera horizontalnog zavoja (R_{min})

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

Izvor: *Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)*

¹⁸ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

¹⁹ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

²⁰ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

²¹ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

Prometni trak je dio kolničkog traka čija je širina dovoljna za nesmetan promet jednog reda motornih vozila koja se kreću računskom brzinom u jednom smjeru.²²

Tablica 4. Ovisnost širine prometnog traka o brzini V_p (km/h)

V_p [km/h]	≥ 120	100	90	80	70	60	50	40
$\check{S}_{pt}$ [m]	3,75	3,50	3,50	3,25	3,00	3,00	3,00(2,75)	2,75(2,50)

Izvor: *Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)*

U pravilu se za cijeli potez trase određuje ista vrijednost projektne brzine. Ukoliko se, npr. zbog bitnih razlika u konfiguraciji terena, jedinstvena vrijednost V_p ne smatra optimalnom, veličine V_p treba promijeniti na mjestu gdje se očekuje i značajna promjena u načinu vođenja linije koju treba provesti postupno na dovoljno dugačkom dijelu trase.²³

Projektna brzina određuje se projektним zadatkom na osnovi najbitnijih parametara:²⁴

- zadaća ceste u mreži odnosno razreda ceste
- konfiguracije terena odnosno prostornih ograničenja
- najveće zakonom dopuštene brzine

Prometni trak je dio kolničkog traka čija je širina dovoljna za nesmetan promet jednog reda motornih vozila koja se kreću računskom brzinom u jednom smjeru.

Računska brzina (V_r) je najveća očekivana brzina koju vozilo u slobodnom prometnom toku može ostvariti uz dovoljnu sigurnost vožnje na određenom dijelu ceste, u skladu s prihvaćenim modelom njezinog ustanovljavanja, zavisno o tlocrtnim i visinskim elementima tog dijela trase.²⁵

Računska brzina (V_r) je voznodinamička veličina na temelju koje se određuju pojedini geometrijski elementi trase:²⁶

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

²² Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

²³ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

²⁴ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

²⁵ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

²⁶ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

Računska brzina (V_r) ne može biti manja od projektne brzine (V_p), a najveća vrijednost V_r ne smije biti veća od najveće zakonom dopuštene brzine vožnje za određenu kategoriju ceste.²⁷

Načinom vođenja linije i odabirom pojedinih elemenata treba težiti da računski brzina ima ujednačene vrijednosti na što duljim dionicama trase, ne kraćim od:²⁸

- 10 km na autocestama i cestama 1. kategorije,
- 5 km na cestama 2.-5. kategorije

Računska brzina (V_r) određuje se na temelju projektiranih tlocrtnih i visinskih elemenata trase:²⁹

- najmanjeg primijenjenog polumjera horizontalnih zavoja
- najvećeg primijenjenog uzdužnog nagiba prema

Razlika računski brzine (V_r) i projektne brzine (V_p) ne smije biti veća od 20 km/h.

Mjerodavna računski brzina (V_r) za određeno mjesto trase jednaka je vrijednosti manje od dviju ovako određenih veličina. Tako određena računski brzina ne smije preći najveću zakonom dozvoljenu brzinu za utvrđenu kategoriju ceste.³⁰

2.5.2. Tlocrtni elementi ceste

Tlocrtni elementi ceste su:³¹

- pravac
- kružni luk
- prijelaznice

Kružni lukovi i prijelaznice čine tlocrtnu zavoje. Za ceste namijenjene brzom prometu poželjna je ispružena cestovna linija, koja se sastoji od duljih pravaca, duljih prijelaznih zavoja i kružnih lukova velikog polumjera zakrivljenosti.³²

²⁷ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

²⁸ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

²⁹ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

³⁰ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

³¹ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

³² Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

2.5.2.1. Pravac

Pravci se primjenjuju samo u posebnim topografskim i prostornim uvjetima. Vođenje linije ceste u dugim pravcima ima mnoge nedostatke, pretežito zbog objektivnih prometnih i subjektivnih razloga vozača:³³

- vožnja dugim pravcima zamara vozača i postaje monotona,
- na pravcima je otežano procjenjivati udaljenosti između vozila,
- dugi pravci mogu uzrokovati neharmoničan tok linije ceste, jer se pravac ne može dobro prilagoditi raznim oblicima terena,
- na pravcu se povećava opasnost, posebno pri mimoilaženju.

Primjena pravaca dopuštena je na većim objektima, na području raskrižja, na trakovima za preplitanje i pretjecanje i u drugim opravdanim slučajevima:³⁴

a) između protusmjernih zavoja

$$2V_p \leq L_{pr} \leq 20V_p$$

b) između istosmjernih zavoja

$$4V_p \leq L_{pr} \leq 20V_p$$

Gdje je:

- L_{pr} (m) - duljina pravca
- V_p (km/h) - projektna brzina

Pravac između dva protusmjerna zavoja („S“ zavoj) nije nužan, $L_{pr}=0$ [m]

2.5.2.2. Poprečni nagib kolnika u pravcu

Poprečni nagib kolnika (q) u pravcu primjenjuje se skoro isključivo radi odvodnje površinske vode. U poprečnom smislu, kolnik može imati jednostrani i dvostrani nagib te dvostrani sa zaobljenom srednjom trećinom i dvostrani parabolični nagib.³⁵

³³ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

³⁴ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

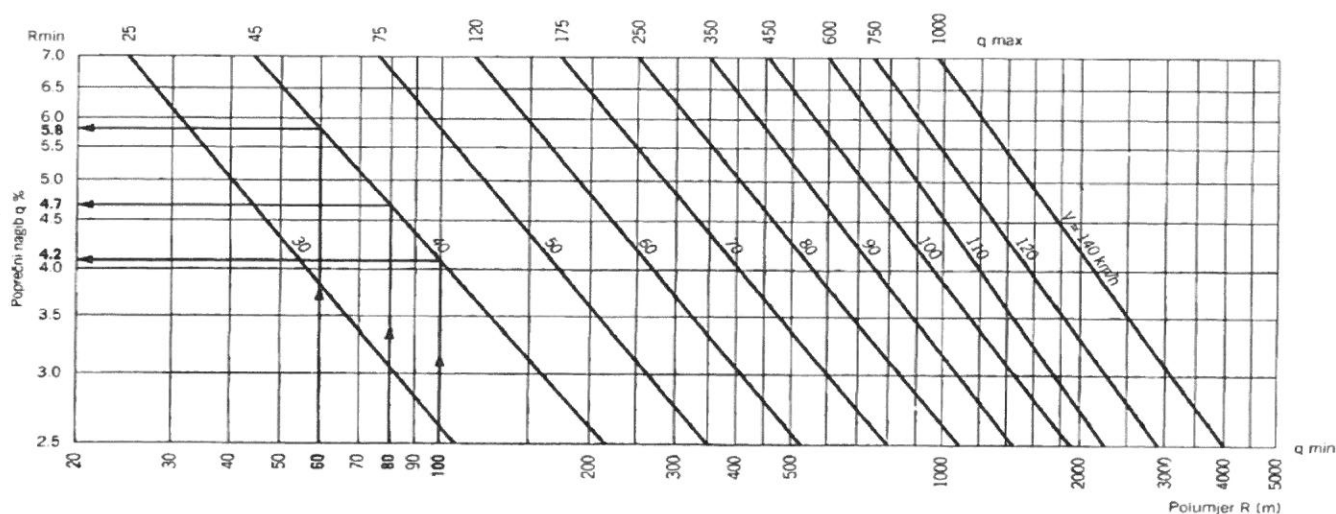
³⁵ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

Kod suvremenog kolničkog zastora primjenjuje minimalni poprečni nagib u pravcu u iznosu od 2,5%, a na hrapavom kolniku (makadamu) minimalni poprečni nagib mora biti 4% radi učinkovite odvodnje.

2.5.2.3. Poprečni nagib kolnika u zavojima

Unutar svih zavoja kolnik mora imati jednostran poprečni nagib s obzirom na unutarnju stranu zavoja. Maksimalni dopušteni poprečni nagib iznosi u zavojima 7%, a minimalni 2,5% kako je prikazano na grafikonu 1.

U serpentinama može poprečni nagib biti i veći od 7%, ali ne preko 8%. Na cestama i ulicama u naselju najveći poprečni nagib kolnika je 4%, iznimno 6%.³⁶



Grafikon 1. Odnos poprečnog nagiba kolnika u zavoju i polumjera zavoja

Izvor: *Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)*

³⁶ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

2.5.2.4. Kružni luk

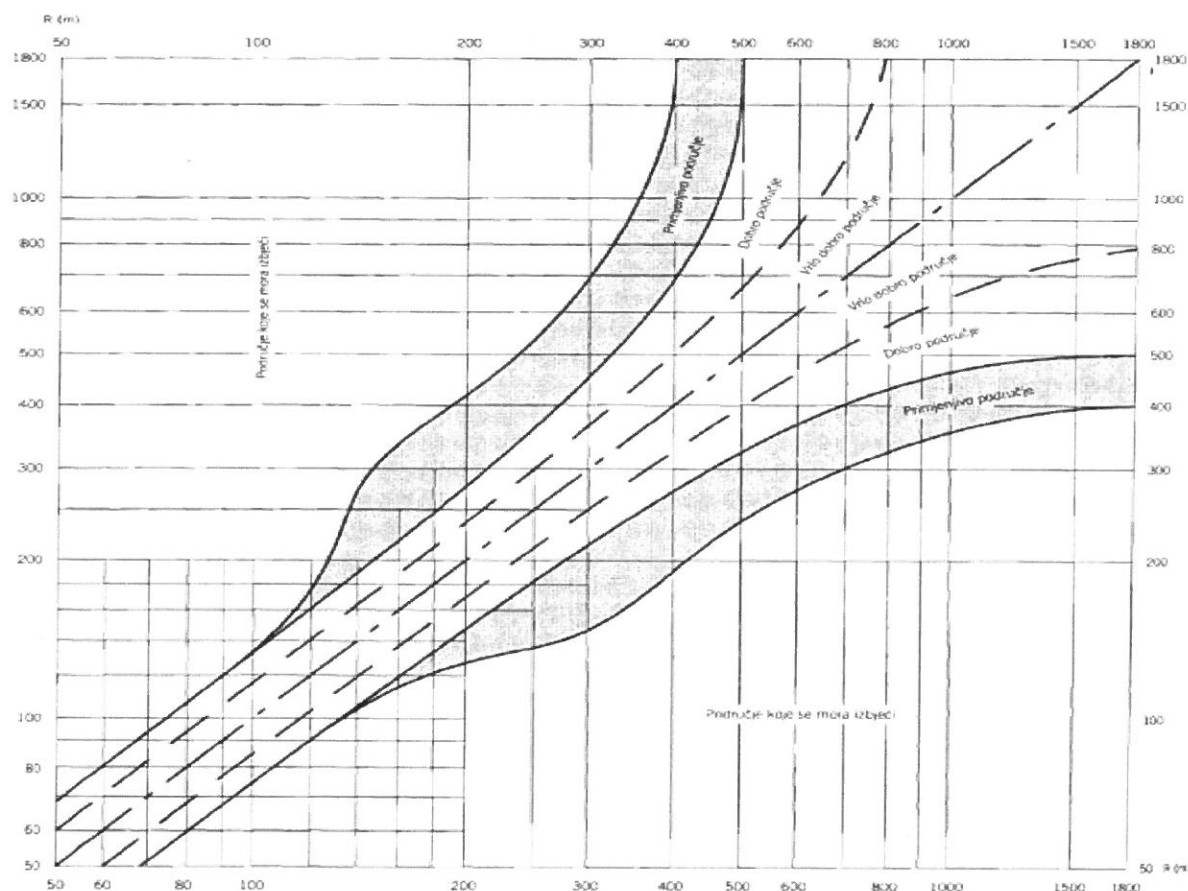
Kružni luk je potez ceste sa stalnom zakrivljenošću. Kružni luk je temeljni tlocrtni element ceste. Veličina polumjera kružnog luka (Tablica 4.) ovisi o projektnoj brzini, terenskim uvjetima, susjednim zavojevima i o mogućem odnosu projektne i računske brzine.³⁷

Tablica 4. Odnos projektne brzine i duljine kružnog luka

V_p [km/h]	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
L_{kmin} [m]	8	11	14	17	20	22	25	28	30	33	36

Izvor: *Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)*

Za skladan tok trase ceste usklađuju se polumjeri susjednih zavoja prema grafikonu 2.



Grafikon 2. Radijusi susjednih tlocrtnih zavoja

Izvor: *Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)*

³⁷ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

Na autocestama i cestama 1.razreda polumjeri uzastopnih (susjednih) zavoja trebaju se nalaziti u „vrlo dobrom području“, na cestama 2. i 3. razreda u „dobrom području“, a na ostalim cestama u „primjenjivom području“.³⁸

2.5.2.5. Prijelaznica

Prijelaznica kao tlocrtni element ceste služi za:³⁹

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

Na svim javnim cestama obavezna je primjena prijelaznice oblika klotoide.

Tablica 5. Odnos projektne brzine i duljine prijelaznice

V_p[km/h]	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
L_{min}[m]	25	30	35	45	50	60	65	75	85	95	115

Izvor: *Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)*

³⁸ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

³⁹ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

2.5.3. Vrste projekata za ceste

Prema Pravilniku projektiranje cesta odvija se u pravilu na sljedeće četiri razine.⁴⁰

1. Studija
2. Idejni projekt - radi se obično u više varijanata na podlozi 1:5000
3. Glavni projekt - radi se na podlozi mjerila 1:1000
4. Izvedbeni projekt - radi su u pravilu u sklopu glavnog projekta, a po potrebi se neki dijelovi glavnog projekta rade u obliku izvedbenog projekta

Pod studijama se podrazumijeva:⁴¹

1. Građevinsko – tehnička studija
2. Prometna studija
3. Studija opravdanosti
4. Studija o utjecaju na okoliš
5. Idejna rješenja

Uobičajena mjerila podloge za studije kreću se od 1:25000 do 1:50000.

⁴⁰ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

⁴¹ Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju dovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

3. ANALIZA PROSTORNE DOKUMENTACIJE VARAŽDINSKE ŽUPANIJE

Varaždinska županija ima samo Prostorni plan Varaždinske županije izrađen 2000. godine koji je još uvijek aktualan s dopunama i izmjenama.

Prednosti prostora županije neosporno leže u prometnom i geostrateškom položaju. Bez kvalitetnih prometnih veza nije realno očekivati oživotvorenje demografskog, gospodarskog, turističkog i svakog drugog napretka. Radi toga je razvoj prometnog sustava jedan od najvažnijih prioriteta Varaždinske županije.⁴²

Na temelju strateških ciljeva razvitka u cjelokupnom prostoru države, te s tim u svezi uloge prometnog sustava u povezivanju zemlje sa svijetom i povezivanju unutarnjeg prostora definirane su i osnovne smjernice razvitka prometnog sustava:⁴³

- a) Prometni sustav nužno je razvijati u međusobnoj povezanosti, koristeći sve prednosti kombiniranog prometa. Na taj se način integralnim prometom povezuje razvitak luka i pomorskog prometa s razvitkom riječnog, željezničkog, cestovnog i zračnog prometa. Nezamislivo je funkcioniranje integralnog prometnog sustava bez razvitka telekomunikacija i informatizacije, odnosno suvremenog sustava veza.
- b) Razvitak prometnog sustava treba promatrati cjelovito i u međusobnoj ovisnosti s funkcijama koje povezuje i opslužuje, ali istovremeno vodeći brigu o zaštiti okoliša i kvaliteti življenja.
- c) Prometni sustav nužno je razvijati etapno, ali je za ispravan razvitak presudno sagledati dugoročna rješenja, te postaviti prioritete realizacije u funkciji optimalnog doprinosa poticanju gospodarskog razvitka. Postoje pojedina područja koja je zbog svojih posebnih obilježja potrebno dodatno valorizirati i o njima posebno voditi računa.
- d) Uvažavajući političke promjene, društvene prilike, vrednovanje položaja i smještaja Hrvatske unutar šireg europskog prostora, kao i svekolike prilike u okruženju Hrvatske, evidentna je prioritarna potreba za uspostavom kvalitetnog prometnog koridora na pravcu: Zapadna i Srednja Europa - Jadran.
- e) S posebnom pažnjom potrebno je razvijati ključnu prigradsku i gradsku prometnu mrežu, koja će biti osposobljena za kvalitetnu razinu usluge u javnom, ali i individualnom prometu na pravcima najintenzivnijeg prometa. Ovo je posebno važno za smanjenje pritiska na središnje dijelove gradskih aglomeracija.

⁴² Prostorni plan Varaždinske županije, Varaždin, svibanj 2000. godine

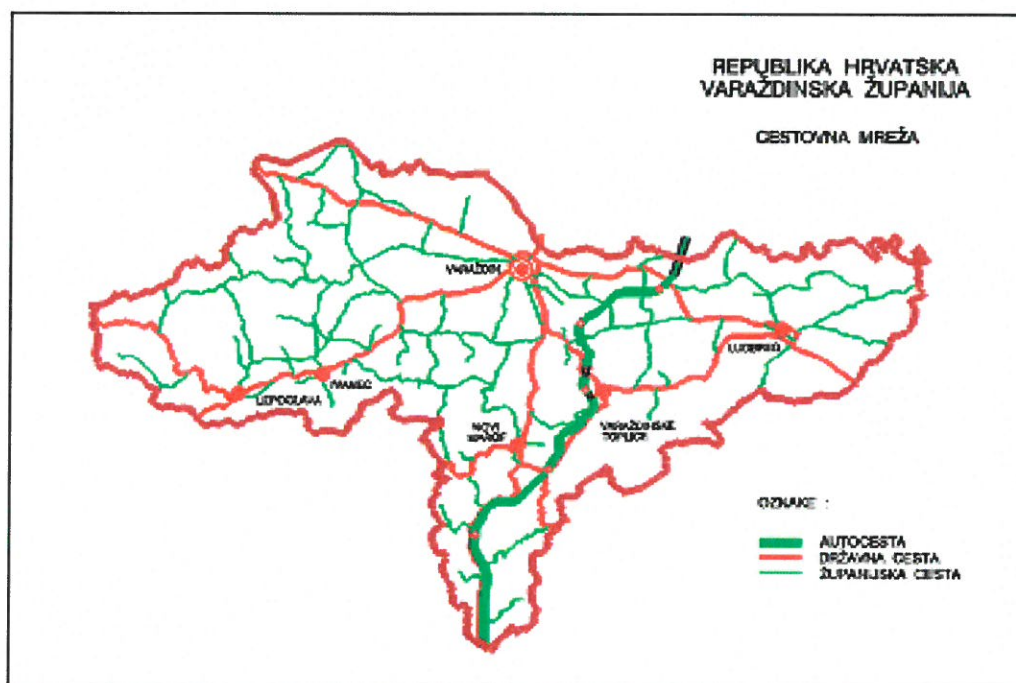
⁴³ Prostorni plan Varaždinske županije, Varaždin, svibanj 2000. godine

f) Vodeći računa o potrebi uravnoteženog i policentričnog razvitka Hrvatske i boljeg unutarnjeg međusobnog povezivanja, potrebno je posebnu pažnju posvetiti planiranju i izgradnji sustava:

- autoceste,
- brzih cesta,
- državnih cesta
- županijskih cesta,
- lokalnih cesta

s ciljem da se stanovništvo i gospodarstvo zadrži u područjima bitnim za oživotvorenje planiranog koncepta razvitka u prostoru.

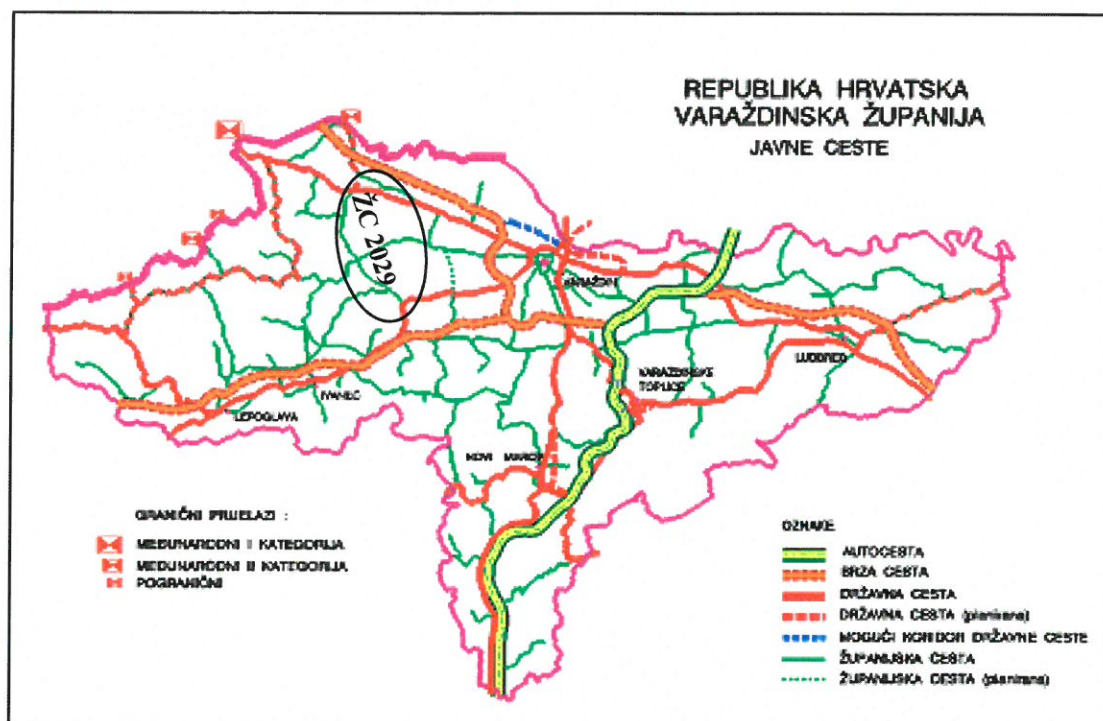
Županija ima veliko prometno značenje jer se u ovom prostoru križaju dva važna prometna koridora: transverzalni primarnog značenja, koji je najkraća i prometno najpogodnija veza srednjeg Podunavlja i sjevernog Jadrana (preko tzv. "hrvatskog praga") i longitudinalni sekundarnog značenja, koji slijedi tok rijeke Drave i povezuje Republiku Hrvatsku sa zapadnim i istočnim susjedima.⁴⁴



Slika 1. Cestovna mreža Varaždinske županije

Izvor: *Prostorni plan Varaždinske županije, Varaždin, svibanj 2000. godine*

⁴⁴ Prostorni plan Varaždinske županije, Varaždin, svibanj 2000. godine



Slika 3. Položaj županijske ceste 2029 u mreži javnih cesta Varaždinske županije

Izvor: *Prostorni plan Varaždinske županije, Varaždin, svibanj 2000. godine.*

4. ANALIZA PODATAKA O BROJANJU PROMETA NA PROMATRANOJ DIONICI

Od uvođenja brojenja prometa na hrvatskim cestama brojenje prometa slijedi tehnološki napredak načina brojenja u svjetskim okvirima te metodološke temelje vrsnosti i pouzdanosti brojačkih rezultata uzimajući u obzir promjene hrvatske cestovne mreže.⁴⁶

Hrvatske su javne ceste razvrstane temeljem Zakona o cestama (NN 84/2011) u četiri skupine: autoceste, državne ceste, županijske ceste i lokalne ceste. Uz tu podjelu, kada je u pitanju količina prometa, jedna je od najvažnijih podjela cesta prema kriteriju prometnog opterećenja. Pristup temeljen na stručnim i znanstvenim analizama kvantificiranog prometa omogućuje nepristranost takve podjele.⁴⁷

Učinkovito planiranje cestovne mreže te kratkoročne i dugoročne aktivnosti usmjerene na razvijanje i unaprjeđenje cestovnog prometa zahtijevaju iscrpne baze podataka koje, uz one o stanovništvu i gospodarstvu, obuhvaćaju i bazu podataka o prometnom sustavu i tokovima.⁴⁸

Među bitnim pokazateljima stupnja pa i čimbenika razvoja neke države, izgrađenost je cjeline prometne infrastrukture, koja u cestovnom prometu obuhvaća cestovnu mrežu sastavljenu od cesta svih vrsta, uključujući ulice, te druge cestovne građevine.⁴⁹

Prepoznavajući brojenje prometa kao temelj prometnog prognoziranja, planiranja, projektiranja i gospodarenja prometnim sustavom i cestama, Hrvatska u sustav brojenja prometa ulaže znatna materijalna sredstva. Brojenje cestovnog prometa za osnovni cilj ima sustavno prikupljanje podataka o značajkama cestovnog prometa na što je moguće većem dijelu cestovne mreže.⁵⁰

Brojenje prometa prilagođava se promjenama mreže državnih i županijskih cesta, autocesta i cestovnih građevina s naplatom uporabe te slijedi promjene u području brojačkih tehnologija i uređaja.⁵¹

U godini 2000. započela je primjena sunčeve energije za napajanje stacionarnih brojila, čime se znatno povećala njihova autonomnost. Automatska brojila prometa HAB-3.3, hrvatske tvrtke Lik-elektronika, namijenjena neprekidnom brojenju prometa, koja se također zasnivaju na elektromagnetskoj detekciji vozila po prvi su puta instalirana na hrvatskim cestama 2006. godine. Ta su brojila postavljena umjesto starije vrste brojila i na novouvedenim brojačkim mjestima. Brojila su uglavnom kompatibilna s drugim u nas korištenim stacionarnim brojilima, omogućuju daljinski nadzor i prikupljanje podataka i vozila mogu razvrstavati u 8+1 skupinu, odnosno 15 brzinskih razreda.⁵²

⁴⁶ Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2014., Hrvatske ceste d.o.o., Zagreb, 2015.

⁴⁷ Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2014., Hrvatske ceste d.o.o., Zagreb, 2015.

⁴⁸ Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2014., Hrvatske ceste d.o.o., Zagreb, 2015.

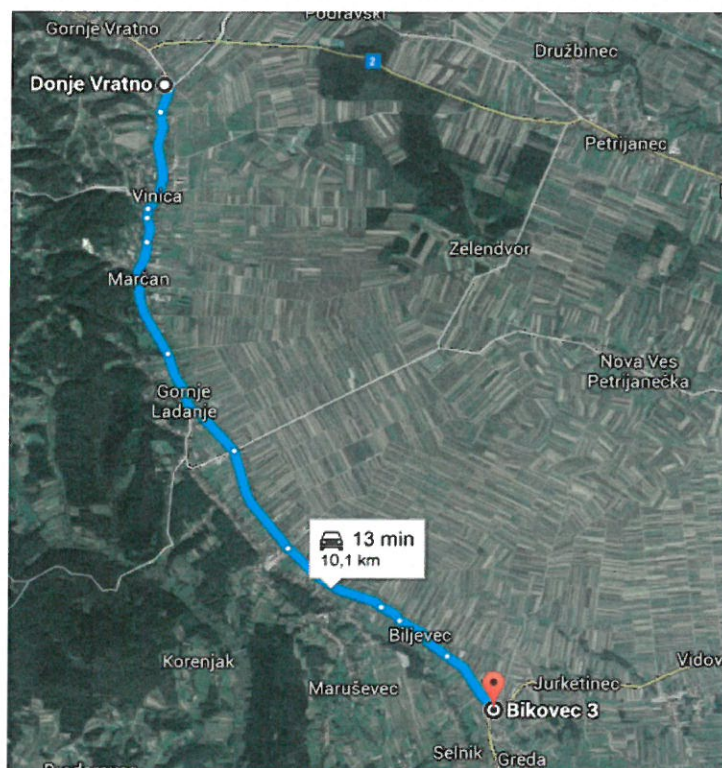
⁴⁹ Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2014., Hrvatske ceste d.o.o., Zagreb, 2015.

⁵⁰ Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2014., Hrvatske ceste d.o.o., Zagreb, 2015.

⁵¹ Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2014., Hrvatske ceste d.o.o., Zagreb, 2015.

⁵² Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2014., Hrvatske ceste d.o.o., Zagreb, 2015.

Uporabom automatskog brojila postavljenog na lokaciji Bikovec te praćenjem prometa kroz mjesec lipanj dobiva se uvid u prometno opterećenje.



Slika 4. Dionica županijske ceste 2029 od Donjeg Vratna do Grede

Izvor: Google Maps

Prosječni dnevni promet tijekom mjeseca lipnja kao što je vidljivo iz grafikona 3. iznosi 3182 vozila, što na mjesečnoj razini iznosi 95435 vozila te ukazuje da promatrana dionica županijske ceste 2029 od Donjeg Vratna do Grede pripada u 3. razred javnih cesta prema veličini motornog prometa. (Tablica 6.)

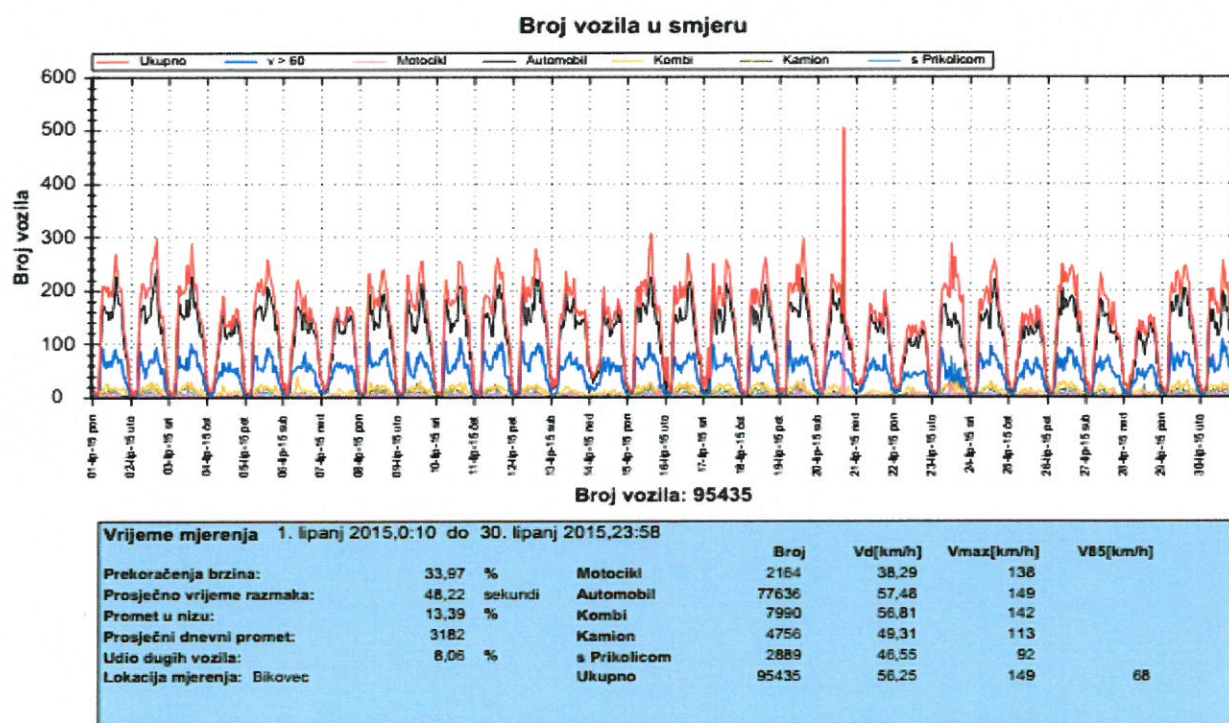
Tablica 6. Podjela javnih cesta prema veličini motornog prometa

Oznaka prema prometnoj podjeli	Ukupan broj vozila u 24 sata (voz/dan)
Autoceste/brze ceste	>14 000
1. razred	>12 000
2. razred	7000-12 000
3. razred	3000-7000
4. razred	1000-3000
5. razred	<1000

Izvor: Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

Iz grafikona 3. vidljivo je da prosječni intenzitet prometa po danima, struktura vozila u prometu i opterećenje prometnice unutar jednog dana (24 sata) je ujednačena što ukazuje na zaključak da se radi o prometu lokalnog stanovništva uz konstantan tranzitni prijevoz. Intenziviranje prometa u vidljivom dijelu dana je posljedica uporabe osobnih vozila vezanih za radne obaveze stanovništva, taj trend slijedi korištenja teretnih vozila. Intenzitet prometa u noćnim, ranojutarnjim i kasnovječernjim satima je bitno smanjen, ali se ne smije zanemariti u analizi. Smanjenje prometa neradnim danima u tjednu, kao i na dan državnih blagdana je očekivan, jer je radno angažiranje stanovništva i teretni promet manjeg intenziteta, a na toj dionici nisu značajni turistički pravci kretanja motoriziranih turista. Iz toga proizlazi zaključak da je za detaljno praćenje prometa unutar jednog dana 24 sata preporučljivo analizirati promet radnim danom u sredini tjedna. Uzimanje lipnja kao reprezentativnog mjeseca za vršno opterećenje u ovakvoj sredini je opravdano budući je to vrijeme prije sezone godišnjih odmora, a radovi na poljoprivredi su intenzivni.

Primjer kratkotrajnog maksimalnog prometa, s 20.lipnja 2015. (subota) na 21.lipnja 2015. (nedjelje) gdje se vidi nagli porast broja motocikala, je izuzetak koji pri analizi ne treba posebno razmatrati jer ne ovisi o demografskim i gospodarskim trendovima.

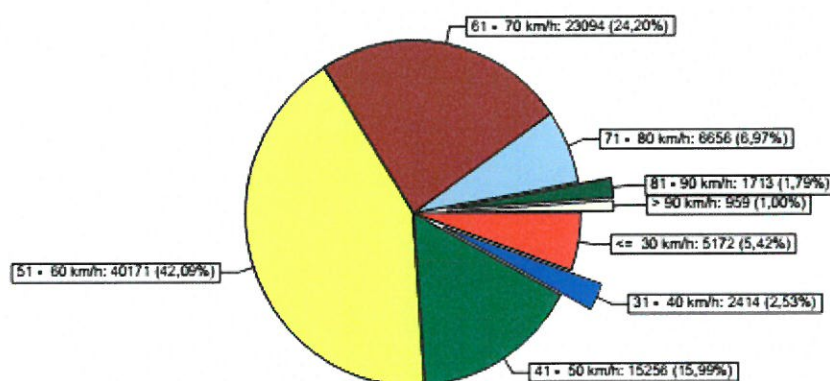


Grafikon 3. Rezultati brojanja prometa od 1.lipnja 2015 do 31.lipnja 2015.

Izvor: Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

Iz grafikona 4. vidljivo je da 15,9% vozača vozi računskom brzinom do 50 km/h koja je i zakonom dopuštena u naseljenom mjestu. Brzinom manjom do 30 km/h vozi 5,42% iz čega se može zaključiti da cestom voze radni strojevi na koje također treba obratiti pozornost pri projektiranju ceste. Do prekoračenja brzine dolazi u 33,97% vožnji što smanjuje sigurnost ostalih sudionika u prometu i zato treba obratiti pozornost na sigurnost pješaka i biciklista te na izgradnju biciklističkih i pješačkih staza.

Procjena učestalosti



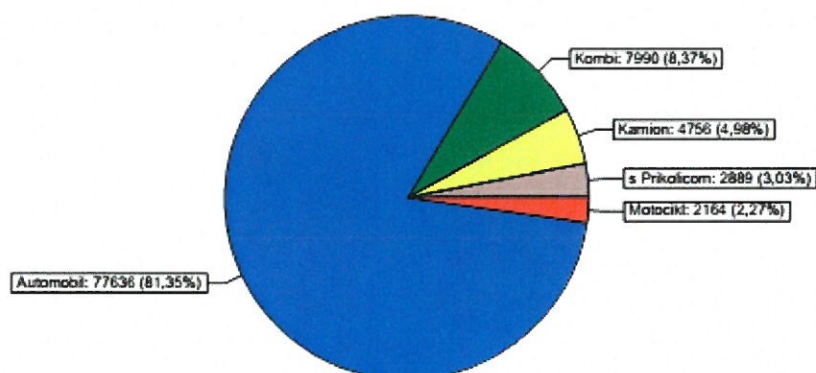
Vrijeme mjerenja 1. lipanj 2015,0:10 do 30. lipanj 2015,23:58				Broj	Vd[km/h]	Vmax[km/h]	V85[km/h]
Prekoračenja brzina:	33,97 %	Motocikl		2164	38,29	136	
Prosječno vrijeme razmaka:	48,22 sekundi	Automobil		77636	57,48	149	
Promet u nizu:	13,39 %	Kombi		7990	56,81	142	
Prosječni dnevni promet:	3182	Kamion		4756	49,31	113	
Udio dugih vozila:	8,06 %	s Prikolicom		2889	46,55	92	
Lokacija mjerenja: Bikovec		Ukupno		95435	56,25	149	68

Grafikon 4. Procjena učestalosti brzine vožnje

Izvor: Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

Iz grafikona 5. vidljivi je omjer pojedinih vrsta vozila koja sudjeluju u prometu na promatranoj dionici županijske ceste 2029. Najveći je broj automobila (81,35%), zatim kombi vozila (8,37%), kamiona (4,98%), kamiona s prikolicom (3,03%) te motocikala (2,27%). Prosječno vrijeme razmaka između vozila iznosi 48,22 sekunde, a promet u nizu se javlja u 13,39% vožnji.

Procjena učestalosti

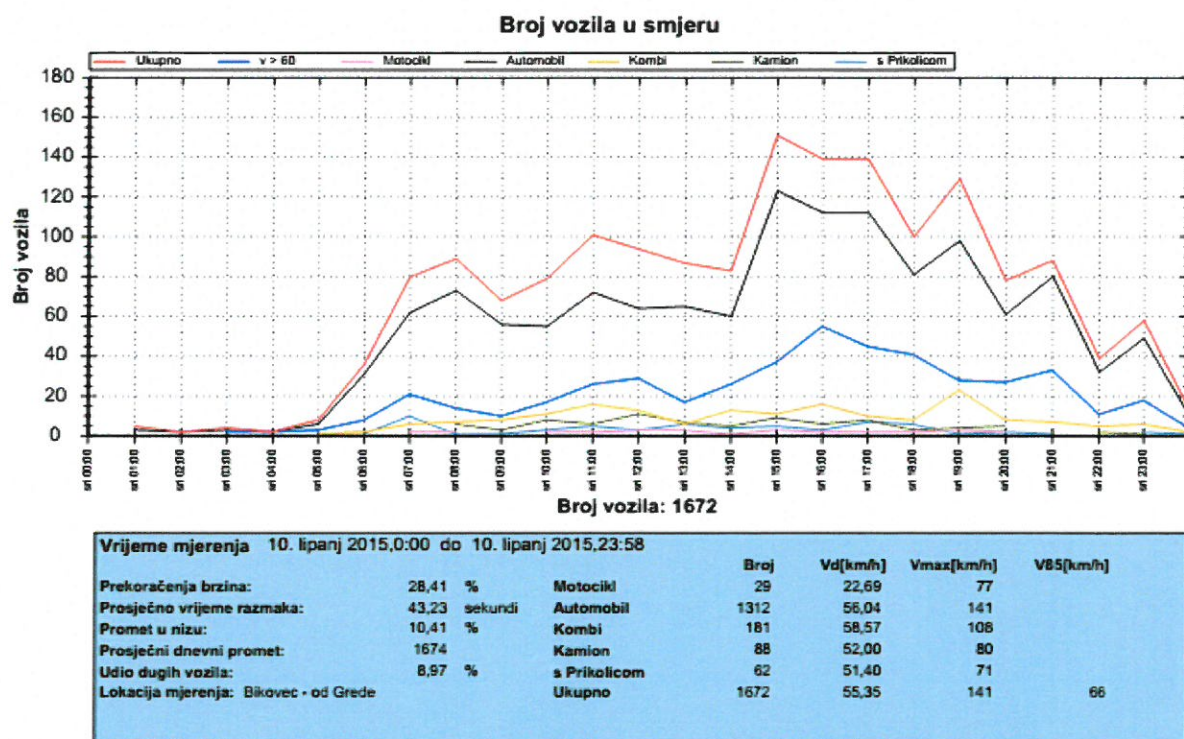


Vrijeme mjerenja 1. lipanj 2015,0:10 do 30. lipanj 2015,23:58				Broj	Vd[km/h]	Vmax[km/h]	V85[km/h]
Prekoračenja brzina:	33,97	%	Motocikl	2164	38,29	138	
Prosječno vrijeme razmaka:	48,22	sekundi	Automobil	77636	57,48	149	
Promet u nizu:	13,39	%	Kombi	7990	56,81	142	
Prosječni dnevni promet:	3182		Kamion	4756	49,31	113	
Udio dugih vozila:	8,06	%	s Prikolicom	2889	46,55	92	
Lokacija mjerenja: Bikovec			Ukupno	95435	56,25	149	68

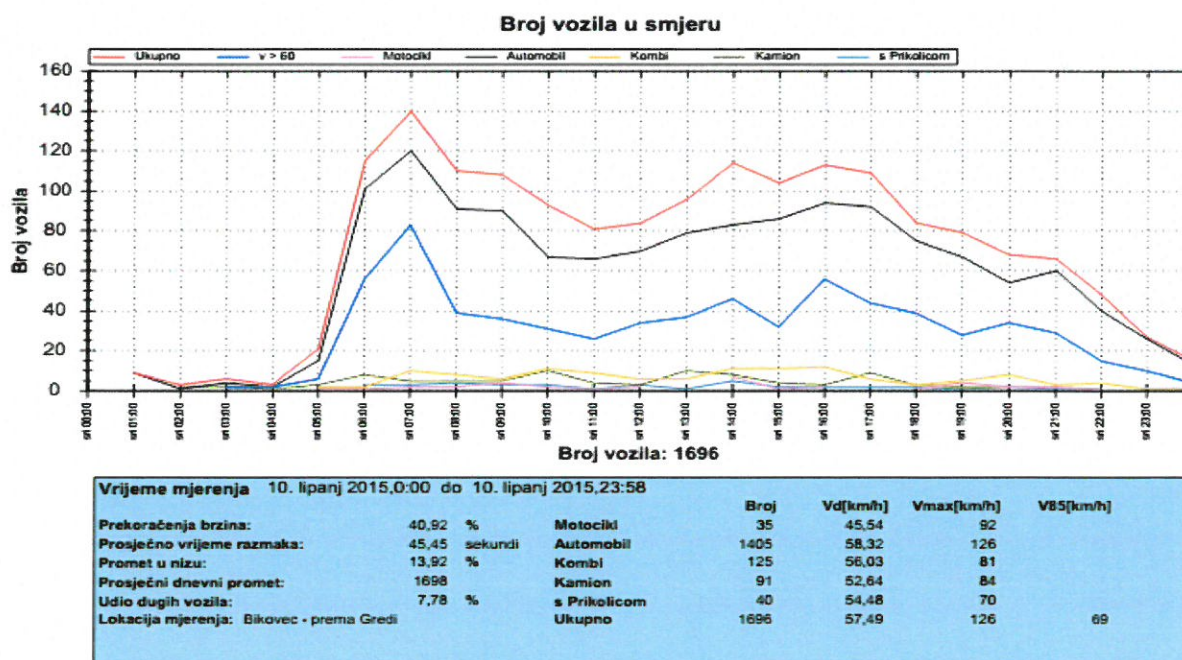
Grafikon 5. Procjena učestalosti pojedinih vrsta vozila

Izvor: Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

Iz grafikona 6. i grafikona 7. je vidljiv prosječan godišnji dnevni promet po pojedinom smjeru. Iz grafikona 6. može se vidjeti da je prosječno dnevno opterećenje 1672 voz/dan iz smjera Grede prema Bikovcu, a iz grafikona 7. prosječno dnevno opterećenje iznosi 1696 voz/dan iz smjera Bikovca prema Gredi tijekom lipnja.



Grafikon 6. Broj vozila u smjeru od Grede prema Bikovcu



Grafikon 7. Broj vozila u smjeru od Bikovca prema Gredi

Izvor: Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

Kvalitativnom analizom strukture prometnih sredstava i intenziteta dnevnog prometa razvidno je slijedeće:

- najveća zastupljenost osobnih automobila u dnevnom prometu posljedica je individualnog prometa osoba za prijevoz na posao i s posla u prvoj smjeni. Obzirom da se radi o seoskim naseljima spojenim u neprekidno područje u kojem živi radno intenzivno stanovništvo visoke gustoće naseljenosti (u području koje gravitira promatranj cesti),
- relativno visoka zastupljenost kombi vozila i srodne kategorije vozila (kamiona nosivosti 1-1,5 tona) posljedica je intenzivne uporabe ovih vozila od strane domicilnog stanovništva koje se bavi obiteljskom poljoprivrednom proizvodnjom kao primarnom ili sekundarnom djelatnošću i koristi se za prijevoz gotovih proizvoda unutar Varaždinske županije i prema Gradu Zagrebu,
- zastupljenost kamiona s prikolicom u prometu je posljedica tranzitnog prijevoza na spojnici između državnih cesta Varaždin – granični prijelaz Križovljan na sjeveru i Varaždin – Ivanec na jugu. Promatrana dionica ŽC 2029 je upravo najkraća spojnica tih cesta. Uz promatranu dionicu ceste nema značajnih gospodarskih subjekata koji na sebe vežu kamionski promet,
- promet motociklima je zanemariv i u usporedbi sa ostvarenim prosječnim brzinama razvidno je da se radi o tzv. skuterima koje koristi domicilno stanovništvo za vlastite potrebe. Vožnja motociklima u tranzitu je izuzetak i svodi se na organizirane manifestacije.

Analizom raspodjela intenziteta ukupnog prometa unutar 24 sata u promatranom razdoblju razvidan je pojačan intenziteta prometa prema Gredi u jutarnjim satima od 05:00 do 07:00 sati za osobna i teretna vozila sa prikolicom kao posljedica odlaska na posao i prijevoza tereta u tranzitu, dok ostale kategorije vozila prometuju jednakim prosječnim intenzitetom u vidnom dijelu dana, dok je intenzitet prometa u suprotnom smjeru najveći u popodnevnim satima između 14:00 i 17:00 sati i podrazumijeva sličnu strukturu vozila.

5. PRORAČUN RAZINE USLUGE PROMATRANE DIONICE

Kod dvotračnih cesta pojavljuje se specifičnost u proračunima da prometno opterećenje suprotnog smjera utječe na razinu usluge promatranog smjera. Pretjecanje sporijih vozila prvenstveno ovisi o prometnom opterećenju suprotnog prometnog traka.⁵³

Razina usluge dvotračnih cesta određuje se prema dva kriterija:⁵⁴

1. postotak vremena slijeđenja
2. prosječna brzina putovanja.

Postotak vremena slijeđenja predstavlja slobodu manevriranja, te udobnost u vožnji. Predstavlja prosječni postotak vremena kojeg vozila provedu vozeći u koloni iza sporijih vozila, zbog nemogućnosti pretjecanja.⁵⁵

Prosječna brzina putovanja predstavlja duljinu dionice ceste podijeljenu s prosječnim vremenom putovanja svih vozila na promatranoj dionici u određenom vremenskom periodu.⁵⁶

Highway Capacity Manual HCM 2010 klasificira dvotračne ceste u dvije klase:⁵⁷

Klasa I: dvotračne ceste na kojima vozači očekuju da će ostvariti relativno velike brzine putovanja. Predstavlja primarnu cestovnu mrežu, između većih gradova.

Klasa II: dvotračne ceste na kojima vozači ne očekuju da će ostvariti velike brzine putovanja. Najčešće su lokalnog karaktera i služe kao pristupne ceste, cestama klase I.

Razina usluge kod cesta klase I određuje se na temelju oba kriterija: postotak vremena slijeđenja i prosječna brzina putovanja. Kod cesta klase II kao što je ŽC 2029 razina usluge određuje se samo na temelju postotka vremena slijeđenja.⁵⁸

Razina usluge je kvalitativna mjera kojom se opisuju operativni uvjeti prometnog toka. Definirano je šest razina usluge, od A do F. Razina usluge A predstavlja najbolje operativne uvjete, a razina F najlošije. Prilikom projektiranja cesta i prometnih objekata na njima najčešće se uzimaju proračuni za razine usluga C ili D. Navedene razine usluga smatraju se zadovoljavajućima za korisnike.

⁵³Proračun razine usluge prema HCM 2010

⁵⁴Proračun razine usluge prema HCM 2010

⁵⁵Proračun razine usluge prema HCM 2010

⁵⁶Proračun razine usluge prema HCM 2010

⁵⁷Proračun razine usluge prema HCM 2010

⁵⁸Proračun razine usluge prema HCM 2010

Zahtijevani ulazni podaci za proračun razine usluge (LOS):

1. Klasa ceste prema HCM-u: **klasa II.**
2. Širina prometnog traka: **3,2 m**
3. Širina bankine s rubnim trakom: **1,20 m**
4. Gustoća raskrižja na cesti, gustoća priključaka na cestu: **3**
5. Konfiguracija terena ili postotak uzdužnoga nagiba: **nizinski teren**
6. Postotak zona u kojima nije moguće pretjecanje na dionici ceste: **80%**
7. Osnovna brzina slobodnoga toka: **BFFS=75 km/h**
8. Vrijeme promatranja: **15 min**
9. Faktor vršnog sata: nisu nam dostupni podaci o veličini faktora vršnog sata, te za područje u naselju uzimamo **PHF = 0,92**
10. Raspodjela prometnih tokova po smjerovima: **$V_{AB}=50\%$, $V_{BA}=50\%$**
11. Postotak teških vozila: **HGV=8%**

Broj pristupa na glavnu cestu značajno utječe na brzinu slobodnoga toka, kako zbog samih manevara koji se izvode tako i instinktivno vozači usporavaju kad se približavaju raskrižju.⁵⁹

Brzina slobodnog toka se procjenjuje za novoizgrađene ceste najčešće u vrijednostima od 70 do 110 km/h. Brzina slobodnog toka je teoretska brzina u uvjetima kada je gustoća prometa na promatranoj dionici jednaka nuli, odnosno kada na dionici uopće nema drugih vozila.⁶⁰

Faktor vršnog sata PHF predstavlja prometno opterećenje najopterećenijeg sata u danu (vršni sat) podijeljenog s najvećim 15-minutnim prometnim opterećenjem unutar tog istog sata. Predstavlja mjeru nestabilnosti prometne potražnje unutar vršnog sata u danu.

Za proračun razine usluge iznimno je važno poznavanje mjerodavnog prometnog opterećenja, koje se izražava u vozilima/h i na temelju kojeg se projektiraju elementi buduće prometnice. Pomoću koeficijenta K, koji predstavlja udio PGDP u mjerodavnom prometnom opterećenju i raspodjele prometnog opterećenja po smjerovima dobiva se mjerodavno prometno opterećenje za jedan smjer vožnje.⁶¹

⁵⁹ Proračun razine usluge prema HCM 2010

⁶⁰ Proračun razine usluge prema HCM 2010

⁶¹ Proračun razine usluge prema HCM 2010

Mjerodavno prometno opterećenje, V

$$V = PGDP * K * D$$

$$V_{AB} = 3000 * 0,095 * 0,5 = 143 \text{ voz/h}$$

$$V_{BA} = 3000 * 0,095 * 0,5 = 143 \text{ voz/h}$$

Pri čemu je:

- PGDP – prosječni godišnji dnevni promet = 3000 voz/dan
- K – korekcijski faktor = 0,095 (tablica 7.)
- D – postotak raspodjele prometnih tokova po smjerovima
- $D_{AB} = 50\%$
- $D_{BA} = 50\%$

Tablica 7. Korekcijski faktor PGDP-a

Korekcijski faktor (K)	
Vrsta područja	K- faktor
Građevinsko	0,091
Urbano	0,093
Naseljeno područje	0,095
Nenaseljeno područje	0,1

Izvor: *Proračun razine usluge prema HCM 2010*

Razina usluge za oba smjera vožnje određuje se na temelju konfiguracije terena, geometrijskih elemenata i prometnih uvjeta. Teren se klasificira na nizinski i brdoviti (uključujući i brežuljkasti), a za planinski teren potrebno je određivati razinu usluge za svaki smjer posebno. Potrebni prometni podaci su: prometno opterećenje za oba smjera, faktor vršnog sata i raspodjela tokova po smjerovima vožnje. Prometni podaci također i uključuju podatke o udjelu teških i rekreacijskih (turističkih) vozila u prometnom toku. Ključni element u određivanju razine usluge je određivanje brzine slobodnoga toka FFS. Brzina slobodnoga toka na dvotračnim cestama najčešće varira od 70 km/h do 110 km/h. Brzina slobodnoga toka FFS ukoliko se ne može izmjeriti na terenu se procjenjuje na temelju osnovne brzine slobodnoga toka BFFS, koja se umanjuje u ovisnosti o geometrijskim elementima ceste i broju pristupa na glavnu prometnicu. Nažalost ne postoje smjernice za procjenu BFFS s obzirom da ovisi o tehničkim elementima ceste, koji su na svakoj cesti drugačiji i omogućuju razvijanje različitih brzina. Na vrijednost BFFS utječu razni lokalni i regionalni faktori.⁶²

⁶²Proračun razine usluge prema HCM 2010

Određivanje brzine slobodnoga toka FFS

$$FFS = BFFS - F_{ls} - F_a = 75 - 3,8 - 0 = 71,2 \text{ [km/h]}$$

Pri čemu je:

- osnovna brzina slobodnoga toka: BFFS=75 [km/h]
- F_{ls} = umanjenje osnovne brzine slobodnoga toka zbog širine prometnoga traka i bankine/rubnog traka, (tablica 8.)
- F_a – umanjenje BFFS s obzirom na broj pristupa duž promatrane dionice ceste (tablica 8.)

Tablica 8. Određivanje faktora F_{ls} i F_a

Faktor F_{ls}	Smanjenje brzina slobodnog toka			
	Širina rubnog traka i bankine			
Širina prometnog traka (m)	$\geq 0,0 < 0,6$	$\geq 0,6 < 1,2$	$\geq 1,2 < 1,8$	$\geq 1,8$
2,7 < 3	10,6	7,7	5,6	3,5
$\geq 3 < 3,3$	8,5	5,9	3,8	1,7
$\geq 3,3 < 3,6$	7,5	4,9	2,8	0,7
$\geq 3,6$	6,8	4,2	2,1	0
Faktor F_a	Smanjenje brzina slobodnog toka			
	Broj raskrižja po kilometru			
0	0			
6	4			
12	8			
18	12			
≥ 24	16			

Izvor: Proračun razine usluge prema HCM 2010

Prometno opterećenje za 15 – minutni period

$$vp = \frac{V}{PHF * f_g * f_{hv}} \text{ [PAJ/h]}$$

Gdje je:

- v_p – prometno opterećenje 15-minutnog perioda vršnog sata u PAJ/h
- V - prometno opterećenje vršnog sata (voz/h)
- PHF – faktor vršnog sata =0,92
- f_g – faktor prilagodbe konfiguraciji terena (tablica 9.)
- f_{hv} – faktor prilagodbe utjecaja teških vozila

Tablica 9. Faktor prilagodbe konfiguraciji terena (F_g)

Raspon prometnog opterećenja za dvotračne ceste [voz/h]	Faktor F_g	
	Tip terena	
	nizinski	brežuljkasti
0-600	1	0,77
>600-1200	1	0,94
>1200	1	1

Izvor: Proračun razine usluge prema HCM 2010

$$f_{hv} = \frac{1}{1 + P_t(E_t - 1) + P_r(E_r - 1)}$$

Gdje je:

- E_t – ekvivalent teških vozila (tablica 10.)
- E_r – ekvivalent rekreacijskih vozila (tablica 10.)
- P_r – udio rekreacijskih vozila RVs (tablica 10.)
- P_t – udio teških vozila

Prisustvo teških vozila u prometnom toku smanjuje brzinu slobodnog prometnog toka. Kako bi se odredio faktor f_{hv} , prije toga je potrebno odrediti faktor izjednačavanja teških vozila s osobnim automobilima E_t i faktor izjednačavanja rekreacijskih vozila s osobnim automobilima E_r .⁶³

Tablica 10. Faktor izjednačavanja teških vozila s osobnim automobilima E_T i faktor izjednačavanja rekreacijskih vozila s osobnim automobilima E_R

Vrsta vozila	Raspon prometnog opterećenja za dvotračne ceste [voz/h]	Tip terena	
		nizinski	brežuljkasti
Kamioni, E_t	0-600	1	1,8
	>600-1200	1	1,5
	>1200	1	1
Rekreacijska vozila (RVs), E_r	0-600	1	1
	>600-1200	1	1
	>1200	1	1

Izvor: Proračun razine usluge prema HCM 2010

⁶³ Proračun razine usluge prema HCM 2010

Faktor prilagodbe utjecaja teških vozila (f_{hv}):

$$f_{hv} = \frac{1}{1 + P_t(E_t - 1) + P_r(E_r - 1)}$$

Gdje je:

- $P_t = 0,08$,
- $E_t = 1,00$,
- $E_r = 1,00$,
- $P_r = 0,01$

$$f_{hv} = \frac{1}{1 + 0,08(1 - 1) + 0,01(1 - 1)}$$

$$f_{hv} = 1,00$$

Prometno opterećenje 15-minutnog perioda vršnog sata u PAJ/h (v_p):

$$v_p = \frac{V}{PHF * f_g * f_{hv}}$$

Gdje je:

- $PHF = 0,88$
- $f_g = 1,00$
- $f_{hv} = 1,00$

$$v_p = \frac{V}{PHF * f_g * f_{hv}} = \frac{285}{0,92 * 1 * 1} = 309,782 \text{ [PAJ/h]}$$

Prosječno vrijeme slijeđenja PTSF (Tablica 12.)

$$PTSF = BPTSF + f_{np}$$

$$BPTSF = 100(1 - e^{-0,000879 \cdot v_p})$$

Gdje je:

- BPTSF – osnovni postotak vremena slijeđenja za oba smjera vožnje
- f_{np} – faktor prilagodbe za kombinirani efekt utjecaja raspodjele tokova po smjerovima vožnje i postotka zona u kojima nije moguće pretjecati (Tablica 11.)
- v_p – prometno opterećenje 15-minutnog perioda vršnog sata u PAJ/h

$$BPTSF = 100(1 - e^{-0,000879 \cdot 309,782}) = 23,83\%$$

Gdje je:

- $v_p = 340,909$ [PAJ/h]

$$PTSF = BPTSF + f_{np}$$

- $f_{np} = 23,8$

$$PTSF = 23,83 + 23,8 = 47,63 \%$$

Tablica 11. Faktor prilagodbe za kombinirani efekt utjecaja raspodjele tokova po smjerovima vožnje i postotka zona u kojima nije moguće pretjecati (f_{np})

Prometno opterećenje dvotračnih cesta [voz/h]	Postotak zona u kojima nije moguće pretjecanje na dioni ceste					
	0	20	40	60	80	100
	Raspodjela prometnih tokova po smjeru 50/50					
≤200	0	10,1	17,2	20,2	21	21,8
400	0	12,4	19	22,7	23,8	24,8
600	0	11,2	16	18,7	19,7	20,5
800	0	9	12,3	14,1	14,5	15,4
1400	0	3,6	5,5	6,7	7,3	7,9
2000	0	1,8	2,9	3,7	4,1	4,4
2600	0	1,1	1,6	2	2,3	2,4
3200	0	0,7	0,9	1,1	1,2	1,4

Izvor: Proračun razine usluge prema HCM 2010

Prosječno vrijeme slijeđenja (PTSF) iznosi 47,63% što dionicu županijske ceste 2029 od Donjeg Ladanja prema Gredi svrstava u razinu usluge B. (Tablica 12)

Tablica 12. Razina usluge za dvotračne ceste Klase II prema postotku slijeđenja

Razina usluge	Prosječno vrijeme slijeđenja
A	≤40
B	>40-55
C	>55-70
D	>70-85
E	>85

Izvor: *Proračun razine usluge prema HCM 2010*

6. ANALIZA POSTOJEĆIH PROJEKTNIH ELEMENATA PROMATRANE DIONICE

Analiza postojećeg stanja provest će se na temelju dokumenta Izvedbenog projekta: Izvanredno održavanje županijske ceste ŽC 2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko-biciklističkih staza i rješanjem odvodnje u duljini od 600 m i opisom projektnih elemenata uočenih dionici županijske ceste 2029.



Slika 5. Radovi na županijskoj cesti 2029 u mjestu Koretinac

Izvor: <http://www.arhiva.marusevec.hr/hr/244/kanalizacija-na-ulazu-u-donje-ladanje/>

Dionica prometnice ŽC 2029 koja će biti obuhvaćena ovim završnom radu započinje iz smjera Donjeg Ladanja prema Gredi u mjestu Koretinac, te se zahvat proteže u duljini od cca 605 m. Čitava trasa prometnice se nalazi u urbanom području.

Cijela trasa prometnice ima asfaltni kolnički zastor. Asfalt kolnika je uglavnom na cijeloj trasi raspucali s lokalnim oštećenjima, kolotrazima i lokalnim ulegnućima.



Slika 6. Prikaz postojećeg stanja kolnika županijske ceste 2029

Izvor: <http://www.vinica.hr/index.php/hr/component/k2/item/1260-zacjevljenje-i-rekonstrukcija-u-gornjem-ladanjuzahtjevi-na%C4%8Delnika-urodili-plodom>

Analizom podataka o brojanju prometa na lokaciji Bikovec na dionici županijske ceste 2029 dobiva se prometno opterećenja u iznosu od 3182 vozila po danu što ovu cestu svrstava u 3. razred te prema Pravilniku o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti u prometu postojeći projekti elementi ne zadovoljavaju norme propisane Pravilnikom. (Tablica 13.)

Postojeća širina kolnika je 5,1 metar što nije zadovoljavajuće stanje ni u skladu s Pravilnikom. Poprečni nagib kolnika prometnice je dvostrani nedovoljnog i nepravilnog poprečnog nagiba. Postojeći uzdužni nagibi kolnika su većem dijelu dionice neadekvatni, što nije pogodno s aspekta odvodnje ceste.

Bankine su travnate i neuređene (najčešće više od kolnika) što rezultira zadržavanjem vode uz rub kolnika. Na dionici površinska odvodnja nije riješena, pa se oborinske vode zadržavaju na prometnoj površini.

Tablica 13. Usporedba postojećeg stanja projektnih elemenata s Pravilnikom o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa

Projektni elementi	Postojeće stanje	Prema Pravilniku
PGDP	3000 voz/dan	3. razred
Konfiguracija terena	nizinski	$V_p=50$ km/h,
Uzdužni nagib	$S=0,30\%$	$S_{max}=9\%$
Odnos V_p/R_{min}	$R_{min} \geq 75$ m	$R_{min} \geq 75$ m
Poprečni nagib kolnika (q)	neadekvatni dvostrani, nepravilnog nagiba	jednostrani
Poprečni nagib kolnika u zavoju $R_1 = 192$ [m]	-	$q_{min} \geq 3,6\%$
Poprečni nagib kolnika u zavoju $R_2 = 463$ [m]	-	$q_{min} \geq 2,5\%$
Poprečni nagib kolnika u zavoju $R_3 = 163$ [m]	-	$q_{min} \geq 4\%$
Poprečni nagib kolnika u zavoju $R_4 = 2105$ [m]	-	$q_{min} \geq 2,5\%$
Zaustavna preglednost za $V_r=50$ [km/h]	-	$P_z \geq 50$ m
Parametar klotoide A [m] za $V_p=50$ km/h	-	$A_{min}=51$ m
Najmanja duljina prijelaznice L_{min} [m] za $V_p=50$ km/h	-	$L_{min}=35$ m
Širina prometnog traka za $V_p= 50$ km/h i mjerodavno vozilo širine 2,6 metara	$\check{S}_{vt}= 2,55$ m	$\check{S}_{vt}=3,00$ (2,75) m
Širina rubnog traka	$\check{S}_{rt}= 0,20$ m	$\check{S}_{rt}= 0,20$ m
Bankina	neuređena, viša od kolnika	za 3. kategoriju ceste iznosi 1,0 m
Nogostupi	nema	Nadvišeni rubnjakom uz zaštitnu širinu veću od 1,0 m
Biciklističke staze	nema	U širini većoj od 1,5 m ako nisu denivelirani rubnjakom od kolnika

Postojeći radijusi horizontalnih zavoja su (slika 6.):

1. $R_1 = \text{cca } 192,27$ [m]
2. $R_2 = \text{cca } 463,87$ [m]
3. $R_3 = \text{cca } 166,22$ [m]
4. $R_4 = \text{cca } 2105,5$ [m]



Slika 7. Radijusi horizontalnih zavoja

Izvor: Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.



Slika 8. Županijska cesta 2029 na ulazu u Gornje Ladanje

Izvor: <http://www.vinica.hr/index.php/hr/component/k2/item/1260-zacjevljenje-i-rekonstrukcija-u-gornjem-ladanjuzahtjevi-na%C4%8Delnika-urodili-plodom>



Slika 9. Primjer postojećeg stanja odvodnje

Izvor: <http://www.varazdinska-zupanija.hr/novosti/iz-%C5%BEupanije/predstavljen-projekt-ure%C4%91enja-%C5%BEupanijske-ceste-u-gornjem-ladanju/>

7. PRIJEDLOG MJERE POBOLJŠANJA POSTOJEĆIH PROJEKTNIH ELEMENATA DIONICE CESTE

7.1. Horizontalni elementi

Prijedlozi mjera poboljšanja postojećih projektnih elemenata imaju cilj očuvanja građevinske, prometne i gospodarske vrijednosti ceste. Obnova bi se trebala izvesti na način da se što više zadrže postojeći horizontalni i vertikalni elementi kolnika.

Izvanrednim održavanjem dionice županijske ceste ŽC 2029 trebala bi se provesti obnova kolnika na način da se zadovolji računska brzina od $V_r=50$ km/h gdje god je moguće. Minimalni radijus horizontalne krivine na predmetnoj dionici iznosi $R_{min}=190$ m. Zbog prostornih ograničenja minimalna dužina prijelaznice iznosi $L_{min}=15$ m. Novoprojektirana os prometnice vođena je na način da se ispoštuje projektirana širina kolnika, biciklističkih i pješačkih staza u postojećim gabaritima.⁶⁴

Predviđa se cesta u širini kolnika od 6.4 m (2x3.20), s obostranim biciklističkim stazama u nivou širine 1.50 m, te uzdignutim pješačkim stazama desnom stranom iz smjera Ladanja širine 1.60 m, a lijevom stranom minimalne širine 0,80 m. (širine variraju ovisno o udaljenosti postojećih objekata i ograda od velikog rubnjaka).⁶⁵

Korekcije (popravci) tlocrtnih elemenata ceste u zavojima, trebali bi se izvesti na način da su zavoji projektirani za računsku brzinu od 50 km/h.

⁶⁴ Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

⁶⁵ Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.



Slika 10. Proširenje kolnika županijske ceste 2029

Izvor: <http://www.arhiva.marusevec.hr/hr/112/radovi-na-uredenju-zc-greda--d-ladanje/gallery/256/>

7.2. Visinski elementi

S obzirom na ograničenja vezana uz praćenje postojeće trase na gotovo cijelom potezu ceste, veza na postojeće kućne prilaze i prilazne ceste, uzdužni i poprečni nagibi postojeće ceste primjenjuju se uzdužni nagibi do maksimalno 1.5%.⁶⁶

Na početku zahvata niveleta se uklapa tako da se izvrši korektan spoj na postojeći asfalt. Trasa ima pretežno uzdužne nagibe od 0.30%, kako bi se poboljšalo stanje glede uzdužne odvodnje ceste.

Na ovoj dionici ima značajnijih korekcija vertikalnih elemenata (krivina) zbog neadekvatnih uzdužnih nagiba i već izgrađenih kolnih ulaza. Da bi se zadovoljili minimalni uzdužni nagib 0,3%, i time stvorili uvjete za površinsku odvodnju, a da se ispoštuju visine kolnih ulaza na mjestima od st.0+270,00 do st.0+ 356,53 i od stacionaže 0+464,80 do 0+571,70 potrebno je spustiti niveletu ceste (kopanje postojećeg asfalta). Uzrok spuštanja nivelete su neadekvatni uzdužni i poprečni nagibi ceste, te visine izgrađenih i uređenih kolnih ulaza, dok će na preostalim mjestima biti potrebno visinski korigirati kolne ulaze.

⁶⁶ Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

7.3. Tehnički elementi projektiranog stanja

Mjere poboljšanja projektnih elemenata ceste prikazani su u tablici 14. S obzirom na računsku brzinu od 50 km/h prema Pravilniku minimalna širina prometnog traka bi trebala iznositi 3,00 metara, ali u ovom slučaju se odabire širina prometnog traka od 3,2 metra zato što dopuštaju prostorni uvjeti. Mjerodavno vozilo je teretno vozilo s prikolicom prema kojem se rade proširenja u zavoju. Minimalni radijus konkavnog zavoja iznosi 100 metara, a konveksne vertikalne krivine 130 metara.

Tablica 14. Projektirani elementi

vrsta terena	nizinski
računska brzina	50 km/h
širina prometnog traka	3,2 m
proširenja	za teretno vozilo sa prikolicom
uzdužni nagib	max. 1,5%
R _{min} ∩	1000 m
R _{min} ∪	1500 m

7.4. Konstruktivni elementi

Postojeća kolnička konstrukcija se zadržava jednim dijelom, pri čemu bi se na kontaktnim površinama trebalo izvršiti glodanje habajućeg sloja u debljini 1-4 cm i presvlačenje novim asfaltnim tepihom, a na proširenjima izvan postojećeg kolnika će se izvesti potpuno nova kolnička konstrukcija.⁶⁷

Širina prometnih traka predviđena je 2x3,20m, s obostranim pješačko-biciklističkim stazama. Biciklističke trake projektirane su obostrano u nivou kolnika širine 1,50 m i u cijeloj dužini su izvan postojećeg kolnika. Pješačka staza bi trebala biti izvedena ugradnjom cestovnog rubnjaka 15/25 te denivelirana od prometnice za visinu do 15 cm. Istu je sa vanjske strane predviđeno obrubiti malim rubnjakom 8/20 cm prema zelenoj površini ili bankini, dok na dijelovima gdje je širina između ograde ili objekta manja od 0,50 m staza se izvodi do ograde parapeta.⁶⁸

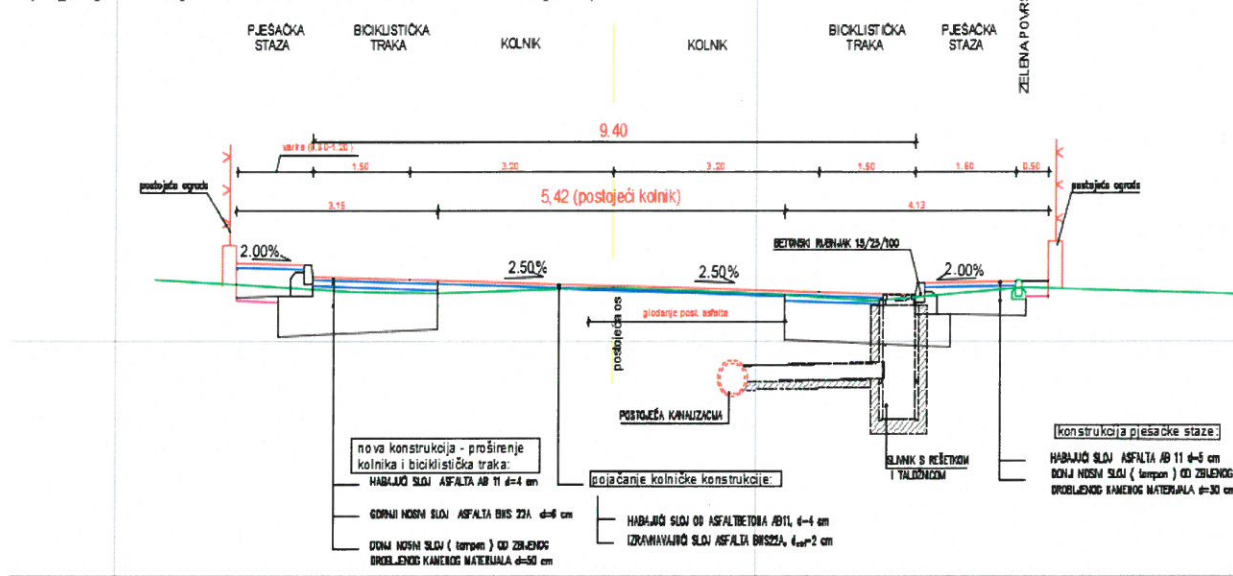
Na mjestu kolnih ulaza u dvorišta cestovni rubnjaci ugrađuju se polegnuti u dužini min. 4 m na način da su od asfalta kolnika uzdignuti za 6 cm.⁶⁹

⁶⁷ Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

⁶⁸ Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

⁶⁹ Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

Normalni poprečni presjek – A (pojačanje kolničke konstrukcije)



Slika 11. Normalni poprečni presjek

Izvor: Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015



Slika 12. Izgradnja pješačke staze

Izvor: <http://arhiva.vinica.hr/hr/717/rekonstrukcija-raskrizja-u-gornje-m-ladanju-pred-zavrsetkom/>



Slika 13. Presvlačenje novim asfaltnim tepihom

Izvor: <http://www.zuc-vz.hr/index.php?content=novosti&id=36>



Slika 14. Kolni prilazi u dvorišta

Izvor: <http://arhiva.vinica.hr/hr/717/rekonstrukcija-raskrizja-u-gornjem-ladanju-pred-zavrsetkom/>

Konstrukciju novog kolnika čine tamponski sloj od mehanički zbijenog, drobljenog kamenog materijala granulacije 0/63 mm debljine 50 cm, bitumenizirana drobljena kamena sitnež granulacije 0/22A mm u debljini 6 cm koja čini gornji nosivi sloj asfalta i asfaltbeton od drobljene kamene sitneži eruptivnog ili dolomitnog porijekla granulacije 0/11 mm debljine 4 cm za habajući sloj asfalta.⁷⁰

Cestovni rubnjaci 15/25 cm se postavljaju na betonsku podlogu MB15 s 0,07 m³ betona po rubnjaka. Na mjestima kolnih ulaza isti se postavljaju kao polegnuti i to u cijeloj širini ulaza.⁷¹

Prihvaćanje oborinskih voda uz rubnjak u kanalizacijsku mrežu vrši se isključivo preko slivnika s taložnicom. Slivnici se izrađuju od betonskih cijevi profila 500 mm. Na dnu cijevi betonira se dno taložnice debljine 15 cm, a oko cijevi obloga debljine 10 cm betonom MB 20. Na vrh betonske cijevi se ubetonirava ljevanoželjezna rešetka dimenzija 400/400 mm.⁷²

Priključna kanalizacija, od slivnika do kanalskog okna kanalizacijske mreže, izvodi se PVC cijevima profila 200 mm. Cijevi se polažu na posteljicu od pješčanog materijala, a od istog materijala je i obloga cijevi, koja se izrađuje do 15 cm iznad tjemena cijevi.⁷³

Visinski položaj projektirane prometnice prilagođen je visinskim položajima postojećih kolnih ulaza.

7.5. Odvodnja

Odvodnja oborinskih voda s novoprojektirane kolničke površine osigurana je projektiranim poprečnim i uzdužnim nagibom kolnika, te se na taj način voda sa kolnika prikuplja uz projektirani veliki rubnjak, dok je daljnje prihvaćanje oborinskih voda s vozne površine predviđeno da se riješi uz pomoć slivnika s rešetkom smještenog uz veliki rubnjak. Iz slivnika s taložnicom se voda prihvaća sustavom postojeće kanalizacije. Predviđa se ugraditi 34 slivnika s rešetkom s lijeve i desne strane. Svi potrebni detalji vezani uz postavljanje slivnika i linijskih kanalice vidljivi su iz priloženih situacija, uzdužnih i poprečnih presjeka.⁷⁴

⁷⁰ Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

⁷¹ Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

⁷² Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

⁷³ Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

⁷⁴ Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

7.6. Prometna oprema i signalizacija

Korekcije (popravci) tlocrtnih elemenata ceste izvedene su na svim zavojima, na način da su zavoji projektirani za računsku brzinu od 50 km/h. U skladu s tim i značenjem prometnice odabrana je i projektirana prometna signalizacija – veličina prometnih znakova, oznake na kolniku i ostali elementi, a da bi se zadovoljila sigurnost prometa.⁷⁵

Prometna signalizacija i oprema projektirani su skladu sa:

- Općim tehničkim uvjetima za radove na cestama (HC-HAC, prosinac 2001.),
- Hrvatskim normama,
- Zakonu o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08),
- Pravilniku o prometnim znakovima, opremi i signalizaciji na cestama (NN 33/05),
- Tehničkim uvjetima za radove na izvedbi horizontalne signalizacije na cestama (HC, travanj 1993).

7.6.1. Okomita signalizacija

Postojeća signalizacija se sastoji od:

- znakova opasnosti
- znakova izričitih naredbi
- znakova obavijesti
- dopunskih ploča
- prometne opreme ceste

⁷⁵ Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

Novoprojektirana okomita signalizacija projektirana je na način da svojom bojom i veličinom odgovara razini županijske ceste širine od 5,00 do 7,00m. Zaključak je da se zbog uniformnosti znakova i sigurnosti usvaja veličina okomite signalizacije:⁷⁶

- znakovi opasnosti – jednakostranični trokut sa stranicama dimenzija 90x90x90cm
- znakovi izričitih naredbi – krug promjera Ø 60cm
- znakovi obavijesti - krug promjera Ø 60cm
- kvadrat sa stranicama A = 60 cm
- dopunske ploče - pravokutnik stranica AxB = 60x30cm

Na raskrižjima nerazvrstanih, lokalnih i županijskih cesta s predmetnom cestom postavljaju se prometni znakovi veličine:⁷⁷

- znakovi opasnosti – jednakostranični trokut sa stranicama dimenzija 90x90x90cm
- znakovi izričitih naredbi - krug promjera Ø 60cm
- osmerokut A = 60cm
- znakovi obavijesti- kvadrat sa stranicama A = 60cm

Pri izradi okomite prometne signalizacije treba se primijeniti retroreflektivna folija «High Intensity Grade», stabilnu na ultraljubičasto zračenje i koja je aplikacijom nanešena na Al podlogu debljine 2,0 mm sa pojačanim okvirom i vodoravnim ojačanjem, što jamči kvalitetu i trajnost prometnih znakova.⁷⁸

Pričvršćivanje prometnih znakova mora biti izvedeno na način da s prednje strane znaka nema vidljivog mjesta pričvršćivanja. Pri tome treba se obratiti posebnu pažnju da se ne primjenjuju vijci i pločice od drugih tipova materijala (željezo i sl.) radi pojave elektrolize. Elementi za pričvršćivanje moraju biti izvedeni tako da se onemoguću okretanje prometnog znaka oko osi stupa i da se onemoguću samoodvijanje.⁷⁹

Stupovi znakova postavljaju se u betonske temelje (MB 25) oblika zarubljene piramide čije su stranice donjeg kvadrata 30 cm, a gornjeg 20 cm. Dubina temelja je min. 70 cm. Na donjem dijelu mora imati sidreni vijak (anker) koji se postavlja u beton.⁸⁰

⁷⁶ Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

⁷⁷ Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

⁷⁸ Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

⁷⁹ Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

⁸⁰ Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

7.6.2. Horizontalna signalizacija

Oznake na kolniku (horizontalna signalizacija), predviđene ovim završnim radom, u skladu su s HRN U.S4.221 – 234, Pravilnikom o prometnim znakovima, opremi i signalizaciji na cestama, Općim tehničkim uvjetima za radove na cestama – oprema ceste te u skladu s Tehničkim uvjetima za radove na izvedbi horizontalne signalizacije na cestama.⁸¹

Horizontalna signalizacija podijeljena je u tri skupine:

- uzdužne oznake
- poprečne oznake
- ostale oznake

Boja u sve tri skupine mora imati retroreflektivna svojstva prema HRN Z.S2.240 s odgovarajućim koeficijentom retrorefleksije. Prije početka bojanja podloga mora biti čista i suha zbog kvalitete prijanjanja i zajamčene dugotrajnosti. Pri miješanju boje i retroreflektivnih staklenih zrnaca odnos mora biti 1:0,2 što osigurava nivo potrebne retrorefleksije. Minimalna debljina sloja filma je 470 µm ili 68 g/m².⁸²

7.7. Projektirani vijek građevine i uvjeti održavanja

Građevina se projektira u skladu s pribavljenim podlogama, drugim raspoloživim ulaznim podacima i prema važećoj zakonskoj i tehničkoj regulativi.

Prijedlogom mjera poboljšanja dana su takva rješenja da se osiguraju svi bitni zahtjevi za građevinu tijekom njenog vijeka trajanja uz uvjet uobičajenog korištenja te stalnog propisnog održavanja.

Održavanje bi se trebalo provoditi u skladu s važećim propisima koji reguliraju gradnju i održavanje građevina. Kod održavanja se posebna pažnja daje kanalima za oborinsku odvodnju, svim propustima u trasi ceste, rigolima, slivnicima te svim drugim dijelovima koji omogućuju kvalitetnu odvodnju. Naročita pažnja bi se trebala obratiti na stanje stabilnosti i zaštite od erozije pokosa nasipa i usjeka kao i na prometnu signalizaciju.

Uz predviđene mjere održavanja građevine, projektirani vijek građevine iznosi 50 godina, a za kolničku konstrukciju 20 godina, nakon čega je potrebno provesti dodatne mjere radi produljenja vijeka konstrukcije.

⁸¹ Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

⁸² Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.

8. ZAKLJUČAK

Poboljšanje prometnih elemenata županijske ceste zahvatima izvanrednog održavanja podrazumijeva analizu višedisciplinarnih statističkih podataka vezanih za veličinu i svojstva prometa, sigurnost prometa i prognozne procjene kroz proces modeliranja promatrane ceste unutar mreže državnih cesta, ali i poveznicama s ostalim županijskim, lokalnim i nerazvrstanim cestama te projektiranje temeljeno na analizi podsustava vozač-vozilo-cesta, odnosno dinamici i geometriji vožnje. Zakonski propisi, pripadajući pravilnici, naputci i smjernice su nominalni okvir unutar kojeg se izrađuju projekti rekonstrukcije županijskih cesta.

Dostignuti standardi objektivnosti i aktualnosti razvojnih i prostornih planova na razini državne uprave, područne i lokalne samouprave su u izravnoj vezi s kvalitetom zahtjeva investitora (Županijske uprave za ceste) za svaki projektni zadatak.

Suvremene metode projektiranja prometnih elemenata pri rekonstrukciji cesta osiguravaju konačna prometno-tehnička rješenja koja mogu zadovoljiti većinu zahtjeva investitora, ali učesnici u procesu naručivanja i provedbe projekta trebaju voditi računa da konačna rješenja trebaju biti sukladna pozitivnim propisima i da se rekonstruirane ceste trebaju koristiti na siguran i pouzdan način uz redovito održavanje kroz dulje vrijeme (od pet do dvadeset godina).

Pri projektiranju ne smiju se raditi kompromisi kao posljedice minimiziranja odobrenih financijskih sredstava, sužavanja gabarita ceste na kritičnim mjestima zbog financijskih ograničenja pri otkupu zemljišta i izvlaštenju na razini područne samouprave, ignoriranju prava služnosti i prava građenja drugim pravnim osobama radi izgradnje komunalne infrastrukture i povezane opreme, te zanemarivanje trendova aktualnih društvenih i gospodarskih kretanja.

Pored propisa struke pri projektiranju rekonstrukcije županijske ceste važna je i višedisciplinarnost u analizi postojećeg stanja i trendova, koordinacija i suradnja sa svim subjektima u iskazivanju realnih zahtjeva projekta, pronalaženje cjelovitih organizacijskih, tehničkih i provedbenih rješenja za sve uključene strane, prikupljanje, odlaganje, čuvanje i kasnija uporaba projektne i izvedbene dokumentacije svih instalacija kako bi se investicija provela na ekonomičan način bez nepotrebnih naknadnih intervencija na izgradnji i održavanju same ceste, kao i ostale infrastrukture u području ceste kao javnog dobra.

LITERATURA

- [1] Prostorni plan Varaždinske županije, Varaždin, svibanj 2000. godine
- [2] Legac, I.: Cestovne prometnice 1, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.
- [3] Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 64/15)
- [4] Zakon o cestama (NN 92/14)
- [5] Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13)
- [6] Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)
- [7] Dadić, I.: Prometno-tehnološko projektiranje (Autorizirana predavanja), Fakultet prometnih znanosti, 2009.
- [8] Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2014., Hrvatske ceste d.o.o., Zagreb, 2015
- [9] Izvedbeni projekt, Broj projekta 2016/9: Izvanredno održavanje županijske ceste žc2029 Ladanje - Greda izgradnjom pješačko- biciklističkih staza i rješenjem odvodnje u duljini od 600 m, Labos d.o.o. Varaždin, 2015.
- [10] Proračun razine usluge prema HCM 2010

Internetski izvori:

- [1] <http://www.hrvatske-ceste.hr/default.aspx?id=176> 29.08.2016.
- [2] <http://www.arhiva.marusevec.hr/hr/244/kanalizacija-na-ulazu-u-donje-ladanje> 28.08.2016.
- [3] <http://arhiva.vinica.hr/hr/717/rekonstrukcija-raskrizja-u-gornjem-ladanju-pred-zavrsetkom/> 27.07.2016.
- [4] <http://www.arhiva.marusevec.hr/hr/244/kanalizacija-na-ulazu-u-donje-ladanje/> 04.09.2016.
- [5] <http://www.vinica.hr/index.php/hr/component/k2/item/1260-zacjevljenje-i-rekonstrukcija-u-gornjem-ladanjuzahtjevi-na-%C4%8Delnika-urodili-plodom> 04.09.2016.
- [6] <http://www.varazdinska-zupanija.hr/novosti/iz-%C5%BEupanije/predstavljen-projekt-ure%C4%91enja-%C5%BEupanijske-cestu-gornjem-ladanju/> 27.08.2016.
- [7] <http://www.arhiva.marusevec.hr/hr/112/radovi-na-uredenju-zc-greda--d-ladanje/gallery/256/> 25.08.2016.

[8] <http://www.arhiva.marusevec.hr/hr/112/radovi-na-uredenju-zc-greda--d-ladanje/gallery/256/> 25.08.2016.

[9] <http://www.zuc-vz.hr/index.php?content=novosti&id=36> 03.09.2016.

[10] <http://arhiva.vinica.hr/hr/717/rekonstrukcija-raskrizja-u-gornjem-ladanju-pred-zavrsetkom/> 27.08.2016.

[11] <http://arhiva.vinica.hr/hr/717/rekonstrukcija-raskrizja-u-gornje-m-ladanju-pred-zavrsetkom/> 27.08.2016.

POPIS SLIKA

Slika 1. Cestovna mreža Varaždinske županije

Slika 2. Centraliteti naselja Varaždinske županije

Slika 3. Položaj županijske ceste 2029 u mreži javnih cesta Varaždinske županije

Slika 4. Dionica županijske ceste 2029 od Donjeg Vratna do Grede

Slika 5. Radovi na županijskoj cesti 2029 u mjestu Koretinec

Slika 6. Prikaz postojećeg stanja kolnika županijske ceste 2029

Slika 7. Radijusi horizontalnih zavoja

Slika 8. Županijska cesta 2029 na ulazu u Gornje Ladanje

Slika 9. Primjer postojećeg stanja odvodnje

Slika 10. Proširenje kolnika županijske ceste 2029

Slika 11. Normalni poprečni presjek

Slika 12. Izgradnja pješačke staze

Slika 13. Presvlačenje novim asfaltnim tepihom

Slika 14. Kolni prilazi u dvorišta

POPIS TABLICA

Tablica 1. Podjela javnih cesta prema veličini motornog prometa

Tablica 2. Prometno tehničko razvrstavanje

Tablica 3. Odnos projektne brzine (V_p) i najmanjeg polumjera horizontalnog zavoja (R_{min})

Tablica 4. Ovisnost širine prometnog traka o brzini V_p (km/h)

Tablica 5. Odnos projektne brzine i duljine prijelaznice

Tablica 6. Podjela javnih cesta prema veličini motornog prometa

Tablica 7. Korekcijski faktor PGDP-a

Tablica 8. Određivanje faktora F_{ls} i F_a

Tablica 9. Faktor prilagodbe konfiguraciji terena (F_g)

Tablica 10. Faktor izjednačavanja teških vozila s osobnim automobilima E_T i faktor izjednačavanja rekreacijskih vozila s osobnim automobilima E_R

Tablica 11. Faktor prilagodbe za kombinirani efekt utjecaja raspodjele tokova po smjerovima vožnje i postotka zona u kojima nije moguće pretjecati (f_{np})

Tablica 12. Razina usluge za dvotračne ceste Klase II prema postotku slijeđenja

Tablica 13. Usporedba postojećeg stanja projektnih elemenata s Pravilnikom o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa

Tablica 14. Projektirani elementi

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Odnos poprečnog nagiba kolnika u zavoju i polumjera zavoja

Grafikon 2. Radijusi susjednih tlocrtnih zavoja

Grafikon 3. Rezultati brojanja prometa od 1.lipnja 2015 do 31.lipnja 2015.

Grafikon 4. Procjena učestalosti brzine vožnje

Grafikon 5. Procjena učestalosti pojedinih vrsta vozila

Grafikon 6. Broj vozila u smjeru od Grede prema Bikovcu

Grafikon 7. Broj vozila u smjeru od Bikovca prema Gredi

POPIS PRILOGA

Prilog 1. Tlocrt

Prilog 2. Normalni poprečni presjek

Prilog 3. Uzdužni presjek

METAPODACI

Naslov rada: ANALIZA S PRIJEDLOGOM POBOLJŠANJA PROJEKTNIH ELEMENATA DIONICE
ŽUPANIJSKE CESTE 2029 OD DONJEG VRATNA DO GREDE

Student: Nikola God

Mentor: Dr. sc. Luka Novačko

Naslov na drugom jeziku (engleski): ANALYSIS WITH IMPROVEMENT PROPOSALS OF DESIGN
ELEMENTS OD COUNTRY ROAD 2029 BETWEEN DONJE VRATNO AND GREDA

Povjerenstvo za obranu:

- Izv. prof. dr. sc. Dubravka Hozjan predsjednik
- Dr.sc. Luka Novačko mentor
- Dr. sc. Hrvoje Pilko član
- Doc. dr. sc. Darko Babić zamjena

Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u
Zagrebu

Zavod: Zavod za cestovni promet

Vrsta studija: Prediplomski

Studij: Promet

Datum obrane završnog rada: 13.09.2016.



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ završni rad
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ završnog rada
pod naslovom **Analiza s prijedlogom poboljšanja projektnih elemenata dionice**
županijske ceste 2029 od Donjeg Vratna do Grede

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 7.9.2016 _____


(potpis)