

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*



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

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

To je izvirna različica zaključnega dela.

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

Novak Oljača, T., 2015. Model za določitev omejitve hitrosti na dvopasovnih cestah zunaj naselja na državnem cestnem omrežju. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Lipar, P.): 192 str.

Datum arhiviranja: 24-07-2015

University  
of Ljubljana

Faculty of  
*Civil and Geodetic  
Engineering*



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

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

This is original version of final thesis.

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

Novak Oljača, T., 2015. Model za določitev omejitve hitrosti na dvopasovnih cestah zunaj naselja na državnem cestnem omrežju. M.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Lipar, P.): 192 p.

Archiving Date: 24-07-2015

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

*Jamova 2, p.p. 3422  
1115 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si*



**MAGISTRSKI ŠTUDIJ  
GRADBENIŠTVA  
PROMETNA SMER**

Kandidatka:

**TADEJA NOVAK OLJAČA, univ. dipl. inž. prom.**

**MODEL ZA DOLOČITEV OMEJITVE HITROSTI NA  
DVOPASOVNIH CESTAH ZUNAJ NASELJA NA  
DRŽAVNEM CESTNEM OMREŽJU**

**Magistrsko delo štev.: 247**

**A MODEL FOR DETERMINE SPEED LIMITS ON TWO-  
LANE RURAL ROADS ON THE NATIONAL ROAD  
NETWORK**

**Master of Science Thesis No.: 247**

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

**Predsednik in član komisije:**  
izr. prof. dr. Marijan Žura

**Član komisije:**  
doc. dr. Tomaž Maher

Ljubljana, 16. junij 2015

## POPRAVKI

Stran z napako	Vrstica z napako	Namesto	Naj bo

## **IZJAVE**

Podpisana, Tadeja Novak Oljača izjavljam, da sem avtor magistrskega dela z naslovom *Model za določitev omejitve hitrosti na dvopasovnih cestah zunaj naselja na državnem cestnem omrežju*.

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

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

Ljubljana, junij 2015

Tadeja Novak Oljača



## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

- UDK:** 656.1:627.1(043.3)
- Avtor:** Tadeja Novak Oljača, univ. dipl. inž. prom.
- Mentor:** doc. dr. Peter Lipar, univ. dipl. inž. grad.
- Naslov:** Model za določitev omejitve hitrosti na dvopasovnih cestah zunaj naselja na državnem cestnem omrežju
- Tip dokumenta:** magistrsko delo
- Obseg in oprema:** 192 str., 52 pregl., 82 sl., 26 en., 5 pril.
- Ključne besede:** omejitev hitrosti, prometna varnost, model, kritični dejavniki ceste, osnovni dejavniki, inženirski pristop, pristop ekonomske optimizacije

### **Izvleček**

Cilj politike omejevanja hitrosti na javnih cestah je zadostiti potrebam tako mobilnosti (prepustnosti in zmanjševanju potovalnih časov), kot tudi izboljšanju prometne varnosti ter zmanjšanju negativnih vplivov na okolje. Hitrost na določenem odseku ceste mora biti takšna, da se ohranja ravnovesje med voznikovim razumnim dojemanjem hitrosti v določenem okolju po katerem cesta poteka, kategorijo in funkcijo ceste ter zahtevami prebivalcev, ki na tem območju stanujejo ali delajo.

Trenutno v Sloveniji ni enotnega in celostnega pristopa za določitev najbolj primerne omejitve hitrosti na nekem delu odseka ceste, kjer bi se upoštevali vsi pomembni dejavniki (dejavniki, ki so pri določanju omejitve hitrosti odvisni od izbranega pristopa).

V nalogi smo uporabili in preverili model, ki so ga razvili v nizozemski raziskavi in ki je bil narejen za nizozemsko avtocestno omrežje. Postopek smo prilagodili ter aplicirali za državno cestno omrežje v RS in tako razvili model za določitev najbolj primerne omejitve hitrosti na določenem odseku glavne ceste zunaj naselja (G1 in G2 ceste).

## **BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTICS INFORMATION AND ABSTRACT**

- UDC:** 656.1:627.1(043.3)
- Author:** Tadeja Novak Oljača, B. Sc.
- Supervisor:** Assist. Prof. Peter Lipar, Ph. D.
- Title:** A model for determine speed limits on two-lane rural roads on the national road network
- Document type:** M. Sc. Thesis
- Scope and tools:** 192 p., 52 tab., 82 fig., 26 eq., 5 ann.
- Keywords:** speed limit, traffic safety, model, critical road factors, basic factors, engineering approach, economic optimization approach

### **Abstract**

The aim of speed limit policy on public roads is to meet the mobility needs (permeability and reducing travel times), as well as improving road safety and reducing negative environmental impacts. Speed limit on a particular road section must be such that is maintaining balance between the driver's reasonable perception of speed in a particular road environment, category and function of the road and the demands of people who live or work on the roadside.

In Slovenia there is no uniform and comprehensive approach for determine the most appropriate speed limit on the road section, which would take into account all relevant factors (factors of setting speed limits depend on the selected approach).

In this thesis we used and tested a model, which was developed in the Dutch study and was made for the Dutch motorway network. The procedure was adapted and applied to the national road network in the Republic of Slovenia and we developed a model to determine the most appropriate speed limit on a given section of the main road in rural area (G1 and G2 road).

## **ZAHVALA**

Za pomoč in podporo pri nastajanju magistrskega dela se iskreno zahvaljujem mentorju, doc. dr. Peteru Liparju.

Zahvaljujem se tudi svoji družini za spodbudo in razumevanje.

Posebna zahvala za vso potrpežljivost, podporo in pomoč velja partnerju Mladenu ter sinu Luki in hčeri Tii za čas, ki sem ga namesto njima, posvetila izdelavi tega magistrskega dela.

## KAZALO VSEBINE

IZJAVE.....	I
BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK.....	II
BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTICS INFORMATION AND ABSTRACT .....	III
ZAHVALA.....	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	X
KAZALO SLIK.....	XIV
LIST OF TABLES .....	XIX
LIST OF FIGURES .....	XXII
SEZNAM PRILOG .....	XXVII
OKRAJŠAVE.....	XXVIII
SIMBOLI.....	XXIX
1 UVOD.....	1
1.1 Problem, namen, predmet in obseg raziskave.....	1
1.2 Cilji in delovna hipoteza .....	4
1.3 Metode dela.....	6
1.4 Struktura magistrskega dela.....	6
2 VPLIV HITROSTI VOZIL NA PROMETNO VARNOST, PROMET IN OKOLJE .....	8
2.1 Hitrost vozil, prometna varnost in stroški prometnih nesreč .....	8
2.2 Vpliv hitrosti vozil na okolje in kvaliteto življenja .....	16
2.2.1 Hrup in stroški povezani s hrupom .....	16
2.2.2 Stroški povezani z onesnaževanjem okolja z izpušnimi in toplogrednimi plini .....	18
2.2.3 Stroški povezani s časom potovanja .....	19
2.2.4 Kvaliteta življenja .....	20
2.3 Določitev ustrezne omejitve hitrosti – ravnovesje med zahtevami prometne varnosti, okoljske politike ter mobilnosti in dostopnosti .....	20

3 VPLIV RAZLIČNIH DEJAVNIKOV NA HITROST VOZIL .....	25
3.1 Vpliv okolja na hitrost vozil .....	26
3.1.1 Hitrost vozil ter geometrija in elementi ceste .....	29
3.1.2 Hitrost vozil in obcestni prostor .....	37
3.1.3 Hitrost vozil in omejitev hitrosti .....	39
3.1.4 Hitrost vozil in označbe na vozišču .....	40
3.2 Hitrost vozil in človeški faktor .....	42
3.3 Hitrost vozil in vozilo .....	49
4 SPLOŠNO O HITROSTI IN OMEJITVAH HITROSTI .....	50
4.1 Merodajne hitrosti .....	50
4.2 Zakonsko določene omejitve hitrosti .....	55
4.3 Lokalne omejitve hitrosti – omejitev hitrosti s prometnim znakom .....	56
4.4 Analiza omejitev hitrosti na dvopasovnih državnih cestah zunaj naselja .....	61
4.5 Praksa določanja lokalnih omejitev hitrosti v drugih državah .....	73
4.5.1 Nizozemska .....	78
4.5.2 Švedska in ostale nordijske države .....	81
4.5.3 Anglija .....	83
4.5.4 Nova Zelandija .....	84
4.5.5 Avstralija .....	87
4.5.6 Združene države Amerike .....	88
5 MODEL ZA DOLOČITEV OMEJITVE HITROSTI .....	89
5.1 Inženirski pristop – korak 1 .....	91
5.1.1 Razmerje med kritičnimi dejavniki ceste in omejitvijo hitrosti .....	95
5.1.2 Vhodni podatki v inženirskem pristopu .....	111
5.2 Pristop ekonomske optimizacije – korak 2 .....	112
5.2.1 Razmerje med osnovnimi dejavniki in omejitvijo hitrosti .....	114
5.2.2 Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije .....	124
5.3 Rezultat korakov 1 in 2 .....	126

5.4 Primerjava med trenutno omejitvijo hitrosti in določeno omejitvijo hitrosti – korak 3 → predlog.....	127
6 APLIKACIJA MODELA .....	128
6.1 Državna cesta G1-5/0336 Krško – Drnovo (od km 2.600 do km 4.600).....	130
6.1.1 Opis odseka državne ceste G1-5/0336 .....	130
6.1.2 Vhodni podatki v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-5/0336 .....	130
6.1.3 Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-5/0336 .....	132
6.1.4 Aplikacija modela v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-5/0336 – korak 1 .....	132
6.1.5 Aplikacija modela v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-5/0336 – korak 2 .....	134
6.1.6 Primerjava med trenutno omejitvijo hitrosti in hitrostjo, ki je določena z modelom ter predlog omejitve hitrosti za odsek državne ceste G1-5/0336 – korak 3 → predlog .....	137
6.2 Državna cesta G1-1/0241 Dravograd - Radlje (od km 1.300 do km 7.400).....	139
6.2.1 Opis odseka državne ceste G1-1/0241 .....	139
6.2.2 Vhodni podatki v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-1/0241 .....	139
6.2.3 Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-1/0241 .....	140
6.2.4 Aplikacija modela v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-1/0241 – korak 1 .....	140
6.2.5 Aplikacija modela v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-1/0241 – korak 2 .....	143
6.2.6 Primerjava med trenutno omejitvijo hitrosti in hitrostjo, ki je določena z modelom ter predlog omejitve hitrosti za odsek državne ceste G1-1/0241 – korak 3 → predlog .....	144
6.3 Državna cesta G1-4/1259 Sl. Gradec – Gornji Dolič (od km 6.500 do km 10.000).....	146

6.3.1 Opis odseka državne ceste G1-4/1259.....	146
6.3.2 Vhodni podatki v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-4/1259.....	147
6.3.3 Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-4/1259.....	147
6.3.4 Aplikacija modela v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-4/1259 – korak 1.....	147
6.3.5 Aplikacija modela v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-4/1259 – korak 2.....	150
6.3.6 Primerjava med trenutno omejitvijo hitrosti in hitrostjo, ki je določena z modelom ter predlog omejitve hitrosti za odsek državne ceste G1-4/1259 – korak 3 → predlog.....	151
6.4 Državna cesta G1-2/1290 Sl. Bistrica - Pragersko (od km 0.000 do km 3.600).....	153
6.4.1 Opis odseka državne ceste G1-2/1290.....	153
6.4.2 Vhodni podatki v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-2/1290.....	154
6.4.3 Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-2/1290.....	154
6.4.4 Aplikacija modela v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-2/1290 – korak 1.....	154
6.4.5 Aplikacija modela v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-2/1290 – korak 2.....	156
6.4.6 Primerjava med trenutno omejitvijo hitrosti in hitrostjo, ki je določena z modelom ter predlog omejitve hitrosti za odsek državne ceste G1-2/1290 – korak 3 → predlog.....	157
6.5 Državna cesta G2-105/0256 Novo mesto - Metlika (od km 2.000 do km 4.200).....	158
6.5.1 Opis odseka državne ceste G2-105/0256.....	158
6.5.2 Vhodni podatki v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G2-105/0256.....	159
6.5.3 Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G2-105/0256.....	159

6.5.4 Aplikacija modela v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G2-105/0256 – korak 1 .....	160
6.5.5 Aplikacija modela v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G2-105/0256 – korak 2 .....	161
6.5.6 Primerjava med trenutno omejitvijo hitrosti in hitrostjo, ki je določena z modelom ter predlog omejitve hitrosti za odsek državne ceste G2-105/0256 – korak 3 → predlog .....	163
6.6 Državna cesta G2-106/0261 Škofljica - Rašica (od km 0.140 do km 2.800) .....	164
6.6.1 Opis odseka državne ceste G2-106/0261 .....	164
6.6.2 Vhodni podatki v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G2-106/0261 .....	165
6.6.3 Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G2-106/0261 .....	165
6.6.4 Aplikacija modela v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G2-106/0261 – korak 1 .....	166
6.6.5 Aplikacija modela v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G2-106/0261 – korak 2 .....	167
6.6.6 Primerjava med trenutno omejitvijo hitrosti in hitrostjo, ki je določena z modelom ter predlog omejitve hitrosti za odsek državne ceste G2-106/0261 – korak 3 → predlog .....	168
6.7 Ugotovitve in komentar rezultatov .....	169
7 ZAKLJUČEK .....	173
8 POVZETEK .....	178
9 SUMMARY .....	180
VIRI .....	182
PRILOGE .....	193



## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 2.1: Povečanje števila prometnih nesreč glede na posledice pri spremembi začetne hitrosti za 1 km/h.....	13
Preglednica 2.2: Zmanjšanje hrupa pri dejanskem znižanju hitrosti vozila za 10 km/h.....	18
Preglednica 2.3: Dejavniki, ki lahko vplivajo na določitev optimalne hitrosti (razpon hitrosti glede na zastavljene cilje).....	23
Preglednica 2.4: Omejitev hitrosti glede na tip ceste in udeležence v prometu.....	24
Preglednica 4.1: Projektna hitrost glede na funkcijo in vrsto ceste ter zahtevnost terena.....	52
Preglednica 4.2: Minimalna dolžina na kateri se lahko spremeni projektna hitrost.....	53
Preglednica 4.3: Osnovne prometne in voznodinamične značilnosti ceste glede na kategorijo ceste.....	53
Preglednica 4.4: Najvišje dovoljene hitrosti za osebna vozila v nekaterih evropskih in drugih državah.....	56
Preglednica 4.5: Minimalne dolžine omejenih odsekov cest zunaj naselja v drugih državah.....	60
Preglednica 4.6: Cilji glede na različne vidike.....	76
Preglednica 4.7: Optimalna omejitev hitrosti na švedskih cestah glede na različne vidike.....	77
Preglednica 4.8: Uporaba različnih pristopov v nekaterih državah ter dejavniki, ki vplivajo na omejitev hitrosti.....	77
Preglednica 4.9: Pregled značilnosti, povezanih z varnimi in verodostojnimi omejitvami hitrosti.....	79
Preglednica 4.10: Dejavniki, ki lahko vplivajo na izbor omejitve hitrosti na Švedskem.....	82
Preglednica 4.11: Dejavniki, ki lahko vplivajo na izbor omejitve hitrosti na Novi Zelandiji.....	87
Preglednica 5.1: Kritični dejavniki ceste.....	93
Preglednica 5.2: Varna hitrost VR glede na vrednost povprečnega radija krožnega loka (R).....	96
Preglednica 5.3: Varna hitrost VŠV glede na širino vozišča (ŠV) in voznega pasu (P).....	98
Preglednica 5.4: Varna hitrost VB glede na vrsto in širino bankine (B).....	99

Preglednica 5.5: Varna hitrost VDTCZ v odvisnosti od širine obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir (DTCZ (m)) in prometnih obremenitev.....	102
Preglednica 5.6: Varna hitrost VPz glede na dolžino preglednosti nad potekom linije ceste (Pz) in razdalja začetka merjenja pred posamezno horizontalno ali vertikalno krivino, ki ustreza reakcijskemu času 2 sek.....	108
Preglednica 5.7: Varna hitrost VS glede na povprečno oddaljenost med priključki (S).....	109
Preglednica 5.8: Mejna območja vrednosti torne sposobnosti (SN) za oceno stanja obstoječega vozišča, določena z napravo SCRIMTEX.....	110
Preglednica 5.9: Varna hitrost VSN glede na povprečne vrednosti torne sposobnosti.....	111
Preglednica 5.10: Vhodni podatki za določitev varne omejitve hitrosti v inženirskem pristopu.....	112
Preglednica 5.11: Stroški osnovnih dejavnikov za določitev optimalne omejitve hitrosti glede na različne vidike.....	113
Preglednica 5.12: Parametri za posamezno kategorijo vozil.....	116
Preglednica 5.13: Korekcijski faktorji.....	120
Preglednica 5.14: Vrednosti emisij glede na kategorijo in hitrosti vozil za Nizozemsko za leto 2010.....	123
Preglednica 5.15: Vhodni podatki za določitev optimalne omejitve hitrosti v pristopu ekonomske optimizacije.....	125
Preglednica 6.1: Obravnavani odseki državnih cest.....	128
Preglednica 6.2: Podatki za določitev optimalne omejitve hitrosti v pristopu ekonomske optimizacije.....	129
Preglednica 6.3: Vhodni podatki kritičnih dejavnikov ceste v inženirskem pristopu.....	131
Preglednica 6.4: Podatki in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu za posamezni kritični dejavnik ceste na odseku ceste G1-5/0336.....	133
Preglednica 6.5: Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije za odsek ceste G1-5/0336.....	134

Preglednica 6.6: Izračun stroškov v pristopu ekonomske optimizacije za državno cesto G1-5/0336.....	136
Preglednica 6.7: Povzetek rezultatov in predlogi omejitve hitrosti na državni cesti G1-5/0336, od km 2.600 do km 4.600.....	138
Preglednica 6.8: Podatki in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu za posamezni kritični dejavnik ceste na odseku G1-1/0241 – pododsek 1.....	141
Preglednica 6.9: Podatki in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu za posamezni kritični dejavnik ceste na odseku G1-1/0241 – pododsek 2.....	142
Preglednica 6.10: Povzetek rezultatov in predlogi omejitve hitrosti za državno cesto G1-1/0241, od km 1.300 do km 6.400 – pododsek 1.....	145
Preglednica 6.11: Povzetek rezultatov in predlogi omejitve hitrosti za državno cesto G1-1/0241, od km 6.400 do km 7.400 – pododsek 2.....	145
Preglednica 6.12: Podatki in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu za posamezni kritični dejavnik ceste na odseku G1-4/1259 – pododsek 1.....	148
Preglednica 6.13: Podatki in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu za posamezni kritični dejavnik ceste na odseku G1-4/1259 – pododsek 2.....	149
Preglednica 6.14: Povzetek rezultatov in predlogi omejitve hitrosti za državno cesto G1-4/1259, od km 6.500 do km 8.400 – pododsek 1.....	152
Preglednica 6.15: Povzetek rezultatov in predlogi omejitve hitrosti za državno cesto G1-4/1259, od km 8.400 do km 10.000 – pododsek 2.....	152
Preglednica 6.16: Podatki in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu za posamezni kritični dejavnik ceste na odseku G1-2/1290.....	155
Preglednica 6.17: Povzetek rezultatov in predlogi omejitve hitrosti za državno cesto G1-2/1290, od km 0.000 do km 3.600.....	157
Preglednica 6.18: Podatki in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu za posamezni kritični dejavnik ceste na odseku G2-105/0256.....	160
Preglednica 6.19: Povzetek rezultatov in predlogi omejitve hitrosti za državno cesto G2-105/0256, od km 2.000 do km 4.200.....	163

Preglednica 6.20: Podatki in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu za posamezni kritični dejavnik ceste na odseku G2-106/0261.....	166
Preglednica 6.21: Povzetek rezultatov in predlogi omejitve hitrosti za državno cesto G2-106/0261, od km 0.140 do km 2.800.....	169
Preglednica 6.22: Primerjava obstoječe omejitve hitrosti in omejitve hitrosti, ki smo jo določili z modelom (vsi obravnavani odseki državnih cest).....	171

## KAZALO SLIK

Slika 2.1: Število smrtnih žrtev na evropskih cestah od leta 1990 – 2010.....	9
Slika 2.2: Delež prometnih nesreč s smrtnim izidom v Sloveniji leta 2013 glede na vzrok...	10
Slika 2.3: Delež vseh prometnih nesreč v Sloveniji leta 2013 glede na vzrok.....	10
Slika 2.4: Dolžina zaustavitve povprečnega vozila pri normalnih voznih pogojih in pri reakcijskem času 1,5 s, izraženo v metrih.....	11
Slika 2.5: Hrup vozila kot funkcija hitrosti.....	17
Slika 2.6: Emisije izpušnih in toplogrednih plinov v odvisnosti od povprečne hitrosti.....	19
Slika 2.7: Direktni in indirektni vplivi hitrosti na različne elemente.....	22
Slika 3.1: Dejavniki cestno prometnega kibernetičnega sistema, ki vplivajo na hitrost vozila.....	26
Slika 3.2: Dejavniki, ki lahko vplivajo na izbiro hitrosti vozil.....	28
Slika 3.3: Razmerje med stopnjo prometnih nesreč in širino utrjene bankine na dvopasovnih cestah zunaj naselja.....	30
Slika 3.4: Odvisnost faktorja prometnih nesreč od širine voznega pasu.....	31
Slika 3.5: Odvisnost med stopnjo prometnih nesreč in polmerom krožnega loka.....	34
Slika 3.6: Povprečna stopnja prometnih nesreč v odvisnosti od povprečne vrednosti radija.....	35
Slika 3.7: Zveza med vozno hitrostjo in radijem krožnega loka.....	36
Slika 3.8: Vidno polje voznika glede na hitrost vozila.....	43
Slika 3.9: Splošni model dejavnikov, ki vplivajo na voznikovo izbiro hitrosti.....	44
Slika 3.10: Povprečna sprememba hitrosti in standardna napaka sredine v pogojih z različnimi prometnimi znaki.....	47
Slika 3.11: Vpletenost v prometnih nesrečah kot funkcija odstopanja od povprečne hitrosti.....	48
Slika 4.1: Omejitve hitrosti na glavnih in regionalnih cestah v RS.....	61
Slika 4.2: Število prometnih znakov za omejitve hitrosti.....	62

Slika 4.3:Število prometnih znakov za omejitev hitrosti glede na kategorijo ceste.....	62
Slika 4.4: Število omejenih delov odsekov cest na 30 km/h glede na kategorijo ceste.....	63
Slika 4.5: Število omejenih delov odsekov cest na 40 km/h glede na kategorijo ceste.....	63
Slika 4.6: Število omejenih delov odsekov cest na 50 km/h glede na kategorijo ceste (velja na dan 30.10.2013).....	63
Slika 4.7: Število omejenih delov odsekov cest na 60 km/h glede na kategorijo ceste.....	64
Slika 4.8: Število omejenih delov odsekov cest na 70 km/h glede na kategorijo ceste.....	64
Slika 4.9: Število omejenih delov odsekov cest na 80 km/h glede na kategorijo ceste.....	64
Slika 4.10: Število omejenih delov odsekov cest glede na kategorijo ceste in intenzivnost omejitve hitrosti.....	65
Slika 4.11: Število omejenih delov odsekov cest na 30 km/h glede na kategorijo ceste in vzrok za omejitev hitrosti.....	66
Slika 4.12: Število omejenih delov odsekov cest na 40 km/h glede na kategorijo ceste in vzrok za omejitev hitrosti.....	66
Slika 4.13: Število omejenih delov odsekov cest na 50 km/h glede na kategorijo ceste in vzrok za omejitev hitrosti.....	67
Slika 4.14: Število omejenih delov odsekov cest na 60 km/h glede na kategorijo ceste in vzrok za omejitev hitrosti.....	67
Slika 4.15: Število omejenih delov odsekov cest na 70 km/h glede na kategorijo ceste in vzrok za omejitev hitrosti.....	68
Slika 4.16: Število omejenih delov odsekov cest na 30 km/h glede na kategorijo ceste in območje.....	68
Slika 4.17: Število omejenih delov odsekov cest na 40 km/h glede na kategorijo ceste in območje.....	69
Slika 4.18: Število omejenih delov odsekov cest na 70 km/h glede na kategorijo ceste in območje.....	69
Slika 4.19: Število omejenih delov odsekov cest na 80 km/h glede na kategorijo ceste in območje.....	69

Slika 4.20: Število novih omejenih delov odsekov cest na 50 km/h glede na kategorijo ceste v obdobju enega leta.....	70
Slika 4.21: Število novih omejenih delov odsekov cest na 70 km/h glede na kategorijo ceste v obdobju enega leta.....	70
Slika 4.22: Število sprememb mej naselja glede na kategorijo ceste v obdobju enega leta...	71
Slika 4.23: Število omejenih delov odsekov cest na 50 km/h glede na kategorijo ceste in predlagatelja omejitve hitrosti v obdobju enega leta.....	71
Slika 4.24: Število omejenih delov odsekov cest na 70 km/h glede na kategorijo ceste in predlagatelja omejitve hitrosti v obdobju enega leta.....	72
Slika 4.25: Število omejenih delov odsekov cest na 50 km/h glede na kategorijo ceste in vzrok za omejitev hitrosti v obdobju enega leta.....	72
Slika 4.26: Število omejenih delov odsekov cest na 70 km/h glede na kategorijo ceste in vzrok za omejitev hitrosti v obdobju enega leta.....	73
Slika 4.27: Povprečna dolžina odseka ceste, kjer se je omejila hitrost.....	73
Slika 4.28: Pomembni kriteriji za določitev omejitve hitrosti glede na posamezna obdobja..	81
Slika 5.1: Struktura modela omejitve hitrosti.....	91
Slika 5.2: Odvisnost varne hitrosti VR in povprečne vrednosti radijev krožnih lokov.....	97
Slika 5.3: Odvisnost varne hitrosti VŠV in širine vozišča (ŠV).....	98
Slika 5.4: Odvisnost varne hitrosti VB ter vrste in širine bankine (B).....	99
Slika 5.5: Oproščujoč obcestni proctor.....	100
Slika 5.6: Širina obcestnega prostora brez fizičnih ovir v odvisnosti od hitrosti za 5 evropskih držav (Finska, Francija, Velika Britanija, Nizozemska in Švedska).....	101
Slika 5.7: Odvisnost varne hitrosti VDTCZ in širine obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir ter prometnih obremenitev za nasip z naklonom 1:6 ali manj.....	102
Slika 5.8: Odvisnost varne hitrosti VDTCZ in širine obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir ter prometnih obremenitev za nasip z naklonom od 1:6 do 1:4.....	103
Slika 5.9: Odvisnost varne hitrosti VDTCZ in širine obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir ter prometnih obremenitev za vkop z naklonom od 1:6 ali manj.....	104

Slika 5.10: Odvisnost varne hitrosti VDTCZ in širine obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir ter prometnih obremenitev za vkop z naklonom od 1:6 do 1:4.....	105
Slika 5.11: Odvisnost varne hitrosti VDTCZ in širine obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir ter prometnih obremenitev za vkop z naklonom od 1:4 do 1:3.....	106
Slika 5.12: Odvisnost varne hitrosti VPz in dolžine preglednosti nad potekom linije ceste..	108
Slika 5.13: Odvisnost varne hitrosti VS in povprečno oddaljenostjo med priključki.....	109
Slika 5.14: Odvisnost varne hitrosti VSN in povprečne vrednosti torne sposobnosti.....	111
Slika 5.15: Odvisnost med hitrostjo in stroški/km vozila za posamezen osnovni dejavni...	124
Slika 5.16: Korak 3: Primerjava in predlog omejitve hitrosti.....	127
Slika 6.1: Prikaz obravnavanih odsekov državnih cest.....	128
Slika 6.2: Prikaz odseka državne ceste G1-5/0336, od km 2.600 do km 4.600.....	130
Slika 6.3: Shematski prikaz odseka državne ceste G1-5/0336, od km 2.600 do km 4.600..	131
Slika 6.4: Optimalna omejitev hitrosti z vidika upravljavca ceste za odsek državne ceste G1-5/0336.....	135
Slika 6.5: Optimalna omejitev hitrost z vidika voznika za odsek državne ceste G1-5/0336.....	136
Slika 6.6: Prikaz odseka državne ceste G1-1/0241, od km 1.300 do km 7.400.....	139
Slika 6.7: Optimalna omejitev hitrosti z vidika upravljavca ceste za odsek državne ceste G1-1/0241.....	143
Slika 6.8: Optimalna omejitev hitrost z vidika voznika za odsek državne ceste G1-1/0241.....	143
Slika 6.9: Prikaz odseka državne ceste G1-4/1259, od km 6.500 do km 10.000.....	146
Slika 6.10: Optimalna omejitev hitrost z vidika upravljavca ceste za odsek državne ceste G1-4/1259.....	150
Slika 6.11: Optimalna omejitev hitrost z vidika voznika za odsek državne ceste G1-4/1259.....	151
Slika 6.12: Prikaz odseka državne ceste G1-2/1290, od km 0.000 do km 3.600.....	154



Slika 6.13: Optimalna omejitev hitrosti z vidika upravljavca ceste za odsek državne ceste G1-2/1290.....	156
Slika 6.14: Optimalna omejitev hitrost z vidika voznika za odsek državne ceste G1-2/1290.....	156
Slika 6.15: Prikaz odseka državne ceste G2-105/0256 od km 2.000 do km 4.200.....	159
Slika 6.16: Optimalna omejitev hitrost z vidika upravljavca ceste za odsek državne ceste G2-105/0256.....	162
Slika 6.17: Optimalna omejitev hitrost z vidika voznika za odsek državne ceste G2-105/0256.....	162
Slika 6.18: Prikaz odseka državne ceste G2-106/0261, od km 0.140 do km 2.800.....	165
Slika 6.19: Optimalna omejitev hitrosti z vidika upravljavca ceste za odsek državne ceste G2-106/0261.....	167
Slika 6.20: Optimalna omejitev hitrost z vidika voznika za odsek državne ceste G2-106/0261.....	168

## LIST OF TABLES

Table 2.1: Increase of the number of traffic accidents in relation to the consequences of the change in the initial speed of 1 km/h.....	13
Table 2.2: Noise reduction in case of actual reduction in vehicle speed of 10 km/h.....	18
Table 2.3: Factors that may affect on the determination of the optimal speed.....	23
Table 2.4: Speed limit depending on the type of the road and road users.....	24
Table 4.1: Design speed depending on the function and type of the road and the complexity of the terrain.....	52
Table 4.2: The minimum length at which you can change the design speed.....	53
Table 4.3: Basic traffic and dynamic characteristics of the road depending on the category of the road.....	53
Table 4.4: Maximum speed limit for passenger cars in some European and other countries.....	56
Table 4.5: Minimum length of speed limit sections on rural roads in other countries.....	60
Table 4.6: Targets according to various aspects.....	76
Table 4.7: Optimal speed limit on Swedish roads in relation to various aspects.....	77
Table 4.8: The use of different approaches in some countries and the factors that influence the speed limit.....	77
Table 4.9: Overview of the characteristics associated with safe and credible speed limits.....	79
Table 4.10: Factors that may affect the selection of the speed limit in Sweden.....	82
Table 4.11: Factors that may affect the selection of the speed limit in New Zealand.....	87
Table 5.1: Critical factors of the road.....	93
Table 5.2: Safe speed $V_R$ according to the value of the average radius of curvature ( $R$ ).....	96
Table 5.3: Safe speed $V_{\check{S}V}$ depending on the width of the road ( $\check{S}V$ ) and lane width ( $P$ ).....	98
Table 5.4: Safe speed $V_B$ according to the type and width of the shoulder ( $B$ ).....	99
Table 5.5: Safe speed $V_{DTCZ}$ according to obstacle free-zone width ( $DTCZ$ (m)) and traffic volumes.....	102

Table 5.6: Safe speed $V_{Pz}$ in relation with the sight distance of the road ahead ( $P_z$ ) and the distance of measurement before the beginning of each horizontal or vertical curvature, which corresponds to the reaction time of 2 sek.....	108
Table 5.7: Safe speed $V_S$ in relation with the average distance between intersections ( $S$ )..	109
Table 5.8: Treshold ranges of values of road friction to assess the state of the existing roadway surface, determined by the SCRIMTEX device.....	110
Table 5.9: Safe speed $V_{SN}$ in relation with the average road friction.....	111
Table 5.10: Input data to determine safe speed limit in engineering approach.....	112
Table 5.11: The cost of basic factors to determine the optimal speed limit for different aspects.....	113
Table 5.12: Parameters for each category of vehicle.....	116
Table 5.13: Correction factors.....	120
Table 5.14: Emission values depending on the category and the speed of vehicles for Netherlands in 2010.....	123
Table 5.15: Input data to determine the optimal speed limit in the economic optimization approach.....	125
Table 6.1: Considered sections of national roads.....	128
Table 6.2: Data to determine the optimal speed limit in economic optimization approach..	129
Table 6.3: Input data for critical factor of road in engineering approach.....	131
Table 6.4: Data and determination of speed limit in engineering approach for each critical factor on the road section G1-5/0336.....	133
Table 6.5: Input data in economic optimization approach for the road section G1-5/0336..	134
Table 6.6: Calculation of the costs in economic optimization approach for road section G1-5/0336.....	136
Table 6.7: Summary of the results and proposals for speed limit on road section G1-5/0336, from km 2.600 to km 4.600.....	138
Table 6.8: Data and determination of speed limit in engineering approach for each critical factor on the road section G1-1/0241 – subsection 1.....	141

Table 6.9: Data and determination of speed limit in engineering approach for each critical factor on the road section G1-1/0241 – subsection 2.....	142
Table 6.10: Summary of the results and proposals for speed limit on road section G1-1/0241, from km 1.300 to km 6.400 – subsection 1.....	145
Table 6.11: Summary of the results and proposals for speed limit on road section G1-1/0241, from km 6.400 to km 7.400 – subsection 2.....	145
Table 6.12: Data and determination of speed limit in engineering approach for each critical factor on the road section G1-4/1259 – subsection 1.....	148
Table 6.13: Data and determination of speed limit in engineering approach for each critical factor on the road section G1-4/1259 – subsection 2.....	149
Table 6.14: Summary of the results and proposals for speed limit on road section G1-4/1259, from km 6.500 to km 8.400 – subsection 1.....	152
Table 6.15: Summary of the results and proposals for speed limit on road section G1-4/1259, from km 8.400 to km 10.000 – subsection 2.....	152
Table 6.16: Data and determination of speed limit in engineering approach for each critical factor on the road section G1-2/1290.....	155
Table 6.17: Summary of the results and proposals for speed limit on road section G1-2/1290, from km 0.000 to km 3.600.....	157
Table 6.18: Data and determination of speed limit in engineering approach for each critical factor on the road section G2-105/0256.....	160
Table 6.19: Summary of the results and proposals for speed limit on road section G2-105/0256, from km 2.000 to km 4.200.....	163
Table 6.20: Data and determination of speed limit in engineering approach for each critical factor on the road section G2-106/0261.....	166
Table 6.21: Summary of the results and proposals for speed limit on road section G2-106/0261, from km 0.140 to km 2.800.....	169
Table 6.22: Comparison of current speed limits and speed limits that are determined by model (all considered road sections).....	171

## LIST OF FIGURES

Figure 2.1: The number of fatalities on European roads between 1990 and 2010.....	9
Figure 2.2: The proportion of fatal traffic accident in Slovenia in 2013 regardless of the cause.....	10
Figure 2.3: The proportion of all traffic accident in Slovenia in 2013 regardless of the cause.....	10
Figure 2.4: The length of the stop distance for average vehicle under normal driving conditions and the reaction time of 1,5 s.....	11
Figure 2.5: Noise as a function of vehicle speed.....	17
Figure 2.6: Exhaust emissions and greenhouse gases as a function of average speed.....	19
Figure 2.7: Direct and indirect effects of speed on different elements.....	22
Figure 3.1: Factors of road traffic cybernetic system affecting the speed of the vehicle.....	26
Figure 3.2: Factors that may influence the choice of vehicle speed.....	28
Figure 3.3: The relationship between the rate of traffic accidents and the width of the hard shoulder on two-lane rural roads.....	30
Figure 3.4: Dependence of traffic accidents on the width of the road lane.....	31
Figure 3.5: Dependence between the rate of traffic accident and the radius of curvature....	34
Figure 3.6: The average rate of the traffic accident depending on the average value of the radius.....	35
Figure 3.7: Association between the driving speed and the radius of curvature.....	36
Figure 3.8: The field of vision of the driver in relation to the speed of the vehicle.....	43
Figure 3.9: General model of factors that affect the driver's choice of speed.....	44
Figure 3.10: The average change in velocity and the standard error of the center in terms of various traffic signs.....	47
Figure 3.11: Involvement in traffic accidents as a function of deviation from the average speed.....	48
Figure 4.1: Speed limit on the main and regional roads in the RS.....	61

Figure 4.2: The number of traffic signs for speed limit.....	62
Figure 4.3: The number of traffic signs for speed limit depending on the category of the road.....	62
Figure 4.4: The number of road sections with speed limit of 30 km/h depending on the category of the road.....	63
Figure 4.5: The number of road sections with speed limit of 40 km/h depending on the category of the road.....	63
Figure 4.6: The number of road sections with speed limit of 50 km/h depending on the category of the road.....	63
Figure 4.7: The number of road sections with speed limit of 60 km/h depending on the category of the road.....	64
Figure 4.8: The number of road sections with speed limit of 70 km/h depending on the category of the road.....	64
Figure 4.9: The number of road sections with speed limit of 80 km/h depending on the category of the road.....	64
Figure 4.10: The number of road sections with speed limit depending on the category of the road and the intensity of the speed limit.....	65
Figure 4.11: The number of road sections with speed limit of 30 km/h depending on the category of the road and the cause of the speed limit.....	66
Figure 4.12: The number of road sections with speed limit of 40 km/h depending on the category of the road and the cause of the speed limit.....	66
Figure 4.13: The number of road sections with speed limit of 50 km/h depending on the category of the road and the cause of the speed limit.....	67
Figure 4.14: The number of road sections with speed limit of 60 km/h depending on the category of the road and the cause of the speed limit.....	67
Figure 4.15: The number of road sections with speed limit of 70 km/h depending on the category of the road and the cause of the speed limit.....	68

Figure 4.16: The number of road sections with speed limit of 30 km/h depending on the category of the road and the area.....	68
Figure 4.17: The number of road sections with speed limit of 40 km/h depending on the category of the road and the area.....	69
Figure 4.18: The number of road sections with speed limit of 70 km/h depending on the category of the road and the area.....	69
Figure 4.19: The number of road sections with speed limit of 80 km/h depending on the category of the road and the area.....	69
Figure 4.20: The number of new road sections with speed limit of 50 km/h depending on the category of the road for one year.....	70
Figure 4.21: The number of new road sections with speed limit of 70 km/h depending on the category of the road for one year.....	70
Figure 4.22: Number of changes in the boundaries of the settlements according to the category of the road for one year.....	71
Figure 4.23: The number of road sections with speed limit of 50 km/h depending on the category of the road and the applicant for one year.....	71
Figure 4.24: The number of road sections with speed limit of 70 km/h depending on the category of the road and the applicant for one year.....	72
Figure 4.25: The number of road sections with speed limit of 50 km/h depending on the category of the road and the cause for one year.....	72
Figure 4.26: The number of road sections with speed limit of 50 km/h depending on the category of the road and the cause for one year.....	73
Figure 4.27: The average length of the section of road, where the speed limit was established.....	73
Figure 4.28: Important criteria for determining speed limits in the respective period.....	81
Figure 5.1: Structure of the model for speed limit.....	91
Figure 5.2: Dependence of safe speed $V_R$ and average value of the radius of curvature.....	97
Figure 5.3: Dependence of safe speed $V_{\check{S}V}$ and the lane width.....	98

Figure 5.4: Dependence of safe speed $V_B$ and the type and width of shoulder (B).....	99
Figure 5.5: Forgiving roadside.....	100
Figure 5.6: Obstacle free-zone width as a function of speed limit for 5 European countries (Finland, France, Great Britain, Netherland and Sweden).....	101
Figure 5.7: Dependence of safe speed $V_{DTCZ}$ and obstacle-free zone and traffic volumes for embankment with a slope of 1:6 or less.....	102
Figure 5.8: Dependence of safe speed $V_{DTCZ}$ and obstacle-free zone and traffic volumes for embankment with a slope of 1:6 to 1:4.....	103
Figure 5.9: Dependence of safe speed $V_{DTCZ}$ and obstacle-free zone and traffic volumes for embankment with a cut of 1:6 or less.....	104
Figure 5.10: Dependence of safe speed $V_{DTCZ}$ and obstacle-free zone and traffic volumes for embankment with a cut of 1:6 to 1:4.....	105
Figure 5.11: Dependence of safe speed $V_{DTCZ}$ and obstacle-free zone and traffic volumes for embankment with a cut of 1:6 to 1:3.....	106
Figure 5.12: Dependence of safe speed $V_{Pz}$ and the sight distance of the road ahead.....	108
Figure 5.13: Dependence of safe speed $V_S$ and the average distance between intersections.....	109
Figure 5.14: Dependence of safe speed $V_{SN}$ and the average road friction.....	111
Figure 5.15: Dependence between speed and cost/km vehicle for a basic factor.....	124
Figure 5.16: Step 3: Comparison and advice for speed limit.....	127
Figure 6.1: View of considered sections of national roads.....	128
Figure 6.2: The section of national road G1-5/0336, from km 2.600 to km 4.600.....	130
Figure 6.3: Schematic view of the section of national road G1-5/0336, from km 2.600 to km 4.600.....	131
Figure 6.4: Optimal speed limit from the road authority perspective for the road section G1- 5/0336.....	135
Figure 6.5: Optimal speed limit from the driver perspective for the road section G1-5/0336.....	136



Figure 6.6: The section of national road G1-1/0241, from km 1.300 to km 7.400.....	139
Figure 6.7: Optimal speed limit from the road authority perspective for the road section G1-1/0241.....	143
Figure 6.8: Optimal speed limit from the driver perspective for the road section G1-1/0241.....	143
Figure 6.9: The section of national road G1-4/1259, from km 6.500 to km 10.000.....	146
Figure 6.10: Optimal speed limit from the road authority perspective for the road section G1-4/1259.....	150
Figure 6.11: Optimal speed limit from the driver perspective for the road section G1-4/1259.....	151
Figure 6.12: The section of national road G1-2/1290, from km 0.000 to km 3.600.....	154
Figure 6.13: Optimal speed limit from the road authority perspective for the road section G1-2/1290.....	156
Figure 6.14: Optimal speed limit from the driver perspective for the road section G1-2/1290.....	156
Figure 6.15: The section of national road G2-105/0256, from km 2.000 to km 4.200.....	159
Figure 6.16: Optimal speed limit from the road authority perspective for the road section G2-105/0256.....	162
Figure 6.17: Optimal speed limit from the driver perspective for the road section G2-105/0256.....	162
Figure 6.18: The section of national road G2-106/0261, from km 0.140 to km 2.800.....	165
Figure 6.19: Optimal speed limit from the road authority perspective for the road section G2-106/0261.....	167
Figure 6.20: Optimal speed limit from the driver perspective for the road section G2-106/0261.....	168

## **SEZNAM PRILOG**

Priloga A: Nilssonov Power Model

Priloga B: Indeksi oktavnih pasov za posamezno kategorijo vozil

Priloga C: Fotografije posameznih odsekov cest

Priloga D: Vhodni podatki

Priloga E: Izračun stroškov v pristopu ekonomske optimizacije

## OKRAJŠAVE

BCP	banka cestnih podatkov
DCZ	Desirable Clear Zone
DRSI	Diekcija Republike Slovenije za infrastrukturo
DTCZ	Desirable Tangent Clear Zone
G1, G2	glavna cesta prvega reda, glavna cesta drugega reda
PLDP	povprečni letni dnevni promet
SLNZ	speed limit New Zealand
WEPS	aplikacija za evidence prometne signalizacije

## SIMBOLI

$L$	dolžina odseka [m]
$m$	število let
$n$	število odsekov
$CO$	ogljikov monoksid
$CO_2$	ogljikov dioksid
$V_{oT}$	vrednost časa ene ure potovanja
$v$	omejitev hitrosti [km/h]
$S$	standardna deviacija
$V_m$	povprečna hitrost vozil [km/h]
$V_{85}$	85. percentil hitrosti vozil [km/h]
$V_a$	85 percentilov hitrosti pri uvozu v krivino [km/h]
$R$	radij krožnega loka [m]
$V_f$	voznikova želena hitrost [km/h]
$fr,max$	maksimalni koeficient radialnega trenja
$qmax$	maksimalni prečni nagib [%]
$V_d$	domnevna projektna hitrost [km/h]
$EV_{85}$	ocenjena hitrost $V_{85}$ [km/h]
$PSL$	administrativna omejitev hitrosti [km/h]
$V_{proj}$	projektna hitrost [km/h]
$V_{voz}$	vozna hitrost [km/h]
$V_{zas}$	zasnovalna hitrost [km/h]
$\check{S}V$	širina vozišča [m]
$B$	širina bankine [m]
$DTCZ$	širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir [m]
$P_z$	pregledna razdalja nad potekom ceste [m]
$S$	gostota priključkov

<i>SN</i>	torna sposobnost
<i>fR</i>	faktor radija krožnega loka
<i>VR</i>	varna hitrost glede na radij krožnega loka [km/h]
<i>fŠV</i>	faktor širine vozišča
<i>VŠV</i>	varna hitrost glede na širino vozišča [km/h]
<i>fB</i>	faktor bankine
<i>VB</i>	varna hitrost glede na vrsto in širino bankine [km/h]
<i>fDTCZ</i>	faktor obcestnega prostora
<i>VDTCZ</i>	varna hitrost glede na obcestni prostor [km/h]
<i>fPz</i>	faktor preglednosti
<i>VPz</i>	varna hitrost glede na preglednost [km/h]
<i>fS</i>	faktor gostote priključkov
<i>VS</i>	varna hitrost glede na gostoto priključkov [km/h]
<i>fSN</i>	faktor torne sposobnosti vozišča
<i>VSN</i>	varna hitrost glede na torno sposobnost vozišča [km/h]
<i>P</i>	širina voznega pasu [m]
<i>L</i>	poraba griva [liter/km]
<i>a, b, c, d</i>	parametri za posamezno kategorijo vozil
<i>LE</i>	emisija hrupa
<i>Q</i>	povprečno število vozil posamezne kategorije [voz/h]
<i>v</i>	omejitev hitrosti posamezne kategorije vozil [km/h]
<i>v0</i>	mejna (zgornja) omejitev hitrosti za posamezno kategorijo vozil; za osebna vozila 90 km/h in za tovorna vozila 80 km/h
<i>α in β</i>	faktorja, ki predstavljata fiksne vrednosti, izračunane z oktavnimi pasovi in sta določena za tri kategorije vozil (lv, mv in zv).
<i>m</i>	kategorija vozila

## 1 UVOD

Zadnjih nekaj desetletij se cestni sistemi ter infrastruktura nenehno izboljšujejo, ob tem pa močno napreduje tudi avtomobilska industrija, vsaj v smislu izboljšave motornih vozil. La-ta zaradi izboljšanja motorjev lahko dosegajo vedno višje hitrosti. Vse to je prispevalo k boljšemu gospodarskemu razvoju in mobilnosti, posledično pa tudi k izboljšanju kakovosti življenja. Po drugi strani pa imajo višje hitrosti vozil lahko izredno negativne posledice, ki se kažejo v zmanjšanju prometne varnosti (hujše posledice prometnih nesreč) ter negativnih vplivih na okolje: povečanje izpušnih plinov, emisij hrupa idr. V zadnjem času se v večini držav ukvarjajo z zmanjševanjem teh negativnih učinkov, predvsem v urbanih območjih. K znižanju hitrosti vozil vsled izboljšanja kakovosti bivanja strmijo tako oblasti in pristojni za upravljanje s cestami, kot tudi sami prebivalci teh področij, zato je v mnogih razvitejših državah ustrezna politika upravljanja hitrosti postala prioriteta naloga. Nekatere so že priznale potrebo po sprejetju ukrepov, s katerimi bi se bili sposobni spopasti s tveganji in posledicami, ki so povezani s prevelikimi hitrostmi vozil. Eden od osrednjih elementov vsake strategije prometne varnosti je prav upravljanje hitrosti (speed management). Mnoge države so razvile in podprle prometno politiko s celovitim pristopom in strategijo ter vizijo po izboljšanju prometnega sistema, v katerem bi bilo čim manj prometnih nesreč, posledice le-teh pa za udeležence ne bi bile usodne. In velika večina od njih se za doseg te ciljev trudi vpeljati niz ukrepov in izboljšav na tem področju.

### 1.1 Problem, namen, predmet in obseg raziskave

Cilj politike omejevanja hitrosti na javnih cestah je zadostiti potrebam tako mobilnosti (prepustnosti in zmanjševanju potovalnih časov), kot tudi izboljšanju prometne varnosti ter zmanjšanju negativnih vplivov na okolje. Strmeti je potrebno k temu, da bodo omejitve hitrosti varne in verodostojne ter da bo dosežen nekakšen "kompromis" med različnimi dejavniki, kot so prometna varnost, mobilnost in okoljski problemi, saj le tako lahko dosežemo, da bodo vozniki omejitve hitrosti tudi upoštevali. Hkrati moramo zaradi

izboljšanja kakovosti življenja prebivalcev, ki živijo ali delajo ob cesti ter uporabnikov cest, poskrbeti tudi za to, da bi se z omejitvami hitrosti zagotavljala ustrezna raven prometne varnosti ter zmanjšali negativni vplivi na okolje.

Hitrost na določenem odseku ceste mora biti takšna, da se ohranja ravnovesje med voznikovim razumnim dojetanjem hitrosti v določenem okolju po katerem cesta poteka, kategorijo in funkcijo ceste ter zahtevami prebivalcev, ki na tem območju stanujejo ali delajo. Prav tako je potrebno strmeti k temu, da se na cesti ohranja približno enaka hitrost vseh vozil, saj lahko zaradi velikih razlik med hitrostmi vozil, pričakujemo tudi več konfliktnih situacij.

Trenutno v Sloveniji ni razvitega enotnega in celostnega pristopa oziroma modela za določitev najbolj primerne omejitve hitrosti na določenem delu odseka ceste zunaj naselja, kjer bi se upoštevali vsi pomembni dejavniki (dejavniki, ki so pri določanju omejitve hitrosti odvisni od izbranega pristopa). Hitrosti na cestah bi se morale omejevat na osnovi strokovno izdelane presoje, v kateri se določijo in upoštevajo vsi dejavniki oziroma faktorji, ki kakorkoli vplivajo na hitrost vozil in prometno varnost, pri tem pa je potrebno upoštevati tudi vse lokalne pogoje in cilje. Pri določanju omejitve hitrosti se mora vzpostaviti razumno ravnovesje med tveganjem (prometno varnostjo) in časom potovanja (prepustnostjo, mobilnostjo) glede na vrsto in funkcijo ceste, pri tem pa je potrebno upoštevati tudi interese prometnih inštitucij, potrebe uporabnikov cest, kakor tudi želje okoliških prebivalcev. Zavedati se je potrebno, da za določitev najbolj primerne omejitve hitrosti na določenem odseku ceste ne obstaja formula, v kateri bi lahko zajeli in upoštevali prav vse navedene dejavnike. Glavni cilj vseh razvitejših držav je povečati prometno varnost na svojih cestah, pa vendar skoraj vsaka od njih pri določitvi omejitve hitrosti uporablja drugačen pristop in sprejema različne odločitve.

Pri pregledu strokovne svetovne literature je bilo ugotovljeno, da se pri opredelitvi najbolj primerne omejitve hitrosti na določenem delu odseku uporabljata predvsem dva pristopa. In sicer, prvi način temelji na t.i. *inženirskem pristopu*, pri katerem je omejitev hitrosti določena na podlagi najvišje možne hitrosti, ki jo omogočajo elementi in geometrija ceste. Drugi pristop je povezan z optimizacijo stroškov - *ekonomski pristop*, pri čemer so za določitev optimalne hitrosti pomembni naslednji podatki: stroški potovalnih časov, stroški delovanja vozila, stroški prometnih nesreč ter stroški hrupa in emisij. Optimalna omejitev hitrosti v tem pristopu je namreč tista, pri kateri so skupni stroški za družbo najnižji.

Uporabili in preverili bomo model, ki so ga razvili v nizozemski raziskavi in ki je bil narejen za nizozemsko avtocestno omrežje (Kuijvenhoven, 2012). V nalogi bomo postopek prilagodili ter aplicirali za državno cestno omrežje v RS. In sicer bomo skušali razviti model, ki bi veljal za določitev najbolj primerne omejitve hitrosti na določenih odsekih glavnih cest zunaj naselja (G1 in G2 ceste).

Predlagani model za določitev primerne omejitve hitrosti na izbranem delu odseka ceste predvideva tri korake:

- Korak 1: Določitev najvišje možne oziroma zgornje meje omejitve hitrosti glede na lastnosti ceste – inženirski pristop;
- Korak 2: Izračun optimalne omejitve hitrosti – pristop ekonomske optimizacije;
- Korak 3: Primerjava obstoječe omejitve hitrosti na danem delu odseka ceste z omejitvijo hitrosti, ki se jo določi v prvih dveh korakih.

Večina voznikov lahko oceni varno vožnjo na podlagi tistega kar vidijo na ali ob cesti in ne vozijo s hitrostjo, za katero smatrajo, da je za njih lahko nevarna. Številne raziskave so pokazale, da je hitrost, ki jo dosega 85 % vseh vozil in ki jo večina voznikov dojema kot prometno varno ter glede na odsek ceste tudi najprimernejšo, tudi tista, ki jo v nekaterih državah uporabljajo kot najpogostejše merilo za določitev elementov ceste, določene analize



ter omejitev hitrosti na posameznih delih odseka. Ta pristop temelji na voznikovi izbiri hitrosti (filozofija voznikove izbire hitrosti oziroma *pristop voznikove izbire*).

Vse bolj pogosto se dogaja, da je omejitev hitrosti nekakšno "zdravilo", ki bi pozdravilo vse prometno varnostne probleme. Uporabniki cest in okoliški prebivalci največkrat zahtevajo omejitev hitrosti v prizadevanju za hitre rešitve težav, s katerimi pa največkrat ne moremo rešiti zapletenih prometno varnostnih pojavov.

Kot posledica navedenega je predmet raziskave, ki je izpeljan iz problema magistrske naloge, ugotoviti in proučiti vpliv različnih hitrosti na segmente, kot so prometne nesreče, emisije, prepustnost, poraba energije idr., raziskati ter analizirati vsa znanstvena dognanja o hitrostih vozil, poiskati vzroke za omejevanje hitrosti, ugotoviti, kako človek reagira na določeno omejitev hitrosti ter preveriti način, prakso in učinkovitost dosedanjega dela stroke na področju upravljanja hitrosti na dvopasovnih cestah zunaj naselja.

V magistrskem delu bomo postopek za določitev najprimernejše stalne omejitve hitrosti za odseke cest zunaj naselja izpeljali iz modela, ki je opredeljen v nizozemski raziskavi in temelji na preverjanju ustreznih omejitev hitrosti na nizozemskih avtocestah. Model bomo aplicirali za slovensko državno cestno omrežje (G1 in G2 ceste) in ga na koncu preverili tudi na konkretnih primerih. Prav tako bomo skušali preveriti, ali je najvišja zakonsko omejena hitrost, ki velja na odsekih cest zunaj naselja, t.j. 90 km/h, še vedno tista, ki zagotavlja prometno varno ter ekonomsko upravičeno in vzdržljivo omejitev hitrosti.

## **1.2 Cilji in delovna hipoteza**

Trenutno v Sloveniji ni razvitega enotnega postopka ali modela za določitev najprimernejše omejitve hitrosti na določenem odseku ceste zunaj naselja, pri katerem bi se upoštevali pomembni dejavniki, ki lahko vplivajo na izbor omejitve hitrosti. Zato je cilj te naloge, da se

glede na izbrane pristope in različne perspektive, razvije model oziroma postopek za določitev najbolj primerne omejitve hitrosti na odseku ceste zunaj naselja, pri čemer se upoštevajo vsi lokalni pogoji in cilji. Model bi omogočal lažje in enotnejše določanje odsekov cest, na katerih je omejitev hitrosti potrebna ter kako visoka je, hkrati pa bi se lahko preverila tudi verodostojnost obstoječih (trenutnih) omejitev hitrosti.

Glede na navedeno, se bo v okviru naloge skušala dokazati naslednja delovna hipoteza:

*Na osnovi tujih praks, smernic in raziskav ter strokovnih pojasnil, analize vseh dejavnikov, ki lahko vplivajo na izbor omejitve hitrosti ter na podlagi terenskih meritev, je mogoče razviti enotni model za določitev najprimernejše omejitve hitrosti na dvopasovnih cestah zunaj naselja (G1 in G2 ceste) na državnem cestnem omrežju v RS. Vprašanje: Kakšen je ta model?*

Da lahko dokažemo ali ovržemo zastavljeno hipotezo, moramo odgovoriti na naslednja zastavljena vprašanja:

1. Kateri pristopi se v tujini in pri nas uporabljajo za določanje najprimernejše omejitve hitrosti na dvopasovnih cestah zunaj naselja ter kakšna je razlika med njimi?
2. Kateri so pomembni dejavniki, ki lahko vplivajo na omejitev hitrosti na dvopasovnih cestah zunaj naselja in kakšen je njihov vpliv?
3. Kakšena struktura modela je primerna za določitev ustrezne omejitve hitrosti na dvopasovnih cestah zunaj naselja?
4. Katera merila so potrebna za izbiro ustreznega odseka ceste za preizkus zastavljenega modela ter kako se zbrani podatki ocenjujejo in vrednotijo?

### **1.3 Metode dela**

Magistrsko delo v prvem delu vsebuje poglobljen teoretično-analitičen pregled strokovne literature, znanstvenih razprav, raziskav ter člankov predvsem tujih in naših strokovnjakov s področja obravnavane teme. Poleg kritične analize strokovnoteoretičnih dognanj, so zaradi lažjega razumevanja za ilustracijo navedeni tudi nekateri praktični primeri iz strokovne literature. Ta del magistrskega dela je analiziran s pomočjo opisne (deskriptivne) metode, metode kompilacije, sintetične in induktivno-deduktivne ter komparativne metode.

Drugi, empirični del magistrskega dela, temelji na deskriptivni, komparativni in statistični metodi.

Pri izdelavi magistrskega dela bom uporabila teoretična znanja pridobljena v okviru dodiplomskega in podiplomskega študija ter znanje in izkušnje, ki sem jih pridobila kot dolgoletna strokovna sodelavka na področju upravljanja državnih cest (prometna varnost in tehnično urejanje prometa).

### **1.4 Struktura magistrskega dela**

Magistrsko delo je sestavljeno iz več glavnih poglavij, tematika pa je dodatno razdelana v podpoglavjih.

V prvem, uvodnem poglavju, je predstavljena obravnavana problematika, izraženi so namen, predmet in cilj magistrskega dela, opredeljene so metode dela ter struktura naloge.

Drugo, teoretično-analitično poglavje, je sestavljeno iz teoretičnih spoznanj in ugotovitev ter strokovne literature (naše in tuje), ki veljajo na področju vpliva hitrosti na prometno varnostne, okoljske in druge segmente.

V tretjem poglavju smo se poglobili v raziskovanje odnosa med vplivi različnih dejavnikov na hitrosti vozil, kamor štejemo vpliv okolja, vozila ter voznika (njegovo dožemanje hitrosti - človeški faktor). Prav tako smo skušali ugotoviti, kakšno je voznikovo zaznavanje prometnih znakov za omejitve hitrosti ter kako različni elementi ceste in obcestnega prostora vplivajo na voznikovo izbiro hitrosti, kako morajo biti omejitve hitrosti določene ter kakšne naj bodo te omejitve, da jih bo voznik upošteval.

V četrtem delu naloge so raziskane, opisane in določene vse vrste hitrosti. V podpoglavjih so tako obširneje razloženi in razčlenjeni termini hitrosti, kako se le-te določajo ter kaj predstavljajo.

V petem poglavju je predstavljen, opisan in izpeljan model za določitev najprimernejše stalne omejitve hitrosti na dvopasovnih cestah zunaj naselja.

Šesti del magistrskega dela je namenjen preverjanju ustreznosti izpeljanega modela na konkretnih primerih. Na podlagi določenih izbranih cestnih odsekih dvopasovnih cest zunaj naselja, bomo s pomočjo inženirskega pristopa ter pristopa ekonomske optimizacije, določili najprimernejšo omejitve hitrosti na obravnavanem odseku ceste.

Na podlagi aplikacije modela na konkretnih primerih, se lahko v prvem poglavju zastavljena delovna hipoteza potrdi ali zavrže, kar bo predstavljeno v sedmem delu magistrske naloge z zaključnimi in sklepnimi ugotovitvami. V tem delu bodo podani predlogi v zvezi z upravljanjem hitrosti na slovenskem cestnem omrežju, ki bi pi delu lahko bili v pomoč stroki in ostalim pristojnim inštitucijam.

V sedmem poglavju smo na podlagi ugotovitev in rezultatov raziskave, skušali odgovoriti na vprašanja, ki smo jih zastavili v uvodu. Opredejen je tudi prispevek raziskave k znanosti in stroki ter podana so izhodišča za morebitne nadaljnje raziskave tega področja.

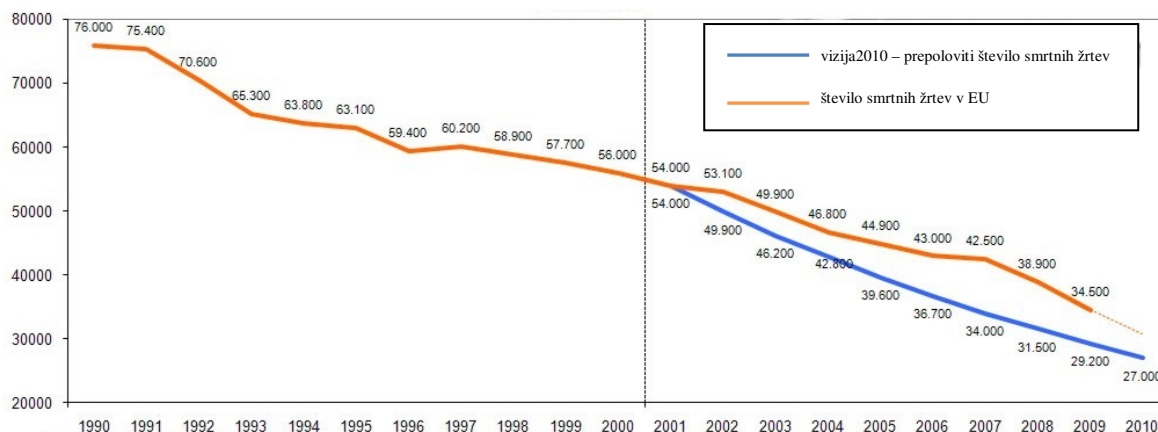
## **2 VPLIV HITROSTI VOZIL NA PROMETNO VARNOST, PROMET IN OKOLJE**

Različne hitrosti vozil lahko različno vplivajo na prometno varnost, promet in okolje. Tako ima lahko višja hitrost vozila pozitivne učinke (večja mobilnost, manjši potovalni časi), lahko pa na določene segmente vpliva tudi negativno (manjša prometna varnost, večje onesnaževanje okolja, višji stroški potovanja idr.).

### **2.1 Hitrost vozil, prometna varnost in stroški prometnih nesreč**

Hitrost je ena od glavnih dejavnikov tveganja v cestnem prometu. *Presežena hitrost* - hitrost, ki je nad predpisano (administrativno) hitrostjo in *neprilagojena hitrost* - hitrost, ki je sicer znotraj predpisane, vseeno pa je previsoka glede na razmere na cesti, sta eni ključnih problemov prometne varnosti tako pri nas, kakor tudi v svetu. Čeprav nekateri znanstveniki trdijo, da višja hitrost ne pomeni tudi večje verjetnosti za nastanek prometne nesreče oziroma da so hujše le posledice prometne nesreče, pa Kloeden trdi prav nasprotno. Pravi namreč, da se z višanjem hitrosti zmanjšuje reakcijski čas voznika, ki mora v nepričakovanih okoliščinah izvesti določen manever, da se prometni nesreči izogne.

Večina voznikov glede na prometno tehnične lastnosti ceste in okoljske oziroma vremenske razmere, vozi prehitro. Po podatkih Eurostat-a, se število prometnih nesreč v evropskih državah in v Sloveniji sicer manjša, zmanjšuje pa se tudi število hudo poškodovanih in umrlih v teh prometnih nesrečah.

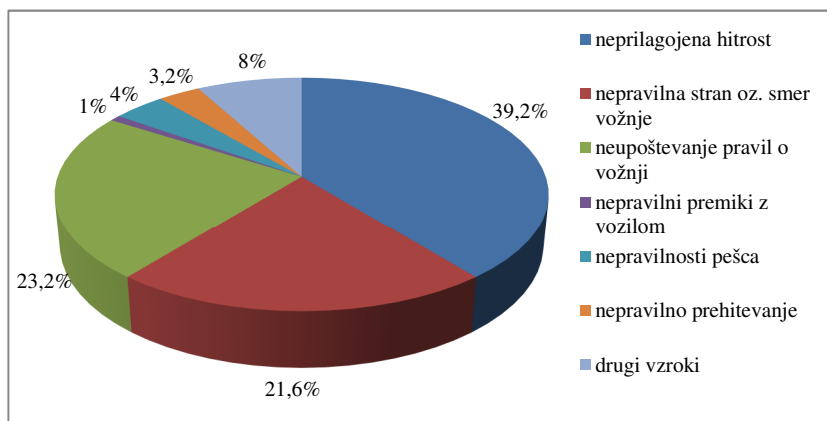


Slika 2.1: Število smrtnih žrtev na evropskih cestah od leta 1990 – 2010 (vir: CARE: Community Road Accident Database)

Figure 2.1: The number of fatalities on European roads between 1990 and 2010 (source: CARE: Community Road Accident Database)

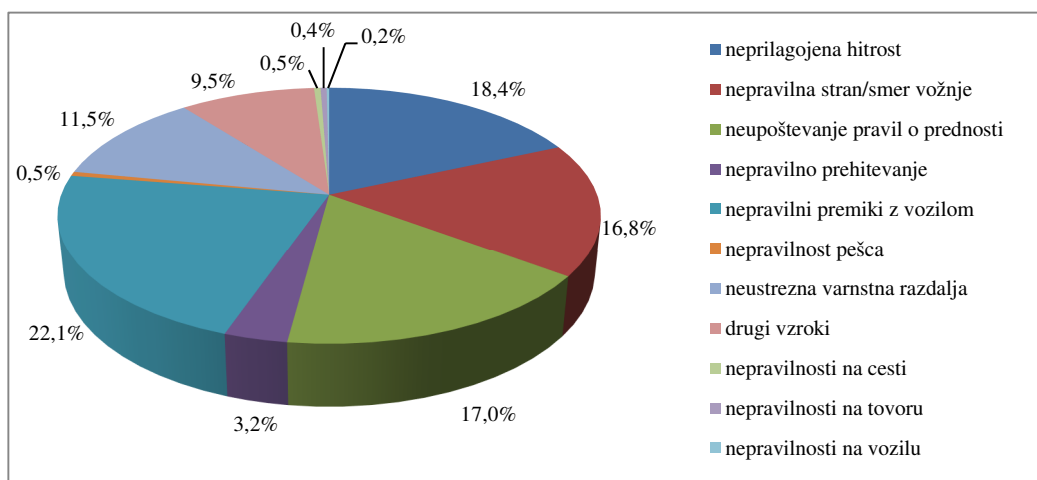
Najpogostejši oziroma primarni vzrok za nastanek prometne nesreče še vedno ostaja hitrost. Približno 30 % prometnih nesreč v evropskih državah s smrtnim izidom se zgodi zaradi neprilagojene hitrosti. 40 – 50 % (po nekaterih raziskavah tudi 80 %) voznikov vozi hitreje od predpisane hitrosti, od tega jih 10 – 20 % vozi s hitrostjo, ki je za 10 km/h višja od predpisane.

Tudi v Sloveniji je po statističnih podatkih policije, hitrost vozil najpogostejši vzrok za nastanek prometne nesreče. Za kar 39 % vseh prometnih nesreč v letu 2013, katerih posledice so bile najhujše (prometne nesreče s smrtnim izidom), je bil vzrok teh prometnih nesreč prav hitrost. Razlog za nastanek prometne nesreče, ki ga uporabljamo in navajamo pri statističnih podatkih in uradnih dokumentih, je v bistvu neposredni ali primarni, ti podatki pa pravzaprav ne povedo nič o tem, kaj je povzročitelja prometne nesreče dejansko privedlo do tega, da je storil dejanje, ki je povzročilo prometno nesrečo (posredni vzrok). Pri tem je potrebno poudariti, da je podatek statističen in je pridobljen na podlagi policijskih zapisnikov. Veliko prometnih nesreč (največkrat le tistih z materialno škodo) vozniki oziroma udeleženci ne prijavijo, zato se jih v evidencah tudi ne obravnava.



Slika 2.2: Delež prometnih nesreč s smrtnim izidom v Sloveniji leta 2013 glede na vzrok (vir: Policija)

Figure 2.2: The proportion of fatal traffic accident in Slovenia in 2013 regardless of the cause (source: Police)



Slika 2.3: Delež vseh prometnih nesreč v Sloveniji leta 2013 glede na vzrok (vir: Policija)

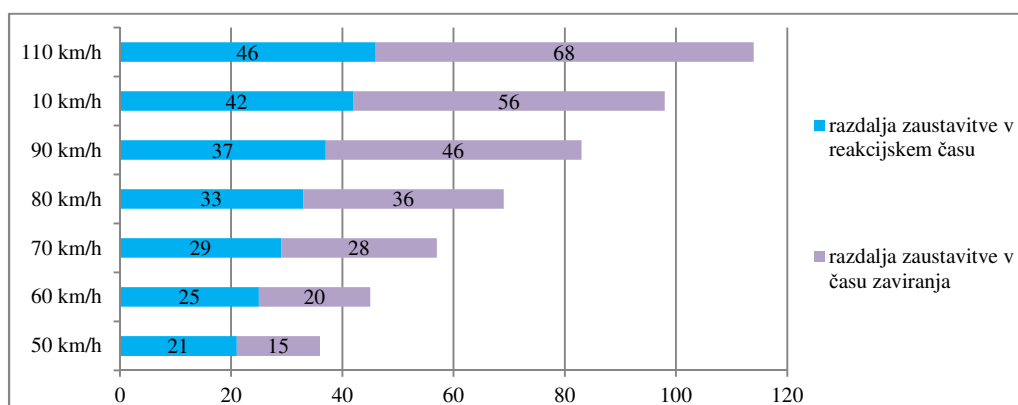
Figure 2.3: The proportion of all traffic accident in Slovenia in 2013 regardless of the cause (source: Police)

Praviloma je prometna nesreča splet več dejavnikov, ki jih lahko razvrstimo med človeške (voznik) in tehnične (vozilo in cesta).

Splošno znano je, da višja kot je hitrost, večje oziroma hujše so lahko posledice prometne nesreče. Po načelu kinetične energije pri višji hitrosti na potnike v vozilu delujejo zelo velike sile. Kinetična energija premikajočega se vozila je odvisna od njegove mase in kvadratom njegove hitrosti. V primeru trka se del sproščene energije absorbira v človeškem telesu potnikov in ta je sposoben prenašati samo omejeno količino energije, pri tem pa so lahko

posledice za človeka zelo resne ali celo usodne. Sistemi vozil, ki služijo za zaščito potnikov, so lahko zelo učinkoviti pri nižjih hitrostih, medtem ko pri visokih hitrostih nimajo vedno želenega učinka.

Spodnja slika (slika 2.4) prikazuje zaustavitvene dolžine povprečnega vozila glede na različne začetne hitrosti (z upoštevanjem dolžine, ki jo vozilo prevozi v reakcijskem času in dolžine, ki jo vozilo prevozi v času zaviranja). Izračunane razdalje veljajo za suho in čisto vozišče. Pri mokrem vozišču in večjem reakcijskem času, se zaustavitvena razdalja lahko še bistveno poveča. Prav zaradi velikih dolžin zaustavitve vozila, je potrebno biti še posebej pozoren pri omejevanju hitrosti s strani upravljalcev cest na odsekih, kjer lahko na cesti pričakujemo večje število pešcev ali kolesarjev. Različne študije namreč kažejo, da pri trku vozila pri hitrosti 30 km/h preživi 90 % pešcev, pri hitrosti trka vozila, ki vozi s hitrostjo 50 km/h, je verjetnost hujše ali smrtne poškodbe pešca že 80 %, medtem ko je trk vozila, ki vozi s hitrostjo višjo od 50 km/h, najverjetneje usodna za vsakega pešca.



Slika 2.4: Dolžina zaustavitve povprečnega vozila pri normalnih voznih pogojih in pri reakcijskem času 1,5 s, izraženo v metrih

Figure 2.4: The length of the stop distance for average vehicle under normal driving conditions and the reaction time of 1,5 s, expressed in meters

Verjetnost za nastanek prometne nesreče se poveča tudi zaradi velike razlike v hitrosti med posameznimi vozili (prehitavanje, izsiljevanje prednosti,...). Vozniki, ki vozijo veliko hitreje od povprečnih voznikov, pomenijo večje tveganje za nastanek prometne nesreče, ni pa še



dokazano, da enako velja tudi za voznike, ki vozijo veliko počasneje od povprečnih voznikov.

Številni znanstveniki so v raziskavah ugotavljali povezanost med hitrostjo in prometnimi nesrečami. Povzeli bomo rezultate samo nekaterih od njih:

- Raziskava, ki jo je naredil Nilsson, je pokazala, da se z zvišanjem povprečne hitrosti za 1 km/h, število prometnih nesreč poveča za 2 % na cestah, kjer je omejitev hitrosti 120 km/h in za 4 % na cestah, kjer omejitev hitrosti znaša 50 km/h (Nilsson, 1982). Rezultati te raziskave so bili potrjeni tudi na podlagi drugih preiskav, ki so bile narejene prej in potem. Te povezave uporabljajo strokovnjaki v nekaterih skandinavskih državah, v Avstraliji ter na Nizozemskem. Vendar pa Nilssonov model med povezavo "hitrost vozila – prometna nesreča", ne zajema in ne upošteva vseh značilnosti cestnega okolja. Dejanski učinki so odvisni le od točno določenih cestnih karakteristik in značilnosti prometa na nekem odseku ceste.
- V Veliki Britaniji je odvisnost med hitrostjo in prometnimi nesrečami preučeval Taylor (Taylor, Lyam in Baruya 2000). Ugotovili so, da se z zvišanjem hitrosti za 1 km/h, verjetnost za nastanek prometne nesreče poviša za 1 % do 4 % na cestah v naselju in za 2,5 % do 5,5 % na cestah zunaj naselja (Taylor, Baruya in Kennedy, 2002).
- Z upoštevanjem osnovnih fizikalnih enačb so bile določene posledice prometnih nesreč glede na različne hitrosti vozil. Ti odstotki so pokazatelji pričakovanih posledic prometnih nesreč pri spremembi začetne hitrosti za 1 km/h. Dejansko se lahko posledice za določene specifične cestne odseke razlikujejo od tistih, ki so navedene v naslednji preglednici (preglednica 2.1) (Aarts in Van Schagen, 2006).

Preglednica 2.1: Povečanje števila prometnih nesreč glede na posledice pri spremembi začetne hitrosti za 1 km/h

Table 2.1: Increase of the number of traffic accidents in relation to the consequences of the change in the initial speed of 1 km/h

Posledice prometne nesreče	Začetna hitrost (km/h)					
	50	70	80	90	100	120
prometna nesreča z lahko telesno poškodbo	4.0 %	2.9 %	2.5 %	2.2 %	2.0 %	1.7 %
prometna nesreča s hudo telesno poškodbo	6.1 %	4.3 %	3.8 %	3.4 %	3.0 %	2.5 %
prometna nesreča s smrtnim izidom	8.2 %	5.9 %	5.1 %	4.5 %	4.1 %	3.3 %

Poleg absolutne hitrosti vozil, na prometno varnost lahko vplivajo tudi velike razlike med hitrostmi več vozil. Ta učinek je lahko določen na dva načina:

- Primerjajo se prometne nesreče na cestah, na katerih je razlika med hitrostmi zelo velika (velika varianca v hitrosti v času 24 ur) in med tistimi, kjer je razlika med hitrostmi izredno majhna (majhna varianca v hitrosti v času 24 ur). Na podlagi teh raziskav je bilo ugotovljeno, da so ceste, na katerih je razlika v hitrostih med posameznimi vozili velika, manj prometno varne (Aarts in Van Schagen, 2006).
- Pri drugem načinu določanja učinkov različnih hitrosti vozil se osredotoči na razlike v hitrosti med vozilom, ki je bilo vpleteno v prometno nesrečo, z ostalimi vozili. Prve raziskave so bile na ta način izvedene v Združenih državah Amerike, in sicer v 50-ih in 60-ih letih prejšnjega stoletja (Solomon, 1964). Ugotovljeno je bilo, da počasneje ali hitreje kot vozilo vozi v primerjavi z ostalimi vozniki, večja je verjetnost za nastanek prometne nesreče. Novejše raziskave pa so dale druge rezultate. Vozniki, ki vozijo znatno hitreje od ostalih, povzročajo večjo verjetnost za nastanek prometne nesreče, medtem ko se pri voznikih, ki vozijo počasneje, ta verjetnost ne poveča (Kloeden, McLean in Glonek, 2002).

Dejansko so vsi rezultati raziskav pokazali, da stopnja prometnih nesreč z naraščanjem hitrosti narašča hitreje in obratno. Splošno gledano, zveza med hitrostjo in prometno varnostjo velja za vse hitrosti in za vse ceste.

Ne glede na ugotovljeno, pa je število prometnih nesreč, ki so se zgodile zaradi prevelike hitrosti, zelo težko določiti. Poleg hitrosti, na prometne nesreče lahko vplivajo tudi drugi dejavniki. Hitrost lahko samo "prispeva" k nastanku prometne nesreče, v kolikor voznik le-te ne prilagodi lastnostim ceste ali pa je hitrost vozila previsoka glede na okoliščine v danem trenutku (mokra vozišča, megla, večje prometne obremenitve idr.).

Število prometnih nesreč na nekem odseku ceste je pomemben podatek, ki predstavlja prometno varnostne razmere na cesti. Le-te lahko ocenimo s pomočjo primerjave števila prometnih nesreč, lokacije prometnih nesreč ter obravnavanega obdobja, v katerem prometne nesreče preučujemo. Oceno stanja prometne varnosti nam podajo tudi podatki o številu mrtvih in poškodovanih.

Prvi korak pri zmanjševanju števila prometnih nesreč je pridobivanje in analiziranje podatkov o prometnih nesrečah ter določitev odsekov, na katerih je potrebno ustrezno ukrepati. Drugi korak je načrt odpravljanja vzrokov prometnih nesreč, nadalje pa je potrebno aplicirati rešitev v realno okolje (npr. omejitev hitrosti) ter kasneje spremljati učinkovitost izvedenih ukrepov (monitoring).

Prometno varnost na nekem delu odseka ceste se s stališča prometnih nesreč obravnava glede na:

- število prometnih nesreč,
- posledice in tipe prometnih nesreč,
- primarne vzroke za nastanek prometnih nesreč,
- stanje prometa v času nastanka prometne nesreče,

- vremenske razmere v času nastanka prometne nesreče.

Na osnovi teh kriterijev se pridobi natančen pregled prometnih nesreč z najpomembnejšimi dejavniki, ki so vplivali na nastanek prometne nesreče. Pri analizi prometne varnosti je potrebno upoštevati tudi ostale faktorje (npr. težo prometne nesreče). Da ugotovimo stopnjo prometne varnosti obravnavanega dela odseka, jo moramo primerjati s stopnjo varnosti na drugih mestih cestne mreže s podobnimi karakteristikami odseka.

Posledice prometnih nesreč delimo na:

- prometne nesreče s smrtnim izidom,
- prometne nesreče s hudo telesno poškodbo,
- prometne nesreče z lažjo telesno poškodbo,
- prometne nesreče z materialno škodo.

V svetu obstajajo različni modeli in metode za določitev mest (delov odsekov) na cestnem omrežju, ki glede na prometno varnost (nevarnost) nekako odstopajo. Pravimo, da sta gostota in stopnja prometnih nesreč na teh delih odsekov višja kot drugod.

Z naraščanjem prometnih obremenitev oziroma gostoto prometnega toka, narašča tudi pogostost prometnih nesreč. Da bi dobili objektivne primerjalne možnosti za pogostost prometnih nesreč na različnih cestnih odsekih ali za različne značilnosti na istem cestnem odseku, računamo z relativnim številom prometnih nesreč oziroma *stopnjo prometnih nesreč* - SN (v nekateri naši literaturi tudi AR), kar pomeni, da se število prometnih nesreč nanaša na določeno prometno obremenitev nekega cestnega odseka. Stopnja prometnih nesreč je izražena s številom prometnih nesreč na 1 milijon prevoženih kilometrov in je podana z naslednjo enačbo (enačba 1):

$$SN = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m N_{ij} * 10^6}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m PLDP_{ij} * L_j * 365} \quad (1)$$

kjer je:

$SN$	stopnja prometnih nesreč
$N$	število prometnih nesreč
$PLDP$	povprečni letni dnevni promet [št. vozil/dan]
$L$	dolžina odseka
$m$	število let
$n$	število odsekov

## 2.2 Vpliv hitrosti vozil na okolje in kvaliteto življenja

Hitrost vozil ne vpliva samo na prometno varnost, ampak tudi na okolje in kvaliteto življenja ob cesti. V to skupino štejemo: hrup, onesnaževanje okolja z izpušnimi in toplogrednimi plini, potovalne čase, operativne stroške vozila ter kvaliteto življenja in dela ob cesti. Hitrost vozil je močno povezana z emisijami toplogrednih plinov (predvsem CO<sub>2</sub>), lokalnimi onesnaževalci, kot so npr. ogljikov monoksid (CO), NO<sub>x</sub> ter prašni delci, porabo goriva ter hrupom. Slednji so izrazitejši predvsem v urbanih območjih.

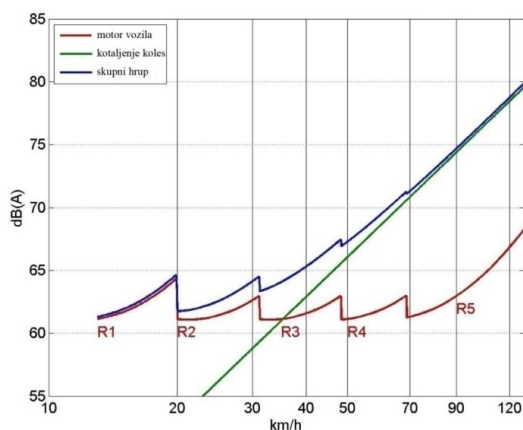
### 2.2.1 Hrup in stroški povezani s hrupom

Hrup je vsak zvok, ki vzbuja nemir, moti človeka in škoduje njegovemu zdravju ali počutju. Zaradi vse večjega števila virov hrupa in naraščajoče intenzitete emisij teh virov, očitkov prebivalstva, pritiska javnosti ter vedno večje skrbi družbe v zvezi s tem problemom, je postal hrup integralen del okoljske zaščite tudi v Sloveniji. Cilj okoljske politike na tem področju je znižanje sedanje ravni okoljskega hrupa, kamor sodi tudi onesnaževanje okolja s hrupom, ki ga povzroča promet.

Hrup je med preostalim pogojen tudi s hitrostjo vozil (med hrupom in hitrostjo vozila obstaja povezava, ki se jo da izmeriti), zato se z njenim znižanjem lahko zmanjšajo tudi emisije hrupa. Tako podvojitve hitrosti lahko pomeni povečanje emisij tudi za 5 dB(A). V urbanih območjih, kjer omejitve hitrosti znašajo med 20 milj/h (32,2 km/h) in 35 milj/h (56,3 km/h), se z zmanjšanjem hitrosti za 6 milj/h (9,7 km/h), emisije hrupa lahko zmanjšajo tudi do 40 %. Na cestah, kjer so hitrosti vozil med 60 in 110 km/h in kjer je 10 % prometa tovornega, se z zmanjšanjem dejanskih hitrosti za 10 km/h, emisije hrupa zmanjšajo nekje za 1-2 dB(A).

Problem obremenitve s hrupom lahko predstavljajo tudi naprave za umirjanje prometa (grbine, ploščadi,...) pa tudi križišča, kjer zaradi hitrih sprememb hitrosti vozil (zaviranje, pospeševanje) prihaja do povečanja hrupa. Hrup ob cestah s tekočim prometom naj bi bil celo do 5 dB(A) manjši kot v bližini križišč (Špes et al., 2002).

Hrup, ki ga povzroča motor vozila, se povečuje s številom vrtljajev le-tega. To pomeni, da se hrup povečuje z višanjem hitrosti v isti prestavi in se zmanjša, ko voznik prestavi v višjo prestavo. Učinek znižanja dejanske hitrosti vozila za 10 km/h na zmanjšanje hrupa je preučeval Andersen (preglednica 2.2) (Andersen, 2003).



Slika 2.5: Hrup vozila kot funkcija hitrosti (vir: INRETS – The French National Institute for Transport and Safety Research)

Figure 2.5: Noise as a function of vehicle speed (source: INRETS – The French National Institute for Transport and Safety Research)

Preglednica 2.2: Zmanjšanje hrupa pri dejanskem znižanju hitrosti vozila za 10 km/h

Table 2.2: Noise reduction in case of actual reduction in vehicle speed of 10 km/h

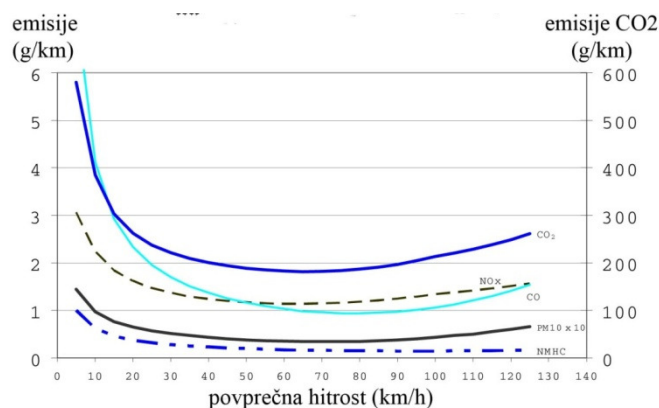
Dejansko znižanje hitrosti vozila	Zmanjšanje hrupa (dB(A)) pri osebnih vozilih	Zmanjšanje hrupa (dB(A)) pri tovornih vozilih
iz 130 na 120 km/h	1.0	-
iz 120 na 110 km/h	1.1	-
iz 110 na 100 km/h	1.2	-
iz 100 na 90 km/h	1.3	1.0
iz 90 na 80 km/h	1.5	1.1
iz 80 na 70 km/h	1.7	1.2
iz 70 na 60 km/h	1.9	1.4
iz 60 na 50 km/h	2.3	1.4
iz 50 na 40 km/h	2.8	2.1
iz 40 na 30 km/h	3.6	2.7

Za izračun stroškov hrupa, ki nastane zaradi prometa, bomo v nalogi uporabili nizozemsko metodo - Standard Calculation Method (Reken- en Meetvoorschrift wegverkeerslawaai 2002. 2009), kjer je izpeljana naslednja enačba (obširneje so enačba in posamezni členi pojasnjeni v poglavju 5.2.1):

$$L_{Aeq} = 10 \lg \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \sum_{m=lv}^{zv} 10^{L_{eq,i,j,n,m}/10} \quad [\text{dB(A)}] \quad (2)$$

### 2.2.2 Stroški povezani z onesnaževanjem okolja z izpušnimi in toplogrednimi plini

Ogljikov monoksid (CO), ki ga povzroča promet, pri globalnih emisijah predstavlja 21 %, pri lokalnih (v naseljenih območjih) pa dobro polovico vseh emisij. Za emisije CO<sub>2</sub> v globalnem smislu, je promet "krivec" za 2 %, lokalno gledano pa skoraj za dobro polovico vseh emisij. Ravno tolikšen delež ima tudi pri sproščanju dušikovih oksidov. Sklepamo lahko, da promet bistveno vpliva predvsem na lokalno koncentracijo zdravju škodljivih plinov. Med vožnjo se sproščajo emisije ogljikovega monoksida v odvisnosti od hitrosti vozil. Tipične emisijske krivulje so prikazane na sliki 2.6. Ne glede na razliko med krivuljami, ki se pojavljajo pri različnih tipih vozil in goriv, so v splošnem emisije visoke pri nižjih in višjih hitrostih, manjše pa pri hitrostih med 40 in 90 km/h.



Slika 2.6: Emisije izpušnih in toplogrednih plinov v odvisnosti od povprečne hitrosti (vir: UK Department of Transport)

Figure 2.6: Exhaust emissions and greenhouse gases as a function of average speed (source: UK Department of Transport)

### 2.2.3 Stroški povezani s časom potovanja

Ko voznik potuje, si želi, da bi bil njegov potovalni čas čim krajši. Stroški, ki so povezani s potovalnim časom, so v osnovi višji pri nižji hitrosti in obratno. Ti stroški so definirani kot kvocient vrednosti časa ene ure potovanja ( $VoT$ ) in hitrosti ( $v$ ):

$$\frac{VoT}{v} \quad [\text{eur/km vozila}] \quad (3)$$

kjer je:  $VoT$  vrednost časa ene ure potovanja [eur/h]  
 $v$  omejitev hitrosti [km/h]

Med stroške potovanja lahko štejemo porabo goriva posameznega vozila, indirektno pa tudi stroške ostalih vozil na cestni mreži. Dejavniki, kot so npr. odvisnost Evropske unije od uvoza goriva, zaskrbljenosti glede zalog nafte ter bolj zavestnega odnosa vlad in javnosti do okolja, spodbujajo odgovorne oblasti, da pri odločitvah o omejevanju hitrosti najdejo optimalno ravnotežje. Ključnega pomena pri teh odločitvah bi morala imeti pripravljenost javnosti na spremembe vedenja. Čeprav naj bi bilo dve tretjini prebivalcev Evropske unije pripravljeno na znižanje omejitve hitrosti zaradi zmanjšanja vplivov na okolje, pa je realna



slika pravzaprav drugačna. Namreč, približno 40 % do 50 %, ponekod tudi več kot 80 % voznikov (odvisno od posamezne države), vozi nad predpisano omejitvijo hitrosti.

Poraba goriva se pri neoviranem prometnem toku zvišuje skladno z višanjem hitrosti vozila (velja za hitrosti višje od 20 km/h). Pri hitrosti vozila 90 km/h, porabimo približno 23 % manj goriva, kot pa če bi vozili s hitrostjo 110 km/h, pri nižjih hitrostih (nižjih od 20 km/h) pa se poraba goriva znatno poveča. Prav tako se poveča poraba goriva pri "agresivni vožnji" (stalno pospeševanje in zaviranje), in sicer tudi do 30 %.

#### **2.2.4 Kvaliteta življenja**

Ne glede na negativne posledice prometa na okolje in okolico, so večja mobilnost, hitrejša potovanja ter boljši dostop do objektov in storitev, v splošnem prispevali k boljši kvaliteti življenja. Hitrosti vozil in prometa so kompatibilni z mobilnostjo in gospodarskimi potrebami – višja kot je hitrost, manjši je čas potovanja. Vendar pa je prihranek časa zaradi višjih hitrosti od dovoljenih, predvsem v urbanih predelih, minimalen, lahko bi rekli tudi zanemarljiv. Prav tako ni nujno, da se z zmanjšanjem povprečne hitrosti prometnega toka zmanjša tudi zmogljivost ali prepustnost ceste.

### **2.3 Določitev ustrezne omejitve hitrosti – ravnovesje med zahtevami prometne varnosti, okoljske politike ter mobilnosti in dostopnosti**

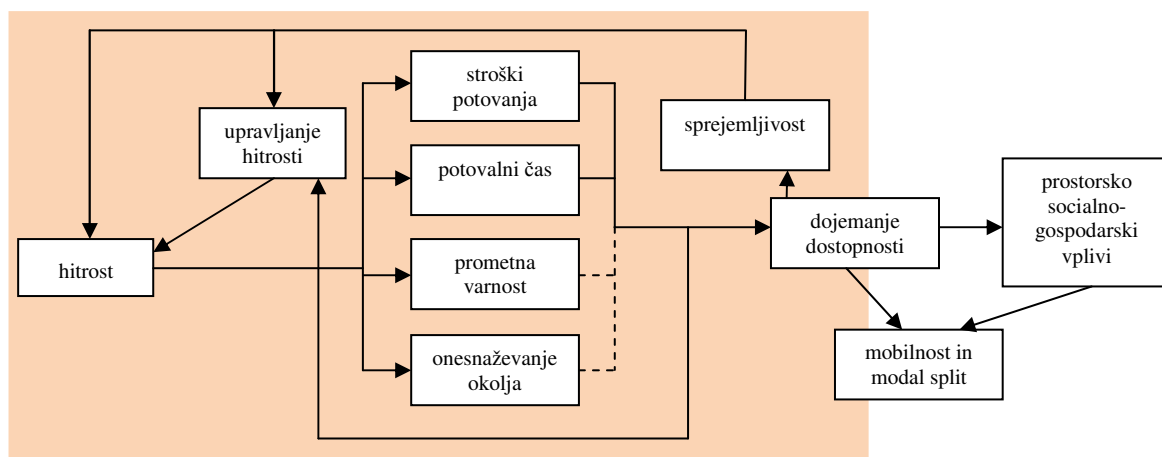
Kot smo predhodno ugotovili, so učinki omejevanja hitrosti zelo pomembni, tako z vidika porabe energije, varstva okolja in stališča zagotavljanja ustrezne ravni prometne varnosti, kakor tudi za doseganje relativno visoke stopnje mobilnosti ter dostopnosti. Tako je ustrezna omejitev hitrosti na nekem odseku ceste tista, pri kateri so v najboljšem medsebojnem razmerju povezani nižji stroški prevoza in zahteve prometne varnosti ter družbeno sprejemljiva degradacija okolja.

Nobenega dvoma ni, da tehnologija prometa in transporta omogoča doseganje vedno višjih potovalnih hitrosti. Vendar pa imata po drugi strani presežena in neprilagojena hitrost lahko zelo negativne posledice, zaradi česar morajo pristojni organi problem natančno preučiti, družba pa ga sprejeti kot celoto.

Več kot tretjina vseh prometnih nesreč s smrtnim izidom se zgodi zaradi neprilagojene hitrosti. Posebej so izpostavljeni odseki cest, kjer se pojavlja sestavljeni prometni tok. Obstaja neka mejna vrednost hitrosti vozila, ki trči v pešca, pri kateri je nesreča lahko zanj usodna. Po nekaterih raziskavah je verjetnost, da pešec preživi trk vozila, ki vozi s hitrostjo 45 km/h, 50 %, trka z vozilom, ki vozi s hitrostjo 50 km/h, pa ne preživi že okoli 80 % pešcev. Že zaradi tega dejstva je zelo pomembno, da so vsled ohranjanja človeških življenj, hitrosti vozil v urbanih območjih čim nižje. Pristojni organi so odgovorni, da se zagotavlja trajnostna mobilnost, vendar nikakor ne na račun zmanjševanja prometne varnosti. Da se na naših cestah zmanjša število mrtvih in poškodovanih, morajo odgovorna telesa sprejeti ukrepe za zmanjšanje hitrosti, posledično pa tudi za eliminacijo velikih razlik med hitrostmi vozil. Prav tako lahko nižje hitrosti vozil prispevajo k znižanju ostalih negativnih vplivov, kot so onesnaževanje okolja s toplogrednimi plini in hrupom, zmanjšanje porabe goriva ter ostalih neprijetnih učinkov, ki jih hitrosti vozil povzročajo predvsem ljudem, ki živijo ali delajo v neposredni bližini ceste.

Glede na številne dejavnike, ki lahko vplivajo na izbiro najbolj primerne omejitve hitrosti, ne obstaja formula, po kateri bi lahko to hitrost preprosto izračunali. Prav tako lahko za določeno kategorijo in funkcijo ceste veljajo drugačna razmerja med vsemi naštetimi vplivi. Tako je npr. mobilnost bolj pomembna pri daljinskih kot pri dostopnih cestah, pri dostopnosti pa velja ravno obratno. Optimalna hitrost se lahko določi z metodo, pri kateri predpostavimo in izračunamo ravnovesje med stroški prometnih nesreč, stroški izgube zaradi zmanjšanja potovalnih časov (zmanjšanje mobilnosti), v zadnjem času pa tudi vse bolj med stroški zaradi onesnaževanja okolja in porabe energije. Slednje je odvisno predvsem od politične odločitve

in se med državami lahko razlikuje. Potrebno je poudariti, da se t.i. optimalna hitrost lahko loči med tisto, ki je najbolj primerna za posameznika in tisto, ki je najboljša za družbo – različni vidiki. Z nekaterimi prometnimi in okoljskimi elementi je lahko hitrost povezana direktno, z drugimi pa indirektno.



Slika 2.7: Direktni in indirektni vplivi hitrosti na različne elemente (vir: Framework for Assessing the Effects of Speed. Public Master. Finland)

Figure 2.7: Direct and indirect effects of speed on different elements (source: Framework for Assessing the Effects of Speed. Public Master. Finland)

Čedalje več držav predlaga, da je potrebno na ravnovesje med prometno varnostjo in mobilnostjo gledati z bolj etičnega stališča. To pomeni, da ni presežena zgornja meja tveganja za poškodbe udeležencev v prometu (npr. odprava možnosti prometne nesreče s smrtnim izidom udeležencev).

Elvik in Vaa (Elvik in Vaa, 2004) predlagata, da mora biti omejitev hitrosti določena v skladu s tremi glavnimi načeli, in sicer: prilagoditev administrativne omejitve hitrosti, različne omejitve hitrosti glede na geometrijo in elemente ceste ter omejitve hitrosti, ki je povezana z zmanjšanjem skupnih stroškov družbe (izgube zaradi prometnih nesreč, potovalnih časov, onesnaževanje okolja, obratovalni stroški vozila, stroški vzdrževanja ceste, idr.).

Preglednica 2.3: Dejavniki, ki lahko vplivajo na določitev optimalne hitrosti (razpon hitrosti glede na zastavljene cilje)

Table 2.3: Factors that may affect on the determination of the optimal speed (speed range against objectives)

Funkcija ceste	Vrsta ceste	Prometna funkcija	Lastnosti ceste	Prometna varnost	Okolje	Mobilnost in ekonomski vidik	Kvaliteta življenja ob cesti
DC - daljinska cesta	AC, HC, GC	daljinska cesta se navezuje na ostale daljinske ceste v državi in v tujini ter medsebojno povezuje regionalna središča z višjim prometnim nivojem uslug, priključevanja ali križanja z ostalimi cestami ali z železniško progo so izvennivojska	zagotavljanje visokih hitrosti, zasnovana za daljše potovalne razdalje ter dolge blaga in opravljanje storitev	optimalna hitrost med 90 in 130 km/h; nižje hitrosti se priporočajo ob slabših vremenskih pogojih	višje hitrosti pomenijo tudi večje onesnaževanje okolja s toplogrednimi plini, hrupom in drugimi emisijami; priporočena optimalna hitrost je med 70 in 90 km/h	pomembna visoka stopnja mobilnosti tako za ljudi, kakor tudi za blago in storitve	nižja kvaliteta življenja ljudi, ki živijo ob ali v bližini ceste; na teh delih odseka je potrebno ohranjati konstantno hitrost, da se zmanjšajo vplivi na okolje
PC - povezovalna cesta	GC, RC	povezovalna cesta se navezuje na daljinsko cesto ter medsebojno povezuje regionalna središča z naselji in mestnimi predeli	zagotavljanje višjih hitrosti; zasnovana za povezovanje prometa med regionalnimi središči in naselji	optimalna hitrost je med 70 in 90 km/h; hitrost lahko znižana v območju krivin in križišč	optimalna hitrost je med 60 in 90 km/h	pomembna visoka stopnja mobilnosti tako za ljudi, kakor tudi za blago in storitve	
ZC - zbirna cesta	RC, LC	zbirna cesta povezuje povezovalne ceste z občinskimi središči, manjša naselja ali mestne četrti in zagotavlja povezave z zbirnimi cestami	zasnovana za dostop lokalnega prometa; prisotnost ostalih udeležencev v prometu, kot so pešci in kolesarji	optimalna hitrost med 40 in 60 km/h; odvisno od prisotnosti pešcev in kolesarjev; v primeru neprisotnosti letih, optimalna hitrost 50-60-70 km/h		manj pomembno kot kvaliteta življenja	
DP - dostopna cesta	LC, JP	dostopna cesta povezuje manjša naselja in primestna naselja z občinskimi ali mestnimi središči in zagotavlja povezave z zbirnimi cestami	mreža zasnovana za dostop lokalnega prometa	optimalna hitrost med 30 in 50 km/h	naprave in ukrepi za umirjanje prometa lahko povzročajo večji hrup in večje emisije	manj pomembno ko prometna varnost in kvaliteta življenja	zelo pomembno

Na Švedskem so šli še korak dlje. Njihova strategija pri omejevanju hitrosti "Vision Zero" - "Vizija Nič" temelji na predpostavki, da je za pešca lahko usodna hitrost višja od 30 km/h. Iz navedenega sledi, da bi bilo potrebno na odsekih cest, kjer se ob cesti nahaja veliko pešcev in kjer obstaja velika verjetnost za trk vozila in pešca, hitrost omejiti na največ 30 km/h. Prav tako so raziskave pokazale, da udeleženec v avtomobilu pri bočnem trku, lahko preživi pri

hitrosti do 50 km/h. Ta hitrost naj bi potemtakem morala veljati na območju križišč. Pri čelnem trčenju načeloma človek v avtomobilu lahko preživi, če hitrost ni višja od 70 km/h (s predpostavljajem, da je udeleženec pripet z varnostnim pasom). Zato hitrost na cestah in odsekih, kjer obstaja nevarnost te vrste trčenja, ne bi smela presegala navedene, v nasprotnem primeru pa bi morala biti smerna prometna pasova med seboj fizično ločena.

Tudi nizozemski princip "Sustainable Safety" ali "Trajnsotna varnost" temelji na prepričanju, da mora biti prometni sistem takšen, da ne dopušča verjetnosti smrtnih nesreč ali prometnih nesreč s poškodbo, v kolikor pride do napake v sistemu. Omejevanje hitrosti po tem konceptu je podobno kot na Švedskem.

*Preglednica 2.4: Omejitev hitrosti glede na tip ceste in udeležence v prometu*

*Table 2.4: Speed limit depending on the type of the road and road users*

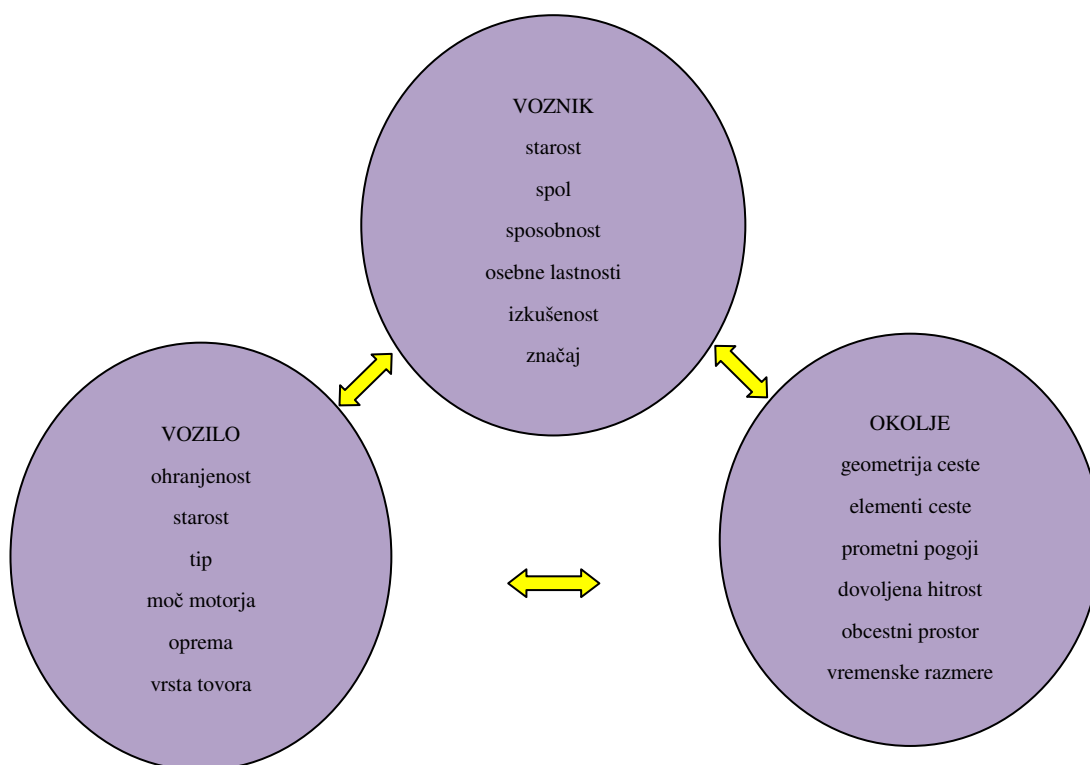
Tip ceste in udeleženci v prometu	Varna hitrost [km/h]
cesta z možnostjo konfliktnih situacij med vozilom in nevarovanimi udeleženci v prometu (pešci, kolesarji)	30
križišča, kjer obstaja možnost bočnega trka	50
dvopasovna cesta, kjer obstaja možnost čelnega trčenja	70
cesta, kjer ni možnosti bočnega ali čelnega trčenja	≥ 100

Strmeti je potrebno k celovitemu in uspešnemu reševanju problemov v zvezi s hitrostmi vozil, do tega cilja pa lahko doprinese le sodelovanje s pristojnimi organi na ostalih področjih. Ob ustrezni politični in javni podpori lahko strategija omejevanja hitrosti doprinese k izboljšanju prometne varnosti, bolj zdravemu okolju ter zmernosti pri porabi energije.

### **3 VPLIV RAZLIČNIH DEJAVNIKOV NA HITROST VOZIL**

Na voznikovo izbiro hitrosti lahko vpliva več različnih dejavnikov, kot so npr. gostota prometa, vreme, geometrija in elementi ceste, obcestni prostor, karakteristika voznika, lastnosti vozila idr. Voznik na splošno izbere hitrost potovanja, ki temelji na njegovem dožemanju varnosti in udobja ter je povezana z njegovimi izkušnjami. Ne glede na to, pa lahko različni pogoji in okoliščine na cesti povzročijo, da si voznik varnost in udobje razlaga napačno, kar lahko privede do hitrosti, ki na nekem delu odseka ceste glede na pogoje in situacijo ni ravno primerna. Kakšno hitrost bo glede na dane okoliščine izbral voznik, je odvisno od njegovega karakterja, obnašanja in vedenja (človeški dejavnik), karakteristik vozila, pa tudi od značilnosti okolja (dejavnik okolja). Prav te spremembe značilnosti okolja, pod katerim smatramo obcestno okolje ter geometrijo in elemente ceste, bi morale najbolj vplivati na voznikovo vedenje in prilagoditev hitrosti glede na dano situacijo.

Vpliv dejavnikov na dogajanje v prometu je vzajemno tako, da tvorijo kibernetični sistem, v katerem funkcijo upravljanja izvaja voznik, objekt upravljanja je vozilo, okolje pa je vir informacij za definiranje stanja sistema. Iz okolja, kot bistvenega vira informacij, izstopa cesta. Na osnovi informacij o cesti in subjektivne presoje zunanjih okoliščin, voznik upravlja z vozilom (Tollazzi, 1992).



Slika 3.1: Dejavniki cestno prometnega kibernetičnega sistema, ki vplivajo na hitrost vozila  
Figure 3.1: Factors of road traffic cybernetic system affecting the speed of the vehicle

### 3.1 Vpliv okolja na hitrost vozil

Obstaja veliko različnih dejavnikov, ki lahko vplivajo na hitrosti vozil. V nalogi bomo obravnavali samo nekatere parametre, ki so povezani z geometrijo in elementi ceste ter obcestnim prostorom in ugotavljali njihov vpliv na hitrost vozil, saj bi obravnava vseh faktorjev zahtevala širše poznavanje problematike iz različnih področij.

Glede voznikove zaznave hitrosti in vzrokov, zakaj vozniki glede na dane razmere na cesti vozijo prehitro, je bilo narejenih že kar nekaj raziskav. Do "podcenjevanja" vozne hitrosti lahko privedejo naslednje štiri situacije:

1. Daljša vožnja pri visoki hitrosti, na primer avtocesti, lahko voznika zavede tako, da s časoma hitrosti dojema drugače, kot na začetku vožnje in postopoma vozi hitreje.
2. Prehodi iz odseka z višjo omejitvijo na odsek z nižjo omejitvijo hitrosti (transition zone), največkrat na začetku naseljenega območja.

3. Ob cesti je malo informacij, na podlagi katerih bi voznik lažje ocenil svojo hitrost. Predvsem se to lahko zgodi ponoči, v času megle ali pa v primeru, ko je v perifernem polju očesa ob cesti le nekaj vertikalnih elementov, kot so npr. drevesa ali objekti.
4. Na zaznavanje hitrosti lahko vpliva tudi vožnja v višjih avtomobilih, ko je položaj voznika precej nad voziščem.

Na voznikovo izbiro oziroma dožemanje hitrosti lahko vplivajo različni dejavniki okolja, in sicer (SWOV, 2008):

1. Elementi ceste:

- |   |           |                 |
|---|-----------|-----------------|
| • število voznih pasov                      | več pasov | → višja hitrost |
| • širina ceste                              | širša     | → višja hitrost |
| • obcestni prostor brez objektov            | širši     | → višja hitrost |
| • prisotnost odstavnih pasov                | prisotni  | → višja hitrost |
| • prisotnost kolesarskih ali drugih površin | prisotne  | → višja hitrost |

2. Geometrijska zasnova ceste:

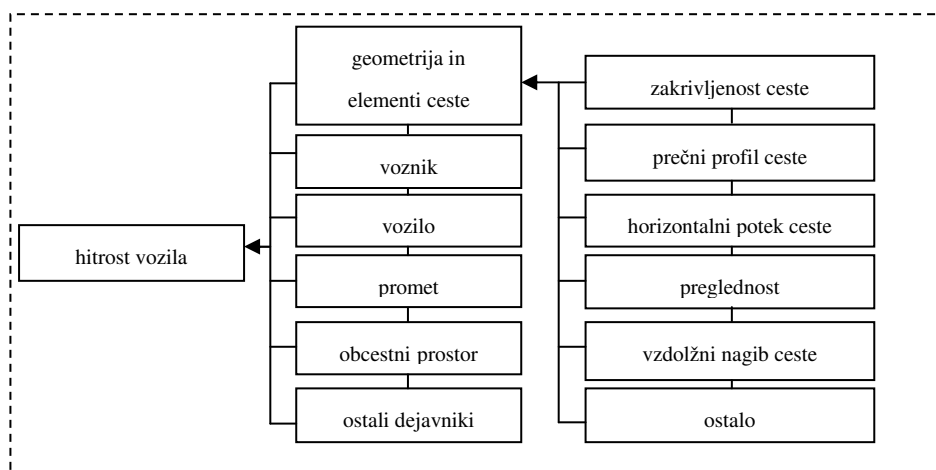
- |                                  |               |                 |
|----------------------------------|---------------|-----------------|
| • zakrivljenost cestne trase     | manj krivin   | → višja hitrost |
| • vrsta in stanje vozne površine | ravno vozišče | → višja hitrost |

3. Obcestni prostor:

- |                       |                 |                 |
|-----------------------|-----------------|-----------------|
| • objekti ob cesti    | manj objektov   | → višja hitrost |
| • vegetacija ob cesti | manj vegetacije | → višja hitrost |

Poleg zgoraj naštetih dejavnikov, pa na voznikovo izbiro hitrosti vplivajo tudi ostali elementi (slika 3.2).





Slika 3.2: Dejavniki, ki lahko vplivajo na izbiro hitrosti vozil  
Figure 3.2: Factors that may influence the choice of vehicle speed

Pomembno je tudi, da so omejitve hitrosti verodostojne. To pomeni, da so izpolnjena pričakovanja voznika, saj so hitrosti pogojene zlasti z lastnostjo ceste in obcestnega prostora. Na Nizozemskem so pred nekaj leti izdelali koncept "verodostojnih omejitev hitrosti", v raziskavah pa so za določitev najvplivnejših karakteristik ceste in obcestnega prostora na voznikovo izbiro hitrosti uporabili fotografije in simulator. Rezultati so pokazali, da lahko s prilagajanjem omejitev hitrosti ali s preureditvijo ceste in obcestnega prostora dosežemo, da so hitrosti "varne", omejitev hitrosti pa verodostojna. Na verodostojnost omejitev hitrosti na odsekih cest zunaj naselja vplivajo naslednje značilnosti ceste (Towards credible speed limits. 2012):

- širina ceste
- prisotnost krivin
- preglednost vzdolž ceste
- preglednost na desno stran ceste
- zapletenost situacije
- prisotnost objektov ob cesti
- prisotnost vegetacije ob desni strani ceste

V inženirskem pristopu je omejitev hitrosti določena na osnovi elementov in geometrije ceste ter značilnosti obcestnega prostora. To je maksimalna omejitev hitrosti, ki je glede na lastnosti cestnega odseka in obcestnega prostora, pod določenimi cestnimi pogoji, še vedno varna. Na primer: zaradi prisotnosti bolj obremenjenega križišča na nekem delu odseka, bi morala biti omejitev hitrosti nižja v primerjavi z odprtim odsekom ceste, saj je verjetnost za nastanek prometne nesreče v križišču večja kot sicer, prav tako pa so posledice prometnih nesreč v križišču lahko mnogo hujše.

Dejavniki, ki so pomembni pri določitvi maksimalne omejitve hitrosti in ki so obravnavani v nalogi, so predstavljeni v naslednjih podpoglavjih.

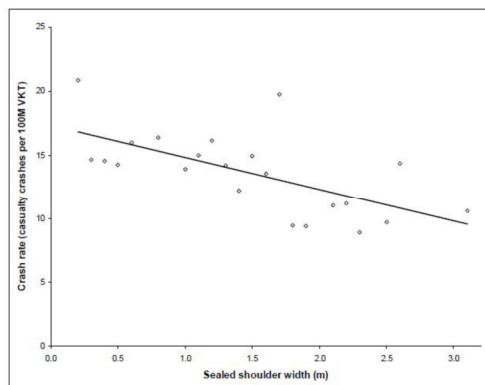
### **3.1.1 Hitrost vozil ter geometrija in elementi ceste**

Smoter geometrijskega oblikovanja je skladnost sestavljanja projektних elementov tako, da prostorska slika ceste ugodno in pozitivno učinkuje na ravnanje voznika in mu vliva občutek varnosti. Posamezne oblikovne in konstrukcijsko tehnične značilnosti cest imenujemo elementi ceste, potek ceste v prostoru pa definiramo z geometrijskimi elementi v horizontalnem (tlorisnem) in vertikalnem (višinskem) poteku trase.

Oppenlander (Oppenlander, 1966) je izvedel kar nekaj raziskav, v katerih je preučeval različne spremenljivke na hitrosti vozil. Ugotovil je, da na hitrosti najbolj vplivajo: radij krivin, funkcija ceste, naklon ceste, število voznih pasov ter vrsta vozišča, prav tako pa tudi preglednost in pogostost (gostota, frekventnost) priključkov ter križišč.

Chandra in Kumar (Chandra in Kumar, 1996) sta preučevala vpliv stanja bankine na hitrost različnih tipov vozil na dvopasovnih cestah. Ugotovila sta, da se v primeru spremembe oziroma poslabšanja stanja bankine, povprečna hitrost vozil zmanjša od 5 do 8,5 % (odvisno od vrste vozila).

V Avstraliji so na podlagi statistike prometnih nesreč ugotavljali odvisnost med stopnjo prometne varnosti in širino bankine na dvopasovnih cestah zunaj naselja. Ugotovili so, da je stopnja prometnih nesreč na odsekih cest, kjer je širina bankine 2,5 m, kar za 25 % nižja kot pa na odsekih, kjer širina bankine znaša 0,5 m. Na spodnji sliki (slika 3.3) je prikazana odvisnost širine bankine od stopnje prometnih nesreč.



Slika 3.3: Razmerje med stopnjo prometnih nesreč in širino utrjene bankine na dvopasovnih cestah zunaj naselja (vir: Austroads, 2010)

Figure 3.3: The relationship between the rate of traffic accidents and the width of the hard shoulder on two-lane rural roads (source: Austroads, 2010)

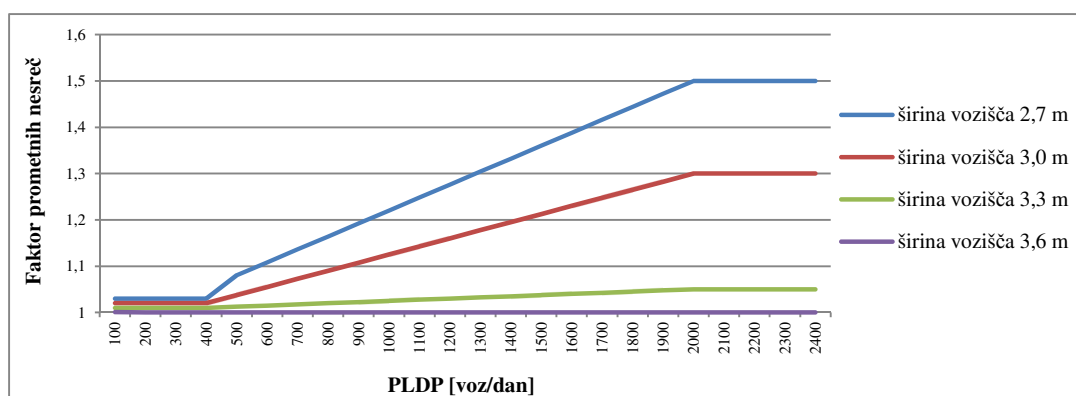
Tudi Fitzpatrick in ostali so ugotavljali vpliv prisotnosti bankine in njene širine na hitrosti vozi in ugotovili, da so hitrosti vozil ob prisotnosti širših bankin (1,8 m in več) višje kot pri ožjih bankinah.

Čeprav bi lahko veljalo splošno prepričanje, da širša kot je cesta, višje bodo hitrosti vozil, pa o vplivu širine ceste oziroma voznih pasov na hitrost vozil znanstveniki nimajo enotnih zaključkov, verjetno tudi zato, ker je zelo težko določiti samo vpliv širine vozišča na hitrost vozila (brez ostalih vplivov). Nekateri znanstveniki so ugotovili, da se hitrost zmanjša za 3 milje/h (4,8 km/h) pri vsakem zoženju voznega pasu za 0,3 m, spet drugi pa, da se hitrost pri tem zoženju ceste zmanjša le za 1 miljo/h (1,6 km/h). Fitzpatrick in ostali so celo ugotovili, da med širino voznega pasu (velja za dvopasovne ceste zunaj naselja) in hitrostjo vozil ne

obstaja direktna povezava, medtem ko za štiripasovne daljinske ceste velja, da se pri širitvi voznega pasu za 0,3 m, V85 poveča za 2,9 milje/h (3,2 km/h).

Yagar in Aerde (Yagar in Aerde, 1983) sta ugotovila, da se s spremembo širine voznih pasov, hitrost vozil spreminja eksponentno. V svoji raziskavi sta dokazala, da bi se pri širini voznega pasu, ki znaša med 3,3 m in 3,8 m, pri zmanjšanju le-tega za 1 m, hitrost vozil zmanjša za 5,7 km/h.

V svoji raziskavi je Wooldridge s sodelavci (Wooldridge et al., 2003) prišel do zaključka, da preozka širina voznega pasu vpliva na večje število prometnih nesreč, predvsem izstopata čelni trk in zdrs vozila z vozišča. Prometno varnost je izrazil s faktorjem prometnih nesreč, ki je merilo prometne varnosti na cesti in ima vrednost 1,0. V kolikor je prometna varnost manjša, zavzame vrednosti večje od 1,0 in obratno. Na spodnji sliki (slika 3.4) je prikazana odvisnost faktorja prometnih nesreč od širine vozišča.



Slika 3.4: Odvisnost faktorja prometnih nesreč od širine voznega pasu (vir: prirjeno po Wooldridge s sodelavci)

Figure 3.4: Dependence of traffic accidents on the width of the road lane (source: adapted from Wooldridge et al)

Raziskava za napovedovanje hitrosti glede na različne kombinacije horizontalnih in vertikalnih elementov ceste, ki so jo opravili v NHWA (Fitzpatrick et al., 2000), je na

podlagi statistične analize pokazala, da V85 v krivinah z radijem več kot 800 m in dolgih ravnih odsekih, znaša med 93 km/h in 104 km/h, V85 pa se močno zmanjša v krivinah z radijem pod 250 m.

Statistične raziskave so potrdile, da ima od vseh geometrijskih elementov, največji vpliv na hitrost vozil in prometno varnost, horizontalni krožni lok. To je najbolj pogost in najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na nastanek prometne nesreče. Tudi sicer se je v največ raziskavah potrdilo, da na hitrost vozil skozi krivino najbolj vpliva velikost radija, kar so v 60-letih prejšnjega stoletja preučevali že Fiedler, Koeppel in Block, Zuberbuechler ter Kupke. Ugotovili so, da so vozne hitrosti pri radijih manjših od 350 m dokaj točno definirane, pri večjih radijih pa se kažejo tudi drugi vplivi in hitrosti vozil so vse manj odvisne od radija krivine. Lindeman in Ranft (Lindeman in Ranft, 1978) sta analizirala vpliv geometrije in elementov ceste na standardno deviacijo distribucije hitrosti na sredini horizontalnih krivin z radiji med 32,5 m in 1000 m. Ugotovila sta, da se standardni odklon hitrosti povečuje z večanjem manjših radijev, za večje radije pa ostaja konstanten. Fitzpatrick in ostali (Fitzpatrick in ostali, 2000) ter Collins (Collins, 1999) so zaključili, da standardni odklon hitrosti vozil z večanjem radija krivine narašča skladno z večanjem hitrosti vozil. Razvila se je naslednja enačba odvisnosti med standardnim odklonom in povprečno hitrostjo vozil:

$$S = 0,14 \times Vm \quad (4)$$

kjer je:  $S$  standardna deviacija [km/h]  
 $Vm$  povprečna hitrost vozil [km/h];  $30 < Vm < 95$  km/h

Tudi Bennett (Bennett, 1994) je obravnaval vpliv krivin na hitrosti vozil. Na podlagi regresijske analize je bil razvit model za napovedovanje hitrosti V85 skozi krivine za osebna vozila, in sicer:

$$V_{85} = 61.58 + 0.4854V_a - \frac{4516}{R} \quad (5)$$

kjer je:

$V_{85}$	85. percentil hitrosti skozi krivino	[km/h]	
$V_a$	85 percentilov hitrosti pri uvozu v krivino	[km/h]	
$R$	radij krivine	[m];	24 < $R$ < 625 m

Fitzpatrick in ostali so na podlagi prej razvitih modelov in terenskih meritev razvili naslednje enačbe za napovedovanje V85 skozi krivine z različnimi radiji (med 110 m in 3500 m) in prečnimi nagibi vozišča:

$$V_{85} = 102.10 - \frac{3077.13}{R} \quad -9\% \leq \text{naklon} < -4\% \quad (6)$$

$$V_{85} = 105.98 - \frac{3709.90}{R} \quad -4\% \leq \text{naklon} < 0\% \quad (7)$$

$$V_{85} = 104.82 - \frac{3574.51}{R} \quad 0\% \leq \text{naklon} < 4\% \quad (8)$$

$$V_{85} = 96.61 - \frac{2752.51}{R} \quad 4\% \leq \text{naklon} < 9\% \quad (9)$$

McLean (McLean, 1979) je preučeval hitrosti vozil na dvopasovnih cestah zunaj naselja in ugotovil, da v horizontalnih krivinah na hitrost vozil najbolj vpliva radij le-teh ter voznikova želená hitrost. Razvil je sledeč model za napovedovanje hitrosti V85 v krivinah:

$$V_{85} = 53.8 + 0.464V_f - 3.26\left(\frac{1}{R}\right) * 10^3 + 8.5\left(\frac{1}{R}\right)^2 * 10^4 \quad R^2=0.92 \quad (10)$$

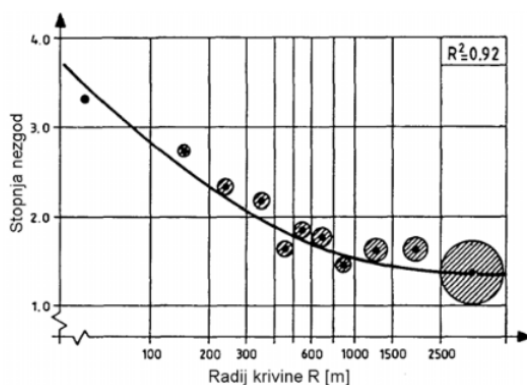
kjer je:

$V_f$	voznikova želená hitrost	[km/h]
-------	--------------------------	--------

Kanellaidis (Kanellaidis, 1995) in ostali so razvili model, ki temelji na meritvah opravljenih na dvopasovnih grških cestah zunaj naselja:

$$V_{85} = 129.88 - 623.1 / \left(\frac{1}{R}\right)^{0.5} \quad R^2 = 0.78 \quad (11)$$

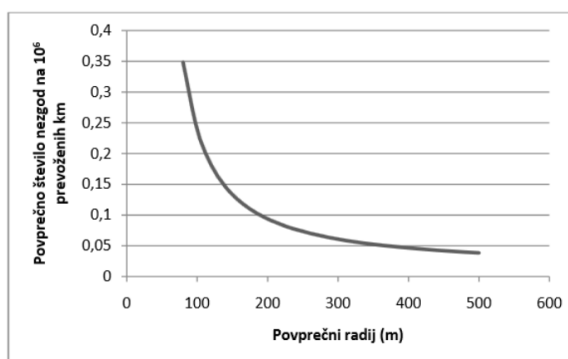
Prometne nesreče so najbolj verjetne v krivinah z majhnimi krožnimi loki (od 50 m do 200 m), pri čemer se z večanjem polmera krožnega loka prometna varnost eksponentno zvišuje. Pri polmeru krožnega loka, ki je večji od 1500 m, je stopnja prometnih nesreč že relativno majhna in ustaljena.



Slika 3.5: Odvisnost med stopnjo prometnih nesreč in polmerom krožnega loka (vir: Lamm, 1999)

Figure 3.5: Dependence between the rate of traffic accident and the radius of curvature (source: Lamm, 1999)

Tudi Krammes je ugotovil, da na prometno varnost najbolj vplivata velikost krožnega loka in ukrivljenost ceste. Povprečni radij je vrednost, ki je povprečje vrednosti vseh radijev na določenem odseku ceste.



Slika 3.6: Povprečna stopnja prometnih nesreč v odvisnosti od povprečne vrednosti radija (vir: Vpliv parametrov cestne osi na prometno varnost. Diplomsko naloga. Uroš Maršič. 2007. prirejeno po Krammes. 1998)

Figure 3.6: The average rate of the traffic accident depending on the average value of the radius (source: Effects of road axis parameters on road safety. Thesis. Uroš Maršič. 2007. adopted from Krammes. 1998)

Z naraščanjem vrednosti horizontalnega krožnega loka se povečuje tudi vozna hitrost, ki je neodvisna od zasnovalne hitrosti krožnega loka. Z večanjem radija krožnega loka, se zmanjšuje vrednost rezultirajočega bočnega pospeška, ki je edini neposredno dobljeni impulz s ceste. Večina voznikov v krožni lok namreč vozi do meje udobnosti, ki jo predstavlja povprečna vrednost bočnega pospeška 0,3 g ali 2,94 m/s<sup>2</sup>.

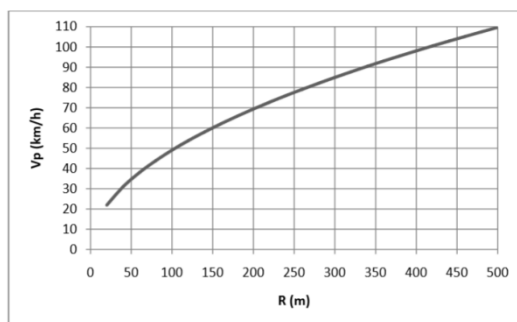
Zvezo med dejansko vozno hitrostjo in radijem krožnega loka je preučeval Spacek (Spacek, 2004). Predpostavljeno je, da teoretična zveza med hitrostjo in radijem temelji na tem, da je vožnja v krivini konstantna, pri čemer se upoštevajo mejne vrednosti elementov prečnega profila ceste. Velja naslednja zveza:

$$V_p = \sqrt{127 \times R (f_{r,max} + q_{max})} \quad (12)$$

kjer je:	$V_p$	projektna hitrost	[km/h]
	$R$	velikost radija krožnega loka	[m]
	$f_{r,max}$	maksimalni koeficient radialnega trenja	
	$q_{max}$	maksimalni prečni nagib	[%]



Z upoštevanjem, da je maksimalni prečni nagib  $q_{max}$  7 %, lahko dobimo zvezo med dejansko vozno hitrostjo in vrednostjo radija krožnega loka. Ob upoštevanju povezave vrednosti radijev in prometne varnosti ter zvezo, ki je prikazana na spodnji sliki (slika 3.7), bomo določili odvisnost med povprečnimi vrednostmi krožnih lokov ter hitrostjo. To povezavo bomo upoštevali pri določitvi varne hitrosti na določenem delu odseka ceste.



Slika 3.7: Zveza med vozno hitrostjo in radijem krožnega loka (vir: Spacek. 2004)

Figure 3.7: Association between the driving speed and the radius of curvature (source: Spacek. 2004)

Tudi vertikalni potek ceste lahko vpliva na hitrosti vozil, kar velja predvsem za konkavne vertikalne krivine. Fambro in ostali so razvili model za napovedovanje hitrosti V85, in sicer:

$$V85 = 72.74 + 0.47Vd \quad (13)$$

kjer je:  $Vd$  domnevna projektna hitrost [km/h]

Fambro in ostali ter Fitzpatrick (Fambro et al., 2000, Fitzpatrick et al., 2000) so obravnavali vpliv preglednosti pri konveksnih vertikalnih krivinah in ugotovili, da se z zmanjšanjem pregledne razdalje, zmanjšanje tudi povprečna hitrosti vozil. Za dvopasovne ceste zunaj naselja velja, da se na cestah brez bankin in projektno hitrostjo pod 65 km/h, povprečna hitrost vozil zmanjša za 5,8 km/h, na cestah s projektno hitrostjo med 65 km/h in 79 km/h, pa za 2,9 km/h do 4,8 km/h. Raziskava je pokazala, da se z zmanjšanjem pregledne razdalje pri konveksnih vertikalnih krivinah, raven prometne varnosti ne zmanjšuje, v kolikor na tem delu odseka ne obstajajo tudi druge nevarnosti, ki bi lahko poslabšale prometno varnost.

Zaključek raziskave, ki sta jo opravila Kerbs in Kloeckner (Kerbs in Kloeckner, 1997) je, da se z večanjem pregledne razdalje, tveganje za nastanek prometne nesreče zmanjša. Ugotovila sta, da je prometna varnost za 25 % nižja v primeru, da je pregledna razdalja vzdolž ceste manjša od 100 m, kot pa če preglednost znaša med 100 m in 200 m.

Vzdolžni nagib ceste na hitrost vozil direktno nima nobenega vpliva, kar je neposredno povezano z razvojem vozil. So pa lahko hitrosti vozil pri vožnji navzdol (pri vzdolžnem nagibu nad 6 %) zaradi optičnega popačenja ceste (izkrivljenosti), nekoliko višje.

Še mnogo drugih znanstvenikov po vsem svetu je in še vedno preučuje različne vplive segmentov ceste in obcestnega prostora na hitrosti vozil, vendar bi obravnava vseh presežala obseg naše raziskave, zato jih v nalogi nismo posebej izpostavljali.

### **3.1.2 Hitrost vozil in obcestni prostor**

Poleg funkcije ceste in omejitve hitrosti, naj bi na hitrost vozil zelo vplivala tudi vrsta oziroma razvoj obcestnega prostora. Fildes in Lee (Fildes in Lee, 1993) sta definirala obcestni prostor kot *„prostor ob cesti, ki kakorkoli vpliva na vožnjo vozil“*. Glede na rabo prostora ob cesti, lahko ločimo območja z gosto pozidavo (stanovanjske hiše, šole, trgovski centri, industrijski objekti, idr.), ki se nahajajo blizu ceste – naseljena območja, prostor z nekoliko redkejšo pozidavo in bolj oddaljenimi objekti od ceste ter območje zunaj naselja, kjer je prostor ob cesti lahko kmetijsko, travnato, gozdnato ali kakšno drugo nepozidano zemljišče. Z obremenitvijo oziroma rabo prostora so posledično povezani tudi ostali segmenti, ki lahko posredno ali pa neposredno vplivajo na percepcijo voznika in njegovo izbiro hitrosti: oddaljenost objektov od vozišča, vrsta, število oziroma pogostost priključkov in križišč, vrsta in obseg generiranega prometa na priključkih, prisotnost pešcev in kolesarjev, prisotnost parkirišč in parkiranih avtomobilov ob cesti idr.

Glede na obremenitev oziroma rabo prostora, skozi katerega cesta poteka, lahko ločimo:

- naseljeno območje (gosta zazidava ob cesti; objekti se nahajajo v neposredni bližini ceste; urejeni pločniki in kolesarske steze; lahko pričakujemo večje število pešcev in kolesarjev; veliko priključkov in križišč; parkirišča ob cesti; ipd.);
- redko poseljeno območje zunaj naselja (redka pozidava ob cesti ali nekoliko bolj oddaljeni objekti od ceste; manjši zaselki, vasi; posamične zgradbe; objekti produkcijske dejavnosti; ob cesti se lahko nahajajo pločniki in kolesarske steze; ob cesti lahko pričakujemo tudi pešce in kolesarje; ipd.);
- ostali prostor zunaj naselja (pretežno nepozidano območje ob cesti; objekti, v kolikor obstajajo, se ne nahajajo v neposredni bližini ceste; gozd; kmetijska zemljišča; parki; ipd.).

Zaradi nedefiniranosti oddaljenosti stavb in največkrat neprimerne urbanizma v Sloveniji, pa je meje med naseljenim in redko poseljenim območjem včasih težko določiti, kar posledično vpliva tudi na neustrezno oziroma nejasno postavljeno prometno signalizacijo, ki se lahko kaže tudi v nerazumevanju omejitve hitrosti ter posledično v velikih variancah med hitrostmi vozil.

Na voznikovo izbiro hitrosti lahko vplivajo tudi vrste priključkov oziroma križišč, njihovo število na posameznem delu odseka ceste (frekventnost, gostota) ter vrsta in obseg generiranega prometa na njih.

Fitzpatrick in ostali so ugotovili, da obstaja močna statistična povezava med gostoto priključkov (frekventnostjo oziroma številom priključkov ter križišč na 1 miljo) in V85, in sicer so bile na odsekih cest z manjšo gostoto priključkov in križišč izmerjene višje hitrosti vozil.

Raziskava, ki je bila narejena v Ameriki (Fitzpatrick et al.), je pokazala, da so hitrosti na območjih, kjer se ob cesti nahajajo stanovanjski objekti, nižje kot sicer, vendar pa kljub temu 85 % vozil dosega hitrosti 80,5 km/h. Med posameznim tipom obcestnega prostora so bile izmerjene precejšnje razlike (velik razpon) v hitrosti vozil.

Velik vpliv prisotnosti pešcev (Fitzpatrick), parkiranih avtomobilov ob cesti ter vrsta ločilnega otoka na hitrost vozil v prostem prometnem toku (V85), je bil dokazan tudi s statistično analizo.

Znanstveniki, ki so ugotavljali povezavo med prisotnostjo parkirišč in parkiranih avtomobilov ob cesti in hitrostjo vozil so ugotovili, da med njimi obstaja povezava, in sicer so hitrosti vozil v primeru prisotnosti parkirišč in parkiranih vozil ob cesti nižje kot sicer.

### **3.1.3 Hitrost vozil in omejitev hitrosti**

Večina meritev, ki so jih delali v različnih državah, so pokazale, da samo postavitve prometnih znakov za omejitev hitrosti na odsekih, kjer ni sprememb v geometriji in elementih ceste ter obcestnega prostora oziroma kjer ni izvedenih nobenih drugih ukrepov za znižanje hitrosti, zelo malo vpliva na zmanjšanje hitrosti na tem delu odseka (razen ob prisotnosti nadzora – policije ali redarstva, kar pa glede na omejeno tehnologijo in veliko cestno mrežo ni izvedljivo).

Vendar študija, ki je bila narejena v Ameriki leta 2003 (Fitzpatrick et al., 2003) in obravnava odnos med administrativno omejitvijo hitrosti in V85, dokazuje ravno nasprotno. Hitrost, ki jo dosega najmanj 85 % vseh vozil, za približno 10 % presega tisto, ki je na teh delih odsekov zakonsko določena. Tudi V50 (to je tista hitrost, ki jo presega 50 % vseh vozil oziroma povprečna hitrost vozil) nekoliko presega omejeno hitrost. Na podlagi terenskih meritev in regresijske analize so ugotovili največjo (najmočnejšo) statistično povezavo med

V85 in administrativno omejitvijo hitrosti ter razvili enačbe za določitev V85 v odvisnosti od omejitve hitrosti za vse ceste ter glede na posamezne ceste z različnimi funkcijami:

- za vse ceste:  $EV85 = 7.675 + 0.98 (PSL)$  ( $Ro^2 = 0.904$ )
- za daljinske urbane/suburbane:  $EV85 = 8.666 + 0.963 (PSL)$  ( $Ro^2 = 0.86$ )
- za povezovalne urbane/suburbane:  $EV85 = 21.131 + 0.639 (PSL)$  ( $Ro^2 = 0.41$ )
- za zbirne urbane/suburbane:  $EV85 = 10.315 + 0.776 (PSL)$  ( $Ro^2 = 0.14$ )
- za daljinske ruralne:  $EV85 = 36.453 + 0.517 (PSL)$  ( $Ro^2 = 0.81$ )

kjer je:  $EV85$  ocenjena hitrost V85 [km/h]  
 $PSL$  administrativna omejitev hitrosti [km/h]

Visoka vrednost determinacijskega koeficienta za daljinske urbane/suburbane ( $Ro^2 = 0.86$ ) in daljinske ruralne ceste ( $Ro^2 = 0.81$ ) kaže, da obstaja močna korelacija med hitrostjo V85 in administrativno omejitvijo hitrosti.

Tudi Parker (Parker, 1997) je preučeval vpliv različnih omejitev hitrosti na določenem odseku ceste. Ugotovil je, da sprememba prometne signalizacije za omejitve hitrosti, na hitrost vozil nima nekega velikega vpliva. To je utemeljeval s tem, da so bile obravnavane lokacije določene s strani lokalnih oblasti oziroma agencij oziroma niso bile naključno izbrane.

Načeloma so vse analize vpliva administrativne omejitve hitrosti pokazale, da se z zvišanjem le-te, poviša tudi V85 in obratno.

### 3.1.4 Hitrost vozil in označbe na vozišču

Med horizontalno prometno signalizacijo, ki lahko vpliva na hitrost vozila, štejemo predvsem vzdolžne označbe. To so neprekinjene, prekinjene in dvojne črte. Le-te so lahko ločilne črte

(razmejitev dvosmernih voziščnih površin na smerna vozišča ter razmejitev smernega vozišča na prometne in posebne pasove) ter robne črte, ki označujejo rob vozišča.

Robna črta označuje rob vozišča in daje vozniku pomembno informacijo pri vodenju vozila po cesti. Na potek prometa in posledično tudi na prometno varnost, predvsem ponoči, v megli in dežju, lahko vplivajo zelo pozitivno.

Vzdolžne talne označbe imajo pomembno vlogo pri vožnji vozila po cesti in dajejo vozniku informacijo o poteku ceste. Ugotovljeno je, da se na cestah z označenimi sredinskimi vzdolžnimi talnimi označbami zgodi 29 % manj prometnih nesreč v primerjavi s tistimi cestami, kjer teh označb ni. Do 26 % manj prometnih nesreč se zgodi na cestah, ki imajo označeno robno črto. Nasprotno pa so študije pokazale, da se s prisotnostjo vzdolžnih črt (predvsem neprekinjenih robnih črt), hitrost vozil poveča. Vpliv vzdolžnih talnih označb (sredinskih in robnih) na hitrost vozil so raziskovali ameriški strokovnjaki (Fitzpatrick et al.) ter ugotovili, da so hitrosti vozil na cestah, kjer teh označb ni, nižje od hitrosti vozil na cestah z označenimi sredinskimi in robnimi črtami.

Glede na navedeno, je potrebno najti ravnovesje med pozitivnimi vizualnimi efekti zaradi prisotnosti robnih črt (zmanjšanje tveganja za nastanek prometne nesreče) ter negativnimi posledicami, ki se kažejo z zvišanjem hitrosti vožnje. Tako je potrebno najti kompromis med dvema popolnoma nasprotujočima se mnenjema glede izboljšanja prometne varnosti na naših cestah, kajti dejstvo je, da je pri doseganju boljšega vodenja voznikov in preglednosti na cesti, prometna varnost le-teh večja, medtem ko na drugi strani vozniki pri vizualnem izboljšanju, vozijo z višjimi hitrostmi.

### 3.2 Hitrost vozil in človeški faktor

Človek je izredno kompleksen in ima širok spekter različnih sposobnosti, ki lahko vplivajo na hitrost vožnje. Na voznikovo izbiro hitrosti vožnje vpliva človek s svojo osebnostjo ter kompleksnim in širokim spektrom lastnosti, kot so ostrina vida, reakcijski proces, sluh, fizična pripravljenost voznika idr.

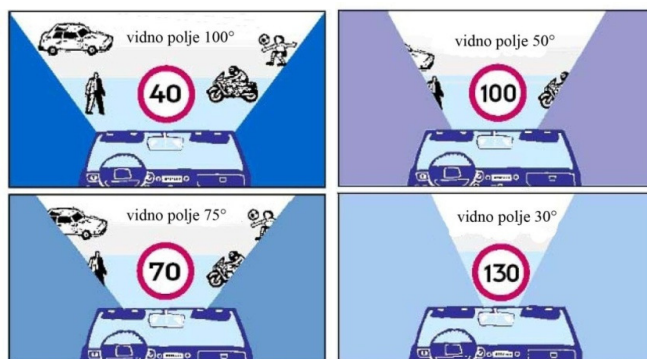
Upravljanje v kibernetičnem sistemu se izvaja preko t.i. povratnega vzvoda vozilo – voznik. V določenem časovnem prerezu s posredovanjem svojih čutil (predvsem vida), voznik sprejema vrsto informacij iz okolja in skozi postopek predelave informacij sklepa odločitve o ukrepanju – to je o delovanju na mehanizme za upravljanje z vozilom (volan, zavora, plin). Rezultat ukrepanja voznika (v skladu z zmožnostmi voznika v danem trenutku) je sprememba stanja gibanja, ki se preko povratnega vzvoda doživlja s čutili voznika ali v obliki fizioloških dražljajev. S povratnim vzvodom se prenaša informacija za voznika o sprejetem ukrepu. Ta informacija se javlja skupaj z novimi informacijami iz okolja, saj je v primeru gibanja vozilo takrat že v novem časovnem prerezu in novem položaju.

Nadzor časa in hitrosti neposredno določata mobilnost, tj. enega najpomembnejših prometnih ciljev (Polič et al., 2007). Potovalne odločitve skupaj s potnimi stroški in hitrostnimi omejitvami približno določijo zeleno ali ciljno raven hitrosti.

Obstaja veliko razlogov zakaj posameznik glede na obstoječe prometne in cestne razmere vozi prehitro. Potovanje pri višji hitrosti daje vozniku občutek takojšnjega "nagrajevanja" za krajši potovalni čas. Voznikova izbira o varni hitrosti je odvisna od njegove presoje, ocene in predvidevanj, karakterja, trenutnega razpoloženja, vrste potovanja, temelji pa tudi na karakteristikah obcestnega prostora in prometnih razmerah.

Zaznava lastne hitrosti poteka predvsem na podlagi navideznega gibanja pokrajine v vidnem polju. Zdi se, kot da premikajoče se slike izhajajo iz neke točke pred nami (žarišče širjenja) in se najprej počasi, nato pa vse hitreje premikajo mimo nas. Večino tega gibanja zaznamo z obrobim vidom. Raziskave so pokazale, da vozniki pri zmanjševanju hitrosti, svojo hitrost podcenjujejo, pri pospeševanju pa precenjujejo. Vozniki so v obeh primerih izbrali hitrost, ki je bila med začetno in zahtevano. Poznamo tudi pojav prilagoditve, kar pomeni da dlje ko voznik vozi z neko hitrostjo, bolj se je privadi in večje napake dela pri ocenjevanju kasnejših hitrosti. Zdi se mu, da pri znižanju hitrosti vozi veliko počasneje kot sicer (npr. zapuščanje avtoceste).

Vidno polje voznika se z višanjem hitrosti zmanjšuje. Pri hitrosti 40 km/h ima voznik 100° pokritega vidnega polja kar zadostuje, da voznik vidi objekte in ostale nevarnosti, ki se nahajajo ob cesti. Pri hitrosti 130 km/h vidno polje znaša le še 30°.



Slika 3.8: Vidno polje voznika glede na hitrost vozila (vir: French Ministry of Transport)

Figure 3.8: The field of vision of the driver in relation to the speed of the vehicle (source: French Ministry of Transport)

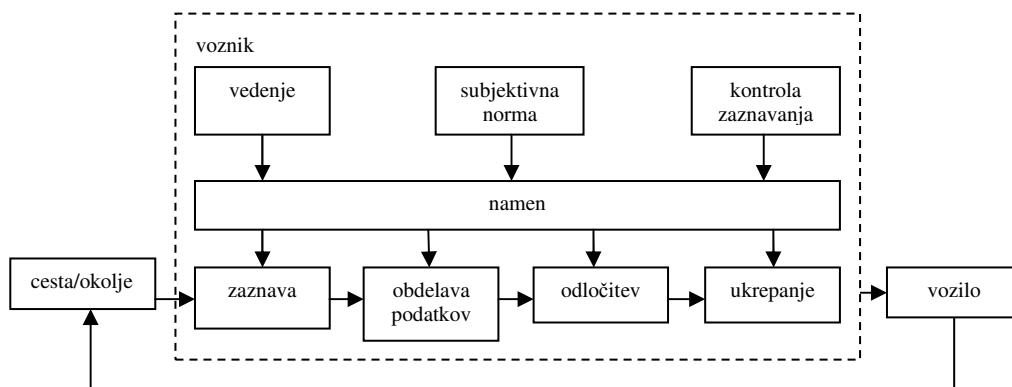
Večina voznikov, ne da bi se tega zavedali, izbere hitrost na podlagi njegovega podzavestnega odziva na številne zunanje dejavnike. Zavedati se je potrebno, da vozniki svoje hitrosti ne bodo znižali in da bodo v veliki meri omejitve hitrosti ignorirali, v kolikor bo le-ta prenizka glede na lastnosti ceste in občestnega prostora oziroma za znižanje hitrosti



ne bo obstajal očiten razlog (npr. sprememba v obcestnem prostoru, potek ceste, nadzor prometa idr.).

Raziskava v Franciji je na podlagi anket evropskih voznikov pokazala, da tudi do 90 % voznikov meni, da sodijo med tiste s t.i. *nizko stopnjo tveganja* (Sartre report, 2004). Zaradi tega večina voznikov verjame, da lahko potujejo z višjo hitrostjo, medtem ko sami sebe ne smatrajo kot voznike z nizko stopnjo tveganja.

V psihologiji prometa se velikokrat uporablja t.i. *Teorija načrtovanega vedenja* (Ajzen, 1985). Modeli, ki temeljijo na tej teoriji kažejo, da je voznikovo vedenje v veliki meri pogojevano z nameni, ki so določeni z vedenjskimi in subjektivnimi normami ter kontrolo zaznavanja. Vendar hitrost voznika ni povezana samo z motivacijo voznika, ampak tudi z zunanji dejavniki, ki jih le-ta dojema kot povratne informacije (karakteristika in elementi ceste ter obnašanje ostalih voznikov v njegovi okolici). Na spodnji sliki (slika 3.9) je prikazan kombiniran splošni model dejavnikov, ki vplivajo na voznikovo izbiro hitrosti.



Slika 3.9: Splošni model dejavnikov, ki vplivajo na voznikovo izbiro hitrosti (vir: *From intentions to actions: a theory of planned behaviour*. Ajzen, I.)

Figure 3.9: General model of factors that affect the driver's choice of speed (source: *From intentions to actions: a theory of planned behaviour*. Ajzen, I.)

Na hitrost vožnje lahko vplivajo tudi drugi faktorji, kot so izkušnost (bolj izkušeni vozniki v povprečju vozijo hitreje), starost voznika (mlajši vozniki v povprečju vozijo hitreje), hitrost

drugih vozil, čustva, razpoloženje, osebnost, idr. Vozniki dostikrat menijo, da je težko nadzorovati hitrost vožnje, prav tako pa velikokrat precenjujejo svoje sposobnosti. Raziskave so pokazale, da se veliko voznikov zaveda, da vozijo prehitro. Večina njih meni (50 %), da bi morali biti za zmanjšanje hitrosti na določenih odsekih cest izvedeni določeni ukrepi, ki bi prisilili voznike k zmanjšanju hitrosti (grbine, ploščadi, optične in fizične zavore, zoženje vozišča, krožna križišča,...) (Risser in Lehner, 1998).

Iluzije se pojavljajo zaradi psihičnega stanja ter vpliva okolice. V prometu se pojavlja predvsem iluzija hitrosti premikanja, ki se odraža tako, da se posamezniku ustvarja občutek, da je dosežena hitrost prenizka oziroma da je v upadanju, čeprav je dejansko stanje prav obratno. Zato govorimo, da je pojav iluzije napačno predstavljanje dejanskega stanja. Nastajanje iluzij odpravimo z dobro psihično kondicijo, sproščenostjo in telesno spočitostjo posameznika.

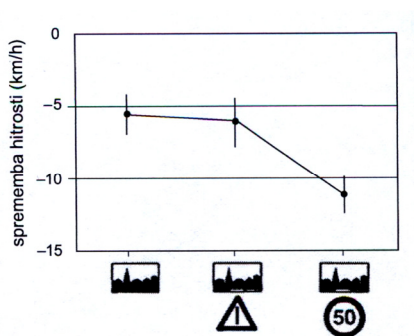
Kang (King, 1998) je analiziral korejske voznike in njihovo izbiro hitrosti glede na osebnost, vozilo in vrsto potovanja. Ugotovil je, da hitreje vozijo moški vozniki z višjimi dohodki ter vozniki z več izkušnjami. Poe in ostali (Poe et al., 1996) pa so v svoji raziskavi ugotovili, da na hitrost vplivajo spol, število potnikov v avtomobilu ter vrsta vozila, hitreje pa naj bi vozili predvsem mlajši vozniki. Švedski znanstveniki so analizirali obnašanje voznikov glede na hitrosti ostalih udeležencev v prometu ter ugotovili, da na nekatere voznike vplivajo tudi hitrosti drugih udeležencev ter da posledično svojo hitrost prilagodijo ostalim.

Prometni znaki ponujajo opozorila, prepovedi, vodenje in druga posebna obvestila, s katerimi olajšujejo ali omejujejo vožnjo. Znaki različnih kategorij se razlikujejo po obliki, velikosti in barvi. Tako lahko voznik uvrsti prometni znak, še preden ga je v celoti zaznal. Prometni znaki so učinkoviti le, če jih voznik razume in če sporočilo vpliva na njegovo vedenje. Dokazano je, da si vozniki različno zapomnijo različne prometne znake. V klasičnih tovrstnih poskusih, ko so voznike zaustavili, potem ko so vozili mimo posameznega prometnega

znaka, so ugotovili, da je 75 % do 80 % voznikov pravilno obnovilo znak za omejitev hitrosti, prometni znak za splošno nevarnost ali pa prehod za pešce pa le 18 % voznikov. Razlike so razlagali z motivacijskimi dejavniki in učenjem oziroma različnimi posledicami kršitve različnih prometnih znakov ter njihovo različno pogostostjo.

Vozniki zaznavajo in si zapomnijo prometne znake glede na pomembnost, ki jim jo predpisujejo (Polič et al., 2007). Ta je določena z izkušnjo. Prometni znak za splošno nevarnost navadno prevozijo brez potrebe po kakršnemkoli odzivanju in se zato njegova pomembnost zniža. Pomembno je tudi dejstvo, da sta istočasno lahko učinkovita največ dva prometna znaka. Če jih je na nekem mestu preveč, bo to prispevalo k voznikovi preobremenitvi, koristili pa mu ne bodo. Namesto prometnih znakov vozniki pogosto uporabljajo druga, bolj "naravna" obvestila. Med njimi je pogosta t.i. psihološka prednost. Nanaša se na prednost, ki jo vozniku dajejo nekatere značilnosti ceste in njene okolice (naravni znaki, ki so lahko v nasprotju s formalnimi – prometnimi znaki, ki označujejo ta del ceste). Nekatere ceste imajo psihološko višji status kot ostale in vozniki, ki vozijo po njih, bodo prepričani v to, da imajo npr. v križiščih prednost. To neformalno razliko povzročajo dejavniki kot so: širina ceste (zadostuje že razlika 20 cm), ravna cesta, gostota prometa (zadostuje že 20 voz/h) in hitrost prometa, osvetljenost, prisotnost trgovin idr. Čim več teh dejavnikov usklajeno deluje, tem pomembnejši je status poti in njena psihološka prednost.

Lajunen, Hakkarainen in Summalo (Lajunen et al., 1996) je zanimalo, ali bodo imele različne kategorije znakov, ki zahtevajo enako vedenje, tudi enak vpliv. To velja npr. za omejitev hitrosti, ki jo lahko določajo pravokotni prometni znaki (prometni znak III-14 "ime naselja") ter okrogel prometni znak (prometni znak II-30 "omejitev hitrosti"). Prometna znaka se fizično razlikujeta, pri čemer prometni znak za naselje neposredno ne sporoča tudi omejitve hitrosti. Njegova omejitvena vloga (omejitev hitrosti) je zgolj implicitna, medtem ko je pri znaku za omejitev hitrosti izrecna.



Slika 3.10: Povprečna sprememba hitrosti in standardna napaka sredine v pogojih z različnimi prometnimi znaki

Figure 3.10: The average change in velocity and the standard error of the center in terms of various traffic signs

Rezultati so pokazali, da izrecno sporočilo (zgoraj desno) okrepi znak za naselje, splošno sporočilo (zgoraj sredina) pa ne. Seveda je bil lahko prometni znak za omejitev hitrosti zaznan neodvisno in ne kot dodatno sporočilo. Na vsak način pa je to močnejši znak. Tudi v drugačnih pogojih (npr. prisotnost / odsotnost redarja) je bil vpliv tega znaka večji. Prisotnost policijskega avtomobila je učinke vseh prometnih znakov še okrepila, vendar se njihovi vplivi niso izenačili. Zdi se, da se vozniki na prometni znak za naselje sploh niso odzvali.

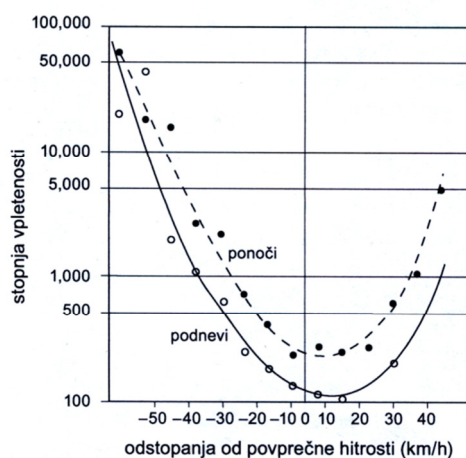
Človek je s svojimi psihofizičnimi procesi (mišljenje, motivacija, čustva, sposobnost pomnjenja) in osebnostjo (temperament, karakter), odločilni vplivni dejavnik na varnost cestnega prometa, v katerem se pojavlja:

- neposredno, kot udeleženelec v cestnem prometu,
- posredno, z gradnjo, vzdrževanjem in opremljanjem cest, prometno signalizacijo, konstruiranjem vozil, sprejemanjem pravnih aktov v prometu, vzgojo in izobraževanjem udeležencev v cestnem prometu, idr.

Prav zaradi tega morajo biti ukrepi neposredno (npr. prometna vzgoja, preventivne akcije, prisilni ukrepi) ali pa posredno (ukrepi in naprave za umirjanje prometa idr.) usmerjeni na udeležence prometa.

Za varno udeležbo v prometu (še posebej takrat, ko upravljamo z vozilom) moramo imeti primerne psihofizične sposobnosti, ki omogočajo dobro kontrolno zavest človeka, ki upravlja z vozilom ali se pojavlja v vlogi kakega drugega udeleženca v prometu. Razvoj naših psihofizičnih sposobnosti (naravna omejitev) ne sledi tehnično-tehnološkemu razvoju cestnega prometa, v katerem nenehno uvajamo vedno hitrejša prometna sredstva in novo prometno infrastrukturo, ki mora zaradi vedno večjega obsega prometa, zagotavljati tudi ustrezno prometno varnost in prepustnost prometa. Zahteve sodobnega prometa pogosto presegajo človeške sposobnosti.

Fildes (Fildes, 1995) se je ukvarjal z vpletenostjo v prometnih nesrečah in posledicah le-teh zaradi hitrosti. Seveda so posledice prometnih nesreč hujše, če je hitrost višja, kar pa ne moremo trditi za vpletenost v nesreče. Kot vidimo na naslednji sliki (slika 3.11), je verjetnost udeležbe v prometni nesreči, funkcija odstopanja od povprečne hitrosti na dani cesti.



Slika 3.11: Vpletenost v prometnih nesrečah kot funkcija odstopanja od povprečne hitrosti (vir: Solomon 1964 po Fildesu. 1995)

Figure 3.11: Involvement in traffic accidents as a function of deviation from the average speed (source: Solomon 1964 by Fildes. 1995)

Čeprav je to, da povzročajo prometne nesreče vozniki, ki odstopajo od povprečne hitrosti v eno ali drugo smer, nekako splošno sprejeto, pa Fildes omenja, da novejša raziskava tega ne podpirajo, ampak se kaže enostaven linearni odnos med hitrostjo in vpletenostjo v prometne

nesreče. Žal ti podatki, kot navaja avtor, temeljijo le na samoporočanju o vpletenosti v teh nesrečah.

### **3.3 Hitrost vozil in vozilo**

Vozila, še zlasti osebna, se nenehno razvijajo, dopolnjujejo in izboljšujejo, kar posredno ali neposredno vpliva na hitrost posameznega vozila. Zadnjih nekaj desetletij se je udobnost vožnje bistveno izboljšala. Raven hrupa in vibracij znotraj vozila se je pri visokih hitrostih občutno zmanjšala, kar še posebej velja za večja in močnejša vozila. Posledično so tako izginili vsi indici, ki so vozniku dajali občutek, da vozi zelo hitro.

Prav tako se je močno razvila moč motorja vozil, ki omogoča boljše pospeške, vozila pa dosegajo tudi višje hitrosti. V bistvu so najvišje hitrosti vozil možne samo tam, kjer to fizično dopuščajo cestno prometni in prometno tehnični pogoji. To pa lahko velja samo za nekatere odseke avtocest in hitrih cest. Vseeno pa obstajajo tudi pokazatelji, da vozniki velikih in močnih vozil tudi na ostalih cestah vozijo hitreje. Horswell in Coster (Horswell in Coster, 2002) sta ugotovila, da k temu delno prispeva sposobnost močnejšega vozila za doseganje višjih hitrosti, delno pa tudi to, da ti vozniki namenoma kupijo vozila, ki dosegajo višje hitrosti.

## 4 SPLOŠNO O HITROSTI IN OMEJITVAH HITROSTI

### 4.1 Merodajne hitrosti

Vozna hitrost  $V$  [km/h] je voznodinamična količina, od katere je odvisno potovalno udobje, obenem pa je tisti element, ki bistveno vpliva na prometno varnost – prometne nesreče. Je trenutna hitrost, s katero vozilo vozi po vozišču.

Hitrost vozil ima lahko pozitivne lastnosti (z višanjem hitrosti se zmanjša potovalni čas, kar se odraža v povečani mobilnosti in prepustnosti), hkrati pa ima hitrost lahko tudi negativne posledice, saj se s povečanjem hitrosti zmanjša prometna varnost (posledice prometnih nesreč so večje), prav tako pa se z višanjem hitrosti povečujejo obremenitve na okolje.

Hitrost vozil na cesti  $V$  [km/h] je voznodinamični parameter, s katerim se določajo velikosti geometrijskih elementov cestne osi v tlorisu in podolžnem profilu ter tehnični elementi, ki vplivajo na prometno varno vožnjo. Hitrosti, za katere se projektira posamezno cesto, so odvisne od sprejemljivih potovalnih časov na cestah posamezne kategorije in od prostorskih ter okoljskih pogojev, v katerih cesta poteka. Osnovna hitrost  $V_0$  je definirana kot hitrost pri merodajni gostoti prometnega toka ( $Q_{mer}$ ) in izhaja iz ustrezne kategorije nivoja uslug. Določena je na osnovi merodajnega vozila in prostorskih omejitev, kar pa praktično pomeni, da je njena vrednost enaka  $V_{50}$ . Na podlagi tako dobljene osnovne hitrosti je možno določiti projektno hitrost  $V_{proj}$ .

Pri obravnavanju cestnoprometnih odvisnosti tako ločimo in uporabljamo različne vrste hitrosti (predlog TSC 03.200, 2003):

- **dovoljena hitrost ( $V_{dov}$ )** – je najvišja hitrost, ki je v skladu z Zakonom o pravilih cestnega prometa dovoljena na cestah posamezne kategorije in v določenem prostoru. Prav tako je to hitrost, ki je lahko kako drugače določena z upravno / administrativno omejitvijo (npr. prometni znak za omejitev hitrosti)

- **vozna hitrost ( $V_{voz}$ )** – je trenutna hitrost, s katero vozilo vozi po vozišču
- **potovalna hitrost ( $V_{pot}$ )** – je povprečna vozna hitrost, ki jo vozila dosegajo na posameznem odseku ceste. Odvisna je od prometne funkcije, ki jo vrši posamezna cesta in od pogojev prostora, po katerem poteka. V odvisnosti od sprejemljivih potovalnih časov, je določena kot planerska količina za posamezno kategorijo cest in je hitrost, s katero naj obratujejo vozila na posamezni cesti ob koncu planske dobe.
- **zasnovalna hitrost ( $V_{zas}$ )** – je računsko hitrost, ki je za posamezno kategorijo ceste opredeljena glede na njeno prometno funkcijo in glede na pogoje prostora, po katerem poteka cesta. S to hitrostjo se določajo mejni geometrijski elementi projektirane ceste, preglednost na cesti in tehnični elementi za zagotavljanje prometne varnosti. Praviloma je potrebno izbrati tisto, ki je za posamezno vrsto ceste predvidena kot največja. V zahtevnejših prostorskih, stroškovnih ali drugih pogojih, projektant lahko izbere tudi manjšo zasnovalno hitrost.
- **projektna hitrost ( $V_{proj}$ )** - je namenjena analizam in določanju ukrepov za zagotavljanje varnosti prometa. Elementi, ki jih je potrebno na projektirani ali obstoječi trasi korigirati, so:
  - prečni nagib v krivini;
  - minimalna zaustavitvena preglednost;
  - velikost minimalnega polmera vertikalne konveksne zaokrožitve;
  - velikost minimalnega horizontalnega polmera, pri katerem se sme uporabiti nasprotnosmiselni prečni nagib.

Če s posebno analizo ni ugotovljeno drugače, se mora uporabiti:

- za ceste z ločenima smernima voziščema in  $V_{zasn} < V_{dov}$ :

$$V_{proj} = V_{zasn} + 10 \text{ km/h} \quad (14)$$

(izrazita zakrivljenost trase)

oziroma

$$V_{proj} = V_{zasn} + 20 \text{ km/h} \quad (15)$$



(iztegnjena trasa)

- za enovoziščne dvosmerne ceste in  $V_{zasn} < V_{dov}$ :

$$\max V_{proj} = V_{dov} \quad (16)$$

(za posamezno vrsto ali kategorijo ceste)

oziroma

$$\min V_{proj} = V_{zasn} \quad (17)$$

V skladu z določili Pravilnika o projektiranju cest je projektna hitrost tista, ki se upošteva pri določitvi geometrijskih elementov osi ceste in prečnega profila vozišča. S to hitrostjo je omogočena varna vožnja na mokrem in čistem vozišču. Projektna hitrost se določi za posamezno prometno funkcijo ter vrsto ceste in je odvisna od vrste in zahtevnosti terena, kot je razvidno iz preglednice 4.1 (Pravilnik o projektiranju cest, 2005).

*Preglednica 4.1: Projektna hitrost glede na funkcijo in vrsto ceste ter zahtevnost terena*

*Table 4.1: Design speed depending on the function and type of the road and the complexity of the terrain*

Funkcija in vrsta ceste	Ravninski in gričevnat teren (km/h)	Hribovit teren (km/h)	Gorski teren (km/h)
<b>Daljinske ceste – DC</b>			
Avtocesta - AC	130	100	80
Hitra cesta – HC	120	100	70
Glavna cesta – GC	100	80	60
<b>Povezovalne ceste – PC</b>			
Glavna cesta – GC	90	70	60
Regionalna cesta – RC	80	60	50
<b>Zbirne ceste – ZC</b>			
Regionalna cesta - RC	70	50	40
Lokalna cesta – LC	60	50	40
<b>Dostopne ceste – DP</b>			
Lokalna cesta – LC	50	40	prevoznost
Lokalna pot - LP	40	prevoznost	prevoznost

Projektno hitrost je dopustno spremeniti zaradi spremembe vrste ali zahtevnosti terena, v naselju ali zaradi varovanja okolja na minimalni dolžini, kot izhaja iz preglednice 4.2.

Preglednica 4.2: Minimalna dolžina na kateri se lahko spremeni projektna hitrost

Table 4.2: The minimum length at which you can change the design speed

Funkcija ceste	Dolžina odseka (km)
Daljinska cesta	3,0
Povezovalna cesta	2,0
Zbirna cesta	1,0
Dostopna cesta	0,5

Na posameznih kategorijah cest se z ozirom na njihovo prometno funkcijo zagotavlja kvaliteta prevoznosti z opredeljeno potovalno hitrostjo. Za zagotavljanje prometne varnosti je potrebno pri projektiranju cest upoštevati tudi določila glede načina izvedbe vozišča in vrste križišč na cesti. Osnovni elementi za zasnovo ceste so opredeljeni v preglednici 4.3.

Preglednica 4.3: Osnovne prometne in voznodinamične značilnosti ceste glede na kategorijo ceste (predlog TSC 03.200, 2003)

Table 4.3: Basic traffic and dynamic characteristics of the road depending on the category of the road

Tehnična skupina	Značilne kvalitete za zasnovo in obratovanje ceste					
	Vrsta prometa	Vdov	Vpot <sup>1</sup>	Vozišče	Križišča <sup>2</sup>	Možna zasnovalna hitrost <sup>3,4</sup>
<b>Zunaj naselja</b>						
A	motorni	130	80-100	smerno	večnivojsko	130 120 110 100
	motorni	90	60-80	dvosmerno	večnivojsko	90 80
A	motorni	100	70-90	smerno	večnivojsko	110 100 90 80
	mešani	90	50-70	dvosmerno	nivojsko	90 80 70 60
B	mešani	100	60-80	smerno	nivojsko	90 80 70 60
	mešani	90	50-70	dvosmerno	nivojsko	90 80 70 60 50 40
B, C	turistični	70	Specif.	dvosmerno	nivojsko	70 60 50 40
B	mešani	70	40-60	dvosmerno	nivojsko	70 60 50 40
C	krajevni	70	-	dvosmerno	nivojsko	60 50 40
D	dovoz	50	-	dvosmerno	nivojsko	ni opredeljena
<b>V naseljih</b>						
A	motorni	100	60-90	smerno	večnivojsko	100 90 80
	motorni	90	50-70	dvosmerno	večnivojsko	90 80 70 60 50
B	motorni	80	50-60	smerno	nivojsko	80 70 60
	mešani	70	40-50	dvosmerno	nivojsko	70 60 50 40
C	mešani	50	-	dvosmerno	nivojsko	50 40
D	mešani	50	-	dvosmerno	nivojsko	ni opredeljena
	dovoz	30	-	dvosmerno	nivojsko	ni opredeljena
	dovoz	korak	-	-	-	ni opredeljena

Legenda:

- 1 izbira glede razdalje med centri prometnega potenciala (večja razdalja ↔ višja V<sub>pot</sub>)
- 2 tip križišča je potrebno izbrati glede na prometni volumen:  
kan. ... prometno kanalizirano križišče  
opr. ... celotna prometna oprema  
min. ... minimalna prometna oprema  
brez ... brez prometne opreme – samo prometni znak

- 3 izbira glede na prostorske pogoje in kontinuiranost
- 4 manjše  $V_{zasn}$  izbrati le tam, kjer vtisi okolja nedvoumno vplivajo na voznika in omejitev obvezno označiti z dopolnilno tablo "Ob dežju"

Pri določeni cesti se za posamezne daljše pododseke lahko v projektu privzame različne zasnovalne hitrosti ( $V_{zasn}$ ). Pododsek mora biti pri tem opredeljen na osnovi bistveno spremenjenih prostorskih (potek skozi naselje, zahtevnost razgibanosti reliefa, druge pomembne omejitve v prostoru, ipd.) ter prometnih pogojev (bistvena razlika v prometnih obremenitvah med dvema ciljema – križiščema vzdolž ceste). Vsak prehod z višje na nižjo zasnovalno hitrost mora biti v projektu izveden tako, da omogoča postopno spreminjanje hitrosti in tako, da prometna varnost pri tem ni ogrožena ( uvedba prehodnih geometrijskih in tehničnih elementov, zagotovljena preglednost poteka ceste, prepoznavna in ustrezna prometna signalizacija ali pa sprememba hitrosti v prometno opremljenem križišču).

V tujih literaturah zasledimo tudi termin **operativna hitrost** (operating speed), ki je dejanska hitrost vozil na določenem delu odseka ceste. Na to hitrost vpliva vrsto dejavnikov, ki so že bili predstavljeni in analizirani v poglavju 3. Vrednost operativne hitrosti, ki se običajno uporablja kot referenčno hitrost (s katero vozi povprečni uporabnik), se določi v prostem prometnem toku, največkrat pa je to tista hitrost, katero ne presega 85 % vseh vozil ( $V_{85}$ ).

Za analizo prometne varnosti sta pomembni hitrost v prostem prometnem toku in hitrost v normalnem prometnem toku. Definirani sta kot zgornji vrednosti hitrosti, ki jih na opazovanem prerezu dosega 85 % ( $V_{85}$ ) oziroma 50 % ( $V_{50}$ ) vozil v prometnem toku.  **$V_{85}$**  (pri nas določena tudi kot  **$V_{proj}$** ) je merodajna hitrost za analizo obstoječe trase glede na prometno varnost (na čistem in mokrem vozišču),  **$V_{50}$**  pa je hitrost, ki pokaže pogoje odvijanja prometa (pri normalni distribuciji velja  $V_{50} = V_{sr}$ ). Najvišja projektna hitrost  $V_{proj}$  na posamezni cesti naj bi bila enaka  $V_{dov}$ . V številnih tujih literaturah se priporoča, da se pri opredelitvi omejitve hitrosti na določenem odseku ceste izbereta obe hitrosti, ključnega pomena pa naj bi bila povprečna hitrost oziroma  $V_{50}$ .

V85 je odločilen parameter pri določanju hitrosti na nekem delu odseka ceste. Ta hitrost je pokazatelj (nekakšna realna vozna hitrost), katera potovalna hitrost je na določenem delu odseka še razumna in jo vozniki dojemajo kot varno. Ta hitrost temelji na statističnih meritvah dejanskih hitrosti vozil v prostem prometnem toku. To pomeni, da vsak posamezen voznik lahko vozi s takšno hitrostjo, za katero sam smatra, da je zanj najbolj varna glede na cestne razmere. Za definicijo iz naše literatura naj bi veljalo, da je projektna hitrost  $V_{proj}$  hkrati tudi tista, ki jo na opazovanem prerezu dosega 85 % vozil (torej V85).

Na večini odsekov cest obstaja konstantno razmerje med povprečno hitrostjo in V85. V kolikor pride do razlik, je to lahko pokazatelj, da imajo vozniki težave pri odločanju, s katero hitrostjo naj potujejo oziroma katera hitrost naj bi bila varna. Tudi to je lahko kazalec, da se na nekem delu odseka hitrost omeji oziroma da se na teh delih ceste izvedejo kakšni drugi ukrepi, da se to razmerje ohranja vzdolž celotnega odseka in da se porazdelitev hitrosti približa tipični porazdelitvi.

#### **4.2 Zakonsko določene omejitve hitrosti**

Administrativne oziroma splošne najvišje dovoljene hitrosti s cestno prometnimi predpisi določi vlada Republike Slovenije. Pri nas je najvišja dovoljena hitrost vozil ( $V_{dov}$ ) glede na kategorijo in potek ceste v prostoru, določena z Zakonom o pravilih cestnega prometa, in sicer:

- na avtocestah 130 km/h;
- na hitrih cestah 110 km/h;
- na vseh ostalih cestah zunaj naselja 90 km/h;
- na cestah v naselju 50 km/h.

Poleg splošnih regulativnih omejitev hitrosti, se hitrost na določenih odsekih ceste lahko omeji s prometnimi znaki II-30 "omejitev hitrosti" - lokalna omejitev hitrosti.

Večina evropskih držav ima zakonsko določeno najvišjo dovoljeno hitrosti na dvopasovnih cestah v naselju 50 km/h, zunaj naselja od 80 km/h do 100 km/h, na avtocestah in hitrih cestah pa omejitve hitrosti znašajo med 100 km/h in 130 km/h.

*Preglednica 4.4: Najvišje dovoljene hitrosti za osebna vozila v nekaterih evropskih in drugih državah<sup>1</sup>*

*Table 4.4: Maximum speed limit of passenger cars in some European and other countries*

Država	Dvopasovne ceste znotraj naselja (km/h)	Dvopasovne ceste zunaj naselja (km/h)	Avtoceste in hitre ceste (km/h)
Avstralija	40 - 60	80 - 110	80 - 130
Avstrija	50	100	130 - 160
Belgija	30 - 50	90	120
Kanada	30 - 80	60 - 100	70 - 110
Hrvaška	50	90	110 - 130
Danska	50	80	130
Finska	40 - 50	80 - 100	120
Francija	50	90	110 - 130
Nemčija	50	100	130 (priporočeno)
Madžarska	50	90	110 - 130
Italija	50 - 70	90	110 - 150
Nizozemska	30 - 50	80	100 - 130
Nova Zelandija	50	100	100
Norveška	50	80 - 90	100
Slovenija	50	90	110 - 130
Švedska	30 - 60	70 - 100	110 - 120
Švica	50	80 - 100	120
Anglija	48	97	113 - 129
ZDA	40 - 72	88	105 - 129

### 4.3 Lokalne omejitve hitrosti – omejitev hitrosti s prometnim znakom

Cestna mreža sestoji iz različnih tipov cest, ki se razlikujejo tako po funkciji, kot tudi po vrsti. Tako ceste pri nas razvrščamo med daljinske (avtoceste, hitre ceste in glavne ceste), povezovalne (glavne in regionalne ceste), zbirne (regionalne in lokalne ceste) in dostopne (lokalne ceste in poti).

Politika omejevanja hitrosti mora temeljiti na ustrezni presoji o tem, katere so primerne omejitve hitrosti na posameznih delih cestnega omrežja. Pri določitvi omejitve hitrosti je

<sup>1</sup> prirejeno po Wikipedia. Spletni naslov: [en.wikipedia.org/wiki/Speed\\_limits\\_by\\_country](http://en.wikipedia.org/wiki/Speed_limits_by_country)

potrebno upoštevati vpliv na prometno varnost (npr. prisotnost pešcev in kolesarjev, velika možnost bočnih in čelnih trčenj,...), mobilnost in obremenitev na okolje (hrup, emisije,...) ter učinek hitrosti vozil na kvaliteto življenja, ki živijo ali delajo v neposredni bližini ceste. Primarni namen omejevanja hitrosti na nekem odseku ceste mora biti izboljšanje prometne varnosti za vse udeležence v prometu, se pravi zmanjšanje verjetnosti za nastanek prometne nesreče oziroma zmanjšanje posledic le-te. V kolikor želimo, da bi vozniki omejitve hitrosti spoštovali, morajo biti te določene tako, da jih uporabniki cest "razumejo". To pomeni, da mora biti hitrost omejena tam, kjer voznik, ne glede na postavljeno prometno signalizacijo, svojo hitrost prilagodi glede na geometrijo in elemente ceste ter občestni prostor.

Vseeno je potrebno poudariti, da za določitev najustreznejše omejitve hitrosti na določenih odsekih cest ne obstaja nobena formula, zato je še toliko bolj pomembno, da pri tej odločitvi odgovorni pretehtajo ter analizirajo vse pozitivne in negativne učinke, ki bi lahko kakorkoli vplivali na odvijanje prometa na tem odseku, okolje ter prometno varnost.

Postavi pa se vprašanje: *Zakaj je omejitev hitrosti pravzaprav potrebna, če sklepamo, da večina voznikov vozi s hitrostjo, za katero smatrajo, da je varna?* Razlog temu je omejitev hitrosti za voznike, ki s svojo visoko stopnjo tolerance in drugačno presojo o varni in razumni vožnji, lahko ogrožajo sebe in druge udeležence v prometu. Na primer: voznik, ki ima višjo stopnjo tolerance od ostalih se odloči, da bo vozil hitreje oziroma z višjo stopnjo tveganja, v zameno za krajši potovalni čas. Vozniki se največkrat ne zavedamo hudih posledic nesreče, ki se lahko zgodi nam ali pa jo povzročimo drugim in napačno presodimo vpliv hitrosti na verjetnost za nastanek prometne nesreče. Prav tako je omejitev hitrosti namenjena voznikom z manj izkušnjami, voznikom, ki svoje sposobnosti precenjujejo ter voznikom, ki glede na cestno prometne in prometno varnostne pogoje, varne hitrosti ne morejo ali ne znajo oceniti.

Pomembno je, da organi, ki so pristojni za spremembo prometne signalizacije, medsebojno sodelujejo, pri tem upoštevajo tudi mnenje policije in lokalnih skupnosti ter da pri določanju ustrezne omejitve hitrosti uporabljajo ista merila in načela. Le tako lahko pričakujemo, da bodo vozniki te omejitve hitrosti spoštovali in upoštevali, posledično pa se to lahko odraža v izboljšanju prometne varnosti, kakor tudi v lažjem in doslednejšem nadzoru kršiteljev predpisov. Pred uvedbo nove omejitve hitrosti se je potrebno prepričati, da bodo spremembe imele več pozitivnih kot negativnih posledic. Potrebno je upoštevati tudi dejstvo, da se pre pogosto spreminjanje omejitve hitrosti na določenem delu odseka in na prekratki razdalji, lahko odraža v neupoštevanju najvišje dovoljene hitrosti. Prav tako se je potrebno izogibati nižanju hitrosti vsled reševanja lokalnih nevarnosti, kot so krivine, nepregledni priključki ipd. Te probleme moramo reševati z drugimi primernimi ukrepi, kot so: prometni znaki za nevarnost, izboljšanje preglednosti, dodatna javna razsvetljava, označbe na vozišču, naprave in ukrepi za umirjanje prometa ipd.

Lokalna omejitev hitrosti se lahko določi na posameznem delu odseka ceste, kjer je administrativna hitrost neustrezna glede na funkcijo, geometrijo in elemente ceste, občestni prostor ter strukturo prometa oziroma kjer je potrebno zagotoviti dodatno prometno varnost, boljšo prepustnost ceste, zmanjšati negativne vplive na okolje ter izboljšati kvaliteto bivanja ljudi, ki živijo v neposredni bližini ceste. Pred spremembo omejitve hitrosti morajo pristojni organi ugotoviti in oceniti tudi naslednje dejavnike:

- prihranek na račun števila prometnih nesreč in žrtev le-teh;
- prepustnost ceste;
- potovalne čase motoriziranega prometa in zanesljivost le-teh;
- vplive na okolje;
- stroške vzpostavitve nove omejitve hitrosti in dodatnih ukrepov;
- vpliv spremembe omejitve hitrosti na pešce in kolesarje;
- stroške nadzora.

Lokalne omejitve hitrosti so lahko nižje ali višje od najvišje predpisanih administrativnih hitrosti. Odgovorni za urejanje prometne signalizacije lahko le-to spremenijo (postavijo, odstranijo, prestavijo) na podlagi pobude policije, ki ugotovitvi, da na nekem delu odseka prihaja do povečanega števila prometnih nesreč, katerih najpogostejši vzrok je hitrost, na podlagi predlogov občin in krajevnih skupnosti ter tudi na predlog posameznih krajanov, ki bodisi živijo ob cesti ali pa se po tem odseku samo vozijo. Da se ugotovi upravičenost spremembe prometne signalizacije, je potrebno predhodno pridobiti podatke o prometnih nesrečah ter opraviti terenski ogled, na katerem se preveri, ugotovi ter pridobi določene podatke, na podlagi katerih se nato odloči o ustreznosti spremembe predlagane prometne ureditve.

Ne glede na zakonsko določeno najvišjo hitrost zunaj naselja, to je 90 km/h, je potrebno na nekaterih delih odseka ceste, kjer to narekujejo lokalne potrebe, največkrat zaradi izboljšanja prometne varnosti, pa tudi zmanjšanja drugih negativnih vplivov (hrup, emisije, idr.), največjo dovoljeno hitrost znižati. Samo postavitev prometne signalizacije za omejitev hitrosti pa še ne pomeni, da jo bodo vozniki tudi upoštevali oziroma da se bo na tem delu odseka izboljšala prometna varnost. Določitev ustreznih, varnih in verodostojnih omejitev hitrosti bi morala biti absolutna prednostna naloga upravljavcev cest ter politike upravljanja hitrosti.

Pri določitvi ustrezne omejitve hitrosti se upošteva elemente in geometrijo ceste, potek ceste v prostoru oziroma bližino objektov ob cesti, prisotnost pešcev, preglednost, preverijo pa se tudi eventualne prometne nesreče ter njihovi vzroki. Za razliko od večine drugih držav, se hitrost pri nas ne določa in omejuje na podlagi hitrosti V85 ali V50. Namreč, na tem področju nimamo izdelanih nobenih smernic ali modela, s pomočjo katerega bi se določale lokalne omejitve hitrosti na celotnem javnem cestnem omrežju. Posledica tega so največkrat neenotne, nelogične ter s strani voznikov nesprejemljive omejitve hitrosti, ki jih večina



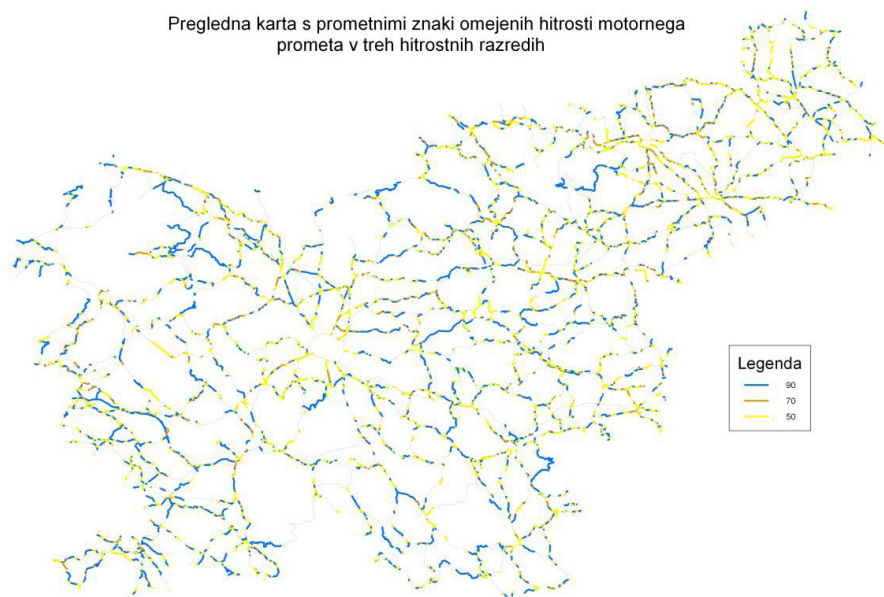
voznikov največkrat ne upošteva (razen ob navzočnosti nadzora), velikokrat pa tudi ne vedo, kakšna omejitev hitrosti na določenem delu odseka sploh velja.

Da za voznike zagotovimo razumno in nedvoumno doslednost in se izognemo prevelikim razlikam v hitrosti vozil ter omejitvam hitrosti, moramo doseči ravnovesje med elementi in geometrijo ceste, obcestnim prostorom ter minimalno dolžino omejenega odseka ceste. Izogniti se je potrebno nenehnemu spreminjanju omejitve hitrosti. V kolikor je minimalna dolžina posameznega pododseka krajša od predlagane, je potrebno preveriti, kakšna omejitev hitrosti je primerna pred oziroma za obravnavanim pododsekom ceste. Glede na elemente oziroma kritične dejavnike vsakega pododseka, je potrebno na novo vzpostaviti meje omejitve hitrosti ter določiti omejitve hitrosti na daljšem odseku. V naslednji preglednici (preglednica 4.5) so prikazane minimalne dolžine omejenih odsekov ceste, ki veljajo v posameznih državah.

*Preglednica 4.5: Minimalne dolžine omejenih odsekov cest zunaj naselja v drugih državah*

*Table 4.5: Minimum length of speed limit sections on rural roads in other countries*

Država	Omejitev hitrosti [km/h]	Minimalna dolžina omejenega odseka ceste [m]
<b>Anglija</b> (Department of transport, 2013)	50	600 (400)
	60	600 (400)
	70	600
	80	600
	90	600
<b>Avstralija</b> (Vicroads, 2013)	50	500 (300)
	60	600 (300)
	70	/
	80	800 (500)
	90	/
<b>Nizozemska</b>	50	126
	60	177
	70	236
	80	303
	90	383
<b>Nova Zelandija</b> (Land Transport Safety Authority of New Zealand, 2003)	50	500
	60	500
	70	500
	80	800
	90	/
<b>Združene države Amerike</b> (National Research Council, 2006)	56	563
	64	643
	72	724
	80	804
	88	885



*Slika 4.1: Omejitve hitrosti na glavnih in regionalnih cestah v RS (vir: Poenotenje omejitev hitrosti na državnem cestnem omrežju. DRSI)*

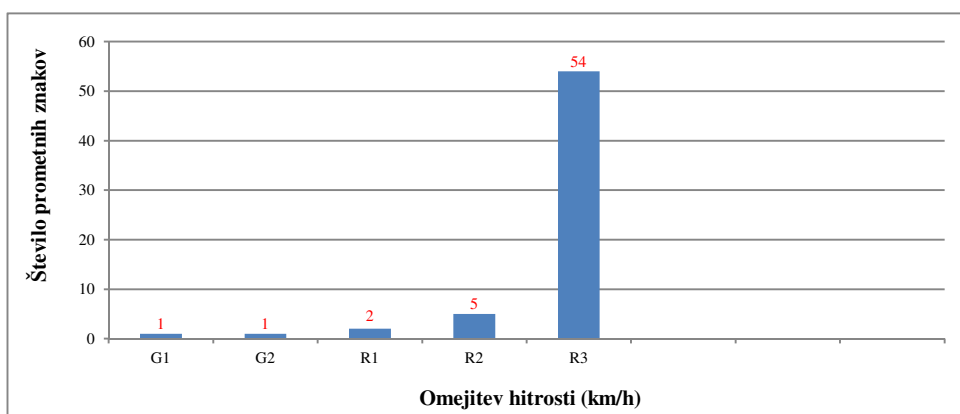
*Figure 4.1: Speed limit on the main and regional roads in the RS (source: Unifying speed limits on the national road network. DRSI)*

#### **4.4 Analiza omejitev hitrosti na dvopasovnih državnih cestah zunaj naselja**

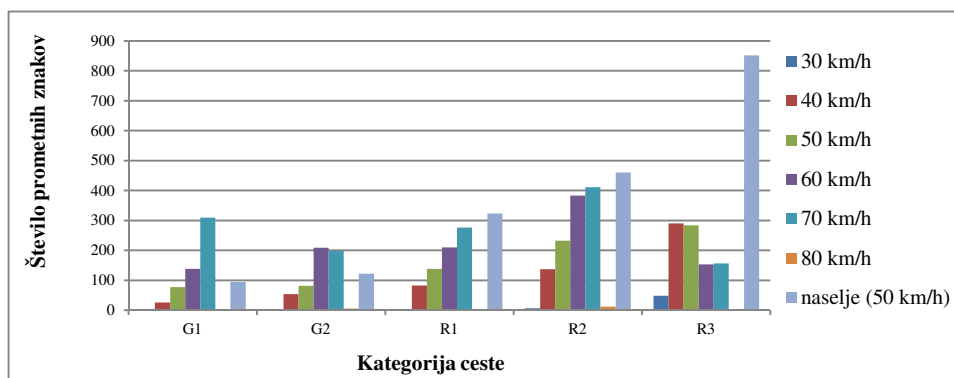
S pomočjo pregleda uradnih dokumentov in spletne aplikacije WEPS oziroma WEB evidence prometne signalizacije, ki jo za upravljanje državnih cest uporablja Direkcija RS za infrastrukturo, smo opravili analizo omejitev hitrosti na dvopasovnih državnih cestah (G in R ceste). Analiza omejitev hitrosti na odsekih državnih cest je izvedena za različne kategorije cest. Določili smo intenzivnost omejitve hitrosti (najvišja dovoljena hitrost), ocenili dolžino omejenih odsekov, presodili vzroke za omejitve hitrosti, določili smo odseke ceste, ki so omejeni ter preverili, na čigavo pobudo se je hitrost na določenem delu odseka ceste omejila. Ker se število omejenih odsekov cest neprestano spreminja, opravljena analiza velja za dan 30.10.2013.

Iz spodnje slike (slika 4.2) lahko razberemo, da je na največ odsekih državnih cest hitrost omejena zato, ker cesta poteka po območju strnjenega naselja, najmanj pa je prometnih

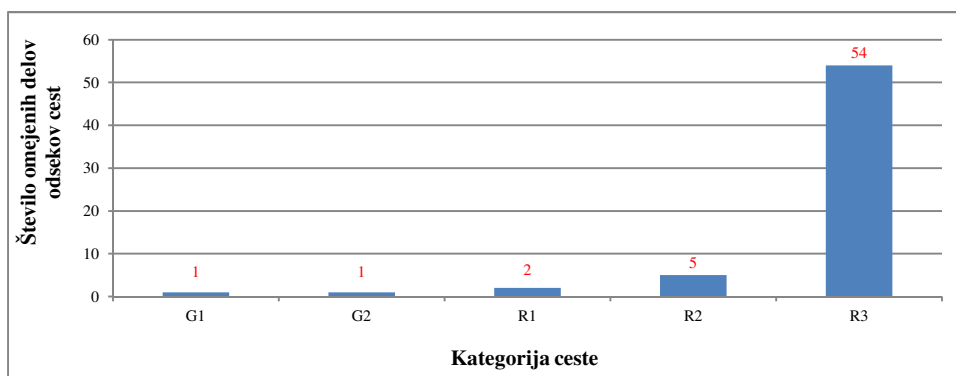
znakov, in zato tudi najmanj omejenih odsekov cest, za omejitev hitrosti na 80 km/h. Slika 4.3 prikazuje odnos med različnimi omejitvami hitrosti in kategorijo ceste. Vidimo, da je največ odsekov, kjer je hitrost omejena zaradi območja naselja, na regionalnih cestah III. reda (R3 cestah), najmanj pa na glavnih cestah I. in II. reda (G1 in G2 ceste). Na splošno lahko rečemo, da so nižje omejitve hitrosti značilne za ceste nižje kategorije in obratno.



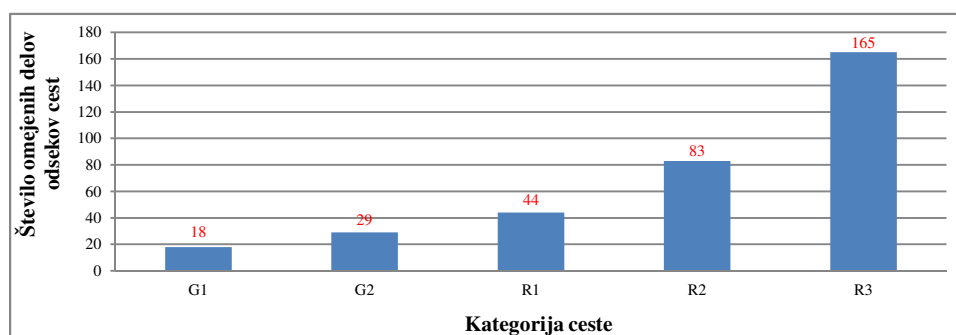
Slika 4.2: Število prometnih znakov za omejitve hitrosti (velja na dan 30.10.2013)  
Figure 4.2: The number of traffic signs for speed limit (valid on the day: 30.10.2013)



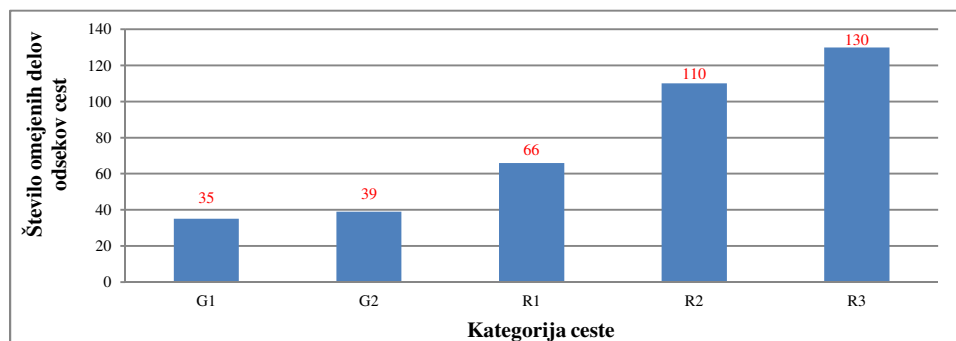
Slika 4.3: Število prometnih znakov za omejitve hitrosti glede na kategorijo ceste (velja na dan 30.10.2013)  
Figure 4.3: The number of traffic signs for speed limit depending on the category of the road (valid on the day: 30.10.2013)



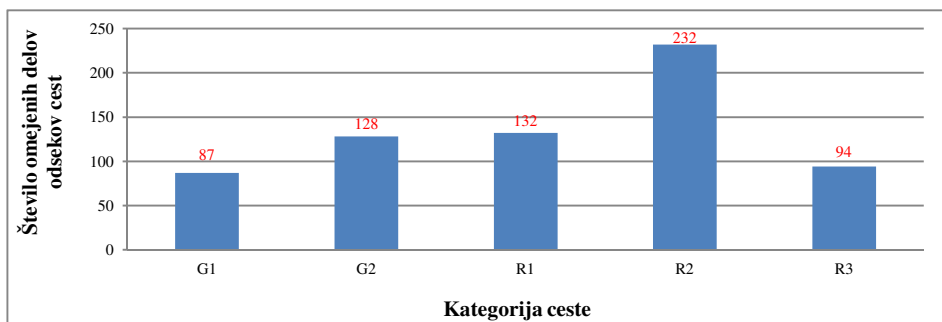
Slika 4.4: Število omejenih delov odsekov cest na 30 km/h glede na kategorijo ceste (velja na dan 30.10.2013)  
Figure 4.4: The number of road sections with speed limit of 30 km/h depending on the category of the road (valid on the day: 30.10.2013)



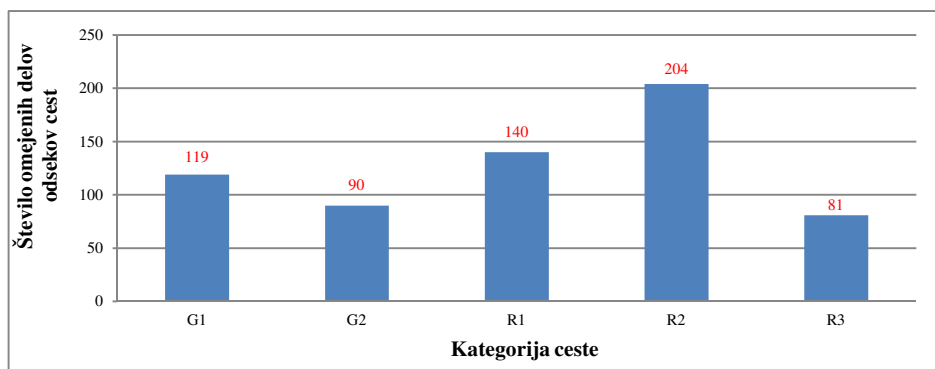
Slika 4.5: Število omejenih delov odsekov cest na 40 km/h glede na kategorijo ceste (velja na dan 30.10.2013)  
Figure 4.5: The number of road sections with speed limit of 40 km/h depending on the category of the road (valid on the day: 30.10.2013)



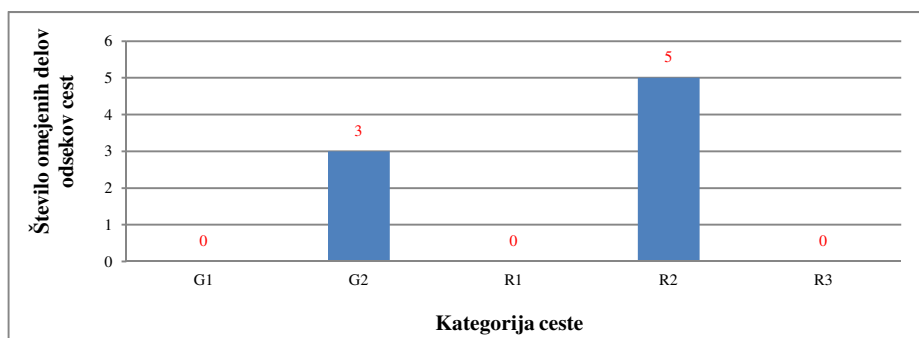
Slika 4.6: Število omejenih delov odsekov cest na 50 km/h glede na kategorijo ceste (velja na dan 30.10.2013)  
Figure 4.6: The number of road sections with speed limit of 50 km/h depending on the category of the road (valid on the day: 30.10.2013)



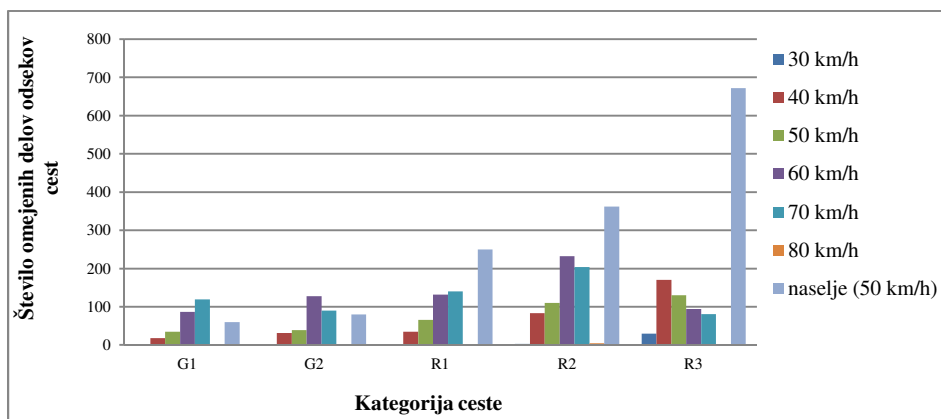
Slika 4.7: Število omejenih delov odsekov cest na 60 km/h glede na kategorijo ceste (velja na dan 30.10.2013)  
Figure 4.7: The number of road sections with speed limit of 60 km/h depending on the category of the road (valid on the day: 30.10.2013)



Slika 4.8: Število omejenih delov odsekov cest na 70 km/h glede na kategorijo ceste (velja na dan 30.10.2013)  
Figure 4.8: The number of road sections with speed limit of 70 km/h depending on the category of the road (valid on the day: 30.10.2013)



Slika 4.9: Število omejenih delov odsekov cest na 80 km/h glede na kategorijo ceste (velja na dan 30.10.2013)  
Figure 4.9: The number of road sections with speed limit of 80 km/h depending on the category of the road (valid on the day: 30.10.2013)

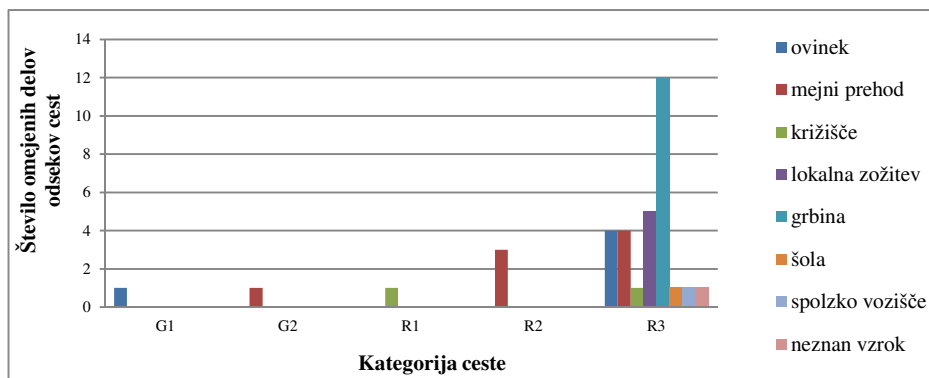


Slika 4.10: Število omejenih delov odsekov cest glede na kategorijo ceste in intenzivnost omejitve hitrosti (velja na dan 30.10.2013)

Figure 4.10: The number of road sections with speed limit depending on the category of the road and the intensity of the speed limit (valid on the day: 30.10.2013)

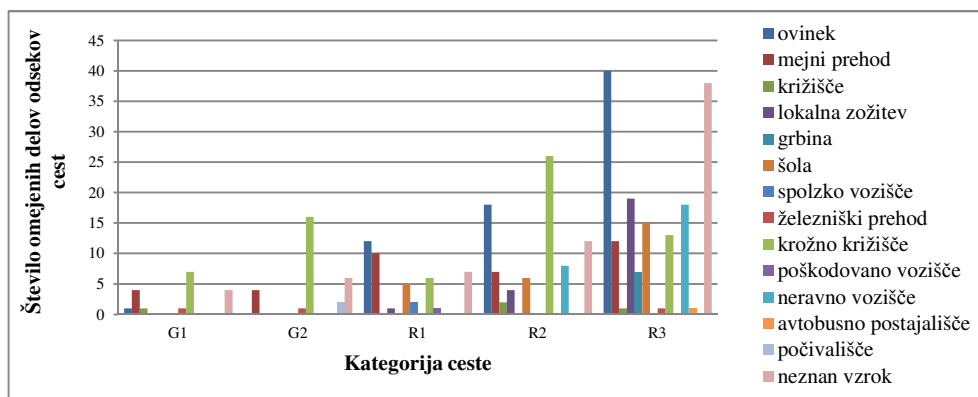
Na slikah zgoraj (slike od 4.4 do 4.9) lahko vidimo razmerje med številom omejenih delov odsekov cest in posameznimi kategorijami cest. Analiza je narejena za različne omejitve hitrosti (od 30 km/h do 80 km/h). Slika 4.10 prikazuje skupno število omejenih delov odsekov cest za posamezno kategorijo in različne omejitve hitrosti.

Na podlagi pregleda vseh omejenih odsekov cest, smo s pomočjo analize v spletni aplikaciji WEPS oziroma WEB evidence prometne signalizacije, skušali ugotoviti in določiti vzroke za omejitve hitrosti na posameznem delu odseka ceste. Rezultati so prikazani v naslednjih slikah (slike od 4.11 do 4.15).



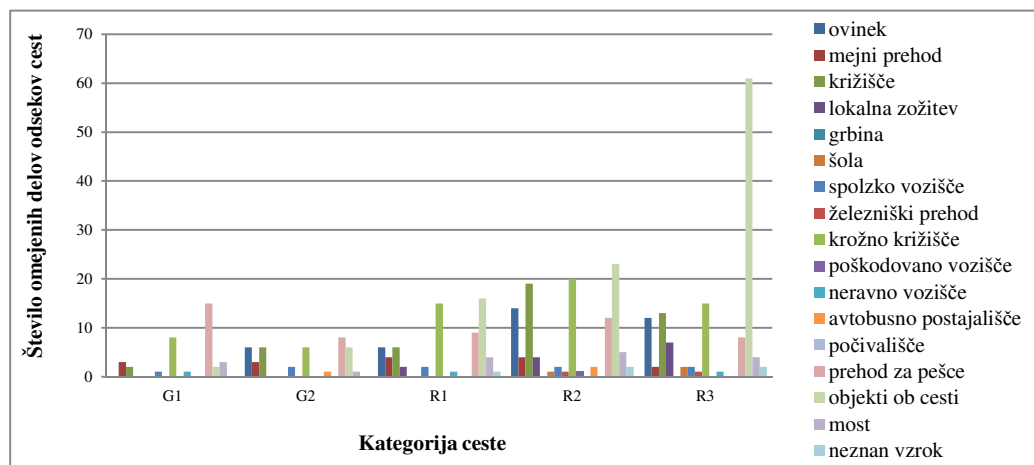
Slika 4.11: Število omejenih delov odsekov cest na 30 km/h glede na kategorijo ceste in vzrok za omejitev hitrosti (velja na dan 30.10.2013)

Figure 4.11: The number of road sections with speed limit of 30 km/h depending on the category of the road and the cause of the speed limit (valid on the day: 30.10.2013)



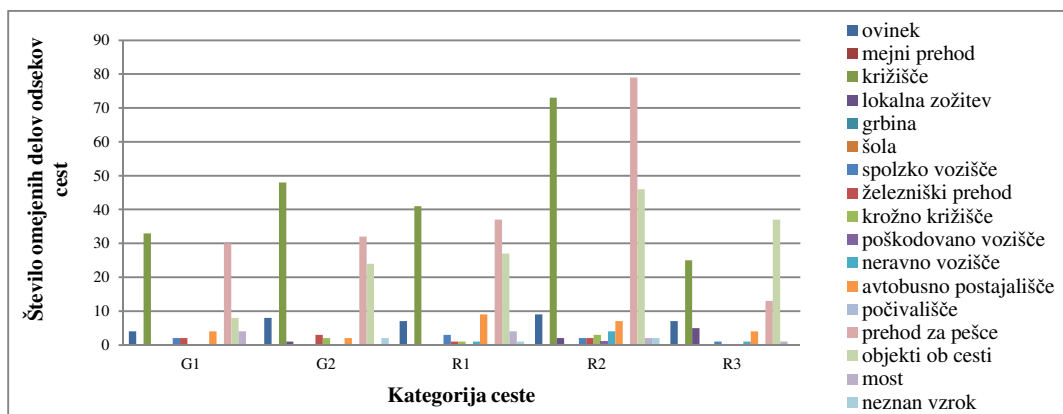
Slika 4.12: Število omejenih delov odsekov cest na 40 km/h glede na kategorijo ceste in vzrok za omejitev hitrosti (velja na dan 30.10.2013)

Figure 4.12: The number of road sections with speed limit of 40 km/h depending on the category of the road and the cause of the speed limit (valid on the day: 30.10.2013)



Slika 4.13: Število omejenih delov odsekov cest na 50 km/h glede na kategorijo ceste in vzrok za omejitev hitrosti (velja na dan 30.10.2013)

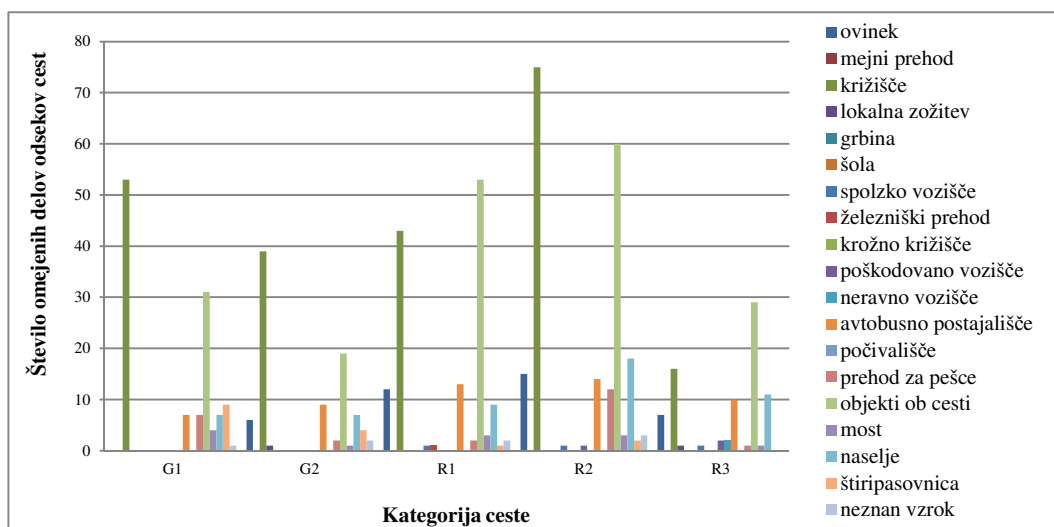
Figure 4.13: The number of road sections with speed limit of 50 km/h depending on the category of the road and the cause of the speed limit (valid on the day: 30.10.2013)



Slika 4.14: Število omejenih delov odsekov cest na 60 km/h glede na kategorijo ceste in vzrok za omejitev hitrosti (velja na dan 30.10.2013)

Figure 4.14: The number of road sections with speed limit of 60 km/h depending on the category of the road and the cause of the speed limit (valid on the day: 30.10.2013)

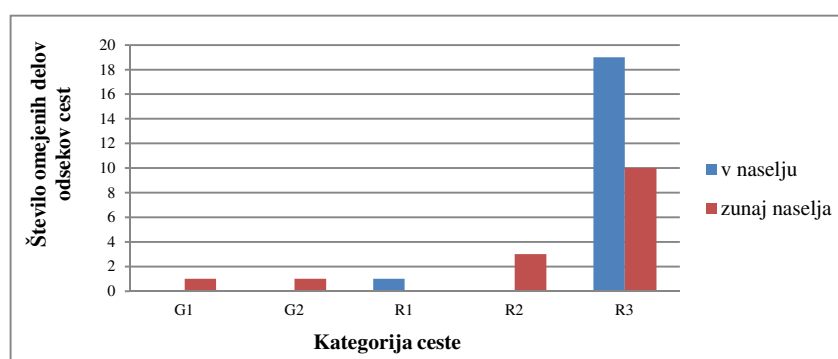




Slika 4.15: Število omejenih delov odsekov cest na 70 km/h glede na kategorijo ceste in vzrok za omejitev hitrosti (velja na dan 30.10.2013)

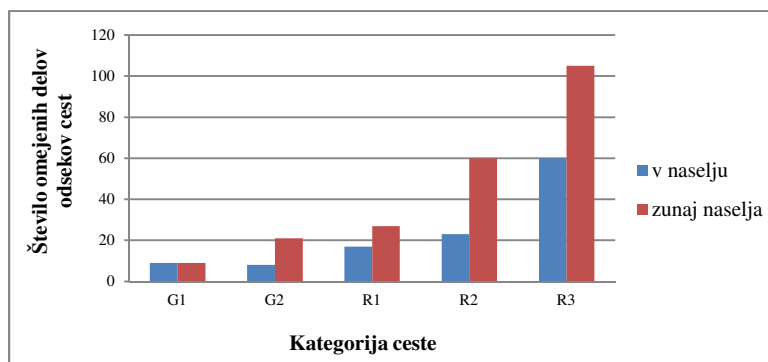
Figure 4.15: The number of road sections with speed limit of 70 km/h depending on the category of the road and the cause of the speed limit (valid on the day: 30.10.2013)

Lokalne omejitve hitrosti lahko predvidimo tako znotraj območja naselja, kakor tudi zunaj naselja. Kakšno je razmerje med omejenimi deli odsekov cest znotraj in zunaj območja naselja in posamezno kategorijo ceste, je za določeno intenziteto omejitve hitrosti razvidno iz slik od 4.16 do 4.19.



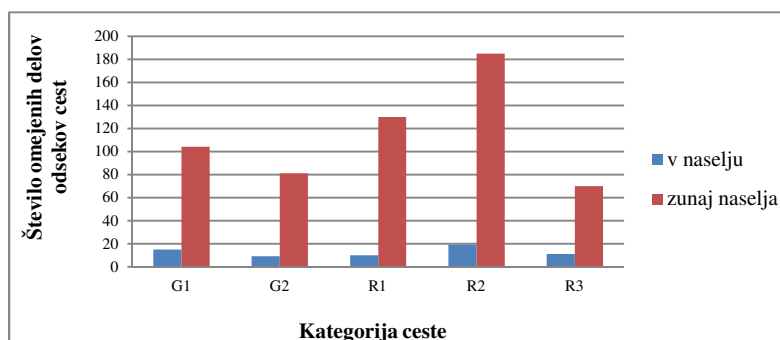
Slika 4.16: Število omejenih delov odsekov cest na 30 km/h glede na kategorijo ceste in območje (velja na dan 30.10.2013)

Figure 4.16: The number of road sections with speed limit of 30 km/h depending on the category of the road and the area (valid on the day: 30.10.2013)



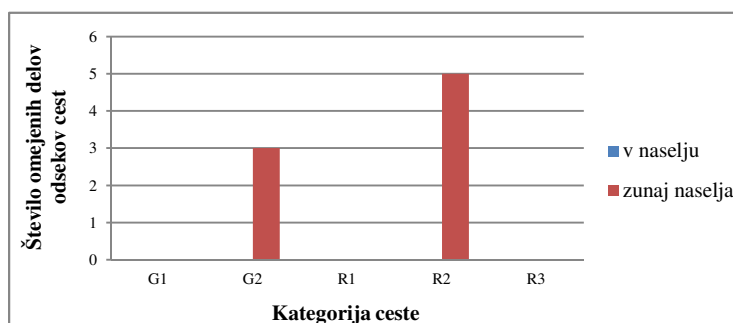
Slika 4.17: Število omejenih delov odsekov cest na 40 km/h glede na kategorijo ceste in območje (velja na dan 30.10.2013)

Figure 4.17: The number of road sections with speed limit of 40 km/h depending on the category of the road and the area (valid on the day: 30.10.2013)



Slika 4.18: Število omejenih delov odsekov cest na 70 km/h glede na kategorijo ceste in območje (velja na dan 30.10.2013)

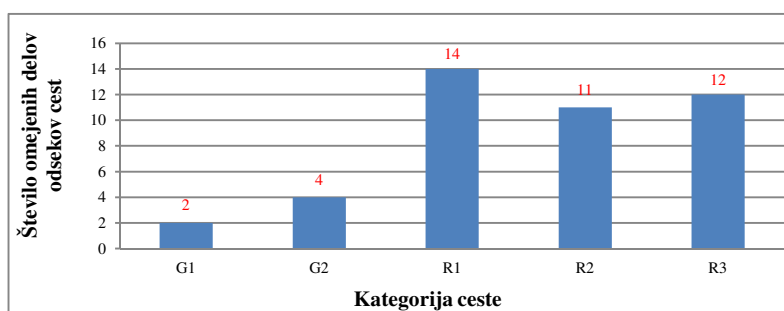
Figure 4.18: The number of road sections with speed limit of 70 km/h depending on the category of the road and the area (valid on the day: 30.10.2013)



Slika 4.19: Število omejenih delov odsekov cest na 80 km/h glede na kategorijo ceste in območje (velja na dan 30.10.2013)

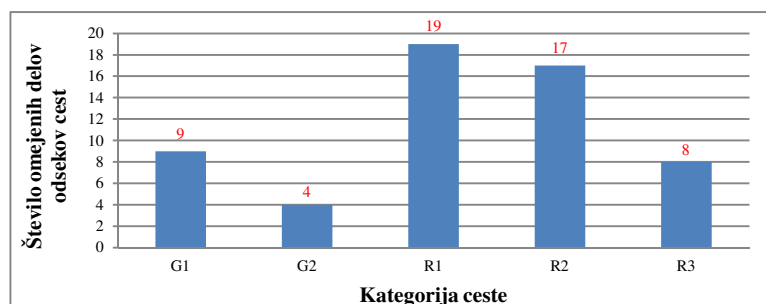
Figure 4.19: The number of road sections with speed limit of 80 km/h depending on the category of the road and the area (valid on the day: 30.10.2013)

Ker Direkcija RS za infrastrukturo nima izdelane baze podatkov, na podlagi katerih bi lahko ugotavljali vzrok in način omejitve hitrosti na določenem odseku ceste, smo opravili pregled dokumentov, na podlagi katerih se je na določenem delu odseka ceste spreminjala omejitev hitrosti v določenem obdobju. Pregled zapisov je zelo obsežen, zato se je naredila analiza za obdobje enega leta, in sicer med 1.07.2012 in 30.06.2013. Na podlagi podrobne preučitve dostopnih listin, so se izdelali v nadaljevanju prikazani grafikoni (slike od 4.20 do 4.27). Vidimo lahko, da so se hitrosti zunaj naselja omejile na 50 km/h oziroma 70 km/h, in sicer največkrat na regionalnih cestah I. reda (R1 ceste) in v najmanj primerih na glavnih cestah I. in II. reda (G1 in G2 ceste). Vidimo lahko tudi, da se v obdobju enega leta niti na enem delu odseka ceste, hitrost ni omejila na 30 km/h, 40 km/h, 60 km/h ali 80 km/h.



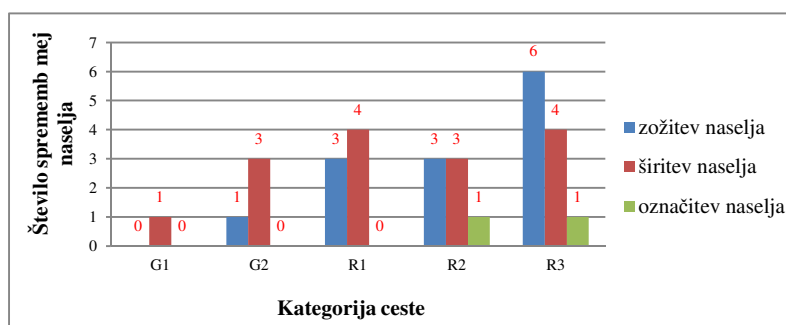
Slika 4.20: Število novih omejenih delov odsekov cest na 50 km/h glede na kategorijo ceste v obdobju enega leta (med 1.07.2012 in 30.06.2013)

Figure 4.20: The number of new road sections with speed limit of 50 km/h depending on the category of the road for one year (between 1.07.2012 and 30.06.2013)



Slika 4.21: Število novih omejenih delov odsekov cest na 70 km/h glede na kategorijo ceste v obdobju enega leta (od 1.07.2012 do 30.06.2013)

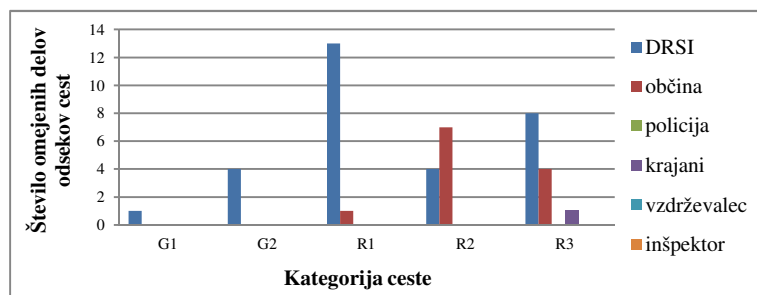
Figure 4.21: The number of new road sections with speed limit of 70 km/h depending on the category of the road for one year (between 1.07.2012 and 30.06.2013)



Slika 4.22: Število sprememb mej naselja glede na kategorijo ceste v obdobju enega leta (od 1.07.2012 do 30.06.2013)

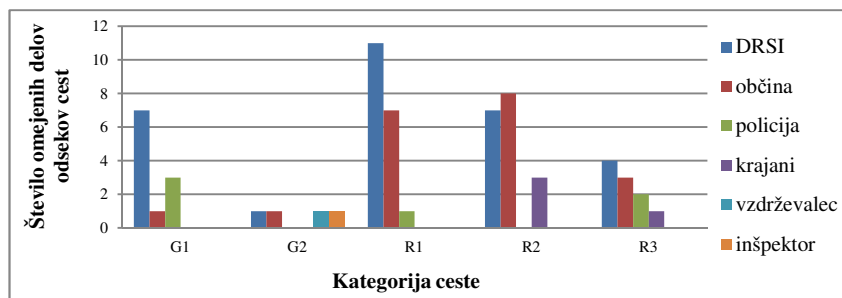
Figure 4.22: Number of changes in the boundaries of the settlements according to the category of the road for one year (from 1.07.2012 to 30.06.2013)

V največ primerih se je omejitev hitrosti spremenila na pobudo upravljavca ceste (Direkcije RS za infrastrukturo) in posameznih občin, vzrok za omejitev hitrosti pa je največkrat območje križišča ali priključka, neustrezna preglednost ter bližina naseljenega območja (objekti ob cesti).



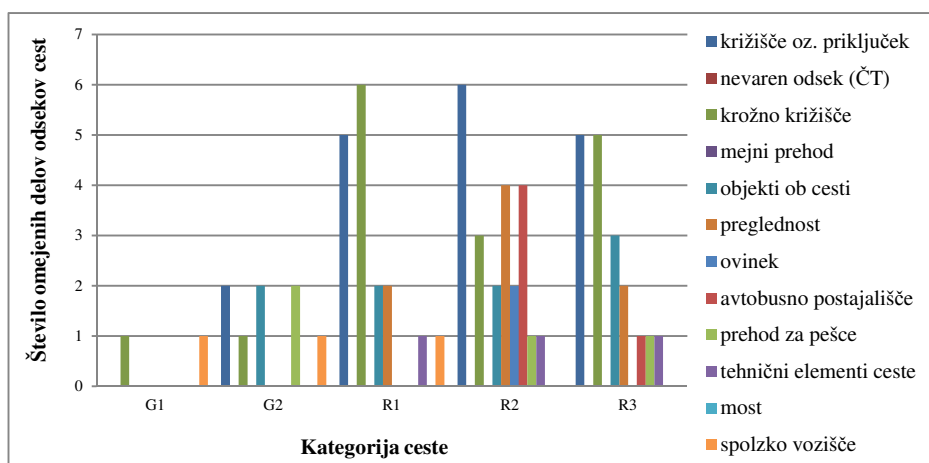
Slika 4.23: Število omejenih delov odsekov cest na 50 km/h glede na kategorijo ceste in predlagatelja omejitve hitrosti v obdobju enega leta (od 1.07.2012 do 30.06.2013)

Figure 4.23: The number of road sections with speed limit of 50 km/h depending on the category of the road and the applicant for one year (between 1.07.2012 and 30.06.2013)



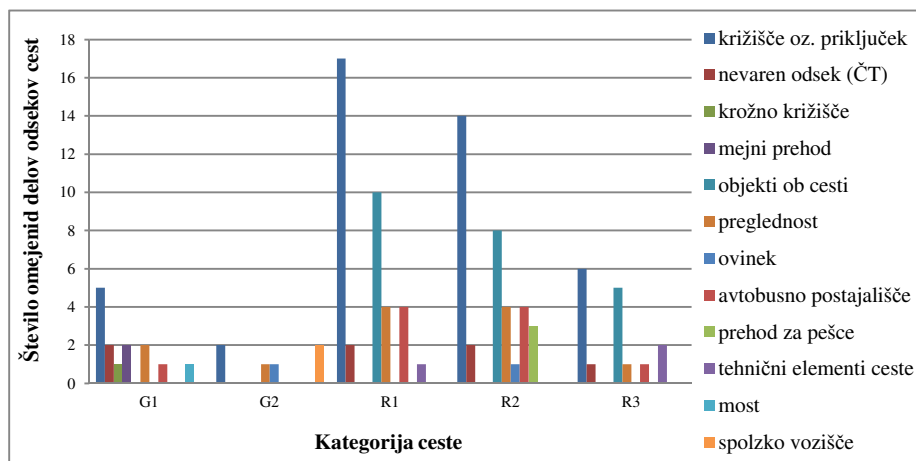
Slika 4.24: Število omejenih delov odsekov cest na 70 km/h glede na kategorijo ceste in predlagatelja omejitve hitrosti v obdobju enega leta (od 1.07.2012 do 30.06.2013)

Figure 4.24: The number of road sections with speed limit of 70 km/h depending on the category of the road and the applicant for one year (between 1.07.2012 and 30.06.2013)



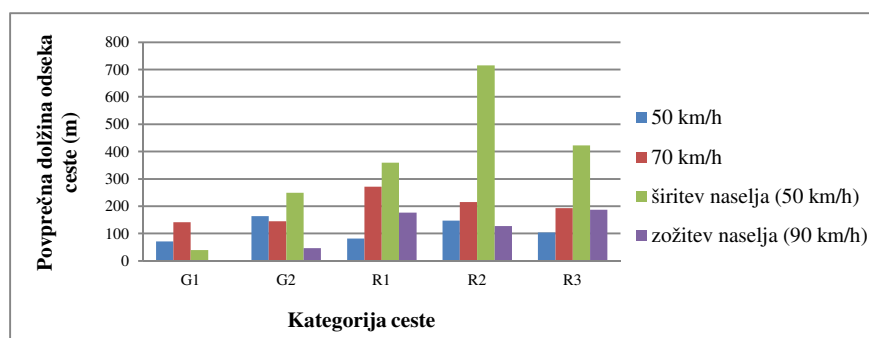
Slika 4.25: Število omejenih delov odsekov cest na 50 km/h glede na kategorijo ceste in vzrok za omejitev hitrosti v obdobju enega leta (od 1.7.2012 do 30.06.2013)

Figure 4.25: The number of road sections with speed limit of 50 km/h depending on the category of the road and the cause for one year (between 1.07.2012 and 30.06.2013)



Slika 4.26: Število omejenih delov odsekov cest na 70 km/h glede na kategorijo ceste in vzrok za omejitev hitrosti v obdobju enega leta (od 1.7.2012 do 30.06.2013)

Figure 4.26: The number of road sections with speed limit of 50 km/h depending on the category of the road and the cause for one year (between 1.07.2012 and 30.06.2013)



Slika 4.27: Povprečna dolžina odseka ceste, kjer se je omejila hitrost (od 1.7.2012 do 30.06.2013)

Figure 4.27: The average length of the section of road, where the speed limit was established (between 1.07.2012 and 30.06.2013)

#### 4.5 Praksa določanja lokalnih omejitev hitrosti v drugih državah

Vsaka država ima različne splošno predpisane najvišje dovoljene hitrosti in te načeloma veljajo po celotni državi (glej preglednico 4.4). Poleg teh omejitev moramo na cestni mreži zaradi spreminjanja ceste in okolja v prostoru, predvideti tudi odseke in dele odsekov, kjer hitrosti omejimo s prepisano prometno signalizacijo – lokalno omejevanje hitrosti, kar pa lahko povzroči, da različni pristojni organi omejitev hitrosti določajo drugače. Da bi se izognili neenotnemu in neuskladenemu omejevanju hitrosti na državnem javnem cestnem

omrežju, imajo praktično vse razvitejše države na podlagi trajnostnih vizij in strategij, jasno določene smernice in postopke za uvedbo najbolj primerne omejitve hitrosti na nekem delu odseka ceste. Pomembno je, da je praksa omejevanja hitrosti v državi enotna, saj le tako lahko dosežemo, da bodo vozniki razumeli, dojeli ter dosledno upoštevali pravila vožnje ter tako voznikom "vcepijo" pravilne vozne navade.

V večini razvitejših držav se lokalne omejitve hitrosti določijo na podlagi predhodno narejene analize oziroma študije. In vsi so si glede nečesa enotni: *Omejitve hitrosti morajo biti razumne, logične, varne in analogne po celotni državi javni cestni mreži oziroma takšne, da jih bodo vozniki v čim večji meri upoštevali in spoštovali.* Prav tako morajo čim manj negativno vplivati na kvaliteto življenja okoliških prebivalcev ter določene tako, da je ustvarjeno ravnovesje med prometno varnostjo, mobilnostjo, dostopnostjo in okoljskimi zahtevami.

Poznamo veliko različnih pristopov, ki se jih uporablja za določitev lokalne omejitve hitrosti, vendar se bomo v nalogi osredotočili le na nekatere od tistih, ki jih je v svoji raziskavi določil Fildes (Fildes et al., 2005). Ta navaja, da je *glavno načelo upravljanja hitrosti, doseči primerno ravnovesje med varno omejitvijo hitrosti in tveganjem za nastanek prometne nesreče v idealnih pogojih.* Poleg tega glavnega principa se upošteva tudi potovalne čase, odnos družbe, okoljska problematika ter politični vidik. Tako se v svetu uporablja predvsem pet glavnih pristopov oziroma filozofij za določanje optimalne omejitve hitrosti:

- *Inženirski pristop:* Kot osnova za sistem omejitve hitrosti se uporablja inženirske in prometne značilnosti, kot so podatki o hitrosti vozil, prometnih nesrečah, obcestnem prostoru, elementih in geometriji ceste ter številu in vrsti uporabnikov ceste.
- *Pristop voznikove izbire hitrosti:* Pri tem pristopu se določitev razumne in varne omejitve hitrosti prepusti vozniku. Tukaj se na splošno, poleg prometne varnosti in kredibilnosti najvišje dovoljene hitrosti, upošteva hitrost V85, v zadnjem času pa tudi V50.

- *Pristop ekonomske optimizacije:* Optimalna omejitev hitrosti je tista, pri kateri so doseženi najnižji skupni stroški. Ti stroški so povezani s potovalnim časom, okoljskimi stroški (raven hrupa in kakovosti zraka) ter stroški, ki nastanejo zaradi prometnih nesreč. Pri tej filozofiji so dosežene nižje omejitve hitrosti, saj so pri teh tudi skupni stroški nižji. Problem pa lahko nastane, ko voznik ni direktno in ustrezno "obveščen" o vzroku za nižjo omejitev hitrosti.

Wismans (Wismans et al., 2011) v svoji raziskavi dejavnike, ki jih je potrebno upoštevati pri določitvi optimalne omejitve hitrosti, razdeli v štiri podskupine, in sicer:

- kakovost zraka (emisije NOx);
  - emisije CO<sub>2</sub>;
  - prometna varnost (število prometnih nesreč);
  - emisije hrupa.
- *Pristop zmanjšanja posledic:* Cilj te filozofije je omejiti število poškodb in smrtnih žrtev na določenem cestnem odseku ter s tem povezane stroške. Ker ni možno meriti življenja in zdravja, je potrebno ustvariti tak prometni sistem, v katerem se smrtnih žrtev in hudo poškodovanih udeležencev ne dopušča.
  - *Pristop, kjer se omejitev hitrosti določi z računalniškim sistemom (Expert system):* Pri tem pristopu se uporabi računalniški program, ki temelji na točno določenih znanjih. Skozi celotni proces posnema strokovnjaka. To je zapleten postopek za določitev in izračun optimalne omejitve hitrosti, pri katerem se kot vhodni podatki vnesejo nekateri ključni faktorji, kot so: obstoječa omejitev hitrosti, raba zemljišč, elementi in geometrija ceste, podatki o prometnih nesrečah idr.

Mnogokrat se uporablja tudi kombinacija več pristopov. Na primer, s pristopoma ekonomske optimizacije in zmanjšanja posledic se določi omejitev hitrosti, kjer se upošteva tako minimizacija stroškov, kakor tudi prometna varnost.



Pri vsakem pristopu lahko ločimo različne vidike in cilje, ki jih Elvik (Elvik, 2002) v pristopu ekonomske optimizacije loči v štiri skupine:

1. *Vidik cestnega organa*: Minimizacija skupnih stroškov celotne družbe (potovalni čas, stroški delovanja vozila, stroški prometnih nesreč ter stroški hrupa in onesnaženja zraka).
2. *Vidik uporabnika ceste*: Zmanjšanje stroškov, ki jih mora "iz žepa" plačati uporabnik (potovalni čas, stroški delovanja vozila). Pri tem je potrebno upoštevati odstotek tovornih vozil, saj imajo vozniki teh vozil drugačne vrednosti časa kot vozniki osebnih vozil, kar posledično pomeni tudi različne stroške.
3. *Vidik davčnega zavezanca*: Zmanjšanje stroškov, ki niso predmet obdavčitve pri uporabi motornih vozil.
4. *Vidik prebivalcev*: Zmanjšanje stroškov, ki so povezani z okoljskimi vprašanji.

V nalogi bomo uporabili dva od štirih zgoraj opisanih vidikov, in sicer *vidik cestnega organa* in *vidik uporabnika ceste*. Optimalna omejitev hitrosti za prebivalce, ki živijo v bližini ceste, je nič (brez prometa), zato ta perspektiva v nalogi ni zajeta.

*Preglednica 4.6: Cilji glede na različne vidike (Elvik, 2002)*

*Table 4.6: Targets according to various aspects (Elvik, 2002)*

Vidik	Cilj
Cestni organ (upravljavec ceste)	minimizirati stroške potovanja, operativnih stroškov vozila, stroške prometnih nesreč, stroške hrupa in stroške onesnaženosti zraka
Uporabnik ceste	minimizirati stroške potovanja in operativne stroške vozila

Uporabnik ceste strmi k temu, da minimizira stroške potovalnega časa in operativne stroške vozila, se pravi, da želi potovati čim hitreje in čim ceneje, medtem ko bi moral cestni organ omogočiti varen in brezhiben prometni sistem, tako za uporabnika ceste, kot tudi za prebivalce, ki živijo v bližini ceste. Preglednica 4.7 prikazuje rezultate optimalnih omejitev hitrosti, ki jih je v svoji raziskavi določil Elvik.

Preglednica 4.7: Optimalna omejitev hitrosti na švedskih cestah glede na različne vidike

Table 4.7: Optimal speed limit on Swedish roads in relation to various aspects

Tip ceste	Omejitev hitrosti (km/h)	optimalna omejitev hitrosti glede na 4 vidike (km/h)			
		cestni organ	uporabnik ceste	davčni zavezanec	prebivalci
avtocesta ali hitra cesta	110	110	120	120	110
<b>cesta zunaj naselja</b>	<b>90</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>80</b>
cesta znotraj naselja	50	60	60	100	50

V naslednji preglednici (preglednica 4.8) so prikazani pristopi, ki jih v različnih državah uporabljajo za določitev omejitve hitrosti na določenem delu odseka ceste.

Preglednica 4.8: Uporaba različnih pristopov v nekaterih državah ter dejavniki, ki vplivajo na omejitev hitrosti

Table 4.8: The use of different approaches in some countries and the factors that influence the speed limit

Država	Pristop	Kratek opis	Dejavniki, ki vplivajo na omejitev hitrosti
Združene države Amerike	Pristop voznikove izbire hitrosti	Omejitev hitrosti je določena na podlagi hitrosti, s katero vozijo vozniki.	Hitrosti vozil, elementi in geometrija ceste, občestni prostor brez ovir (obstacle-free zone), statistika prometnih nesreč, oddaljenost med večjimi križišči
Nova Zelandija	Inženirski pristop	Omejitev hitrosti je določena na podlagi elementov in geometrije ceste ter vrste občestnega prostora.	Elementi in geometrija ceste, občestni prostor, število in gostota priključkov ali križišč, funkcija ceste, prometne obremenitve, omejitve hitrosti pred in za obravnavanim odsekom ter stopnja prometnih nesreč
Avstralija	Pristop ekonomske optimizacije	Za oceno optimalne omejitve hitrosti se upoštevajo razlike v hitrosti in s tem povezanim potovalnim časom, obratovalni stroški vozila in stroški prometnih nesreč.	
Nemčija	Pristop voznikove izbire hitrosti	Omejitev hitrosti je določena na podlagi hitrosti, s katero vozijo vozniki.	
	Inženirski pristop	Omejitev hitrosti je določena na podlagi elementov in geometrije ceste ter vrste občestnega prostora.	
Nizozemska	Inženirski pristop	Omejitev hitrosti je določena na podlagi elementov in geometrije ceste ter vrste občestnega prostora.	Statistika prometnih nesreč, hitrosti vozil, prometne obremenitve in struktura prometa, elementi in geometrija ceste
	Pristop zmanjšanja škode	Trajnostna varnost: Zavzemanje za omejitev hitrosti, pri katerih v prometnem sistemu ni prometnih nesreč s smrtnim izidom ali hudo poškodovanimi.	
Francija	Inženirski pristop	Omejitev hitrosti je določena na podlagi elementov in geometrije ceste ter vrste občestnega prostora.	
Švedska	Pristop ekonomske optimizacije	Na podlagi določitve vrednosti vseh ključnih stroškov, je optimalna omejitev hitrosti tista, pri kateri so skupni stroški minimalni.	Čas potovanja, operativni stroški vozila, statistika prometnih nesreč, kakovost zraka ter hrup
	Pristop zmanjšanja škode	Vizija nič: Zavzemanje za omejitev hitrosti, pri katerih v prometnem sistemu ni prometnih nesreč s smrtnim izidom ali hudo poškodovanimi.	

#### 4.5.1 Nizozemska

Najvišja dovoljena hitrost na cestah zunaj naselja je 80 km/h, znotraj naselja pa 50 km/h.

Nizozemski sistem omejevanje hitrosti v glavnem temelji na pristopu zmanjšanja škode, kar pomeni, da mora biti cesta zasnovana tako, da v prometnem sistemu ne bi smelo priti do smrtnih žrtev ali hudo poškodovanih udeležencev. Namen filozofije "Sustainable Safety" oziroma "Trajnostne varnosti" je ustvariti takšen prometni sistem in takšne prometne razmere, da je verjetnost nastanka prometne nesreče zmanjšana na minimum in da se v primeru nastanka prometne nesreče, prepreči smrtne in hude poškodbe udeležencev. Pri uresničitvi tega cilja pomembno vlogo igrajo prav ukrepi, povezani s hitrostjo vozil (uvedba območij "Cona 30" in "Cona 60", izvedba krožnih križišč, naprav in ukrepov za umirjanje prometa idr.). Kljub veliki pozornosti, ki jo Nizozemci posvečajo hitrostim vozil in določanju najbolj primerne omejitve hitrosti, pa je prav hitrost pri njih še vedno ena glavnih problemov pri zagotavljanju prometne varnost.

Na temelju poznavanja ranljivosti človeškega telesa (biomehanska toleranca) in na osnovi švedskega pristopa, so določene t.i. "varne hitrosti", ki so odvisne od funkcije in tipa ceste, sestave oziroma strukture prometa ter potencialnega konflikta med udeleženci v prometu. "Varna hitrost" naj bi bila tista hitrost, pri kateri, v primeru nastanka prometne nesreče, posledice in poškodbe za udeležence niso usodne.

Poleg filozofije zmanjšanja škode, se pri določanju omejitve hitrosti upošteva tudi pristop ekonomske optimizacije (z večjim poudarkom na prometni varnosti). Idealno je, da ima cesta le eno funkcijo. In sicer bi morale biti hitrosti, kjer je v prometu prisotnih veliko pešcev in kolesarjev, nižje, v kolikor pa so za motorni promet predvidene višje hitrosti, je potrebno na teh cestah prepovedati dostop za ranljivejše in počasnejše udeležence v prometu, prometne tokove motornih vozil pa med seboj fizično ločiti.

V praksi je pomembno, da se omejitve hitrosti ujemajo s pričakovanji uporabnika ceste (voznika), kar je v skladu z navedeno vizijo. Pričakovanja voznika so izpolnjena, če je omejitev hitrosti verodostojna (Aarts in Van Nes, 2007). Slednje pomeni, da se omejitev hitrosti ujema z lastnostmi ceste ter trenutnimi prometnimi razmerami oziroma je to hitrost, ki jo lahko pričakujemo na cesti, ne da bi pri tem uporabili dodatno prometno signalizacijo ali kakšne druge izrecne informacije o pravilih vožnje. Raziskava, ki jo je opravil Van Nes s sodelavci (Van Nes et al., 2006) kaže, da če je omejitev hitrosti "prenizka" in zato tudi manj verodostojna, vozniki omejitve hitrosti v večini ne upoštevajo. Največkrat se to zgodi v primeru omejitve hitrosti zaradi okoljskih razlogov, saj vozniki v tem primeru ne morejo prepoznati vzroke za omejitev hitrosti.

*Preglednica 4.9: Pregled značilnosti, povezanih z varnimi in verodostojnimi omejitvami hitrosti*

*Table 4.9: Overview of the characteristics associated with safe and credible speed limits*

Omejitev hitrosti	Značilnosti varne hitrosti	Značilnosti verodostojne hitrosti
30 (40) km/h	Mešanje motornega prometa in ranljivih udeležencev v prometu ali prisotnost površin za pešce in/ali kolesarje; parkiranje je dovoljeno na parkirnih prostorih vzdolž ceste.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- odsek ceste 50 m;</li> <li>- 50 m &lt; oddaljenost med fizičnimi ukrepi za znižanje hitrosti &lt; 100 m;</li> <li>- gosto poseljeno območje (objekti na obeh straneh ceste);</li> <li>- 4,5 m &lt; širina ceste &lt; 5,5 m;</li> <li>- 3,1 m &lt; širina vozišča &lt; 3,7 m;</li> <li>- neenakomerna površina vozišča</li> </ul>
50 km/h	Ločenost motornega prometa in ranljivih udeležencev v prometu; promet mopedov in motornih koles po vozišču; parkiranje je dovoljeno na vozišču; stop pregledna razdalja je 47 m.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- odsek ceste 126 m;</li> <li>- fizični ukrepi za znižanje hitrosti v območju križišč;</li> <li>- zmerna gostota poselitve;</li> <li>- 5,9 m &lt; širina ceste &lt; 7,2 m;</li> <li>- 2,5 m &lt; širina vozišča &lt; 3,0 m;</li> <li>- neenakomerna ali enakomerna površina vozišča</li> </ul>
60 km/h	Cesta brez ranljivih udeležencev v prometu; občestni prostor brez ovir (obstacle-free zone) > 2,5 m ali oproščajoč občestni prostor; parkiranje ob ali na cesti ni dovoljeno; stop pregledna razdalja je 64 m.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- odsek ceste 177 m;</li> <li>- fizični ukrepi za znižanje hitrosti v območju križišč in na odprtem odseku ceste;</li> <li>- podeželsko območje z gosto pozidavo;</li> <li>- 4,5 m &lt; širina ceste &lt; 5,5 m;</li> <li>- 3,6 m &lt; širina vozišča &lt; 4,4 m;</li> <li>- neenakomerna ali enakomerna površina vozišča</li> </ul>
70 km/h	Promet mopedov, motornih koles in kolesarjev ni dovoljen; smerni vozišči nista fizično ločeni; občestni prostor brez ovir (obstacle-free zone) > 4,5 m ali oproščajoč občestni prostor; utrjene bankine; parkiranje ob ali na cesti ni dovoljeno; stop pregledna razdalja je 82 m.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- odsek ceste 236 m;</li> <li>- "dvignjeno" križišče (ploščad);</li> <li>- redko poseljeno območje (za odsek ceste v naselju) ali gosto poseljeno podeželsko območje;</li> <li>- 7,2 m &lt; širina ceste &lt; 8,8 m;</li> <li>- 2,9 m &lt; širina vozišča &lt; 3,6 m;</li> <li>- enakomerna površina vozišča.</li> </ul>
80 km/h	Ni dostopa za počasen promet; fizično ločeni smerni vozišči; občestni prostor brez ovir (obstacle-free zone) > 6 m ali oproščajoč občestni prostor; parkiranje ob ali na cesti ni dovoljeno; stop pregledna razdalja je 105 m.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- odsek ceste 303 m;</li> <li>- "dvignjeno" križišče (ploščad);</li> <li>- redko ali gosto poseljeno podeželsko območje;</li> <li>- 6,8 m &lt; širina ceste &lt; 8,3 m;</li> <li>- 2,5 m &lt; širina vozišča &lt; 3,0 m;</li> <li>- enakomerna površina vozišča.</li> </ul>
100 km/h	Ni dostopa za počasen promet; fizično ločeni smerni vozišči; brez možnosti bočnega konflikta med vozili;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- odsek ceste 463 m;</li> <li>- ni fizičnih naprav ali ukrepov za umirjanje</li> </ul>

	obcestni prostor brez ovir (obstacle-free zone) > 10 m ali oproščajoč obcestni prostor; utrjene bankine; parkiranje ob ali na cesti ni dovoljeno; stop pregledna razdalja je 170 m.	prometa; - redko poseljeno podeželsko območje; - 18,0 m < širina ceste < 22,0 m; - 2,9 m < širina vozišča < 3,6 m; - enakomerna površina vozišča.
120 km/h	Ni dostopa za počasen promet; fizično ločeni smerni vozišči; brez možnosti bočnega konflikta med vozili; obcestni prostor brez ovir (obstacle-free zone) > 13 m ali oproščajoč obcestni prostor; utrjene bankine; parkiranje ob ali na cesti ni dovoljeno; stop pregledna razdalja je 260 m.	- odsek ceste 657 m; - ni fizičnih naprav ali ukrepov za umirjanje prometa; - redko poseljeno podeželsko območje; - 21,6 m < širina ceste < 26,4 m; - 3,2 m < širina vozišča < 3,9 m; - enakomerna površina vozišča.

Na Nizozemskem so za lažjo in bolj enotno določitev najustreznejše in najbolj optimalne omejitve hitrosti na določenem odseku ceste pred kratkim razvili orodje SeCredSpeed (Safe Speed and Credible Speed Limits), ki temelji na vhodnih podatkih o geometriji, elementih in funkciji ceste, obcestnem prostoru, značilnosti prometa in prometnih obremenitvah na izbranem odseku ceste ter lastnostih sosednjih odsekov. Dejavniki, ki lahko vplivajo na izbor omejitve hitrosti na nekem odseku so: fizična ločljivost med smernimi vozišči, prisotnost kolesarskih stez, površin za pešce in parkirišč ob cesti, število in vrsta priključkov, preglednost, prometne obremenitve, funkcija ceste, lastnosti obcestnega prostora ter prostora brez stalnih fizičnih ovir ob cesti (clear zone ali obstacle-free zone). Če je podatek na voljo, se v postopku upošteva tudi V90, ki naj bi veljala za t.i. varno hitrost. Na podlagi vstavljenih podatkov in njihovih značilnosti, program izračuna hitrost, ki naj bi bila na danem odseku najbolj primerna ter ponudi tri izmed naslednjih ukrepov: a) prilagoditev omejitve hitrosti, b) gradbeni ukrepi, ki so povezani z geometrijo ali elementi ceste ter c) povečan nadzor.

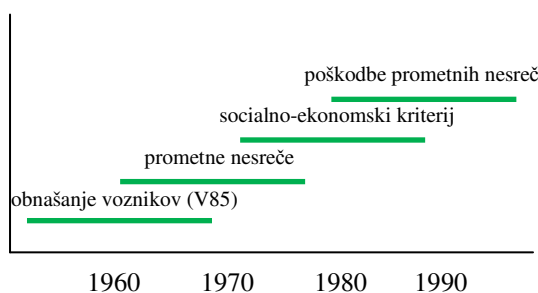
**Primer:** Če je na cesti z omejitvijo hitrosti 50 km/h, varna hitrost 30 km/h, je potrebno:

- a) odsek prilagoditi tako, da bo varna hitrost 50 km/h (npr. ločiti površine za kolesarje in pešce od ostalih površin,...);
- b) izvesti ukrepe, da bo hitrost 30 km/h kredibilna hitrost (izvedba fizičnih naprav, dodatnih gradbenih ukrepov,...).

#### 4.5.2 Švedska in ostale nordijske države

Najvišja dovoljena hitrost na cestah zunaj naselja je 70 km/h, znotraj naselja pa 50 km/h.

Na Švedskem se od 60-ih let prejšnjega stoletja omejitve hitrosti določa na podlagi V85, saj vlada prepričanje, da naj bi že vozniki sami sprejemali racionalne odločitve. Na podlagi analiz prometnih nesreč, ki so posledica prevelikih hitrosti, so pri načrtovanju omejitev pričeli upoštevati tudi ostale dejavnike, kot so geometrija in elementi ceste, občestni prostor idr. Nato se je pojavil trend ekonomske upravičenosti, in sicer z uvedbo t.i. "cost-benefit" analizami oziroma oceno stroškov in koristi, posledično pa je to pomenilo teženje k višjim hitrostim na cestah. Trenutno švedski parlament podpira filozofijo "Vision Zero" ali t.i. "Vizijo Nič", ki strmi k preprečitvi smrtnih žrtev ali hudih poškodb udeležencev v prometu. Vizijo podpirajo tudi ostale nordijske države, kot sta Norveška in Finska.



Slika 4.28: Pomembni kriteriji za določitev omejitve hitrosti glede na posamezna obdobja (vir: Trends in setting speed limits – Sweden as a case study. Swedish Road Administration. 2007)

Figure 4.28: Important criteria for determining speed limits in the respective period (source: Trends in setting speed limits – Sweden as a case study. Swedish Road Administration. 2007)

Osrednjo vlogo pri Viziji Nič igra prav hitrost vozil. Pri tem se uporablja znanstvene mejne vrednosti, ki temeljijo na trenutni zasnovi avtomobila ter ceste:

- večina nezaščitenih pešcev in kolesarjev preživi prometno nesrečo, če jih zadane vozilo (avtomobil) s hitrostjo do 30 km/h;
- večina nezaščitenih pešcev in kolesarjev prometne nesreče ne preživi, če jih zadane vozilo (avtomobil) s hitrostjo 50 km/h ali več;

- c) potniki v avtomobilu naj bi preživelih prometno nesrečo pri čelnem trčenju pri hitrosti 65 – 70 km/h (pod pogojem, da vsi uporabljajo varnostne pasove);
- d) potniki v avtomobilu naj bi preživelih prometno nesrečo pri bočnem trčenju pri hitrosti 45 – 50 km/h (pod pogojem, da vsi uporabljajo varnostne pasove).

Politika omejevanja hitrosti na Švedskem izhaja iz zgoraj navedenih znanstvenih dognanj. Tako se na odsekih v naselju, kjer se ob cesti nahaja večje število pešcev in kolesarjev, hitrost omejuje na 30 km/h, v območju križiščih na največ 50 km/h, na odsekih cest, kjer prometni pasovi med seboj niso fizično ločeni in kjer obstaja možnost čelnega trčenja, pa mora biti hitrost omejena na največ 70 km/h. Cilj upravljanja hitrosti je zadostiti tako potrebam prometne varnosti (vizija nič), kakor tudi večji dostopnosti ter zmanjšanju emisij. Pri odločitvi o spremembi hitrosti na določenem delu odseka ceste sodelujejo predstavniki občin in države oziroma deželne vlade, prometni strokovnjaki, policija ter predstavniki lokalnega prebivalstva. Vsi sodelujoči se glede spremembe najprej posvetujejo na kraju samem, vsak pa nato poda svoj predlog in komentar.

*Preglednica 4.10: Dejavniki, ki lahko vplivajo na izbor omejitve hitrosti na Švedskem*

*Table 4.10: Factors that may affect the selection of the speed limit in Sweden*

	Dejavniki	Dodatni pogoji
Znotraj naselja (30, 40, 50, 60, 70 in 80 km/h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; območje šole, vrtca, bolnišnice, trgovin,...</li> <li>&gt; prometna varnost;</li> <li>&gt; prisotnost pešcev in kolesarjev;</li> <li>&gt; prisotnost prehodov za pešce in ureditev križišč (pasovi za levo in desno zavijanje, semaforji,...);</li> <li>&gt; površine za pešce in kolesarje;</li> <li>&gt; hrup;</li> <li>&gt; emisije.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 30 km/h – območja za pešce in kolesarje; izgled ulice; strnjeno naselje;</li> <li>&gt; 40 km/h – bolj prometna ulica, kjer so ločene površine za pešce in kolesarje, vendar obstaja veliko prehodov za pešce in kolesarje;</li> <li>&gt; 50 km/h – ločeni pasovi za levo in desno zavijanje v križiščih;</li> <li>&gt; 60 km/h – redki prehodi za pešce in kolesarje, ki so semaforizirani; posebni pasovi za levo in desno zavijanje;</li> <li>&gt; 70 km/h – redki prehodi za pešce in kolesarje, ki so semaforizirani; posebni pasovi za levo in desno zavijanje;</li> <li>&gt; 80 km/h – odseki cest znotraj naselja, kjer ni pozidave, prehodov za pešce in kolesarje; izvennivojska križanja.</li> </ul>
Zunaj naselja (30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 in 100 km/h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; funkcija ceste;</li> <li>&gt; število priključkov in velikost poseljenega območja;</li> <li>&gt; promet na priključkih;</li> <li>&gt; preglednost;</li> <li>&gt; območja križišč;</li> <li>&gt; avtobusna postajališča (pešci);</li> <li>&gt; velik promet ranljivih udeležencev v prometu (šole, športni objekti, avtobusna postajališča);</li> <li>&gt; visoko prometne povezovalne ceste;</li> </ul>	<p>Omejitev hitrosti v križišču:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; glede na tip križišča;</li> <li>&gt; prometne obremenitve;</li> <li>&gt; prisotnost pešcev in kolesarjev;</li> <li>&gt; prepoznavnost, preglednost;</li> <li>&gt; prisotnost avtobusnih postajališč;</li> <li>&gt; emisije in hrup.</li> </ul> <p>Najkrajša oddaljenost omejitve od križišča:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 50 km/h → 80 m</li> <li>&gt; 70 km/h → 130 m</li> <li>&gt; 80 km/h → 160 m</li> <li>&gt; 90 km/h → 190 m</li> <li>&gt; 100 km/h → 225 m</li> </ul>

### 4.5.3 Anglija

Pristojni za omejitev hitrosti na angleških javnih cestah določajo omejitev hitrosti in postavljajo prometno signalizacijo v skladu s priročnikom *Setting local speed limit* (Setting local speed limit, 2013).

Pred spremembo omejitve hitrosti se najprej preverijo tipi prometnih nesreč, njihovi vzroki in posledice. Prav tako se pregleda dejanske hitrosti prometa. Na podlagi rezultatov se ugotovi ali je trenutna omejitev hitrosti ustrezna glede na vrsto ceste in udeležence v prometu.

Pri izbiri najprimernejše omejitve hitrosti se upoštevajo naslednji dejavniki in značilnosti: hitrost vozil, funkcija ceste, geometrija in elementi ceste, občestni prostor, struktura prometa, prometne nesreče ter emisije.

V Angliji namesto V85 za določitev omejitve hitrosti uporabljajo povprečno hitrost. Za večino cest naj bi veljalo, da je povprečna hitrost sorazmerna z V85. Če temu ni tako, imajo vozniki verjetno težave z izbiro ustrezne hitrosti, kar pomeni, da značilnosti ceste in občestnega prostora niso skladni z omejitvijo hitrosti. Cilj upravljavcev ceste je prilagajanje lokalnih omejitev hitrosti ali izvedba drugih ukrepov (naprave in ukrepi za umirjanje prometa, ukrepi za izboljšanje preglednosti, postavitev dodatne prometne signalizacije idr.). Doseči je potrebno povprečno hitrost vozil, ki bo enaka ali pa bo nižja od nove lokalne omejitve hitrosti.

Najvišja dovoljena hitrost v naselju je 30 milj/h (48 km/h), na obrobjih mest, kjer se ob cesti nahaja manj pešcev in kolesarjev ter na območjih, kjer se ob cesti nahaja manj objektov oziroma so ti locirani v bližini ceste, pa se hitrost lahko omeji na 40 milj/h (64,4 km/h). V redkih primerih (štiripasovne ceste in obvoznice) se hitrost znotraj naselja lahko omeji celo na 50 milj/h (80,5 km/h). Na odsekih cest v naseljih, kjer je ob cesti lahko večje število



pešcev in kolesarjev (mestna središča ter območja šol in vrtcev), se hitrost omeji na 20 milj/h (32,2 km/h).

Na dvopasovnih cestah zunaj naselja je najvišja dovoljena hitrost 60 milj/h (96,6 km/h). Ne glede na predpisano najvišjo dovoljeno hitrost, se hitrost zunaj naselja s prometno signalizacijo lahko omeji še s hitrostmi 30 milj/h (48,3 km/h), 40 milj/h (64,4 km/h) in 50 milj/h (80,5 km/h), odvisno od funkcije, elementov in geometrije ceste, stopnje prometnih nesreč, povprečne hitrosti prometnega toka, obcestnega prostora, priključkov in križišč ter prisotnosti pešcev in kolesarjev ob cesti.

Pri odločitvi o spremembi hitrosti na določenem delu odseka ceste sodelujejo upravljavci cest, policija, lokalne skupnosti in posamezne občine. V kolikor se pristojni o omejitvi hitrosti na nekem odseku ceste ne morejo jasno opredeliti, jim je v pomoč preglednica za natančno določitev, kjer se poleg hitrosti izračunajo tudi stroški porabe goriva pred in po spremembi, prihranek na račun zmanjšanja prometnih nesreč in porabljenega časa ter določijo dodatni možni ukrepi.

#### **4.5.4 Nova Zelandija**

Najvišja dovoljena hitrost na cestah zunaj naselja je 100 km/h, znotraj naselja pa 50 km/h.

Nova Zelandija ima za določitev optimalne hitrosti določeno metodologijo (SLNZ, ki se lahko izdelava ročno ali s pomočjo računalniškega programa), s katero se lahko določi stalno ali pa začasno omejitev hitrosti. Izdelan je tudi računalniški program NZ Limits. Da se zagotovi enotno in dosledno omejevanje hitrosti po celotni javni cestni mreži, je uporaba metode SLNZ obvezna. Za izračun primerne hitrosti so potrebni podatki, ki so določeni na terenskem ogledu ceste in pridobljeni iz statističnih podatkov, in sicer:

- obstoječa omejitve hitrosti na danem odseku;

- potek ceste v prostoru (skozi naselje, zunaj naselja, pred vstopom v naselje, redko poseljeno območje)
- podrobnejši podatki o obcestnem prostoru (število hiš, šol, trgovin, industrijskih objektov);
- funkcija ceste;
- število in vrsta priključkov na obravnavanem delu odseka ter število objektov ob cesti;
- podatki o geometriji in elementih ceste;
- podatki o prometu in strukturi prometa;
- podatki o prometnih nesrečah;
- podatki o dejansko izmerjenih hitrosti na delu odseka (povprečna hitrost in V85 se ne smeta bistveno razlikovati od omejitve hitrosti).

Pri analizi prometnih nesreč je potrebno ugotoviti tipe prometnih nesreč in njihove vzroke za zadnji dve leti. Prav tako je potrebno primerjati stopnjo prometnih nesreč s podatki, ki veljajo za celotno javno cestno mrežo. Izdelana mora biti študija, ki upošteva razmerje med obstoječimi in napovedanimi prometnimi nesrečami. Stopnja prometnih nesreč na določeni cesti mora biti pod 85 percentili prometnih nesreč, ki se zgodijo na cestah s podobnimi lastnostmi. V kolikor je stopnja višja od 85 percentilov, je potrebno poleg omejitve hitrosti izvesti tudi dodatne ukrepe oziroma poostriti nadzor.

Proces določitve omejitve hitrosti poteka tako, da pristojni na terenu najprej izpolni predpisan obrazec (diagram), kjer se na 100 metrskih pododsekih ocenijo obcestni prostor, geometrija in elementi ceste ter določi lokacija morebitne postavitve prometnih znakov za omejitve hitrosti. Vsi podatki se tako rangirajo oziroma ocenijo v skladu s tabelami, ki so sestavni del SLNZ. Povprečna vrednost se izračuna s seštevanjem končnih vrednosti pododsekov, ki se nato deli s številom 100-metrskih odsekov. Ko se določi povprečno

vrednost, se opredeli najbolj primerna hitrost glede na lastnosti odseka v skladu s predpisanimi diagrami.<sup>2</sup>

Pred dejansko spremembo hitrosti na nekem odseku ceste mora pristojni organ:

- izračunati optimalno hitrost s pomočjo programa SLNZ;
- se pred spremembo posvetovati z okoliškimi prebivalci, pristojno občino, krajevno skupnostjo in drugimi ključnimi organizacijami;
- obvestiti pristojno policijsko upravo oziroma postajo;
- za evidenco v register zabeležiti vse detajle glede omejitve hitrosti;
- izdati akt o spremembi hitrosti.

Na cestah, ki potekajo skozi naselja, velja splošna omejitev hitrosti 50 km/h, zunaj naselja pa je najvišja dovoljena hitrost 100 km/h. V kolikor splošne omejitve hitrosti ne zagotavljajo varne in ustrezne omejitve hitrosti na določenem delu odseka ceste, se hitrosti lahko omejijo od 10 km/h do 80 km/h.

Velik poudarek je na nenehnem nadzoru in pregledu oziroma monitoringu nad spremembami okolice in ceste, večkrat se izvedejo tudi meritve hitrosti, pregleda dokumente ter opravi analiza prometne varnosti.

---

<sup>2</sup> Postopek za določitev najoptimalnejše omejitve hitrosti je dostopen na spletnem naslovu:

<http://www.nzta.govt.nz/resources/speed-limits/speed-limits-nz/index.html>

Preglednica 4.11: Dejavniki, ki lahko vplivajo na izbor omejitve hitrosti na Novi Zelandiji

Table 4.11: Factors that may affect the selection of the speed limit in New Zealand

Poselitev obcestnega prostora	Geometrija ceste	Elementi ceste	Minimalna dolžina omejitve hitrosti	Omejitev hitrosti in V85
Znotraj naselja (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 in 80 km/h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ stanovanjski objekti;</li> <li>➢ industrijski objekti;</li> <li>➢ rekreacijski objekti;</li> <li>➢ poslovno-komercialni objekti;</li> <li>➢ izobraževalni objekti.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ geometrija ceste ne sme omogočati razvoja višjih hitrosti – v nasprotnem primeru so potrebni dodatni ukrepi za znižanje hitrosti.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ urejene površine za pešce in kolesarje;</li> <li>➢ dovoljeno parkiranje ob cesti.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 50 km/h → 500 – 1000 m;</li> <li>➢ 60 km/h → 500 – 1000 m;</li> <li>➢ 70 km/h → 500 – 1000 m;</li> <li>➢ 50 km/h → 60 km/h;</li> <li>➢ 60 km/h → 70 km/h;</li> <li>➢ 70 km/h → 80 km/h;</li> <li>➢ 80 km/h → 90 km/h;</li> <li>➢ 100 km/h → 110 km/h;</li> </ul>
Zunaj naselja (30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 in 100 km/h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ kmetijsko območje;</li> <li>➢ gozd;</li> <li>➢ manjša redko naseljena območja – vasi, kjer so objekti bolj oddaljeni od ceste;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ geometrija ceste mora biti enotna na celotnem omejene odseku ceste.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ površine za pešce in kolesarje načeloma niso urejene;</li> <li>➢ javne razsvetljave ni urejena, razen na določenih lokacijah, npr. križiščih;</li> <li>➢ v kolikor je splošna omejitev hitrosti previsoka, je potrebno lokalne nevarnosti označiti z znakom za nevarnost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 80 km/h → 800 – 1000 m;</li> <li>➢ 90 km/h → kot je odobreno s strani Agencije;</li> <li>➢ 100 km/h → 2000 m;</li> </ul>

#### 4.5.5 Avstralija

Tudi v Avstraliji imajo izdelane smernice za določitev omejitve hitrosti na določenem delu odseka ceste. Podobno kot na Švedskem in Nizozemskem, tudi avstralski način omejevanja hitrosti temelji na pristopu varnega sistema, "Safe System Approach", in sicer je v prvi vrsti potrebno strmeti k odpravi smrtnih žrtev in hudo poškodovanih udeležencev v prometu. Filozofija tega sistema je podobna kot pri nizozemski ali švedski viziji, poudarek pri dosegu cilja pa je na spodbujanju k uporabi varnejših vozil, večje investicije za izboljšanje cestne infrastrukture in obcestnega prostora ter uspešni vpeljavi varnih hitrosti (nadzor, izobraževanje in uvedba primernih omejitev hitrosti).

Za določitev omejitve hitrosti je bil razvit računalniški program X Limits, na katerem bazirajo tudi NZ Limits in ameriški US Limits. Program za odsek ceste, kjer je predvidena

sprememba omejitve hitrosti, zahteva vhodne podatke, kot so število, pogostost in vrsta priključkov, vrsta obcestnega prostora ter gostota poselitve oziroma objektov ob cesti, funkcija ceste, elementi in geometrija ceste, prometne obremenitve, obstoječe hitrosti vozil (V85), omejitve hitrosti pred in za obravnavanim odsekom ter podatke o prometnih nesrečah. Na podlagi teh podatkov program izračuna oziroma predlaga najprimernejšo omejitev hitrosti za dani del odseka ceste.

Podobno kot na Novi Zelandiji, tudi v Avstraliji velja, da je splošna omejitev hitrosti znotraj naselja 50 km/h, na dvopasovnih cestah zunaj naselja pa 100 km/h. S prometno signalizacijo se lahko hitrosti omejijo še na 10 km/h, 40 km/h, 50 km/h, 60 km/h, 70 km/h, 80 km/h in 90 km/h.

#### **4.5.6 Združene države Amerike**

Da bi se izognili nejasnemu in nelogičnemu omejevanju hitrosti ter različnim pristopom, so tudi v Združenih državah Amerike, na podlagi avstralskih priporočil, razvili program oziroma priročnik za določitev omejitve hitrosti (US Limits), ki so ga prilagodili ameriškim razmeram.<sup>3</sup> Lokalne omejitve hitrosti se določijo na podlagi inženirske študije in te omejitve hitrosti se nato uzakonijo. Podatki, ki jih je potrebno poznati preden se hitrost omeji, so: podatki o cesti in obcestnem prostoru, operativna hitrost (V85), podatki o uporabnikih ceste, prometne obremenitve, omejitve hitrosti pred in za obravnavanim delom odseka ceste, statistika prometni nesreč ter ostale posebnosti. Vsaka zvezna država ima svoje predpise glede najvišjih dovoljenih hitrosti, in sicer so vrednosti le-teh za urbana območja med 15 milj/h in 45 milj/h (24,1 km/h in 72,4 km/h), medtem ko so najvišje dovoljene hitrosti na dvopasovnih cestah zunaj naselja med 25 milj/h in 70 milj/h (40,2 km/h in 112,7 km/h).

---

<sup>3</sup> Postopek za določitev najoptimalnejše omejitve hitrosti je dostopen na spletnem naslovu: <http://safety.fhwa.dot.gov/USLIMITS>

## 5 MODEL ZA DOLOČITEV OMEJITVE HITROSTI

Sprejetje enotnega modela (pristopa) za izbor najbolj primerne omejitve hitrosti na nekem odseku ceste je izredno kompleksno, saj je potrebno poznavanje ter upoštevanje veliko dejavnikov, katerih posledice in cilji so med seboj lahko tudi kontradiktorni. To je v resnici izredno zapleten proces, ki v prvi vrsti zahteva oceno interakcije in nasprotij med različnimi dejavniki ter presojo možnih scenarijev in posledic odločitve. Pri tem ne smemo zanemariti dejstva, da omejitve hitrosti ne določa posameznik, ampak mora biti v to vpletena množica oseb ter različnih institucij, ki na problem gledajo z različnih zornih kotov, pri tem pa imajo lahko tudi različne cilje. Torej, potrebno je opredeliti ustrezen metodološki pristop, ki se lahko prilagodi glede na razpoložljive podatke in da se lahko v fazi izbora najbolj primerne omejitve hitrosti določijo merila, na podlagi katerih se ovrednoti interakcije ter konflikte med različnimi dejavniki.

Trenutno v Sloveniji ni razvitega enotnega in celovitega modela (pristopa) za določitev najbolj primerne omejitve hitrosti na določenem odseku ceste, kjer bi se upoštevali ključni dejavniki, kot so potovalni časi, okoljski cilji ter prometna varnost (*t.i. pristop ekonomske optimizacije*). Omejitev hitrosti bi se morala določiti tudi na podlagi upoštevanja lastnosti ceste in obcestnega prostora ter značilnosti prometa, ki se izbere v *inženirskem pristopu*. Pri tem je možno, da bo omejitev hitrosti visoka, vendar pa je vprašanje, če je ta omejitev na določenem odseku ali delu odseka ceste tudi "varna".

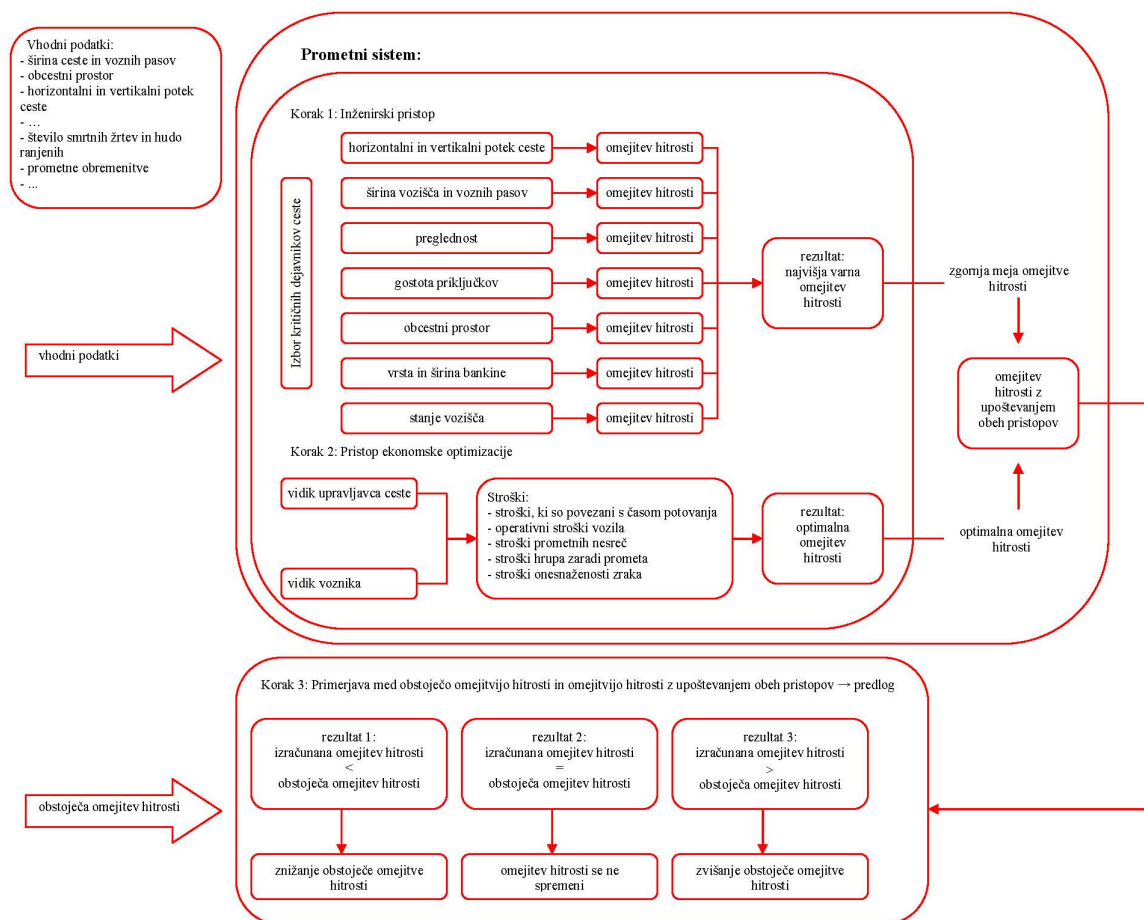
Kot je bilo omenjeno v poglavju 4, bo najustreznejša omejitev hitrosti na izbranem odseku ali delu odseka ceste določena iz stališča dveh vidikov, in sicer z *vidika cestnega organa (upravljavca ceste)* ter z *vidika uporabnika ceste*. Omejitev hitrosti bo določena tako, da bo zadoščeno obema interesnima skupinama.

Torej, cilj naloge je opredeliti vse ključne parametre pristopa ekonomske optimizacije in inženirskega pristopa, ki lahko kakorkoli vplivajo na omejitev hitrosti in prometno varnost ter na podlagi le-teh določiti najprimernejšo omejitev hitrosti na odseku ali delu odseka ceste, pri čemer je potrebno upoštevati vse lokalne pogoje in cilje. V rezultatu naloge bodo podani samo predlogi najprimernejše omejitve hitrosti na danem odseku ceste, omejitev hitrosti pa se na terenu ne bo spreminjala. V zaključku ne bomo podali predlogov za uvedbo večjega nadzora, prav tako ne bomo upoštevali drugih vplivov, npr. političnih, pa tudi ne stroškov uvedbe nove prometne ureditve.

Da bi se razvil celosten model določanja omejitve hitrosti na nekem odseku ceste, je potrebno na podlagi pristopa ekonomske optimizacije **ugotoviti hitrost, pri kateri so skupni stroški prometa najnižji**. Ti stroški so povezani s časom potovanja, obratovalnimi stroški vozila, stroški prometnih nesreč ter stroški hrupa in onesnaženosti zraka zaradi prometa. Za vse te dejavnike se lahko določijo konkretne denarne vrednosti.

V okviru inženirskega pristopa je potrebno določiti **najvišjo možno "varno" omejitev hitrosti** na določenem odseku ali delu odseka ceste, in sicer na podlagi podatkov o geometriji in elementih ceste, obcestnem prostoru ter prometnih lastnosti. Ta omejitev hitrosti je tako **zgornja meja omejitve hitrosti za določen cestni odsek**.

Skupni rezultat glede na lastnosti ceste (inženirski pristop) – **korak 1** in optimalne omejitve hitrosti (pristop ekonomske optimizacije) – **korak 2**, je omejitev hitrosti, ki je najprimernejša za določen cestni odsek – **korak 3**.



Slika 5.1: Struktura modela omejitve hitrosti  
Figure 5.1: Structure of the model for speed limit

## 5.1 Inženirski pristop – korak 1

Za določitev **najvišje možne omejitve hitrosti** na odseku ceste bomo v nalogi uporabili *inženirski pristop*, – korak 1. Omejitev hitrosti se bo določila glede na lastnosti ceste in obcestnega okolja ter prometnih značilnosti in bo predstavljala **najvišjo, to je zgornjo mejo omejitve hitrosti**. Pri tem moramo poudariti, da se bo inženirski pristop uporabil kot zagotovilo, da zaradi optimalne omejitve hitrosti, ki bo določena v koraku 2, omejitev hitrosti za izbran cestni odsek ne bo previsoka.



V praksi je pomembno, da se omejitve hitrosti ujemajo s pričakovanji uporabnika ceste (voznika). Sedanja politika prometne varnosti na Nizozemskem, ki se izvaja v skladu z vizijo trajnostne varnosti, strmi k temu, da so omejitve hitrosti za voznike verodostojne. To pomeni, da voznik omejitev hitrosti prilagodi glede na elemente in geometrijo ceste, obcestni prostor ter glede na dano prometno situacijo. V kolikor je omejitev hitrosti za voznika na nekem delu odseka ceste prenizka (manj verodostojna), večina voznikov te omejitve ne bo upoštevala. Takšen primer je lahko omejitev hitrosti zaradi okoljskih problemov, kjer voznik ne more prepoznati razloga za omejitev hitrosti.

Najvišja oziroma maksimalna možna omejitev hitrosti na dvopasovnih cestah zunaj naselja (to je 90 km/h ali manj), ki še omogoča varno vožnjo, se bo določila na podlagi t.i. **kritičnih dejavnikov ceste in njihovih indikatorjev**, ki so podani v spodnji tabeli (preglednica 5.1). Za določitev te hitrosti je potrebno poznati razmerje, t.j. zvezo med varno hitrostjo in vrednostjo posameznega kritičnega dejavnika ceste. Torej, iz niza omejitev hitrosti bomo s pomočjo vrednotenja kritičnih dejavnikov oziroma vpeljave relativnih faktorjev za izbrani odsek, določili ustrezno omejitev hitrost (enačba 18). Pri tem naj izpostavimo, da vsi kritični dejavniki ceste nimajo enakega vpliva na hitrost vozil oziroma prometno varnost, zato je potrebno pri določitvi varne omejitve hitrosti in interpretaciji rezultatov, upoštevati relevantnost določenega kritičnega elementa. Pri izbiri bistvenih dejavnikov ceste smo upoštevali tiste, za katere je znanstveno dokazano, da so v močni povezavi s prometnimi nesrečami oziroma prometno varnostjo. Na podlagi zanesljivih strokovnih dognanj in razmerjem med posameznim dejavnikom ceste, prometno varnostjo ter hitrostjo vozil, smo določili lestvico, s pomočjo katere bomo na koncu koraka 1 ovrednotili posamezen element ceste ter določili omejitev hitrosti, ki bo reprezentativna za določen odsek ceste.

Preglednica 5.1: Kritični dejavniki ceste

Table 5.1: Critical factors of the road

Kritični dejavniki ceste	Indikator	Opis in enota	Ocena 1 = manj pomemben 2 = pomemben 3 = zelo pomemben
Horizontalni potek ceste	Radij krožnega loka (R)	m	3
Prečni profil ceste	Širina vozišča in voznih pasov (ŠV)	povpr. / km m	3
	Vrsta in širina bankine (B)	tip povpr. / km m	2
Obcestni prostor	Širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir (DTCZ)	povpr. / km m	3
	Naklon brežine	tip povpr. / km %	
Preglednost	Pregledna razdalja nad potekom ceste (Pz)	povpr. / km m	2
Priključki	Gostota priključkov (S)	povpr. / km	2
	Vrsta priključkov	Individualni / skupinski	
Stanje vozišča	Torna sposobnost (SN)	povpr. / km	1

Vsak posamezen odsek ceste bomo razdelili na homogene pododseke, kjer so karakteristike oziroma lastnosti ceste (kritični dejavniki ceste) približno identične na celotnem pododseku. Hkrati bomo pri tem upoštevali, da dolžina enega omejenega dela odseka ceste znaša minimalno 500 m.

Ko se določi in preuči vse kritične dejavnike ceste ter pridobi potrebne podatke, se za vsako vrednost kritičnega dejavnika določi ustrezno omejitev hitrosti. V okviru procesa določanja omejitve hitrosti, ta rezultat predstavlja **zgornjo mejo omejitve hitrosti na določenem odseku ceste**. Ustrezno omejitev hitrosti bomo določili s pomočjo spodaj zastavljene enačbe (enačba 18):

$$V = f_R \times V_R + f_{\check{S}V} \times V_{\check{S}V} + f_B \times V_B + f_{DTCZ} \times V_{DTCZ} + f_{Pz} \times V_{Pz} + f_S \times V_S + f_{SN} \times V_{SN} \quad (18)$$

kjer je:

- $V$  omejitev hitrosti, ki je določena v inženirskem pristopu [km/h]
- $f_R$  faktor radija krožnega loka
- $V_R$  varna hitrost glede na radij krožnega loka [km/h]
- $f_{\check{S}V}$  faktor širine vozišča

$V_{\check{S}V}$	varna hitrost glede na širino vozišča	[km/h]
$f_B$	faktor bankine	
$V_B$	varna hitrost glede na vrsto in širino bankine	[km/h]
$f_{DTCZ}$	faktor obcestnega prostora	
$V_{DTCZ}$	varna hitrost glede na obcestni prostor	[km/h]
$f_{P_z}$	faktor preglednosti	
$V_{P_z}$	varna hitrost glede na preglednost	[km/h]
$f_S$	faktor gostote priključkov	
$V_S$	varna hitrost glede na gostoto priključkov	[km/h]
$f_{SN}$	faktor torne sposobnosti vozišča	
$V_{SN}$	varna hitrost glede na torno sposobnost vozišča	[km/h]

Vrednosti posameznega faktorja dobimo s pomočjo ovrednotenja ocen določenega kritičnega dejavnika ceste oziroma njegovega indikatorja. Seštevek vrednosti vseh ocen znaša 16 (se pravi 100 %), vrednost posameznega faktorja pa predstavlja delež, ki se ga določi glede na oceno posameznega kritičnega dejavnika. Tako izpeljemo končno enačbo (enačba 19), s pomočjo katere bomo določili omejitev hitrosti v koraku 1:

$$V = 0,18 \times V_R + 0,18 \times V_{\check{S}V} + 0,13 \times V_B + 0,18 \times V_{DTCZ} + 0,13 \times V_{P_z} + 0,13 \times V_S + 0,06 \times V_{SN} \quad (19)$$

Z določitvijo zgornje meje omejitve hitrosti v koraku 1 se zagotovi, da končna omejitev hitrosti na določenem pododseku ceste ni previsoka glede na tehnične elemente ceste. Namreč, optimalna omejitev hitrosti, ki je rezultat koraka 2, je predvidoma višja od tiste, ki se jo določi v inženirskem pristopu (optimalna omejitev hitrosti največkrat ne velja za varno hitrost).

### **5.1.1 Razmerje med kritičnimi dejavniki ceste in omejitvijo hitrosti**

Na obnašanje voznikov, njihova pričakovanja ter izbiro varne hitrosti vožnje, poleg voznikovih lastnosti (karakter, izkušnje, idr.) močno vplivajo tudi dejavniki ceste. Spremenljivke, ki dokazano vplivajo na obnašanje voznikov in so pomembne v varnostnem sistemu, so povezane s prečnim profilom ceste, potekom ceste v prostoru, površino vozišča, gostoto priključkov ter ostalimi optičnimi in fizičnimi ukrepi za umirjanje prometa.

Da bi lahko določili varno omejitev hitrosti na posameznem pododseku ceste, so v nadaljevanju podrobneje opisani vsi kritični dejavniki ceste ter določene povezave med vrednostmi le-teh in maksimalno, a vendar varno omejitvijo hitrosti.

#### *Horizontalni in vertikalni potek ceste*

Geometrijski elementi ceste, ki so povezani s potekom ceste v prostoru, so izredno pomembni dejavniki v sistemu prometne varnosti in v konceptu predvidljivih cest ter varnih hitrosti. V primerjavi z ravnimi odseki cest, je verjetnost za nastanek prometne nesreče na bolj ovinkastih cestah, večja. Pri konceptu predvidljivih cest v odnosu s hitrostjo, sta pri horizontalnem poteku ceste pomembna dva dejavnika. Prvi je število oziroma frekvenca krivin, v smislu usklajenosti zasnove ceste, saj voznik pri bolj ovinkasti cesti to tudi pričakuje in temu primerno ves čas prilagaja hitrost vozila. Pri verodostojnih omejitvah hitrosti so pomembne tudi dolžine ravnih odsekov cest (prema): daljši ravni odseki cest so povezani s spodbujanjem višjih hitrosti. V povezavi s horizontalnim potekom ceste, je bistvena tudi preglednost nad potekom ceste in hitrostjo (drugi dejavnik). Hitrost je nižja, če je prekratka pregledna razdalja prisotna na daljši razdalji oziroma dlje časa, medtem ko preglednost, ki je ovirana samo krajši čas, ne vpliva na zmanjšanje hitrosti.

Tudi vertikalni potek ceste mora biti v skladu s pričakovanji voznika, saj v nasprotnem primeru lahko pričakujemo velike (nepričakovane) razlike med hitrostmi vozil, še posebej na odsekih cest z velikim deležem tovornih vozil. Verjetnost za nastanek prometne nesreče je v tem primeru večja. Dokazano je, da se na padajočih odsekih cest (vožnja navzdol) zgodi več nesreč kot na naraščajočih (vožnja navzgor), kar je verjetno povezano tudi s hitrostmi vozil (vožnja navzdol spodbuja višje hitrosti) (Elvik in Vaa, 2004).

Trasa ceste mora potekati tako, da vozniku omogoča približno konstantno hitrost vožnje na daljšem odseku ceste, s čimer zagotovimo ekonomičnost, udobnost in varnost vožnje.

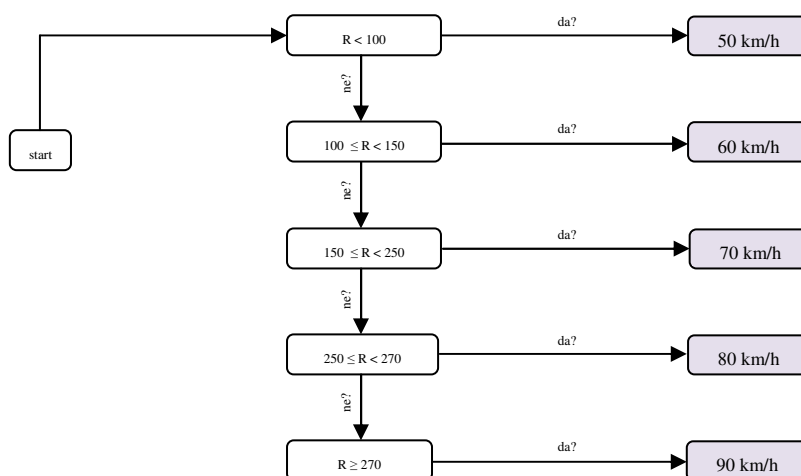
Varno omejitev hitrosti  $V_R$  bomo določili na podlagi podatkov o povprečnem radiju krožnega loka ( $R$ ) v povezavi z odvisnostjo, ki je podrobneje predstavljena v poglavju 3.1.1.

*Preglednica 5.2: Varna hitrost  $V_R$  glede na vrednost povprečnega radija krožnega loka ( $R$ )*

*Table 5.2: Safe speed  $V_R$  according to the value of the average radius of curvature ( $R$ )*

Hitrost $V_R$ [km/h]	$R$ [m]
<b>50</b>	100
<b>60</b>	150
<b>70</b>	200
<b>80</b>	270
<b>90</b>	340

Varno hitrost  $V_R$  na celotnem obravnavanem odseku ceste bomo določili s pomočjo podatkov o povprečnem radiju krožnih lokov ( $R$ ) na določenem odseku ceste. Zavedati se je potrebno, da so zgoraj izpeljane zveze v povezavi s horizontalnim potekom ceste zgolj groba ocena za določitev varne omejitve hitrosti na določenem delu odseka, vendar domnevamo, da so za obdelavo v magistrski nalogi, ustrezne. Glede na to, da obravnavamo odseke cest zunaj naselja, bomo za najnižjo omejitev hitrosti upoštevali 50 km/h, za najvišjo pa tisto, ki je tudi zakonsko določena, to je 90 km/h.



Slika 5.2: Odvisnost varne hitrosti  $V_R$  in povprečne vrednosti radijev krožnih lokov (vrednosti so v metrih)  
Figure 5.2: Dependence of safe speed  $V_R$  and average value of the radius of curvature (the values are in meters)

### Širina vozišča in voznih pasov

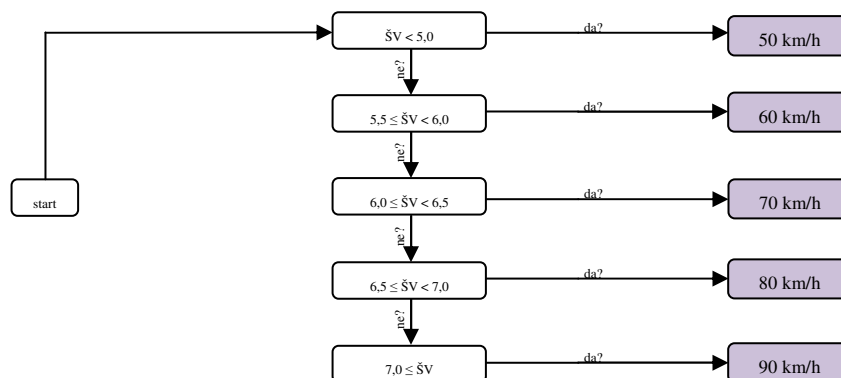
Širina vozišča in voznih pasov je izredno pomemben dejavnik tako v prometno varnostnem sistemu, kakor tudi v zasnovi predvidljivih cest (SER-cest). Na ožjih cestah oziroma cestah z manjšo širino voznih pasov, so zaradi dojemanja voznika potovalne hitrosti nižje, vendar pa je verjetnost za nastanek prometne nesreče na ožjih cestah, predvsem takrat, ko se širina voznega pasu približa širini vozila, lahko višja. Na širši cesti bo voznik težil k temu, da pospeši in vozi hitreje, kar posledično pomeni tudi večje tveganje za nastanek prometne nesreče in zaradi višjih hitrosti najverjetneje tudi hujše posledice le-te. Znanstveniki za zmanjšanje hitrosti in možnosti za nastanek prometne nesreče kot eno od rešitev predlagajo, da bi se na širših cestah uredili ožji vozni pasovi (npr. z označitvijo širših ločilnih pasov). Učinek širine ceste in voznih pasov na voznikovo izbiro hitrosti je večji na dvopasovnih cestah, kot pa na cestah z več pasovi v eno smer (Houtenbos in Wellwer et al., 2011).

V nalogi bomo varno hitrost VŠV v odvisnosti od širine vozišča (ŠV) in voznih pasov (P) določili na podlagi povezave med stopnjo prometne varnosti (faktor prometnih nesreč) in širino voznih pasov, ki smo jo podrobneje opisali v poglavju 3.1.1.

Preglednica 5.3: Varna hitrost VŠv glede na širino vozišča (ŠV) in voznega pasu (P)

Table 5.3: Safe speed VŠv depending on the width of the road (ŠV) and lane width (P)

Hitrost VŠv [km/h]	Širina vozišča ŠV [m]	Širina voznega pasu P [m]
50	< 5,5	< 2,75
60	5,5 – 5,99	2,75 – 2,99
70	6,0 – 6,49	3,0 – 3,24
80	6,5 – 6,99	3,25 – 3,49
90	≥ 7,0	≥ 3,5



Slika 5.3: Odvisnost varne hitrosti VŠv in širine vozišča (ŠV) (vrednosti so v metrih)

Figure 5.3: Dependence of safe speed VŠv and the lane width (values are in meters)

## Bankina

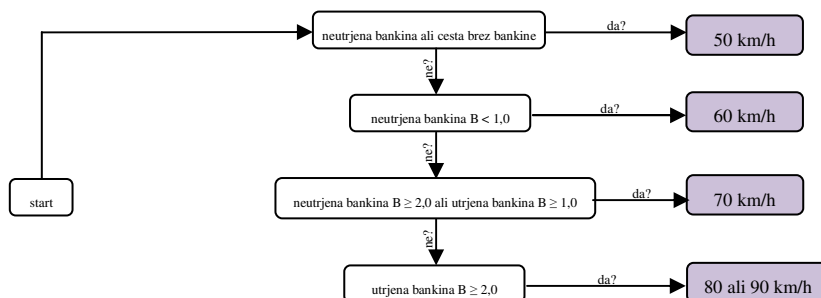
Bankina je utrjena površina ob zunanjem robu vozišča, ki zagotavlja bočno stabilnost vozišča in brežine ter namestitve prometne signalizacije in opreme. Vrsta (stanje) in širina bankine sta pomembna elementa pri zagotavljanju prometne varnosti in sta lahko povezani tudi s hitrostjo vozil. Utrjene bankine zmanjšajo verjetnost za nastanek prometne nesreče, saj ima voznik možnost, da svoje vozilo "vrne" na vozišče (Elvik in Vaa, 2004). V primeru široke in utrjene bankine pa lahko istočasno pričakujemo tudi višje hitrosti vozil, kar posledično pomeni tudi večjo verjetnost za nastanek prometne nesreče. Optimalna širina bankine v

povezavi z varno omejitvijo hitrosti ni povsem raziskana, v nalogi pa bomo uporabili povezavo z omejitvijo hitrosti, kot jo določa spodnja preglednica (preglednica 5.4) (Aarts et al., 2011).

Preglednica 5.4: Varna hitrost  $V_B$  glede na vrsto in širino bankine ( $B$ )

Table 5.4: Safe speed  $V_B$  according to the type and width of the shoulder ( $B$ )

Hitrost $V_B$ [km/h]	Vrsta in širina bankine
50	neutrjena bankina ali cesta brez bankine
60	neutrjena bankina širine $< 1,0$ m
70	neutrjena bankina širine $\geq 2,0$ m ali utrjena bankina širine $\geq 1,0$ m
80	utrjena bankina širine $\geq 2,0$ m
90	utrjena bankina širine $\geq 2,0$ m



Slika 5.4: Odvisnost varne hitrosti  $V_B$  ter vrste in širine bankine ( $B$ ) (vrednosti so v metrih)

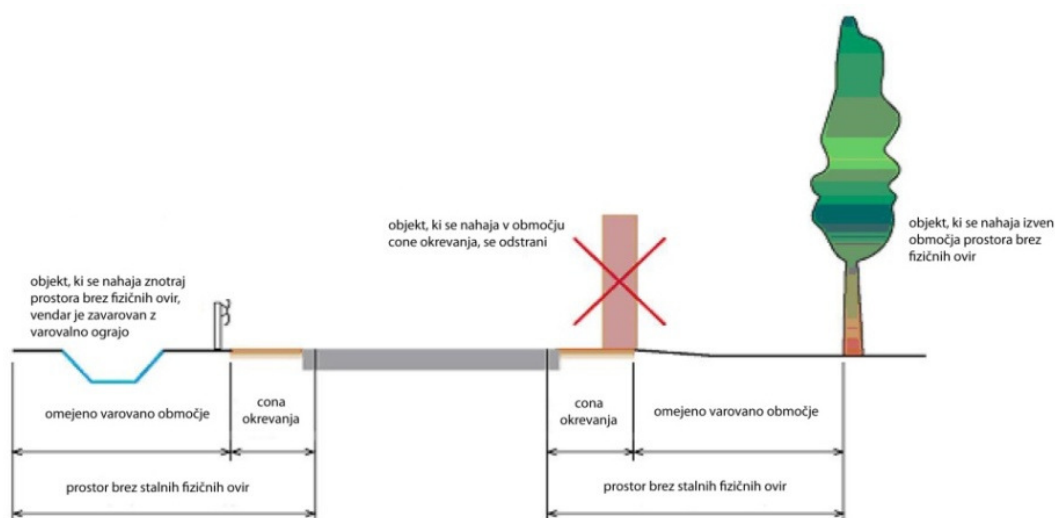
Figure 5.4: Dependence of safe speed  $V_B$  and the type and width of shoulder ( $B$ ) (values are in meters)

### Obcestni prostor

Na prometno varnost lahko močno vpliva prisotnost objektov ob cesti ter elementi in geometrija obcestnega prostora. Nevarnost za vozila, ki zapeljejo z vozišča, se pojavi, ko ti objekti niso ustrezno varovani. Varen sistem zahteva t.i. oproščujoč obcestni prostor (forgiving roadside), kjer so v območjih nevarnih ovir ob cesti postavljene varnostne ograje, kjer so ti objekti oblikovani tako, da ne predstavljajo nevarnosti za vozila in voznike (safety zone) ali pa je obcestni prostor takšen, da se nevarni objekti nahajajo izven prostora brez fizičnih ovir (clear zone ali obstacle-free zone). Med nevarne objekte lahko štejemo drevesa s premerom večjim od 15 cm in drugo vegetacijo, drogove cestne razsvetljave in druge drogove, stebre objektov, vhode v tunnel, prepuste in mostove, globoke jarke, vodotoke z



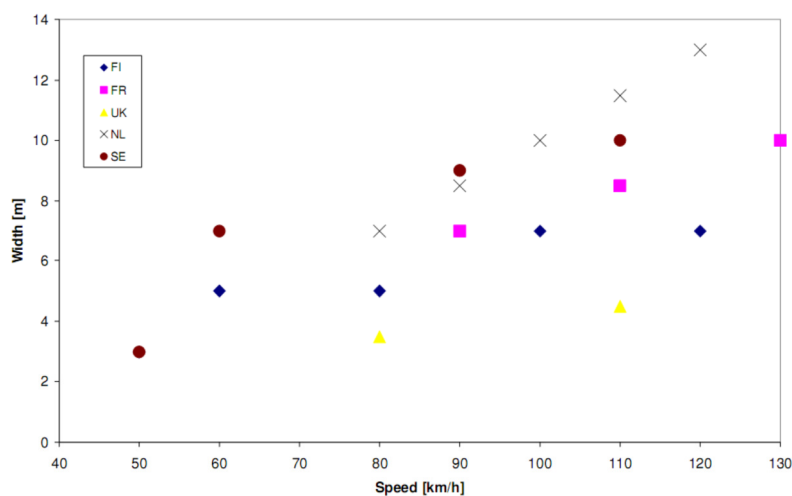
globino vode ob srednjem vodostaju nad 0,5 m, portalne ali polportalne nosilce z zunanjim premerom cevi večjim od 76 mm ali škatlastim profilom stranice najmanj 18 cm in debelino stene večjo od 2,9 mm, stebre ali druge nosilne konstrukcije objektov in podobne fizične ovire (TSC 02:210.2012, 2012). Številne analize prometne varnosti v tujini so pokazale, da je najbolj pogost vzrok za prometne nesreče s smrtnim izidom trk v drevo, sledijo pa trki v razne drogove in stebre.



Slika 5.5: Oproščujoč obcestni prostor (prirejeno po L. Patte s sodelavci. Handling lateral obstacles on main roads in open country. 2002)

Figure 5.5: Forgiving roadside (adapted from L. Patte et al: Handling lateral obstacles on main roads in open country. 2002)

Širina obcestnega prostora, ki bi moral biti brez fizičnih ovir, se med različnimi državami lahko razlikuje. Na splošno se širina tega prostora večja z večanjem hitrosti. V projektu RISER so se ovrednotile dimenzije obcestnega prostora za sedem evropskih držav. Kriteriji, na podlagi katerih se določi širina tega prostora, so lahko sledeči: projektna hitrost, naklon brežine, kategorija ceste, prometne obremenitve, širina voznega pasu, odstotek tovornih vozil ter vrednotenje osebnih in družbenih tveganj.



Slika 5.6: Širina obcestnega prostora brez fizičnih ovir v odvisnosti od hitrosti za 5 evropskih držav (Finska, Francija, Velika Britanija, Nizozemska in Švedska) (vir: D05: Summary of european design guidelines for roadside infrastructure. RISER deliverble. 2005)

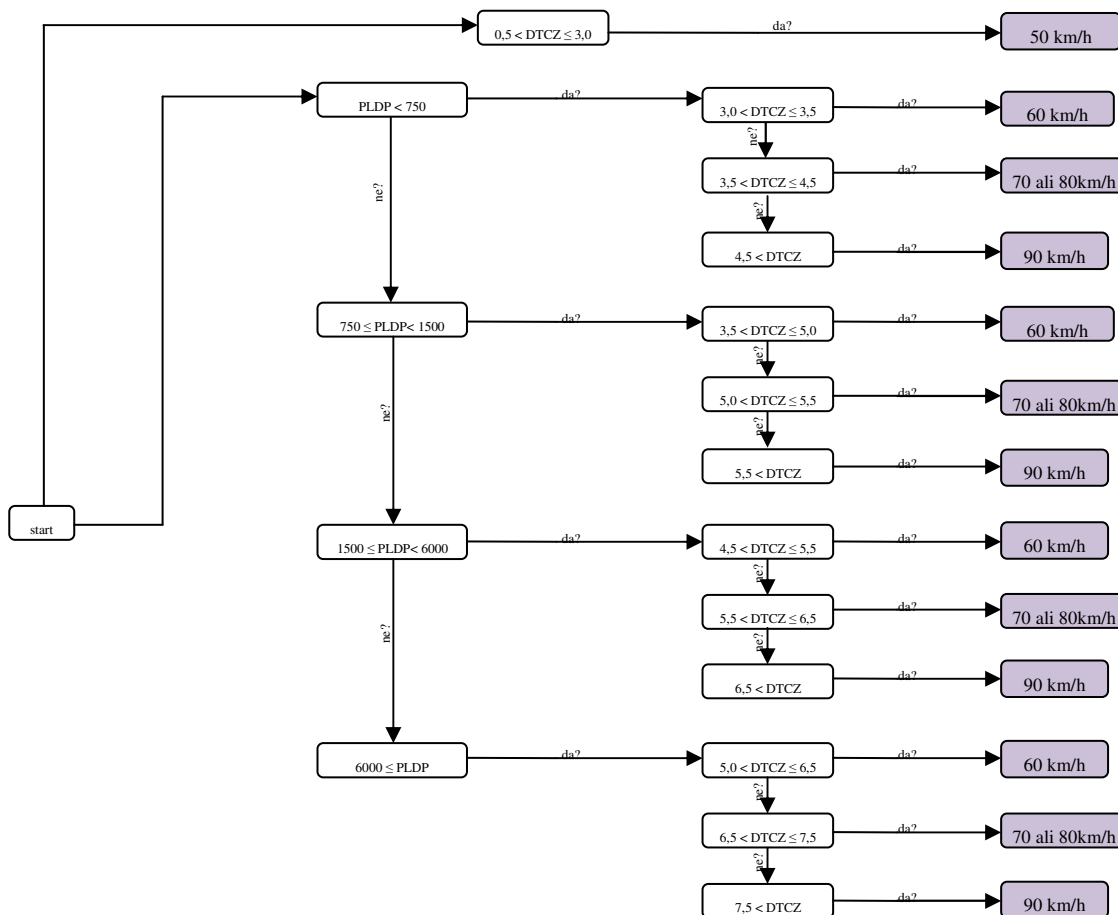
Figure 5.6: Obstacle free-zone width as a function of speed limit for 5 European countries (Finland, France, Great Britain, Netherland and Sweden) (source: Summary of european design guidelines for roadside infrastructure. RISER deliverble. 2005)

V nalogi bomo maksimalno varno omejitev hitrosti VDTCZ določili iz obstoječe širine obcestnega prostora brez fizičnih ovir ter na podlagi podatkov o prometnih obremenitvah in naklona brežine obravnavanega odseka ceste. Pomagali si bomo z avstralsko metodo (Government of Western Australia, 2007, dodatek 2014). Pri tej metodi se zelena širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir in nevarnih naklonov brežin (Desirable Clear Zone – DCZ) na določenem odseku dvopasovne ceste zunaj naselja določa za desno stran ceste, vendar pa je odvisna tudi od radija krivine. V nalogi bomo upoštevali širine za odprte (ravne) odseke cest, kjer se uporablja t.i. Desirable Tangent Clear Zone – DTCZ in se meri od roba voznega pasu. Ker so lahko širine obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir na izbranem odseku spreminjajo, bomo v nalogi za vsak obravnavan odsek ceste upoštevali reprezentativne elemente ter povprečne vrednosti širine DTCZ. Tam, kjer je za zavarovanje nevarnih objektov postavljena varovalna ograja, se tega pododseka ne upošteva. Upoštevali bomo obcestni prostor ob desni strani ceste v smeri vožnje ter tako dobili dva rezultata (za vsako smer vožnje).

Preglednica 5.5: Varna hitrost V<sub>DTCZ</sub> v odvisnosti od širine obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir (DTCZ (m)) in prometnih obremenitev

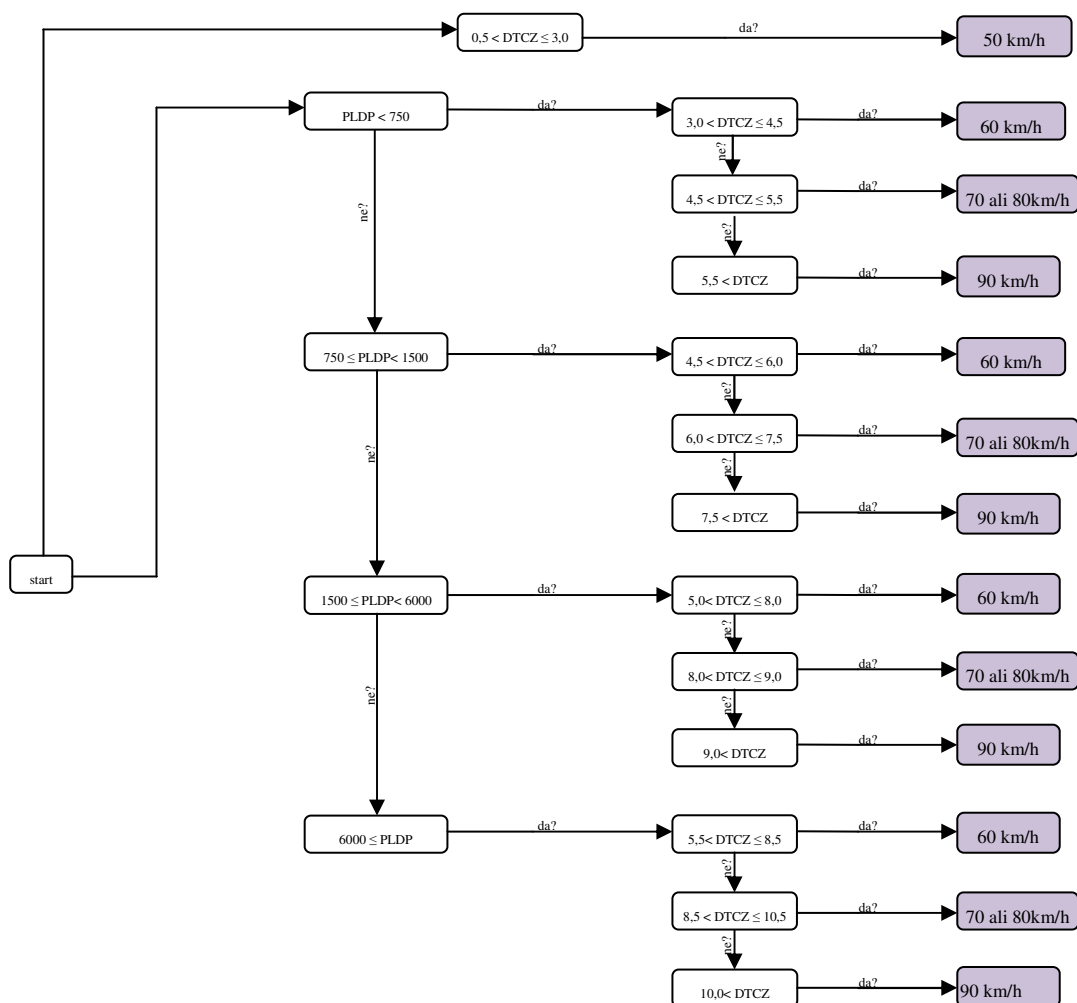
Table 5.5: Safe speed V<sub>DTCZ</sub> according to obstacle free-zone width (DTCZ (m)) and traffic volumes

Hitrost V <sub>DTCZ</sub> [km/h]	PLDP	naklon brežine (nasip)		naklon brežine (vkop)		
		1:6 ali manj	1:6 do 1:4	1:6 ali manj	1:6 do 1:4	1:4 do 1:3
50	vse	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
60	manj kot 750	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	750 – 1500	3,5	4,5	3,5	3,5	3,5
	1500 – 6000	4,5	5,0	4,5	4,5	4,5
	več kot 6000	5,0	5,5	5,0	5,0	5,0
70 – 80	manj kot 750	3,5	4,5	3,5	3,0	3,0
	750 – 1500	5,0	6,0	5,0	4,5	3,5
	1500 – 6000	5,5	8,0	5,5	5,0	4,5
	več kot 6000	6,5	8,5	6,5	6,0	5,0
90	manj kot 750	4,5	5,5	3,5	3,5	3,0
	750 – 1500	5,5	7,5	5,5	5,0	3,5
	1500 – 6000	6,5	9,0	6,5	5,5	5,0
	več kot 6000	7,5	10,0	7,5	6,5	5,5



Slika 5.7: Odvisnost varne hitrosti V<sub>DTCZ</sub> in širine obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir ter prometnih obremenitev za nasip z naklonom 1:6 ali manj (vrednosti so v metrih)

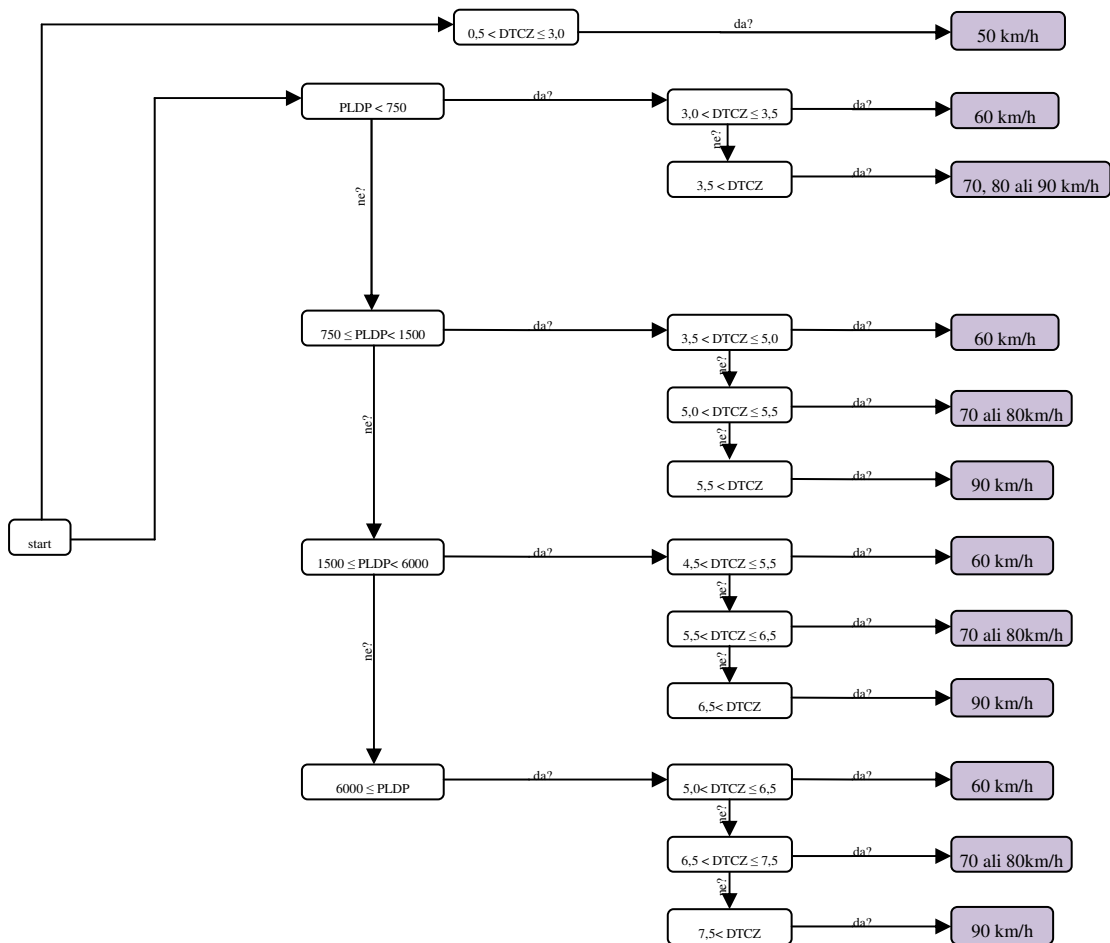
Figure 5.7: Dependence of safe speed V<sub>DTCZ</sub> and obstacle-free zone and traffic volumes for embankment with a slope of 1:6 or less (values are in meters)



Slika 5.8: Odvisnost varne hitrosti VDT CZ in širine obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir ter prometnih obremenitev za nasip z naklonom od 1:6 do 1:4 (vrednosti so v metrih)

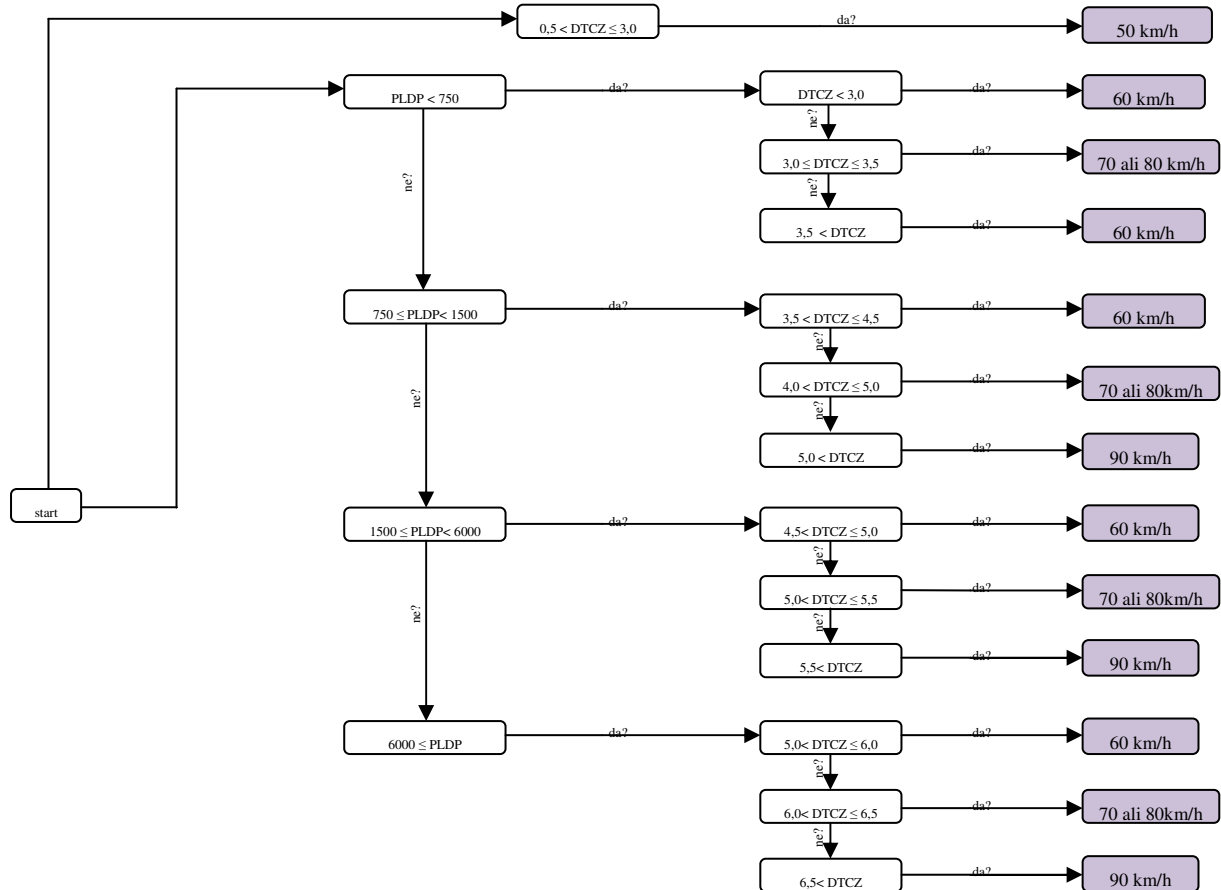
Figure 5.8: Dependence of safe speed VDT CZ and obstacle-free zone and traffic volumes for embankment with a slope of 1:6 to 1:4 (values are in meters)

V primeru, ko je naklon brežine pri nasipu večji od 1:4, je potrebno za zagotavljanje prometne varnosti na tem odseku ceste izvesti druge ukrepe (npr. postaviti varnostno ograjo).



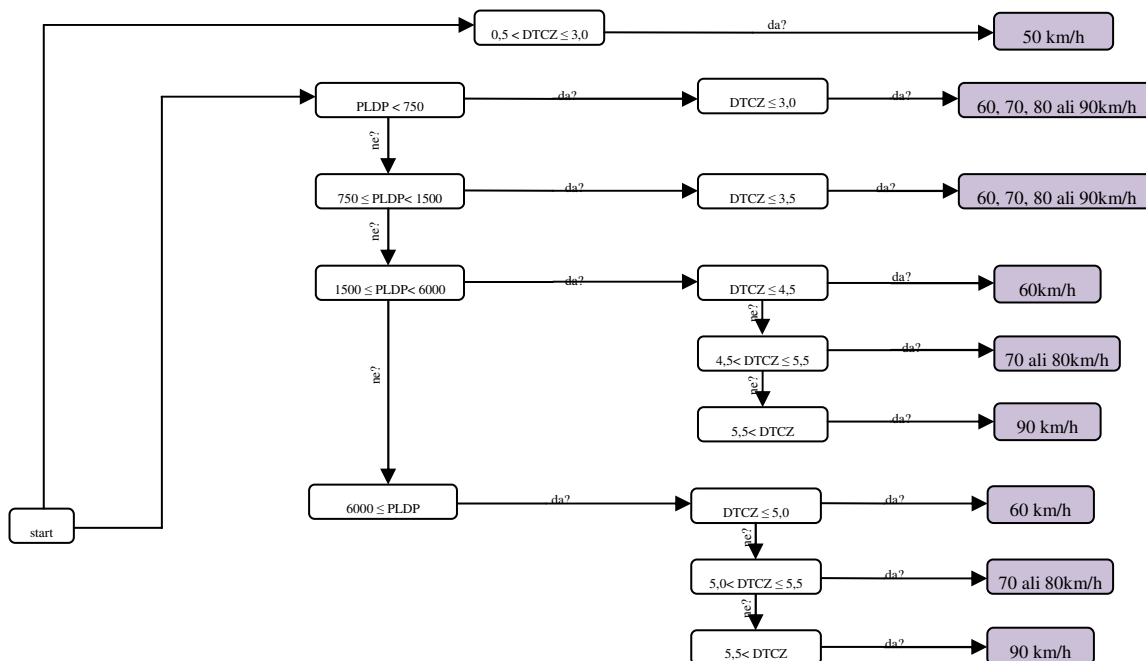
Slika 5.9: Odvisnost varne hitrosti V DTCZ in širine obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir ter prometnih obremenitev za vkop z naklonom od 1:6 ali manj (vrednosti so v metrih)

Figure 5.9: Dependence of safe speed V DTCZ and obstacle-free zone and traffic volumes for embankment with a cut of 1:6 or less (values are in meters)



Slika 5.10: Odvisnost varne hitrosti V DTCZ in širine obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir ter prometnih obremenitev za vkop z naklonom od 1:6 do 1:4 (vrednosti so v metrih)

Figure 5.10: Dependence of safe speed V DTCZ and obstacle-free zone and traffic volumes for embankment with a cut of 1:6 to 1:4 (values are in meters)



Slika 5.11: Odvisnost varne hitrosti V DTCZ in širine obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir ter prometnih obremenitev za vkop z naklonom od 1:4 do 1:3 (vrednosti so v metrih)

Figure 5.11: Dependence of safe speed V DTCZ and obstacle-free zone and traffic volumes for embankment with a cut of 1:6 to 1:3 (values are in meters)

## Preglednost

Varna vožnja zahteva sposobnost prepoznavanja prometnih razmer in zmožnost predvidevanja posledic. Nad potekom ceste je potrebno zagotoviti takšno preglednost, da je vožnja za voznika udobna in varna. Preglednost nad potekom linije ceste je razdalja, pri kateri lahko voznik še opazuje in zazna cesto pred njim oziroma ima zagotovljeno dobro optično vodenje vzdolž ceste. Velja, da mora imeti voznik zagotovljeno vidno polje (definira ga kot percepcije in pomeni območje, ki ga voznik zazna brez premikanja oči), ki ga zazna naenkrat in se spreminja glede na hitrost vožnje (kot percepcije je ožji pri višji hitrosti). Vrednosti dolžin pregledne razdalje nad potekom linije, ki jo je potrebno zagotoviti pri določeni hitrosti vozil, so načeloma manjše od tistih, ki so potrebne za zaustavitev vozila pred oviro na cesti ali pri prehitevanju.

Pregledna razdalja nad potekom linije ceste je določena glede na vertikalni in horizontalni potek ceste. To je preglednost, ki jo voznik potrebuje, da zazna nepričakovane situacije na cesti ali prepozna kakšne drugačne vire informacij in stanja na ali ob cesti, da prepozna drugačne razmere na cest, da izbere ustrezno hitrost in linijo poteka vožnje ter da začne in konča zapletene manevre. Dobro optično vodenje po cesti, ki zahteva usklajeno zasnovano površine oziroma roba vozišča (površinsko vodenje) ter voznega prostora (prostorsko vodenje), je pomembno za zagotavljanje ustrezne prometne varnosti in nemoteno odvijanje prometa. Pravzaprav na zmanjšanje hitrosti voznika vpliva le zmanjšana preglednost na daljšem potezu odseka ceste in zato tudi za daljši čas. Krajše prekinitve vidnega polja na hitrost oziroma zmanjšanje hitrosti nimajo nobenega učinka, vendar bomo ta element pri določitvi varne omejitve vseeno upoštevali, dejavnik pa pri ovrednotenju ne bo imel velike teže. V splošnem velja, da preglednost zelo malo vpliva na vozno hitrost, saj večina voznikov vozne hitrosti ne prilagaja razpoložljivi pregledni razdalji ampak vozi nekako "na pamet".

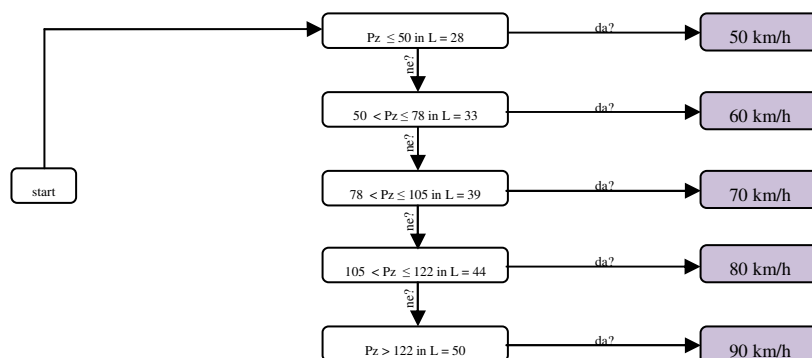
Ustrezne pregledne razdalje nad potekom linije ceste bomo preverili s preglednostjo (vidljivostjo) nad vzdolžnimi označbami na vozišču (robnimi ali ločilnimi črtami). Določili bomo razdaljo, pri kateri voznik še lahko zazna označbe na vozišču. Za vsako hitrost bomo določili začetek merjenja razdalje pred krivino, ki ustreza reakcijskemu času zaznavanja pred krivino. Ta čas v povprečju znaša 2 sekundi (Sustainable safe road design. A practical manual, 2005). Pri tem bomo uporabili orto-foto posnetke ter si pomagali s GIS pregledovalnikom, kjer je posneta vožnja vozil po cesti. Dejanske pregledne razdalje bomo preverili za vsako smer vožnje in varna hitrost bo tista, kjer bo zagotovljena preglednost nad potekom linije ceste na več kot polovici dolžine obravnavanega odseka ceste. Upoštevali bomo preglednost v smeri vožnje ter tako dobili dva rezultata (za vsako smer vožnje). Pri tem bomo uporabili vrednosti v spodnji preglednici (preglednica 5.6).



Preglednica 5.6: Varna hitrost  $VP_z$  glede na dolžino preglednosti nad potekom linije ceste ( $P_z$ ) in razdalja začetka merjenja pred posamezno horizontalno ali vertikalno krivino, ki ustreza reakcijskemu času 2 sek

Table 5.6: Safe speed  $VP_z$  in relation with the sight distance of the road ahead ( $P_z$ ) and the distance of measurement before the beginning of each horizontal or vertical curvature, which corresponds to the reaction time of 2 sek

Hitrost $VP_z$ [km/h]	Dolžina preglednosti $P_z$ [m]	Razdalja začetka merjenja pred krivino $L$ [m]
50	22	28
60	50	33
70	78	39
80	105	44
90	122	50



Slika 5.12: Odvisnost varne hitrosti  $VP_z$  in dolžine preglednosti nad potekom linije ceste (vrednosti so v metrih)  
 Figure 5.12: Dependence of safe speed  $VP_z$  and the sight distance of the road ahead (values are in meters)

### Priključki

Številne raziskave so pokazale, da se število prometnih nesreč veča z naraščanjem števila priključkov oziroma z njihovo gostoto. Posledično to pomeni, da bi morala biti hitrost na odsekih cest, kjer se nahaja več priključkov, nižja.

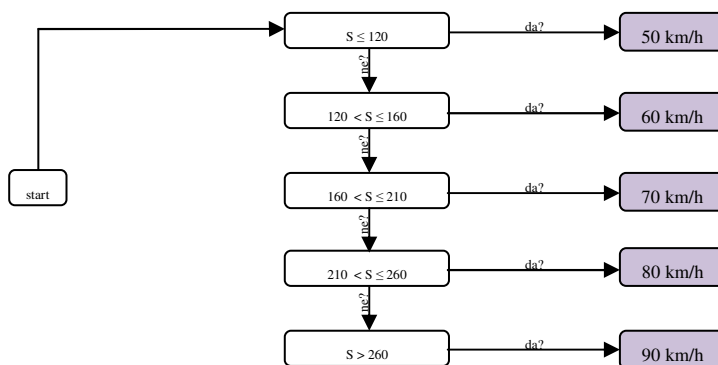
Izhajali bomo iz določil Pravilnika o cestnih priključkih na javne ceste, ki določa, da mora biti najmanjša oddaljenost med priključki zunaj naselja večja od dvakratne zaustavitvene razdalje, predpisane s Pravilnikom o projektiranju cest. Prav tako bomo ločili individualne priključke od skupinskih in predvideli da velja zveza: 5 individualnih priključkov za 1 skupinski priključek (5 individualnih priključkov velja za 1 skupinski priključek). Hitrost bo

določena glede na povprečno oddaljenost med priključki (dolžina obravnavanega odseka ceste / število skupinskih priključkov) ter dvakratno minimalno zaustavitveno razdaljo.

Preglednica 5.7: Varna hitrost  $V_S$  glede na povprečno oddaljenost med priključki ( $S$ )

Table 5.7: Safe speed  $V_S$  in relation with the average distance between intersections ( $S$ )

Hitrost $V_S$ [km/h]	Povprečna oddaljenost med priključki [m]
50	90
60	120
70	160
80	210
90	260



Slika 5.13: Odvisnost varne hitrosti  $V_S$  in povprečno oddaljenostjo med priključki (vrednosti so v metrih)

Figure 5.13: Dependence of safe speed  $V_S$  and the average distance between intersections (values are in meters)

### Stanje vozišča

Stanje vozišča oziroma ustrežna torna ali drsna sposobnost vozišča (SN), je pomemben dejavnik pri zagotavljanju ustreznega nivoja prometne varnosti. Torna sposobnost predstavlja vpliv kakovosti materiala in geometrijske oblikovanosti vozne površine na velikost pogonskih, zavornih in stranskih sil, ki se lahko prenašajo s pnevmatike na kolesu vozila na vozišče. Zelo težko je napovedati njeno spreminjanje, ki je odvisno od nedoločljivih in vremenskih vplivov. Tako imajo mokre vozne površine drugačne lastnosti kot suhe, pri čemer se torna sposobnost zmanjša, s tem pa tudi sila trenja (koeficient drsnega trenja) in oprijemljivost med pnevmatiko ter vozno površino. Za prometno varnost je kvaliteta površine

vozišča izrednega pomena, še najbolj pa se to odraža v cestnih krivinah, večjih vzdolžnih nagibih in v primeru mokrega vozišča oziroma na območjih, kjer delujejo velike zavorne in stranske sile. Oprijemljivost se z večanjem hitrosti manjša, manjša je tudi, ko je vozna površina mokra ali ko so na vozni površini prisotni delci prahu, umazanije, olj ali kaj podobnega.

Meritve odpora proti drsenju, ki jih izvaja Direkcija RS za infrastrukturo na mrežnem nivoju, ne moremo uporabiti kot podatek, na podlagi katerega bi bilo mogoče brez dodatnih meritev in preiskav na projektnem nivoju stanja vozišča, določiti kot vzrok za nastanek prometne nesreče. Prav tako v Sloveniji ne poznamo direktne povezave med drsno sposobnostjo vozišča (SN) in varno hitrostjo. Zato bomo pri določitvi varne omejitve hitrosti na določenem obravnavanem delu odseka ceste upoštevali povprečno vrednost torne sposobnosti, kot mejne vrednosti za oceno stanja vozišča pa upoštevali tiste, ki so določene v tehnični regulativi (preglednica 5.8).

*Preglednica 5.8: Mejna območja vrednosti torne sposobnosti (SN) za oceno stanja obstoječega vozišča, določena z napravo SCRIMTEX (TSC 06.620:2003, 2003)*

*Table 5.8: Threshold ranges of values of road friction to assess the state of the existing roadway surface, determined by the SCRIMTEX device*

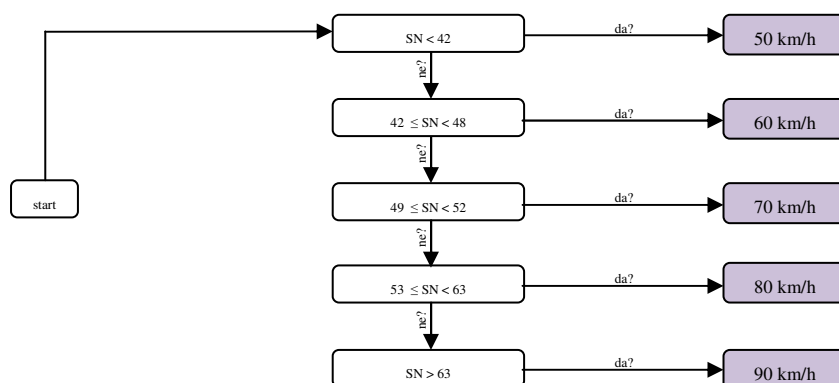
Ocena stanja				
Območje povprečne vrednosti torne sposobnosti na homogenem mernem odseku (SN)				
zelo slabo	slabo	zadovoljivo	dobro	zelo dobro
< 42	42 - 48	49 - 52	53 - 63	> 63

Glede na območja povprečne vrednosti torne sposobnosti, bomo predpostavili varne omejitve hitrosti v skladu s spodnjo preglednico, saj predvidevamo, da so to hitrosti, ki pri določeni mejni vrednosti zagotavljajo ustrezen nivo prometne varnosti.

Preglednica 5.9: Varna hitrost VSN glede na povprečne vrednosti torne sposobnosti

Table 5.9: Safe speed VSN in relation with the average road friction

Hitrost VSN [km/h]	Povprečna vrednost torne sposobnosti (SN)
50	< 42
60	42 – 48
70	49 – 52
80	53 – 63
90	> 63



Slika 5.14: Odvisnost varne hitrosti VSN in povprečne vrednosti torne sposobnosti

Figure 5.14: Dependence of safe speed VSN and the average road friction

### 5.1.2 Vhodni podatki v inženirskem pristopu

Da bi določili varno omejitev hitrosti, bomo potrebovali podatke o značilnosti ceste, ki se nanašajo na določen cestni odsek. V spodnji preglednici (preglednica 5.10) je prikazan seznam podatkov, ki so potrebni za določitev vseh zgoraj navedenih in obravnavanih kritičnih dejavnikov ceste ter na podlagi le-teh določena maksimalna oziroma varna omejitev hitrosti na odseku ceste. Podatki, ki jih potrebujemo, bodo zbrani na podlagi terenskega ogleda in meritev, nekatere od njih pa je možno pridobiti tudi iz banke cestnih podatkov (BCP) ali programa Google Earth. Na osnovi zbranih vhodnih podatkov bomo s pomočjo povezav med posameznim kritičnim dejavnikom in varno omejitvijo hitrosti, iz katerih smo izpeljali algoritme v poglavju 5.1.1 ter enačbe 19, določili omejitev hitrosti za izbrani cestni odsek.

Preglednica 5.10: Vhodni podatki za določitev varne omejitve hitrosti v inženirskem pristopu

Table 5.10: Input data to determine safe speed limit in engineering approach

<b>1. Horizontalni potek ceste</b>	
povprečni radij krožnega loka $R$ [m]	
<b>2. Širina vozišča in voznih pasov</b>	
povprečna širina vozišča $ŠV$ [m]	
<b>3. Vrsta in širina bankine</b>	
vrsta bankine	
povprečna širina bankine $B$ [m]	
<b>4. Obcestni prostor</b>	
PLDP odseka [voz/dan]	
povprečni naklon brežine (nasip) - smer 1	
povprečni naklon brežine (nasip) - smer 2	
povprečni naklon brežine (vkop) - smer 1	
povprečni naklon brežine (vkop) - smer 2	
povprečna širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir DTCZ [m] - smer 1	
povprečna širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir DTCZ [m] - smer 2	
<b>5. Preglednost</b>	
povprečna pregledna razdalja nad potekom ceste $Pz$ [m] - smer 1	
povprečna pregledna razdalja nad potekom ceste $Pz$ [m] - smer 2	
<b>6. Priključki</b>	
dolžina odseka [m]	
število individualnih priključkov	
število skupinskih priključkov	
povprečna oddaljenost med priključki $S$ [m]	
<b>7. Stanje vozišča</b>	
povprečna vrednost torne sposobnosti $SN$	

## 5.2 Pristop ekonomske optimizacije – korak 2

Pri določitvi optimalne omejitve hitrosti v tem koraku, je potrebno upoštevati več dejavnikov, ki so povezani s posameznimi stroški: potovanja, kakovosti zraka (onesnaženost zraka z izpušnimi plini) in podnebnimi spremembami, prometno varnostjo ter emisijami hrupa. Tem stroškom pravimo tudi eksterni stroški, ki nastanejo zaradi prometa. Ti dejavniki so določeni glede na izbrani vidik oziroma perspektivo. Kot je bilo omenjeno že v poglavju 4, bomo v nalogi za določitev optimalne omejitve hitrosti upoštevali vidik upravljavca ceste ter vidik uporabnika ceste (voznika). Voznik želi potovati čim hitreje s čim manj stroški, medtem ko cestni organi strmiijo k temu, da bi bila prometna varnost čim večja, pri tem pa se ne sme zanemariti tudi eksternih stroškov, ki nastanejo zaradi hrupa in onesnaženosti zraka. Na podlagi tega so v nalogi določeni naslednji osnovni dejavniki, ki so obravnavani v pristopu ekonomske optimizacije:

- čas potovanja
- operativni stroški vozila

- prometne nesreče
- hrup, ki nastane zaradi prometa
- onesnaženost zraka zaradi prometa

Preglednica 5.11: Stroški osnovnih dejavnikov za določitev optimalne omejitve hitrosti glede na različne vidike  
Table 5.11: The cost of basic factors to determine the optimal speed limit for different aspects

Stroški osnovnih dejavnikov	Vidik upravljavca ceste	Vidik voznika
Stroški, ki so povezani s časom potovanja	✓	✓
Operativni stroški vozila	✓	✓
Stroški prometnih nesreč	✓	-
Stroški hrupa zaradi prometa	✓	-
Stroški onesnaženosti zraka zaradi prometa	✓	-

Ker rezultat v tem koraku ne more biti linearno zvezen, je v nalogi določena tista optimalna omejitev hitrosti, pri kateri so **skupni stroški za družbo najnižji**. Za določitev optimalne omejitve hitrosti bomo uporabili t.i. *Pareto optimalno rešitev*, saj ne obstaja omejitev hitrosti, pri kateri bi lahko za vse ključne dejavnike hkrati določili eno optimalno rešitev (Robič in Filipič, 2004). Ker so stroški za vsak osnovni dejavnik pri določeni hitrosti različni, ne morejo obstajati najnižji stroški za vse te dejavnike hkrati. Na primer: z višanjem hitrosti se nižajo stroški na račun potovalnih časov, medtem ko se višajo stroški hrupa.

Da bi določili optimalno omejitev hitrosti na določenem delu odseka ceste, pri kateri so skupni stroški za družbo najnižji, je potrebno poznati razmerje med hitrostjo in osnovnimi dejavniki, ki so navedeni v preglednici 5.11. Ta razmerja lahko izrazimo z enačbami, kjer se stroške določi kot funkcijo omejitve hitrosti. Te enačbe smo nato pretvorili v format Microsoft Excel, kjer se s skupno enačbo določi celotne stroške pri določeni omejitvi hitrosti za izbran cestni odsek. **Omejitev hitrosti, kjer so ti stroški najnižji, velja za optimalno omejitev hitrosti.**

### 5.2.1 Razmerje med osnovnimi dejavniki in omejitvijo hitrosti

Za določitev optimalne omejitve hitrosti so osnovni dejavniki, ki so navedeni v prejšnjem poglavju, izraženi v denarnih vrednostih oziroma so ti stroški določeni kot funkcija omejitve hitrosti. Da bi lahko sešteli stroške vseh dejavnikov, so le-ti izraženi v enoti eur/km vozila (stroški enega vozila, ki prepelje 1 km). Za izračun stroškov, ki so povezani s časom potovanja, operativnimi stroški vozila in stroški onesnaženosti zraka, se določijo tisti, ki nastanejo enemu vozilu, medtem ko se za stroške prometnih nesreč in onesnaženosti s hrupom, določijo stroški za skupno število vozil. Ker bomo v nalogi obravnavali odseke cest zunaj naselja, smo pri določitvi optimalne omejitve hitrosti izbrali hitrosti v razponu od 50 km/h do 90 km/h.

*Stroški, ki so povezani s časom potovanja*

Ko voznik potuje po cesti, si želi, da bi bil njegov čas potovanja čim krajši. V kolikor je njegova hitrost nižja, potrebuje več časa, da prevozi določeno razdaljo, kot pa če je njegova vozna hitrost višja. Posledično so stroški, ki so povezani s časom potovanja, pri nižjih hitrostih višji in obratno. Obstaja določena vrednost časa, ki je potreben za potovanje (Value of Time, VoT). Elvik definira stroške, ki so povezani s časom potovanja, kot razmerje med časom za potovanje in omejitvijo hitrosti:

$$\frac{VoT}{v} \quad [\text{eur/km vozila}] \quad (20)$$

kjer je:  $VoT$  vrednost časa, ki je denarna vrednost za enourno potovanje [eur/h]  
 $v$  omejitev hitrosti [km/h]

V Sloveniji je bila leta 2007 opravljena raziskava, kjer se je določila vrednosti časa (*VoT*) za posamezno kategorijo vozil. Vrednosti so sledeče (Marsetič, 2007):

- vrednost *VoT* za osebna vozila: 6,18 eur/h
- vrednost *VoT* za težka tovorna vozila: 23,73 eur/h

Vrednosti, ki jih bomo uporabili v nalogi in so glede na rast BDP na prebivalca v Sloveniji ocenjene za leto 2013, so naslednje:

- vrednost *VoT* za osebna vozila: **6,23eur/h**
- vrednost *VoT* za težka tovorna vozila: **23,97eur/h**

Ker je število osebnih in težkih tovornih vozil za posamezen cestni odsek različno, bomo v nalogi za izračun povprečne vrednosti časa uporabili delež tovornega prometa na izbranem cestnem odseku. V izračunu bomo vrednost *VoT* za težka tovorna vozila pomnožili z deležem teh vozil na določenem odseku. Enako se določijo tudi stroški za osebna vozila (100 – delež težkih tovornih vozil). Skupni stroški za posamezno omejitev hitrosti predstavljajo vsoto stroškov osebnih in tovornih vozil.

#### *Operativni stroški vozila*

Operativni stroški vozila so tisti, ki so povezani z delovanjem in upravljanjem le-tega. Predvsem so ti stroški povezani s porabo goriva, ki so pri nižjih in izredno visokih hitrostih, višji. Raziskave so pokazale, da je najnižja poraba goriva pri vožnji s hitrostjo okrog 70 km/h. Poudariti je potrebno, da so operativni stroški različni glede na kategorijo vozil. Uporabili bomo enačbo, ki so jo razvili v Angliji in predpostavili, da velja tudi v Sloveniji (Values of Time and Vehicle Operatnig Costs, 2012):



$$L = \frac{a}{v} + b + c \times v + d \times v^2 \quad [\text{liter/km}] \quad (21)$$

kjer je:  $L$  poraba goriva [liter/km]

$a, b, c, d$  parametri za posamezno kategorijo vozil (preglednica 5.12)

Preglednica 5.12: Parametri za posamezno kategorijo vozil

Table 5.12: Parameters for each category of vehicle

Kategorija vozila	a	b	c	d
Osebno vozilo	0,96	0,05	$-1,30 \times 10^{-4}$	$2,54 \times 10^{-6}$
Tovorno vozilo	1,16	0,06	$-4,50 \times 10^{-4}$	$8,64 \times 10^{-6}$

Rezultat enačbe 21 je poraba goriva za posamezno kategorijo vozil/km, ki ga nato pomnožimo s ceno litra goriva v letu 2014 (Euro 95 in Diesel), da dobimo vrednosti za operativne stroške vozila (eur/km posamezne kategorije vozila). Tudi pri teh stroških bomo upoštevali deleže tovornih in osebnih vozil za posamezen cestni odsek, tako da bomo vrednosti porabe goriva pomnožili z deležem tovornih vozil. Operativne stroške za osebna vozila bomo izračunali enako kot pri določitvi stroškov potovanja posameznega vozila (100 – delež težkih tovornih vozil). Končni rezultat je vsota porabe goriva za osebna in tovorna vozila pri določeni omejitvi hitrosti.

### *Stroški prometnih nesreč*

Pri nižjih hitrostih je verjetnost za nastanek prometne nesreče manjša, v primeru nastanka prometne nesreče, pa so najverjetneje manjše tudi posledice le-te. Smrtno žrtev in osebo s hudo telesno poškodbo, lahko ovrednotimo z denarno vrednostjo. Pri tem je potrebno poudariti, da je strošek ene smrtne žrtve veliko višji od stroška za hudo poškodovano osebo.

V nalogi bomo uporabili Nilssonov model, ki je sestavljen iz šestih enačb (vse so povzete v prilogi A), upoštevali pa bomo dve naslednji prirejeni enačbi (Nilsson, 2004):

- število smrtno ponesrečenih oseb pri novi omejitvi hitrosti:

$$z_{1S} = \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^4 * y_{0S} + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^8 * (z_{0S} - y_{0S}) \quad (22)$$

- število smrtno ponesrečenih in hudo poškodovanih oseb pri novi omejitvi hitrosti:

$$z_{1SH} = \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^3 * (y_{0H} + y_{0S}) + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^6 * ((z_{0H} + z_{0S}) - (y_{0S} + y_{0H})) \quad (23)$$

kjer je:

$z_{1S}$	število smrtno ponesrečenih oseb pri novo določeni omejitvi hitrosti [število/leto]
$z_{1SH}$	število smrtno ponesrečenih oseb in hudo poškodovanih oseb pri novo določeni omejitvi hitrosti [število/leto]
$z_{0S}$	število smrtno ponesrečenih oseb pri trenutni omejitvi hitrosti [število/leto]
$z_{0H}$	število hudo poškodovanih oseb pri trenutni omejitvi hitrosti [število/leto]
$v_1$	ново določena omejitev hitrosti [km/h]
$v_0$	trenutna omejitev hitrosti [km/h]
$y_{0S}$	število prometnih nesreč s smrtno ponesrečenimi pri trenutni omejitvi hitrosti [število/leto]
$y_{0H}$	število prometnih nesreč s hudo poškodovanimi pri trenutni omejitvi hitrosti [število/leto]

Model opisuje razmerje med spremembami hitrosti in prometno varnostjo, njegov primarni cilj pa je opisati vpliv spreminjanja hitrosti vozil na število prometnih nesreč. Model se uporablja za celotno cestno omrežje, mi pa bomo predpostavili, da deluje tudi na nižjem nivoju cestne mreže, torej za določen cestni odsek.

Pri izračunu stroškov prometnih nesreč se načeloma upošteva samo stroške, ki so povezani s smrtno ponesrečenimi ter hudo poškodovanimi udeleženci, saj so ti stroški bistveno višji od tistih, ki nastanejo zaradi materialne škode. Z enačbama 22 in 23 se izračuna spremembe

števila smrtno ponesrečenih in hudo poškodovanih v odvisnosti od trenutne omejitve hitrosti ter za izračun z upoštevanjem tako višjih, kakor tudi nižjih omejitev hitrosti.

Za izračun stroškov prometnih nesreč pri novo določeni omejitvi hitrosti bomo uporabili statistiko prometnih nesreč, ki jo vodi Ministrstvo za notranje zadeve, in sicer za leto 2013. Za opredelitev stroškov prometnih nesreč se bodo ti podatki pomnožili s stroški, ki so povezani s tistimi, ki nastanejo v primeru smrti in stroški za hudo ranjeno osebo. Z upoštevanjem rasti BDP na prebivalca, so ti podatki sledeči (Developing Harmonised European Approach for Transport Costing and Project Assessment, 2006):

- strošek smrtne žrtve: 759.000 eur (leto 2002)  
**1.061.983 eur (leto 2013)**
- strošek hudo ranjene osebe: 99.000 eur (leto 2002)  
**138.519 eur (leto 2013)**

Ker je strošek smrtnih žrtev in hudo ranjenih oseb izražen v denarni vrednosti, se lahko izračunajo stroški prometnih nesreč glede na različne omejitve hitrosti. Pri nižji hitrosti je verjetnost nastanka prometne nesreče manjša, pa tudi če se prometna nesreča zgodi, so posledice le-te verjetno manjše. Z naraščanjem hitrosti, posledice prometnih nesreč postanejo hujše in verjetnost za smrtno ponesrečene in hudo ranjene osebe se poveča. Torej, pri višjih hitrostih so stroški prometnih nesreč višji v primerjavi z nižjimi hitrostmi.

Ko pomnožimo prometne nesreče s stroški za smrtne žrtve in hudo ranjene osebe, dobimo stroške prometnih nesreč pri različnih omejitvah hitrosti in ti so različni za določen cestni odsek. Da bi dobili stroške prometnih nesreč za prevožen km posameznega vozila, stroške prometnih nesreč delimo z opravljenim delom na obravnavanem cestnem odseku, ki ga izračunamo iz razmerja med dolžino določenega obravnavanega odseka (km) in celotno dolžino državnih cest (km) ter celotno število prevoženih kilometrov osebnih in tovornih

vozil za leto 2013. Rezultat predstavlja skupne stroške prometnih nesreč glede na prevožen km enega vozila (eur/km vozila).

### *Stroški hrupa zaradi prometa*

V splošnem hrup predstavlja nezaželen, moteč, neprijeten, lahko tudi škodljiv zvok, ki pa ga vsak posameznik dojema subjektivno in ga prav zaradi tega ne moremo izmeriti. Lahko pa izmerimo raven zvoka. Zvok lahko potuje od vira do sprejemnika naravnost ali pa se odbija in največkrat se to dogaja po zraku. Pri tem zračna zvočna energija pojema z razdaljo. Vsakič, ko se razdalja med virom in sprejemnikom podvoji, pade nivo zvoka za približno 6 dB. O linijskih virih zvoka govorimo, kadar gre za več linijsko razporejenih virov zvoka (npr. cesta ali železnica). Pri linijskem zvočnem viru pojema zvok za približno 3 dB ob vsaki podvojitvi razdalje, upadanje pa je odvisno tudi od pozidanosti okolice, reliefa, refleksije, absorpcije in podobno.

Hrup je pogojen tudi s hitrostjo vozil, zato se z njeno omejitvijo lahko zmanjšajo tudi emisije hrupa (podvojitev hitrosti pomeni povečanje emisij za 5 dB(A)), kar velja samo za hitrosti vozil nad 50 km/h.

Zunanji (eksterni) stroški hrupa so sestavljeni iz stroškov zdravja ljudi ter stroškov motenj in nevspečnosti zaradi hrupa. Eksterni stroški zaradi cestnega prometnega hrupa so po ocenah za leto 2002 v Sloveniji znašali 139,7 mio eur. Skupni eksterni stroški zaradi cestnega prometnega hrupa so tako znašali okrog 71,1 eur na prebivalca. Do leta 2013 so se skupni zunanji stroški prometnega hrupa povečali in tako lahko predvidevamo, da so skupni eksterni stroški za leto 2013 približno 179,2 mio eur (87 eur na prebivalca) (Cigale, Gspan in Lampič, 2004).

Pri vožnji vozil z nižjo hitrostjo, so tudi emisije hrupa relativno nižje, pri višjih hitrosti pa se proizvaja višji hrup, saj je intenzivnost delovanja motorja večja, več hrupa pri višjih hitrostih pa povzročajo tudi pnevmatike pri stiku s površino vozišča.

Za izračun stroškov hrupa zaradi prometa na posameznem obravnavanem odseku ceste, bomo uporabili nizozemsko metodo (Standard Calculation Method – Standard Rekenmethode), za potrebe naloge pa bomo prilagodili naslednjo enačbo za izračun utežene ekvivalentne ravni hrupa LAeq (Reken- en Meetvoorschrift wegverkeerslawaa, 2009):

$$L_{Aeq} = 10 \lg \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \sum_{m=lv}^{zv} 10^{L_{eq,i,j,n,m}/10} \quad [\text{dB(A)}] \quad (24)$$

kjer je:  $L_{eq,i,j,n,m} = L_E + \Delta L_{OP} + \Delta L_{GU} - \Delta L_L - \Delta L_B - C_M - \Delta L_{SW} - \Delta L_R - 58,6$  [dB(A)]

Določili smo, da lahko za izračun eksternih stroškov, ki nastanejo zaradi hrupa, korekcijske faktorje v enačbi 24 zanemarimo oziroma so le-ti vrednosti 0. V preglednici 5.13 smo predpostavke tudi utemeljili.

Preglednica 5.13: Korekcijski faktorji

Table 5.13: Correction factors

$\Delta$ -Faktor	Opis	Obrazložitev
$\Delta L_{OP}$	Dušenje kot rezultat pospeševanja in zaviranja	Predpostavimo lahko, da na odsekih cest zunaj naselja ni povečanega hrupa zaradi pospeševanja ali zaviranja prometa, zato je ta izraz enak 0.
$\Delta L_{GU}$	Dušenje kot rezultat geometrijskega širjenja (pojav, ki nastane zaradi upora, ko zvok "potuje" po zraku)	Za izračun tega izraza bi potrebovali bolj specifične podatke, npr. kot širitve hrupa po področju, za kar pa je potrebna bolj podrobna raziskava. Iz tega razloga predpostavimo, da je ta izraz enak 0.
$\Delta L_L$	Dušenje kot rezultat absorpcije zvoka v zraku oziroma disipacija zvoka	Za izračun tega izraza bomo predpostavili, da je enak 0, saj bi bila za izračun potrebna obširnejša in podrobnejša raziskava.
$\Delta L_B$	Dušenje pripisano absorpciji in odboja od tal	V obrazložitvi nizozemske metode je ta izraz skoraj nič, zato bomo v nalogi predpostavili, da je enak 0.
$C_M$	Korekcijski faktor zaradi meteoroloških vplivov	$C_M=0$ , ko je $R \leq 10 \cdot (h_b + h_w)$ ; R je oddaljenost med izvorom hrupa in točko opazovanja, parametra h pa sta višini teh dveh točk. Predpostavimo, da velja zgornja enačba in tako je izraz enak 0.
$\Delta L_{SW}$	Dušenje zaradi različnih učinkov (npr. "shadow effect" ali zvočnih pregrad)	Predpostavimo, da na obravnavanih cestnih odsekih nimamo "shadow" efekta oziroma cone, ki je pred hrupom zaščitena z zvočno pregrado, torej lahko predpostavimo, da

		je izraz enak 0.
$\Delta L_R$	Dejavnik zaradi prispevka odboja	Ta dejavnik se upošteva, ko je prisotna absorpcija, ker pa bomo upoštevali, da je dejavnik zanemarljiv, privzamemo, da je ta izraz enak 0.

Tako ima enačba 25 naslednjo obliko:

$$L_{eq,i,j,n,m} = L_E - 58,6 \quad [\text{dB(A)}] \quad (25)$$

Emisijo hrupa  $L_E$  izrazimo z naslednjo enačbo:

$$L_{E_{i,m}} = 10 \lg \left( \frac{Q_m}{v_m} \right) + \alpha_{i,m} + \beta_{i,m} \lg \left( \frac{v_m}{v_{0,m}} \right) \quad [\text{dB(A)}] \quad (26)$$

- kjer je:
- $Q$  povprečno število vozil posamezne kategorije [voz/h]
  - $v$  omejitev hitrosti posamezne kategorije vozil [km/h]
  - $v_0$  mejna (zgornja) omejitev hitrosti za posamezno kategorijo vozil; za osebna vozila 90 km/h in za tovorna vozila 80 km/h
  - $\alpha$  in  $\beta$  sta faktorja, ki predstavljata fiksne vrednosti, izračunane z oktavnimi pasovi in sta določena za tri kategorije vozil (lv, mv in zv). Vrednosti so določene v prilogi B.
  - $m$  kategorija vozila

Vrednost  $Q$  za določen cestni odsek ceste in za posamezno kategorijo vozil (delež tovornih in osebnih vozil) bomo določili na podlagi podatkov o štetju prometa za leto 2013 (DRSI). Za določitev povprečnega števila vozil posamezne kategorije, bomo upoštevali prometno obremenitev, ki znaša 10 % PLDP za obravnavan cestni odsek.

Z upoštevanjem enačb 25 in 26, lahko določimo uteženo ekvivalentno raven hrupa  $L_{Aeq}$  za posamezno omejitev hitrosti.

Na podlagi dokumenta EU (Valuation of Noise, 2003) privzamemo, da je strošek hrupa 13 eur/dB(A)/osebo. To pomeni, da je letna korist za znižanje hrupa za 1 dB na osebo, 13 eur. Glede na to, da strateška karta hrupa, ki ga povzroča cestni promet, za celotno cestno omrežje v Sloveniji še ni izdelana, bomo za vsak posamezni odsek ceste ocenili število prebivalcev, ki so izpostavljeni cestnemu hrupu. Pri tem bomo s pomočjo programa Google Earth določili število objektov, ki se nahajajo na oddaljenosti največ 100 m od osi ceste, za posamezen stanovanjski objekt pa upoštevali, da v njem v povprečju živijo 3 osebe.

Za izračun hrupne obremenjenosti smo uporabili podatke o povprečnem letnem dnevnem prometu za leto 2013 (PLDP) ter upoštevali delež tovornega in osebnega prometa na posameznem obravnavanem odseku ceste. Ko pomnožimo strošek hrupa na osebo (13 eur/dB/osebo), ocenjeno število oseb, ki živi v 100-metrskem pasu na obravnavanem odseku ceste ter ekvivalent hrupa za posamezno omejitev hitrosti, te stroške delimo z opravljenim delom na obravnavanem cestnem odseku, ki ga izračunamo iz razmerja med dolžino določenega obravnavanega odseka (km) in celotno dolžino državnih cest (km) ter celotno število prevoženih kilometrov osebnih in tovornih vozil za leto 2013. Rezultat predstavlja skupne stroške hrupa glede na prevožen km enega vozila (eur/km vozila).

Ker predvidevamo, da stroški, ki so povezani s hrupom, ne bodo visoki in da razlike v hitrosti vozil nimajo velikega vpliva na spremembo vrednosti hrupa ter da obravnavamo odseke cest zunaj naselja, ocenjujemo, da privzete vrednosti in izračun zadostuje za nadaljnjo obdelavo v tej nalogi.

### *Stroški onesnaženosti zraka zaradi prometa*

S prometom povezani izpusti povzročajo škodo ljudem, biosferi, zemlji, vodi, zgradbam in materialom. Stroške onesnaženega zraka se izračunava z emisijskimi faktorji posameznega plina v gramih na prevoženi kilometer (g/km). Emisije učinkujejo na stroške v zvezi z

zdravjem, poškodbe zgradb in materialno škodo, izgube pridelka in škodo v kmetijstvu ter na biotsko raznolikost in ekosisteme. Glavni nosilci stroškov podnebnih sprememb so poraba goriva in vsebnost ogljika v gorivu. Stroški, ki so povezani z onesnaženostjo zraka z izpušnimi plini ter posledično s podnebnimi spremembami, so približno v enaki povezavi kot pri stroških, ki nastanejo zaradi operativnega delovanja vozila (torej so najnižji pri hitrosti vozila okrog 70 km/h).

Pri izračunu stroškov onesnaženosti zraka bomo upoštevali tiste, ki nastanejo zaradi prisotnosti škodljivih plinov in so zdravju škodljivi ( $\text{NO}_2$ ) ter onesnaževalce, ki imajo delce z aerodinamičnim premerom manjšim od  $10 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ). Za te emisije so bili določene različne vrednosti faktorjev, in sicer glede na kategorijo (osebna in tovorna vozila) ter hitrost vozil. Ker ne razpolagamo z vsemi potrebnimi podatki, bomo v nalogi upoštevali samo vrednosti  $\text{NO}_2$  in  $\text{PM}_{10}$  v odvisnosti od hitrosti vozil ter posamezne kategorije vozil, za katere so bile določene vrednosti.

*Preglednica 5.14: Vrednosti emisij glede na kategorijo in hitrosti vozil za Nizozemsko za leto 2010 (Drews, 2006)*

*Table 5.14: Emission values depending on the category and the speed of vehicles for Netherlands in 2010*

Hitrost (km/h)	Osebno vozilo		Tovorno vozilo	
	$\text{PM}_{10}$ (kg/km)	$\text{NO}_2$ (kg/km)	$\text{PM}_{10}$ (kg/km)	$\text{NO}_2$ (kg/km)
50	$3,3 \times 10^{-5}$	$1,8 \times 10^{-4}$	$8,0 \times 10^{-5}$	$17,5 \times 10^{-4}$
60	$3,3 \times 10^{-5}$ *	$1,95 \times 10^{-4}$ *	$7,5 \times 10^{-5}$	$16,0 \times 10^{-4}$
70	$3,3 \times 10^{-5}$ *	$2,05 \times 10^{-4}$ *	$7,0 \times 10^{-5}$	$13,0 \times 10^{-4}$
80	$3,3 \times 10^{-5}$	$2,2 \times 10^{-4}$	$6,0 \times 10^{-5}$	$11,25 \times 10^{-4}$
90	$3,55 \times 10^{-5}$ *	$2,5 \times 10^{-4}$ *	$5,2 \times 10^{-5}$	$11,2 \times 10^{-4}$

\* ocenjene vrednosti – čeprav ni priporočljivo, da se vrednosti emisij zaradi nepoznavanja zvez in razmerij med hitrostjo in stopnjo emisije ocenjujejo, bomo v nalogi te vrednosti vseeno presodili in predpostavili, da to bistveno ne bo vplivalo na rezultat

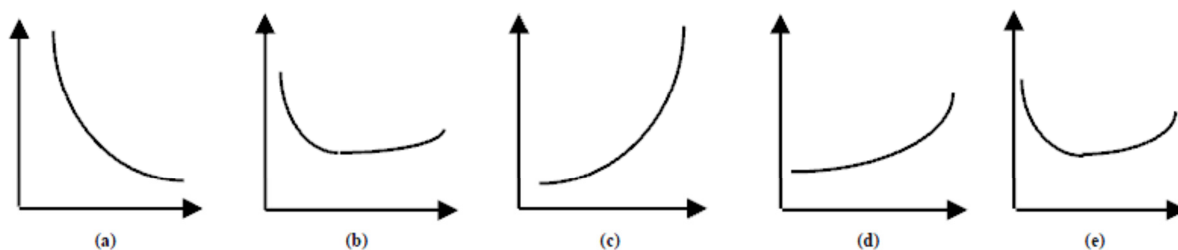


Stroške za posameznega onesnaževalca smo povzeli iz evropskega dokumenta ter vrednosti le-teh določili za leto 2013 glede na rast BDP v Sloveniji (External Costs of Transport in Europe, 2011):

- strošek onesnaženosti s  $PM_{10}$ : **30,1 eur/kg**
- strošek onesnaženosti z  $NO_2$ : **14,1 eur/kg**

Skupne stroške onesnaženosti zraka dobimo tako, da strošek posameznega onesnaževalca pomnožimo z vrednostjo emisije za določeno hitrost in kategorijo vozila. Rezultat je vsota stroškov na vozilo na km (eur/km vozila) za oba polutanta ( $PM_{10}$  in  $NO_2$ ).

Na naslednji sliki (slika 5.15) so prikazane odvisnosti med hitrostjo in stroški posameznega osnovnega dejavnika.



Slika 5.15: Odvisnost med hitrostjo in stroški/km vozila za posamezen osnovni dejavnik: (a) potovalni čas, (b) operativni stroški vozila, (c) prometne nesreče, (d) hrup, (e) onesnaženost zraka

Figure 5.15: Dependence between speed and cost/km vehicle for a basic factor: (a) travel time, (b) operating vehicle costs, (c) traffic accident, (d) noise, (e) air pollution

### 5.2.2 Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije

Za določitev optimalne omejitve hitrosti na določenem odseku ceste bomo uporabili osnovne dejavnike, ki so opisani v prejšnjem poglavju (poglavje 5.2.1). Za vsakega bomo uporabili zgoraj opisane in pridobljene potrebne podatke – nespremenljivi podatki v modrih poljih (poleg podatkov o prometu in prometnih nesrečah, ki so spremenljivi podatki in jih vnesemo

v rdeča polja za vsak obravnavan cestni odsek posebej) ter s pomočjo programa Microsoft Excel in izpeljane funkcije, ki izhaja iz vsote stroškov posameznega osnovnega dejavnika, določili optimalno omejitev hitrosti – omejitev hitrosti, pri kateri so skupni stroški za družbo najnižji. Za vse vhodne podatke so vrednosti določene za izhodiščno leto 2013. V spodnji preglednici (preglednica 5.15) so prikazane nespremenljive vrednosti za vsak dejavnik (v modrih poljih), pa tudi spremenljivke, ki jih določimo za vsak obravnavani cestni odsek posebej (v rdečih poljih).

Preglednica 5.15: Vhodni podatki za določitev optimalne omejitve hitrosti v pristopu ekonomske optimizacije  
Table 5.15: Input data to determine the optimal speed limit in the economic optimization approach

<b>8. Stroški, ki so povezani s časom potovanja</b>							
vrednost VoT za osebna vozila za leto 2013 [eur/h]							6,22
vrednost VoT za teška tovorna vozila za leto 2013 [eur/h]							23,97
delež tovornega prometa [%]							
<b>9. Operativni stroški vozila</b>							
parametri za posamezno kategorijo vozil							
	a	b	c	d			
osebno vozilo	0,96	0,05	$-1,30 \times 10^{-4}$	$2,54 \times 10^{-6}$			
tovorno vozilo	1,16	0,06	$-4,50 \times 10^{-4}$	$8,64 \times 10^{-6}$			
		Euro 95	Diesel				
cena litra goriva za december 2014 [eur/L]		1,292	1,225				
delež tovornega prometa [%]							
<b>10. Stroški prometnih nesreč</b>							
strošek zaradi smrtne žrtve [eur/osebo]		1,061,983					
strošek zaradi hudo ranjene osebe [eur/osebo]		138.519					
		prometne nesreče					
število prometnih nesreč s smrtnimi žrtvami							
število prometnih nesreč s hudo poškodovanimi osebami							
število smrtnih žrtev							
število hudo poškodovanih oseb							
trenutna omejitev hitrosti $v_0$ [km/h]		dolžina obravnavanega odseka ceste [km]					
delež tovornega prometa [%]		dolžina celotnega državnega cestnega omrežja (G in R ceste) [km]				5.936	
celotno število prevoženih kilometrov za osebna in tovorna vozila [km/leto]							$6.610 \times 10^6$
<b>11. Stroški hrupa zaradi prometa</b>							
število osebnih vozil na uro [voz/h]							
število tovornih vozil na uro [voz/h]							
dolžina odseka [km]							
strošek hrupa na dB(A) na osebo [eur/dB(A)/osebo]		13					
celotno število prevoženih kilometrov za osebna in tovorna vozila [km/leto]		$6.610 \times 10^6$					
dolžina celotnega državnega cestnega omrežja (G in R ceste) [km]		5.936					
ocenjeno število oseb, ki so izpostavljene hrupu na odseku v 100-metrskem pasu [osebe]							
<b>12. Stroški onesnaženosti zraka</b>							
strošek onesnaženosti s $PM_{10}$ [eur/kg]		30,1					
strošek onesnaženosti z $NO_2$ [eur/kg]		14,1					
delež tovornega prometa [%]							
emisije za osebna vozila				emisije za tovorna vozila			
	$PM_{10}$	$NO_2$		$PM_{10}$	$NO_2$		
50 km/h	$3,3 \times 10^{-5}$	50 km/h	$1,8 \times 10^{-4}$	50 km/h	$8,0 \times 10^{-5}$	50 km/h	$17,5 \times 10^{-4}$
60 km/h	$3,3 \times 10^{-5}$	60 km/h	$1,95 \times 10^{-4}$	60 km/h	$7,5 \times 10^{-5}$	60 km/h	$16,0 \times 10^{-4}$
70 km/h	$3,3 \times 10^{-5}$	70 km/h	$2,05 \times 10^{-4}$	70 km/h	$7,0 \times 10^{-5}$	70 km/h	$13,0 \times 10^{-4}$

80 km/h	$3,3 \times 10^{-5}$	80 km/h	$2,2 \times 10^{-4}$	80 km/h	$6,0 \times 10^{-5}$	80 km/h	$11,25 \times 10^{-4}$
90 km/h	$3,55 \times 10^{-5}$	90 km/h	$2,5 \times 10^{-4}$	90 km/h	$5,2 \times 10^{-5}$	90 km/h	$11,2 \times 10^{-4}$
: spremenljivi podatki				: nespremenljivi podatki			

Na podlagi zgoraj opisanih zvez, spremenljivih in nespremenljivih podatkov, je za vsak osnovni dejavnik izpeljana enačba, ki opisuje odnos med hitrostjo in stroški posameznega vozila na kilometer (eur/km vozila). Da dobimo optimalno omejitev hitrosti in funkcijo, ki bi veljala za izračun skupnih stroškov, je potrebno sešteti vse enačbe posameznega dejavnika. Rezultata v pristopu ekonomske optimizacije pa bosta dva, in sicer omejitev hitrosti, ki je optimalna za voznika (vidik voznika) in tista, ki je optimalna za upravljavca ceste (vidik upravljavca ceste).

### 5.3 Rezultat korakov 1 in 2

Omejitev hitrosti na danem cestnem odseku določimo z upoštevanjem omejitev hitrosti, ki sta rezultat korakov 1 in 2, upoštevali pa bomo tako vidik cestnega organa (upravljavca ceste), kakor tudi vidik uporabnika ceste (voznika). Rezultat je omejitev hitrosti, pri kateri so stroški za družbo najnižji, še vedno pa mora biti omejitev hitrosti takšna, da je zagotovljena maksimalna prometna varnost za voznika (ta omejitev hitrosti predstavlja zgornjo mejo). S tem zagotovimo, da omejitev hitrosti, ki je določena v pristopu ekonomske optimizacije, ni previsoka glede na geometrijske in tehnične elemente ceste ter lastnosti obcestnega prostora. Ker pa je lahko zaradi tega omejitev hitrosti na celotnem obravnavanem odseku ceste relativno nizka (npr. zaradi določenega elementa ceste), imamo na voljo tri možnosti:

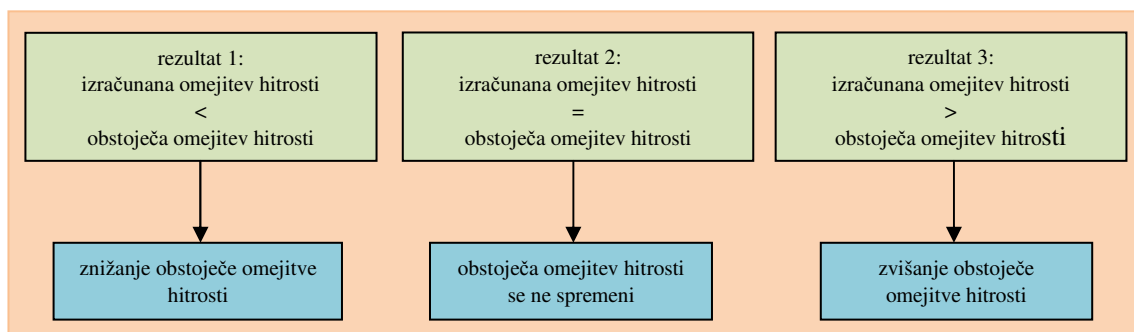
- a) Na novo določimo meje cestnih odsekov (najbolje pri tistem elementu ceste, zaradi katerega je omejitev hitrosti najnižja);
- b) Predvidimo lokalno omejitev hitrosti;
- c) Predvidimo druge tehnične ukrepe, da bi lahko zagotovili višje, vendar še vedno varne hitrosti.

## 5.4 Primerjava med trenutno omejitvijo hitrosti in določeno omejitvijo hitrosti – korak 3 → predlog

V koraku 3 se na podlagi najbolj primerne omejitve hitrosti na danem odseku ceste, ki se določi v korakih 1 in 2, to omejitev hitrosti primerja s trenutno omejitvijo hitrosti na tem odseku ceste. Rezultat tega je lahko sledeč:

- **Rezultat 1:** Znižanje trenutne omejitve hitrosti na izračunano omejitev hitrosti (izračunana omejitev hitrosti < obstoječa omejitev hitrosti)
- **Rezultat 2:** Obstoječa omejitev hitrosti se ne spremeni (izračunana omejitev hitrosti = obstoječa omejitev hitrosti oziroma je za  $\pm 5$  km/h višja ali nižja od izračunane omejitve hitrosti)
- **Rezultat 3:** Zvišanje omejitve hitrosti na izračunano omejitev hitrosti (izračunana omejitev hitrosti > obstoječa omejitev hitrosti)

Vsi trije predlogi se nanašajo na trenutno omejitev hitrosti na predmetnem odseku ceste.



Slika 5.16: Korak 3: Primerjava in predlog omejitve hitrosti  
Figure 5.16: Step 3: Comparison and advice for speed limit

V nadaljevanju bomo zgoraj izpeljani model uporabili za določitev omejitve hitrosti na praktičnih primerih (na več odsekih G1 in G2 cest). Na podlagi primerjave, ovrednotenja in interpretacije rezultatov bomo preverili ali ta model lahko uveljavimo in apliciramo za določitev najprimernejše omejitve hitrosti na G1 in G2 cestah po celotnem javnem cestnem omrežju v Republiki Sloveniji.

## 6 APLIKACIJA MODELA

V tem poglavju bomo zgoraj izpeljani model uporabili za določitev omejitve hitrosti na več določenih odsekih državnih cest zunaj naselja. Na podlagi rezultatov bomo preverili, ali so vsi koraki za določitev hitrosti pravilni ter, ali je model primeren za uporabo na izbranih odsekih državnih cest.

Izbrali smo šest (6) odsekov G1 in G2 cest, ki so navedeni v preglednici 6.1. Za vsak posamezen odsek ceste se bodo podatki zbrali na podlagi opravljenega terenskega ogleda in meritev, podatkovnih baz Direkcije RS za infrastrukturo ter s pomočjo programa Google Earth.

*Preglednica 6.1: Obravnavani odseki državnih cest*

*Table 6.1: Considered sections of national roads*

Številka ceste in odseka	Ime odseka	Stacionaža in dolžina odseka
G1-5/0336	Krško – Drnovo	2.600 – 4.600 → 2,0 km
G1-1/0241	Dravograd – Radlje	1.300 – 7.400 → 6,1 km
G1-4/1259	Sl. Gradec – Zgornji Dolič	6.500 – 10.000 → 3,5 km
G1-2/1290	Sl. Bistrica – Pragersko	0.000 – 5.300 → 5,3 km
G2-105/0256	Novo mesto – Metlika	2.000 – 4.200 → 2,2 km
G2-106/0261	Škofljica – Rašica	0,140 – 2.800 → 2,66 km



*Slika 6.1: Prikaz obravnavanih odsekov državnih cest*

*Figure 6.1: View of considered sections of national roads*

Vhodni podatki za določitev funkcije izračuna skupnih stroškov, ki so potrebni pri določitvi optimalne omejitve hitrosti v pristopu ekonomske optimizacije (korak 2), so prikazani v naslednji preglednici (preglednica 6.2).

*Preglednica 6.2: Podatki za določitev optimalne omejitve hitrosti v pristopu ekonomske optimizacije*

*Table 6.2: Data to determine the optimal speed limit in economic optimization approach*

Odsek ceste	Trenutna omejitev hitrosti [km/h]	Delež tovornih vozil v letu 2013 [%]	Podatki o prometu za leto 2013 [voz/dan]	Prometne nesreče v letu 2013 [število]	Posledice prometnih nesreč v letu 2013 [število udeležencev]
<b>G1-5/0336</b> (od km 2.600 do km 4.600)	90 km/h (lokalna omejitev v območju križišča → 70 km/h)	3,7	Osebna vozila: 9.750	S smrtnim izidom: 0	Smrtne žrtve: 0
			Tovorna vozila: 365	S hudo poškodovanimi: 0	Hudo poškodovani: 0
<b>G1-1/0241</b> (od km 1.300 do km 7.400)	90 km/h (lokalna omejitev v območju dveh križišč in območju z gostejšo poselitvijo → 70 km/h)	5,3	Osebna vozila: 7.206	S smrtnim izidom: 0	Smrtne žrtve: 0
			Tovorna vozila: 384	S hudo poškodovanimi: 0	Hudo poškodovani: 0
<b>G1-4/1259</b> (od km 6.500 do km 10.000)	90 km/h (lokalna omejitev v območju križišča in območju z gostejšo poselitvijo → 70 km/h)	4,5	Osebna vozila: 8.770	S smrtnim izidom: 0	Smrtne žrtve: 0
			Tovorna vozila: 395	S hudo poškodovanimi: 0	Hudo poškodovani: 0
<b>G1-2/1290</b> (od km 0.000 do km 5.300)	90 km/h (lokalna omejitev v območju križišč → 70 km/h)	7,2	Osebna vozila: 8.013	S smrtnim izidom: 0	Smrtne žrtve: 0
			Tovorna vozila: 574	S hudo poškodovanimi: 1	Hudo poškodovani: 1
<b>G2-105/0256</b> (od km 2.000 do km 4.200)	90 km/h	4,4	Osebna vozila: 4.433	S smrtnim izidom: 0	Smrtne žrtve: 0
			Tovorna vozila: 194	S hudo poškodovanimi: 1	Hudo poškodovani: 2
<b>G2-106/0261</b> (od km 0.140 do km 2.800)	90 km/h (lokalna omejitev v območju križišča → 60 km/h)	2,3	Osebna vozila: 7.548	S smrtnim izidom: 0	Smrtne žrtve: 0
			Tovorna vozila: 173	S hudo poškodovanimi: 0	Hudo poškodovani: 0

Celoten postopek in posamezni koraki bodo podrobneje opisani v naslednjem podpoglavju (za odsek državne ceste G1-5/0336 Krško – Drnovo), za ostale obravnavane odseke državnih cest pa bomo prikazali in opisali le relevantne podatke, ugotovitve ter predstavili končne izračune.

## 6.1 Državna cesta G1-5/0336 Krško – Drnovo (od km 2.600 do km 4.600)

### 6.1.1 Opis odseka državne ceste G1-5/0336

Obravnavali smo 2 km dolg odsek državne ceste G1-5/0336, od km 2.600 do km 4.600. Cesta poteka zunaj območja naselja, obravnavani del pa se začne in konča v območju krožnih križišč.



Slika 6.2: Prikaz odseka državne ceste G1-5/0336, od km 2.600 do km 4.600

Figure 6.2: The section of national road G1-5/0336, from km 2.600 to km 4.600

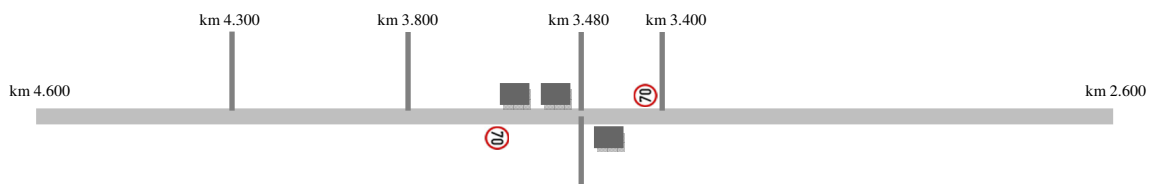
Najvišja dovoljena hitrost je omejena na 90 km/h, razen v območju štirikrakega križišča z lokalnima cestama v km 3.480, kjer je hitrost s prometno signalizacijo omejena na 70 km/h. V bližini tega križišča se ob cesti nahajajo trije stanovanjski objekti, dva od njih pa imata urejen dostop na državno cesto. Na državno cesto se priključujeta še dva kategorizirana priključka (v km 3.400 in 3.800), v območju km 4.300 pa se ob desni strani državne ceste nahaja bencinski servis, kjer je prometni režim urejen po sistemu desno – desno.

### 6.1.2 Vhodni podatki v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-5/0336

Za določitev varne omejitve hitrosti v inženirskem pristopu smo zbrali podatke o značilnosti ceste (kritični dejavniki ceste), ki so podrobneje raziskani in podani v nadaljevanju. Na podlagi le-teh bomo lahko določili ustrezno omejitev hitrosti na obravnavanem delu odseka



ceste. Pričakuje se, da bo uporabnik modela izbral podatke o pododseku na mestih, ki so za obravnavan odsek reprezentativni oziroma so ti element za dani odsek ceste najbolj značilni.



Slika 6.3: Shematski prikaz odseka državne ceste G1-5/0336, od km 2.600 do km 4.600

Figure 6.3: Schematic view of the section of national road G1-5/0336, from km 2.600 to km 4.600

Za določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu na odseku državne ceste G1-5/0336, smo zbrali podatke, ki so povzeti v preglednici 6.3:

Preglednica 6.3: Vhodni podatki kritičnih dejavnikov ceste v inženirskem pristopu

Table 6.3: Input data for critical factor of road in engineering approach

<p>1. Horizontalni potek ceste: <math>R = 1000\text{ m}</math></p>
<p>2. Širina vozišča (<math>\mathit{ŠV}</math>) in voznih pasov (<math>P</math>):  <math>\mathit{ŠV} = 7,0\text{ m}</math>  <math>P = 3,5\text{ m}</math></p>
<p>3. Vrsta in širina bankine:  <b>utrjena bankina; <math>B \geq 1,0\text{ m}</math></b></p>
<p>4. Obcestni prostor:  <b>PLDP 2013 <math>\rightarrow 9.750\text{ voz/dan}</math></b>  <b>Smer 1: nasip - 1:6 ali manj</b>  <b>DTCZ &gt; 7,5 m</b>  <b>Smer 2: nasip - 1:6 ali manj</b>  <b>DTCZ &gt; 7,5 m</b></p>
<p>5. Preglednost (za obe smeri):  <math>P_z &gt; 122\text{ m}</math></p>
<p>6. Priključki:  <math>S = 357\text{ m}</math></p>
<p>7. Stanje vozišča (torna sposobnost):  <math>SN = 59</math></p>



### **6.1.3 Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-5/0336**

Za določitev optimalne omejitve hitrosti, smo na podlagi pridobljenih vhodnih podatkov in izrazov, ki smo jih razvili v poglavju 5, uporabili program Microsoft Excel. Z vnosom spremenljivih podatkov v tabelo in razmerjem med hitrostjo ter posameznim dejavnikom, smo opredelili omejitve hitrosti, pri kateri so skupni stroški za družbo najnižji. Ti predstavljajo vsoto stroškov posameznega dejavnika. Celotnega odseka v tem primeru ni smiselno obravnavati po pododsekih, saj je skupna višina stroškov odvisna predvsem od prometnih obremenitev oziroma deleža tovornih vozil ter števila prometnih nesreč s smrtnim izidom in hudo poškodovanimi oziroma številom smrtnih žrtev ter hudo poškodovanih oseb. Ker se na tem odseku ni zgodila nobena hujša prometna nesreča, se vsota skupnih stroškov na celotnem odseku ne spreminja.

Za določitev optimalne omejitve hitrosti na odseku državne ceste G1-5/0336, od km 2.600 do km 4.600, bomo uporabili vhodne podatke, ki so prikazani v preglednici 6.3.

### **6.1.4 Aplikacija modela v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-5/0336 – korak 1**

Na podlagi zbranih podatkov posameznega kritičnega dejavnika ceste in diagramov, ki so izpeljani v poglavju 5.1.1, so v preglednici 6.4 določene omejitve hitrosti za vsak kritični dejavnik ceste.

Preglednica 6.4: Podatki in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu za posamezni kritični dejavnik ceste na odseku ceste G1-5/0336

Table 6.4: Data and determination of speed limit in engineering approach for each critical factor on the road section G1-5/0336

Kritični dejavnik ceste	Vrednost in opis kritičnega dejavnika ceste	Omejitev hitrosti kritičnega dejavnika ceste [km/h]
<b>1. Horizontalni potek ceste</b>		
povprečni radij krožnega loka $R$ [m]	1000	90
<b>2. Širina vozišča in voznih pasov</b>		
povprečna širina vozišča $ŠV$ [m]	7,0	90
<b>3. Vrsta in širina bankine</b>		
vrsta bankine	utrjena	70
povprečna širina bankine $B$ [m]	$1,0 \leq B < 2,0$ m	
<b>4. Obcestni prostor</b>		
PLDP odseka [voz/dan]	9.750	90
povprečni naklon brežine (nasip) – smer 1	1:6 in manj	
povprečni naklon brežine (nasip) – smer 2	1:6 in manj	
povprečni naklon brežine (vkop) – smer 1	/	
povprečni naklon brežine (vkop) – smer 2	/	
povprečna širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir DTCZ [m] – smer 1	> 7,5	
povprečna širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir DTCZ [m] – smer 2	> 7,5	
<b>5. Preglednost</b>		
povprečna pregledna razdalja nad potekom ceste $Pz$ [m] – smer 1	> 122	90
povprečna pregledna razdalja nad potekom ceste $Pz$ [m] – smer 2	> 122	
<b>6. Priključki</b>		
dolžina odseka [m]	2000	90
število individualnih priključkov	3	
število skupinskih priključkov	2	
povprečna oddaljenost med priključki $S$ [m]	357	
<b>7. Stanje vozišča</b>		
povprečna vrednost torne sposobnosti $SN$	59	80

Ko omejitev hitrosti vsakega kritičnega dejavnika ceste vstavimo v izpeljano enačbo 19, dobimo sledeč rezultat oziroma omejitev hitrosti  $V$  [km/h] v inženirskem pristopu:

$$V = 0,18 \times 90 + 0,18 \times 90 + 0,13 \times 70 + 0,18 \times 90 + 0,13 \times 90 + 0,13 \times 90 + 0,06 \times 80 = 86$$

Tako v koraku 1 dobimo naslednjo omejitev hitrosti, ki predstavlja zgornjo mejo:

Varna omejitev hitrosti v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-5/0336, od km 2.600 do km 4.600, je **86 km/h.**

## 6.1.5 Aplikacija modela v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-5/0336 – korak 2

Na podlagi zbranih podatkov in s pomočjo izpeljanih povezav med posameznim dejavnikom in stroški, smo najnižje stroške za družbo določili s programom Microsoft Excel (priloga E).

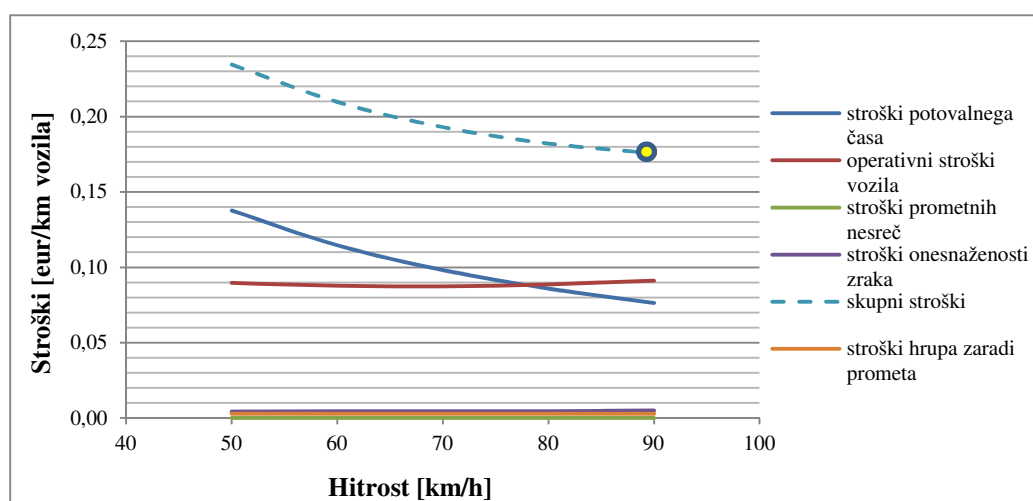
Preglednica 6.5: Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije za odsek ceste G1-5/0336

Table 6.5: Input data in economic optimization approach for the road section G1-5/0336

1. Stroški, ki so povezani s časom potovanja							
vrednost VoT za osebna vozila za leto 2013 [eur/h]							6,22
vrednost VoT za teška tovorna vozila za leto 2013 [eur/h]							23,97
delež tovornega prometa [%]							3,7
2. Operativni stroški vozila							
parametri za posamezno kategorijo vozil							
	a	b	c		d		
osebno vozilo	0,96	0,05	$-1,30 \times 10^{-4}$		$2,54 \times 10^{-6}$		
tovorno vozilo	1,16	0,06	$-4,50 \times 10^{-4}$		$8,64 \times 10^{-6}$		
		Euro 95	Diesel				
cena litra goriva za december 2014 [eur/L]							1,292
delež tovornega prometa [%]							3,7
3. Stroški prometnih nesreč							
strošek zaradi smrtnih žrtve [eur/osebo]							1.061.983
strošek zaradi hudo ranjene osebe [eur/osebo]							138.519
		prometne nesreče					
število prometnih nesreč s smrtnimi žrtvami							0
število prometnih nesreč s hudo poškodovanimi osebami							0
število smrtnih žrtev							0
število hudo poškodovanih oseb							0
trenutna omejitev hitrosti $v_0$ [km/h]	90	dolžina obravnavanega odseka ceste [km]					2
delež tovornega prometa [%]	3,7	dolžina celotnega državnega cestnega omrežja (G in R ceste) [km]					5.936
celotno število prevoženih kilometrov za osebna in tovorna vozila [km/leto]							$6.610 \times 10^6$
4. Stroški hrupa zaradi prometa							
število osebnih vozil na uro [voz/h]							975
število tovornih vozil na uro [voz/h]							37
dolžina odseka [km]							2
strošek hrupa na dB(A) na osebo [eur/dB(A)/osebo]							13
celotno število prevoženih kilometrov za osebna in tovorna vozila [km/leto]							$6.610 \times 10^6$
dolžina celotnega državnega cestnega omrežja (G in R ceste) [km]							5.936
ocenjeno število oseb, ki so izpostavljene hrupu na odseku ceste v 100-metrskem pasu [osebe]							9
5. Stroški onesnaženosti zraka							
strošek onesnaženosti s $PM_{10}$ [eur/kg]							30,1
strošek onesnaženosti z $NO_2$ [eur/kg]							14,1
delež tovornega prometa [%]							3,7
emisije za osebna vozila							emisije za tovorna vozila
$PM_{10}$		$NO_2$		$PM_{10}$		$NO_2$	
50 km/h	$3,3 \times 10^{-5}$	50 km/h	$1,8 \times 10^{-4}$	50 km/h	$8,0 \times 10^{-5}$	50 km/h	$17,5 \times 10^{-4}$
60 km/h	$3,3 \times 10^{-5}$	60 km/h	$1,95 \times 10^{-4}$	60 km/h	$7,5 \times 10^{-5}$	60 km/h	$16,0 \times 10^{-4}$
70 km/h	$3,3 \times 10^{-5}$	70 km/h	$2,05 \times 10^{-4}$	70 km/h	$7,0 \times 10^{-5}$	70 km/h	$13,0 \times 10^{-4}$
80 km/h	$3,3 \times 10^{-5}$	80 km/h	$2,2 \times 10^{-4}$	80 km/h	$6,0 \times 10^{-5}$	80 km/h	$11,25 \times 10^{-4}$
90 km/h	$3,55 \times 10^{-5}$	90 km/h	$2,5 \times 10^{-4}$	90 km/h	$5,2 \times 10^{-5}$	90 km/h	$11,2 \times 10^{-4}$
: spremenljivi podatki							: nespremenljivi podatki

Za izračun optimalne omejitve hitrosti na obravnavanem odseku potrebujemo podatke o prometnih obremenitvah in deležu tovornih vozil za leto 2013, podatke o prometnih nesrečah ter trenutni omejitvi hitrosti na tem delu odseka.

Kot smo navedli že v poglavju 5, bosta rezultata v pristopu ekonomske optimizacije dva, in sicer omejitev hitrosti, ki je optimalna za upravljavca ceste (vidik upravljavca ceste) in tista, ki je optimalna za voznika (vidik voznika).

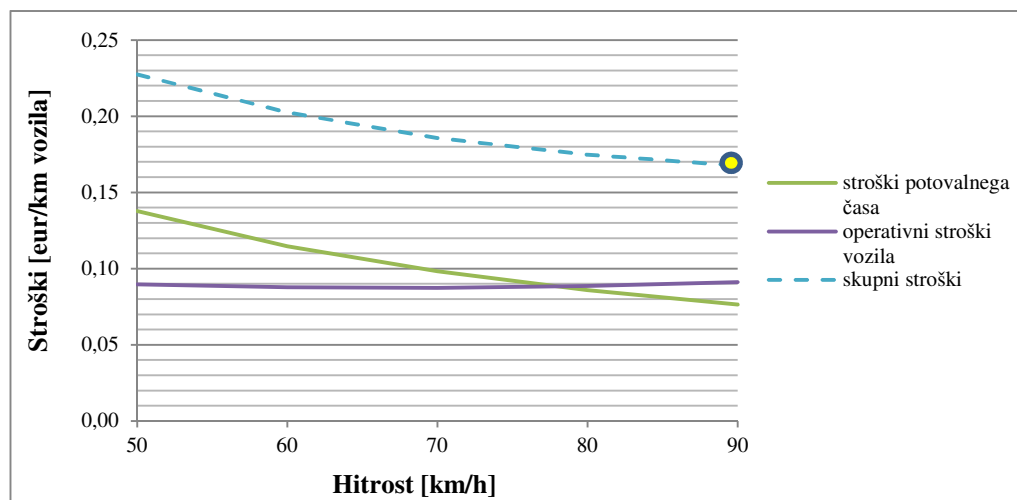


Slika 6.4: Optimalna omejitev hitrosti z vidika upravljavca ceste za odsek državne ceste G1-5/0336  
Figure 6.4: Optimal speed limit from the road authority perspective for the road section G1-5/0336

Na sliki 6.4 lahko vidimo, da je optimalna omejitev hitrosti na obravnavanem odseku ceste enaka 90 km/h. Pri tej hitrosti so skupni stroški za družbo najnižji. Vidimo tudi, da so stroški, ki nastanejo zaradi onesnaženosti zraka in stroški, ki jih povzroča hrup prometa, skoraj nič. Prav tako so v tem primeru stroški prometnih nesreč enaki nič, saj se na tem delu odseka v letu 2013 ni zgodila nobena prometna nesreča s smrtnim izidom ali pa s hudo telesno poškodbo udeležencev.

Z vidika voznika je optimalna omejitev tista, pri kateri bo imel najnižje stroške prav voznik. Voznik želi potovati čim hitreje in čim ceneje, ne glede na stroške, ki jih z vožnjo povzroči

za okolico. Med te stroške lahko štejemo operativne stroške vozila in stroške potovalnega časa. Omejitev hitrosti, pri katerih je vsota teh stroškov najmanjša, velja za tisto, ki je najbolj optimalna za voznika. Na naslednji sliki (slika 6.5) lahko vidimo, da je optimalna hitrost za voznika na obravnavanem odseku ceste enaka 90 km/h.



Slika 6.5: Optimalna omejitev hitrost z vidika voznika za odsek državne ceste G1-5/0336  
 Figure 6.5: Optimal speed limit from the driver perspective for the road section G1-5/0336

Preglednica 6.6: Izračun stroškov v pristopu ekonomske optimizacije za državno cesto G1-5/0336

Table 6.6: Calculation of the costs in economic optimization approach for road section G1-5/0336

Hitrost [km/h]	Izračun stroškov potovalnega časa	Izračun operativnih stroškov vozila	Izračun stroškov prometnih nesreč	Izračun stroškov zaradi hrupa prometa	Izračun stroškov onesnaženosti zraka	Skupni stroški (vidik upravljavca)	Skupni stroški (vidik voznika)
	Stroški [eur/km vozila]						
50	0,1377	0,0896	0,0000	0,0029	0,0044	0,2347	0,2274
60	0,1146	0,0878	0,0000	0,0029	0,0045	0,2098	0,2024
70	0,0982	0,0874	0,0000	0,0029	0,0045	0,1931	0,1856
80	0,0860	0,0887	0,0000	0,0030	0,0046	0,1822	0,1746
90	0,0764	0,0912	0,0000	0,0030	0,0051	0,1756	0,1676

V koraku 2 dobimo naslednjo optimalno omejitev hitrosti:

Optimalna omejitev hitrosti v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-5/0336, od km 2.600 do km 4.600, je 90 km/h, tako z vidika upravljavca ceste, kakor tudi z vidika voznika. Ker je omejitev hitrosti enaka tako z vidika upravljavca ceste, kakor tudi z vidika voznika, bomo le-to uporabili v koraku 3 (primerjava z obstoječo omejitvijo hitrosti).

### **6.1.6 Primerjava med trenutno omejitvijo hitrosti in hitrostjo, ki je določena z modelom ter predlog omejitve hitrosti za odsek državne ceste G1-5/0336 – korak 3 → predlog**

V korakih 1 in 2 so določene naslednje omejitve hitrosti na odseku državne ceste G1-5/0336, od km 2.600 do km 4.600:

- korak 1: zgornja meja omejitve hitrosti je **86 km/h**
- korak 2: optimalna omejitev hitrosti z vidika upravljavca ceste in z vidika voznika je **90 km/h**

Kot smo že omenili, je optimalna omejitev hitrosti, ki je določena v koraku 2, enaka 90 km/h, v inženirskem pristopu (korak 1) pa je določena omejitev hitrosti 86 km/h. V koraku 3 opravimo primerjavo izračunane omejitve hitrosti z obstoječo omejitvijo na obravnavanem odseku ceste. Vrednosti so prikazane v spodnji preglednici (preglednica 6.7), v kateri so podani tudi predlogi glede omejitve hitrosti na obravnavanem odseku ceste, in sicer posebej za vidik upravljavca ceste in vidik voznika.

Preglednica 6.7: Povzetek rezultatov in predlogi omejitve hitrosti na državni cesti G1-5/0336, od km 2.600 do km 4.600

Table 6.7: Summary of the results and proposals for speed limit on road section G1-5/0336, from km 2.600 to km 4.600

Vidik upravljavca ceste	Vidik voznika
Korak 1 – 86 km/h	Korak 1 – 86 km/h
Korak 2 – 90 km/h	Korak 2 – 90 km/h
Trenutna omejitev hitrosti – 90 km/h oziroma 70 km/h v območju križišča	Trenutna omejitev hitrosti – 90 km/h oziroma 70 km/h v območju križišča
<b><u>Predlagana omejitev hitrosti:</u></b> 90 km/h na celotnem odseku ceste	<b><u>Predlagana omejitev hitrosti:</u></b> 90 km/h na celotnem odseku ceste
<b><u>Predlog:</u></b> zvišanje obstoječe omejitve hitrosti na 90 km/h tudi v območju križišča	<b><u>Predlog:</u></b> zvišanje obstoječe omejitve hitrosti na 90 km/h tudi v območju križišča

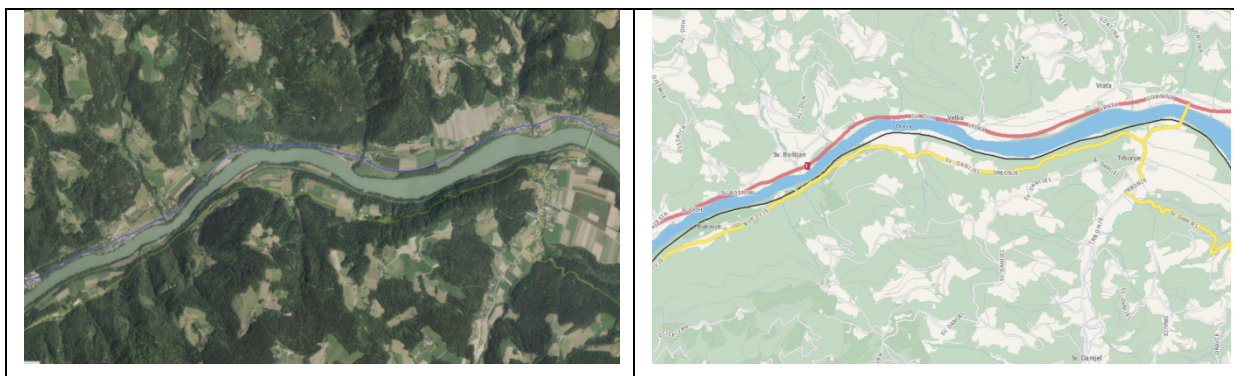
**Komentar:** Omejitev hitrosti, ki je določena v inženirskem pristopu (korak 1) je tista omejitev hitrosti, ki za voznika predstavlja t.i. varno omejitev hitrosti glede na geometrijo in tehnične elemente ceste ter lastnosti obcestnega prostora. Iz preglednice (preglednica 6.4), kjer so določene omejitve hitrosti glede na posamezen kritični element, je razvidno, da sta elementa ceste, zaradi katerih je skupna omejitev hitrosti nekoliko nižja, vrsta in širina bankine ter stanje vozišča, vendar je zaradi teh dveh elementov še vedno zagotovljena relativno visoka varna omejitev hitrosti (86 km/h). Optimalna omejitev hitrosti (korak 2) na celotnem obravnavanem odseku ceste je 90 km/h.

Iz zgornjih rezultatov je razvidno, da se na obravnavanem odseku državne ceste G1-5/0336, najvišja dovoljena hitrost lahko omeji na 90 km/h. S tem lahko upravlavec ceste zagotovi ustrezen nivo prometne varnosti in najmanjše skupne stroške, ki nastanejo zaradi prometa, hkrati pa je to hitrost, pri kateri so tudi stroški za voznika minimalni, še vedno pa lahko zagotovimo relativno visoko prometno varnost za voznika in ostale udeležence v prometu .

## 6.2 Državna cesta G1-1/0241 Dravograd - Radlje (od km 1.300 do km 7.400)

### 6.2.1 Opis odseka državne ceste G1-1/0241

Obravnavali smo 6,1 km dolg odsek državne ceste G1-1/0241 (od km 1.300 do km 7.400). Cesta poteka zunaj območja naselja, obravnavani del pa se začne na koncu naselja Dravograd in konča v območju križišča z državno cesto R3-702/2703. Najvišja dovoljena hitrost je 90 km/h, razen na dveh lokacijah v območjih križišč (v km 2.190 (180 m) in 2.720 (250 m)) ter od km 6.500 do km 6.900 (400 m), kjer se nahaja območje z več objekti in priključki. Hitrost je s prometno signalizacijo tam omejena na 70 km/h.



Slika 6.6: Prikaz odseka državne ceste G1-1/0241, od km 1.300 do km 7.400  
Figure 6.6: The section of national road G1-1/0241, from km 1.300 to km 7.400

### 6.2.2 Vhodni podatki v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-1/0241

Odsek državne ceste smo smiselno razdelili na dva homogena pododseka, in sicer:

- a) Pododsek 1: od km 1.300 do km 6.400
- b) Pododsek 2: od km 6.400 do km 7.400

Vhodni podatki za posamezen pododsek in kritične dejavnike ceste, so zbrani in prikazani v preglednicah v prilogi D.



### **6.2.3 Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-1/0241**

V pristopu ekonomske optimizacije odseka ceste nismo obravnavati po pododsekih, saj je skupna višina stroškov odvisna predvsem od prometnih obremenitev oziroma deleža tovornih vozil ter števila prometnih nesreč s smrtnim izidom in hudo poškodovanimi oziroma številom smrtnih žrtev ter hudo poškodovanih. Ker se na odseku ni zgodila nobena prometna nesreča s hujšimi posledicami, se vsota skupnih stroškov na celotnem odseku ne spreminja.

### **6.2.4 Aplikacija modela v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-1/0241 – korak 1**

Na podlagi zbranih podatkov posameznega kritičnega dejavnika ceste in diagramov, ki so izpeljani v poglavju 5.1.1, so v preglednici 6.8 določene omejitve hitrosti za vsak kritični dejavnik ceste. S pomočjo enačbe 19 smo določili omejitve hitrosti na pododsekih 1 in 2.

Preglednica 6.8: Podatki in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu za posamezni kritični dejavnik ceste na odseku G1-1/0241 – pododsek 1

Table 6.8: Data and determination of speed limit in engineering approach for each critical factor on the road section G1-1/0241 – subsection 1

Kritični dejavnik ceste	Vrednost in opis kritičnega dejavnika ceste	Omejitev hitrosti kritičnega dejavnika ceste [km/h]
<b>1. Horizontalni potek ceste</b>		
povprečni radij krožnega loka $R$ [m]	909	90
<b>2. Širina vozišča in voznih pasov</b>		
povprečna širina vozišča $SV$ [m]	6,0	70
<b>3. Vrsta in širina bankine</b>		
vrsta bankine	utrjena	70
povprečna širina bankine $B$ [m]	$1,0 \leq B < 2,0$ m	
<b>4. Obcestni prostor</b>		
PLDP odseka [voz/dan]	7.206	90
povprečni naklon brežine (nasip) – smer 1	1:6 in manj	
povprečni naklon brežine (nasip) – smer 2	/	
povprečni naklon brežine (vkop) – smer 1	/	
povprečni naklon brežine (vkop) – smer 2	1:3 do 1:4	
povprečna širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir DTCZ [m] – smer 1	> 7,5	
povprečna širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir DTCZ [m] – smer 2	> 5,5	
<b>5. Preglednost</b>		
povprečna pregledna razdalja nad potekom ceste $Pz$ [m] – smer 1	> 122	90
povprečna pregledna razdalja nad potekom ceste $Pz$ [m] – smer 2	> 122	
<b>6. Priključki</b>		
dolžina odseka [m]	5100	90
število individualnih priključkov	11	
število skupinskih priključkov	6	
povprečna oddaljenost med priključki $S$ [m]	621	
<b>7. Stanje vozišča</b>		
povprečna vrednost torne sposobnosti $SN$	56	80

Z vstavitvijo podatkov v enačbo 19 za pododsek 1 dobimo naslednjo omejitev hitrosti  $V$  [km/h] v inženirskem pristopu:

$$V = 0,18 \times 90 + 0,18 \times 70 + 0,13 \times 70 + 0,18 \times 90 + 0,13 \times 90 + 0,13 \times 90 + 0,06 \times 80 = 83$$

Preglednica 6.9: Podatki in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu za posamezni kritični dejavnik ceste na odseku G1-1/0241 – pododsek 2

Table 6.9: Data and determination of speed limit in engineering approach for each critical factor on the road section G1-1/0241 – subsection 2

Kritični dejavnik ceste	Vrednost in opis kritičnega dejavnika ceste	Omejitev hitrosti kritičnega dejavnika ceste [km/h]
<b>1. Horizontalni potek ceste</b>		
povprečni radij krožnega loka $R$ [m]	1041	90
<b>2. Širina vozišča in vozni pasov</b>		
povprečna širina vozišča $SV$ [m]	6,0	70
<b>3. Vrsta in širina bankine</b>		
vrsta bankine	utrjena	70
povprečna širina bankine $B$ [m]	$1,0 \leq B < 2,0$ m	
<b>4. Obcestni prostor</b>		
PLDP odseka [voz/dan]	7.206	90
povprečni naklon brežine (nasip) – smer 1	1:6 in manj	
povprečni naklon brežine (nasip) – smer 2	/	
povprečni naklon brežine (vkop) – smer 1	/	
povprečni naklon brežine (vkop) – smer 2	1:3 do 1:4	
povprečna širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir DTCZ [m] – smer 1	> 7,5	
povprečna širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir DTCZ [m] – smer 2	> 5,5	
<b>5. Preglednost</b>		
povprečna pregledna razdalja nad potekom ceste $Pz$ [m] – smer 1	> 122	90
povprečna pregledna razdalja nad potekom ceste $Pz$ [m] – smer 2	> 122	
<b>6. Priključki</b>		
dolžina odseka [m]	1000	70
število individualnih priključkov	11	
število skupinskih priključkov	4	
povprečna oddaljenost med priključki $S$ [m]	161	
<b>7. Stanje vozišča</b>		
povprečna vrednost torne sposobnosti $SN$	51	80

Z vstavitvijo podatkov v enačbo 19 za pododsek 2 dobimo naslednjo omejitev hitrosti  $V$  [km/h] v inženirskem pristopu:

$$V = 0,18 \times 90 + 0,18 \times 70 + 0,13 \times 70 + 0,18 \times 90 + 0,13 \times 90 + 0,13 \times 70 + 0,06 \times 80 = 80$$

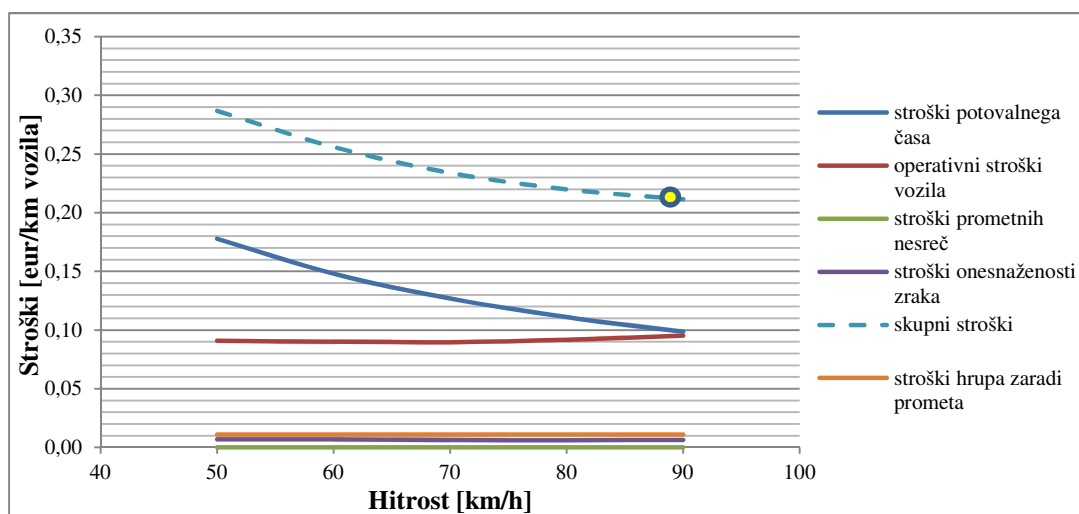
Tako v koraku 1 dobimo naslednjo omejitev hitrosti za pododsek 1 in pododsek 2, ki predstavlja zgornjo mejo:

Varna omejitev hitrosti v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-1/0241, od km 1.300 do km 6.400 (pododsek 1), je **83 km/h**.

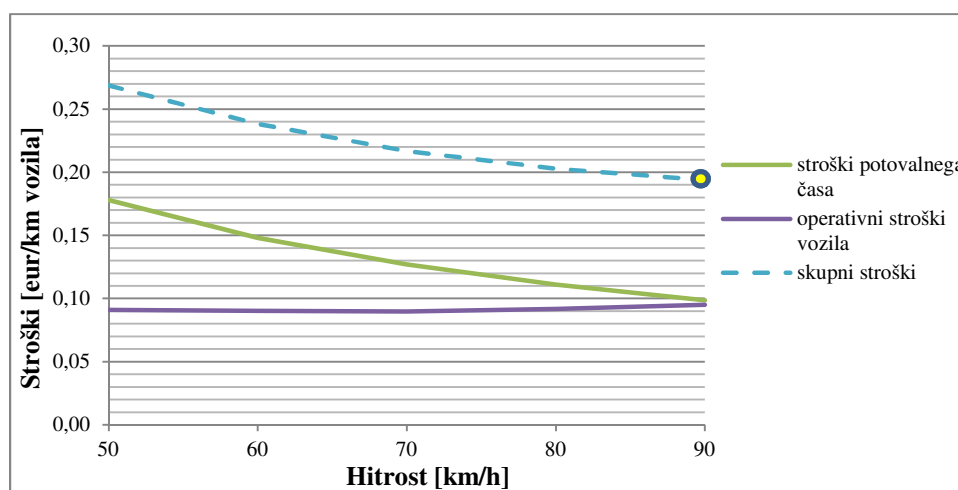
Varna omejitev hitrosti v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-1/0241, od km 6.400 do km 7.400 (pododsek 2), je **80 km/h**.

## 6.2.5 Aplikacija modela v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-1/0241 – korak 2

Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije so zbrani in prikazani v preglednici v prilogi D. S pomočjo izpeljanih enačb dobimo sledeče rezultate optimalne omejitve hitrosti v pristopu ekonomske optimizacije (vidik upravljavca ceste in vidik voznika).



Slika 6.7: Optimalna omejitev hitrosti z vidika upravljavca ceste za odsek državne ceste G1-1/0241  
Figure 6.7: Optimal speed limit from the road authority perspective for the road section G1-1/0241



Slika 6.8: Optimalna omejitev hitrost z vidika voznika za odsek državne ceste G1-1/0241  
Figure 6.8: Optimal speed limit from the driver perspective for the road section G1-1/0241

V koraku 2 dobimo naslednjo optimalno omejitev hitrosti:

Optimalna omejitev hitrosti v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-1/0241, od km 1.300 do km 7.400, je **90 km/h**, tako z vidika upravljavca ceste, kakor tudi z vidika voznika.

### **6.2.6 Primerjava med trenutno omejitvijo hitrosti in hitrostjo, ki je določena z modelom ter predlog omejitve hitrosti za odsek državne ceste G1-1/0241 – korak 3 → predlog**

V korakih 1 in 2 so določene naslednje omejitve hitrosti na odseku državne ceste državne ceste G1-1/0241, od km 1.300 do km 6.400 (pododsek 1):

- korak 1: zgornja meja omejitve hitrosti je **83 km/h**
- korak 2: optimalna omejitev hitrosti z vidika upravljavca ceste in z vidika voznika je **90 km/h**

V korakih 1 in 2 so določene sledeče omejitve hitrosti na odseku državne ceste državne ceste G1-1/0241, od km 6.400 do km 7.400 (pododsek 2):

- korak 1: zgornja meja omejitve hitrosti je **80 km/h**
- korak 2: optimalna omejitev hitrosti z vidika upravljavca ceste in z vidika voznika je **90 km/h**

Preglednica 6.10: Povzetek rezultatov in predlogi omejitve hitrosti za državno cesto G1-1/0241, od km 1.300 do km 6.400 – pododsek 1

Table 6.10: Summary of the results and proposals for speed limit on road section G1-1/0241, from km 1.300 to km 6.400 – subsection 1

Vidik upravljavca ceste	Vidik voznika
Korak 1 – 83 km/h	Korak 1 – 83 km/h
Korak 2 – 90 km/h	Korak 2 – 90 km/h
Trenutna omejitev hitrosti – 90 km/h oziroma 70 km/h v območju dveh križišč	Trenutna omejitev hitrosti – 90 km/h oziroma 70 km/h v območju dveh križišč
<b><u>Predlagana omejitev hitrosti:</u></b> <b>80 km/h na celotnem odseku ceste</b>	<b><u>Predlagana omejitev hitrosti:</u></b> <b>80 km/h na celotnem odseku ceste</b>
<b><u>Predlog:</u></b> <b>znižanje obstoječe omejitve hitrosti na celotnem pododseku 1; zvišanje omejitve hitrosti na 80 km/h tudi v križiščih</b>	<b><u>Predlog:</u></b> <b>znižanje obstoječe omejitve hitrosti na celotnem pododseku 1; zvišanje omejitve hitrosti na 80 km/h tudi v križiščih</b>

Preglednica 6.11: Povzetek rezultatov in predlogi omejitve hitrosti za državno cesto G1-1/0241, od km 6.400 do km 7.400 – pododsek 2

Table 6.11: Summary of the results and proposals for speed limit on road section G1-1/0241, from km 6.400 to km 7.400 – subsection 2

Vidik upravljavca ceste	Vidik voznika
Korak 1 – 80 km/h	Korak 1 – 80 km/h
Korak 2 – 90 km/h	Korak 2 – 90 km/h
Trenutna omejitev hitrosti – 70 km/h	Trenutna omejitev hitrosti – 70 km/h
<b><u>Predlagana omejitev hitrosti:</u></b> <b>80 km/h na celotnem odseku ceste</b>	<b><u>Predlagana omejitev hitrosti:</u></b> <b>80 km/h na celotnem odseku ceste</b>
<b><u>Predlog:</u></b> <b>zvišanje obstoječe omejitve hitrosti na 80 km/h in razširitev območja omejitve hitrosti do km 7.400</b>	<b><u>Predlog:</u></b> <b>zvišanje obstoječe omejitve hitrosti na 80 km/h in razširitev območja omejitve hitrosti do km 7.400</b>

**Komentar:** Omejitev hitrosti, ki smo jo določili v inženirskem pristopu (korak 1), je na pododseku 1 83 km/h, na pododseku 2 pa 80 km/h. Iz preglednic 6.8 in 6.9 lahko razberemo, da so skoraj vsi elementi ceste na obeh pododsekih identični, razen gostote priključkov. Zaradi tega kritičnega elementa je izračunana omejitev hitrosti v koraku 1 na pododseku 2 za 3 km/h nižja kot na pododseku 1. Optimalna omejitev hitrosti (korak 2) je na celotnem

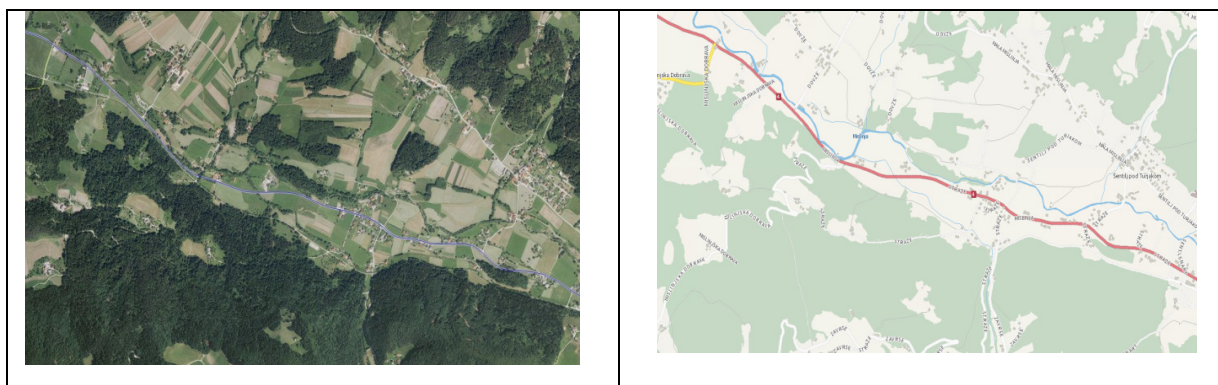
obravnavanem odseku ceste (pododseka 1 in 2) 90 km/h, tako z vidika voznika, kakor tudi z vidika upravljavca ceste.

Iz zgornjih rezultatov je razvidno, da se na celotnem obravnavanem odseku državne ceste G1-1/0241, najvišja dovoljena hitrost lahko omeji na največ 80 km/h. Pri tej hitrosti skupni stroški, ki nastanejo zaradi prometa, niso najmanjši, ne za upravljavca ceste, ne za voznika, vendar je to hitrost, s katero lahko zagotovimo ustrezen nivo prometne varnosti.

### 6.3 Državna cesta G1-4/1259 Sl. Gradec – Gornji Dolič (od km 6.500 do km 10.000)

#### 6.3.1 Opis odseka državne ceste G1-4/1259

Obravnavali smo 3,5 km dolg odsek državne ceste G1-4/1259 (od km 6.500 do km 7.400). Cesta poteka zunaj območja naselja, obravnavani del pa se začne v križišču z državno cesto R3-696/6904 in konča na začetku naselja Mislinja. Najvišja dovoljena hitrost je 90 km/h, razen v območju križišča v km 7.130 (180 m) ter od km 8.500 do km 9.500 (1000 m), kjer se nahaja območje z več objekti in priključki. Hitrost je s prometno signalizacijo tam omejena na 70 km/h.



Slika 6.9: Prikaz odseka državne ceste G1-4/1259, od km 6.500 do km 10.000  
Figure 6.9: The section of national road G1-4/1259, from km 6.500 to km 10.000

### **6.3.2 Vhodni podatki v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-4/1259**

Odsek državne ceste smo smiselno razdelili na dva homogena pododseka, in sicer:

- a) Pododsek 1: od km 6.500 do km 8.400
- b) Pododsek 2: od km 8.400 do km 10.000

Vhodni podatki za posamezen pododsek in kritične dejavnike ceste so zbrani in prikazani v preglednicah v prilogi D.

### **6.3.3 Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-4/1259**

V pristopu ekonomske optimizacije odseka ceste nismo obravnavati po pododsekih, saj je skupna višina stroškov odvisna predvsem od prometnih obremenitev oziroma deleža tovornih vozil ter števila prometnih nesreč s smrtnim izidom in hudo poškodovanimi oziroma številom smrtnih žrtev ter hudo poškodovanih. Ker se na odseku ni zgodila nobena prometna nesreča s hujšimi posledicami, se vsota skupnih stroškov na celotnem odseku ne spreminja.

### **6.3.4 Aplikacija modela v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-4/1259 – korak 1**

S pomočjo zbranih podatkov v inženirskem pristopu ter določitvijo varnih omejitev hitrosti za vsak kritični element ceste, smo določili omejitev hitrosti na pododsekih 1 in 2.



Preglednica 6.12: Podatki in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu za posamezni kritični dejavnik ceste na odseku G1-4/1259 – pododsek 1

Table 6.12: Data and determination of speed limit in engineering approach for each critical factor on the road section G1-4/1259 – subsection 1

Kritični dejavnik ceste	Vrednost in opis kritičnega dejavnika ceste	Omejitev hitrosti kritičnega dejavnika ceste [km/h]
<b>1. Horizontalni potek ceste</b>		
povprečni radij krožnega loka $R$ [m]	986	90
<b>2. Širina vozišča in voznih pasov</b>		
povprečna širina vozišča $ŠV$ [m]	6,0	70
<b>3. Vrsta in širina bankine</b>		
vrsta bankine	utrjena	70
povprečna širina bankine $B$ [m]	$1,0 \leq B < 2,0$ m	
<b>4. Obcestni prostor</b>		
PLDP odseka [voz/dan]	8.770	90
povprečni naklon brežine (nasip) – smer 1	1:6 in manj	
povprečni naklon brežine (nasip) – smer 2	1:6 in manj	
povprečni naklon brežine (vkop) – smer 1	/	
povprečni naklon brežine (vkop) – smer 2	/	
povprečna širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir DTCZ [m] – smer 1	> 7,5	
povprečna širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir DTCZ [m] – smer 2	> 7,5	
<b>5. Preglednost</b>		
povprečna pregledna razdalja nad potekom ceste $Pz$ [m] – smer 1	> 122	90
povprečna pregledna razdalja nad potekom ceste $Pz$ [m] – smer 2	> 122	
<b>6. Priključki</b>		
dolžina odseka [m]	1900	90
število individualnih priključkov	5	
število skupinskih priključkov	2	
povprečna oddaljenost med priključki $S$ [m]	633	
<b>7. Stanje vozišča</b>		
povprečna vrednost torne sposobnosti $SN$	43	60

S pomočjo izpeljane enačbe 19 za pododsek 1 dobimo naslednji rezultat oziroma omejitev hitrosti  $V$  [km/h] v inženirskem pristopu:

$$V = 0,18 \times 90 + 0,18 \times 70 + 0,13 \times 70 + 0,18 \times 90 + 0,13 \times 90 + 0,13 \times 90 + 0,06 \times 60 = 81$$

Preglednica 6.13: Podatki in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu za posamezni kritični dejavnik ceste na odseku G1-4/1259 – pododsek 2

Table 6.13: Data and determination of speed limit in engineering approach for each critical factor on the road section G1-4/1259 – subsection 2

Kritični dejavnik ceste	Vrednost in opis kritičnega dejavnika ceste	Omejitev hitrosti kritičnega dejavnika ceste [km/h]
<b>1. Horizontalni potek ceste</b>		
povprečni radij krožnega loka $R$ [m]	757	90
<b>2. Širina vozišča in voznih pasov</b>		
povprečna širina vozišča $ŠV$ [m]	6,0	70
<b>3. Vrsta in širina bankine</b>		
vrsta bankine	utrjena	70
povprečna širina bankine $B$ [m]	$1,0 \leq B < 2,0$ m	
<b>4. Obcestni prostor</b>		
PLDP odseka [voz/dan]	8.770	90
povprečni naklon brežine (nasip) – smer 1	1:6 in manj	
povprečni naklon brežine (nasip) – smer 2	1:6 in manj	
povprečni naklon brežine (vkop) – smer 1	/	
povprečni naklon brežine (vkop) – smer 2	/	
povprečna širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir DTCZ [m] – smer 1	> 7,5	
povprečna širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir DTCZ [m] – smer 2	> 7,5	
<b>5. Preglednost</b>		
povprečna pregledna razdalja nad potekom ceste $Pz$ [m] – smer 1	> 122	90
povprečna pregledna razdalja nad potekom ceste $Pz$ [m] – smer 2	> 122	
<b>6. Priključki</b>		
dolžina odseka [m]	1600	70
število individualnih priključkov	23	
število skupinskih priključkov	7	
povprečna oddaljenost med priključki $S$ [m]	138	
<b>7. Stanje vozišča</b>		
povprečna vrednost torne sposobnosti $SN$	48	60

S pomočjo izpeljane enačbe 19 za pododsek 2 dobimo naslednji rezultat oziroma omejitev hitrosti  $V$  [km/h] v inženirskem pristopu:

$$V = 0,18 \times 90 + 0,18 \times 70 + 0,13 \times 70 + 0,18 \times 90 + 0,13 \times 90 + 0,13 \times 70 + 0,06 \times 60 = 79$$

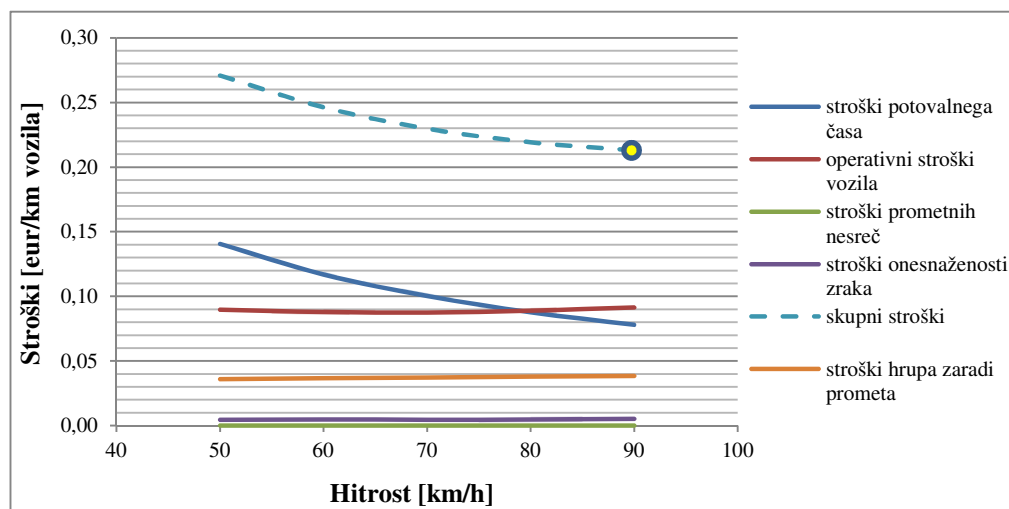
Tako v koraku 1 dobimo naslednjo omejitev hitrosti za pododsek 1 in pododsek 2, ki predstavlja zgornjo mejo:

Varna omejitev hitrosti v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-4/1259, od km 6.500 do km 8.400 (pododsek 1), je 81 km/h.

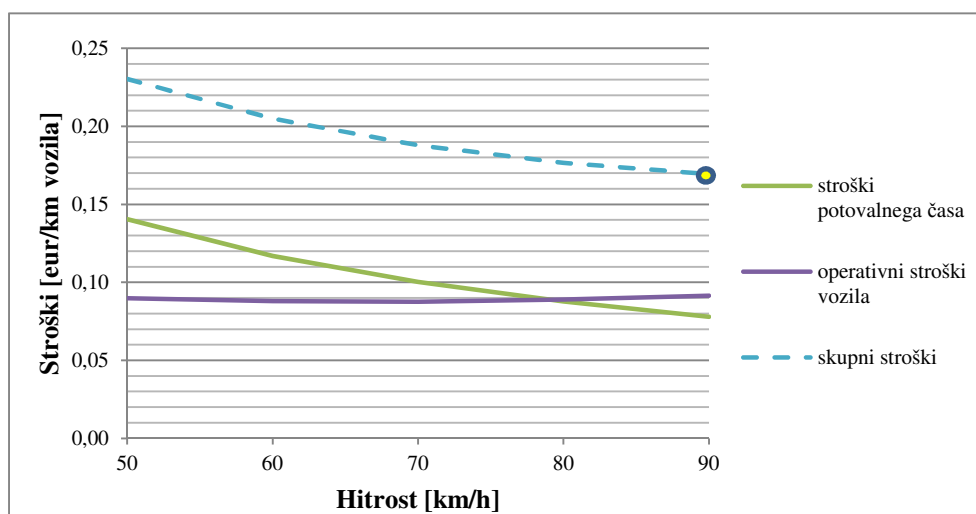
Varna omejitev hitrosti v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-4/1259, od km 8.400 do km 10.000 (pododsek 2), je **79 km/h**.

### 6.3.5 Aplikacija modela v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-4/1259 – korak 2

Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije so zbrani in prikazani v preglednici v prilogi D. S pomočjo izpeljanih enačb dobimo sledeče rezultate optimalne omejitve hitrosti v pristopu ekonomske optimizacije (vidik upravljavca ceste in vidik voznika).



Slika 6.10: Optimalna omejitev hitrost z vidika upravljavca ceste za odsek državne ceste G1-4/1259  
Figure 6.10: Optimal speed limit from the road authority perspective for the road section G1-4/1259



Slika 6.11: Optimalna omejitev hitrost z vidika voznika za odsek državne ceste G1-4/1259  
Figure 6.11: Optimal speed limit from the driver perspective for the road section G1-4/1259

V koraku 2 dobimo naslednjo optimalno omejitev hitrosti:

Optimalna omejitev hitrosti v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-4/1259, od km 6.500 do km 10.000, je **90 km/h**, tako z vidika upravljavca ceste, kakor tudi z vidika voznika.

### 6.3.6 Primerjava med trenutno omejitvijo hitrosti in hitrostjo, ki je določena z modelom ter predlog omejitve hitrosti za odsek državne ceste G1-4/1259 – korak 3 → predlog

V korakih 1 in 2 so določene naslednje omejitve hitrosti na odseku državne ceste državne ceste G1-4/1259, od km 6.500 do km 8.400 (pododsek 1):

- korak 1: zgornja meja omejitve hitrosti je **81 km/h**
- korak 2: optimalna omejitev hitrosti z vidika upravljavca ceste in z vidika voznika je **90 km/h**

V korakih 1 in 2 so določene naslednje omejitve hitrosti na odseku državne ceste državne ceste G1-4/1259, od km 8.400 do km 10.000 (pododsek 2):

- korak 1: zgornja meja omejitve hitrosti je **79 km/h**
- korak 2: optimalna omejitev hitrosti z vidika upravljavca ceste in z vidika voznika je **90 km/h**

*Preglednica 6.14: Povzetek rezultatov in predlogi omejitve hitrosti za državno cesto G1-4/1259, od km 6.500 do km 8.400 – pododsek 1*

*Table 6.14: Summary of the results and proposals for speed limit on road section G1-4/1259, from km 6.500 to km 8.400 – subsection 1*

Vidik upravljavca ceste	Vidik voznika
Korak 1 – 81 km/h	Korak 1 – 81 km/h
Korak 2 – 90 km/h	Korak 2 – 90 km/h
Trenutna omejitev hitrosti – 90 km/h	Trenutna omejitev hitrosti – 90 km/h
<b><u>Predlagana omejitev hitrosti:</u></b> <b>80 km/h na celotnem pododseku odseku ceste</b>	<b><u>Predlagana omejitev hitrosti:</u></b> <b>80 km/h na celotnem pododseku odseku ceste</b>
<b><u>Predlog:</u></b> <b>znižanje obstoječe omejitve hitrosti na 80 km/h na celotnem pododseku</b>	<b><u>Predlog:</u></b> <b>znižanje obstoječe omejitve hitrosti na 80 km/h na celotnem pododseku</b>

*Preglednica 6.15: Povzetek rezultatov in predlogi omejitve hitrosti za državno cesto G1-4/1259, od km 8.400 do km 10.000 – pododsek 2*

*Table 6.15: Summary of the results and proposals for speed limit on road section G1-4/1259, from km 8.400 to km 10.000 – subsection 2*

Vidik upravljavca ceste	Vidik voznika
Korak 1 – 79 km/h	Korak 1 – 79 km/h
Korak 2 – 90 km/h	Korak 2 – 90 km/h
Trenutna omejitev hitrosti – 70 km/h	Trenutna omejitev hitrosti – 70 km/h
<b><u>Predlagana omejitev hitrosti:</u></b> <b>80 km/h na celotnem odseku ceste</b>	<b><u>Predlagana omejitev hitrosti:</u></b> <b>80 km/h na celotnem odseku ceste</b>
<b><u>Predlog:</u></b> <b>zvišanje obstoječe omejitve hitrosti na 80 km/h na celotnem pododseku</b>	<b><u>Predlog:</u></b> <b>zvišanje obstoječe omejitve hitrosti na 80 km/h na celotnem pododseku</b>

**Komentar:** Omejitev hitrosti, ki smo jo določili v inženirskem pristopu (korak 1), je na pododseku 1 81 km/h, na pododseku 2 pa 79 km/h. Iz preglednic 6.12 in 6.13 lahko razberemo, da so skoraj vsi elementi ceste na obeh pododsekih identični, razen gostote priključkov. Zaradi tega kritičnega elementa je izračunana omejitev hitrosti v koraku 1 na pododseku 2 za 2 km/h nižja kot na pododseku 1. Optimalna omejitev hitrosti (korak 2) je na celotnem obravnavanem odseku ceste (pododseka 1 in 2) 90 km/h, tako z vidika voznika, kakor tudi z vidika upravljavca ceste.

Iz zgornjih rezultatov je razvidno, da se na celotnem obravnavanem odseku državne ceste G1-1/0241, najvišja dovoljena hitrost lahko omeji na največ 80 km/h. Pri tej hitrosti skupni stroški, ki nastanejo zaradi prometa, niso najmanjši, ne za upravljavca ceste, ne za voznika, vendar je to hitrost, s katero lahko zagotovimo ustrezen nivo prometne varnosti.

## **6.4 Državna cesta G1-2/1290 Sl. Bistrica - Pragersko (od km 0.000 do km 3.600)**

### **6.4.1 Opis odseka državne ceste G1-2/1290**

Obravnavali smo 3,6 km dolg odsek državne ceste G1-2/1290 (od km 0.000 do km 3.600). Cesta poteka zunaj območja naselja, obravnavani del pa se začne v križišču s priključkom avtoceste A1 in konča v območju križišča z občinsko cesto za naselje Pragersko. Najvišja dovoljena hitrost je 90 km/h, razen v območju križišč. Hitrost je s prometno signalizacijo tam omejena na 70 km/h.



Slika 6.12: Prikaz odseka državne ceste G1-2/1290, od km 0.000 do km 3.600  
Figure 6.12: The section of national road G1-2/1290, from km 0.000 to km 3.600

#### 6.4.2 Vhodni podatki v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-2/1290

Predmetnega odseka državne ceste G1-2/1290 ni smiselno razdeliti na pododseke, zato ga bomo obravnavali kot enega. Vhodni podatki za odsek in kritične dejavnike ceste so zbrani in prikazani v preglednicah v prilogi D.

#### 6.4.3 Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-2/1290

Na obravnavanem odseku državne ceste se je v letu 2013 zgodila ena prometna nesreča, v kateri je bila ena oseba hudo poškodovana.

Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-2/1290 so zbrani v prilogi D.

#### 6.4.4 Aplikacija modela v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-2/1290 – korak 1

S pomočjo zbranih podatkov v inženirskem pristopu ter določitvijo varnih omejitev hitrosti za vsak kritični element ceste smo s pomočjo enačbe 19 določili omejitve hitrosti na odseku državne ceste G1-2/1290.

Preglednica 6.16: Podatki in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu za posamezni kritični dejavnik ceste na odseku G1-2/I290

Table 6.16: Data and determination of speed limit in engineering approach for each critical factor on the road section G1-2/I290

Kritični dejavnik ceste	Vrednost in opis kritičnega dejavnika ceste	Omejitev hitrosti kritičnega dejavnika ceste [km/h]
<b>1. Horizontalni potek ceste</b>		
povprečni radij krožnega loka $R$ [m]	1045	90
<b>2. Širina vozišča in voznih pasov</b>		
povprečna širina vozišča $ŠV$ [m]	7,0	90
<b>3. Vrsta in širina bankine</b>		
vrsta bankine	utrjena	70
povprečna širina bankine $B$ [m]	$1,0 \leq B < 2,0$ m	
<b>4. Obcestni prostor</b>		
PLDP odseka [voz/dan]	7.206	90
povprečni naklon brežine (nasip) – smer 1	1:6 in manj	
povprečni naklon brežine (nasip) – smer 2	1:6 in manj	
povprečni naklon brežine (vkop) – smer 1	/	
povprečni naklon brežine (vkop) – smer 2	/	
povprečna širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir DTCZ [m] – smer 1	> 7,5	
povprečna širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir DTCZ [m] – smer 2	> 7,5	
<b>5. Preglednost</b>		
povprečna pregledna razdalja nad potekom ceste $Pz$ [m] – smer 1	> 122	90
povprečna pregledna razdalja nad potekom ceste $Pz$ [m] – smer 2	> 122	
<b>6. Priključki</b>		
dolžina odseka [m]	3600	90
število individualnih priključkov	2	
število skupinskih priključkov	5	
povprečna oddaljenost med priključki $S$ [m]	667	
<b>7. Stanje vozišča</b>		
povprečna vrednost torne sposobnosti $SN$	57	80

S pomočjo izpeljane enačbe 19 dobimo omejitev hitrosti  $V$  [km/h] v inženirskem pristopu:

$$V = 0,18 \times 90 + 0,18 \times 90 + 0,13 \times 70 + 0,18 \times 90 + 0,13 \times 90 + 0,13 \times 90 + 0,06 \times 80 = 86$$

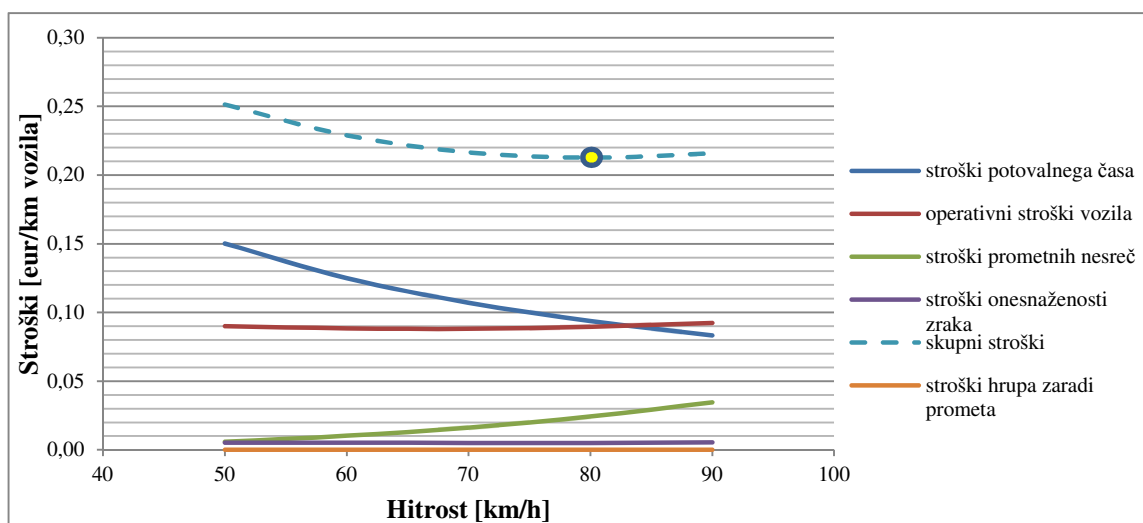
Tako v koraku 1 dobimo naslednjo omejitev hitrosti, ki predstavlja zgornjo mejo:

Varna omejitev hitrosti v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G1-2/I290, od km 0.000 do km 3.600, je 86 km/h.

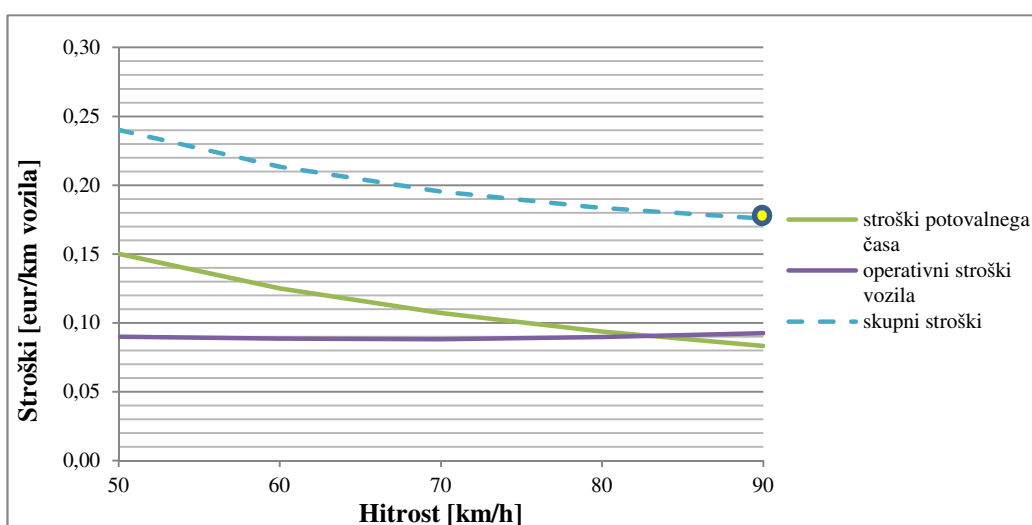


### 6.4.5 Aplikacija modela v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-2/1290 – korak 2

Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije so zbrani in prikazani v preglednici v prilogi D. S pomočjo izpeljanih enačb dobimo sledeče rezultate optimalne omejitve hitrosti v pristopu ekonomske optimizacije (vidik upravljavca ceste in vidik voznika).



Slika 6.13: Optimalna omejitev hitrosti z vidika upravljavca ceste za odsek državne ceste G1-2/1290  
Figure 6.13: Optimal speed limit from the road authority perspective for the road section G1-2/1290



Slika 6.14: Optimalna omejitev hitrost z vidika voznika za odsek državne ceste G1-2/1290  
Figure 6.14: Optimal speed limit from the driver perspective for the road section G1-2/1290

V koraku 2 dobimo naslednjo optimalno omejitev hitrosti:

Optimalna omejitev hitrosti v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G1-2/1290, od km 0.000 do 3.600, je z vidika upravljavca ceste **80 km/h**, z vidika voznika pa **90 km/h**.

#### **6.4.6 Primerjava med trenutno omejitvijo hitrosti in hitrostjo, ki je določena z modelom ter predlog omejitve hitrosti za odsek državne ceste G1-2/1290 – korak 3 → predlog**

V korakih 1 in 2 so določene naslednje omejitve hitrosti na odseku državne ceste državne ceste G1-2/1290, od km 0.000 do km 3.600:

- korak 1: zgornja meja omejitve hitrosti je **86 km/h**
- korak 2: optimalna omejitev hitrosti z vidika upravljavca ceste je **80 km/h**, z vidika voznika pa **90 km/h**

*Preglednica 6.17: Povzetek rezultatov in predlogi omejitve hitrosti za državno cesto G1-2/1290, od km 0.000 do km 3.600*

*Table 6.17: Summary of the results and proposals for speed limit on road section G1-2/1290, from km 0.000 to km 3.600*

Vidik upravljavca ceste	Vidik voznika
Korak 1 – 86 km/h	Korak 1 – 86 km/h
Korak 2 – 80 km/h	Korak 2 – 90 km/h
Trenutna omejitev hitrosti – 90 km/h oziroma 70 km/h v območju petih križišč	Trenutna omejitev hitrosti – 90 km/h oziroma 70 km/h v območju petih križišč
<b><u>Predlagana omejitev hitrosti:</u></b> <b>80 km/h na celotnem odseku ceste</b>	<b><u>Predlagana omejitev hitrosti:</u></b> <b>90 km/h na celotnem odseku ceste</b>
<b><u>Predlog:</u></b> znižanje omejitve hitrosti oziroma zvišanje omejitve hitrosti v območju vseh križišč, kjer je obstoječa omejitev hitrosti 70 km/h	<b><u>Predlog:</u></b> zvišanje omejitve hitrosti na vseh križiščih, kjer je obstoječa omejitev hitrosti 70 km/h

Komentar: Omejitev hitrosti, ki smo jo določili v inženirskem pristopu (korak 1), na obravnavanem odseku državne ceste G1-2/1290 znaša 86 km/h. Iz preglednice 6.16 lahko razberemo, da sta elementa, zaradi katerih je varna omejitev hitrosti nekoliko nižja, vrsta in širina bankine ter stanje vozišča. V koraku 2 sta določeni dve optimalni omejitvi hitrosti, in sicer z vidika upravljavca ceste je to 80 km/h, z vidika voznika pa 90 km/h. Razlog za različni omejitvi v tem koraku so stroški, ki so povezani s prometnimi nesrečami. Ker za voznika ti stroški niso relevantni, je zanj optimalna omejitev hitrosti 90 km/h.

Ker mora upravljavec ceste na cestnem omrežju zagotavljati ustrezen nivo prometne varnosti, hkrati pa poskrbeti, da so stroški, ki nastanejo zaradi prometa, za družbo najnižji, je predlagana omejitev hitrosti na obravnavanem odseku ceste 80 km/h. Ker pa vozniki omejitve hitrosti, ki se postavlja zaradi okoljskih vidikov ali prometnih nesreč, ne prepoznajo, samo postavitve prometne signalizacije za omejitev hitrosti, ni ustrezna rešitev. V tem primeru se predlaga, da se sanira lokacije, kjer prihaja do prometnih nesreč s hujšimi posledicami (ureditev ustreznih ukrepov). V tem primeru bi se hitrost lahko omejila na 90 km/h na celotnem obravnavanem odseku ceste.

## **6.5 Državna cesta G2-105/0256 Novo mesto - Metlika (od km 2.000 do km 4.200)**

### **6.5.1 Opis odseka državne ceste G2-105/0256**

Obravnavali smo 2,2 km dolg odsek državne ceste G2-102/0256 (od km 2.000 do km 4.200). Cesta poteka zunaj območja naselja, obravnavani del odseka ceste pa se začne na koncu naselja Novo mesto in konča na začetku naselja Dolnja Težka Voda. Najvišja dovoljena hitrost na celotnem obravnavanem delu odseka je 90 km/h.



*Slika 6.15: Prikaz odseka državne ceste G2-105/0256 od km 2.000 do km 4.200*  
*Figure 6.15: The section of national road G2-105/0256, from km 2.000 to km 4.200*

### **6.5.2 Vhodni podatki v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G2-105/0256**

Predmetnega odseka državne ceste G2-105/0256 ni smiselno razdeliti na pododseke, zato ga bomo obravnavali kot enega.

Vhodni podatki za odsek in kritične dejavnike ceste so zbrani in prikazani v preglednicah v prilogi D.

### **6.5.3 Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G2-105/0256**

V pristopu ekonomske optimizacije odseka ceste nismo obravnavati po pododsekih, saj je skupna višina stroškov odvisna predvsem od prometnih obremenitev oziroma deleža tovornih vozil ter števila prometnih nesreč s smrtnim izidom in hudo poškodovanimi oziroma številom smrtnih žrtev ter hudo poškodovanih. Na obravnavanem odseku ceste se je v letu 2013 zgodila ena prometna nesreča, v kateri sta bili dve osebi huje poškodovani. Prometna nesreča se je zgodila v km 2.230.

## 6.5.4 Aplikacija modela v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G2-105/0256 – korak 1

Na podlagi zbranih podatkov posameznega kritičnega dejavnika ceste in diagramov, ki so izpeljani v poglavju 5.1.1, so v preglednici 6.18 določene omejitve hitrosti za vsak kritični dejavnik ceste. S pomočjo enačbe 19 smo določili omejitev hitrosti celoten obravnavan odsek državne ceste G2-105/0256.

*Preglednica 6.18: Podatki in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu za posamezni kritični dejavnik ceste na odseku G2-105/0256*

*Table 6.18: Data and determination of speed limit in engineering approach for each critical factor on the road section G2-105/0256*

Kritični dejavnik ceste	Vrednost in opis kritičnega dejavnika ceste	Omejitev hitrosti kritičnega dejavnika ceste [km/h]
<b>1. Horizontalni potek ceste</b>		
povprečni radij krožnega loka $R$ [m]	355	90
<b>2. Širina vozišča in voznih pasov</b>		
povprečna širina vozišča $\bar{S}_V$ [m]	7,0	90
<b>3. Vrsta in širina bankine</b>		
vrsta bankine	utrjena	70
povprečna širina bankine $B$ [m]	$1,0 \leq B < 2,0$ m	
<b>4. Obcestni prostor</b>		
PLDP odseka [voz/dan]	4.433	70 ali 80
povprečni naklon brežine (nasip) – smer 1	/	
povprečni naklon brežine (nasip) – smer 2	1:6 do 1:4	
povprečni naklon brežine (vkop) – smer 1	1:6 do 1:4	
povprečni naklon brežine (vkop) – smer 2	/	
povprečna širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir DTCZ [m] – smer 1	$\geq 5,5$	
povprečna širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir DTCZ [m] – smer 2	$> 8,0$	
<b>5. Preglednost</b>		
povprečna pregledna razdalja nad potekom ceste $P_z$ [m] – smer 1	$> 122$	90
povprečna pregledna razdalja nad potekom ceste $P_z$ [m] – smer 2	$> 122$	
<b>6. Priključki</b>		
dolžina odseka [m]	2200	80
število individualnih priključkov	3	
število skupinskih priključkov	8	
povprečna oddaljenost med priključki $S$ [m]	255	
<b>7. Stanje vozišča</b>		
povprečna vrednost torne sposobnosti $SN$	42	60

S pomočjo izpeljane enačbe 19, dobimo naslednja rezultata oziroma dve omejitvi hitrosti  $V_1$  [km/h] in  $V_2$  [km/h] v inženirskem pristopu (zaradi dveh možnih omejitev hitrosti pri obcestnem prostoru):

$$V_1 = 0,18 \times 90 + 0,18 \times 90 + 0,13 \times 70 + 0,18 \times 70 + 0,13 \times 90 + 0,13 \times 80 + 0,06 \times 60 = 80$$

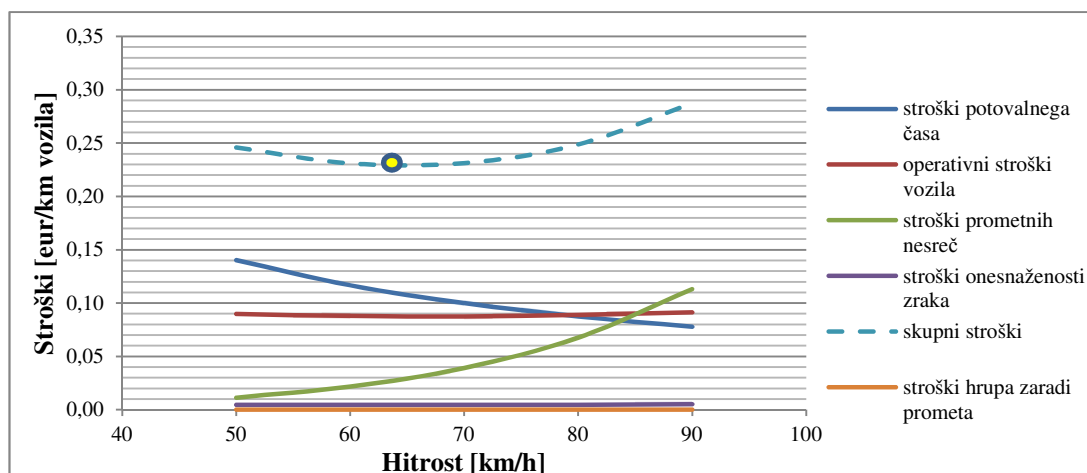
$$V_2 = 0,18 \times 90 + 0,18 \times 90 + 0,13 \times 70 + 0,18 \times 80 + 0,13 \times 90 + 0,13 \times 80 + 0,06 \times 60 = 82$$

Tako v koraku 1 dobimo naslednji omejitvi hitrosti za pododsek 1 in pododsek 2, ki predstavljata zgornji meji:

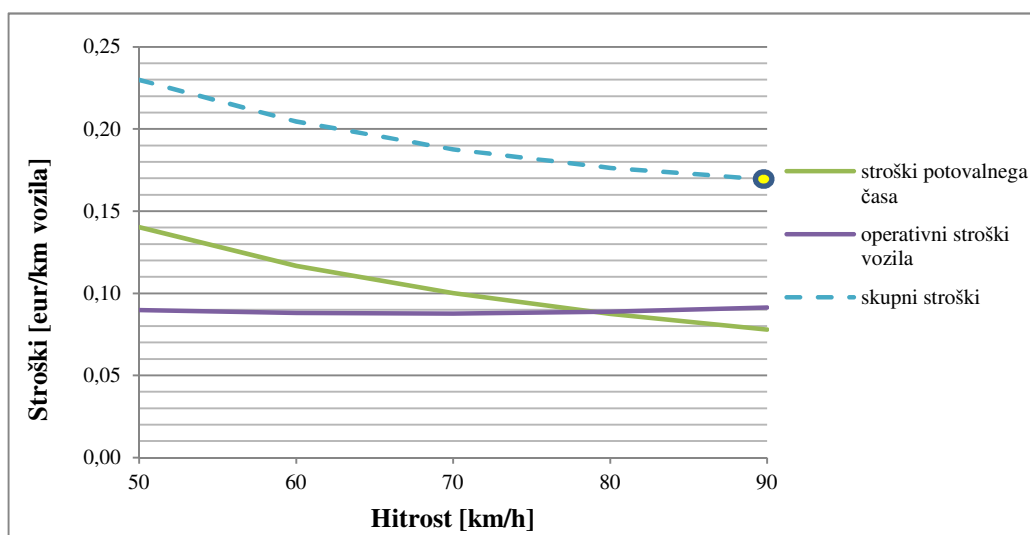
Varna omejitev hitrosti v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G2-105/0256, od km 2.000 do km 4.200, je **80 ali 82 km/h**.

### **6.5.5 Aplikacija modela v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G2-105/0256 – korak 2**

Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije so zbrani in prikazani v preglednici v prilogi D. S pomočjo izpeljanih enačb dobimo sledeče rezultate optimalne omejitve hitrosti v pristopu ekonomske optimizacije (vidik upravljavca ceste in vidik voznika).



Slika 6.16: Optimalna omejitev hitrost z vidika upravljavca ceste za odsek državne ceste G2-105/0256  
Figure 6.16: Optimal speed limit from the road authority perspective for the road section G2-105/0256



Slika 6.17: Optimalna omejitev hitrost z vidika voznika za odsek državne ceste G2-105/0256  
Figure 6.17: Optimal speed limit from the driver perspective for the road section G2-105/0256

V koraku 2 dobimo naslednjo optimalno omejitev hitrosti:

Optimalna omejitev hitrosti v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G2-105/0256, od km 2.000 do km 4.200, je z vidika upravljavca ceste **64 km/h**, z vidika voznika pa **90 km/h**.

### 6.5.6 Primerjava med trenutno omejitvijo hitrosti in hitrostjo, ki je določena z modelom ter predlog omejitve hitrosti za odsek državne ceste G2-105/0256 – korak 3 → predlog

V korakih 1 in 2 so določene naslednje omejitve hitrosti na odseku državne ceste državne ceste G2-105/0256, od km 2.000 do km 4.200:

- korak 1: zgornja meja omejitve hitrosti je **80 ali 82 km/h**
- korak 2: optimalna omejitev hitrosti z vidika upravljavca ceste je **64 km/h**, z vidika voznika pa **90 km/h**

*Preglednica 6.19: Povzetek rezultatov in predlogi omejitve hitrosti za državno cesto G2-105/0256, od km 2.000 do km 4.200*

*Table 6.19: Summary of the results and proposals for speed limit on road section G2-105/0256, from km 2.000 to km 4.200*

Vidik upravljavca ceste	Vidik voznika
Korak 1 – 80 ali 82 km/h	Korak 1 – 80 ali 82 km/h
Korak 2 – 64 km/h	Korak 2 – 90 km/h
Trenutna omejitev hitrosti – 90 km/h	Trenutna omejitev hitrosti – 90 km/h
<b><u>Predlagana omejitev hitrosti:</u></b> 60 km/h na celotnem odseku ceste	<b><u>Predlagana omejitev hitrosti:</u></b> 80 km/h na celotnem odseku ceste
<b><u>Predlog:</u></b> znižanje obstoječe omejitve hitrosti	<b><u>Predlog:</u></b> znižanje obstoječe omejitve hitrosti

**Komentar:** Omejitev hitrosti, ki smo jo določili v inženirskem pristopu (korak 1), na obravnavanem odseku državne ceste G2-105/0256 znaša 80 oziroma 82 km/h. Iz preglednice 6.18 lahko razberemo, da je element, zaradi katerega sta rezultata dva, obcestni prostor. Prav tako lahko ugotovimo, da je kritični element, zaradi katerega bi bila varna omejitev hitrosti celo 60 km/h, stanje vozišča.

V koraku 2 sta določeni dve optimalni omejitvi hitrosti, in sicer z vidika upravljavca ceste je to 64 km/h, z vidika voznika pa 90 km/h. Razlog za različni omejitvi v tem koraku so stroški,



ki so povezani s prometnimi nesrečami. Ker za voznika ti stroški niso relevantni, je zanj optimalna omejitev hitrosti 90 km/h.

Ker mora upravljavec ceste na cestnem omrežju zagotavljati ustrezen nivo prometne varnosti, hkrati pa poskrbeti, da so stroški, ki nastanejo zaradi prometa, za družbo najnižji, je predlagana omejitev hitrosti na obravnavanem odseku ceste 60 km/h. Ker pa vozniki omejitve hitrosti, ki se postavlja zaradi okoljskih vidikov ali prometnih nesreč, ne prepoznajo, samo postavitve prometne signalizacije za omejitev hitrosti, ni ustrezna rešitev. V tem primeru se predlaga, da se sanira lokacije, kjer prihaja do prometnih nesreč s hujšimi posledicami (ureditev ustreznih ukrepov). Hkrati bi bilo potrebno na celotnem odseku ceste izvesti preplastitev vozišča. V kolikor se ta dva ukrepa izvedeta, se hitrost na celotnem obravnavanem odseku ceste lahko omeji na 60 km/h.

## **6.6 Državna cesta G2-106/0261 Škofljica - Rašica (od km 0.140 do km 2.800)**

### **6.6.1 Opis odseka državne ceste G2-106/0261**

Obravnavali smo 2,66 km dolg odsek državne ceste G2-106/0261 (od km 0.140 do km 2.800). Cesta poteka zunaj območja naselja, obravnavani del pa se začne na koncu naselja Škofljica in konča na začetku naselja Pijava Gorica. Najvišja dovoljena hitrost je 90 km/h, razen v območjih križišča (v km 2.250 (170 m)), kjer je hitrost s prometno signalizacijo omejena na 60 km/h.



*Slika 6.18: Prikaz odseka državne ceste G2-106/0261, od km 0.140 do km 2.800*  
*Figure 6.18: The section of national road G2-106/0261, from km 0.140 to km 2.800*

### **6.6.2 Vhodni podatki v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G2-106/0261**

Predmetnega odseka državne ceste G2-106/0261 ni smiselno razdeliti na pododseke, zato ga bomo obravnavali kot enega.

Vhodni podatki za odsek in kritične dejavnike ceste so zbrani in prikazani v preglednicah v prilogi D.

### **6.6.3 Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G2-106/0261**

Na obravnavanem odseku državne ceste se v letu 2013 ni zgodila nobena prometna nesreča s hudo poškodovanimi udeležencem ali smrtnim izidom. Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G2-106/0261 so zbrani v prilogi D.

## 6.6.4 Aplikacija modela v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G2-106/0261 – korak 1

S pomočjo zbranih podatkov v inženirskem pristopu ter določitvijo varnih omejitev hitrosti za vsak kritični element ceste, smo s pomočjo enačbe 19 določili omejitev hitrosti na odseku državne ceste G2-106/0261.

*Preglednica 6.20: Podatki in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu za posamezni kritični dejavnik ceste na odseku G2-106/0261*

*Table 6.20: Data and determination of speed limit in engineering approach for each critical factor on the road section G2-106/0261*

Kritični dejavnik ceste	Vrednost in opis kritičnega dejavnika ceste	Omejitev hitrosti kritičnega dejavnika ceste [km/h]
<b>1. Horizontalni potek ceste</b>		
povprečni radij krožnega loka $R$ [m]	729	90
<b>2. Širina vozišča in vozni pasov</b>		
povprečna širina vozišča $\bar{S}_V$ [m]	7,4	90
<b>3. Vrsta in širina bankine</b>		
vrsta bankine	utrjena	70
povprečna širina bankine $B$ [m]	$1,0 \leq B < 2,0$ m	
<b>4. Obcestni prostor</b>		
PLDP odseka [voz/dan]	7.548	60
povprečni naklon brežine (nasip) – smer 1	1:6 in manj	
povprečni naklon brežine (nasip) – smer 2	1:6 in manj	
povprečni naklon brežine (vkop) – smer 1	/	
povprečni naklon brežine (vkop) – smer 2	/	
povprečna širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir DTCZ [m] – smer 1	> 5,0	
povprečna širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir DTCZ [m] – smer 2	> 5,0	
<b>5. Preglednost</b>		
povprečna pregledna razdalja nad potekom ceste $P_z$ [m] – smer 1	> 122	90
povprečna pregledna razdalja nad potekom ceste $P_z$ [m] – smer 2	> 122	
<b>6. Priključki</b>		
dolžina odseka [m]	2660	90
število individualnih priključkov	0	
število skupinskih priključkov	11	
povprečna oddaljenost med priključki $S$ [m]	242	
<b>7. Stanje vozišča</b>		
povprečna vrednost torne sposobnosti $SN$	45	60

S pomočjo izpeljane enačbe 19, dobimo naslednji rezultat oziroma omejitev hitrosti  $V$  [km/h] v inženirskem pristopu:

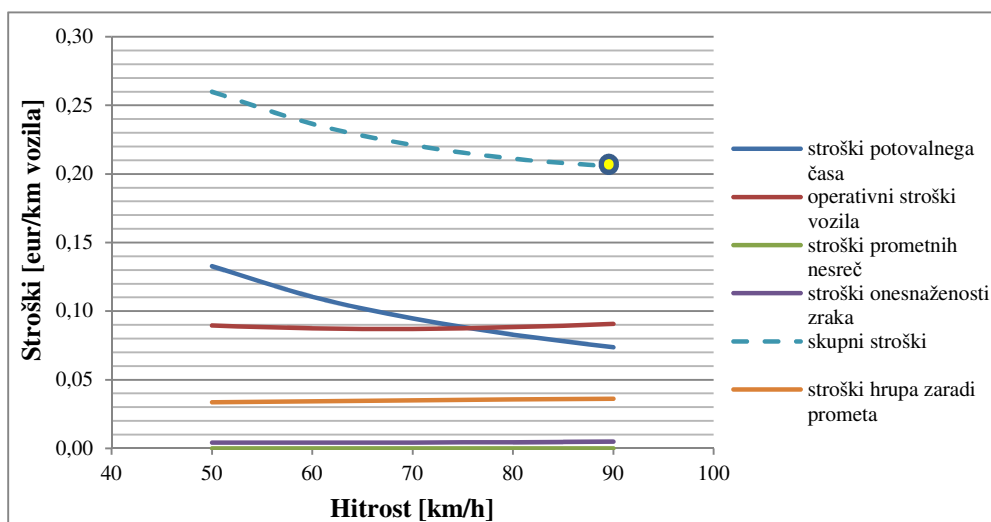
$$V = 0,18 \times 90 + 0,18 \times 90 + 0,13 \times 70 + 0,18 \times 60 + 0,13 \times 90 + 0,13 \times 90 + 0,06 \times 60 = 84$$

Tako v koraku 1 dobimo naslednjo omejitev hitrosti, ki predstavlja zgornjo mejo:

Varna omejitev hitrosti v inženirskem pristopu za odsek državne ceste G2-106/0261 od km 0.140 do km 2.800, je 84 km/h.

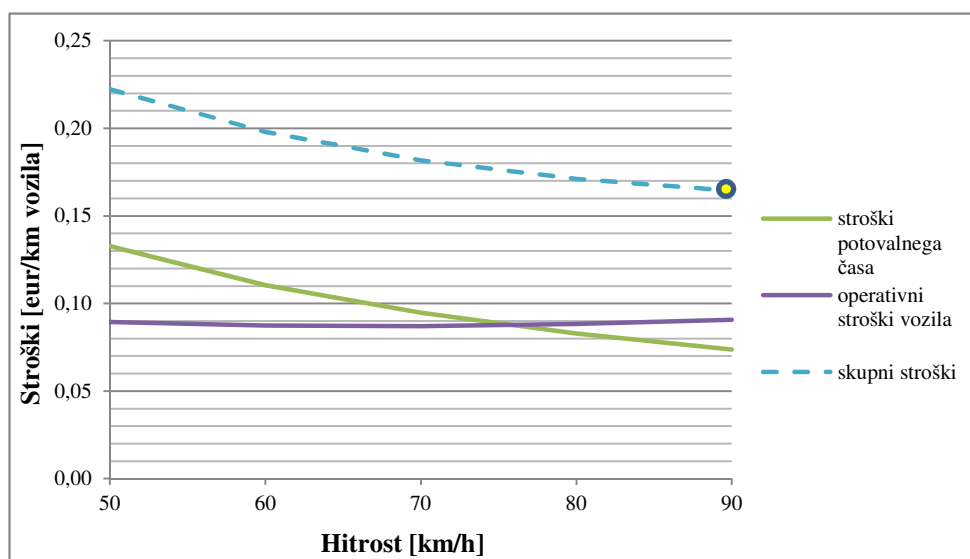
### 6.6.5 Aplikacija modela v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G2-106/0261 – korak 2

Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije so zbrani in prikazani v preglednici v prilogi D. S pomočjo izpeljanih enačb dobimo sledeče rezultate optimalne omejitve hitrosti v pristopu ekonomske optimizacije (vidik upravljavca ceste in vidik voznika).



Slika 6.19: Optimalna omejitev hitrosti z vidika upravljavca ceste za odsek državne ceste G2-106/0261

Figure 6.19: Optimal speed limit from the road authority perspective for the road section G2-106/0261



Slika 6.20: Optimalna omejitev hitrost z vidika voznika za odsek državne ceste G2-106/0261  
Figure 6.20: Optimal speed limit from the driver perspective for the road section G2-106/0261

V koraku 2 dobimo naslednjo optimalno omejitev hitrosti:

Optimalna omejitev hitrosti v pristopu ekonomske optimizacije za odsek državne ceste G2-106/0261, od km 0.140 do km 2.800, je **90 km/h**, tako z vidika upravljavca ceste, kakor tudi z vidika voznika.

### 6.6.6 Primerjava med trenutno omejitvijo hitrosti in hitrostjo, ki je določena z modelom ter predlog omejitve hitrosti za odsek državne ceste G2-106/0261 – korak 3 → predlog

V korakih 1 in 2 so določene naslednje omejitve hitrosti na odseku državne ceste državne ceste G2-106/0261, od km 0.140 do km 2.800:

- korak 1: zgornja meja omejitve hitrosti je **84 km/h**
- korak 2: optimalna omejitev hitrosti z vidika upravljavca ceste in z vidika voznika je **90 km/h**

Preglednica 6.21: Povzetek rezultatov in predlogi omejitve hitrosti za državno cesto G2-106/0261, od km 0.140 do km 2.800

Table 6.21: Summary of the results and proposals for speed limit on road section G2-106/0261, from km 0.140 to km 2.800

Vidik upravljavca ceste	Vidik voznika
Korak 1 – 84 km/h	Korak 1 – 84 km/h
Korak 2 – 90 km/h	Korak 2 – 90 km/h
Trenutna omejitev hitrosti – 90 km/h oziroma 60 km/h v območju križišča	Trenutna omejitev hitrosti – 90 km/h oziroma 60 km/h v območju križišča
<b><u>Predlagana omejitev hitrosti:</u></b> 80 km/h na celotnem odseku ceste	<b><u>Predlagana omejitev hitrosti:</u></b> 80 km/h na celotnem odseku ceste
<b><u>Predlog:</u></b> znižanje omejitve hitrosti iz 90 km/h na 80 km/h; zvišanje omejitve hitrosti na 80 km/h v območju križišča, kjer je obstoječa omejitev 60 km/h	<b><u>Predlog:</u></b> znižanje omejitve hitrosti iz 90 km/h na 80 km/h; zvišanje omejitve hitrosti na 80 km/h v območju križišča, kjer je obstoječa omejitev 60 km/h

**Komentar:** Omejitev hitrosti, ki smo jo določili v inženirskem pristopu (korak 1), je na celotnem obravnavanem odseku ceste 84 km/h. Iz preglednice 6.20 lahko razberemo, da sta kritična elementa ceste vrsta in širina bankine ter občestni prostor, zaradi neustreznosti katerega bi se morala hitrost na celotnem odseku ceste omejiti celo na 60 km/h. Optimalna omejitev hitrosti (korak 2) je na celotnem obravnavanem odseku ceste 90 km/h, tako z vidika voznika, kakor tudi z vidika upravljavca ceste.

Iz zgornjih rezultatov je razvidno, da se na celotnem obravnavanem odseku državne ceste G2-106/0261, najvišja dovoljena hitrost lahko omeji na največ 80 km/h. Pri tej hitrosti skupni stroški, ki nastanejo zaradi prometa, niso najmanjši, ne za upravljavca ceste, ne za voznika, vendar je to hitrost, s katero lahko zagotovimo ustrezen nivo prometne varnosti.

## 6.7 Ugotovitve in komentar rezultatov

V poglavju 6 smo s pomočjo modela za določitev omejitve hitrosti ovrednotili ustrezno omejitev hitrosti na glavnih državnih cestah I. in II. reda (G1 in G2 ceste). Obravnavali smo

šest odsekov državnih cest, ki potekajo po območju zunaj naselja. Na določenih odsekih cest smo le-te smiselno razdelili na pododseke, in sicer tako, da posamezen pododsek ni bil krajši od 500 m. S tem zagotovimo, da se omejitev hitrosti na daljšem odseku ceste ne spreminja pri vsakem kritičnem elementu ceste. Omejitve hitrosti smo določili na podlagi dveh pristopov, in sicer inženirskega ter pristopa ekonomske optimizacije, pri katerem smo upoštevali tudi dva vidika: vidik upravljavca ceste in vidik voznika. Naj pripomnimo, da smo v inženirskem pristopu upoštevali vse elemente ceste hkrati (enačba 19), saj bi v primeru, da bi za najvišjo možno omejitev hitrosti upoštevali vsak element posebej, dobili relativno nizke omejitve hitrosti na celotnem odseku ceste, kar lahko povzroči nekredibilne omejitve hitrosti. Določene omejitve hitrosti smo nato primerjali z obstoječimi omejitvami ter na koncu podali predloge za spremembo ali ohranitev obstoječe omejitve hitrosti.

V spodnji preglednici (preglednica 6.22) so prikazani rezultati na vseh šestih odsekih cest, za primerjavo pa je prikazana tudi obstoječa omejitev hitrosti na obravnavanih cestnih odsekih. Na koncu je podan predlog za omejitve hitrosti na vseh obravnavanih odsekih in pododsekih cest.

*Preglednica 6.22: Primerjava obstoječe omejitve hitrosti in omejitve hitrosti, ki smo jo določili z modelom (vsi obravnavani odseki državnih cest)*

*Table 6.22: Comparison of current speed limits and speed limits that are determined by model (all considered road sections)*

Odsek ceste	Trenutna omejitev hitrosti	Izračunana omejitev hitrosti v koraku 1 [km/h]	Izračunana omejitev hitrosti v koraku 2 [km/h]		Predlagana omejitev hitrosti – korak 3 [km/h]
			Vidik upravljavca ceste	Vidik voznika	
<b>G1-5/0336</b>	90 km/h (lokalna omejitev v območju križišča → 70 km/h)	<b>86</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
<b>G1-1/0241</b>	Pododsek 1: 90 km/h (lokalna omejitev hitrosti v območju križišč → 70 km/h)	<b>83</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>80</b>
	Pododsek 2: 70 km/h	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>80</b>
<b>G1-4/1259</b>	Pododsek 1: 90 km/h (lokalna omejitev hitrosti v območju križišča → 70 km/h)	<b>81</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>80</b>
	Pododsek 2: 70 km/h	<b>79</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>80</b>
<b>G1-2/1290</b>	90 km/h (lokalna omejitev v območju križišč → 70 km/h)	<b>86</b>	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>80</b>
<b>G2-105/0256</b>	90 km/h	<b>80 ali 82</b>	<b>64</b>	<b>90</b>	<b>60</b>
<b>G2-106/0261</b>	90 km/h (lokalna omejitev v območju križišča → 60 km/h)	<b>84</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>80</b>

Po pregledu vseh omejitev hitrosti, ki smo jih za vsak kritični element določili v inženirskem pristopu ugotavljamo, da sta v največ primerih elementa, zaradi katerih bi morala biti varna omejitev nižja od predlagane, vrsta in širina bankine ter stanje vozišča. V kolikor bi se hitrost omejila na podlagi posameznega elementa, bi bila najvišja možna varna omejitev hitrosti 70 km/h.

V pristopu ekonomske optimizacije so izračunane optimalne omejitve hitrosti višje od tistih, ki so določene v inženirskem pristopu. V vseh primerih je optimalna omejitev hitrosti za voznika 90 km/h, za upravljavca pa je omejitev hitrosti nižja v primeru, ko se je na tem odseku zgodila prometna nesreča s hudo poškodovanimi ali smrtnimi žrtvami. Ker mora upravljavec ceste strmetu k temu, da je na cestnem omrežju zagotovljen najvišji nivo prometne varnosti, bi bilo smiselno na teh odsekih izvesti dodatne ukrepe, s katerim bi lahko preprečili prometne nesreče s hujšimi posledicami (in ne samo omejiti hitrost).



Iz preglednice 6.22 lahko razberemo, da je predlagana omejitev hitrosti skoraj na vseh odsekih in pododsekih 80 km/h, razen v dveh primerih, ko je ta hitrost 90 km/h oziroma 60 km/h.

Prav tako ugotavljamo, da so na odsekih cest, ki so med seboj glede na karakteristike odseka, primerljivi, omejitve hitrosti različne. V večini primerov je najverjetneje prekratka tudi dolžina omejenih odsekov. Največkrat so to omejitve hitrosti v območju križišč. Glede na to, da gre v teh primerih za relativno kratke odseke (največkrat za dolžine manjše od 100 m), brez dodatnih ukrepov ali večjega nadzora, te omejitve vozniki v večini primerov verjetno ne upoštevajo. Ob tem naj pripomnimo, da je tudi nenehno spreminjanje omejitve hitrosti na krajših razdaljah, najverjetneje neustrezno in da v večini primerov vozniki teh omejitev hitrosti ne upoštevajo. Ker v nalogi teh predpostavk nismo ugotavljali, bi bilo smiselno naš model nadgraditi z dokazovanjem navedenih trditev.

## 7 ZAKLJUČEK

V nalogi je bil razvit model za določitev omejitve hitrosti na dvopasovnih cestah zunaj naselja, v katerem smo s pomočjo dosedanjih znanstvenih dognanj, raziskav ter strokovnih pojasnil, določili in upoštevali različne pristope ter perspektive, prav tako pa tudi vse lokalne pogoje in cije. Z namenom izpeljave enotnega postopka za določitev najprimernejše omejitve hitrosti na izbranem odseku ceste, smo v okviru naloge skušali odgovoriti na naslednja zastavljena vprašanja, ki smo jih zastavili v poglavju 1:

1. Kateri pristopi se v tujini in pri nas uporabljajo za določanje najprimernejše omejitve hitrosti na dvopasovnih cestah zunaj naselja ter kakšna je razlika med njimi?

V svetu se za določanje optimalne omejitve hitrosti uporablja predvsem pet glavnih pristopov oziroma filozofij, in sicer:

- inženirski pristop
- pristop voznikove izbire hitrosti
- pristop ekonomske optimizacije
- pristop zmanjšanja posledic
- pristop, kjer se omejitve hitrosti določi z računalniškim sistemom (Expert system)

Mogokrat se pri določitvi omejitve hitrosti upošteva tudi več pristopov hkrati, mi pa smo se v nalogi isredotočili le na tiste, ki jih je v svoji raziskavi določil Fildes, in sicer sta to inženirski pristop in pristop ekonomske optimizacije. Pri določitvi optimalne omejitve hitrosti smo upoštevali dva vidika: vidik cestnega organa in vidik voznika.

2. Kateri so pomembni dejavniki, ki lahko vplivajo na omejitev hitrosti na dvopasovnih cestah zunaj naselja in kakšen je njihov vpliv?

Pomembni dejavniki, ki lahko vplivajo na omejitev hitrosti na dvopasovnih cestah zunaj naselja, so odvisni od posameznega vidika. V nalogi smo upoštevali vidik upravljavca ceste in vidik voznika. Na podlagi izbranih vidikov smo v pristopu ekonomske optimizacije izbrali pet pomembnih dejavnikov, ki lahko vplivajo na izbor omejitve hitrosti na določenem odseku ceste. To so:

- čas potovanja
- operativni stroški vozila
- prometne nesreče
- hrup, ki nastane zaradi prometa
- onesnaženost zraka zaradi prometa

Optimalna omejitev hitrosti, ki je določena v tem koraku je tista, pri kateri so **skupni stroški za družbo najnižji**. Najnižje skupne stroške smo določili s pomočjo *Pareto optimalne rešitve*, saj ne obstaja omejitev hitrosti, pri kateri bi lahko za vse ključne dejavnike hkrati določili eno optimalno rešitev.

V inženirskem pristopu so bili določeni kritični dejavniki ceste in njihovi indikatorji. Pri določitvi najvišje možne omejitve hitrosti (varna omejitev hitrosti) je upoševati naslednje elemente ceste:

- horizontalni potek ceste (radij krožnega loka)
- prečni profil ceste (širina vozišča ter vrsta in širina bankine)
- obcestni prostor (širina obcestnega prostora brez stalnih fizičnih ovir)
- preglednost (pregledna razdalja nad potekom ceste)
- priključki (gostota in vrsta priključkov)
- stanje vozišča (torna sposobnost)

Na podlagi zvez med varno omejitvijo hitrosti in vrednostjo posameznega kritičnega dejavnika ceste ter močjo vpliva na hitrost in prometno varnost, smo v inženirskem prostupu izpeljali naslednjo enačbo, katere rezultat predstavlja **zgornjo mejo omejitve hitrosti** na izbranem odseku ceste:

$$V = 0,18 \times V_R + 0,18 \times V_{\check{S}V} + 0,13 \times V_B + 0,18 \times V_{DTCZ} + 0,13 \times V_{Pz} + 0,13 \times V_S + 0,06 \times V_{SN}$$

Pri tem naj poudarimo, da bi pri določitvi varne omejitve hitrosti na izbranem odseku ceste načeloma morali upoštevati vsak kritični dejavnik ceste posebej (s čimer bi zagotovili najvišji nivo prometne varnosti), vendar bi posledično v tem koraku zaradi enega elementa dobili tudi bistveno nižje omejitve hitrosti.

3. Kakšena struktura modela je primerna za določitev ustrezne omejitve hitrosti na dvopasovnih cestah zunaj naselja?

V nalogi razviti model je sestavljen iz treh korakov. V korakih 1 in 2 določimo najvišjo možno (varno) omejitev hitrosti, ki se jo izračuna glede na elemente ceste, geometrijo ceste in obcestni prostor ter optimalno omejitev hitrosti, pri kateri so skupni stroški, ki nastanejo zaradi prometa, najnižji. V tem koraku upoštevamo tako vidik upravljavca ceste, kakor tudi vidik voznika.

V koraku 3 se izvede primerjava med obstoječo omejitvijo hitrosti na danem delu odseka ceste in omejitvijo hitrosti, ki se jo določi v prvih dveh korakih. Rezultat je lahko sledeč:

- Rezultat 1: Znižanje trenutne omejitve hitrosti na izračunano omejitev hitrosti (izračunana omejitev hitrosti < obstoječa omejitev hitrosti)

- Rezultat 2: Obstoječa omejitev hitrosti se ne spremeni (izračunana omejitev hitrosti = obstoječa omejitev hitrosti oziroma je za  $\pm 5$  km/h višja ali nižja od izračunane omejitve hitrosti)
- Rezultat 3: Zvišanje omejitve hitrosti na izračunano omejitev hitrosti (izračunana omejitev hitrosti > obstoječa omejitev hitrosti)

4. Katera merila so potrebna za izbiro ustreznega odseka ceste za preizkus zastavljenega modela ter kako se zbrani podatki ocenjujejo in vrednotijo?

V praksi bi lahko model načeloma uporabili in preizkusili na vseh odsekih cest zunaj naselja (tudi R1, R2 in R3 ceste). Ker pa predvidevamo, da elementi in geometrija ceste ter obcetni prostor na G1 in G2 cestah (poleg avtocest), omogočajo in zagotavljajo višje varne hitrosti, smo želeli preveriti, ali velja, da je z najvišjo zakonsko določeno omejitvijo hitrosti, to je 90 km/h, na obravnavanih odsekih še vedno zagotovljena dovolj visoka raven prometne varnosti. Ugotovili smo, da je glede na tehnične elemente ceste, najvišja varna omejitev hitrosti skoraj na vseh obravnavanih odsekih cest 80 km/h (razen na enem odseku ceste, kjer je varna omejitev hitrosti lahko 90 km/h). Pri tem naj poudarimo, da smo v nalogi namenoma izbrali odseke cest z boljšimi karakteristikami, saj predvidevamo, da imajo ostale ceste, ki so nižjega ranga, tudi slabše elemente, posledično pa bi verjetno z modelom izračunali tudi nižje varne omejitve hitrosti.

Ko imamo zbrane vse podatke, ki jih potrebujemo za določitev ustrezne omejitve hitrosti na določenem odseku ceste, s pomočjo algoritmov in enačbe 19, ki so izpeljani v poglavju 5, določimo varno omejitve hitrosti v inženirskem pristopu, ki predstavlja zgornjo mejo omejitve hitrosti (korak 1). V pristopu ekonomske optimizacije (korak 2) smo s pomočjo povezav hitrosti posameznih dejavnikov in stroški, v programu Microsoft Excel izpeljali

enačbe, s katerimi lahko določimo optimalno omejitev hitrosti na določenem odseku ceste (hitrost, pri kateri so skupni stroški za družbo najnižji).

Ugotovitve in predlogi:

1. Kljub temu, da smo razvili enoten model za določanje omejitve hitrosti na odsekih cest zunaj naselja in da so rezultati pričakovani, je potrebno poudariti, da bi se morala naloga v nadaljevanju nadgraditi tudi z meritvami in ustreznimi statističnimi metodami. V nalogi smo namreč uporabili nekaj predpostavk in rezultatov tujih raziskav, ne vemo pa, ali te povezave in vrednosti veljajo tudi za slovensko cestno omrežje in voznike.
2. Z nadgradnjo modela bi lahko le-tega uporabili tudi v praksi, saj bi upravljavcem cest lahko služil kot podlaga za določitev najbolj primerne omejitve hitrosti na določenem odseku ceste.
3. Na nivoju države bi bilo potrebno čim prej pristopiti k izdaji smernic oziroma navodil v zvezi s postopkom določanja najbolj primerne omejitve hitrosti na izbranem odseku ceste, kot je to praksa v nekaterih razvitejših državah.
4. Na podlagi naše naloge ter podrobnejših raziskav, strokovnih pojasnil in utemeljitev, bi bilo smiselno razmisliti o uvedbi nižje najvišje dovoljene hitrosti na cestah, ki potekajo zunaj območja naselja, in sicer na 80 km/h. Razloga za to sta predvsem dva:
  - Zdajšnja zakonodaja določa razmeroma visoko najvišjo dovoljeno hitrost na odsekih cest, ki potekajo zunaj območja naselja (90 km/h). Skoraj z gotovostjo lahko trdimo, da glede na obstoječe elemente in geometrijo ceste ter občestni prostor, ta hitrost na večini odsekov cest ne zagotavlja dovolj visok nivo prometne varnosti.

V praksi se prometna signalizacija za omejitev hitrosti na 80 km/h na državnih cestah (razen avtocestah), ne uporablja. Z znižanjem splošne omejitve hitrosti iz 90 km/h na 80 km/h, bi se izognili večjemu številu potrebnih prometnih znakov posledično pa bi s tem lahko dosegli dosledno upoštevanje in razumevanje prometnih predpisov s strani voznikov.

## 8 POVZETEK

Trenutno v Sloveniji ni razvitega enotnega in celostnega pristopa oziroma modela za določitev najbolj primerne omejitve hitrosti na določenem delu odseka ceste zunaj območja naselja, kjer bi se upoštevali vsi pomembni dejavniki (dejavniki, ki so pri določanju omejitve hitrosti odvisni od izbranega pristopa). Hitrosti na cestah bi se morale omejevati na osnovi strokovno izdelane presoje, v kateri se določijo in upoštevajo vsi dejavniki oziroma faktorji, ki kakorkoli vplivajo na hitrost vozil in prometno varnost, pri tem pa je potrebno upoštevati tudi vse lokalne pogoje in cilje. Pri določanju omejitve hitrosti se mora vzpostaviti razumno ravnovesje med tveganjem (prometno varnostjo) in časom potovanja (prepustnostjo, mobilnostjo) glede na vrsto in funkcijo ceste, pri tem pa je potrebno upoštevati tudi interese prometnih inštitucij, potrebe uporabnikov cest, kakor tudi želje okoliških prebivalcev. Zavedati se je potrebno, da za določitev najbolj primerne omejitve hitrosti na določenem odseku ceste ne obstaja formula, v kateri bi lahko zajeli in upoštevali prav vse navedene dejavnike.

V nalogi smo predlagali model za določitev najbolj primerne omejitve hitrosti na odsekih cest zunaj naselja. Le-ta predvideva tri korake, in sicer:

- Korak 1: Določitev najvišje možne oziroma zgornje meje omejitve hitrosti glede na lastnosti ceste – inženirski pristop;
- Korak 2: Izračun optimalne omejitve hitrosti – pristop ekonomske optimizacije;
- Korak 3: Primerjava obstoječe omejitve hitrosti na danem delu odseka ceste z omejitvijo hitrosti, ki se jo določi v prvih dveh korakih.

Na podlagi znanstveno dokazanih povezav med varno omejitvijo hitrosti in posameznim kritičnim elementom ceste smo izpeljali enačbo, s pomočjo katere smo iz pridobljenih podatkov o elementih in geometriji ceste ter obcestnem prostoru, izračunali varno omejitev hitrosti na izbranem odseku ceste. Izračunana omejitev hitrosti predstavlja zgornjo mejo

omejitve hitrosti na danem odseku ceste (varna omejitev hitrosti). Pri določitvi optimalne omejitve hitrosti smo upoštevali več dejavnikov, ki so povezani s stroški: potovanja, kakovosti zraka (onesnaženost zraka z izpušnimi plini) in podnebnimi spremembami, prometno varnostjo ter emisijami hrupa. V programu Microsoft Excel smo razmerja izrazili z enačbami ter določili stroške kot funkcijo omejitve hitrosti. Omejitev hitrosti, kjer so ti stroški najnižji, velja za optimalno omejitev hitrosti na izbranem odseku ceste.

Rezultat obeh pristopov predstavlja najbolj primerno omejitev hitrosti na izbranem odseku ceste, ki se ga na koncu primerja z obstoječo omejitvijo hitrosti ter predlaga ustrezne ukrepe.



## 9 SUMMARY

Currently in Slovenia we do not have unified and integrated approach or model to determine the most appropriate speed limit on a section of the road, which would take into account all relevant factors (factors when setting speed limits depend on the selected approach). Speed limits should be set on the basis of expert assessment, with taken into account all the factors that in any way affect the speed of vehicles and road safety. But it is necessary to consider all local conditions and objectives. When setting the speed limit we must establish a reasonable balance between risk (road safety) and travel time (permeability, mobility) according to the type and function of the road. It is necessary to consider the interests of the road and transport institutions, the needs of road users, as well as the wishes of local residents. We should be aware, that there is no common formula to determine the most appropriate speed limit on a given road section, while taken into account all these factors together.

In this thesis we proposed a model to determine the most appropriate speed limit on a given section of the main road in rural area (G1 and G2 road). It has three steps:

- Step 1: Determination of the maximum but still safe speed limit depend on the characteristics of the road - engineering approach;
- Step 2: Calculation of the optimal speed limit - economic optimization approach;
- Step 3: Comparison of current speed limit with a speed limit, which is determined in first two steps.

On the basis of scientifically established correlation between safe speed limit and each critical element of the road, we derived the equation. From the obtained data of the elements and the geometry of the road and roadside area, we calculate a safe speed limit on a selected road section. Calculated speed limit represents the upper bound limit on a selected road section (safe speed limit). When determining the optimal speed limit, we considered a number of factors that are associated with the costs: travel, air quality (air pollution from exhaust

gases) and climate change, road safety and noise emissions. In Microsoft Excel we expressed the relationships with the equations and we determine costs as a function of the speed limit. The speed limit with the lowest costs, applies to be the optimal speed limit on a selected road section.

The result of both approaches is the most appropriate speed limit on a selected road section. At the end we compared the result with the existing speed limit and we proposed appropriate measures.

## VIRI

Aarts, L., Van Schagen, I. N. L. G. 2006. Driving speed and the risk of road crashes. *Accident Analysis & Prevention*, 38, 2: 215-224. doi: 10.1016/j.aap.2005.07.004.

Aarts, L. T in Van Nes, C. N. 2007. Een helpende hand bij snelheden beleidgericht op veiligheid en geloofwaardigheid. Leidschendam. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV: 85 f.

<http://www.rovl.nl/IManager/Download/357/12907/2978/88503/NL.pdf> (Pridobljeno 12.9.2014)

Aarts, L. Houtenbos, M. Weller, G. Laurensbyn, A. Svensson, A. Dietze, M. 2011. ERASER. Evaluation to Realise a common Approach to Self-explaining European Roads. Road Authority Pilot and Feasibility Study. Report No. WP03-03 and WP04-04. ERA-NET ROAD: 94 f.

[http://eranetroad.org/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&grid=314&Itemid=53.pdf](http://eranetroad.org/index.php?option=com_docman&task=doc_download&grid=314&Itemid=53.pdf) (Pridobljeno 30.9.2014)

Ajzen, I. 1985. From intentions to actions: a theory of planned behavior. *Action control: From cognition to behavior*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag: 11-39.

Andersen, B. 2003. Stojudsenselse fra biler pa vejnettet. Lyngby. Denmarks Transport Forsking.. Report 2: 62 f.

<http://www.transport.dtu.dk/~media/Institutter/Transport/forskning/publikationer/publikationer%20dtf/2003/rap0203.ashx> (Pridobljeno 4.10.2014)

Bennett, C. R. 1994. Speed Prediction Model for Rural Two-Lane Highways. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in

Engineering. Auckland, New Zealand. Department of Civil Engineering. The University of Auckland: 476 f.

[http://lpcb.org/index.php/component/docman/doc\\_view/510-1994-a-speed-perdiction-model-for-rural-two-lane-highways?Itemid=32.pdf](http://lpcb.org/index.php/component/docman/doc_view/510-1994-a-speed-perdiction-model-for-rural-two-lane-highways?Itemid=32.pdf) (Pridobljeno 28.9.2014)

Brewer, N., Wilson, C. 1995. Psychology and Policing. Fildes, B. Driver Behaviour and Road Safety. Psychology and Policing. Hillsdale. Monarch University accident Research Centre. LEA: 31-62.

Chandra, S., Kumar, P. 1996. Effect of Shoulder Condition on Highway Capacity. Proceedings International Seminar on Civil Engineering Practices in Twenty First Century. Roorke. India. Department of the Civil Engineering. Indian Institute of Technology Roorke: 512-519.

Cigale, D., Gspan, P., Lampič, B. 2004. Eksterni stroški prometa zaradi hrupa. Analiza eksternih stroškov prometa: končno poročilo. Ciljni raziskovalni program Konkurenčnost Slovenije 2001-2006. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo. Ljubljana, Inštitut za ekonomska raziskovanja. Koper, Univerza na Primorskem, Primorski inštitut za naravoslovne in tehnične vede: 197 f.

Collins, J., Fitzpatrick, K., Bauer, K., Harwood, D. 1999. Speed Variability on Rural Two-Lane Highways. Washington D. C. Transportation Research Board. 1658, 1999: 60-69. doi: 10,3141/1658-08.

Developing Harmonised European Approach for Transport Costing and Project Assessment. Heatco Deliverable 5. Proposal for Harmonised Guidelines. 2006. Germany. Heatco. IER: 43 f.

[https://www.transport-research.info/Upload/Documents/201301/20130122\\_113653\\_88902\\_HEATCO\\_D5\\_summary.pdf](https://www.transport-research.info/Upload/Documents/201301/20130122_113653_88902_HEATCO_D5_summary.pdf) (Pridobljeno 6.2.2015)

Drewes, W. 2006. Luchtkwaliteit op (de) weg met ITS: de invloed van intelligente Transportsystemen op de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen door het verkeer. University of Twente Student Theses: 176 f.

<http://www.essay.untwente.nl/57084/> (Pridobljeno 5.11.2014)

Elvik, R., Vaa, T., Høy, A., Sørensen, M. 2009. Handbook of Road Safety Measures. Second Edition. Oslo, Norway. Institute of Transport Economics: 397-507.

Elvik, R. 2002. Optimal Speed Limits – Limits of Optimality Models. Washington D. C. Transportation Research Board. 1818, 2002: 32-38. doi: 10.3141/1818-05.

European drivers and road risk. Report on principal results. 2004. Sartre 3 report. Institut de Recherche sur les Transporteur Securite INRETS: 290 str.

External Costs of Transport in Europe. Update Study for 2008. 2011. CE Delft. Delft. INFRAS. Fraunhofer ISI: 161 f.

[http://ecocalc-test.ecotransit.org/CE\\_Delft\\_4215\\_External\\_Costs\\_of\\_Transport\\_in\\_Europe\\_def.pdf](http://ecocalc-test.ecotransit.org/CE_Delft_4215_External_Costs_of_Transport_in_Europe_def.pdf)

(Pridobljeno 6.12.2014)

Fambro, D. B., Fitzpatrick, K., Russel, K. 2000. Operating Speed on Crest Vertical Curves with Limited Sight Distance. Washington D. C. Transportation Research Board. 1701, 25-31. doi: 10.3141/1701-04

Fildes, B. N., Lee, S. J. 1993. The speed review: Road environment, Behaviour, Speed Limits, Enforcement and Crashes. Canberra. MUARC. Federal Office of Road Safety: 151 f.  
<http://www.monash.edu.au/iri/research/reports/atsb127.pdf> (Pridobljeno 6.12.2014)

Fildes, B., Szwed, N. 2005. Balance Between Harm Reduction and Mobility in Setting Speed Limit: A Feasibility Study. Austroads research report. Austroads: 83 f.  
<https://www.onlinepublications.austroads.com.au/items/AP-R272-05.pdf>  
(Pridobljeno 12.9.2014)

Fitzpatrick, K., Fambro, D., Stoddard, A. 2000. Safety Effects of Limited Stopping Sight Distance on Crest Vertical Curves. Washington D. C. Transportation Research Board. 1701: 17-24  
doi: 10.3141/1701-03.

Fitzpatrick, K., Wooldridge, D., Tsimhoni, O., Collins, M., Green, P., Bauer, K., Parma, K., Koppa, R., Harwood, D., Anderson, I., Krammes, R., Poggioli, B. 2000. Alternative Design Consistency Rating Methods for Two-Lane Rural Highways. Federal Highway Administration. Report No. FHWA-RD-99-172: 154 f.  
<http://www.fhwa.gov/publications/research/safety/ihsdm/99172/99172.pdf>  
(Pridobljeno 10.10.2014)

Fitzpatrick, K., Carlson, P., Brewer, M., Wooldridge, M., Miaou, S. 2003. Design Speed, operating speed and posted speed limit. Transportation research board of the national academies. National cooperative highway research program. NCHRP Report 504: 103 f.  
[http://www.onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nhcrp/nhcrp\\_rpt\\_504.pdf](http://www.onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nhcrp/nhcrp_rpt_504.pdf) (Pridobljeno 5.11.2014)

Horswell, M., Coster, M. 2002. The Effect of Vehicle Characteristics on Driver's Risk-taking Behaviour. Ergonomics. 45: 85-104.

Houtenbos, M., Wellwer, G., Aarts, L., Laurensbyn, A., Ardo, H., Svensson, A., Dietze, M. 2011. Road User Pilot in Different European Countries. Evaluation to Realise a common Approach to Self-explaining European Roads (ERASER). SWOV. Leidschendam. The Netherlands: 67 f.

[https://www.eranetroad.org/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&grid=315&itemid=53.pdf](https://www.eranetroad.org/index.php?option=com_docman&task=doc_download&grid=315&itemid=53.pdf) (Pridobljeno 20.12.2014)

Yagar, S., Aerde, M. 1983. Geometric and Environmental Effects on Speeds of Two-lane Highways. Transportation Research Part A: General. 17, 4: 315-325.

doi: 10.1016/0191-2607(83)90094-8.

Kanellaidis, G. 1995. Factor Affecting Drivers' Choice of Speed on Roadway Curves. Journal of Safety Research. 26, 1. 1995: 49-56. doi: 10.1016/0022-4375(94)00024-7.

Kang, K. 1998. Ordered Probit Model of the Speed Selection Behaviour: Results Based on a Korean Micro Data. Ansan. Korea. Department of Transportation Engineering. Hanyang University: 11 f.

<http://www.easts.info/on-line/proceedings/vol2/20030.pdf> (Pridobljeno 6.1.2015)

Kerbs, H. G. in Kloeckner, J. H. 1997. Investigations of the effect of highway and traffic conditions outside built-up areas on accident rates. Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik. Bonn. Germany. Ministry of Transportation: 136 str.

Kloeden, C. N., McLean, A. J., Glonek, G. 2002. Reanalysis of travelling speed and the risk of crash involvement in Adelaide South Australia. Department of Transport and Regional Services. Australian Transport Safety Bureau ATSB: 40 f.

[http://www.infrastructure.gov.au/roads/safety/publications/2002/pdf/Speed\\_Risk\\_3.pdf](http://www.infrastructure.gov.au/roads/safety/publications/2002/pdf/Speed_Risk_3.pdf)

(Pridobljeno 6.10.2014)

Kuijvenhoven, J. 2012. An Assessment Framework for the Speed Policy on Dutch Motorways. Delft. Delft University of Technology. Faculty of Civil Engineering and Geosciences: 155 f.

[http://www.its-edulab.nl/files/MSc\\_Thesis\\_Jurgen\\_Kuijvenhoven.pdf](http://www.its-edulab.nl/files/MSc_Thesis_Jurgen_Kuijvenhoven.pdf) (Pridobljeno 5.9.2014)

Lajunen, T., Hakkarainen, M., Summala, H. 1996. The Ergonomics of Road Signs: Explicit and Embedded Speed Limits. Ergonomics. 39: 1069-1083.

Land Transport Rule. Setting of Speed Limits 2003. Wellington. New Zealand. Land Transport Safety Authority of New Zealand: 83 f.

<http://www.nzta.govt.nz/resources/rules/docs/setting-speed-limits-2003.pdf>

(Pridobljeno 12.12.2014)

Main Roads Western Australia Assessment of Roadside Hazards. 2007. Government of Western Australia Technology and Environment Directorate Western Australia. Dodatek. MRWA Supplement to Austroads Guide to Road Design – Part 6 2014.

[https://www.mainroads.wa.gov.au/BuildingRoads/StandardsTechnical/RoadandTrafficEngineering/GuidetoRoadDesign/Pages/MRWA\\_Supplement\\_to\\_Austroads\\_Guide\\_to\\_Road\\_Design\\_Part\\_6.aspx](https://www.mainroads.wa.gov.au/BuildingRoads/StandardsTechnical/RoadandTrafficEngineering/GuidetoRoadDesign/Pages/MRWA_Supplement_to_Austroads_Guide_to_Road_Design_Part_6.aspx) (Pridobljeno 5.3.2015)

Marsetič, R. 2007. Modeliranje vpliva cestnine na izbiro poti v cestni mreži. Magistrska naloga. Ljubljana: 95 f.

McLean, J. R. 1979. An Alternative to the Design Speed Concept for Low Speed Alignment Design. TRR 702. Australian Road Research Board. Low Volume Roads: Second International Conference: 28 str.



Nilsson, G. 1982. The effects of speed limits on traffic crashes in Sweden. Proceedings of the international symposium on the effects of speed limits on traffic accidents and transport energy use. Dublin. Organisation for Economic Co-operation and Development OECD: 1-8.

Nilsson, G. 2004. Traffic Safety Dimensions and the Power Model to Describe the Effect of Speed on Safety. Lund Institute of Technology. Department of Technology and Society. Traffic Engineering: 121 f.

[http://www.lub.lu.se/luft/diss/tec\\_733/tec\\_733.pdf](http://www.lub.lu.se/luft/diss/tec_733/tec_733.pdf) (Pridobljeno 5.2.2015)

Oppenlander, J. C. 1966. Variables Influencing Spot-Speed Characteristics – Review of the Literature. Washington National Research Council: 39 str.

Parker, Jr., M. R. 1997. Effects of Raising and Lowering Speed Limits on Selected Roadway Sections. U. S. Department of Transportation. Federal Highway Administration: 177 f.

<http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/97084/97084.pdf>

(Pridobljeno 1.12.2014)

Poe, C. M., Tarris, J. P., Mason, Jr. J. M. 1996. Relationship of Operating Speeds to Roadway Geometric Design Speeds. Pennsylvania Transportation Institute: 268 str.

Polič, M., Zabukovec, V., Žlender, B., Divjak, M., Markl, M. 2007. Psihološki vidiki preventivnih dejavnosti v prometu. Ljubljana. UL. Znanstvenoraziskovalni inštitut Filozofske fakultete: 23-81.

Pravilnik o projektiranju cest. Ur. list RS št. 3896-91/2005: 9303-9319.

Reken- en Meetvoorschrift wegverkeerslawaaai 2002. 2009. InfoMil. Ministrie van Infrastructuur en Milieu: 50 f.

<http://www.av-consulting.nl/artikelen/docalgemene/RMW2002.pdf> (Pridobljeno 3.3.2015)

Risser, R. & Lehner, U. 1998. Acceptability of speeds and speed limits to drivers and pedestrians / cyclists. Master no. RO-96-SC.202. Deliverable D6. Finland. VTT Communities & Infrastructure: 100 f.

<http://www.virtual.vtt.fi/virtual/proj6/master/rep222.pdf> (Pridobljeno 9.12.2014)

Road Safety Engineering Risk Assessment Part 7: Crash Rates Database. 2010. Avstralija. Astroads Technical Report. AP-T152-10: 84 f.

Robič, T., Filipič, B. 2004. Večkriterijska optimizacija z evolucijskimi algoritmi. Zbornik trinajste mednarodne elektrotehniške in računalniške conference – ERK 2004. Portorož: 149-152.

Setting local speed limit. 2013. London. Department for Transport. Department for Transport Circular 01/2013: 42 f.

[https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/63957/circular-01-2013.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/63957/circular-01-2013.pdf) (Pridobljeno: 5.1.2015)

Solomon, D. 1964. Accidents on main rural highways related to speed, driver and vehicle. U. S. Department of Commerce. Bureau of Public Roads: 50 f.

<http://digitalarchive.oclc.org/request?id%3Ddoclnum%3A1198962> (Pridobljeno 22.12.2014)

Spacek, P. 2004. Influence of speeds on design standards in Switzerland. Washington D. C. Transportation Research Board: 19-26. doi: 10.3141/1881-03.

Speed choice: the influence of man, vehicle and road. 2008. SWOV Fact sheet. Leidschendam. Netherlands. SWOV. Institute for Road Safety Research: 6 f.

[http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/UK/FS\\_Speed\\_choice.pdf](http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/UK/FS_Speed_choice.pdf) (Pridobljeno 6.2.2015)

Sustainable safe road design. A practical manual. 2005. DHV Environment and transportation. A manual produced for the World Bank and the Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management: 218 f.

[http://www.mnt.ee/failid/Safe\\_Road\\_Design\\_manual\\_FINAL.pdf](http://www.mnt.ee/failid/Safe_Road_Design_manual_FINAL.pdf) (Pridobljeno 3.2.2015)

Špes, M., Cigale, D., Gspan, P., Jug, A., Lampič, B. 2002. Regionalizacija Ljubljane z vidika hrupne obremenjenosti. Inštitut za geografijo v sodelovanju s Fakulteto za kemijo in kemijsko tehnologijo: 82 f.

[http://www.ljubljana.si/file/243545/hru\\_hrupna\\_obremenjenost\\_porocilo.pdf](http://www.ljubljana.si/file/243545/hru_hrupna_obremenjenost_porocilo.pdf)

(Pridobljeno 6.3.2015)

Towards credible speed limits. 2012. SWOV Fact sheet. Leidschendam. Netherlands. SWOV. Institute for Road Safety Research: 5 f.

[http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/UK/FS\\_Credible\\_limits.pdf](http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/UK/FS_Credible_limits.pdf) (Pridobljeno 19.2.2015)

Taylor, M., Lynam, D. A., Baruya, A. 2000. The effect of drivers' speed on the frequency of accidents. Transport Research Laboratory. TRL report 421: 56 f.

<http://www.20splentyforus.co.uk/UsefulReports/TRLREports/trl421SpeedAccidents.pdf>

(Pridobljeno 15.11.2014)

Taylor, M., Baruya, A., Kennedy, J. V. 2002. The relationship between speed and accidents on rural single carriageway roads. Transport Research Laboratory. TRL report 511: 32 f.

<http://www.safespeed.org.uk/TRL511.pdf> (Pridobljeno 20.11.2014)

TSC (Tehnična specifikacija za javne ceste) 06.620:2003 – Lastnosti vozni površin, Torna sposobnost.

TSC (Tehnična specifikacija za javne ceste) 03.200.2003 (predlog) – Temeljni pogoji za določanje cestnih elementov v odvisnosti od voznodinamičnih pogojev, ekonomike cest, prometne obremenitve in prometne varnosti ter preglednosti.

TSC (Tehnična specifikacija za javne ceste) 02.210:2012 – Varnostne ograje, pogoji in način postavitve. U. I. RS, št. 8/12.

User guide for USLimits. Expert System for Recommending Speed Limits in Speed Zones. Final Report. 2006. National Research Council. NCHRP. Transportation Research Board. National Research Council. 312 f.

<http://www.safety.fhwa.dot.gov/uslimits/documents/finalreport.pdf> (Pridobljeno 12.3.2015)

Valuation of Noise. Position paper. 2003. Working group on health and socio-economic aspects. 9 f.

[http://www.ec.europa.eu/environment/noise/pdf/valuatio\\_final\\_12\\_2003.pdf](http://www.ec.europa.eu/environment/noise/pdf/valuatio_final_12_2003.pdf)

(Pridobljeno 5.2.2015)

Values of Time and Operating Costs. 2012. London. Department for Transport. TAG Unit 3.5.6. Transport Analysis Guidance (TAG): 31 f.

<http://www.ngtmetro.com/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=4294968045.pdf> (Pridobljeno 9.11.2014)

Van Nes, C. N., Houwing, S., Brouwer, R., Schagen, I. 2006. Naar een checklist voor geloofwaardige snelheidslimieten. Leidschendam. Netherlands. SWOV. Institute for Road Safety Research: 41 f.

<http://www.swov.nl/rapport/R-2006-12.pdf> (Pridobljeno 22.11.2014)

Traffic Engineering Manual Volume 1: Chapter 7: Speed Zoning Guidelines. 2013. Vicroads. Edition 5. 48 f.

<http://www.vicroads.vic.gov.au> (Pridobljeno 30.11.2014)

Wismans, L., Berkum, E., Bliemer, M. 2011: Geld maakt niet gelukkig – Multi-criteria optimalisatie voor het bepalen van de beste netwerk brede inzet van DVM-maatregelen. Duiven. Stichting NM Magazine.

Wooldridge, M, Fitzpatrick, K., Harwood, D., Potts, I., Elefteriadou, L., Torbic, D. 2003. Geometric design consistency on high-speed rural two-lane roadways. NCHRP report 502. Transportation Research Board. National Research Council: 92 f.

[http://www.onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp\\_rpt\\_502.pdf](http://www.onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_502.pdf) (Pridobljeno 30.11.2014)

## **PRILOGE**

Priloga A: Nilssonov Power Model

Priloga B: Indeksi oktavnih pasov za posamezno kategorijo vozil

Priloga C: Fotografije posameznih odsekov cest

Priloga D: Vhodni podatki

Priloga E: Izračun stroškov v pristopu ekonomske optimizacije



## Priloga A: Nilssonov Power Model

- število prometnih nesreč s smrtnim izidom

$$y_1 = \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^4 * y_0$$

- število smrtno ponesrečenih

$$z_1 = \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^4 * y_0 + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^8 * (z_0 - y_0)$$

- število prometnih nesreč s smrtnim izidom in hudimi telesnimi poškodbami

$$y_1 = \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^3 * y_0$$

- število smrtno ponesrečenih in hudo poškodovanih

$$z_1 = \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^3 * y_0 + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^6 * (z_0 - y_0)$$

- število prometnih nesreč s smrtnim izidom in s poškodovanimi

$$y_1 = \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 * y_0$$

- število vseh ponesrečenih

$$z_1 = \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 * y_0 + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^4 * (z_0 - y_0)$$



## Priloga B: Indeksi oktavnih pasov za posamezno kategorijo vozil

### *Faktor $\alpha$ za osebna in tovorna vozila*

<b>Indeks oktavnega pasu</b>	<b>Faktor <math>\alpha</math> za osebno vozilo</b>	<b>Faktor <math>\alpha</math> za tovorno vozilo</b>
1	74,5	79,9
2	84,5	91,1
3	89,9	97,1
4	94,0	100,5
5	101,1	103,3
6	99,0	100,4
7	90,9	93,9
8	81,0	85,6

### *Faktor $\beta$ za osebna in tovorna vozila*

<b>Indeks oktavnega pasu</b>	<b>Faktor <math>\beta</math> za osebno vozilo</b>	<b>Faktor <math>\beta</math> za tovorno vozilo</b>
1	-0,5	-0,2
2	+24,6	+16,6
3	27,6	2,5
4	26,1	26,6
5	26,8	22,3
6	22,5	16,6
7	22,2	+16,2
8	11,7	-1,9

## Priloga C: Fotografije posameznih odsekov cest

Na spodnjih fotografijah so prikazani posamezni obravnavani odseki cest ter obstoječa trenutna omejitev hitrosti na teh odsekih

1. Državna cesta G1-5/0366 Krško – Drnovo od km 2.600 do km 4.600



2. Državna cesta G1-1/0241 Dravograd - Maribor od km 1.300 do km 7.400





3. Državna cesta G1-4/1259 Sl. Gradec – Gornji Dolič od km 6.500 do km 10.000



4. Državna cesta G1-2/1290 Sl. Bistrica - Pragersko od km 0.000 do km 3.600





5. Državna cesta G2-105/0256 Novo mesto - Metlika od km 2.000 do km 4.200



6. Državna cesta G2-106/0261 Škofljica - Rašica od km 0.140 do km 2.800



## Priloga D: Vhodni podatki

### 1. Podatki za državno cesto G1-1/0241

Vhodni podatki kritičnih dejavnikov ceste in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu:

- pododsek 1 (od km 1.300 do km 6.400):

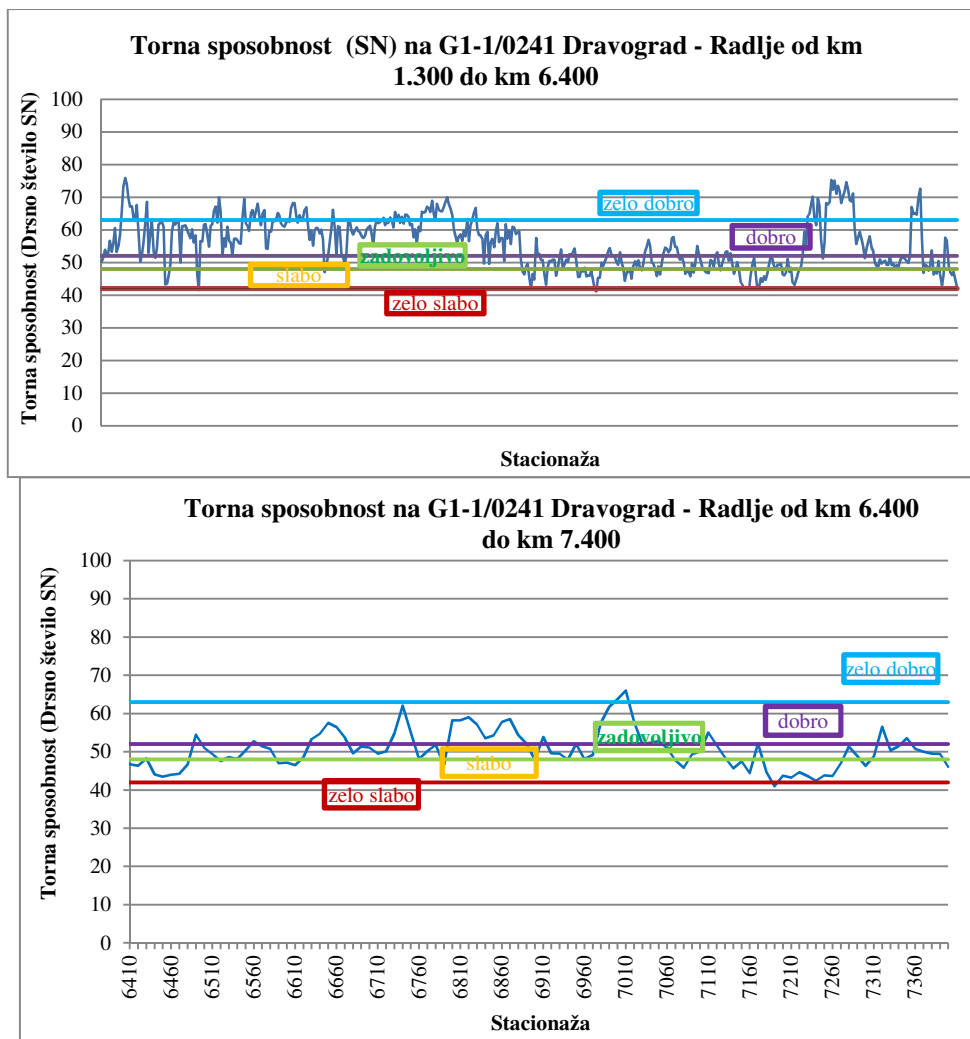
<p>8. <i>Horizontalni potek ceste: <math>R = 909\text{ m}</math></i></p>	
9.	<p><i>Širina vozišča (<math>\mathit{S}\mathit{V}</math>) in voznih pasov (<math>P</math>):</i>  <math>\mathit{S}\mathit{V} = 6,0\text{ m}</math>  <math>P = 3,0\text{ m}</math></p>
10.	<p><i>Vrsta in širina bankine:</i>  <b>utrjena bankina; <math>B &gt; 1,0\text{ m}</math></b></p>
11.	<p><i>Obcestni prostor:</i>  <b>PLDP 2013 <math>\rightarrow 7.206\text{ voz/dan}</math></b>  <b>Smer 1: nasip - 1:6 ali manj</b>  <b>DTCZ &gt; 7,5 m</b>  <b>Smer 2: vkop - 1:3 do 1:4</b>  <b>DTCZ &gt; 5,5 m</b></p>
12.	<p><i>Preglednost (za obe smeri):</i>  <math>P_z &gt; 122\text{ m}</math></p>
13.	<p><i>Priključki:</i>  <math>S = 621\text{ m}</math></p>
14.	<p><i>Stanje vozišča (torna sposobnost):</i>  <math>SN = 56</math></p>

- pododsek 2 (od km 6.400 do km 7.400):

<p>1. <i>Horizontalni potek ceste: <math>R = 1041\text{ m}</math></i></p>	
2.	<p><i>Širina vozišča (<math>\mathit{S}\mathit{V}</math>) in voznih pasov (<math>P</math>):</i>  <math>\mathit{S}\mathit{V} = 6,0\text{ m}</math>  <math>P = 3,0\text{ m}</math></p>
3.	<p><i>Vrsta in širina bankine:</i>  <b>utrjena bankina; <math>B &gt; 1,0\text{ m}</math></b></p>
4.	<p><i>Obcestni prostor (za obe smeri):</i>  <b>PLDP 2013 <math>\rightarrow 7.206\text{ voz/dan}</math></b>  <b>Smer 1: nasip - 1:6 ali manj</b>  <b>DTCZ &gt; 7,5 m</b>  <b>Smer 2: vkop - 1:3 do 1:4</b>  <b>DTCZ &gt; 5,5 m</b></p>
5.	<p><i>Preglednost:</i>  <math>P_z &gt; 122\text{ m}</math></p>
6.	<p><i>Priključki:</i>  <math>S = 161\text{ m}</math></p>
7.	<p><i>Stanje vozišča (torna sposobnost):</i>  <math>SN = 51</math></p>



Grafični prikaz torne sposobnosti državne ceste G1-1/0241:



Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije:

1. Stroški, ki so povezani s časom potovanja			
vrednost VoT za osebna vozila za leto 2013 [eur/h]	6,23		
vrednost VoT za teška tovorna vozila za leto 2013 [eur/h]	23,97		
delež tovornega prometa [%]	5,3		
2. Operativni stroški vozila			
parametri za posamezno kategorijo vozil			
	a	b	c
osebno vozilo	0,96	0,05	-1,30 x 10 <sup>-4</sup>
tovorno vozilo	1,16	0,06	-4,50 x 10 <sup>-4</sup>
	Euro 95		Diesel
cena litra goriva za december 2014 [eur/L]	1,292		1,225
delež tovornega prometa [%]	5,3		
3. Stroški prometnih nesreč			
strošek zaradi smrtne žrtve [eur/osebo]	1.061.983		
strošek zaradi hudo ranjene osebe [eur/osebo]	138.519		
	prometne nesreče		
število prometnih nesreč s smrtnimi žrtvami	0	število smrtnih žrtev	0
število prometnih nesreč s hudo ranjenimi	0	število hudo poškodovanih oseb	0
trenutna omejitve hitrosti vo [km/h]	90	dolžina obravnavanega odseka ceste [km]	6,1
delež tovornega prometa [%]	5,3	dolžina celotnega državnega cestnega omrežja (G in R ceste) [km]	5.936
celotno število prevoženih kilometrov za osebna in tovorna vozila [km/leto]	6610 * 10 <sup>6</sup>		

4. Stroški hrupa zaradi prometa			
število osebnih vozil na uro [voz/h]	721		
število tovornih vozil na uro [voz/h]	108		
dolžina odseka [km]	6,1		
strošek hrupa na dB(A) na osebo [eur/dB(A)/osebo]		13	
celotno število prevoženih kilometrov za osebna in tovorna vozila [km/leto]		6610 * 10 <sup>6</sup>	
dolžina celotnega državnega cestnega omrežja (G in R ceste) [km]		5.936	
ocenjeno število oseb, ki so izpostavljene hrupu odseku v 100-metrskem pasu [osebe]		102	
5. Stroški onesnaženosti zraka			
strošek onesnaženosti s PM <sub>10</sub> [eur/kg]		30,1	
strošek onesnaženosti z NO <sub>2</sub> [eur/kg]		14,1	
delež tovornega prometa [%]	5,3		
emisije za osebna vozila		emisije za tovorna vozila	
PM <sub>10</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>2</sub>
50 km/h	0,0000330	50 km/h	0,0001800
60 km/h	0,0000330	60 km/h	0,0001950
70 km/h	0,0000330	70 km/h	0,0002050
80 km/h	0,0000330	80 km/h	0,0002200
90 km/h	0,0000355	90 km/h	0,0002500
	: spremenljivi podatki		: nespremenljivi podatki

Rezultati izračuna stroškov v pristopu ekonomske optimizacije:

Hitrost [km/h]	Izračun stroškov potovalnega časa	Izračun operativnih stroškov vozila	Izračun stroškov prometnih nesreč	Izračun stroškov zaradi hrupa prometa	Izračun stroškov onesnaženosti zraka	Skupni stroški (vidik upravljavca)	Skupni stroški (vidik voznika)
50	0,1434	0,0898	0,0000	0,0110	0,0048	0,2490	0,2332
60	0,1193	0,0881	0,0000	0,0109	0,0049	0,2232	0,2075
70	0,1023	0,0877	0,0000	0,0109	0,0048	0,2057	0,1900
80	0,0895	0,0891	0,0000	0,0110	0,0048	0,1944	0,1786
90	0,0796	0,0917	0,0000	0,0111	0,0053	0,1876	0,1713

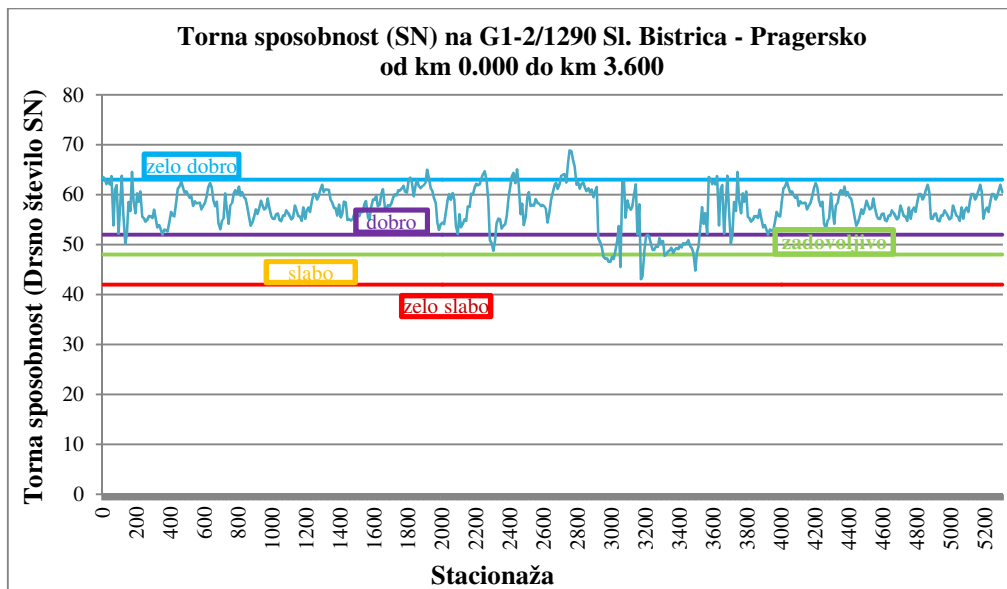
## 2. Podatki za državno cesto G1-2/1290

Vhodni podatki kritičnih dejavnikov ceste in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu:

15. Horizontalni potek ceste: $R = 1045 \text{ m}$
16. Širina vozišča ( $\check{S}V$ ) in voznih pasov ( $P$ ): $\check{S}V = 7,0 \text{ m}$ $P = 3,5 \text{ m}$
17. Vrsta in širina bankine: utrjena bankina; $B > 1,0 \text{ m}$
18. Obcestni prostor: PLDP 2013 $\rightarrow 8.013 \text{ voz/dan}$ Smer 1: nasip - 1:6 ali manj DTCZ $> 7,5 \text{ m}$ Smer 2: nasip - 1:6 ali manj DTCZ $> 7,5 \text{ m}$
19. Preglednost (za obe smeri):

<b><math>P_z &gt; 122 m</math></b>
20. Priključki: <b><math>S = 667 m</math></b>
21. Stanje vozišča (torna sposobnost): <b><math>SN = 57</math></b>

Grafični prikaz torne sposobnosti državne ceste G1-2/1290:



Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije:

<b>1. Stroški, ki so povezani s časom potovanja</b>				
vrednost VoT za osebna vozila za leto 2013 [eur/h]		6,23		
vrednost VoT za težka tovorna vozila za leto 2013 [eur/h]		23,97		
delež tovornega prometa [%]		7,2		
<b>2. Operativni stroški vozila</b>				
parametri za posamezno kategorijo vozil				
	a	b	c	d
osebno vozilo	0,96	0,05	-1,30 x 10 <sup>-4</sup>	2,54 x 10 <sup>-6</sup>
tovorno vozilo	1,16	0,06	-4,50 x 10 <sup>-4</sup>	8,64 x 10 <sup>-6</sup>
cena litra goriva za december 2014 [eur/L]		Euro 95	Diesel	
delež tovornega prometa [%]		7,2		
<b>3. Stroški prometnih nesreč</b>				
strošek zaradi smrtne žrtve [eur/osebo]		1.061.983		
strošek zaradi hudo ranjene osebe [eur/osebo]		138.519		
	prometne nesreče			
število prometnih nesreč s smrtnimi žrtvami	0	število smrtnih žrtev		0
število prometnih nesreč s hudo ranjenimi	1	število hudo poškodovanih oseb		1
trenutna omejitev hitrosti vo [km/h]	90	dolžina obravnavanega odseka ceste [km]		3,6
delež tovornega prometa [%]	7,2	dolžina celotnega državnega cestnega omrežja (G in R ceste) [km]		5.936
celotno število prevoženih kilometrov za osebna in tovorna vozila [km/leto]		6610 * 10 <sup>6</sup>		
<b>4. Stroški hrupa zaradi prometa</b>				
število osebnih vozil na uro [voz/h]		801		
število tovornih vozil na uro [voz/h]		57		
dolžina odseka [km]		3,6		
strošek hrupa na dB(A) na osebo [eur/dB(A)/osebo]		13		
celotno število prevoženih kilometrov za osebna in tovorna vozila [km/leto]		6610 * 10 <sup>6</sup>		
dolžina celotnega državnega cestnega omrežja (G in R ceste) [km]		5.936		
ocenjeno število oseb, ki so izpostavljene hrupu odseku v 100-metrskem pasu [osebe]		0		
<b>5. Stroški onesnaženosti zraka</b>				

strošek onesnaženosti s PM10 [eur/kg]				30,1			
strošek onesnaženosti z NO2 [eur/kg]				14,1			
delež tovornega prometa [%]				7,2			
emisije za osebna vozila				emisije za tovorna vozila			
PM10		NO2		PM10		NO2	
50 km/h	0,0000330	50 km/h	0,0001800	50 km/h	0,0000800	50 km/h	0,0017500
60 km/h	0,0000330	60 km/h	0,0001950	60 km/h	0,0000750	60 km/h	0,0016000
70 km/h	0,0000330	70 km/h	0,0002050	70 km/h	0,0000700	70 km/h	0,0013000
80 km/h	0,0000330	80 km/h	0,0002200	80 km/h	0,0000600	80 km/h	0,0011250
90 km/h	0,0000355	90 km/h	0,0002500	90 km/h	0,0000520	90 km/h	0,0011200
: spremenljivi podatki				: nespremenljivi podatki			

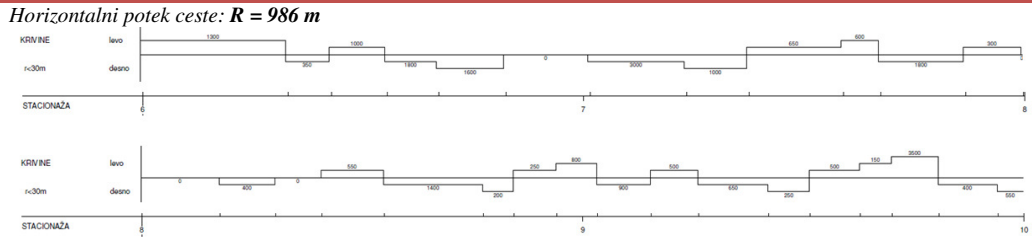
Rezultati izračuna stroškov v pristopu ekonomske optimizacije:

Hitrost [km/h]	Izračun stroškov potovalnega časa	Izračun operativnih stroškov vozila	Izračun stroškov prometnih nesreč	Izračun stroškov zaradi hrupa prometa	Izračun stroškov onesnaženosti zraka	Skupni stroški (vidik upravljavca)	Skupni stroški (vidik voznika)
50	0,1501	0,0900	0,0059	0,0000	0,0052	<b>0,2513</b>	<b>0,2402</b>
60	0,1250	0,0885	0,0102	0,0000	0,0053	<b>0,2290</b>	<b>0,2135</b>
70	0,1071	0,0881	0,0163	0,0000	0,0051	<b>0,2166</b>	<b>0,1952</b>
80	0,0937	0,0896	0,0243	0,0000	0,0051	<b>0,2127</b>	<b>0,1834</b>
90	0,0833	0,0924	0,0346	0,0000	0,0055	<b>0,2158</b>	<b>0,1757</b>

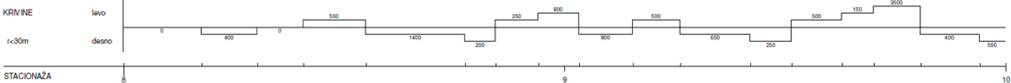
### 3. Podatki za državno cesto G1-4/1259

Vhodni podatki kritičnih dejavnikov ceste in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu:

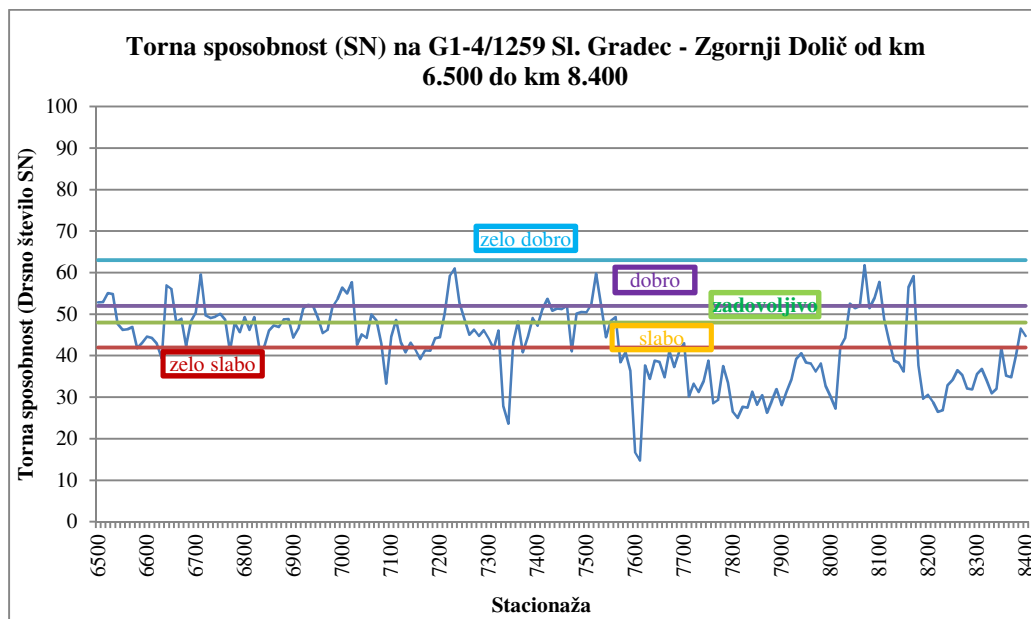
- pododsek 1 (od km 6.500 do km 8.400):

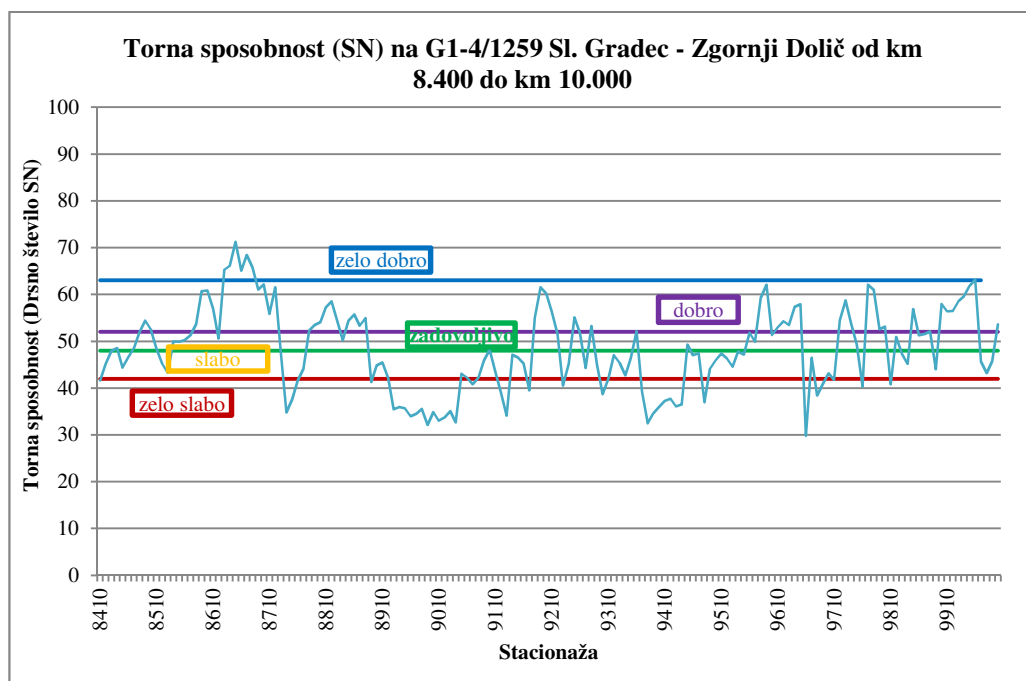
<p>22. Horizontalni potek ceste: <math>R = 986 \text{ m}</math></p> 
<p>23. Širina vozišča (<math>\mathit{S}\mathit{V}</math>) in voznih pasov (<math>P</math>): <math>\mathit{S}\mathit{V} = 6,0 \text{ m}</math> <math>P = 3,0 \text{ m}</math></p>
<p>24. Vrsta in širina bankine: utrjena bankina; <math>B &gt; 1,0 \text{ m}</math></p>
<p>25. Obcestni prostor: PLDP 2013 → 8.770 voz/dan Smer 1: nasip - 1:6 ali manj DTCZ &gt; 7,5 m Smer 2: nasip - 1:6 ali manj DTCZ &gt; 7,5 m</p>
<p>26. Preglednost (za obe smeri): <math>P_z &gt; 122 \text{ m}</math></p>
<p>27. Priključki: <math>S = 633 \text{ m}</math></p>
<p>28. Stanje vozišča (torna sposobnost): <math>SN = 43</math></p>

- pododsek 2 (od km 8.400 do km 10.000):

1. Horizontalni potek ceste: $R = 757 \text{ m}$

2. Širina vozišča (ŠV) in voznih pasov (P): ŠV = 6,0 m P = 3,0 m
3. Vrsta in širina bankine: utrjena bankina; B > 1,0 m
4. Obcestni prostor (za obe smeri): PLDP 2013 → 8.770 voz/dan Smer 1: nasip - 1:6 ali manj DTCZ > 7,5 m Smer 2: nasip - 1:6 ali manj DTCZ > 7,5 m
5. Preglednost: Pz > 122 m
6. Priključki: S = 138 m
7. Stanje vozišča (torna sposobnost): SN = 48

Grafični prikaz torne sposobnosti državne ceste G1-4/1259:





### Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije:

1. Stroški, ki so povezani s časom potovanja			
vrednost VoT za osebna vozila za leto 2013 [eur/h]	6,23		
vrednost VoT za težka tovorna vozila za leto 2013 [eur/h]	23,97		
delež tovornega prometa [%]	4,5		
2. Operativni stroški vozila			
parametri za posamezno kategorijo vozil			
	a	b	c
osebno vozilo	0,96	0,05	-1,30 x 10 <sup>-4</sup>
tovorno vozilo	1,16	0,06	-4,50 x 10 <sup>-4</sup>
	Euro 95		Diesel
cena litra goriva za december 2014 [eur/L]	1,292		1,225
delež tovornega prometa [%]	4,5		
3. Stroški prometnih nesreč			
strošek zaradi smrtne žrtve [eur/osebo]	1.061.983		
strošek zaradi hudo ranjene osebe [eur/osebo]	138.519		
	prometne nesreče		
število prometnih nesreč s smrtnimi žrtvami	0	število smrtnih žrtev	0
število prometnih nesreč s hudo ranjenimi	0	število hudo poškodovanih oseb	0
trenutna omejitev hitrosti vo [km/h]	90	dolžina obravnavanega odseka ceste [km]	3,5
delež tovornega prometa [%]	4,5	dolžina celotnega državnega cestnega omrežja (G in R ceste) [km]	5.936
celotno število prevoženih kilometrov za osebna in tovorna vozila [km/leto]	6610 * 10 <sup>6</sup>		
4. Stroški hrupa zaradi prometa			
število osebnih vozil na uro [voz/h]	877		
število tovornih vozil na uro [voz/h]	40		
dolžina odseka [km]	3,5		
strošek hrupa na dB(A) na osebo [eur/dB(A)/osebo]	13		
celotno število prevoženih kilometrov za osebna in tovorna vozila [km/leto]	6610 * 10 <sup>6</sup>		
dolžina celotnega državnega cestnega omrežja (G in R ceste) [km]	5.936		
ocenjeno število oseb, ki so izpostavljeni hrupu odseku v 100-metrskem pasu [osebe]	102		
5. Stroški onesnaženosti zraka			
strošek onesnaženosti s PM10 [eur/kg]	30,1		
strošek onesnaženosti z NO2 [eur/kg]	14,1		
delež tovornega prometa [%]	4,5		
emisije za osebna vozila		emisije za tovorna vozila	
PM10	NO2	PM10	NO2
50 km/h	0,0000330	50 km/h	0,0001800
		50 km/h	0,0000800
		50 km/h	0,0017500

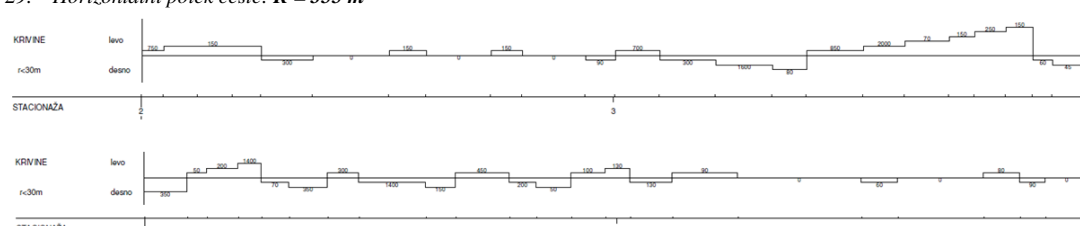
60 km/h	0,0000330	60 km/h	0,0001950	60 km/h	0,0000750	60 km/h	0,0016000
70 km/h	0,0000330	70 km/h	0,0002050	70 km/h	0,0000700	70 km/h	0,0013000
80 km/h	0,0000330	80 km/h	0,0002200	80 km/h	0,0000600	80 km/h	0,0011250
90 km/h	0,0000355	90 km/h	0,0002500	90 km/h	0,0000520	90 km/h	0,0011200
	: spremenljivi podatki			: nespremenljivi podatki			

Rezultati izračuna stroškov v pristopu ekonomske optimizacije:

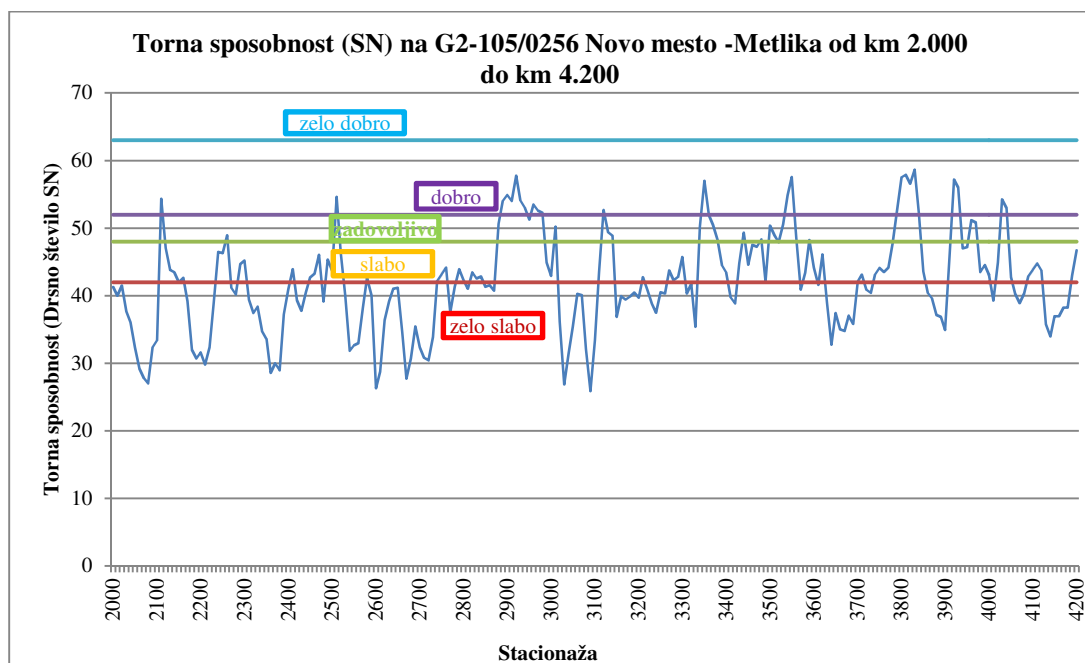
Hitrost [km/h]	Izračun stroškov potovalnega časa	Izračun operativnih stroškov vozila	Izračun stroškov prometnih nesreč	Izračun stroškov zaradi hrupa prometa	Izračun stroškov onesnaženosti zraka	Skupni stroški (vidik upravljavca)	Skupni stroški (vidik voznika)
50	0,1406	0,0897	0,0000	0,0360	0,0046	<b>0,2709</b>	<b>0,2303</b>
60	0,1170	0,0879	0,0000	0,0367	0,0047	<b>0,2463</b>	<b>0,2049</b>
70	0,1003	0,0876	0,0000	0,0373	0,0046	<b>0,2298</b>	<b>0,1878</b>
80	0,0877	0,0889	0,0000	0,0379	0,0047	<b>0,2192</b>	<b>0,1766</b>
90	0,0780	0,0914	0,0000	0,0384	0,0052	<b>0,2130</b>	<b>0,1694</b>

#### 4. Podatki za državno cesto G2-105/0256

Vhodni podatki kritičnih dejavnikov ceste in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu:

<p>29. Horizontalni potek ceste: <math>R = 355 \text{ m}</math></p> 
<p>30. Širina vozišča (<math>\mathit{S}\mathit{V}</math>) in voznih pasov (<math>P</math>):  <math>\mathit{S}\mathit{V} = 7,0 \text{ m}</math>  <math>P = 3,5 \text{ m}</math></p>
<p>31. Vrsta in širina bankine:  <b>utrjena bankina; <math>B &gt; 1,0 \text{ m}</math></b></p>
<p>32. Obcestni prostor:  <b>PLDP 2013 <math>\rightarrow</math> 4.433 voz/dan</b>  <b>Smer 1: vkop - 1:6 do 1:4</b>  <b>DTCZ <math>\geq 5,5 \text{ m}</math></b>  <b>Smer 2: nasip - 1:6 do 1:4</b>  <b>DTCZ <math>&gt; 8,0 \text{ m}</math></b></p>
<p>33. Preglednost (za obe smeri):  <b><math>P_z &gt; 122 \text{ m}</math></b></p>
<p>34. Priključki:  <b><math>S = 255 \text{ m}</math></b></p>
<p>35. Stanje vozišča (torna sposobnost):  <b><math>SN = 42</math></b></p>

Grafični prikaz torne sposobnosti državne ceste G2-105/0256:



Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije:

<b>1. Stroški, ki so povezani s časom potovanja</b>				
vrednost VoT za osebna vozila za leto 2013 [eur/h]		6,23		
vrednost VoT za težka tovorna vozila za leto 2013 [eur/h]		23,97		
delež tovornega prometa [%]		4,4		
<b>2. Operativni stroški vozila</b>				
parametri za posamezno kategorijo vozil				
	a	b	c	d
osebno vozilo	0,96	0,05	$-1,30 \times 10^{-4}$	$2,54 \times 10^{-6}$
tovorno vozilo	1,16	0,06	$-4,50 \times 10^{-4}$	$8,64 \times 10^{-6}$
		Euro 95	Diesel	
cena litra goriva za december 2014 [eur/L]		1,292	1,225	
delež tovornega prometa [%]			4,4	
<b>3. Stroški prometnih nesreč</b>				
strošek zaradi smrtne žrtve [eur/osebo]		1.061.983		
strošek zaradi hudo ranjene osebe [eur/osebo]		138.519		
	prometne nesreče			
število prometnih nesreč s smrtnimi žrtvami	0	število smrtnih žrtev		0
število prometnih nesreč s hudo ranjenimi	1	število hudo poškodovanih oseb		2
trenutna omejitev hitrosti vo [km/h]	90	dolžina obravnavanega odseka ceste [km]		2,2
delež tovornega prometa [%]	4,4	dolžina celotnega državnega cestnega omrežja (G in R ceste) [km]		5.936
celotno število prevoženih kilometrov za osebna in tovorna vozila [km/leto]		$6610 \cdot 10^6$		
<b>4. Stroški hrupa zaradi prometa</b>				
število osebnih vozil na uro [voz/h]		443		
število tovornih vozil na uro [voz/h]		19		
dolžina odseka [km]		2,2		
strošek hrupa na dB(A) na osebo [eur/dB(A)/osebo]		13		
celotno število prevoženih kilometrov za osebna in tovorna vozila [km/leto]		$6610 \cdot 10^6$		
dolžina celotnega državnega cestnega omrežja (G in R ceste) [km]		5.936		
ocenjeno število oseb, ki so izpostavljene hrupu odseku v 100-metrskem pasu [osebe]		159		
<b>5. Stroški onesnaženosti zraka</b>				
strošek onesnaženosti s PM10 [eur/kg]		30,1		



strošek onesnaženosti z NO <sub>2</sub> [eur/kg]				14,1			
delež tovornega prometa [%]				4,4			
emisije za osebna vozila				emisije za tovorna vozila			
PM <sub>10</sub>		NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		NO <sub>2</sub>	
50 km/h	0,0000330	50 km/h	0,0001800	50 km/h	0,0000800	50 km/h	0,0017500
60 km/h	0,0000330	60 km/h	0,0001950	60 km/h	0,0000750	60 km/h	0,0016000
70 km/h	0,0000330	70 km/h	0,0002050	70 km/h	0,0000700	70 km/h	0,0013000
80 km/h	0,0000330	80 km/h	0,0002200	80 km/h	0,0000600	80 km/h	0,0011250
90 km/h	0,0000355	90 km/h	0,0002500	90 km/h	0,0000520	90 km/h	0,0011200
: spremenljivi podatki				: nespremenljivi podatki			

Rezultati izračuna stroškov v pristopu ekonomske optimizacije:

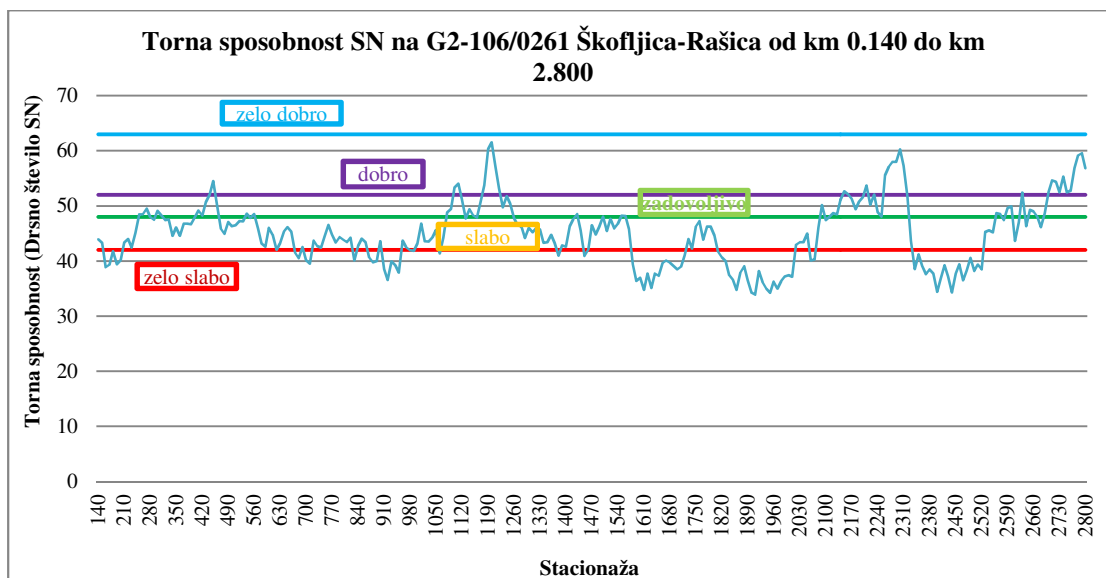
Hitrost [km/h]	Izračun stroškov potovalnega časa	Izračun operativnih stroškov vozila	Izračun stroškov prometnih nesreč	Izračun stroškov zaradi hrupa prometa	Izračun stroškov onesnaženosti zraka	Skupni stroški (vidik upravljavca)	Skupni stroški (vidik voznika)
50	0,1402	0,0897	0,0114	0,0000	0,0046	<b>0,2459</b>	<b>0,2299</b>
60	0,1167	0,0879	0,0217	0,0000	0,0047	<b>0,2310</b>	<b>0,2046</b>
70	0,1000	0,0875	0,0391	0,0000	0,0046	<b>0,2313</b>	<b>0,1876</b>
80	0,0875	0,0889	0,0676	0,0000	0,0047	<b>0,2487</b>	<b>0,1764</b>
90	0,0778	0,0914	0,1131	0,0000	0,0052	<b>0,2874</b>	<b>0,1692</b>

## 5. Podatki za državno cesto G2-106/0261

Vhodni podatki kritičnih dejavnikov ceste in določitev omejitve hitrosti v inženirskem pristopu:

<p>36. Horizontalni potek ceste: <math>R = 729 \text{ m}</math></p>
<p>37. Širina vozišča (<math>\mathit{S}\mathit{V}</math>) in voznih pasov (<math>P</math>):  <math>\mathit{S}\mathit{V} = 7,4 \text{ m}</math>  <math>P = 3,7 \text{ m}</math></p>
<p>38. Vrsta in širina bankine:  <b>utrjena bankina; <math>B &gt; 1,0 \text{ m}</math></b></p>
<p>39. Obcestni prostor:  <b>PLDP 2013 <math>\rightarrow 7.548 \text{ voz/dan}</math></b>  <b>Smer 1: nasip - 1:6 ali manj</b>  <b>DTCZ <math>&gt; 5,0 \text{ m}</math></b>  <b>Smer 2: nasip - 1:6 ali manj</b>  <b>DTCZ <math>&gt; 5,0 \text{ m}</math></b></p>
<p>40. Preglednost (za obe smeri):  <math>Pz &gt; 122 \text{ m}</math></p>
<p>41. Priključki:  <math>S = 242 \text{ m}</math></p>
<p>42. Stanje vozišča (torna sposobnost):  <math>SN = 45</math></p>

Grafični prikaz torne sposobnosti državne ceste G2-106/0261:



Vhodni podatki v pristopu ekonomske optimizacije:

1. Stroški, ki so povezani s časom potovanja							
vrednost VoT za osebna vozila za leto 2013 [eur/h]		6,23					
vrednost VoT za težka tovorna vozila za leto 2013 [eur/h]		23,97					
delež tovornega prometa [%]		2,3					
2. Operativni stroški vozila							
parametri za posamezno kategorijo vozil							
	a	b	c	d			
osebno vozilo	0,96	0,05	-1,30 x 10 <sup>-4</sup>	2,54 x 10 <sup>-6</sup>			
tovorno vozilo	1,16	0,06	-4,50 x 10 <sup>-4</sup>	8,64 x 10 <sup>-6</sup>			
		Euro 95		Diesel			
cena litra goriva za december 2014 [eur/L]		1,292		1,225			
delež tovornega prometa [%]		2,3					
3. Stroški prometnih nesreč							
strošek zaradi smrtne žrtve [eur/osebo]		1.061.983					
strošek zaradi hudo ranjene osebe [eur/osebo]		138.519					
		prometne nesreče					
število prometnih nesreč s smrtnimi žrtvami		0		število smrtnih žrtev		0	
število prometnih nesreč s hudo ranjenimi		0		število hudo poškodovanih oseb		0	
trenutna omejitev hitrosti vo [km/h]		90		dolžina obravnavanega odseka ceste [km]		2,66	
delež tovornega prometa [%]		2,3		dolžina celotnega državnega cestnega omrežja (G in R ceste) [km]		5.936	
celotno število prevoženih kilometrov za osebna in tovorna vozila [km/leto]		6610 * 10 <sup>6</sup>					
4. Stroški hrupa zaradi prometa							
število osebnih vozil na uro [voz/h]		755					
število tovornih vozil na uro [voz/h]		17					
dolžina odseka [km]		2,66					
strošek hrupa na dB(A) na osebo [eur/dB(A)/osebo]		13					
celotno število prevoženih kilometrov za osebna in tovorna vozila [km/leto]		6610 * 10 <sup>6</sup>					
dolžina celotnega državnega cestnega omrežja (G in R ceste) [km]		5.936					
ocenjeno število oseb, ki so izpostavljene hrupu odseku v 100-metrskem pasu [osebe]		150					
5. Stroški onesnaženosti zraka							
strošek onesnaženosti s PM10 [eur/kg]		30,1					
strošek onesnaženosti z NO2 [eur/kg]		14,1					
delež tovornega prometa [%]		2,3					
emisije za osebna vozila		emisije za tovorna vozila					
PM10		NO2		PM10		NO2	
50 km/h	0,0000330	50 km/h	0,0001800	50 km/h	0,0000800	50 km/h	0,0017500

60 km/h	0,0000330	60 km/h	0,0001950	60 km/h	0,0000750	60 km/h	0,0016000
70 km/h	0,0000330	70 km/h	0,0002050	70 km/h	0,0000700	70 km/h	0,0013000
80 km/h	0,0000330	80 km/h	0,0002200	80 km/h	0,0000600	80 km/h	0,0011250
90 km/h	0,0000355	90 km/h	0,0002500	90 km/h	0,0000520	90 km/h	0,0011200
	: spremenljivi podatki			: nespremenljivi podatki			

### Rezultati izračuna stroškov v pristopu ekonomske optimizacije:

Hitrost [km/h]	Izračun stroškov potovalnega časa	Izračun operativnih stroškov vozila	Izračun stroškov prometnih nesreč	Izračun stroškov zaradi hrupa prometa	Izračun stroškov onesnaženosti zraka	Skupni stroški (vidik upravljavca)	Skupni stroški (vidik voznika)
	<b>Stroški [eur/km vozila]</b>						
<b>50</b>	0,1328	0,0895	0,0000	0,0336	0,0041	<b>0,2599</b>	<b>0,2222</b>
<b>60</b>	0,1105	0,0875	0,0000	0,0344	0,0042	<b>0,2366</b>	<b>0,1980</b>
<b>70</b>	0,0947	0,0871	0,0000	0,0350	0,0043	<b>0,2211</b>	<b>0,1818</b>
<b>80</b>	0,0829	0,0883	0,0000	0,0356	0,0044	<b>0,2111</b>	<b>0,1711</b>
<b>90</b>	0,0736	0,0907	0,0000	0,0361	0,0049	<b>0,2053</b>	<b>0,1643</b>

Priloga E: Izračun drščkov v pristopu ekonomske optimizacije

1. Širinski, ki so povezani s časom potovanja			
vrednota V <sub>07</sub> za srednja vozila za leto 2013 [seu/h]	623		
vrednota V <sub>07</sub> za težka tovorna vozila za leto 2013 [seu/h]	23,97		
delež tovornega prometa [V <sub>07</sub> ]	3,5		
2. Operativni stroški vozila			
parametri za posamezno kategorijo vozil	a	b	c
srednja vozila	0,96	0,05	1,30 x 10 <sup>-4</sup>
težava vozila	1,16	0,06	4,50 x 10 <sup>-4</sup>
cesta črna goriva za december 2014 [seu/L]	1,292	Dizel	
delež tovornega prometa [V <sub>07</sub> ]	3,5		
3. Širinski prometnih nesreč			
število nesreč z smrtno žrtevjo [seu/osebje]	1.061.983		
število nesreč / kudo ranjena oseba [seu/osebje]	138.319		
število prometnih nesreč z smrtno žrtevjo	0	število smrtnih žrtev	0
število prometnih nesreč / kudo ranjena oseba	0	število kudo poškodovanih oseb	0
prenosna omejitev hitrosti 0 [km/h]	0	hitrosti obravnavanega odziva ceste [km]	0
delež tovornega prometa [V <sub>07</sub> ]	3,5	hitlosti celotnega državnega cestnega omrežja (G in R ceste) [km]	5.526
celotno število prometnih kilometrov za srednja in težka vozila [km/leto]	6610 * 10 <sup>6</sup>		
4. Širinski hrupa zaradi prometa			
število avtomobilov na ure [voz/h]	973		
število tovornih vozil na ure [voz/h]	90		
daljina odzoba [m]	0		
širinski hrupa na dB(A) na osebje [seu/dB(A)osebje]	0		
celotno število prometnih kilometrov za srednja in težka vozila [km/leto]	6.610 x 10 <sup>6</sup>		
daljina celotnega državnega cestnega omrežja (G in R ceste) [km]	5.526		
ocenjeno število avtomobilov in tovornih vozil na odzoba v 100-metrovem paru [osebje]	9		
5. Širinski onesnaževalni stroški			
širinski onesnaževalni stroški z PM10 [seu/leto]	301		
širinski onesnaževalni stroški z NO2 [seu/leto]	141		
delež tovornega prometa [V <sub>07</sub> ]	3,5		
emisijski za srednja vozila	emisijski za težka vozila		
PM10	NO2	PM10	NO2
30 km/h	0,0000330	30 km/h	0,0001800
50 km/h	0,0000330	50 km/h	0,0001800
70 km/h	0,0000330	70 km/h	0,0001800
90 km/h	0,0000330	90 km/h	0,0001800
30 km/h	0,0000050	30 km/h	0,0000050
50 km/h	0,0000050	50 km/h	0,0000050
70 km/h	0,0000050	70 km/h	0,0000050
90 km/h	0,0000050	90 km/h	0,0000050
30 km/h	0,0000030	30 km/h	0,0000030
50 km/h	0,0000030	50 km/h	0,0000030
70 km/h	0,0000030	70 km/h	0,0000030
90 km/h	0,0000030	90 km/h	0,0000030

Širinski hrupa		Širinski onesnaževalni stroški	
LE(L,eq)	LE(L,eq)	Q(m)	v(n)
87,32 7982	82,4 4349,5	975	0
91,12 0640	94,5 01857		
95,73 4823	99,7 90606		
100,23 7773	104,4 13238		
107,1 3904	104,0 99343		
106,1 5671	103,0 81816		
98,13 3297	97,2 81396		
90,91 3658	88,0 5553,5		
86,69 6579	81,6 30682		
90,27 6689	93,7 10044		
97,14 8415	99,9 89794		
101,5 1235	103,0 2157		
108,4 9029	104,0 20161		
107,1 4648	103,0 1004		
99,09 9398	96,4 36593		
91,04 8266	87,2 69723		
85,90 3688	80,9 8121,4		
93,23 4112	93,0 40577		
98,32 6676	98,3 1092,6		
102,5 904	102,9521		
109,6 1399	105,5921,5		
107,9 8332	102,34039		
99,91 6089	95,8 2011,6		
91,16 2075	86,9 9423,5		
85,33 4723	80,4 0129,5		
94,10 0794	92,4 60657		
99,34 7337	97,7 29407		
103,5 2407	102,3 721,8		
110,5 8826	104,99223		
108,7 0821	101,76066		
100,6 2356	95,2 4019,6		
91,26 0662	86,0 1493,5		
84,94 7621	80,4 0129,5		
94,94 7621	92,4 60657		
100,2 4762	97,7 29407		
104,3 4762	102,3 721,8		
111,4 4762	104,99223		
109,2 4762	101,76066		
101,2 4762	95,2 4019,6		
91,34 7621	86,0 1493,5		

1. Izračun stroškov potovanja časa	
hitrost [km/h]	stroški [seu/km vozila]
30	0,1377
60	0,1146
70	0,0982
80	0,0980
90	0,0754

2. Izračun operativnih stroškov vozila	
hitrost [km/h]	stroški [seu/km vozila]
30	0,0896
60	0,0873
70	0,0874
80	0,0887
90	0,0912

3. Izračun stroškov prometnih nesreč		
hitrost [km/h]	emisijski stroški (S)	stroški S [seu]
30	0,00	0,00
60	0,00	0,00
70	0,00	0,00
80	0,00	0,00
90	0,00	0,00

4. Izračun stroškov hrupa zaradi prometa	
hitrost [km/h]	stroški [seu/km vozila]
30	0,0000
60	0,0000
70	0,0000
80	0,0000
90	0,0000

5. Izračun stroškov onesnaževalni stroški	
hitrost [km/h]	stroški [seu/km vozila]
30	0,0044
60	0,0045
70	0,0045
80	0,0046
90	0,0050

6. Izračun stroškov onesnaževalni stroški	
hitrost [km/h]	stroški [seu/km vozila]
30	6482,99 8339
60	6486,43 1000
70	6394,73 6605
80	6589,9 8493
90	6629,79 5603

7. Izračun stroškov onesnaževalni stroški	
hitrost [km/h]	stroški [seu/km vozila]
30	0,2347
60	0,2098
70	0,1981
80	0,1920
90	0,1756

