

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:

Karlovšek, A., 2016. Analiza primernosti razširjenih robnih pasov za cestno kolesarjenje. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Žura, M., somentor Lipar, P.): 86 str.

Datum arhiviranja: 09-03-2016

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:

Karlovšek, A., 2016. Analiza primernosti razširjenih robnih pasov za cestno kolesarjenje. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Žura, M., co-supervisor Lipar, P.): 86 pp.

Archiving Date: 09-03-2016

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta za  
*gradbeništvo in  
geodezijo*

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



UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI  
PROGRAM GRADBENIŠTVO  
PROMETNA SMER

Kandidat:

**ALJAŽ KARLOVŠEK**

**ANALIZA PRIMERNOSTI RAZŠIRJENIH ROBNIH  
PASOV ZA CESTNO KOLESARJENJE**

Diplomska naloga št.: 3456/PS

**ANALYSIS OF THE SUITABILITY OF PAVED  
SHOULDERS FOR ROAD CYCLING**

Graduation thesis No.: 3456/PS

**Mentor:**

izr. prof. dr. Marijan Žura

**Somentor:**

doc. dr. Peter Lipar

**Član komisije:**

Ljubljana, 24. 02. 2016

## **POPRAVKI**

**Stran z napako**

**Vrstica z napako**

**Namesto**

**Naj bo**

**IZJAVE**

Podpisani Aljaž Karlovšek izjavljam, da sem avtor diplomskega naloge z naslovom »Analiza primernosti razširjenih robnih pasov za cestno kolesarjenje«.

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

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 15.2.2016

Aljaž Karlovšek

## **BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

- UDK:** 625.711.4:711.1(497.4)(043.2)
- Avtor:** Aljaž Karlovšek
- Mentor:** izr. prof. dr. Marijan Žura
- Somentor:** doc. dr. Peter Lipar
- Naslov:** Analiza primernosti razširjenih robnih pasov za cestno kolesarjenje
- Tip dokumenta:** Diplomaska naloga – univerzitetni študij
- Obseg in oprema:** 86 str., 14 pregl., 42 sl.
- Ključne besede:** cestno kolesarjenje, kolesarjenje izven naselja, razširjen robni pas, poasfaltirana bankina, nivo uslug za kolesarje, ropotne črte.

### **Izveleček**

Naloga obravnava prednosti in možnosti izvedbe razširitve robnih pasov na slovenskih cestah izven naselja. Gre za izvedbo kolesarskega pasu izven naselja tako, da se poasfaltira del bankine in s tem pridobi gladko in ravno vozno površino, ki bi jo v prvi vrsti uporabljali rekreativni cestni kolesarji. Istočasno se klasično robno črto zamenja z ropotno črto, katere lastnosti in vpliv uporabe s prometno-varnostnega vidika in z vidika vpliva na udobje vožnje kolesarjev so podani v četrtem poglavju. Pri obravnavi sem si pomagal s predpisi in priporočili za oblikovanje kolesarskih površin v Sloveniji ter drugod po svetu, kjer razširjeni robni pasovi že obstajajo. Sledi predstavitev oziroma prikaz uporabe metode za določanje kolesarskega nivoja uslug (BCI metodologija) na cestah izven naselja ter splošni prikaz vpliva posameznih parametrov na kolesarski nivo uslug. Izbrane zametke razširjenih robnih pasov sem najprej analiziral na terenu in nato za vsakega posebej računsko, s pomočjo omenjene metode določil trenutni nivo uslug, ki ga zameetek nudi kolesarjem. Sledila je analiza rezultatov in ukrepi za izboljšanje trenutnega kolesarskega nivoja uslug, z ozirom na prometno varnost, ki je z nivojem uslug neposredno povezana. Na koncu je še kratko poglavje o izvedbi razširjenih robnih pasov na mestu križišč in poglavje o vzdrževanju razširjenih robnih pasov ter ropotnih črt.

**BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT**

- UDC:** 625.711.4:711.1(497.4)(043.2)
- Author:** Aljaž Karlovšek
- Supervisor:** Assoc. Prof. Marijan Žura, Ph.D.
- Cosupervisor:** Assoc. Prof. Peter Lipar, Ph.D.
- Title:** Analysis of the suitability of paved shoulders for road cycling
- Document type:** Graduation Thesis – University studies
- Scope and tools:** 86 p., 14 tab., 42 fig.
- Key words:** road cycling, rural road cycling, paved shoulders, Bicycle Compatibility Index, rumble strips, rumble stripes.

**Abstract**

This graduation thesis deals with the benefits and the suitability of paved shoulders on Slovenian rural roads. Paved shoulders are made with paving the part of the shoulder, in order to obtain a smooth and flat running surface, which is primarily used for recreational road cyclists. At the same time classic edge line is replaced by edge line rumble strip/stripe, whose characteristics and impact of the use of the road-safety point of view and in terms of impact on ride comfort of cyclists are given in the fourth chapter. I considered the regulations and recommendations of the designed bike areas in Slovenia and elsewhere in the world, where paved shoulders already exist. Then a Bicycle Compatibility Index method to determine the level of service on rural roads, and the effect of individual parameters on the bicycle level of service is presented. I first analyzed some examples of existing approximations of bike lanes on paved shoulders and then did the calculations for each of them separately, using the BCI method. After that an analysis of the results and measures to improve the current level of service with regard to road safety, which is directly related to the level of service were made. At the end of the thesis there is a short chapter on the implementation of paved shoulders at the intersections, followed by a chapter about maintenance of paved shoulders and rumble strips/stripes.

## **ZAHVALA**

Zahvala gre v prvi vrsti mentorju izr. profesorju dr. Marijanu Žuri in somentorju doc. dr. Petru Liparju za veliko mero angažiranosti in pomoči pri izdelavi diplomske naloge. Hkrati bi se rad posebej zahvalil svojim dragim staršem in dekletu Marini, ki so mi tekom študijskih let nudili neizmerno podporo v vseh pogledih.

Zahvaljujem se tudi vsem sošolcem, prijateljem in ostalim, brez katerih bi bil zaključek študija in nastanek tega dela pravzaprav nemogoč.

**KAZALO VSEBINE**

POPRAVKI .....	I
IZJAVE .....	II
BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK .....	III
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT .....	IV
ZAHVALA .....	V
KAZALO VSEBINE .....	VI
KAZALO PREGLEDNIC .....	VIII
KAZALO SLIK .....	IX
OKRAJŠAVE .....	XI
SLOVAR MANJ ZNANIH IZRAZOV .....	XII
1 UVOD .....	1
2 SPLOŠNO .....	2
2.1 Vrste kolesarskih kategorij in povezav .....	2
2.2 Predpisi, projektiranje in uporaba razširjenih robnih pasov .....	3
2.3 Pomen in funkcije razširjenih robnih pasov .....	5
2.4 Vpliv na prometno varnost .....	6
3 NIVO USLUG ZA KOLESARJE .....	9
3.1 Splošno .....	9
3.2 BCI metodologija .....	10
4 ROPOTNE ČRTE .....	16
4.1 Kaj so ropotne črte in kako delujejo .....	16
4.2 Vpliv ropotnih črt na varnost kolesarjev .....	17
4.2.1 ROR in DOR nesreče .....	17
4.2.2 Rumble strips ali Rumble stripes .....	17
4.2.3 Ropotne robne črte .....	20
4.2.4 Ropotni robni pasovi .....	21
4.3 Vpliv ropotnih črt na udobje vožnje kolesarjev .....	25
5 ZAMETKI RAZŠIRJENIH ROBNIH PASOV NA SLOVENSКИH CESTAH .....	27
5.1 Primer 1: Kolesarski pas na Ižanski cesti v Ljubljani .....	28
5.2 Primer 2: Zamelek razširjenega robnega pasu na Bizeljski cesti na Bizeljskem .....	31
5.3 Primer 3: Zamelek razširjenega robnega pasu na relaciji Spodnji Brnik - Velesovo .....	38
5.4 Primer 4: Zamelek razširjenega robnega pasu od Brezovice do Vrhniko .....	41
5.5 Primer 5: Zamelek razširjenega robnega pasu na stari cesti Vrhnika-Logatec .....	45
5.6 Primer 6: Zamelek razširjenega robnega pasu na Cesti na Ključ v Ljubljani .....	47



5.7 Izračun kolesarskih nivojev uslug za obravnavane primere 1-5 .....	53
5.7.1 Vhodni podatki .....	53
5.7.2 Analiza in rezultati .....	58
6 RAZŠIRJENI ROBNI PAS NA MESTU KRIŽIŠČ .....	64
6.1 Križanje ob potencialnem desnem zavoju motornega vozila .....	64
6.2 Razširjen robni pas v funkciji obvoznega pasu .....	66
7 VZDRŽEVANJE RAZŠIRJENIH ROBNIH PASOV IN ROPOTNIH ČRT .....	68
7.1 Vzdrževanje razširjenih robnih pasov .....	68
7.1.1 Sekundarni pomen vzdrževanja razširjenih robnih pasov .....	69
7.2 Vzdrževanje ropotnih črt .....	70
8 ZAKLJUČEK .....	72
VIRI .....	73

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 3.1: Obseg kolesarskega kompatibilnostnega indeksa v povezavi z nivojem uslug in klasifikacijo nivoja kompatibilnosti (Bicycle Compatibility Index, 1999)

Preglednica 5.1: Širina robnega pasu v odvisnosti od širine voznih pasov (Pravilnik o projektiranju cest, 2005)

Preglednica 5.2: Podatki o prometnih obremenitvah za primer 1 (DRSC, 2013)

Preglednica 5.3: Podatki o prometnih obremenitvah za primer 2 (DRSC, 2013)

Preglednica 5.4: Podatki o prometnih obremenitvah za primer 3 (DRSC, 2013)

Preglednica 5.5: Podatki o prometnih obremenitvah za primer 4 (DRSC, 2013)

Preglednica 5.6: Podatki o prometnih obremenitvah za primer 5 (DRSC, 2013)

Preglednica 5.7: Obseg, znotraj katerega se lahko gibljejo vrednosti določenih glavnih spremenljivk (Bicycle Compatibility Index, 1999)

Preglednica 5.8: Vhodni podatki (spremenljivke), BCI in LOS trenutnega stanja

Preglednica 5.9: Primer minimalne izboljšave - če bi obstoječim zametkom zamenjali robno črto in upoštevali odseke s trenutno največjo širino razširjenih robnih pasov pri nespremenjenih ostalih spremenljivkah

Preglednica 5.10: Rezultati analize za primer, ko SPD ostane nespremenjena, medtem ko je BLW nastavljena na najvišjo še izvedljivo vrednost

Preglednica 5.11: SPD je v vseh primerih (razen v prvem, kjer je zmanjšana za 10 km/h) zmanjšana za 20 km/h, BLW pa ustreza trenutnemu stanju

Preglednica 5.12: Vhodni podatki, BCI in LOS po izvedbi razširjenih robnih pasov (modra polja predstavljajo nespremenljive spremenljivke, siva obratno)

Preglednica 5.13: Najvišji možni kolesarski nivoji uslug; okolje tolikšne širine razširjenih robnih pasov žal ne dopušča

## KAZALO SLIK

Slika 2-1: Običajni kolesarski pas v mestu (ponekod so zaradi povečanja varnosti pobarvani rdeče) ...	3
Slika 2-2: Primer rekonstrukcije, kjer razširimo robni pas in tako pridobimo 3' (90 cm) uporabne širine in 1' (30 cm) za izvedbo odvodnjavanja (Maryland SHA Bicycle and Pedestrian Design Guidelines, 2013) .....	6
Slika 3-1: Na sliki je jasno prikazano, koliko pomeni 1 m ločilne razdalje med avtomobilom in kolesarjem [8].....	9
Slika 4-1: Običajen robni pas, od voznega pasu ločen z navadno belo polno talno črto .....	16
Slika 4-2: Primer tiste vrste ropotne črte, na katero večina najprej pomisli (na sliki bele barve).....	18
Slika 4-3: Natančnejši pogled na običajno (profilirano) ropotno črto.....	18
Slika 4-4: Primera ropotnega pasu .....	19
Slika 4-5: Primer ropotne črte, preko katere je pobarvana robna črta [7]. .....	22
Slika 4-6: Ropotni pas ponoči [7] .....	23
Slika 5-1: Zagotovo eden najboljših primerov kolesarskega pasu, izveden na regionalni cesti od Ljubljane proti Igu (moder prometni znak na sliki označuje ločena pasova za kolesarje in pešce).....	28
Slika 5-2: Avtobusno postajališče, ki se nahaja na voznem pasu. Prometni znak, ki obvešča tudi kolesarje, da se nahajajo v območju postajališča, bi jih moral na to opozarjati, še preden se postajališče začne.....	30
Slika 5-3: Na mestih uvozov in izvozov sta robni črti črtkani. ....	30
Slika 5-4: Satelitski posnetek lokacije primera 2 (Google maps, 2013) .....	31
Slika 5-5: Zametek razširjenega robnega pasu na mestu uporabne širine 65 cm in peščene bankine...	32
Slika 5-6: Prosti (črtkana črta) in prometni profil (polna črta), potreben za vožnjo kolesarja .....	33
Slika 5-7: Tabla, ki opozarja tudi na možnost medsebojnega prehitevanja kolesarjev .....	35
Slika 5-8: Najdražja izvedba razširjenega robnega pasu na odseku, prikazanem na sliki 5-5, ko je pas v celoti rdeče pobarvan. ....	36
Slika 5-9: Vmesna opcija istega odseka- racionalnejša in verjetno najbolj smiselna .....	36
Slika 5-10: Najcenejša, a vseeno ustrezna rešitev .....	37
Slika 5-11: Potek trase zametka (Google maps, 2013) .....	38
Slika 5-12: Na sliki je z rdečo puščico označen prometni znak, ki na bodoči razširjen robni pas zagotovo ne sodi. Poleg tega sta znaka, ki opozarjata na istovrstno nevarnost, postavljena povsem nesmiselno, saj sta na medsebojni oddaljenosti manj kot 10 m (Google maps, 2013). ....	40
Slika 5-13: Nadaljevanje zametka razširjenega robnega pasu ob kolesarski stezi; avtobusno postajališče je jasno in dovolj zgodaj označeno, kanalizacijski jaški minimalno posegajo v kolesarjevo pot (Google maps, 2013).....	42

Slika 5-14: Izvedba razširjenega robnega pasu, kjer potekata kolesarska steza in pas za pešce. Prikazano je tudi, kako izvedemo potek pasu na mestu avtobusnega postajališča in ena izmed najbolj ekonomsko smiselnih označb razširjenih robnih pasov, t.j. s širšo rdečo črto (običajno 25 cm) [1] tik ob ropotni črti (Google maps, 2013). .....	43
Slika 5-15: Številni uvozi, zaradi katerih na kolesarski stezi nastanejo nekakšne reliefne poglobitve. ....	44
Slika 5-16: Drevored Napoleonove lipe, kjer je celotna vozna površina betonska. Kolesarji zametek razširjenega robnega pasu že uporabljajo (Google maps, 2013). .....	45
Slika 5-17: Z rdečo je označen začetek zametka; na desni vidimo zaključek kolesarske steze, na kar opozarja tudi prometni znak (Google maps, 2013). .....	46
Slika 5-18: Kolesarji že sedaj (pod)zavestno uporabljajo zametek razširjenega pasu, čeprav namenska uporaba ni nikjer označena. Razvidno je tudi, da se je kolesarki bližajoči avtomobil pomaknil na sredinsko črto, da jo bo lahko varno obšel, kar po preoblikovanju v razširjen robni pas avtomobilom zagotovo ne bi bilo več potrebno početi. ....	47
Slika 5-19: Prikaz poteka opisanih cest (Google maps, 2013) .....	48
Slika 5-20: Takšna kvaliteta vozne površine je za cestne kolesarje neprimerna in nevarna, četudi je širina robnega pasu ustrezna. ....	49
Slika 5-21: Cesta na Ključ; robni pas širine 85 cm .....	50
Slika 5-22: Primer osnovno preoblikovane Ceste na Ključ z dvostranskim enosmernim razširjenim robnim pasom .....	51
Slika 5-23: Eden izmed možnih prometnih znakov, ki bi opozarjal na razširjen robni pas. ....	52
Slika 5-24: Definicija širine voznega pasu (CLW- na sliki »curb lane width«) na mestu, kjer se vozišče zaključí z robnikom (»curb only«) (Bicycle Compatibility Index, 1999). ....	54
Slika 5-25: Širina voznega pasu, kjer se ob robniku nahaja še odtočna rešetka (Bicycle Compatibility Index, 1999).....	55
Slika 5-26: Primer, ko že obstaja zametek robnega pasu ali razširjen robni pas, ki je na desni strani omejen z robnikom (»curb only«) (Bicycle Compatibility Index, 1999). ....	55
Slika 6-1: Robni pas se nesmiselno zaključí na mestu križanja[3].....	64
Slika 6-2: Talne oznake, ki olajšajo vožnjo kolesarju skozi križišče [3].....	65
Slika 6-3: Tako imenovani »bypass« oziroma obvozni pas, kjer je robni pas začasno prekinjen in kolesarski promet zato oviran [3]. ....	66
Slika 6-4: Pravilna in varna izvedba t.i. bypass-a [3] .....	67
Slika 7-1: S peskom posut razširjen robni pas je za športne kolesarje povsem neprimeren, saj lahko že manjši delci povzročijo kolesarjevo nestabilnost. ....	68
Slika 7-2: Primer dobre prakse vgrajevanja kolesarjem prijaznih rešetk .....	69
Slika 7-3: Cestni pometać pri čiščenju ropotne črte [13] .....	71

## **OKRAJŠAVE**

AASHTO.....American Association of State Highway and Transportation Officials

BCI.....Bicycle Compatibility Index = nivo uslug za kolesarje

CLTV.....Curb Lane Truck Volume

LOS.....Level of Service = nivo uslug

PHF.....Peak Hour Factor = faktor urne konice

PHV.....Peak Hour Volume

PLDP.....Povprečni letni dnevni promet

ROR/DOR.....Run/Drift-Off-Road

**SLOVAR MANJ ZNANIH IZRAZOV**

Razširjen robni pas ali poasfaltirana bankina: kolesarski pas izven naselja, ki nastane z razširitvijo obstoječega robnega pasu oziroma s poasfaltiranjem dela bankine.

Specialkar/specialec: kolesar, ki vozi cestno kolo.

Športni kolesar: izkušen kolesar, ki običajno vozi cestno kolo.

## 1 UVOD

Promet in z njim povezani vplivi se s časom relativno hitro spreminjajo. Število motornih vozil na slovenskih cestah je iz dneva v dan večje, le-ta pa dosegajo vse višje hitrosti. Tako dinamika v prometu postaja intenzivnejša za vse udeležence, prometna varnost, ki je osnova vsakega transporta, pa včasih težko sledi ritmu sprememb. Posledice se kažejo tako, da na slovenskih cestah vsako leto umre kar 15 kolesarjev [1]. Mednje sodijo tudi kolesarji, ki se odpravijo na pot z namenom rekreacije, pri čemer na cestah izven naselij dosegajo višje hitrosti vožnje kot pri mestnem kolesarjenju. Tudi motorna vozila na teh istih cestah dosegajo hitrosti nekje od 50 do 90km/h (npr. pri prehitevanju lahko tudi več). Dogajanje na cesti postane nevarnejše, saj je časa za ukrepanje v kritičnih trenutkih manj, posledice v primeru trčenja med motornim vozilom in kolesarjem pa so veliko hujše.

Glavni problem, ki sem ga v diplomskem delu izpostavil je, da so se rekreativni kolesarji, katerih pot večinoma poteka izven mesta, v glavnem primorani voziti ob robu voznega pasu, primarno namenjenega motornim vozilom. Brez ločilnih elementov svojo vozno površino v celoti delijo z motornimi vozili, s tem pa so zelo izpostavljeni. Takemu načinu kolesarjenja, ki sem ga poimenoval športno kolesarjenje, večinoma ni namenjenih od motornih vozil strogo ločenih asfaltiranih površin (kolesarske poti ali kolesarske steze), sicer pa tudi te vsekakor ne bi bile najprimernejše za to vrsto kolesarjenja. Gre za specifično vrsto cestnega kolesarjenja, ki je v Sloveniji in drugod po svetu zelo razširjena. Temu primerna bi bila tudi pri nas potrebna kolesarska infrastrukturna mreža, ki bi lahko nastala z manjšimi posegi v obstoječe glavne, predvsem pa regionalne ceste. Na katerih delih in na kakšen način bi bilo to izvedljivo z rekonstrukcijo obstoječih cest v Sloveniji, sem poskušal ugotoviti v nadaljevanju.

## 2 SPLOŠNO

### 2.1 Vrste kolesarskih kategorij in povezav

Povzeto po TSC 03.600 [2] so kolesarske povezave definirane kot niz prometnih površin, namenjenih javnemu prometu kolesarjev in drugih udeležencev pod pogoji, določenimi s pravili cestnega prometa in predpisi, ki urejajo javne ceste, ter so označene s predpisano prometno signalizacijo.

Poznamo naslednje kategorije kolesarskih povezav:

- daljinske
- glavne
- regionalne in
- lokalne kolesarske povezave.

Te so ločene glede na dolžino oziroma velikost območja, ki ga povezujejo. Poleg tega ločimo še 5 različnih vrst kolesarskih povezav, in sicer:

- kolesarska pot
- kolesarska steza
- kolesarski pas
- kolesarji na vozišču (skupaj z motornimi vozili) in
- t.i. »Shared space« oziroma souporaba vozne površine.

Vrste kolesarskih povezav si sledijo od najvarnejše- kolesarska pot, pri kateri so kolesarji strogo ločeni od motornega prometa, do najmanj varne oblike površin, namenjenih kolesarjem, kjer so kolesarji »enakovredni« motornim vozilom (»Shared space«; pri nas priporočena uporaba zgolj v urbanih naseljih).

V moji obravnavi kolesarskega prometa sem se ukvarjal z daljinskimi, glavnimi in regionalnimi kolesarskimi povezavami. Ker vsaka vrsta kolesarske povezave ni primerna za vsako kategorijo, so mi tako za ceste izven naselja preostale prve štiri od navedenih vrst kolesarskih povezav. Poleg tega, sem se omejil na tiste, ki se nahajajo neposredno na vozišču, torej tam, kjer sta višinska nivoja kolesarske in motornim vozilom namenjene infrastrukture enaka. To vrsto kolesarske povezave trenutno najbolje opiše kolesarski pas, zato je bistvo obravnave, kako kolesarjem na vozišču zagotoviti kolesarski pas izven naselja oziroma razširjen robni pas, kot ga imenujem v svoji diplomski nalogi.



## 2.2 Predpisi, projektiranje in uporaba razširjenih robnih pasov

Kolesarski pas je tisti del vozišča, ki je na eni strani omejen z vzdolžno polno ali črtkano črto, na drugi pa običajno z robnikom, ki zaključuje pločnik oziroma ločilno površino med pešci in vozili. Namenjen je kolesarjem in voznikom koles z motorjem ter je v istem nivoju kot vozišče namenjeno motornemu prometu[2]. V naših predpisih sicer kolesarskega pasu ni prepovedano izvesti na območjih izven mest, vendar izvedbe iz varnostnih razlogov ne priporočajo.



**Slika 2-1: Običajni kolesarski pas v mestu (ponekod so zaradi povečanja varnosti pobarvani rdeče)**

V Zakonu o cestah je zapisano, da je kolesarjenje dovoljeno na vseh vrstah cest, razen na avtocestah, hitrih cestah in tam, kjer je to neposredno označeno s prometno signalizacijo. V tem primeru, ko kolesarji vozijo znotraj vozišča, morajo voziti drug za drugim, v smeri poteka smernega vozišča in po desni strani. Naj poudarim, da bi se športni kolesarji kljub razširjenemu robnemu pasu še vedno morali držati pravil cestnega prometa in voziti drug za drugim, saj le na ta način s svojo prisotnostjo ne bi dodatno posegali v prostor motornih vozil. Poleg tega sem pri obravnavi razširjenih robnih pasov predvidel, da bodo po njih vozili zgolj športni kolesarji (glej Slovar manj znanih izrazov). To pomeni, da se hitrost vožnje takih kolesarjev giblje od 30 pa vse tam do 50 km/h, zato na teh površinah namensko prostor ni predviden za pešce, družinske kolesarje in druge počasnejše oblike gibanja (rolkanje, kotalkanje ipd.). Te omejitve sem predvidel zaradi same varnosti uporabnikov razširjenih

robni pasov v povezavi z drugimi udeleženci v prometu, saj je pri vožnji s kolesom pri tako visoki hitrosti potrebna večja zbranost. Izogib na primer nepredvidljivo vijugajočemu otroku na kolesu s pomožnimi kolesčki ali na poganjalčku je praktično kljub izjemni previdnosti in predvidljivosti nemogoč. Iz tega sledi odgovor na to, zakaj kolesarske steze in poti niso najprimernejša vrsta povezave za športno kolesarjenje. Cilj je, torej športnim kolesarjem zagotoviti nekakšno vmesno varianto med kolesarsko potjo/stezo in kolesarjenjem po vozišču, tako da bo kolesarjenje v prvi vrsti varno, a hkrati udobno.

Pri projektiranju razširjenih robnih pasov je potrebno tako kot za vse cestne površine najprej upoštevati prometno varnost (poglavje 2.4). Poleg tega so pomembni še drugi dejavniki, kot so: neprekinjenost poteka pasu, konfiguracija terena, možnost čiščenja razširjenih robnih pasov. Povzeto po TSC 03.600 [2], so običajni kolesarski pasovi priporočljivi na cestah z manjšim kolesarskim prometom in večjim prometom motornih vozil, kjer je količina težkih tovornih vozil majhna in kjer hitrosti motornih vozil ne presegajo 50 km/h. Kolesarski pasovi morajo biti zaradi povečanja zaznavnosti pobarvani z rdečo barvo. Za primer, ko se kolesarji nahajajo na vozišču skupaj z motornim prometom, je navedeno, da je tak profil učinkovit na manj prometnih cestah, kjer sta količina in hitrost vozil nadzorovana. Poleg tega so potrebni dodatni ukrepi za omejitev hitrosti motornih vozil in količine težkih tovornih vozil.

V Marylandu na primer velja, da se osebe naj ne bi vozile s kolesom po cestah, kjer dovoljena hitrost za motorna vozila presega 80 km/h. Tam, kjer dovoljena hitrost presega 90 km/h, pa je vožnja s kolesom prepovedana, razen v primeru, ko je izvedena neprekinjena poasfaltirana bankina, ki predstavlja sinonim za razširjen robni pas. V nadaljevanju predpisa je celo določeno, da mora vsak voznik kolesa (ali kolesa z motorjem) uporabljati razširjen robni pas, če je ta izveden tako, da je uporaba varna in nemotena. Z drugimi besedami - površina robnega pasu mora biti gladka, primerno očiščena in neprekinjena brez vzroka in predhodnega opozorila na konec tega pasu [3].

Sicer obstajajo primeri, v katerih bodo kolesarji morda kljub predpisom vozili izven predvidenega pasu:

- pri medsebojnem prehitevanju in prehitevanju morebitnih pešcev (v primeru, če pločnik ni izveden oziroma pešci nimajo možnosti izbire druge poti) ter izogibanju drugih nepričakovanih ovir na vozni poti
- pred zavijanjem z glavne smeri na levo in
- kadar je robni pas prekinjen zaradi odcepa pasu za zavijanje na desno.

Tako je v Marylandu tudi določeno, da naj bi imel vsak razširjen robni pas, katerega uporaba je za kolesarja zahtevana, naslednje lastnosti:

- vozna površina je izvedena iz bitumenskega materiala ali pa betona iz Portland cementa
- vozna površina je gladka in vsaj tako dobre ali boljše teksture kot preostali del vozišča
- minimalna širina vozne površine znaša 1,25m
- vgrajene ima drenažne rešetke (pozor: le te morajo imeti kanale usmerjene pravokotno na smer vožnje ali pa morajo biti odprtine v rešetki tako drobne, da te ne predstavljajo nevarnosti, da bi se pnevmatika kolesa ujela mednje) [3].

### **2.3 Pomen in funkcije razširjenih robnih pasov**

Bankine v osnovi predstavljajo podporo voziščni konstrukciji. Imajo pomembno vlogo v sistemu za odvajanje deževnice s cestišča in so hkrati tudi prostor za obcestne prometne znake tako, da ti ne ovirajo vožnje. Poleg tega imajo funkcijo prostora za zasilno ustavljanje in zasilne manevre motornih vozil ter obvoz levih zavijalcev. Seveda pa nam lahko ob primerni širini in obliki predstavljajo tudi prostor za vožnjo kolesarjev in hojo pešcev, kjer ni za to predvidenega pločnika oziroma druge oblike kolesarskega vozišča.

V zvezi z bočno oporo je leta 1990 Benekohal (2013) izjavil, da po t.i. pravilu palca obremenitve znotraj območja šestih palcev (15cm) od roba vozišča oziroma betonske plošče proizvajajo velike napetosti. Sklenil je tudi, da je na cestah, ki so razširjene izven običajnih dimenzij (npr. razširjen robni pas), vpliv robne črte ugodnejši s stališča umestitve koles tovornih vozil glede na občutljivi robni (krajni) del vozišča. Natančneje to pomeni, da tovorna vozila, kjer je na cesti izveden razširjen robni pas, še vedno vozijo po isti liniji kakor, če takega pasu ne bi bilo. Toda v primeru vijuganja kompozicije, s kolesi težje zaidejo na rob asfaltiranega dela (konec razširjenega robnega pasu), saj je za to potrebna intenzivnejša sprememba smeri [3].

## 2.4 Vpliv na prometno varnost

Kadar načrtujemo razširjen robni pas za kolesarsko uporabo, je pomembno, da temeljito preučimo konflikte, ki lahko nastanejo, kadar je le-ta uporabljen tako s strani ne-motoriziranih kot tudi motornih vozil.

Priporočena širina robnega pasu, namenjenega kolesarski uporabi, je v splošnem odvisna od:

- hitrosti vozil
- prometnih obremenitev in
- strukture prometa na določeni cesti.

Na cestah izven naselja, kjer hitrosti vozil presegajo 70 km/h in PLDP presega 10.000 vozil/dan, je po predpisih v Marylandu zahtevana minimalna širina robnega pasu kar 1,50 m. Na mestih, kjer so prometne obremenitve še večje, pa naj bi širina bila kar 1,85-3,05 m. Navedene dimenzije robnega pasu veljajo za novogradnje, medtem ko za primere rekonstrukcij, katerim dajem poudarek v svoji diplomski nalogi, piše da je vsakršna dodatna razširitev boljša, kot če robni pas sploh ni razširjen. Sicer pa mora širina razširjenega robnega pasu, ki se zaključi z robnikom, znašati vsaj 1,20 m, v nasprotnem primeru pa vsaj 0,90 m. To pomeni, da mora zagotoviti minimalno 90 cm uporabne širine brez upoštevanja kanalet, da je vožnja za kolesarje varna. V nasprotnem primeru je bolje ohraniti širši vozni pas[3].

Za primere rekonstrukcij je še navedeno, da je možno v nekaterih primerih zagotoviti razširjen robni pas z zoženjem obstoječih voznih pasov. S tem povečamo tako imenovano stopnjo bočne ločitve med kolesarjem in motornim vozilom, posledično pa se za kolesarja zviša raven varnosti in udobja- nivo uslug za kolesarja BCI (predstavljeno v naslednjem poglavju).



**Slika 2-2: Primer rekonstrukcije, kjer razširimo robni pas in tako pridobimo 3' (90 cm) uporabne širine in 1' (30 cm) za izvedbo odvodnjavanja (Maryland SHA Bicycle and Pedestrian Design Guidelines, 2013)**

Na cestah, kjer se predvideva, da bodo kolesarji večkrat za določen čas zapustili razširjen robni pas zaradi predvidene ali nepredvidene ovire na njihovi vozni poti, mora biti to predhodno posebej označeno[3].

Heimback je že leta 1974 ugotovil, da je na cestah s poasfaltirano v primerjavi z običajno bankino bistveno manj nesreč. V poročilu številka 197, objavljen leta 1978 v sklopu »The National Cooperative Highway Research Program« (NCHRP), je prav tako navedeno, da imajo poasfaltirane bankine pozitiven učinek na varnost v prometu. Sinteza poročila navaja, da je manj nesreč na cestah s poasfaltirano bankino v primerjavi z enako širokimi cestami z običajno peščeno bankino (slika 2-2). Ugotovljeno je bilo tudi, da imata širina razširjenega robnega pasu in to, ali je robni pas sploh razširjen ali ne, večji vpliv na prometno varnost kot sama širina voznih pasov [6].

Za napovedovanje stopnje prometnih nesreč je bil razvit linearen model za vozne in razširjene robne pasove različnih širin. Model je sicer prikazal pričakovane odvisnosti, a nekaj nedoslednosti se je vseeno pojavilo. V splošnem se je stopnja prometnih nesreč s povečevanjem širine razširjenega robnega pasu zmanjševala (to pravilo velja za odseke cest z vzdolžnim nagibom  $3^\circ$  ali manj), vendar pa je nasprotno veljalo za ceste s PLDP, manjšim od 1000 vozil/dan, ali s PLDP, večjim od 5000 vozil/dan [6].

Zegeer je leta 1981 izvedel primerjalno študijo državnih primarnih, sekundarnih in podeželskih dvopasovnih cest v Kentucky-ju. Odseki so bili izbrani tako, da niso vsebovali večjih križišč. Podatki so bili vzeti iz baze 15.944 milj (25.650 km) cest, katere so bile razporejene v osem klasifikacijskih razredov, ki so temeljili na PLDP-jih. Do 70% celotnega vzorca so obsegale ceste brez poasfaltiranih bankin. Bile so razvrščene kot poasfaltirane bankine ali pa kot običajne bankine gostih granulacij. Travnata bankina ni bila opredeljena kot bankina, ki bi bila primerna za vožnjo. Zegeer je ugotovil, da se stopnja prometnih nesreč v primeru ROR (Run Off Road) nesreč (glej poglavje 6.2.1), čelnega trčenja in nesreč zaradi sunka vetra, ki ga povzroči nasproti vozeče vozilo, zmanjšuje s povečevanjem širine bankine od 0 do 275 cm. Vendar pa se je stopnja prometnih nesreč nekoliko povečala pri bankinah širine od 300 do 360 cm. Kakorkoli, širina bankin nima neposrednega vpliva na stopnjo poškodb, ki nastanejo zaradi prometnih nesreč. Prišel je tudi do ugotovitve, da bi bilo ekonomsko upravičeno razširiti robne pasove na cestah s širino voznih pasov, večjo od 3 m in v primeru, da je vsaj 5 letnih ROR nesreč in/ali nesreč zaradi sunka vetra z nasprotne smeri. Na cestah, na katerih ni izvedenih razširjenih robnih pasov, bi bila optimalna širina razširitve robnega pasu okoli 1,5 m (Zegeer, 1981).

Kljub vsemu pa izmed izdelanih študij vse ne zaznavajo pomembnejših pozitivnih vplivov poasfaltiranih bankin. Abboud je leta 2001 ocenjeval 60 in 120 cm široke poasfaltirane bankine na dvopasovnih cestah v Alabami ter jih statistično analiziral za pričakovano število prometnih nesreč. Prometne nesreče niso bile zabeležene posebej za specifične ceste s podobnimi karakteristikami, zato je skupna vsota nesreč pred in po ureditvi bankin služila za kontrolo. Pogostost nesreč je bila

analizirana glede na tip nesreče in kako resna je nesreča, vendar ni bilo ugotovljenih nobenih statistično večjih razlik pri stopnji zaupanja  $\alpha = 0,05$  (Abboud, 2001).

Podobno tudi študija, ki jo je leta 2001 izvedel Souleyrette, ni pokazala večjih pozitivnih učinkov oziroma zmanjšanja števila prometnih nesreč. Njegova študija se je nanašala predvsem na podeželske dvopasovne in štiripasovne ceste v državi Iowa (ZDA). Zajete so bile le določene vrste prometnih nesreč. Izključene so bile nesreče v križiščih, nesreče povezane s trkom v ločilno ograjo in medsebojni trki vozil, saj so bile označene kot nesreče, ki niso v povezavi z bankino oziroma robnim pasom. V študiji so bili zaznani trendi zmanjšanja prometnih nesreč, vendar se jih ni dalo potrditi z gotovostjo. Poročilo je še potrdilo, da realizirana redukcija stroškov, povezanih s prometnimi nesrečami, lahko znaša do 366 \$ na miljo na leto, v primeru izvedbe poasfaltiranih bankin na dvopasovnih cestah izven naselij [6].

### 3 NIVO USLUG ZA KOLESARJE

#### 3.1 Splošno

Varnost in udobje vožnje kolesarjev sta ključni lastnosti poasfaltiranih bankin. Leta 1997 je Harkey ugotovil, da je poasfaltirana bankina glede uporabe enaka kot kolesarski pas. S proučevanjem ločilne oziroma medsebojne razdalje med motornimi vozili in kolesarji glede na različne širine bankine, je ugotovil, da tudi poasfaltirana bankina širine manj kot 90 cm ustreza v pogledu medsebojnega vpliva prometnih udeležencev [6].



**Slika 3-1:** Na sliki je jasno prikazano, koliko pomeni 1 m ločilne razdalje med avtomobilom in kolesarjem [8]

V študiji je bilo zajeto proučevanje posega motornega vozila na nasprotni vozni pas pri prehitevanju kolesarja, ampak razen nekaj izjem ni pomembnejših razlogov, ki bi bili povezani z razširjenim robnim pasom in njegovo širino. Kakorkoli, ugotovitve se nanašajo zgolj na ceste, ki so po karakteristikah podobne tistim, zajetim v njegovi študiji. To so namreč ceste, na katerih so hitrosti motornih vozil manjše ali enake 80 km/h, širina voznih pasov vsaj 3,25 m in na katerih sta zagotovljeni minimalna horizontalna in vertikalna preglednost. Ceste z izjemno veliko ukrivljenostjo ali izjemno visokim deležem težkih tovornih vozil pa po njegovih izkušnjah zahtevajo širše kolesarske pasove (Harkey 1997).

Zvezna uprava za avtoceste (Federal Highway Administration) je razvila »kolesarski kompatibilnostni indeks« - BCI (Bicycle Compatibility Index) oziroma z drugimi besedami (konceptualni) nivo uslug za kolesarje.

Izraz kolesarski kompatibilnostni indeks je nastal na podlagi želje po določitvi kriterija, ki določa, kakšna je raven kompatibilnosti kolesarjev in motornih vozil na določeni cesti. Predstavlja praktični inštrument za opis dožemanja določene ceste z vidika kolesarja. Njegov namen je ocena trenutne prometne dejavnosti in geometričnih pogojev izbrane ceste v povezavi z varnostjo ter udobjem kolesarjev. To predstavlja osnovo vsake izboljšave kolesarskega cestnega omrežja. Istočasno nam indeks posredno prikazuje možnosti izboljšave posameznih faktorjev (širina razširjenega robnega in voznega pasu, hitrost in količina motornih vozil itd.), ki negativno vplivajo na njegovo vrednost in na LOS (Level of Service). To pomeni, da se z izboljšanjem BCI izboljša tudi LOS. Višji, kot je BCI neke ceste, več kolesarjev lahko na tej cesti pričakujemo. Hkrati tudi velja, da naj bi se zmanjšalo relativno število prometnih nesreč [9].

LOS v skladu s priročnikom (Bicycle Compatibility Index, 1999) temelji na kvalitativni oceni s strani uporabnika, katera nam opisuje stopnjo kvalitete, ki jo cesta uporabniku trenutno lahko omogoča. Udobje vožnje kolesarja in možnost manevriranja sta glavni oznaki, s katerima je v BCI priročniku opisan LOS ter se hkrati neposredno odražata v BCI.

### 3.2 BCI metodologija

Metodologija BCI je bila razvita za uporabo na mestnih in primestnih cestnih odsekih. Zajema glavne tri spremenljivke, ki jih kolesarji običajno upoštevajo pri ocenjevanju, kako je cesta »kolesarju prijazna«:

- širino razširjenega robnega pasu
- količino motornega prometa in
- hitrost motornih vozil.

Uporabljeni pristop pri razvoju BCI modela je temeljil na pridobitvi mnenj kolesarjev, ki so si ogledali številne videoposnetke cestnih odsekov in jih ocenili, kako udobni se jim zdijo za vožnjo kolesarja. Takšen način zbiranja podatkov je imel pred drugimi oblikami več prednosti, kot so: izničenje tveganja kolesarjev, večji nabor pogojev, katerim bi lahko bili kolesarji izpostavljeni ter možnost nadzora spremenljivk, ki so jih kolesarji ocenjevali. Zanesljivost rezultatov zbiranja podatkov, pridobljenih s pomočjo videotehnike, je bila potrjena v pilotni študiji [9].

S pomočjo BCI modela je možno oceniti trenutni nivo uslug za kolesarje za katerikoli cestni odsek, tak način vrednotenja pa odraža koristi na več načinov. Ena izmed teh je na primer izdelava načrta oziroma zemljevida športno-kolesarskih segmentov z označitvijo nivoja uslug pri vsakem izmed njih. Športni kolesarji bi se na podlagi zemljevida lažje odločili o izbiri ceste za načrtovano pot, da bo le-ta čim bolj ustrezala njihovem slogu kolesarjenja in glede na to, kakšno stopnjo varnosti ter udobja



vožnje lahko na izbrani poti pričakujejo. Z uporabo BCI modela bi lahko tudi določili, kateri odseki so kritični z varnostnega vidika. Označili bi jih lahko na primer kot »prednostne odseke«, ki bi bili na vrhu seznama cest potrebnih rekonstrukcije. Poleg določanja trenutne stopnje nivoja uslug za kolesarje, BCI omogoča tudi dolgoročno napovedovanje ali t.i. prometno planiranje. Pri izračunu bi tako upoštevali predvidene količine prometa in kot rezultat dobili predvideni nivo uslug ter hkrati predvidene kritične cestne parametre, ki bi jih bilo potrebno v prihodnosti izboljšati [9].

BCI se izračuna na sledeč način:

$$\begin{aligned} \text{BCI} = & 3,67 - 0,966\text{BL} - 0,410\text{BLW} - 0,498\text{CLW} + 0,002\text{CLV} + 0,0004\text{OLV} + \\ & + 0,022\text{SPD} + 0,506\text{PKG} - 0,264\text{AREA} + \text{AF}; \end{aligned} \quad (3.1)$$

kjer zgornje spremenljivke predstavljajo:

BL.....prisotnost/odsotnost kolesarskega ali razširjenega robnega pasu širine  $\geq 0,9\text{m}$   
ne=0; da=1

BLW.....širino kolesarskega ali razširjenega robnega pasu v [m] (na najožjem delu)

CLW.....širino voznega pasu tik ob razširjenem robnem pasu [m] (na najožjem delu)

CLV.....količino motornih vozil na voznem pasu tik ob razširjenem robnem pasu [vozil/h v eni smeri]

OLV.....količino motornih vozil na preostalih pasovih [vozil/h v isti smeri]

SPD.....projektno hitrost oziroma  $V_{85}$  [km/h] (hitrost, ki jo dosega vsaj 85% vseh vozil)

PKG.....prisotnost parkirnih prostorov ob cesti z več kot 30% zasedenostjo  
ne=0; da=1

AREA....vrsto poseljenosti ob cesti

stanovanjska=1; drugačna vrsta poseljenosti=0

$\text{AF} = f_t + f_p + f_{rt}$

$f_t$  = korekcijski faktor količine tovornih vozil

$f_p$  = korekcijski faktor parkiranih vozil

$f_{rt}$  = korekcijski faktor količine desnih zavijalcev

Korekcijski faktorji:

- Količina srednje težkih in težjih tovornih vozil  
na pasu ob robniku [vozil/h] (CLTV)  $f_t$ 

$\geq 120$	0,5
60-119	0,4
30-59	0,3
20-29	0,2
10-19	0,1
$< 10$	0,0
  
- Najmanjši dovoljeni čas parkiranja [min]  $f_p$ 

$\leq 15$	0,6
16-30	0,5
31-60	0,4
61-120	0,3
121-240	0,2
241-480	0,1
$> 480$	0,0
  
- Količina desnih zavijalcev [vozil/h]  $f_{rt}$ 

$\geq 270$	0,1
$< 270$	0,0

*\*Opombe:*

- v faktorju »  $f_t$  « so po definiciji v izvorni literaturi zajeta vsa vozila s šestimi pnevmatikami ali več.
- faktor »  $f_{rt}$  « vsebuje skupno število desnih zavijalcev iz stranskih cest ali manjših križišč vzdolž cestnega odseka ter število vozil, ki manevrira z namenom parkiranja ali zapuščanja obcestnega parkirnega pasu.

Ta model s pomočjo zgoraj opisanih osmih primarnih spremenljivk (od BL do AREA) in korekcijskega faktorja AF, ki zajema tri dodatne korekcije (sekundarne spremenljivke), predvideva splošno oceno, kakšna je raven udobja za kolesarja. Osnovni model (brez AF faktorja), katerega

vrednost  $R^2=0,89$  kaže na to, da je 89% variance znotraj BCI pojasnjene s primarnimi spremenljivkami, zajetimi v enačbi (3.1) [9]. To pomeni, da je BCI model na podlagi teh osmih spremenljivk, ki odražajo geometrične in operativne pogoje cestišča, zanesljiv napovedovalec pričakovanih nivojev uslug za kolesarje. Vse primarne spremenljivke pa seveda nimajo enakega vpliva na vrednost BCI. BL spremenljivka oziroma prisotnost/odsotnost razširjenega robnega pasu je tista, ki ima na BCI največji vpliv. Prisotnost razširjenega robnega pasu širine vsaj 0,9 m zmanjša BCI skoraj za eno točko, kar pomeni dvig nivoja uslug. Povečanje širine razširjenega robnega pasu (BLW) ali širine voznega pasu, ki se nahaja poleg razširjenega robnega pasu (CLW), kolesarjem prav tako zviša nivo uslug. Enako velja, če gre ob obravnavanem cestnem odseku za stanovanjsko vrsto poseljenosti (spremenljivka AREA). V enačbi (3.1) imajo zato te spremenljivke negativen predznak, saj velja, da s padanjem vrednosti BCI razred nivoja uslug (LOS) narašča. Na drugi strani pa povečanje količine prometa (CLV in OLV) in/ali hitrosti motornih vozil (SPD) povečuje indeks ter posledično zmanjšuje nivo uslug za kolesarje. Tudi prisotnost parkirnih prostorov (PKG) ima negativen vpliv.

Poleg primarnih nastopajo v modelu že omenjene sekundarne spremenljivke ( $f_i$ ,  $f_p$  in  $f_{tr}$ ), ki sestavljajo zadnjo primarno spremenljivko (AF) v enačbi (3.1). Lahko bi rekli, da dodatno opredeljujejo posebne pogoje delovanja cestišča. To, da imajo potencialni vpliv na nivo uslug za kolesarje, je bilo ugotovljeno v pilotni študiji. Za vse tri sekundarne spremenljivke je bilo ugotovljeno, da s svojo prisotnostjo znatno zmanjšujejo nivo uslug za kolesarje. Ob prisotnosti večje količine tovornih vozil ali avtobusov se je BCI v povprečju povečal za 0,50, v primeru povečanega prometa z obcestnih in na obcestna parkirna mesta za 0,60 in ob večjem deležu desnih zavijalcev za 0,10 točke. Čeprav niso bile ovrednotene vse možne kombinacije parametrov geometrije cest in cestnih manevrov, je iz rezultatov (omejenega) vzorca razvidna potreba po korekciji BCI modela s spremenljivko AF v primerih, ko se pojavljajo s sekundarnimi spremenljivkami opisani pogoji. Prav zato so nastale sekundarne spremenljivke, ki se upoštevajo v izračunu v primeru, da so za to izpolnjeni pogoji (glej »korekcijski faktorji« na prejšnji strani). Nastale so na podlagi teorije, da so prikazani pogoji, ki so jih sodelujoči v raziskavi ocenjevali, predstavljali najslabše možne scenarije. Posledično v splošnem zvišanje povprečnega BCI izraža največje potrebne popravke, ki so potrebni. V skladu s priročnikom BCI Implementation Manual [9] (priročnik o določanju nivoja uslug za kolesarje) prisotnost/odsotnost kolesarskega pasu ali razširjenega robnega pasu predstavlja glavni vpliv na raven udobja vožnje kolesarja, saj s svojo prisotnostjo lahko dvigne nivo uslug za celo stopnjo na lestvici od »A« do »F« (glej preglednico 3.1 v nadaljevanju), medtem ko imata količina tovornih vozil in hitrost motornih vozil manjši vpliv na upad nivoja uslug. (Bicycle Compatibility Index, 1999) [9].

Omenil bi še, da v BCI modelu ni upoštevan vpliv vzdolžnega nagiba ceste. Rezultati preliminarne študije so namreč pokazali, da spremembe naklona v rang 2% ali manj na videoposnetkih niso zaznavne. Raziskovalci in avtorji BCI modela verjamejo, da omenjene prednosti uporabljene metode

ocenjevanja s pomočjo videoposnetkov odtehtajo odsotnost vpliva vzdolžnega nagiba ceste. Prav tako so prepričani, da so z upoštevanjem spremenljivk, ki opisujejo različne širine, hitrost, količino prometa in parkirajoča vozila ob cesti zajeli bistvene elemente, kateri imajo na kompatibilnost ceste največji vpliv [9].

Potrebno je poudariti, da je bil BCI model razvit za analizo odsekov, ki se nahajajo v območju dveh večjih zaporednih križišč. To pomeni, da ocene nivojev uslug pridobljene z BCI metodo ne obravnavajo vpliva večjih, predvsem pa semaforiziranih križišč, kjer bi kolesar lahko naletel na rdečo luč ali stop znak. Posledično bi bil lahko zaradi takšnega pojava nivo uslug za kolesarje neupravičeno nižji, kot ga v resnici ponuja določena cesta.

**Preglednica 3.1: Obseg kolesarskega kompatibilnostnega indeksa v povezavi z nivojem uslug in klasifikacijo nivoja kompatibilnosti (Bicycle Compatibility Index, 1999)**

LOS	BCI	NIVO KOMPATIBILNOSTI*
A	≤1,50	Ekstremno visok
B	1,51-2,30	Zelo visok
C	2,31-3,40	Zmerno visok
D	3,41-4,40	Zmerno nizek
E	4,41-5,30	Zelo nizek
F	>5,30	Ekstremno nizek

\* razredi nivoja kompatibilnosti so določeni glede na povprečnega odraslega kolesarja

Razvidno iz zgornje preglednice, se LOS lahko giblje v obsegu od »A« do »F«, kjer »A« pomeni, da določena cesta ali njen odsek nudi kolesarjem najvišjo stopnjo kvalitete, udobja in varnosti, »F« pa najnižjo. Z drugimi besedami, če je BCI manjši ali enak 1,50, pomeni da cesta ali določen cestni odsek izraža ekstremno kompatibilnost povprečnega odraslega kolesarja z motornimi vozili in obratno, če BCI presega vrednost 5,30. Iz tega izhaja nivo kompatibilnosti, ki je neposredno vezan na LOS, ta pa na BCI. To pomeni, da moramo v tem primeru najprej izračunati BCI (enačba (3.1)), šele potem lahko določimo LOS in nivo kompatibilnosti. Lahko pa postopamo tudi v obratni smeri, tako da izberemo željen LOS ali nivo kompatibilnosti in nato spremenljivke v modelu BCI prilagajamo toliko časa, dokler ni željen LOS dosežen. V nalogi sem se posluževal prav tega postopka, saj sem trenutne parametre v enačbi (3.1) prilagajal do tiste mere, ki jo dana cesta in okolica še dopuščata (več v naslednjem podpoglavju). Razlike vrednosti BCI med posameznimi LOS razredi znašajo v povprečju okrog 1 [9].

Pri proučevanju BCI modela se pojavlja vprašanje, kako izkušnost kolesarjev vpliva na zaznani nivo uslug. Pri analizi s strani ocenjevalcev izpolnjenih vprašalnikov so bili kolesarji glede na njihove voziške navade (npr. število kolesarskih potovanj na teden, vrsto kolesarske površine oz. povezave, po kateri se vozijo) razvrščeni v tri kategorije. Primerjava nivojev uslug, ki so jih bili deležni kolesarji iz teh treh skupin, je pokazala, da so se priložnostni rekreativni kolesarji na splošno počutili manj

udobno kakor izkušeni rekreativni (športni), ali izkušeni kolesarji dnevnih migracij. Poleg modela, ki zajema vse kolesarje, so bili kot posledica teh razlik narejeni trije ločeni BCI modeli za vsako od skupin. Čeprav v nalogi obravnavam športne kolesarje in v osnovi njim namenjene ter prilagojene razširjene robne pasove, vožnja ostalim odraslim kolesarjem na teh površinah ne bi bila prepovedana. Enako stališče so zavzeli tudi pri zgoraj opisanem razvoju BCI modela, zato priporočajo, da se ta BCI model uporablja za vse kolesarske skupine enako, brez dodatnih korekcij. Pomembno se je zavedati, da so bile klasifikacijske oznake LOS v preglednici 3.1 razvite na podlagi obravnavanega modela in zato veljajo le za rezultate, pridobljene s pomočjo tega modela.

Pomembno je, da v primeru, ko načrtujemo novo ali rekonstruiramo obstoječo kolesarsko povezavo, upoštevamo ciljno skupino kolesarjev, ki ji želimo zadostiti. Če na primer vemo, da bo večina kolesarjev priložnostnega tipa, jim moramo temu primerno predvideti višje nivoje uslug, kot bi jih v enakih pogojih predvideli za izkušenejše športne kolesarje. Rezultati raziskave so pokazali, da model, razvit za priložnostne kolesarje, v povprečju dosega od 0,14 do 0,38 višje vrednosti BCI v primerjavi s splošnim modelom, ki velja za vse tipe kolesarjev. Raziskano je bilo še, kako na dojetanje nivojev uslug vpliva geografski izvor kolesarjev, a ni bilo ugotovljenih razlik. Iz tega sledi, da se ta model lahko uporablja ne glede na regijo, v kateri se nahajajo proučevani odseki [9].

## 4 ROPOTNE ČRTE

### 4.1 Kaj so ropotne črte in kako delujejo

Običajno sta vozni in robni pas ločena s polno belo talno črto. S tem je za motorna vozila jasno določen njihov manevrski prostor na desni strani, saj vožnja po robni črti ali celo znotraj robnega pasu ni običajna. Vendar voznikom motornih vozil fizično to ni preprečeno, zato marsikdo izmed njih večkrat povsem nevede zapelje na robni pas. Seveda to ne bi bilo posebej nevarno, če robni pas ne bi bil namenjen tudi kolesarjem, kakor predpostavljam v svoji študiji. Tako lahko vozilo trči ob kolesarja ali pa kolesar pri vožnji po razširjenem robnem pasu zapelje do ali celo na talno črto, s tem pa že posega v varovalni prostor motornih vozil. Postavlja se vprašanje, kako preprečiti, da se kolesarji in motorna vozila ne bi medsebojno ovirali zaradi prehajanja v varovalni prostor drug drugega.



**Slika 4-1: Običajen robni pas, od voznega pasu ločen z navadno belo polno talno črto**

Ropotna črta deluje tako, da v primeru, ko s celotno ali delom pnevmatike zapeljemo na njeno površino proizvede zvočno in vibracijsko opozorilo. S tem voznikom motornih vozil sporoča, da se vozijo izven načrtane vozne linije oziroma njim namenjenega voznega pasu.

## **4.2 Vpliv ropotnih črt na varnost kolesarjev**

### **4.2.1 ROR in DOR nesreče**

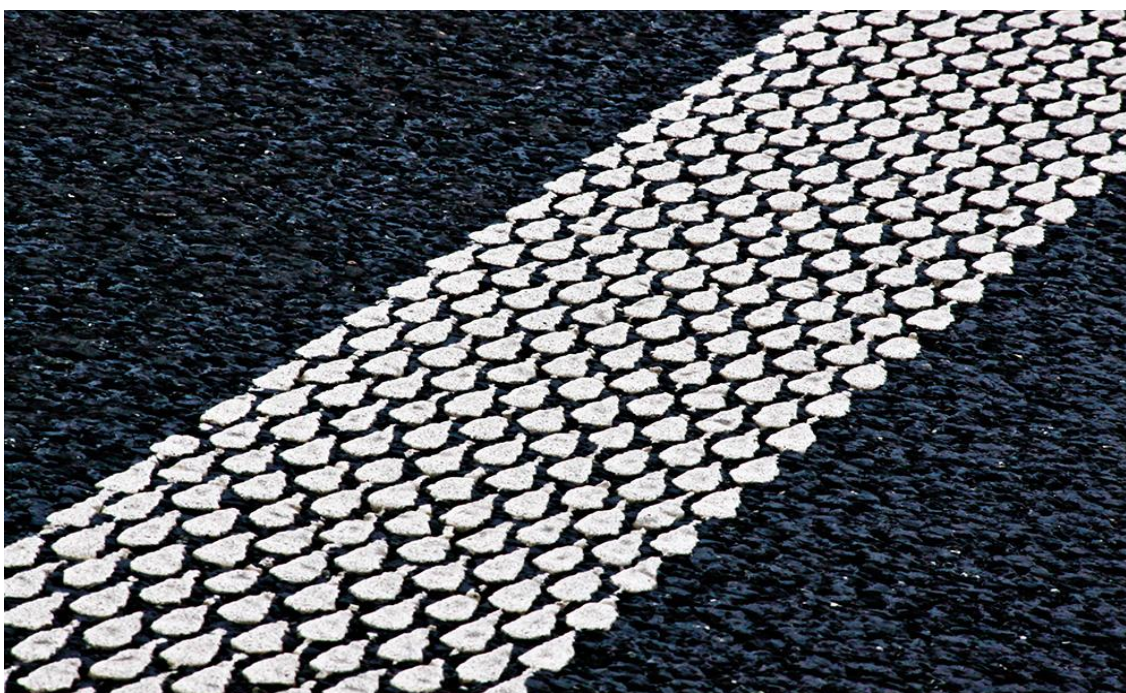
Pri ovrednotenju vpliva ropotnih črt na prometne nezgode so v nekaterih raziskavah želeli ločiti vpliv ropotnih črt na ROR in DOR (Drift off road) nesreče. Razlika med ROR in DOR nesrečami je ta, da je vzrok ROR nesreč nenaden reakcijski zavoj voznika motornega vozila v izogib nepričakovani oviri na vozišču, medtem ko so DOR nesreče posledica voznikove neprevidnosti, ki izhaja iz različnih vzrokov. Mednje sodijo razne motnje, ki preusmerijo voznikovo pozornost, kot na primer uporaba mobilnega telefona, upravljanje radia ali primer, ko voznik med vožnjo zaspi. V primeru ROR nesreč ropotna črta ni učinkovita, saj je akcija voznika motornega vozila tako nenadna, da do reakcije zaradi opozorila na vožnjo po ropotni črti ne uspe priti. V drugem primeru pa ropotna črta s svojim delovanjem opozori voznika na zapustitev voznega pasu še pravočasno in tako ima voznik čas ukrepati oziroma popraviti smer vožnje. V neki študiji je bilo ugotovljeno, da DOR nesreče predstavljajo od 40 do 71% vseh ROR nesreč na podeželskih cestah v Michiganu, kjer znaša PLDP od 5000 do 11000 vozil/dan [7].

### **4.2.2 Rumble strips ali Rumble stripes**

Poznamo dve vrsti izvedbe ropotne črte. Prva besedna zveza v prevodu pomeni »ropotna črta« in je definirana kot dvignjeni ali profilirani vzorec na vozišču, ki zagotavlja zvočna in vibracijska opozorila za voznike, da njihova vozila zapuščajo vozni pas. Pri nas poznamo samo profilirano ropotno črto.



Slika 4-2: Primer tiste vrste ropotne črte, na katero večina najprej pomisli (na sliki bele barve)



Slika 4-3: Natančnejši pogled na običajno (profilirano) ropotno črto

Druga izmed zvez pa v dobesednem prevodu pomeni »ropotni pas«, gre pa za ugreznjeno ropotno črto, preko katere je izvedena polna bela robna črta. Primera takšne izvedbe ropotne črte sta prikazana na spodnjih dveh slikah. Obe vrsti sta natančno opisani v naslednjih podpoglavjih.





**Slika 4-4: Primera ropotnega pasu**

### 4.2.3 Ropotne robne črte

V ZDA je bilo dokazano, da je vpliv ropotnih črt na Interstate cestah (pri nas so primerljive hitre ceste) na zmanjšanje ROR ugoden, vendar pa te ugotovitve ne moremo neposredno prevesti na dvopasovne podeželske ceste. Neuman (2003) predvideva, da so ropotne črte v tem primeru manj učinkovite, saj ima vozilo, ki je zapeljalo na ropotno črto in bilo s tem opozorjeno, da vozi izven običajnega območja, manjši manevrski prostor za ukrepanje. Po drugi strani pa predlaga, da so morda ropotne črte z vidika manjšega manevrskega in obcestnega prostora učinkovitejše na dvopasovnih podeželskih cestah kot na hitrih cestah. Gre namreč za čas, ki omogoča vozniku, da popravi smer vožnje, preden zapelje s cestišča in prav ta naj bi morda lahko imel pomembnejši vpliv na varnost podeželskih cest kakor na hitrih cest. Ker trenutno ni na voljo študije, ki bi se nanašala direktno na varnostne koristi ropotnih črt, izvedenih na dvopasovnih podeželskih cestah, je Neuman ocenil, da je realni vpliv zmanjšanja ROR nesreč, ki temelji na dosedanjih izkušnjah o podeželskih cestah, od 20 do 30% [7].

NYSDOT (New York State Department of Transportation) je na številnih cestah že leta 1993 začela z namestitvijo neprekinjenih robnih ropotnih črt. Tako so vpeljali neprekinjene robne ropotne črte v prihajajoče projekte, prav tako pa tudi v tako imenovane »posebne projekte«, ki poleg običajne rekonstrukcije obstoječe ceste v svoji študiji upoštevajo tudi namestitev ropotnih črt. Tudi NYSTA (The New York State Thruway Authority), ki ima v lasti in upravlja z zasebnimi plačljivimi cestami, je v obdobju od 1992 do 1996 vgradila več kilometrov neprekinjenih robnih ropotnih črt. Prednost baze podatkov NYSTA o vgradnji ropotnih črt na posamezne ceste je nespremenljivost oziroma stabilnost podatkov, saj so bili podatki vzeti iz omejenega števila kilometrov cest. Obe New Yorški agenciji sta imeli na voljo omejeno število podatkov o prometnih nesrečah pred in po vgraditvi ropotnih črt, tako da statistična pomembnost ni bila izračunana, vendar pa sta obe agenciji zaznali 65-70% stopnjo zmanjšanja prometnih nezgod. Je pa potrebno omeniti, da so bile nekatere raziskave narejene v tistem času, v katerem je potekala izvedba sicer (ne)pomembnega odstotka neprekinjenih robnih ropotnih črt (Perrillo 1998) [7].

Ropotne črte so bile med letoma 1989 in 1994 podobno nameščene na 80% Pennsylvanijskih plačljivih hitrih cestah. Prvi rezultati po prvih petih projektih izvedbe ropotnih črt so pokazali 70% zmanjšanje DOR nesreč. Po začetnih predvidevanjih je bila izvedena sledeča študija, ki je vključevala vsa poročila prometnih nezgod v obdobju od 1990 do 1995. Ugotovljena je bila 60% redukcija DOR nesreč, vendar pa za te rezultate ni bil izveden test statistične pomembnosti (Hickey 1997) [7].

Hanley in sodelavci so leta 2000 ubrali drugačen pristop. Podali so oceno štirih dejavnikov, ki zmanjšujejo stopnjo prometnih nesreč in so trenutno upoštevani s strani CALTRANS-a (California

Department of Transportation), med katerimi so bile vključene tudi ropotne črte. Zajete so bile vse ceste, kjer so bile ropotne črte kakorkoli vgrajene. V večini primerov je študija pokazala, da je prišlo z vgraditvijo ropotnih črt tudi do razširitve robnega pasu. Tudi v tej raziskavi so raziskovalci zaznali statistično pomembno stopnjo zmanjšanja prometnih nesreč [7].

Garder in Davies sta ocenila učinkovitost neprekinjenih robnih ropotnih črt v povezavi z zmanjšanjem števila prometnih nesreč na podeželskih cestah v Maine-u. Ugotovila sta, da ob prisotnosti omenjenih črt pride do skupnega upada števila prometnih nesreč za 27%, ROR nesreč, ki so posledica voznikove utrujenosti za okoli 58% in ROR nesreč na suhem cestišču za približno 43%. Kar pa je najpomembnejše, je to, da se je stopnja prometnih nesreč s smrtnim izidom zmanjšala bolj kakor pri ostalih nesrečah [7].

#### **4.2.4 Ropotni robni pasovi**

Kot opisano v poglavju 4.2.2, so ropotni robni pasovi ugreznjene ropotne robne črte, preko katerih je izvedena polna bela robna črta (slika 4-5). Od ropotnih robnih črt se ločijo po tem, da so ropotne robne črte izvedene na notranji strani običajne robne črte, običajno nekaj cm, medtem ko je polna bela robna črta del ropotnih robnih pasov. Ropotni robni pasovi pa z vidika izvedljivosti pogojujejo razširjen robni pas, saj so od dva do tri-krat širše kot sama robna črta [7].

Ropotni robni pasovi imajo v kombinaciji z razširjenimi robnimi pasovi naslednji prednosti:

- povečajo vidnost in življenjsko dobo robne črte
- predstavljajo dodaten/odstavni prostor za vozila v okvari [7].



**Slika 4-5: Primer ropotne črte, preko katere je pobarvana robna črta [7].**

Ropotna robna proga zagotavlja zgoraj omenjeni lastnosti- boljšo vidnost in daljšo življenjsko dobo robne črte, ki sta podprti s tremi dejstvi:

- robna črta je ponoči in/ali v dežju bolj vidna, kajti barva se ne nahaja samo na horizontalni, temveč tudi na vertikalni asfaltni površini, od katere se odbijajo svetlobni žarki luči motornih vozil (prikazano na sliki 4-6).
- robna črta je manj podvržena stikom s pnevmatikami, saj vozniki zaradi opozarjanja, ki ga oddaja ropotni del robne proge, manj časa vozijo po črti, kot bi vozili sicer. Posledično je obraba črte manjša.
- poleg trajanja stika pnevmatike z robno črto pa je manjša tudi površina stika. Talna črta je namreč delno ugreznjena v tla in tako ne omogoča, da bi se pnevmatika z njo stikala na celotni površini (Milles 2005) [7].



**Slika 4-6: Ropotni pas ponoči [7]**

V Texas-u so opravili predhodno študijo, da bi določili obseg koristi ropotnih robnih prog. Študija je bila narejena na dvopasovni cesti v Texas-u, s širino voznega pasu 3,35m, z ločenima smernima voziščema z 1,20m širokim sredinskim segmentom, ki je bil označen s sredinskimi voziščnimi oznakami. Za ta 8km dolg cestni odsek so bili zbrani podatki v obdobju od 10.9. do 22.9.2004 in od 5.11. do 17.11.2004 (Miles 2005) [7].

V zgornji študiji so bile uporabljene kar 30,5cm široke ropotne črte, od tega je bil 10cm širok del ropotne črte pobarvane, preostala širina pa je predstavljala del razširjenega robnega pasu. Za določitev količine, hitrosti in bočnega položaja vozil so bile uporabljene induktivne zanke za štetje prometa. Zbrani so bili tudi video podatki z namenom razvrstitve posegov motornih vozil v območje razširjenega robnega pasu in ugotovitve, ali so ropotni robni pasovi morda povzročili kakšne nepričakovane odzive voznikov. Skupaj je bilo v času 13 dni pred in 13 dni po namestitvi induktivnih zank zabeleženih 2.985 posegov v prostor robnega pasu. Po pregledu zabeleženih video posnetkov je bilo ugotovljeno, da ni bilo zaznanih nepričakovanih voznških manevrov, izvedeni pa so bili tudi statistični t-testi za določanje statistične pomembnosti pri 95% stopnji zaupanja o spremembah voznikovega vedenja (Miles 2005) [7].

Pridobljeni podatki so pokazali splošno zmanjšanje posegov v območje razširjenega robnega pasu za 46,7%. Ko so bili razvrščeni po vrstah posegov v območje razširjenega robnega pasu, se je pokazalo, da v določenih primerih prihaja do velikega zmanjšanja le-teh. To se je izkazalo v sledečih primerih: nenameren stik z robno črto zaradi naravne spremembe pasu, voznikove nepozornosti ali utrujenosti, vijuganja prikolice ali velike širine tovora. Takšni manevri so kategorizirani v štiri skupine, ki

obsegajo od tega, da je ropotna robna črta prevožena le z desnim parom koles, do tega, da jo vsa kolesa motornega vozila v celoti prevozijo (Miles 2005) [7].

Medtem ko se je število posegov za območje robne črte zmanjšalo, se je hkrati povečal tudi bočni odmik vozil od robne črte. To sicer ni statistično pomembno, toda standardni odkloni so bili veliki. Splošno povečanje posegov v varovalni prostor kolesarjev je bilo pripisano dejstvu, da je bila rešitev z uporabo ropotnih robnih pasov najbolj učinkovita pri omejitvi tistih posegov, pri katerih je že prišlo do stika pnevmatike z ropotno črto. Nekateri posegi na ropotno črto vozil s tremi ali več osmi so se pravzaprav povečali, to pa verjetno zato, ker je težko obdržati širok tovor in vijugajočo prikolicico ves čas vožnje znotraj običajne vozne linije. Za dvoosna vozila gre tudi pričakovati, da bodo vozila po celotnem razširjenem robnem pasu v primeru, ko želijo hitrejšim vozilom omogočiti več prostora za prehitevanje in se izogniti nadležnemu ropotu ter vibracijam, ki jih povzročajo ropotne črte ali ropotni pasovi. To pa pomeni večjo obremenitev oziroma obrabo razširjenega robnega pasu in povzročanje nelagodja kolesarjem, vseeno pa to nujno ne pomeni, da so zaradi tega kolesarji manj varni [7].

Smith in Ivan (2005) sta ocenila stopnjo zmanjšanja prometnih nesreč v povezavi z vgradnjo ugreznjenih robnih ropotnih črt na hitrih cestah. Uporabila sta podatke treh let pred in po vgraditvi ropotnih črt, ki se nanašajo na odseke 20-tih hitrih cest. Vključila sta tudi nekatere odseke brez ropotnih črt. Ugotovila sta, da robne ropotne črte zmanjšajo skupno število nesreč, v katere je vključeno eno vozilo in nesreč, pri katerih pride do trka z mirujočim objektom za 33%. Rezultati so pokazali tudi, da so se nesreče na območju križišč zmanjšale kar za 48,5% in zgolj 12,8% na odsekih, kjer je najvišja dovoljena hitrost manjša od 105 km/h. Sta pa avtorja tudi ugotovila, da se je število prometnih nesreč povečalo na območjih, kjer ropotne črte niso bile uporabljene [7].

Omembe vredna je še ena študija, v kateri so Corkle in sodelavci (2001) povzeli 8 raziskav o ropotnih robnih črtah in ugotovili, da je bil upad ROR nesreč med 20 in 72%.

### 4.3 Vpliv ropotnih črt na udobje vožnje kolesarjev

Poleg pravice, da bi kolesarji lahko uporabljali razširjen robni pas, bi občasno morda vseeno želeli v izogib pesku in drugim oviram uporabiti tudi vozni pas. Eden izmed primerov, v katerem bi prav tako kolesarji prešli za določen čas na vozni pas je, ko bi se želeli umakniti desno zavijajočim motornim vozilom in se tako izogniti morebitni nevarnosti trka. To velja v primerih, ko je za desne zavijalce predviden svoj pas. Ropotne robne črte v tem pogledu predstavljajo problem, saj so namenjene, da s svojimi vibracijami opozorijo voznike motornih vozil, kar za njih predstavlja varnostno funkcijo, medtem ko za kolesarje neposredno predstavljajo motečo oviro (Moeur 2000) [7].

V študiji v Arizoni so ugotovili, da večina kolesarjev ne uporablja vzmetenih koles ali drugih blažilnikov tresljajev. Edino blaženje predstavljajo pnevmatike, sedeži in kolesarji sami, kar pomeni, da imajo vertikalne obremenitve, ki nastajajo zaradi ropotnih črt večji učinek na kolesarje kakor na avtomobile, tovorna vozila ali motoriste. V ta namen so na določenih intervalih narejene prekinitve ropotnih robnih črt. S tem je dosežen neke vrste kompromis med varnostjo in nevarnostjo, ki jo za kolesarje predstavljajo ropotne črte (Moeur 2000) [7].

V predpisih za razvoj kolesarstva AASHTO celo navajajo, da ropotne črte niso priporočljive na razširjenih robnih pasovih, kjer ni med ropotno črto in linijo kolesarske pnevmatike vsaj 30 cm, vsaj 1,2 m od ropotne črte do zunanjega roba razširjenega robnega pasu ali vsaj 1,5 m do varovalne ograje, robnika ali druge ovire (poglavje 5.7.1). V primeru, ko niso izpolnjeni zgornji pogoji, se lahko zmanjša širina ropotne črte. Sicer pa v splošnem priporočajo minimalno projektno hitrost 30 km/h, ne glede na to, ali so ropotne črte prisotne ali ne, in 50 km/h, kjer vzdolžni nagib presega 4 % ali na območju, kjer so prisotni moči vetrovi [10].

Na testu, kjer so kolesarji preizkušali, kako različne dolžine prekinitve ropotnih črt vplivajo na vožnjo, so poizkušali krmariti med njimi s predvideno povprečno hitrostjo 40 km/h, ki pa je narasla tja do 50 km/h. Čeprav so vsi sodelujoči lahko vozili tako med 3 kot 3,7 m dolgimi prekinitvami, pa so kolesarji ugotovili, da bi bile 3-metrške prekinitve vseeno preozke za udobno manevriranje med njimi (Moeur, 2000) [7].

3,7 m dolga prekinitvev omogoča vozilu, da zapusti cestišče pod kotom do 4,7° in pri tem, kljub vsemu, s celotno desno pnevmatiko prevozi 30 cm široko ropotno črto. Moeur (2000) je našel študijo, v kateri je navedeno, da je tipični kot, pod katerim vozila zapeljejo s cestišča v primeru ROR nesreče 3°, vendar pa ostale raziskave oporekajo tej ugotovitvi. Študija 1986 je zaznala, da se zgodi zgolj 17 % ROR nesreč izven naselja, pri katerih pride do trka pod kotom 5° ali manj (Mak 1986). Medtem ko je lahko kot trka različen od kota zapustitve cestišča, gre vseeno pričakovati, da sta približno enaka.

Morda lahko celo trdimo, da vozila zapustijo cestišče pod večjim kotom zaradi izogibanja drugemu vozilu ali pa zaradi poledenelega cestišča, ne nujno zgolj zaradi utrujenosti ali raztresenosti oziroma preusmeritve pozornosti voznika [7].

Vzpostavitev nekega enakomernega vzorca prekinitev omogoča kolesarjem, da enostavno najdejo prekinitev, ko je to potrebno. Pri prekinitvah dolžine 3,7 m naj bi bil sprejemljiv cikel ponavljanja prekinitev na 12 in na 18 m. 12-metrski cikel naj bi bil tako sestavljen iz 8,3 m neprekinjene ropotne črte in 3,7 m dolge prekinitve itd. Podobno velja za 18-metrski cikel – 14,3 m ropotne črte, ki ji sledi 3,7 m dolga prekinitev. 12-metrski cikel ima tako 70 odstotno pokritost talne površine z ropotno črto glede na vrzeli, 18-metrski pa 80 odstotno. Ne glede na to pa obe varianti omogočata kolesarjem varno zapuščanje razširjenega robnega pasu v primeru nepričakovane ovire, na mestu križišč ali v primeru druge nevarnosti (Moeur 2000) [7].



## 5 ZAMETKI RAZŠIRJENIH ROBNIH PASOV NA SLOVENSКИH CESTAH

V Sloveniji poznamo že omenjenih 5 vrst kolesarskih povezav, ki so določene glede na kategorije povezav. Kljub temu, pa se na določenih odsekih pojavljajo razširjeni robni pasovi, ki žal niso ustrezno izvedeni (v nadaljevanju »zametki«). Zato pa predstavljajo dobro izhodišče za nadaljnjo modifikacijo. S to bi izboljšali predvsem prometno varnost, hkrati bi se zvišala stopnja uslug za kolesarje. Podrobnosti po posameznih zametkih razširjenih pasov so predstavljene v nadaljevanju.

Državne ceste so pri nas kategorizirane glede na njihov potek, obseg, namen uporabe in vrsto cestnega prometa, ki ga prevzemajo. Sledijo si v naslednjem vrstnem redu, od cest, namenjenih daljinskemu prometu motornih vozil, do tistih, namenjenih prometu vseh vrst vozil [4]:

- avtoceste (AC)
- hitre ceste (HC)
- glavne ceste 1. reda (G1)
- glavne ceste 2. reda (G2)
- regionalne ceste 1. reda (R1)
- regionalne ceste 2. reda (R2) ter
- regionalne ceste 3. reda (R3).

V moji nalogi pridejo v poštev vse glavne in regionalne ceste.

V splošnem je robni pas definiran kot vidno označen del cestišča, utrjen enako kot vozišče ob njem, s katerim praviloma leži tudi na enaki višini. V 34. členu Pravilnika o projektiranju cest [5] je navedeno, da robni pas služi nanašanju talne prometne signalizacije, povečanju propustnosti in prometne varnosti. Širina robnega pasu se določi na podlagi širine voznega pasu (Preglednica 5.1).

**Preglednica 5.1: Širina robnega pasu v odvisnosti od širine voznih pasov (Vir: Pravilnik o projektiranju cest, 2005)**

Širina voznega pasu [m]	2,50–3,25	3,50–3,75
Širina robnega pasu [m]	0,25	0,50

Omenil bi še, da so bili vsi spodaj navedeni primeri najdeni tekom lastnega športnega kolesarjenja, s katerim se rekreativno ukvarjam že od leta 2003, aktivnejše pa zadnjih 6 let. Od tod je nastala tudi ideja o proučevanju opisane problematike oziroma želja po združitvi teoretičnega znanja s področja prometnega planiranja in praktičnih izkušenj strastnega cestnega kolesarja.

## 5.1 Primer 1: Kolesarski pas na Ižanski cesti v Ljubljani

### OPIS PRIMERA:

Ižanska cesta poteka po Ljubljanskem barju in povezuje širši center Ljubljane z Igom. Gre za kategorijo ceste R3, kar pomeni, da je cesta namenjena prometnemu povezovanju središč lokalnih skupnosti. Od križišča s Peruzzijsko ulico v smeri proti Igu je bil 1,7 km dolg odsek nedavno prenovljen. Eden najzanimivejših elementov prenove je zagotovo dvostranski enosmerni kolesarski pas, v skupni širini 123 cm. Pobarvan je z rdečo barvo in na stiku s smernim voziščem za motorna vozila omejen s 15 cm široko belo ropotno črto. Na drugi strani mejo med kolesarji in površino za pešce določa klasična, 12 cm široka bela črta (Slika 5-1).



**Slika 5-1: Zagotovo eden najboljših primerov kolesarskega pasu, izveden na regionalni cesti od Ljubljane proti Igu (moder prometni znak na sliki označuje ločena pasova za kolesarje in pešce)**

Ker je poleg kolesarskega pasu izveden še približno meter širok pas za pešce, ne gre za tipičen razširjen robni pas, ki ga obravnavam v nalogi, čeprav ima ta kolesarski pas vse potrebne elemente. Kljub temu, pa ta primer najbolj nazorno predstavlja, kakšen naj bi bil zamišljeni razširjen robni pas (le da poleg ni predvidenega pasu za pešce predvsem iz varnostnih in prostorskih razlogov). Pri obravnavi morebitnih rekonstrukcij glavnih in regionalnih cest sem se namreč prostorsko zelo omejil v

smislu, da bi se v večini primerov iz trenutnih, za športne kolesarje povsem neuporabnih robnih pasov, poskušalo urediti varnejše prometne površine, ne pa absolutno varne, kakršna je kolesarska pot. Iz tega sledi, da bi robni pasovi postali nekako delno uporabni, saj ne bi mogli zadostiti predpisom minimalne zahtevane širine kolesarskega pasu. S tem bi bili posledično nižji tudi stroški takih rekonstrukcij, kot če bi se rekonstrukcija izvajala na način, da bi se razširilo celotno cestišče. Kolikšna bi bila potrebna ali morda kar zahtevana minimalna uporabna širina od notranjega roba robne črte, ki bi ločevala razširjen robni pas od voznega pasu za motorna vozila, do začetka peščenega dela bankine, da bi lahko robni pas označili za razširjen robni pas, je glavno vprašanje, na katerega iščem odgovor v svojem diplomskem delu. Omejitve širine razširjenega robnega pasu navzgor so lahko zgolj prostorske narave.

V primeru 1 je dejanske oziroma uporabne širine, namenjene kolesarju, 1 m, če upoštevamo, da vozi znotraj rdečega polja. To je tudi minimalna predpisana širina za kolesarski pas po TSC 03.600 (2012). Optimalna širina naj bi bila 1,6 m, a žal takega kolesarskega pasu na slovenskih cestah še nisem zasledil.

Ker je hitrost motornih vozil na tem delu Ižanske ceste omejena na 50 km/h in ima kolesarski pas relativno veliko širino glede na predvidene razširjene robne pasove, delež težkih tovornih vozil, tovornjakov s prikolico, vlačilcev ter avtobusov ne predstavlja na primer nevarnosti uvleka kolesarja pod vozilo (Preglednica 5.2).

**Preglednica 5.2: Podatki o prometnih obremenitvah za primer 1 (Vir: DRSC, 2013)**

Kat. ces.	Št. ces.	Št. odseka	Prometni odsek	Stac. zač.	Stac. kon.	PLDP	Avtob.	Tež.t.	Tovor.s prik.	Vlač.
R3	642	1360	Ig-LJ	0	7.413	6426	44	34	16	11

Veliko je primerov, kjer po teh cestah poteka tudi proga primestnega avtobusnega prometa, kar pa ne predstavlja posebne nevarnosti za športne kolesarje, če je mesto avtobusnega postajališča primerno označeno. To pomeni predvsem, da kolesarje na to opozarja prometni znak za avtobusno postajališče, ki pa bi moral biti v tem primeru postavljen že pred samim postajališčem, da bi lahko kolesarji v primeru stoječega avtobusa pravočasno zmanjšali hitrost in se pripravili na morebiten nenaden pojav pešca na poti. Ena izmed rešitev v takem primeru bi bila tudi izvedba bypass-a (slika 5-4), vendar običajno za to ni na voljo dovolj prostora. Kar se tiče postavitve prometnega znaka za avtobusno postajališče, pa bi tudi v tem primeru veljala enaka pravila.



**Slika 5-2: Avtobusno postajališče, ki se nahaja na voznem pasu. Prometni znak, ki obvešča tudi kolesarje, da se nahajajo v območju postajališča, bi jih moral na to opozarjati, še preden se postajališče začne.**

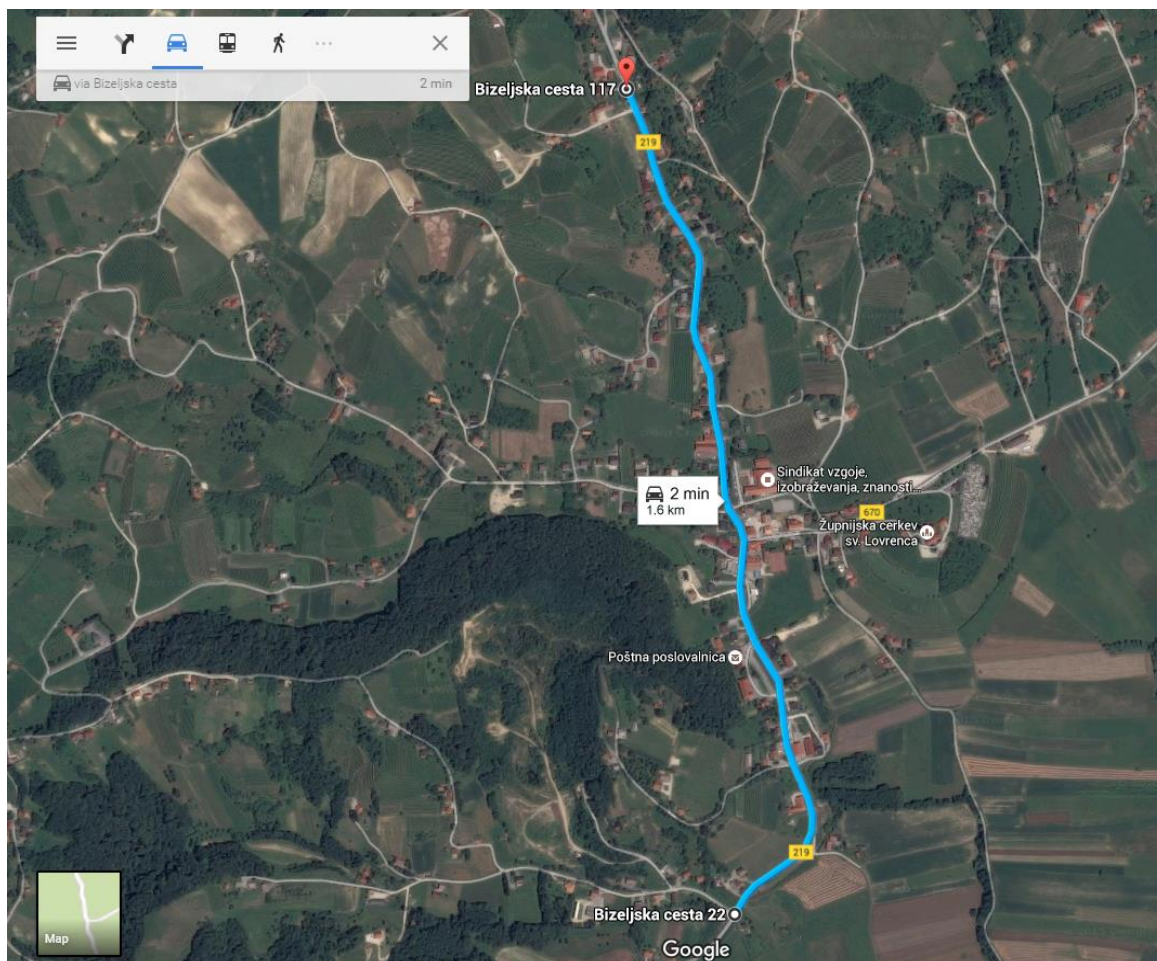


**Slika 5-3: Na mestih uvozov in izvozov sta robni črti črtkani.**

## 5.2 Primer 2: Zametek razširjenega robnega pasu na Bizeljski cesti na Bizeljskem

### OPIS PRIMERA:

Primer št. 2 je Bizeljska cesta, ki poteka tik ob slovensko-hrvaški meji na Bizeljskem. Je kategorije R1, kar pomeni, da je to regionalna cesta prvega reda. V smeri Bizeljske vasi proti Brežicam je na odseku Bizeljske ceste 117 do Bizeljske ceste 22 narejen 1,6 km dolg dvostranski, enosmerni zametek razširjenega robnega pasu, ki pa ni nikjer posebej označen, da bi bil kakorkoli namenjen kolesarskemu prometu. Njegova uporabna širina se giblje od 30 do 65 cm. Na meji med voziščem za motorna vozila ga omejuje 12 cm široka klasična bela črta, na drugi strani pa ponekod robnik pločnika, drugod pa peščena bankina, ki je marsikje že precej porasla s travo. Talna črta je polna, razen na mestih uvozov in izvozov, kjer je črtkana. Izveden je v enakem prečnem naklonu kot preostali del smernega vozišča. Ker cesta poteka skozi vas, je hitrost za motorna vozila omejena na 50 km/h, razširjen robni pas pa se zaključuje nekaj 100 m pred koncem vasi Bizeljsko. Od tu naprej je največja dovoljena hitrost 90 km/h.

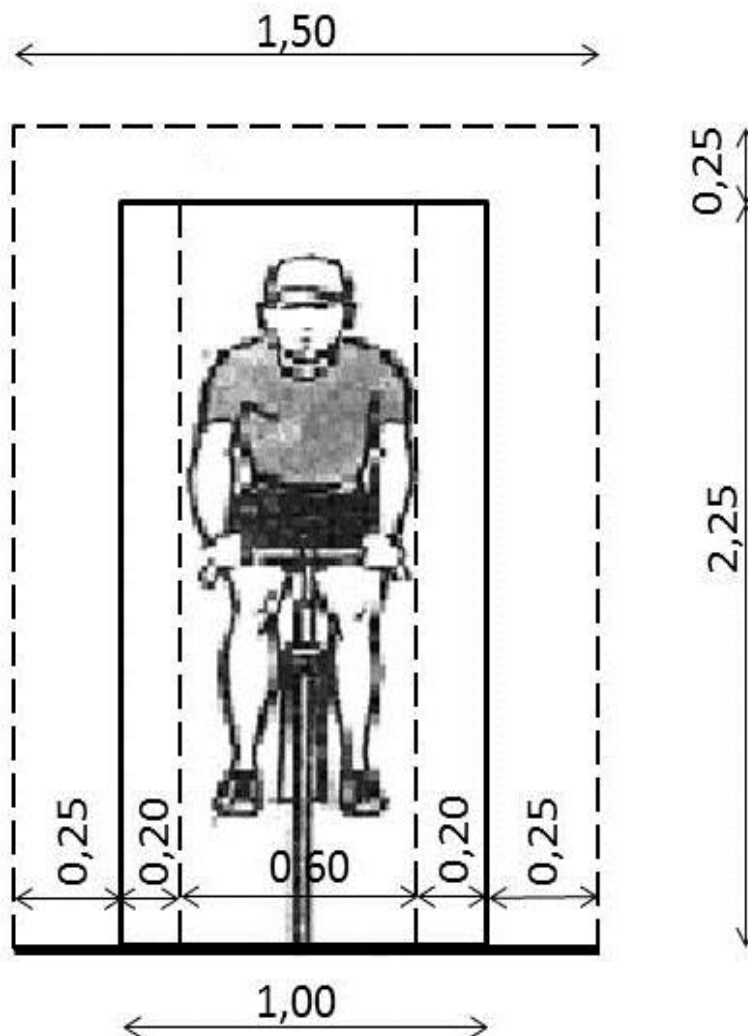


Slika 5-4: Satelitski posnetek lokacije primera 2 (Google maps, 2013)



**Slika 5-5: Zametek razširjenega robnega pasu na mestu uporabne širine 65 cm in peščene bankine**

Na sliki 5-5 je prikazana vožnja kolesarja po zametku razširjenega robnega pasu, ki ima uporabno širino 65 cm. Če kolesar vozi po notranji polovici pasu, to pomeni, da je od zunanjega roba kolesarske pnevmatike do zunanjega roba robne črte zagotovo vsaj 40 cm. V primerjavi s prometnim profilom, ki je prikazan na sliki 5-6, to pomeni, da je s to širino že skoraj zagotovljena širina prometnega profila, ki naj bi znašala v primeru kolesarskega pasu 50 cm na vsako stran od sredinske osi kolesarja oziroma kolesa. Seveda pa nam potem (predvsem je to pomembno na kolesarjevi levi strani) zmanjka tistih 25 cm varovalne širine, ki jo določa prosti profil.



**Slika 5-6: Prosti (črtkana črta) in prometni profil (polna črta), potreben za vožnjo kolesarja**

Opisani zametek razširjenega robnega pasu na določenem odseku že solidno opravlja svojo osnovno funkcijo, t.j. zagotoviti športnim kolesarjem svoj kolesarski pas, a vendar bi bile nujne nekatere izboljšave, da bi bila uporaba takega pasu varnejša. Iz spodnje preglednice o prometnih obremenitvah za obravnavano cesto je razvidno, da je PLDP (povprečni letni dnevni promet) v primerjavi s primerom 1, kjer je robni pas že izveden (pa čeprav v naselju) več kot trikrat manjši, vendar so deleži tovornih vozil precej večji, kar ima na varnost uporabe razširjenega robnega pasu večji vpliv kakor sam PLDP (poglavje 3.2).

**Preglednica 5.3: Podatki o prometnih obremenitvah za primer 2 (Vir: DRSC, 2013)**

Kat. ces.	Št. ces.	Št. odseka	Prometni odsek	Stac. zač.	Stac. kon.	PLDP	Avtob.	Tež.t.	Tovor.s prik.	Vlač.
R1	219	1241	Bistrica-Bizeljsko	0	6.805	1886	9	44	35	52

#### PREOBLIKOVANJE ZAMETKA V RAZŠIRJEN ROJNI PAS:

Na sliki 5-5 razširjen robni pas pravzaprav že obstaja, vendar je tehnično neustrezen. Najbolj kritična elementa predstavljata premajhna širina pasu in predvsem odsotnost ropotajoče črte. Iz tega sledi, da bi ga bilo potrebno povsod razširiti na približno enako minimalno uporabno širino, ki bi po moji oceni lahko glede na prostor, ki je na voljo, znašala od 70 do 80 cm. S tem bi imel kolesar zagotovljen dovolj širok prometni profil, če gledamo od njegove osi do zunanjega roba 15 cm široke ropotne črte, ki bi nadomestila klasično belo talno črto. To bi dosegli z doasfaltiranjem k obstoječemu robnemu pasu ali preplastitvijo celotnega razširjenega robnega pasu do omenjene širine na mestu, kjer imamo peščeno bankino (slike v nadaljevanju). Tam, kjer je sedanji robni pas omejen s pločnikom, pa bi lahko za pridobitev dodatne širine robnega pasu zožili vozna pasova in/ali pločnik.

Za povečanje zaznavnosti takega pasu bi bile nujne opozorilne table, ki bi opozarjale voznike motornih vozil, da se nahajajo na območju, kjer je izveden razširjen robni pas oziroma na območju, kjer lahko pričakujejo večji delež ali celo skupino športnih kolesarjev. Takšna ali podobna oznaka kot je prikazana na sliki 5-7, mora jasno sporočati ne samo, da je lahko na določenem odseku večji delež kolesarjev, ampak tudi, da se vozniki motornih vozil vozijo na območju, kjer lahko večkrat prihaja do medsebojnega prehitevanja kolesarjev. To pomeni, da lahko kolesar za krajši čas (gre za nekaj sekund) zapusti razširjen robni pas z namenom prehitevanja počasnejšega kolesarja. Pri tem je dolžnost kolesarja, da se pred izvedbo takega manevra prepriča, da z njim ne bo nenadno in namerno oviral motornega prometa ).



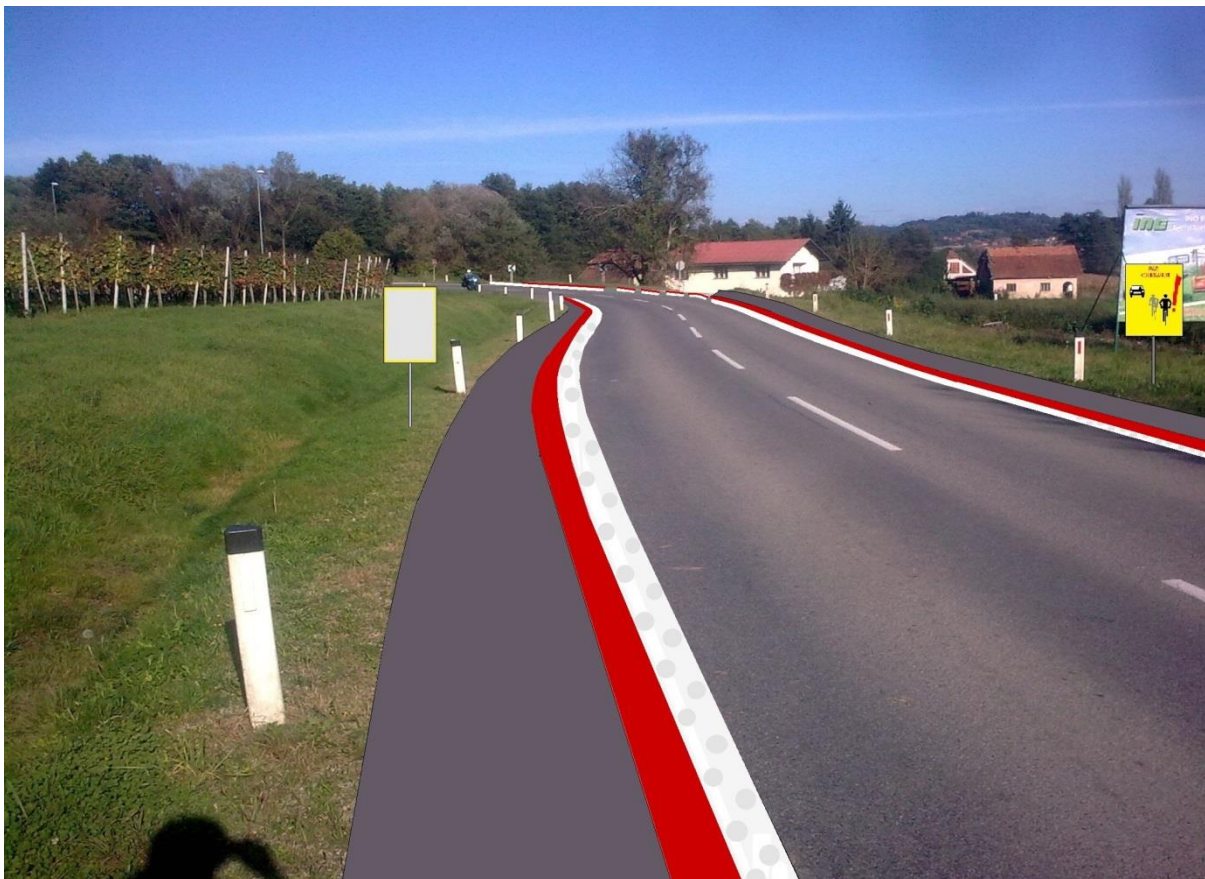


**Slika 5-7: Tabla, ki opozarja tudi na možnost medsebojnega prehitevanja kolesarjev.**

Priporočeno bi bilo, da bi vzporedno z belo potekala še rdeča črta, saj bi bilo s tem dodatno opozorjeno, da gre v prvi vrsti za površino, namenjeno zgolj kolesarjem. Tako bi še bolj povečali zaznavnost takega pasu pri voznikih motornih vozil (sliki v nadaljevanju). Notranja klasična bela robna črta je prav tako zgolj priporočena, ne pa nujna. S svojo prisotnostjo kolesarjem določa, kje začenja razširjen robni pas prehajati v bankino oziroma pločnik. Ker barvanje predstavlja dodaten finančni zalogaj, sta na slikah 5-9 in 5-10 predstavljeni ugodnejši varianti. Kljub temu ti izvedbi več kot solidno opravljata svojo funkcijo.



**Slika 5-8: Najdražja izvedba razširjenega robnega pasu na odseku, prikazanem na sliki 55, ko je pas v celoti rdeče pobarvan.**



**Slika 5-9: Vmesna opcija istega odseka- racionalnejša in verjetno najbolj smiselna**

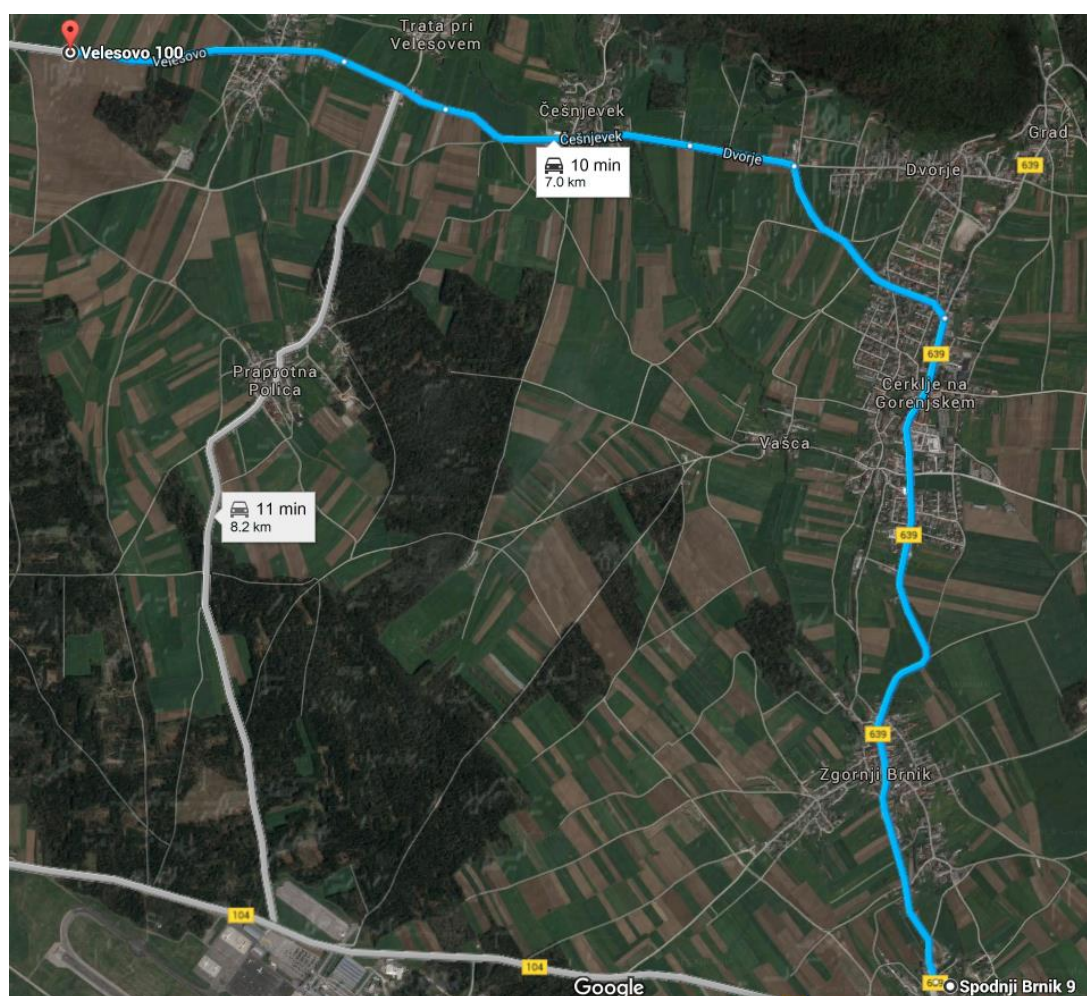


**Slika 5-10: Najcenejša, a vseeno ustrezna rešitev**

### 5.3 Primer 3: Zametek razširjenega robnega pasu na relaciji Spodnji Brnik - Velesovo

#### OPIS PRIMERA:

Zametek se nahaja na Gorenjskem, natančneje na relaciji Spodnji Brnik 9 – Velesovo 100. Kraja sta povezana z regionalno ceto R3. Vmes se nahajajo še vasi Zgornji Brnik, Cerklje na Gorenjskem, Dvorje, Češnjevk in Trata pri Velesovem, kjer je na nekaterih odsekih zametek robnega pasu prekinjen. V naselju, kjer je hitrost vozil do 50 km/h in širina voznega pasu do 2,50 m, po Pravilniku o projektiranju cest robni pas namreč ni obvezen [5]. Skupno s krajšimi vmesnimi prekinitvami zametek meri 7 km. Po videzu in dimenzijah je zelo podoben primeru 2.



Slika 5-11: Potek trase zametka (Google maps, 2013)

#### PREOBLIKOVANJE ZAMETKA V RAZŠIRJEN ROJNI PAS:

Iz Preglednice 5.4 je razvidno, da nobena izmed vrednosti bistveno ne odstopa od tistih v primerih 1 in 2, zato ni razloga, da preoblikovanje v razširjen robni pas ne bi bilo smiselno in varno. Poleg tega tudi ta cesta predstavlja pomembno športno kolesarsko povezavo na primer do zelo priljubljenega vzpona na Krvavec, na katerega vsako leto poteka tudi kolesarska dirka. Od Velesovega naprej pa cesta vodi do glavne ceste Kranj-Jezersko, ki je prav tako zelo priljubljena turistična točka, do katere se predvsem v poletnem času po osvežitih odpravijo tudi športni kolesarji.

**Preglednica 5.4: Podatki o prometnih obremenitvah za primer 3 (Vir: DRSC, 2013)**

Kat. ces.	Št. ces.	Št. odseka	Prometni odsek	Stac. zač.	Stac. kon.	PLDP	Avtob.	Tež.t.	Tovor.s prik.	Vlač.
R3	639	1143	Sp. Brnik-Cerklje	0	4.558	2944	24	53	12	22

V naselju Velesovo se ob cesti pojavita prometna znaka, ki označujeta stalno bočno oviro znotraj prometnega profila ceste (slika 5-6). Kritičen je drugi izmed znakov, ki je na sliki označen z rdečo puščico. Jasno je, da znak trenutno služi le motornim vozilom, saj na mestu postavitve ni ne kolesarskega pasu ne pasu za pešce. Ker bi po rekonstrukciji klasično robno črto zamenjala ropotna robna črta, bi le-ta s svojim zvokom ob povoženju opozarjala motorna vozila tudi na nevarnost bočne ovire oziroma v tem primeru objekta. S tega vidika ta znak ne bi bil več potreben, medtem ko prvi kolesarjev ne bi oviral.

Kot opozorilo kolesarjem, da na mestu drugega znaka ni zagotovljena minimalna predpisana višina svetlega profila, pa bi morda lahko opozarjal drugačen prometni znak, ki bi imel funkcijo dopolnitve k prvemu ali pa bi bil samostojno postavljen nekje pred prvim znakom. Ena izmed možnosti je mogoče tudi ta, da bi se vzporedno z objektom, na notranji strani razširjenega robnega pasu in na primerni oddaljenosti od objekta izvedla ropotajoča črta, ki pa bi v tem primeru opozarjala kolesarje na nevarnost.



**Slika 5-12:** Na sliki je z rdečo puščico označen prometni znak, ki na bodoči razširjen robni pas zagotovo ne sodi. Poleg tega sta znaka, ki opozarjata na istovrstno nevarnost, postavljena povsem nesmiselno, saj sta na medsebojni oddaljenosti manj kot 10m (Google maps, 2013).

#### 5.4 Primer 4: Zametek razširjenega robnega pasu od Brezovice do Vrhnike

##### OPIS PRIMERA:

Zametek razširjenega robnega pasu poteka po stari cesti vse od Brezovice do Vrhnike. Začne se kot zaključek kolesarskega pasu, ki je na novo urejen in pravzaprav odličen predhodnik (poteka namreč v naselju) razširjenega robnega pasu. Ima zadostno širino, na stiku z voznim pasom za motorna vozila ga omejuje ropotajoča črta in je celo pobarvan. Gre za tipičen primer, kjer je jasno izražena želja po ureditvi kolesarjem (tudi športnim) prijaznejše infrastrukture.

Zametek na celotni razdalji poteka zvezno, ločeno obojestransko, in sicer tudi na mestih, kjer se poleg nahaja pločnik s kolesarsko stezo (slika 5-13). Na tem mestu se postavi vprašanje, zakaj bi pas za pešce sploh moral biti od vozišča ločen s pločnikom oziroma robnikom. Če je razširjen robni pas dovolj varen, da se po njem lahko vozijo kolesarji, ni razloga, da ne bi bili dovolj varni tudi pešci v primeru, ko od motornega prometa niso nivojsko ločeni.

Uporabna širina zametka se giblje od 30 do 70 cm, pri čemer so odseki z nižjo uporabno širino zelo redki. Omejitve hitrosti za motorna vozila znašajo od 50 do 90 km/h, glede ostalih lastnosti pa je precej podoben zametku, opisanem v primeru 2.

**Preglednica 5.5: Podatki o prometnih obremenitvah za primer 4 (Vir: DRSC, 2013)**

Kat. ces.	Št. ces.	Št. odseka	Prometni odsek	Stac. zač.	Stac. kon.	PLDP	Avtob.	Tež.t.	Tovor.s prik.	Vlač.
R2	409	300	Brezovica -Vrhnika	1400	13.161	7108	114	163	68	115

##### PREOBLIKOVANJE ZAMETKA V RAZŠIRJEN ROBNI PAS:

Zametek bi se preoblikoval enako kot v primeru 2. Razširil bi se na največjo možno konstantno širino, zamenjala bi se robna črta, na prisotnost razširjenega robnega pasu pa bi voznike opozarjala opozorilna tabla (slika 5-14). Čeprav imamo na nekaterih odsekih v smeri Vrhnika-Ljubljana na voljo veliko prostora, bi bilo vseeno najboljšo, da bi imel razširjen robni pas po vsej svoji dolžini približno enako širino. Po potrebi bi se minimalno prestavili kanalizacijski jaški, tako da se ti ne bi nahajali ravno na sredini razširjenega robnega pasu. V vsakem primeru pa morajo biti vsi jaški nivojsko poravnani z vozno površino, saj je lahko le tako vožnja kolesarja preko njih varna in udobna. Na spodnji sliki je razvidno, da so ob poti za pešce nameščene luči javne razsvetljave, ki so za kolesarje zelo dobrodošle in bi bile priporočljive tudi na nasprotni strani. To velja tako v kakor tudi izven naselja, je pa dejstvo, da ureditev primerne osvetljave predstavlja dodatne stroške.



**Slika 5-13: Nadaljevanje zametka razširjenega robnega pasu ob kolesarski stezi; avtobusno postajališče je jasno in dovolj zgodaj označeno, kanalizacijski jaški minimalno posegajo v kolesarjevo pot (Google maps, 2013).**

V primerih, kjer je poleg trenutne kolesarske steze izveden še pas za pešce, bi se po možnosti uredil ob kolesarski stezi še razširjen robni pas, ki bi bil seveda v istem nivoju kot vozišče. Tako bi pridobili ločeni kolesarski površini glede na ciljno skupino kolesarjev (slika 5-14). Namen uvedbe razširjenih robnih pasov ni ukinitvev trenutnih kolesarski stez ali kolesarskih poti, ampak njihova dopolnitev.

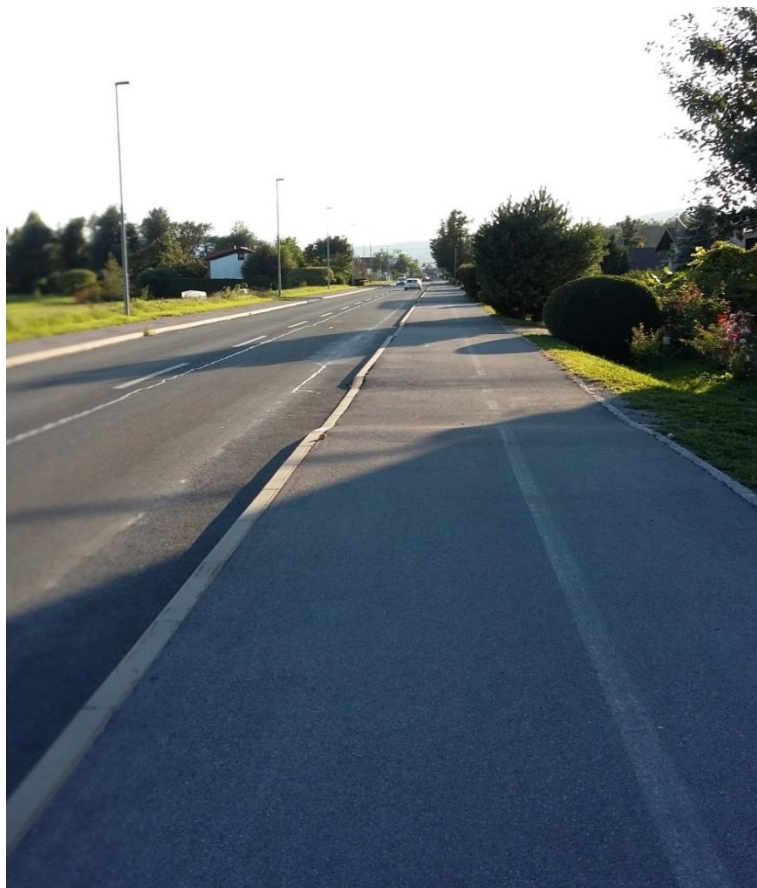




**Slika 5-14: Izvedba razširjenega robnega pasu, kjer potekata kolesarska steza in pas za pešce. Prikazano je tudi, kako izvedemo potek pasu na mestu avtobusnega postajališča in ena izmed najbolj ekonomsko smiselnih označb razširjenih robnih pasov, t.j. s širšo rdečo črto (običajno 25 cm) [1] tik ob ropotni črti (Google maps, 2013).**

Na sliki 5-14 je prikazana dopolnitev kolesarske steze z razširjenim robnim pasom, ki bi bil namenjen športnim kolesarjem, medtem ko bi kolesarska steza še naprej služila preostalim kolesarjem. Z raznimi publikacijami in brošurami bi lahko širšo javnost seznanili z možnostjo in pravilnostjo uporabe novega tipa kolesarske površine- razširjenega robnega pasu. S tem bi zmanjšali možnost, da bi se na razširjenem robnem pasu pojavil »nešportni« kolesar.

Eden izmed razlogov, zakaj kolesarske steze niso primerne za športne kolesarje, so tudi reliefne poglobitve, ki nastanejo na mestih uvozov/izvozov in so del kolesarske steze (slika 5-15). V večini primerov so izteki iz višjega na nižji nivo kolesarske steze in obratno narejeni prestrmo, zato že ob običajnih hitrostih kolesarjev povzročajo veliko nelagodja, za športne kolesarje pa so povsem neprimerni. Iz lastnih izkušenj vem, da še nisem naletel na tako izveden iztek uvoza, da pri hitrosti 30 km/h ali več zaradi tega vožnja ne bi bila moteča.



**Slika 5-15: Številni uvozi, zaradi katerih na kolesarski stezi nastanejo nekakšne reliefne poglobitve.**

## 5.5 Primer 5: Zametek razširjenega robnega pasu na stari cesti Vrhnika-Logatec

### OPIS PRIMERA:

Zametek poteka neprekinjeno (razen na mestu križišč) od zaključka kolesarske steze, kjer se istočasno zaključi tudi center Vrhnike, do zaključka drevoreda lip v Logatcu (t.j. pred začetkom centra Logatca). Je edini od obravnavanih primerov, ki ne poteka v celoti po ravninskem delu in edini, katerega del je narejen iz betona (drevored lip). Zanimivo, da ravno ta del zametka spada med najširše obravnavane odseke, a je po kvaliteti vozne površine daleč najslabši. Stiki med betonskimi ploščami so višinsko zelo neenakomerni, poleg tega pa je na splošno vozna podlaga v zelo slabem stanju.



**Slika 5-16: Drevored Napoleonove lipe, kjer je celotna vozna površina betonska. Kolesarji zametek razširjenega robnega pasu že uporabljajo (Google maps, 2013).**

Na več odsekih se ob desnem robu robnega pasu nahaja varovalna ograja, ki pa je postavljena na primerni oddaljenosti, zato je ob delni rekonstrukciji ne bi bilo potrebno spreminjati. Prav tako velja za kanalete, ki na nekaterih delih zaključujejo robni pas. Tam, kjer kanalet ni, je robni pas nagnjen v enaki smeri kot preostalo vozišče, a nagib za kolesarje ni moteč.



Slika 5-17: Z rdečo je označen začetek zametka; na desni vidimo zaključek kolesarske steze, na kar opozarja tudi prometni znak (Google maps, 2013).

Po prometnih obremenitvah je ta zametek zelo podoben zametku, opisanem v prejšnjem primeru. Pravzaprav primer 5 predstavlja nadaljevanje predhodnega primera.

**Preglednica 5.6: Podatki o prometnih obremenitvah za primer 5 (Vir: DRSC, 2013)**

Kat. ces.	Št. ces.	Št. odseka	Prometni odsek	Stac. zač.	Stac. kon.	PLDP	Avtob.	Tež.t.	Tovor.s prik.	Vlač.
R2	409	0301	Vrhnika-Logatec	0	9.525	5545	100	151	73	67

Preoblikovanje bi bilo enako kot v ostalih primerih, numerične podrobnosti rekonstrukcije pa so podane v poglavju 5.7.

## 5.6 Primer 6: Zametek razširjenega robnega pasu na Cesti na Ključ v Ljubljani

### OPIS PRIMERA:

Primer 6 je regionalna cesta, ki spaja Cesto Dolomitskega odreda in Tržaško cesto. Pretežno na celotni Cesti na Ključ je hitrost za motorna vozila omejena na 70 km/h. Cesta poteka izven naselja. Zametek razširjenega robnega pasu je izveden enosmerno od Tržaške ceste proti Cesti Dolomitskega odreda in po celotni dolžini ceste ter meri 1,6 km. Čeprav podatki o prometnih obremenitvah za to cesto niso na voljo, se mi zdi primer omembe vreden, saj je od vseh zametkov robni pas na Cesti na Ključ najširši in izveden po celotni dolžini brez prekinitev. Dejansko bi bil vložek v modifikacijo minimalen, rezultat pa bi bila optimalna kolesarska površina, ki bi služila tako športnim kolesarjem kakor tudi domačinom kot lokalna kolesarska povezava do Tržaške ceste. Na tem mestu, bi se razširjen robni pas priključil že izvedenemu običajnemu kolesarskemu pasu, ki poteka vzdolž Tržaške ceste.



**Slika 5-18: Kolesarji že sedaj (pod)zavestno uporabljajo zametek razširjenega pasu, čeprav namenska uporaba ni nikjer označena. Razvidno je tudi, da se je kolesarki bližajoči avtomobil pomaknil na sredinsko črto, da jo bo lahko varno obšel, kar po preoblikovanju v razširjen robni pas avtomobilom zagotovo ne bi bilo več potrebno početi.**

Na drugem koncu, kjer se Cesta na Ključ stika s Cesto Dolomitskega odreda, pa bi bilo najbolje, da bi se pas priključil razširjenemu robnemu pasu, katerega izvedba vzdolž Ceste Dolomitskega odreda bi bila zelo priporočljiva. Iz izkušenj vem, da gre za zelo obremenjeno cesto s športnimi kolesarji, saj ta predstavlja eno glavnih povezav Ljubljane s Polhograjskim hribovjem in okolico. Cesta Dolomitskega

odreda v smeri iz Ljubljane se nato razcepi v Polhograjsko in Horjulsko cesto, kateri prav gotovo veljata za ene najbolj popularnih športno-kolesarskih cest v okolici Ljubljane. Le nekaj km stran od omenjenega razcepa se tedensko zbirajo »specialkarji« (glej Slovar manj znanih besed), ki pot nadaljujejo po omenjenih dveh cestah.



Slika 5-19: Prikaz poteka opisanih cest (Google maps, 2013)

#### PREOBLIKOVANJE ZAMETKA V RAZŠIRJEN ROJNI PAS:

Robni pas je širok od 85 do 110 cm s klasično robno belo črto vred, kar pomeni da njegova uporabna širina znaša od 73 do 98 cm (robna črta meri 12 cm). To je že širina, ki zadosti predpostavljeni minimalni uporabni širini razširjenega robnega pasu (primer 2), t.j. 70 cm. Ker obstaja poleg 15 cm tudi 12 cm široka ropotna črta, ki bi morala obvezno nadomestiti sedanjo robno črto, bi v primeru, da bi se ob prenovi zamenjala le robna črta, razširjen robni pas še vedno dimenzijsko ustrezal. Ne glede na obseg rekonstrukcije bi bilo potrebno namestiti opozorilne table, ki bi vzbujale dodatno pozornost na prisotnost cestnih kolesarjev (slika 5-22).



**Slika 5-20: Takšna kvaliteta vozne površine je za cestne kolesarje neprimerna in nevarna, četudi je širina robnega pasu ustrezna.**

Glede na širino trenutne bankine bi bila vseeno dobrodošla dodatna razširitev robnega pasu na strani, kjer je zametek razširjenega robnega pasu že izveden. Na nasprotni strani se nahaja običajni robni pas, širine 28 cm z belo robno črto vred, kjer pa bi bila potrebna konkretnejša razširitev. Prostorske stiske ni, tako da bi bila fizična izvedba zagotovo mogoča na obeh straneh. Težava bi lahko nastala le pri lastništvu obcestnih zemljišč.



**Slika 5-21: Cesta na Ključ; robni pas širine 85 cm**

Na nekaterih mestih je od trenutnega roba robnega pasu do linije cestnih smernikov na voljo več kot 50 cm. V osnutku Pravilnika o prometni signalizaciji in prometni opremi na cestah [6] je določeno, da so cestni smerniki postavljeni na razdalji 0,75 m od zunanjšega roba vozišča, na manj prometnih cestah pa lahko tudi na manjši razdalji od robu vozišča, a ne manjši od 50 cm. Vendar pa nikjer ni določeno, da so cestni smerniki na cestah izven naselja obvezni, zato bi jih v našem primeru lahko nadomestila že kar sama ropotna črta. Ta ima namreč takšno površino, ki odbija svetlobo avtomobilskih in drugih žarometov (slika 4-6). Po potrebi bi se utrdile bankine in doasfaltirale na potrebno uporabno širino, ki bi lahko dosegla trenutno predpisano minimalno širino kolesarskega pasu v naselju, t.j. 1 m. Širina asfaltiranja bi tako znašala od 25 cm naprej. Prometni znaki in ostale morebitne ovire bi se primerno pomaknile v stran, a do te mere, da bi še vedno opravljale svojo funkcijo. V 4. točki 9. člena omenjenega osnutka pravilnika je navedeno, da mora vodoravna oddaljenost od roba vozišča in najbližjo točko oziroma projekcijo skrajne točke prometnega znaka znašati na cestah izven naselja vsaj 0,75 m in ne več kot 1,60 m. Točka 7 navaja, da ne glede na določila v prejšnjem odstavku, morajo biti nosilni drogovi prometnih znakov, razen drogov svetlobnih prometnih znakov, postavljeni izven površin za kolesarje. V tem primeru vodoravna razdalja od roba vozišča ali odstavnega pasu in najbližjo točko oziroma projekcijo skrajne točke prometnega znaka ne sme biti večja kot 2,00 m. Dodatno pozornost bi morali nameniti tudi višini prometnih znakov, da v primerih, ko obcestnega prostora poleg razširjenih robnih pasov ni dovolj in se prometni znaki zato nahajajo na manjši oddaljenosti od predpisane, ne bi bili prenizki. S tem bi lahko povzročali nevarnost trčenja kolesarja z



glavo v prometni znak. 4. točka 9. člena navedenega pravilnika pravi, da mora višina spodnjega roba prometnega znaka/dopolnilne table znašati najmanj 2,25 m nad najvišjim robom prečnega profila kolesarja, kadar je ta postavljen nad površino za kolesarja. Zadnja točka tega člena pa navaja: »kot nosilci prometnih znakov se lahko uporabljajo tudi drogovi cestne razsvetljave, drogovi semaforjev in druge ustrezne konstrukcije, ki se nahajajo v območju za postavljanje prometne signalizacije«.



**Slika 5-22: Primer osnovno preoblikovane Ceste na Ključ z dvostranskim enosmernim razširjenim robnim pasom**



**Slika 5-23: Eden izmed možnih prometnih znakov, ki bi opozarjal na razširjen robni pas.**

## 5.7 Izračun kolesarskih nivojev uslug za obravnavane primere 1-5

### 5.7.1 Vhodni podatki

V tem podpoglavju so podani izračuni BCI-jev zametkov razširjenih robnih pasov in predvidenih razširjenih robnih pasov ter ugotovitve med analizo obravnavanih primerov. Na splošno velja, da so rezultati toliko natančni, kolikor so natančni vhodni podatki. Za analizo sem uporabil model, ki sem ga podrobneje opisal v prejšnjem podpoglavju. Gre za splošen model, ki velja za vse tipe kolesarjev in ima nekatere glavne spremenljivke (širino razširjenega robnega pasu (BLW), širino (CLW) in količino (CLV) motornih vozil na voznem pasu ob razširjenem robnem pasu ter projektno hitrost (SPD)) omejene z minimalno in maksimalno vrednostjo (preglednica 5.7).

**Preglednica 5.7: Obseg, znotraj katerega se lahko gibljejo vrednosti določenih glavnih spremenljivk (Bicycle Compatibility Index, 1999)**

<i>Spremenljivka</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maksimum</i>
BLW	0,9 m	2,4 m
CLW	3,0 m	5,6 m
CLV	90 vozil/h	900 vozil/h
SPD	50 km/h	89 km/h

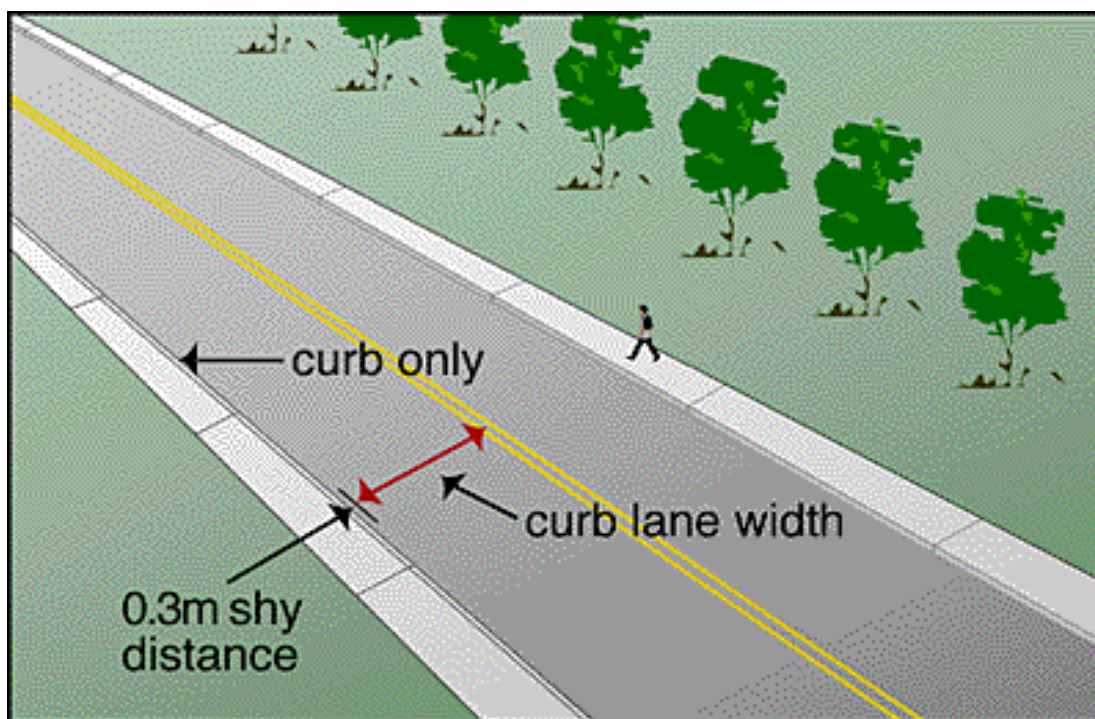
Ker sem imel za analizo na voljo le ta model, sem ga uporabil kljub temu, da se določene spremenljivke iz gornje preglednice v mojih primerih nahajajo izven modeliranega območja in da model velja za vse vrste kolesarjev. Konec koncev je bil ta model razvit za določanje kolesarskega nivoja uslug ameriških cest, ki so po lastnostih v marsičem različne od evropskih cest, zato pa so posledično različne tudi vrednosti določenih spremenljivk. Bistven komentar glede uporabe splošnega modela v moji diplomski nalogi je, da bi bili izračunani nivoji uslug z modelom, namenjenim športnim kolesarjem, dejansko lahko kvečjemu višji od teh, ki sem jih določil s pomočjo splošnega modela. Športni kolesarji so seveda izmed vseh tipov kolesarjev najbolj izkušeni in zato na različne razmere na cestah najbolj pripravljeni. Vožnja po določenem razširjenem robnem pasu se jim bo zato zdela varnejša in udobnejša, kot bi se na istem razširjenem robnem pasu zdela ostalim tipom kolesarjev. Kot osnovno vodilo pri oblikovanju in analizi razširjenih robnih pasov sem upošteval še, da naj bi bil LOS za kolesarsko povezavo, kjer so predvideni priložnostni kolesarji, vsaj stopnje »C« ali boljše (»B« oziroma najboljše »A«) [9].

Izbor nekaterih vhodnih podatkov tega modela, kot na primer izbira urne konice, kjer gre pričakovati največ kolesarjev, je lahko povsem subjektiven. Avtorji modela priporočajo, da se za tiste cestne odseke, kjer se pričakuje velike razlike v rezultatih glede na različno izbrane dnevne urne konice, analiza izvede za različne čase [9]. V mojih primerih sem imel na voljo le podatke o PLDP-jih, ne pa tudi podatkov o PHF-jih, zato tako natančna analiza, upoštevajoč PHF (Peak Hour Factor), ni bila mogoča.

Čeprav je pomen posameznih spremenljivk že opisan v tretjem poglavju (enačba (3.1)), so v nadaljevanju k nekaterim dodane pojasnitve. Tako bodo analiza in rezultati razumljivejši.

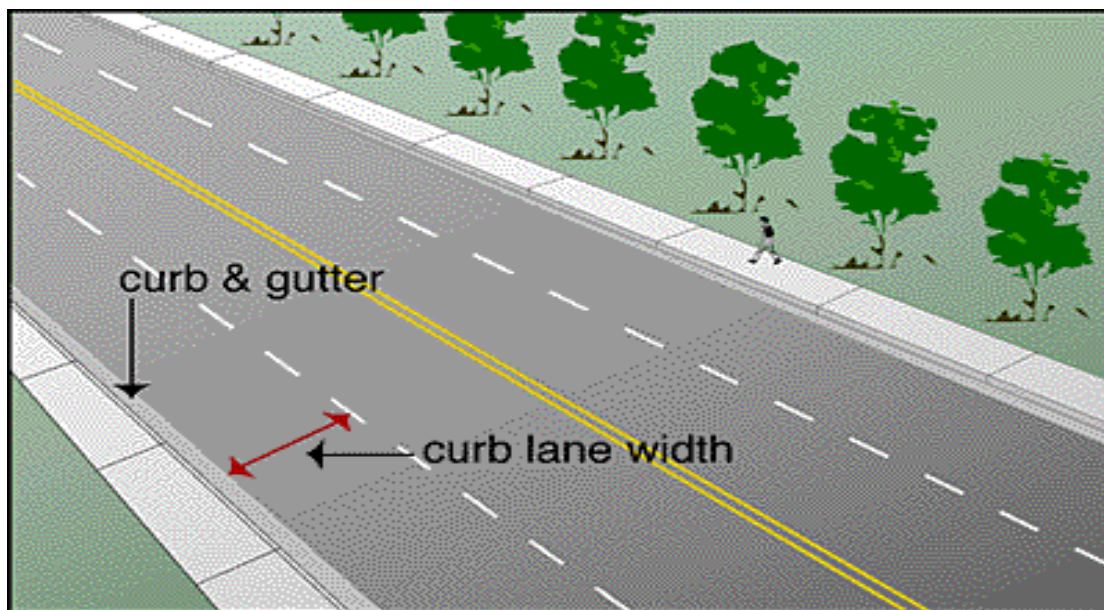
### BLW in CLW

Širina voznega pasu tik ob razširjenem robnem pasu se meri različno glede na to, ali je vozišče ob desnem robu zaključeno samo z robnikom, ali pa je poleg robnika prisotna še odtočna rešetka. Če se vozišče zaključi z robnikom, potem je širina voznega pasu, razdalja merjena od sredine sredinske črte do začetka robnika. Da dobimo CLW, moramo nato od te razdalje odšteti 30 cm. Teh 30 cm predstavlja običajno razdaljo med kolesarjem in robnikom, za katero je kolesar med vožnjo odmaknjen od robnika (slika 5-24) [9].



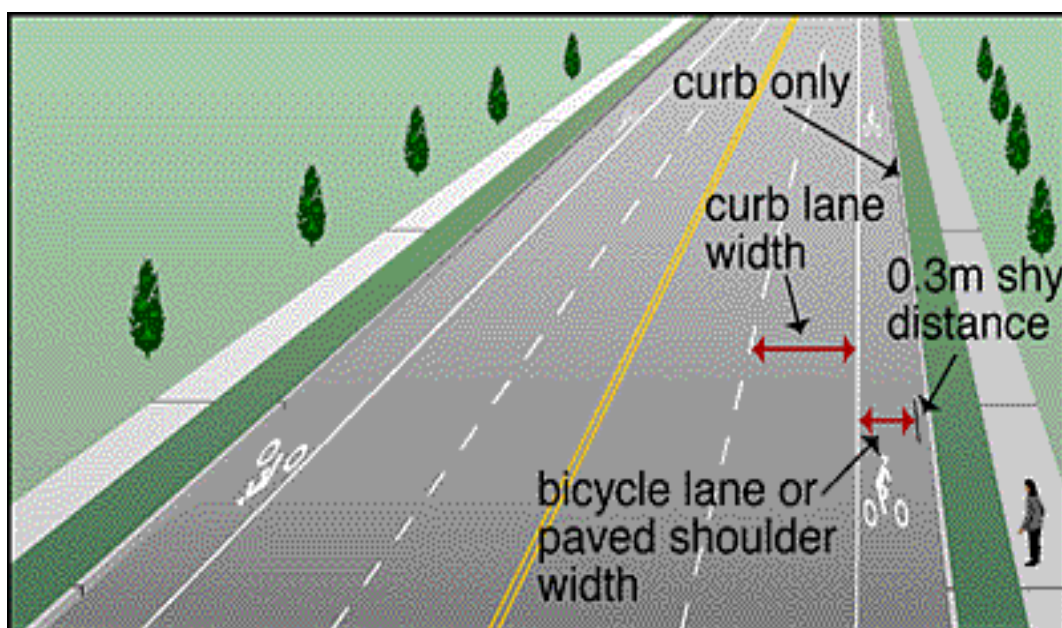
**Slika 5-24: Definicija širine voznega pasu (CLW- na sliki »curb lane width«) na mestu, kjer se vozišče zaključuje z robnikom (»curb only«) (Bicycle Compatibility Index, 1999).**

Če je poleg robnika vgrajena še rešetka za odvodnjavanje, potem se širina voznega pasu meri od sredine sredinske ločilne črte do prvega roba rešetke (slika 5-25) [9].



Slika 5-25: Širina voznega pasu, kjer se ob robniku nahaja še odtočna rešetka (Bicycle Compatibility Index, 1999).

Oba zgornja primera ponazarjata eno izmed prvotnih možnosti (pred modifikacijo zametkov), kjer robni pas oziroma zametek robnega pasu ne obstaja. V nasprotnem primeru se širina voznega pasu tik ob razširjenem robnem pasu meri od sredine sredinske do sredine ropotne črte. Če je razširjen robni pas na desni strani omejen z robnikom in rešetko ali pa samo robnikom, velja pri merjenju širine razširjenega robnega pasu enako kot v zgornjih dveh primerih (slika 5-26) [9].



Slika 5-26: Primer, ko že obstaja zametek robnega pasu ali razširjen robni pas, ki je na desni strani omejen z robnikom («curb only») (Bicycle Compatibility Index, 1999).

Širina razširjenega robnega pasu (BLW) je merjena od sredine ropotne črte do roba rešetke oziroma robnika (če rešetka ni vgrajena). V primeru, da rešetka ni prisotna, je potrebno pri računu BLW od dejanske širine razširjenega robnega pasu odšteti 30 cm. Če se razširjen robni pas zaključi brez rešetke in robnika, potem se BLW meri od sredine ropotne do sredine klasične robne črte oziroma do mesta, kjer se razširjen robni pas stika s peščeno bankino. Bistvo je, da se širina rešetke v nobenem primeru ne upošteva kot del širine razširjenega robnega pasu.

### SPD

Avtorji modela priporočajo, da se v primeru, ko izmerjeni podatki o hitrosti vozil ne obstajajo, za izračun SPD k omejitvi hitrosti prišteje 15 km/h. To predstavlja nadomestni ukrep za določitev hitrosti  $V_{85}$  in izhaja iz predhodne študije, v kateri je bilo ugotovljeno, da vozila na mestnih in primestnih cestah presegajo to hitrost od 10 do 23 km/h [9].

### CLV:

Spremenljivka CLV predstavlja količino motornih vozil na voznem pasu, ki poteka ob razširjenem robnem pasu in se izračuna s pomočjo PHV (Peak Hour Volume), ta pa s pomočjo PLDP ter faktorjev »K« in »D« (enačba (5.1)).

$$PHV=PLDP \times K \times D; \quad (5.1)$$

PHV.....volumen urne konice oziroma količina motornih vozil v času urne konice [vozil/h]

PLDP....povprečni letni dnevni promet [vozil/h]

K.....faktor urne konice (PHF)

D.....smerni razdelitveni faktor oziroma delež vozil, ki v času urne konice potujejo v smeri konice

Faktorja K in D sta običajno določena na podlagi specifičnih karakteristik za posamezno cesto. Za mestna in primestna območja se v splošnem K giblje med 0,07 in 0,15, D pa od 0,50 do 0,65. Ker za obravnavane primere nimam na voljo dovolj podatkov za določitev teh faktorjev, je za takšne primere v literaturi navedeno, da se pri izračunu BCI-ja uporabita predpostavljena  $K=0,10$  in  $D=0,55$  [9].

Ko imamo izračunane volumne urne konice za konično smer, je potrebno te pretvoriti glede na število voznih pasov v eni smeri, če gre za večpasovno cesto. V mojih primerih se pojavljajo ceste zgolj s po enim pasom na smer, zato ta pretvorba ni potrebna. To pomeni, da PHV predstavlja kar CLV. V primeru, da bi obravnavali odsek ceste izven naselja z več pasovi v eni smeri, bi bilo treba to upoštevati. V Sloveniji najdemo primer takšnega odseka na stari cesti od Trojan proti Ljubljani ali pa na primer od Škofljice proti Kočevju.

### AREA

Ta spremenljivka zajema vpliv vrste poseljenosti ob cesti. Za ta model sta bili razviti le dve klasifikacijski skupini: stanovanjska in ostalo. Za stanovanjski tip se je izkazalo, da je precej drugačen od vseh ostalih tipov poseljenosti in da ima na raven udobja kolesarja pozitiven učinek.

### f<sub>t</sub>

Za namen BCI modela je bila razvita definicija težkih vozil, ki to vrsto opredeljuje kot vozila s šestimi ali več pnevmatikami, kar z drugimi besedami pomeni s tremi osmi ali več. V nalogi sem presodil, da je v primerjavi s klasifikacijo tovornih vozil, kot jo poznamo pri nas, v faktorju  $f_t$  smiselno upoštevati srednje težka in vsa preostala težja vozila. Količino teh vozil določimo po naslednji enačbi:

$$CLTV=PHV \times HV \times T; \quad (5.2)$$

kjer posamezni členi predstavljajo:

CLTV...količino težkih vozil na voznem pasu tik ob razširjenem robnem pasu

PHV.....volumen urne konice oziroma količina vseh motornih vozil v času urne konice [vozil/h]

HV.....delež vseh tovornih vozil, ki ustrezajo opisani klasifikaciji pod  $f_t$

T.....delež tistih tovornih vozil, ki ustrezajo opisani klasifikaciji pod  $f_t$  in vozijo po voznem pasu tik ob razširjenem robnem pasu

V primeru, kjer gre za ceste s po enim voznim pasom v vsako smer, je  $T=1$ . V nasprotnem primeru je potrebno  $T$  faktor izračunati ali predpostaviti, upoštevajoč navedbe v priročniku Bicycle Compatibility Index.

$f_{rt}$

Faktor, ki upošteva vpliv količine desnih zavijalcev na vrednost BCI, se izračuna s pomočjo enačbe, ki je podana v že omenjenem priročniku. Ker pa podatki o deležu desnih zavijalcev v prometnem toku, ki zavijajo v ali iz stranskih ulic vzdolž obravnavanih odsekov niso na voljo, je v literaturi navedeno, da uporabnik BCI modela presodi sam, kako oziroma kolikšno količino desnih zavijalcev bo upošteval pri analizi. Generalno ima faktor  $f_{rt}$  na vrednost BCI zelo majhen vpliv, saj se BCI lahko zaradi  $f_{rt}$  spremeni zgolj za 0,1. Primeri, kjer bi se lahko na cestah izven naselja pojavilo večje število desnih zavijalcev, so uvozi in izvozi iz večjih poslovno-obrtnih ali industrijskih območij. V obravnavanih primerih sem smiselno ocenil, da količina desnih zavijalcev glede na celoten PLDP nikjer ne presega 270 vozil/h, kar predstavlja mejo pri upoštevanju faktorja  $f_{rt}$ . Najvišji PHV namreč znaša 391 vozil/h (primer 4), kar pomeni, da bi za upoštevanje  $f_{rt}$  morale biti vsaj 2/3 desnih zavijalcev.

### 5.7.2 Analiza in rezultati

V nadaljevanju so podani rezultati analize opisanih primerov. Najprej sem jih analiziral za trenutno stanje, kjer sem uporabil vhodne podatke, ki ustrezajo stanju pred predvidenimi spremembami (preglednica 5.8). Rezultate analize predstavljajo rdeče obarvane vrednosti BCI-jev in stopnje LOS-ov, izračunane po enačbi (3.1) za vsak primer posebej. Rumeno obarvana polja v tabeli predstavljajo tiste spremenljivke, ki so za večino slovenskih glavnih in regionalnih cest konstantne oziroma enake 0. To so: OLV, PKG,  $f_p$  in  $f_{rt}$ . Ker imajo vsi obravnavani primeri zgolj po en vozni pas v vsaki smeri, je spremenljivka OLV enaka 0. Prav tako velja za spremenljivko PKG, ki bi se v enačbi upoštevala le v primeru, ko bi imeli poleg razširjenega robnega pasu pas, namenjen parkiranju vozil. Posledično je zato brezpredmetna tudi spremenljivka  $f_p$ . Zadnja izmed naštetih konstant je obrazložena v prejšnjem odstavku.



**Preglednica 5.8: Vhodni podatki (spremenljivke), BCI in LOS trenutnega stanja**

<b>Primer</b> <b>Spremenljivka</b>	<b>Ig-LJ</b>	<b>Bistrica- Bizeljsko</b>	<b>Sp. Brnik- Cerklje</b>	<b>Brezovica- Vrhnika</b>	<b>Vrhnika- Logatec</b>
BL	1	0	0	0	0
BLW [m]	1,10	0	0	0	0
CLW [m]	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90
CLV [vozil/h v eni smeri]	353	104	162	391	305
OLV [vozil/h drugi pasovi]	0	0	0	0	0
SPD [km/h]	65	105	105	105	105
PKG	0	0	0	0	0
AREA	1	1	1	1	0
AF	0	0	0	0,1	0,1
f <sub>t</sub>	0	0	0	0,1	0,1
f <sub>p</sub>	0	0	0	0	0
f <sub>rt</sub>	0	0	0	0	0
<b>BCI</b>	<b>2,68</b>	<b>4,48</b>	<b>4,60</b>	<b>5,15</b>	<b>5,25</b>
<b>LOS</b>	<b>C</b>	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>E</b>

Vsi, razen prvega primera, so bili obravnavani kot zametki oziroma brez prisotnosti razširjenega robnega pasu (BL; BLW=0). Izmerjene širine voznih pasov (CLW) so bile približno enake, vpliv morebitnih razlik na vrednost BCI pa bi bil zelo majhen. Povsem drugače je s količino (CLV) in hitrostjo (SPD) motornih vozil, saj obe z naraščanjem negativno vplivata na nivo uslug.

Primer Ig-LJ po BCI vrednosti precej odstopa od ostalih primerov, saj ima edini izveden kolesarski pas, poleg tega pa se tudi edini nahaja v naselju. Hitrost za motorna vozila je omejena na 50 km/h in kljub relativno veliki količini vozil v primerjavi z ostalimi primeri trenutno dosega razred nivoja uslug C. To nam dokazuje, kako pomembna je že sama prisotnost razširjenega robnega pasu, v kombinaciji z nižjo dovoljeno hitrostjo in primerno širino razširjenega pasu pa je lahko nivo uslug za kolesarje na solidni ravni. Ostali primeri vsi dosegajo predzadnjo stopnjo na lestvici LOS in s tem jasno kažejo na to, da so športni kolesarji na teh in tem podobnim cestam oziroma njihovim odsekom podvrženi visoki stopnji nevarnosti in neudobja. Čeprav zametki razširjenih robnih pasov v obravnavanih primerih obstajajo, to še niso pravi razširjeni robni pasovi, zato so v preglednici 5.8 pri določanju BCI-jev upoštevani najslabši možni vhodni podatki (BL in BLW sta enaka 0). Če bi obstoječim zametkom pri nespremenjeni širini klasično robno zamenjali z ropotajočo črto in jih tako preoblikovali v razširjene robne pasove, nivo uslug najširših odsekov bistveno naraste: v zadnjih dveh primerih za eno, v drugem in tretjem pa kar za dve stopnji LOS (preglednica 5.9).

**Preglednica 5.9: Primer minimalne izboljšave - če bi obstoječim zametkom zamenjali robno črto in upoštevali odseke s trenutno največjo širino razširjenih robnih pasov pri nespremenjenih ostalih spremenljivkah**

Primer Spremenljivka	Ig-LJ	Bistrica- Bizeljsko	Sp. Brnik- Cerklje	Brezovica- Vrhnika	Vrhnika- Logatec
BL	1	1	1	1	1
BLW [m]	1,10	0,70	0,70	0,70	0,70
<b>BCI</b>	<b>2,68</b>	<b>3,23</b>	<b>3,34</b>	<b>3,90</b>	<b>3,99</b>
<b>LOS</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>D</b>

Pri analizi primerov sem vedno spreminjal le dve spremenljivki: širino razširjenega robnega pasu (BLW) in hitrost motornih vozil (SPD). Količina motornih vozil (CLV), spremenljivka AF in vrsta poseljenosti (AREA) so neizpodbitna dejstva, katerih spremembe so praktično nemogoče, medtem ko povečanje širine voznih pasov (CLW), kot že povedano, ne vpliva prav veliko na zvišanje kolesarskega nivoja uslug. Da bi dosegel čim nižjo vrednost BCI, sem analiziral primere za različne kombinacije SPD in BLW. Glede na trenutno vrednost BCI sem predpostavil, katero stopnjo nivoja uslug želim za posamezen primer doseči z rekonstrukcijo zametkov razširjenih robnih pasov in prilagajal spremenljivki do nekih še razumnih vrednosti. Ugotovil sem, da zgolj s povečanjem širine razširjenega robnega pasu ali z zmanjšanjem predpisane hitrosti za motorna vozila ne dosežem spremembe LOS (preglednici 5.10 in 5.11).

**Preglednica 5.10: Rezultati analize za primer, ko SPD ostane nespremenjena, medtem ko je BLW nastavljena na najvišjo še izvedljivo vrednost**

Primer Spremenljivka	Ig-LJ	Bistrica- Bizeljsko	Sp. Brnik- Cerklje	Brezovica- Vrhnika	Vrhnika- Logatec
BL	1	1	1	1	1
BLW [m]	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00
SPD [km/h]	65	105	105	105	105
<b>BCI</b>	<b>2,60</b>	<b>3,10</b>	<b>3,22</b>	<b>3,78</b>	<b>3,87</b>
<b>LOS</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>D</b>

**Preglednica 5.11: SPD je v vseh primerih (razen v prvem, kjer je zmanjšana za 10 km/h) zmanjšana za 20 km/h, BLW pa ustreza trenutnemu stanju**

Primer Spremenljivka	Ig-LJ	Bistrica- Bizeljsko	Sp. Brnik- Cerklje	Brezovica- Vrhnika	Vrhnika- Logatec
BL	1	1	1	1	1
BLW [m]	1,10	0,70	0,70	0,70	0,70
SPD [km/h]	55	85	85	85	85
<b>BCI</b>	<b>2,46</b>	<b>2,79</b>	<b>2,90</b>	<b>3,46</b>	<b>3,55</b>
<b>LOS</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>D</b>

Pri analizi prve možnosti posodobitve (preglednica 5.10), ko sem pri vseh primerih z izjemo prvega, zgolj povečal širine razširjenih robnih pasov na 1,00 m, so se vrednosti BCI v primerjavi z vrednostmi, podanimi v preglednici 5.9, povprečno zmanjšale za 0,12. Pri analizi druge možnosti posodobitve, katere rezultati so prikazani v preglednici 5.11, pa so vrednosti BCI padle za 0,44. To spet ne velja za primer Ig-LJ, saj ta predstavlja drugačen tip primera kot preostali štirje. S tem namenom je bil tudi dodan v analizo, saj nam služi za nekakšno primerjavo oziroma ima funkcijo reprezentativnosti dobre prakse. Kljub padcu BCI-ja v drugem primeru za 0,44 to še ne zadošča za spremembo na lestvici LOS. Kot že povedano, so razlike zaradi spremembe ene ali druge spremenljivke premajhne, kar pomeni, da je za spremembo cele stopnje kolesarskega nivoja uslug potrebno vedno povečati širino razširjenega robnega pasu in hkrati zmanjšati dovoljeno hitrost za motorna vozila. Analiza takega primera posodobitve je prikazana v naslednji preglednici.

**Preglednica 5.12: Vhodni podatki, BCI in LOS po izvedbi razširjenih robnih pasov (modra polja predstavljajo nespremenljive spremenljivke, siva obratno)**

Primer Spremenljivka	Ig-LJ	Bistrica- Bizeljsko	Sp. Brnik- Cerklje	Brezovica- Vrhnika	Vrhnika- Logatec
BL	1	1	1	1	1
BLW [m]	1,50	0,70	0,70	0,85	1,10
CLW [m]	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90
CLV [vozil/h v eni smeri]	353	104	162	391	305
OLV [vozil/h drugi pasovi]	0	0	0	0	0
SPD [km/h]	55	105	105	85	85
PKG	0	0	0	0	0
AREA	1	1	1	1	0
AF	0	0	0	0,1	0,1
f <sub>t</sub>	0	0	0	0,1	0,1
f <sub>p</sub>	0	0	0	0	0
f <sub>rt</sub>	0	0	0	0	0
<b>BCI</b>	<b>2,30</b>	<b>3,23</b>	<b>3,34</b>	<b>3,40</b>	<b>3,39</b>
<b>LOS</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>C</b>

Spremenljivki BLW in SPD v zgornji preglednici sta nastavljeni na mejne vrednosti, ki bi jih okolje še lahko preneslo. To je po moji oceni najvišji možen LOS, ki bi ga lahko dosegli z rekonstrukcijo srednjega velikostnega reda. V 1. primeru (Ig-LJ) sem analiziral, koliko bi morala znašati širina razširjenega kolesarskega pasu pri predpostavljene hitrostni omejitvi za motorna vozila, t.j. 40 km/h (v preglednici SPD=55 km/h - poglavje 5.7.1), da bi ravno še dosegli LOS B. Trenutno omejitev, sem torej zmanjšal za 10 km/h. Za potrditev ustreznosti takšnega ukrepa bi bile potrebne podrobne analize prometnega toka, vendar sem moral za potrebe prikaza učinkovitosti razširjenih robnih pasov vseeno upoštevati določene predpostavke. V to se v nalogi nisem poglobljal, saj je namen moje naloge prikazati, kdaj, kje in pod kakšnimi pogoji bi se lahko razširili obstoječi robni pasovi ter predvsem vpliv takšnih ukrepov na prometno varnost. Jasno je, da se z zmanjšanjem dovoljene hitrosti za motorna vozila prometna varnost izboljša.

Kot je razvidno iz preglednice 5.12, bi (razen spremembe SPD) ob nespremenjenih pogojih morala širina kolesarskega pasu v prvem primeru znašati vsaj 1,50 m, da bi zadostila stopnji uslug B. Takšna rekonstrukcija bi bila seveda zelo težko izvedljiva, saj ni na voljo dovolj obcestnega prostora. V drugem in tretjem primeru omejitve hitrosti za motorna vozila nisem spreminjal, saj ob neki izvedljivi širini razširjenega robnega pasu nikakor ni bilo mogoče doseči LOS B. Pri drugem primeru moram še dodati, da sem upošteval hitrostno omejitev za motorna vozila 90 km/h, čeprav se zametek nahaja v celoti znotraj naselja. Predvidel sem namreč, da bi se razširjen robni pas nadaljeval tudi po tem, ko bi bilo konec naselja in s tem upošteval najbolj kritične robne pogoje za SPD.

Zadnja primera sta tipična kombinacija prilagajanja spremenljivk BLW in SPD do te mere, da so vrednosti BCI še znotraj LOS C. Razreda LOS B ni mogoče doseči drugače kot z ekstremnimi spremembami BLW in SPD, ki so v praksi dejansko neizvedljive (preglednica 5.13).

**Preglednica 5.13: Najvišji možni kolesarski nivoji uslug; okolje tolikšne širine razširjenih robnih pasov žal ne dopušča**

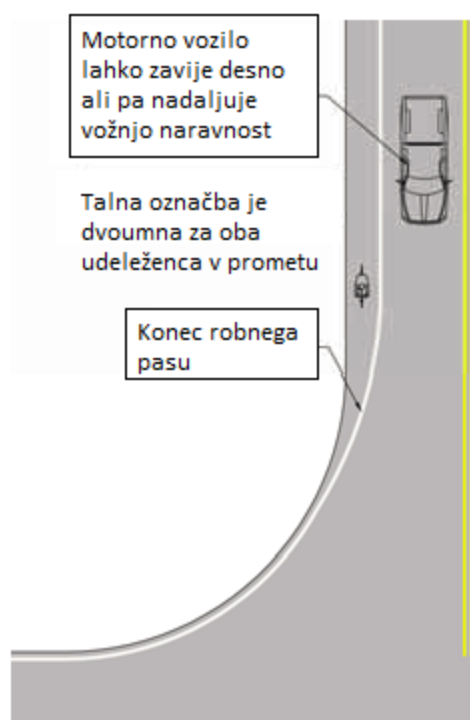
Primer Spremenljivka	Ig-LJ	Bistrica- Bizeljsko	Sp. Brnik- Cerklje	Brezovica- Vrhnika	Vrhnika- Logatec
BL	1	1	1	1	1
BLW [m]	1,50	1,35	1,65	1,65	1,65
CLW [m]	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90
CLV [vozil/h v eni smeri]	353	104	162	391	305
OLV [vozil/h drugi pasovi]	0	0	0	0	0
SPD [km/h]	55	75	75	75	75
PKG	0	0	0	0	0
AREA	1	1	1	1	0
AF	0	0	0	0,1	0,1
f <sub>t</sub>	0	0	0	0,1	0,1
f <sub>p</sub>	0	0	0	0	0
f <sub>rt</sub>	0	0	0	0	0
<b>BCI</b>	<b>2,30</b>	<b>2,30</b>	<b>2,29</b>	<b>2,85</b>	<b>2,94</b>
<b>LOS</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>C</b>

Iz vseh podanih preglednic sledi zaključek, da so vsi rezultati podani v preglednici 5.12, posledica prilagajanja spremenljivk na najmanjše možne spremembe robnih pasov v razširjene robne pasove, ki bi bile nujno potrebne, da bi dosegli čim višji kolesarski nivo uslug.

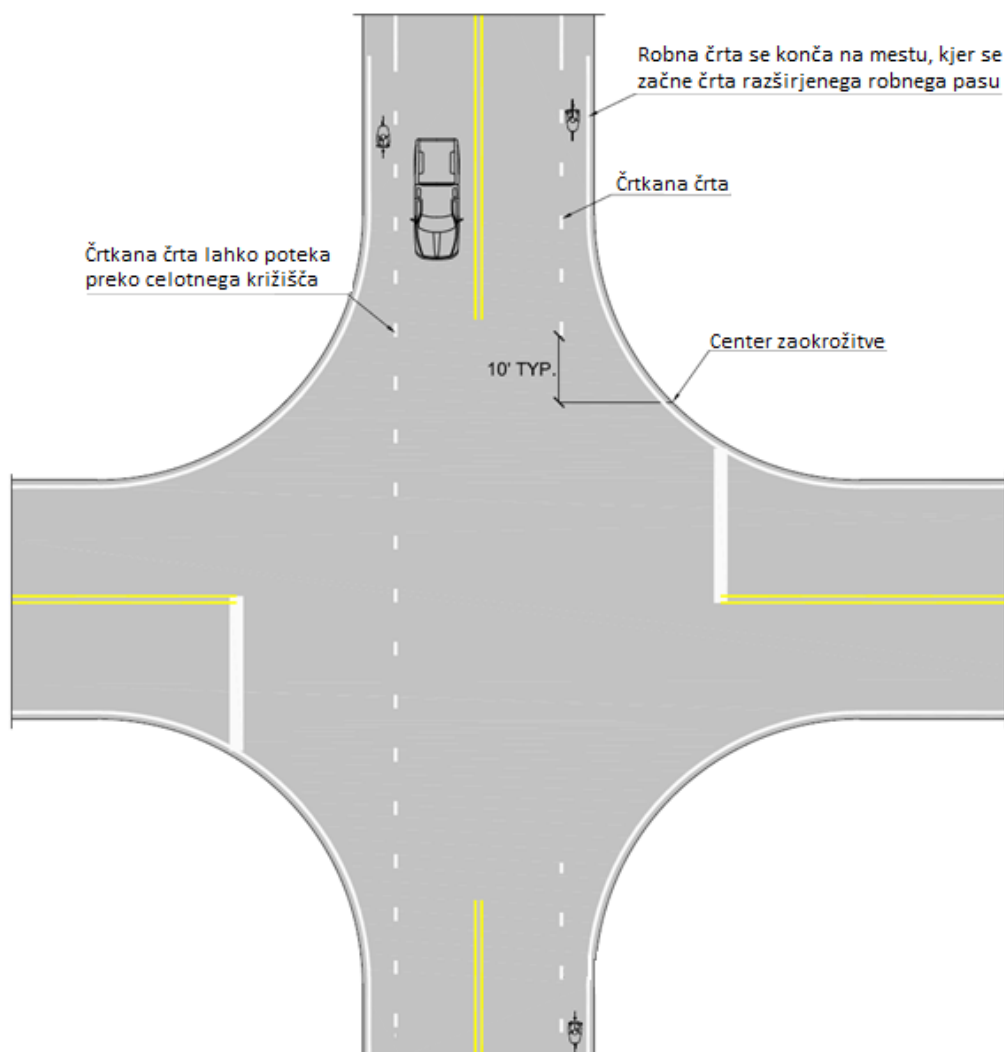
## 6 RAZŠIRJEN ROBNİ PAS NA MESTU KRIŽIŠČ

### 6.1 Križanje ob potencialnem desnem zavoju motornega vozila

Neka raziskava je pokazala, da se več kot 70% prometnih nesreč, v katerih je udeležen kolesar, zgodi v križišču (Hunter et al, 1996; 79). Na cestah, kjer so predvideni kolesarji, se talne oznake naj ne bi zoževale na mestih križanja, saj v takem primeru konec robnega pasu kolesarju ne nakazuje, kako naj se po zaključku pasu ravna, da ne bo ogrožen s strani motornih desnih zavijalcev. Pravzaprav takšna označba kolesarju celo odvzema prednost pred motornimi desnimi zavijalci, kar je za kolesarja nevarno in nesmiselno, zato moramo biti še posebej pozorni na rešitve takih in podobnih kritičnih točk. Na spodnjih slikah sta prikazani nepravilna (slika 6-1) in pravilna (slika 6-2) izvedba.



Slika 6-1: Robni pas se nesmiselno zaključí na mestu križanja[3].



**Slika 6-2: Talne oznake, ki olajšajo vožnjo kolesarju skozi križišče [3].**

Osnovna pravila poteka razširjenega robnega pasu preko križišč:

- na cestah izven naselja, kjer je izveden razširjen robni pas, naj bo črta, ki označuje njegov potek skozi križišče črtkana
- dolžina črtkane črte, naj bo v skladu z dolžino območja, ki ga uporabljajo desni zavijalci
- tam, kjer se pojavlja večja količina desnih zavijalcev, je priporočeno, da se dodatno izvede njim namenjen pas

V nekaterih primerih je zaželeno, da se vodi kolesarje skozi križišče neposredno, saj se bankina uporabi za izvedbo pasu desnih zavijalcev. To lahko zahteva spremembe v konfiguraciji in zmanjšani širini pasu za desne zavijalce ter redukcijo širine kolesarskega pasu [3].

## 6.2 Razširjen robni pas v funkciji obvoznega pasu

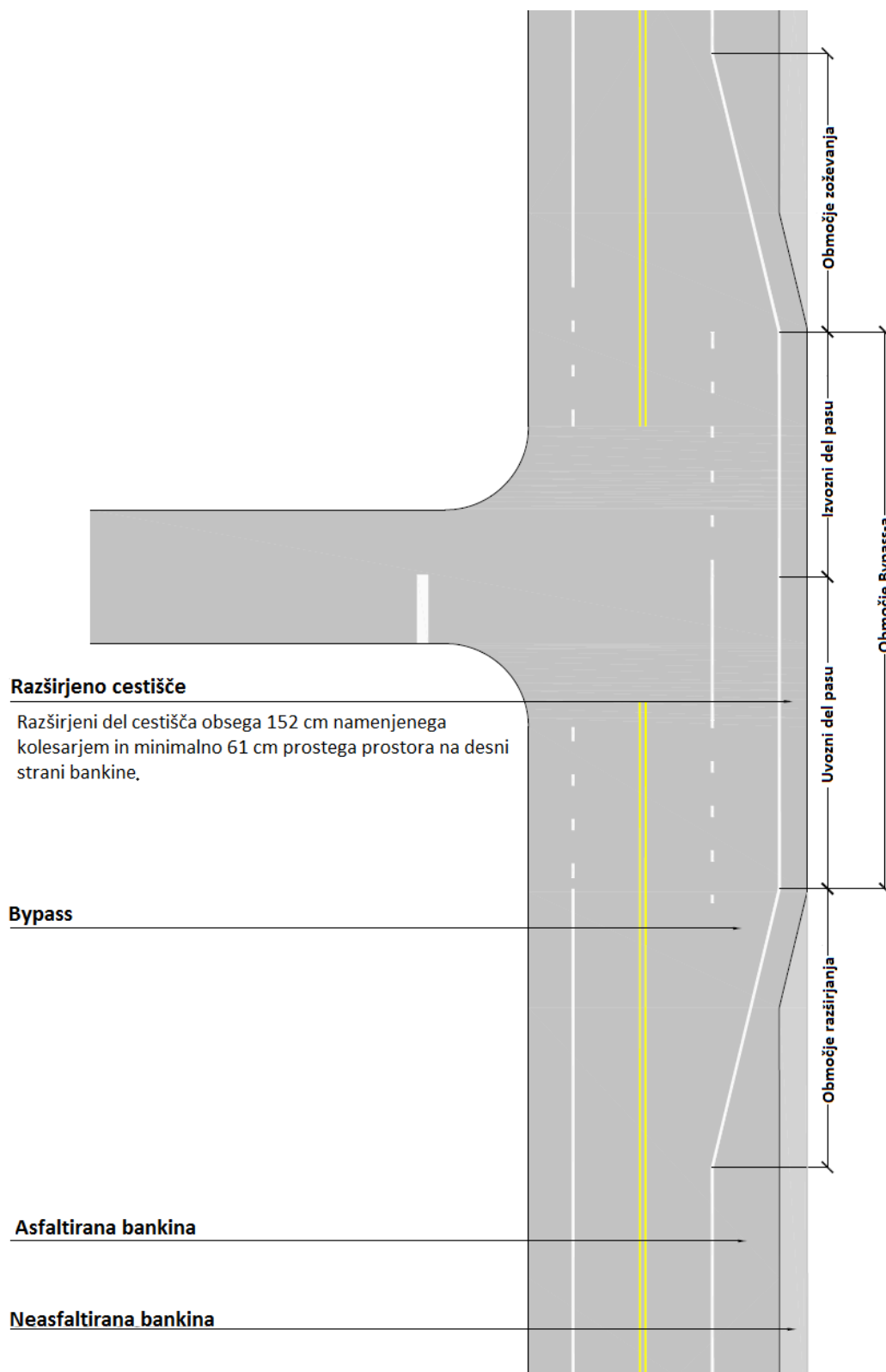
Vozniki motornih vozil velikokrat uporabljajo razširjen robni pas za obvoz potencialnega levega zavijalca. Tam, kjer je predvideno in se spodbuja športno kolesarstvo, je potrebno posebno pozornost nameniti temu, da potek robnega pasu na mestu »T« križišč ni prekinjen. Primer nepravilne izvedbe je prikazan na sliki 6-3 [3].



**Slika 6-3: Tako imenovani »bypass« oziroma obvozni pas, kjer je robni pas začasno prekinjen in kolesarski promet zato oviran [3].**

Na cestah, kjer hitrosti motornih vozil presegajo 80 km/h, mora biti na desni strani bypass-a predvidena razširjena bankina, sicer je vožnja kolesarjev ogrožena. Primer izvedbe je prikazan na sliki 6-4.





Slika 6-4: Pravilna in varna izvedba t.i. bypass-a [3]

## 7 VZDRŽEVANJE RAZŠIRJENIH ROBNIH PASOV IN ROPOTNIH ČRT

### 7.1 Vzdrževanje razširjenih robnih pasov

Kot že napisano, spadata med najpomembnejše karakteristike razširjenih robnih pasov tudi primerna gladkost in očiščenost, ki kolesarjem zagotavljata varnost, udobje in konec koncev hitrost. Neprimerno očiščena površina povzroča ne zgolj neudobno vožnjo, ampak predstavlja za športne kolesarje, še posebej pa za »specialce« nevarnost. Zaradi zelo ozkih pnevmatik z minimalnim profilom ali celo brez profila, ki jih imajo cestna kolesa, lahko že manjši delci peska povzročijo zdrs kolesarja oziroma padec in/ali predrtje pnevmatike. Zaradi razpok, raznih spojev in utorov, vzporednih s smerjo vožnje, v katere se ujame oziroma zatakne pnevmatika, pa ima lahko za posledico izgubo nadzora nad kolesom, kar lahko privede do hujših poškodb kolesarja in kolesa. Potrebno je še poudariti, da je čiščenje potrebno skozi celotno kolesarsko sezono (od zgodnje pomladi do pozne jeseni), ne zgolj ob začetku sezone.



**Slika 7-1: S peskom posut razširjen robni pas je za športne kolesarje povsem neprimeren, saj lahko že manjši delci povzročijo kolesarjevo nestabilnost.**

Omenjene razpoke, spremembe višin morebitnih jaškov ali rešetk za odvodnjavanje in druge poškodbe na površini razširjenih robnih pasov je potrebno odpraviti. V nekaterih primerih so potrebna zgolj manjša vzdrževalna dela, drugod pa morda celo ponovna preplastitev oziroma rekonstrukcija celotnega ali dela razširjenega robnega pasu. Rešetke za odvodnjavanje vode in cestni pokrovi različnih jaškov so potencialno nevarni za športne kolesarje v primeru, da niso izvedeni na pravem mestu in po višini poravnani s koto vozne površine. Nameščeni morajo biti tako, da sta število in velikost manevrov kolesarja zaradi umikanja čim manjši. Razporeditev mora biti smiselno določena že v fazi projektiranja razširjenih robnih pasov, ko gre za novogradnjo, medtem ko v primerih delnih rekonstrukcij poskušamo uskladiti vsaj višine jaškov in smer odprtin v rešetkah. Odprtine rešetk nikakor ne smejo biti vzporedne, temveč pravokotne na smer vožnje. Najboljše so mrežaste oblike odprtin, saj so te običajno sestavljene iz manjših odprtinic, zaradi katerih zagozditev kolesarske pnevmatike ni mogoča (slika 7-2).



**Slika 7-2: Primer dobre prakse vgrajevanja kolesarjem prijaznih rešetk**

### **7.1.1 Sekundarni pomen vzdrževanja razširjenih robnih pasov**

Nevarne bankine ne pritegnejo kolesarjev in s tem se oddaljujemo od povečevanja kolesarskega turizma. V Kanadi povezujejo pomen rekreativnega kolesarjenja in vlaganja v razvoj le tega tudi z razvojem regij, saj aktivni kolesarji zapravijo za opremo in prenočišča med premagovanjem večjih razdalj kar nekaj denarja. Vendar, če so poti v določeni regiji posute s peskom oz. neočiščene in tako neprimerne za varno in udobno uporabo, ta regija kolesarjem ne predstavlja želje po obisku. Pri tem seveda ne gre samo za čiščenje teh površin, ampak je pomemben tudi profil ceste, luknje na vozni površini ter cestne neravnine [11]. Kolesarji so namreč mnogo bolj ranljivi in občutljivi na te faktorje

kakor vozniki motornih vozil. Seveda pa vzdrževanje poasfaltiranih bankin predstavlja neke dodatne stroške v cestnem prometu.

## 7.2 Vzdrževanje ropotnih črt

Ropotne črte so s povzročanjem vibracij in ropota zelo učinkovite, ko gre za povečanje prometne varnosti kolesarjev pred neprevidnimi vozniki motornih vozil. Toda, da lahko učinkovito opravljajo svojo nalogo, zahtevajo redno vzdrževanje.

Ugreznjene ropotne črte so glede vzdrževanja manj zahtevne kot izbočene in imajo enako dolgo življenjsko dobo kakor sama vozna površina, v katero so izvedene. Drugače je z izbočenimi ropotnimi črtami, ki se s časom obrabljajo. Obraba se vrši predvsem z vožnjo motornih vozil, posebno z vožnjo težkih tovornih vozil po črti. V primeru, da je izbočena ropotna črta izrabljena do te mere, da svoje funkcije ni več zmožna opravljati, je potrebna njena obnovitev oziroma zamenjava. Ta se lahko izvede na dva načina. Prvi je ta, da se ropotne črte enostavno odstrani z rezkanjem, nato se nastale površine zapolni z osnovnim materialom (asfaltom) in nazadnje preplasti celoten razširjen robni pas. Pri drugem načinu pa gre samo za preplastitev, ki se izvede kar preko obstoječih ropotnih črt. Po zaključku prve faze sledi ponovna namestitev ropotnih črt. Odvisno od izbranega načina posameznega izvajalca nekateri ponovno namestijo ropotne črte kar v sklopu preplastitve, spet drugi najprej zaključijo s preplastitvijo in ostalimi deli v zvezi z razširjenimi robnimi pasovi ter šele nato naredijo ropotne črte [12].

Pojavljalo se je tudi vprašanje o trajnosti razširjenih robnih pasov, kjer so izvedene ugreznjene ropotne črte. Težka tovorna vozila ali zelo gost promet bi lahko na mestih, kjer so izvedeni ugrezi, sčasoma povzročila razpad krovne plasti vozišča ali pa bi le-ta pozimi razpadla zaradi zmrzali vode, ki se zadržuje v jamicah ugreznin. Izkazalo se je, da do teh poškodb ne pride, kadar je površina, v katero so ugreznjene ropotne črte izvedene, v dobrem stanju. Kljub morebitnim zanemarljivo majhnim poškodbam starejših površin je bilo ugotovljeno, da ropotne črte še vedno zanesljivo opravljajo svojo nalogo. Na novo narejene površine pa ropotne črte nimajo vpliva na poslabšanje vozne površine tekom uporabe.

Logično je, da se bo velika večina peska z vozišča najprej zaustavila na ropotajoči črti, del pa bo prešel na razširjen robni pas. To velja predvsem za ugreznjene ropotne črte, saj so njihove jamice kot nalašč za zbiranje manjše cestne nesnage. Čeprav obstajajo razni cestni pometači, ki so narejeni prav za čiščenje ropotnih črt (slika 7-3), se izbočene ropotne črte očistijo praktično same s pomočjo vibracij, ki jih povzročajo ob stiku s pnevmatiko [12]. Nekateri jih označujejo kot samočistilne. Ugreznjene ropotne črte očistijo vozila s svojimi pnevmatikami, ki ob stiku s črto povzročijo izpodriv

peska ali zdrobljenega ledu iz jamic. Vendar pa to velja le v primeru običajne količine peščene nesnage na cestišču. Po koncu zimskega obdobja, v katerem se je ceste posipalo s peskom in/ali soljo, je tako kot čiščenje razširjenih robnih pasov potrebno tudi čiščenje ropotajočih črt in pregled morebitnih poškodb, ki so nastale v času nizkih temperatur. Po potrebi je treba zapolniti poškodovana mesta in razpoke ter preveriti, če je zagotovljena primerna stopnja drenaže.



**Slika 7-3: Cestni pometač pri čiščenju ropotne črte [13]**

Vremenski vplivi ne predstavljajo pomembnejših učinkov na trajnost ropotnih črt. Posebno pozornost pa moramo nameniti lokaciji vgradnje ropotnih črt. Na območjih, kjer se pozimi ceste plužijo, izbočena ropotna črta ni primerna, kljub povečani vidljivosti take črte v primerjavi s klasično robno črto. Ob pluženju se namreč lahko izbočena ropotna črta poškoduje. Omembe vredno je še, da so ropotne črte zmožne oddajati hrup (in so včasih celo vidne), tudi ko je na cestišču manjša količina snega. S tem prispevajo k dodatni varnosti motornega prometa, saj vozniki motornih vozil lažje zaznajo, kje se nahajajo z vozilom glede na rob cestišča [12].

## 8 ZAKLJUČEK

V zaključku študije izvedljivosti razširjenih robnih pasov na slovenskih cestah izven naselja lahko povzamemo, da so razširjeni robni pasovi v večini primerov izvedljivi brez drastičnih posegov v okolje. Na prometno varnost in udobje vožnje cestnih kolesarjev imajo pozitiven vpliv. To dokazujejo izračunani kolesarski nivoji uslug obravnavanih primerov, ki so se v primerjavi s predhodnim stanjem izboljšali vsaj za eno stopnjo. Prednosti so obojestranske - tako za cestne kolesarje, kakor tudi za voznike motornih vozil. Ne nazadnje pripomorejo tudi k varnosti pešcev v primeru, ko ti nimajo možnosti izbire druge poti, kakor uporabe razširjenega robnega pasu.

Kljub temu, da je študija temeljila na konkretnih primerih zametkov, ki so bili ne zgolj teoretično, ampak tudi praktično (terensko) obravnavani, bi se prednosti in morebitne slabosti lahko natančneje izkazale le z dejansko izvedbo in kasnejšo analizo uporabe odsekov razširjenih robnih pasov. Le tako bi lahko spremljali odziv uporabnikov in ostalih udeležencev v prometu na novo vrsto kolesarske površine v Sloveniji. S tem bi pridobili predvsem širši vpogled vpliva človeškega faktorja na uporabo razširjenih robnih pasov.

Kot že večkrat poudarjeno, namen uvedbe razširjenih robnih pasov ni ukinitve trenutnih kolesarskih stez ali kolesarskih poti, ampak njihova dopolnitev. Namenoma je predvideno, da se za ostale predstavnike kolesarstva (nešportne kolesarje) zavoro razširjenih robnih pasov stanje trenutne kolesarske mreže ne bi poslabšalo. Da bi razširjeni robni pasovi lahko učinkovito opravljali svojo funkcijo, pa je njihovo pravilno in predvsem redno vzdrževanje ključnega pomena. V zadnjem poglavju so zato podane okvirne smernice vzdrževanja razširjenih robnih pasov in ropotnih črt. Vendar pa na koncu ne gre zgolj za čiščenje in popraviljanje poškodb, ampak tudi za druge vmesne kontrole, kot na primer periodično preverjanje sprememb kolesarskega nivoja uslug. Nikakor ne smemo predpostaviti, da le-ta z leti ostaja konstanten, saj je neposredno povezan s količino prometa, za katero vemo, da z leti narašča.

Na področju razvoja kolesarske infrastrukture izven naselja ostaja veliko prostora za izboljšave. To po mojem mnenju potrjuje tudi ta diplomatska naloga, ki je lahko dobra osnova za nadaljnje analize. Ena izmed idej, ki se je izoblikovala med proučevanjem opisane tematike, je namreč izdelava zemljevida z vrisanimi vrstami kolesarskih povezav in označbami kolesarskih nivojev uslug posameznih odsekov. Skupek vsega pa predstavlja korak bližje k varnejšemu in udobnejšemu cestnemu kolesarjenju, kar je nedvomno skupen cilj vseh uporabnikov cestnega prometa.

## VIRI

- [1] Kako ločiti kolesarja in vozilo. 2012.  
<http://www.finance.si/354090/Kako-lo%C4%8Diti-kolesarja-in-vozilo> (Pridobljeno 27. 8. 2015.)
- [2] Tehnični odbor za pripravo tehničnih specifikacij za javne ceste TO 03. 2012. TSC 03.600. Kolesarske površine. 2014.  
[http://www.avp-rs.si/wp-content/uploads/2014/08/TSC-03-600\\_kolesarji\\_mr\\_9-5-14.pdf](http://www.avp-rs.si/wp-content/uploads/2014/08/TSC-03-600_kolesarji_mr_9-5-14.pdf)  
(Pridobljeno 13. 8. 2015.)
- [3] Maryland SHA Bicycle and Pedestrian Design Guidelines. 2013. Chapter 2: Paved Shoulders.  
<http://www.sha.maryland.gov/oost/Chapter%202%20-%20Paved%20Shoulders.pdf>  
(Pridobljeno 20. 11. 2014.)
- [4] Uredba o kategorizaciji državnih cest. Uradni list RS št. 102/12. 2012.  
<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?sop=2012-01-3940> (Pridobljeno 23. 7. 2015.)
- [5] Pravilnik o projektiranju cest. Uradni list RS št. 91/05. 2005.  
<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?sop=2005-01-3896> (Pridobljeno 23. 7. 2015.)
- [6] Osutek Pravilnika o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah. Uradni list RS št. 46/2000, 2015.  
[http://www.mzi.gov.si/fileadmin/mzi.gov.si/pageuploads/A\\_informatika/PRAVILNIK\\_SIGNALIZAC\\_IJA\\_osutek\\_15012015.pdf](http://www.mzi.gov.si/fileadmin/mzi.gov.si/pageuploads/A_informatika/PRAVILNIK_SIGNALIZAC_IJA_osutek_15012015.pdf) (Pridobljeno 5. 10. 2015.)
- [7] Hallmark, S. L., McDonald, T. J., Tian, Y., Andersen, D. J. 2010. Safety Benefits of Paved Shoulders, Updated Final Report: p. 1-10.
- [8] Hume, A. 2014. Share the Road safety campaign put to test as new cycling laws introduced.  
<http://www.cairnspost.com.au/lifestyle/share-the-road-safety-campaign-put-to-test-as-new-cycling-laws-introduced/story-fnjzecs6-1226876386569> (Pridobljeno 15. 8. 2015.)
- [9] U. S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. 1998. The Bicycle Compatibility Index: A Level of Service Concept, Implementation Manual, FHWA-RD-98-095: p. 1-13.

[10] American association of state highway and transportation officials. 1999. Guide for the development of bicycle facilities, p. 7.

<http://nacto.org/wp-content/uploads/2011/03/AASHTO-Guide-for-the-Development-of-Bicycle-Facilities-1999.pdf> (Pridobljeno 18. 5. 2014.)

[11] Brownlee, A. 2014. Huntsville Forester, Sandy paved shoulders turn off cyclists: Young.

<http://www.muskokaregion.com/news-story/4622844-sandy-paved-shoulders-turn-off-cyclists-young/> (Pridobljeno 16. 9. 2015.)

[12] U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration.

[http://safety.fhwa.dot.gov/roadway\\_dept/pavement/rumble\\_strips/pavement-and-maintenance.cfm](http://safety.fhwa.dot.gov/roadway_dept/pavement/rumble_strips/pavement-and-maintenance.cfm) (Pridobljeno 15. 10. 2015.)

[13] Surface Preparation Technologies LLC. 2015.

<http://www.rumblestrips.com/resources/clean-up-requirements/> (Pridobljeno 15. 10. 2015.)

[14] Podatki o prometu, (PLDP). 2013.

<http://www.promet.si/portal/sl/podatki-o-prometnih-obremenitvah.aspx> (Pridobljeno 20. 5. 2015.)

[15] Pred začetkom kolesarske sezone. 2009.

<http://www.bicikel.com/domov/3203/?id=89> (Pridobljeno 14. 9. 2015.)

[16] Maryland SHA. 2011. Guidelines for Application of Rumble Strips and Rumble Stripes.

<https://www.roads.maryland.gov/OOTS/GuidelinesApplRumbleStripsStripes.pdf> (Pridobljeno 28. 6. 2015.)

[17] Ministrstvo za infrastrukturo in prostor, Direkcija Republike Slovenije za ceste. 2012. Novelacija navodil za projektiranje kolesarskih površin.

[http://www.di.gov.si/fileadmin/di.gov.si/pageuploads/Stran\\_navodila\\_in\\_vzorci/kolesarji\\_prelom\\_web\\_06-2012.pdf](http://www.di.gov.si/fileadmin/di.gov.si/pageuploads/Stran_navodila_in_vzorci/kolesarji_prelom_web_06-2012.pdf) (Pridobljeno 28. 5. 2014.)