

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

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



Univerzitetni program Gradbeništvo,
Prometna smer

Kandidat:

Borut Pušnik

Metodologija ukrepov za umirjanje prometa

Diplomska naloga št.: 2908

Mentor:

doc. dr. Tomaž Maher

Somentor:

viš. pred. dr. Peter Lipar

Ljubljana, 25. 9. 2006

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **BORUT PUŠNIK** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom
»**METODOLOGIJA UKREPOV ZA UMIRJANJE PROMETA**«.

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela za potrebe elektronske
separatoteke FGG.

Ljubljana, 7. 9. 2006

IZJAVE O PREGLEDU NALOGE

Nalogo so si ogledali profesorji prometne smeri:

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	656.1(043.2)
Avtor:	Borut Pušnik
Mentor:	Doc. Dr. Tomaž Maher, Asist. Dr. Peter Lipar
Naslov:	Metodologija ukrepov za umirjanje prometa
Obseg in oprema:	83 str., 15 pregl., 25 sl.
Ključne besede:	metodologija, ukrepi, umirjanje prometa, prej-potem, hitrostna grbina, zamikanje osi, zoženje vozišča

Izvleček

Da bi ustregli porastu prometa, smo začeli graditi vedno širše in bolj ravne ceste. Te spremembe ustrezajo motornemu prometu vendar pogosto zanemarjajo potrebe pešcev in kolesarjev. Umirjanje prometa imenujejo strategijo in ukrepe za znižanje hitrosti in prometne obremenitve cest. Obstaja veliko različnih strategij za umirjanje prometa, nekaj najpogostejših je podanih v tehnični specifikaciji za umirjanje prometa (TSC 03.800:2000). Zaradi novih dognanj in potreb pri umirjanju prometa so te smernice zastarele in jih je potrebno dopolniti ali v celoti zamenjati.

V diplomskem delu sta odpravljene dve večji pomanjkljivosti. Prva sprememba temelji na načinu podajanja smernic, ki v nalogi temeljijo na danskem principu. Upoštevana je bolj točna razdelitev ukrepov za umirjanje prometa glede na prometno obremenitev cest, kot možnost umirjanja prometa, pa je bilo dodano še krožno križišče. Učinki posameznega ukrepa temeljijo na raziskavi prej-potem, ki je bila narejena v Združenih državah Amerike. S to metodo ugotavljamo stanje na cestah pred postavitvijo ukrepa in po njem. Smernice, dobljene kot rezultat te naloge, se nekoliko razlikujejo od obstoječih smernic, kar je potrdilo tezo, da je potrebno obstoječe smernice dopolniti ali povsem zamenjati.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDK:	656.1(043.2)
Author:	Borut Pušnik
Supervisor:	Assist. Prof. Dr. Tomaž Maher, Assist. Dr. Peter Lipar
Title:	Methodology of traffic calming measures
Notes:	83 pg., 15 tab., 25 fig.
Key words:	methodology, measures, traffic calming, before-after, speed humps, lane offset, narrowing

Abstract

Due to increase of traffic, roads have been widened and straightened to accommodate more and faster vehicle traffic. These changes facilitate driving but often degrade conditions for walking and cycling. Traffic calming is the name for road design strategies to reduce vehicle speed and volumes. There are many potential traffic calming strategies, some are indicated in technical specifications for traffic calming (TSC 03.800:2000). Due to new findings in demands in traffic calming these specifications should be updated or completely replaced.

Two of the main problems are solved in this paper. The first change is in the way the guidelines are presented and are now based on Danish example. More consideration has been given to the relation of traffic calming measures and traffic volumes. This connection has been implemented in guidelines. As a new mean of traffic calming, roundabout has been added. The effect off each traffic calming measure is based on before-after studies, which were made in United States of America. This method is used to determine situation on the streets before and after implication of the traffic calming measure. The guidelines that are result of this paper are different than existing guidelines, which confirms my thesis, that the existing guidelines should be updated or completely replaced.

ZAHVALA

Za pomoč in nasvete pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju doc. dr. T. Maherju in somentorjema asis. dr. P. Liparju ter mag. J. Kostanjšku.

Zahvaliti se želim tudi staršem, ki so mi v težkih časih stali ob strani in mi s pozitivnimi besedami omogočili uspešno dokončanje študija.

KAZALO VSEBINE

1	NAMEN	- 1 -
2	UVOD	- 2 -
2.1	Uporaba ukrepov za umirjanja prometa – kje in kdaj.....	- 2 -
2.2	Načini umirjanja prometa	- 3 -
2.3	Želena hitrost	- 3 -
2.4	Povečana pozornost voznikov	- 3 -
2.5	Vpliv umirjanja prometa na varnost.....	- 4 -
3	UKREPI ZA UMIRJANJE PROMETA	- 5 -
3.1	Zoženje cestišča	- 5 -
3.1.1	Postavitev objektov	- 6 -
3.1.2	Oprema cest.....	- 7 -
3.1.3	Dvignjeni robniki	- 8 -
3.1.4	Parkiranje ob cesti	- 8 -
3.1.5	Točkovne zožitve vozišča.....	- 9 -
3.1.6	Sredinski otoki in otoki za prečkanje ceste	- 10 -
3.2	Zamikanje osi vozišča	- 13 -
3.2.1	Ovire na sredini ulice	- 14 -
3.2.2	Ukrepi na križiščih	- 16 -
3.3	Krožna križišča in mini krožna križišča	- 19 -
3.4	Ukrepi, ki spremenijo cestni profil	- 20 -
3.4.1	Grbine.....	- 20 -
3.4.2	Dvignjeni prehodi za pešce	- 22 -
3.4.3	Denivelirana križišča	- 22 -
3.4.4	Sprememba teksture križišča	- 23 -
3.4.5	Zvočni trakovi	- 24 -
3.5	Ukrepi na cestni mreži	- 24 -
3.5.1	Fizično omejevanje gibanja.....	- 25 -
3.5.2	Uredbe, podane z znaki	- 29 -
4	PRIPRAVA METODOLOGIJE	- 30 -
4.1	Uvod	- 30 -
4.1.1	Obstoječa zakonodaja.....	- 30 -
4.1.2	Danski pristop	- 32 -
4.2	Predlagana metodologija za slovenske razmere	- 39 -
4.2.1	Načrt odpravljanja konfliktnega mesta.....	- 39 -
4.2.2	Rezultati raziskave v ZDA	- 42 -

4.3	Predlog ureditve v Sloveniji	- 44 -
4.3.1	Analiza učinkovitosti izbranih ukrepov.....	- 44 -
4.3.2	Primerjava ukrepa hitrostne grbine in zoženje vozišča	- 54 -
4.3.3	Primerjalne preglednice med ostalimi ukrepi	- 56 -
4.3.4	Končna preglednica.....	- 58 -
4.3.5	Primerjava z obstoječo zakonodajo	- 60 -
5	PRAKTIČNI PRIMERI.....	- 62 -
5.1	Primer 1: Hrdeckega ulica	- 62 -
5.1.1	Opis stanja.....	- 62 -
5.1.2	Komentar k izbranemu ukrepu	- 67 -
5.2	Primer 2: Finžgarjeva ulica.....	- 68 -
5.2.1	Opis stanja.....	- 68 -
5.2.2	Komentar k izbranemu ukrepu	- 73 -
5.3	Primer 3: Zasavska cesta.....	- 75 -
5.3.1	Opis stanja.....	- 75 -
5.3.2	Komentar k izbranemu ukrepu	- 80 -
6	ZAKLJUČEK	- 81 -
7	VIRI	- 83 -

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 4.1: Kategorija cest, na katerih se sme uporabljati določene naprave in ukrepe za umirjanje prometa (vir: TSC 03.800:2000).....	- 31 -
Preglednica 4.2: Kategorije lokalnih cest v naselju, na katerih se sme uporabljati določene naprave in ukrepe za umirjanje prometa (vir: TSC 03.800:2000)	- 31 -
Preglednica 4.3: Hitrost in dopustne naprave in ukrepi za umirjanje prometa (vir: TSC 03.800:2000)	- 31 -
Preglednica 4.4: Določitev hitrosti na cesti	- 37 -
Preglednica 4.5: Danska preglednica ukrepov	- 37 -
Preglednica 4.6: Rezultati raziskave o učinkovitosti ukrepov v ZDA	- 42 -
Preglednica 4.7: Rezultat raziskave učinkovitosti zoženja vozišča v ZDA	- 49 -
Preglednica 4.8: Širina voznega pasu v odvisnosti od hitrosti vozila (vir: A. Juvanc, Temeljni pogoji za določevanje dimenzij cestnih elementov)	- 50 -
Preglednica 4.9: Rezultati raziskave ukrepa šikan v ZDA	- 52 -
Preglednica 4.10: Minimalni polmeri zaokrožitev (vir: A. Juvanc, Geometrijski in tehnični elementi osi ceste).....	- 53 -
Preglednica 4.11: Primerjava hitrostnih grbin in zožitve vozišča	- 55 -
Preglednica 4.12: Primerjalna preglednica med zoženjem cestišča in zamikanjem osi vozišča (ne šikane)	- 56 -
Preglednica 4.13: Primerjalna preglednica med hitrostnimi grbinami in šikanami	- 57 -
Preglednica 4.14: Preglednica navodil za slovenske razmere	- 58 -
Preglednica 4.15: Smernice obstoječe zakonodaje (vir: TSC 03.800:2000).....	- 60 -

KAZALO SLIK

Slika 4.1: Hitrostna grbina.....	- 44 -
Slika 4.2: Dvignjena ploščad	- 46 -
Slika 4.3: Krožno križišče	- 48 -
Slika 5.1: Obstoječe stanje na Hrdeckega ulici.....	- 62 -
Slika 5.2: Skica obstoječega stanja na Hrdeckega ulici.....	- 63 -
Slika 5.3: Slika 1; Nepregleden ovinek iz smeri Prul proti Kodeljevemu.....	- 64 -
Slika 5.4: Slika 2; Svetlobna opozorila na prehodu za pešce	- 64 -
Slika 5.5: Slika 3; Oviran pogled zaradi objekta	- 65 -
Slika 5.6: Slika 4; Ureditev prehoda za pešce	- 65 -
Slika 5.7: Slika 5; Dvignjena ploščad.....	- 66 -
Slika 5.8: Slika 6; Hitrostna grbina	- 66 -
Slika 5.9: Obstoječe stanje na Finžgarjevi ulici	- 68 -
Slika 5.10: Skica obstoječega stanja na Finžgarjevi ulici.....	- 69 -
Slika 5.11: Slika 1; Ureditev križišča iz smeri Lepi pot.....	- 70 -
Slika 5.12: Slika 2; Krožno križišče na Finžgarjevi ulici	- 70 -
Slika 5.13: Slika 3; Ureditev križišča iz smeri Kolezije proti Trnovemu.....	- 71 -
Slika 5.14: Slika 4; Pogled na Lepi pot s Finžgarjeve ulice	- 71 -
Slika 5.15: Slika 5; Ureditev križišča iz smeri Trnovega proti Koleziji.....	- 72 -
Slika 5.16: Slika 6; Ureditev prehoda za pešce	- 72 -
Slika 5.17: Predlagana rešitev križišča Finžgarjeve ulice in Lepega pota.....	- 74 -
Slika 5.18: Obstoječe stanje na Zasavski cesti	- 75 -
Slika 5.19: Skica obstoječega stanja na Zasavski cesti	- 76 -
Slika 5.20: Slika 1; Prevelik polmer osi	- 77 -
Slika 5.21: Slika 2; Ureditev križišča iz smeri Belinke proti AC-priključku	- 77 -
Slika 5.22: Slika 3; Ureditev prehoda za pešce	- 78 -
Slika 5.23: Slika 4; Prevelik polmer osi	- 78 -
Slika 5.24: Slika 5; Ureditev križišča iz smeri AC-priključka proti Belinki.....	- 79 -
Slika 5.25: Slika 6; Urejeno odvodnjavanje	- 79 -

1 NAMEN

Zaradi vedno večjega prometa se spopadamo s problemi, kako ta promet urediti, da bo varen za vse udeležence, tako za voznike motornih vozil kot tudi za pešce. Sčasoma smo razvili sredstva za umirjanje prometa, nekatera vplivajo na hitrost prometa, druga pa preusmerijo del prometa na ceste, na katerih je prisotnost pešcev manjša. Ob vseh možnostih za umirjanje prometa pa poljubna izbira ukrepa ni zmeraj najboljša. Tako so nekatere države že napravile obsežne raziskave o učinkovitosti določenega ukrepa na cesti po sistemu prej-potem. Sistem obravnava stanje pred postavitvijo ukrepa in stanje po postavitvi ukrepa. Rezultat ukrepov sta zmanjšanje hitrosti in zmanjšanje prometne obremenitve, posledično pa tudi zmanjšanje pogostosti nesreč in resnosti poškodb udeležencev na obravnavanem odseku.

V Sloveniji imamo že izdelano tehnično specifikacijo za javne ceste, ki obravnava naprave in ukrepe za umirjanje prometa. Izpostaviti pa je treba nekaj pomanjkljivosti:

- ne zajema vseh možnih ukrepov za umirjanje prometa,
- predvideva uporabo ukrepov, ki so se v praksi izkazali kot neučinkoviti,
- ne razdeljuje uporabo ukrepov glede na količino dnevnega prometa,
- zaradi zapletene oblike, ki jo TSC 03.800:2000 ponuja, se je mnogi projektanti ne poslužujejo.

Namen moje diplomske naloge je preveriti pravilnost smernic o uporabi nekaterih ukrepov za umirjanje prometa, ki jih nudi obstoječa zakonodaja. To želim narediti na podlagi raziskave prej-potem, ki pa v slovenskem prostoru še ni bila narejena, zato sem uporabil rezultate raziskave, opravljene na tleh Združenih držav Amerike.

2 UVOD

2.1 Uporaba ukrepov za umirjanja prometa – kje in kdaj

Sredstva za umirjanje prometa običajno uporabimo v naseljih oz. soseskah, kjer je to potrebno zaradi prevelike hitrosti motornih vozil. Zato se ukrepi za umirjanje prometa najpogosteje uporabljajo v urbanih območjih, obmestnih centrih in vaseh ter gosto naseljenih obmestnih soseskah. Najpogostejša območja za postavitev ukrepa so:

- točke, na katerih se pojavi veliko pešcev – bližina šol, nakupovalnih središč, krajev javnih prireditev, rekreacijskih centrov ipd.,
- točke, na katerih so pešci na cesti konstantno prisotni – prehodi za pešce,
- ulice sosesk, v katerih cesta služi tako motornim vozilom kot javni prostor in
- odseki, na katerih ima prostor okoli ceste višji pomen – turistične zanimivosti, objekti zgodovinskega pomena ipd.

Ukrepe za umirjanje prometa najpogosteje uporabimo na že obstoječih cestah, na katerih hitrost motornih vozil ogroža pešce oz. v primerih, ki so naštetih zgoraj. Čeprav sistem umirjanja prometa običajno uporabljamo, ko težave v prometu že nastopijo, ga lahko uporabimo tudi pri nekaterih novih projektih.

Ukrepi za umirjanje prometa so najučinkovitejši na lokalnih cestah in zbirnih cestah nižjega reda, zanje pa se lahko odločimo tudi mestnih vpadnicah. Na primer v centru mesta, ko želimo hitrost in prometno obremenitev zmanjšati. Tovrstnih ukrepov pa se na arterijah izogibamo, saj nam nudijo povezavo z drugimi mesti, zato preusmeritev prometa na druge ceste ne bi bila ne primerna in ne zaželena. Umirjanje prometa ni ustrezno tudi na avtocestah in hitrih cestah.

2.2 Načini umirjanja prometa

Umirjanje prometa lahko zajamemo v tri glavne skupine:

- zoženje vozišča – dejansko ali le na videz,
- horizontalno zamikanje osi vozišča in
- preplastitev vozišča.

Namen uporabe teh ukrepov je zmanjšanje hitrosti na cestah in povečanje pozornosti voznika.

2.3 Želena hitrost

Eden glavnih ciljev umirjanja prometa je uveljavljanje zelene hitrosti na določenem odseku ceste. To dosežemo s pomočjo ukrepov, ki spremenijo izgled in stanje vozišča, zaradi česa hitrost vozil ne more preseči zelene hitrosti. Cilj je torej:

- znižanje števila vozil, ki presegajo hitrostno omejitev na cesti in
- zmanjšanje hitrosti vseh vozil na zeleno hitrost.

2.4 Povečana pozornost voznikov

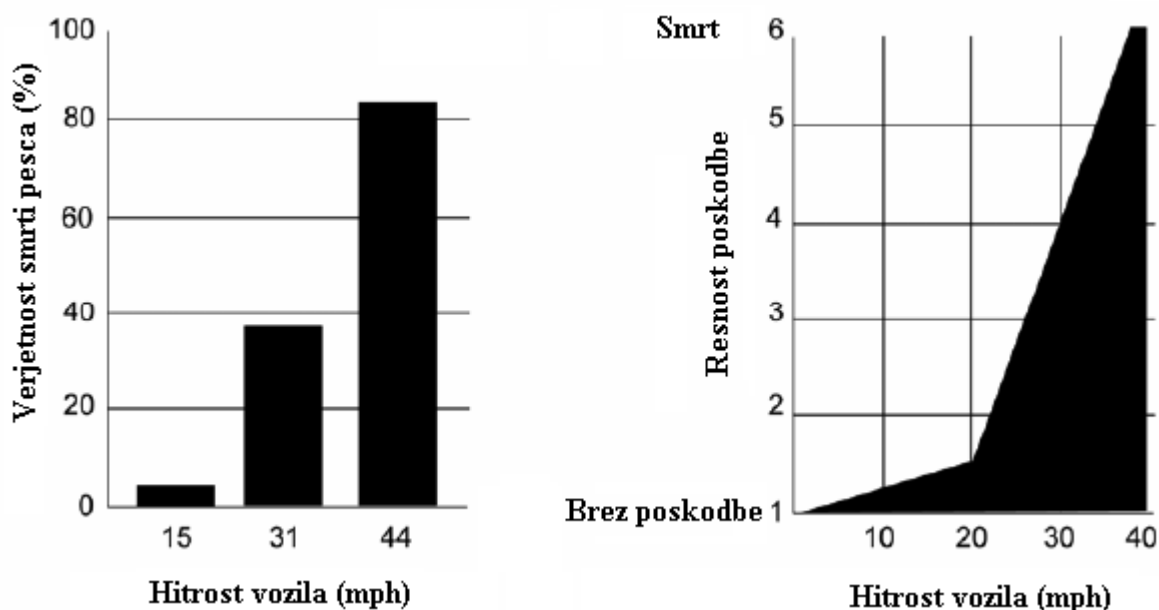
V veliko primerih umirjanje prometa pripomore k zaznavanju voznika, da prihaja do sprememb na vozišču ali ob njem ter zaznavanju tega da cesta ni namenjena več samo motornim vozilom. Dodatno pazljivost voznikov dosežemo z:

- zahtevo po zmanjšanju hitrosti,
- obveščanjem ostalih udeležencev v prometu (pešcev, kolesarjev) in
- zmanjšanjem števila odsekov, na katerih je možna agresivna vožnja (prehitevanje, visoka hitrost ob zavijanju ipd.).

2.5 Vpliv umirjanja prometa na varnost

Kadar je sistem umirjanja prometa uporabljen pravilno, znižanje hitrosti pripomore k zmanjšanju števila nesreč na cestah in k zmanjšanju števila resnih poškodb udeležencev prometa. Ob zvišanju pazljivosti voznikov pa se tudi možnost, da do nesreče sploh pride, občutno zmanjša.

Pri nesrečah tipa vozilo-pešec, resnost poškodb raste eksponentno s hitrostjo. Podobna aplikacija velja za nesreče vozilo-vozilo.



Hitrost vozila in smrtnost pešca (vir: Allaire, MassHighway, 16/2)

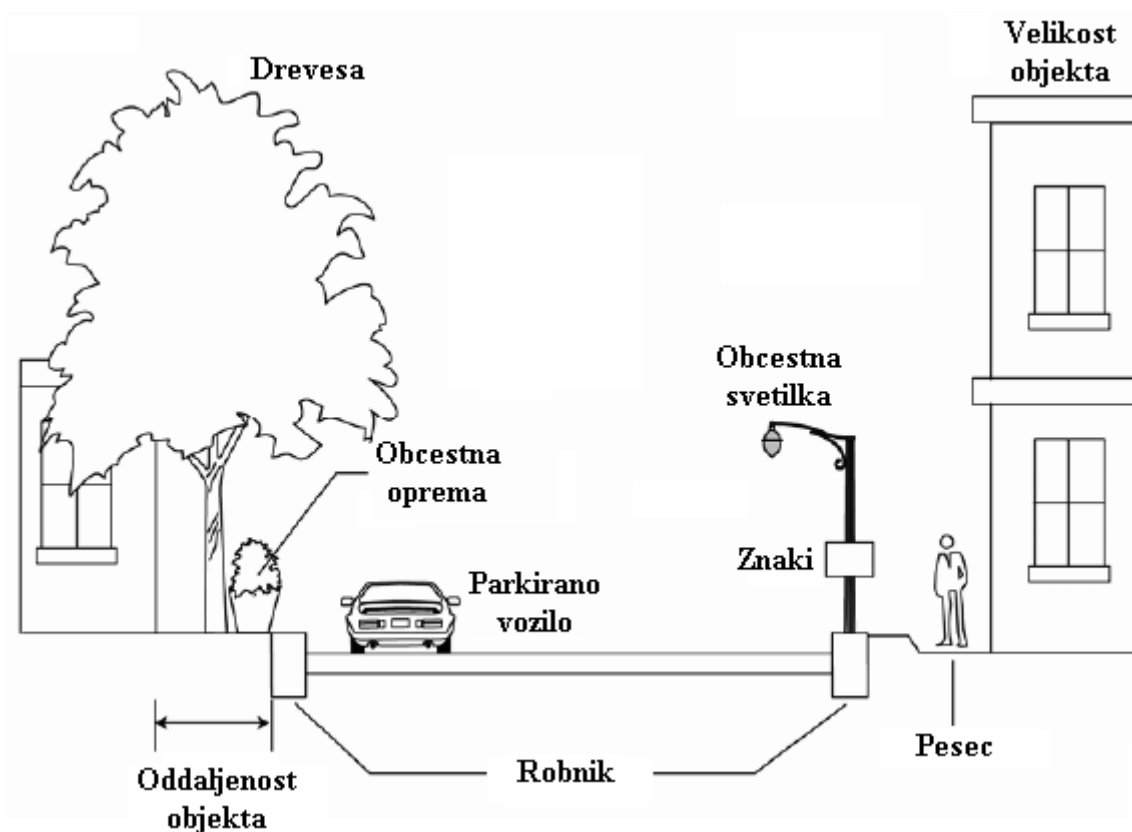
V primeru zmanjšanja hitrosti vozil se časovni interval med vozili poveča in s tem se počem omogoči varnejše prečkanje ceste. Pri hitrostih, ki veljajo za mesta (50 km/h in manj), je verjetnost, da bo voznik ustavil na prehodu za pešce, večja, saj voznik nima občutka izgube časa zaradi zaviranja in ponovnega pospeševanja.

3 UKREPI ZA UMIRJANJE PROMETA

3.1 Zoženje cestišča

Zmanjšanje širine vozišča je eden važnejših dejavnikov pri umirjanju prometa, kar je tudi logično, saj je za večjo hitrost potrebna širša cesta. Možnosti za navidezno in dejansko zoženje cestišča so:

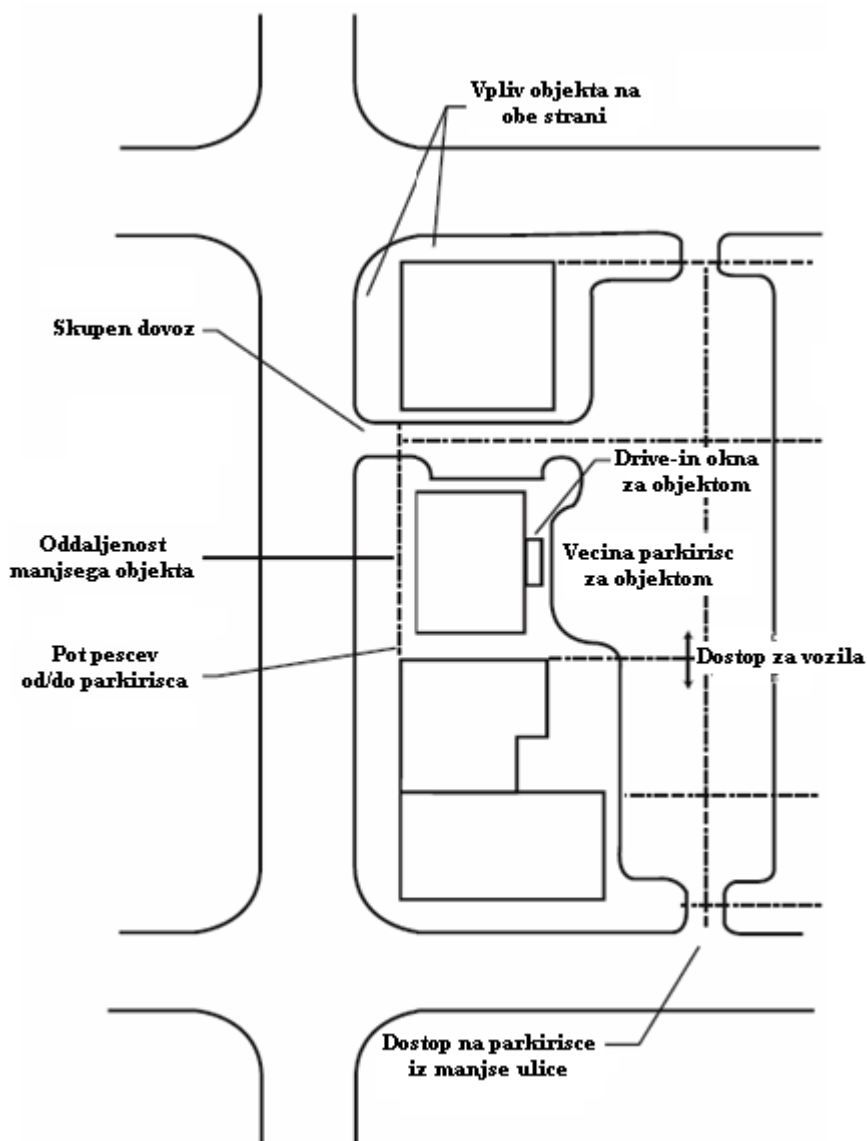
- postavitve objektov ob cesti,
- oprema ceste skupaj z lučmi, drevesi, klopmi ipd.,
- obdelava roba vozišča (robnik namesto bankine) in
- parkirišča ob straneh, točkovno zoženje, pomožni vozni pasovi, sredinski otoki.



Elementi ceste (vir: Allaire, MassHighway, 16/8)

3.1.1 Postavitev objektov

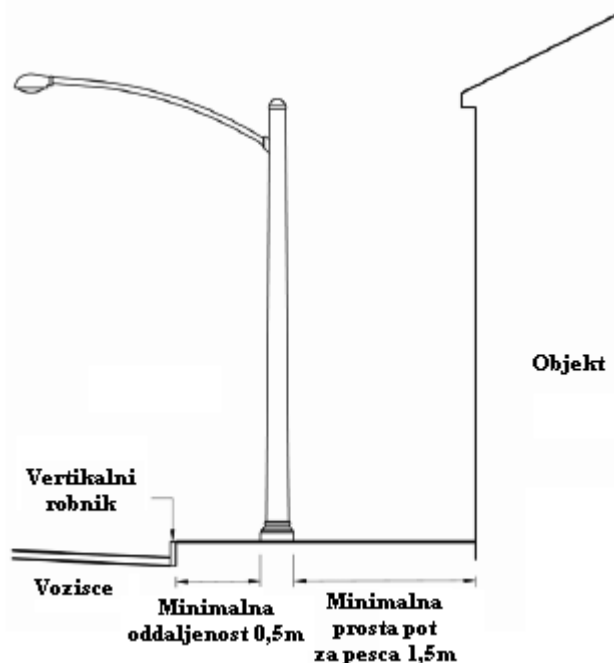
Masivni objekti, visoki več kot dve nadstropje, postavljeni ob cestni, povzročijo občutek utesnjenosti. Že sama prisotnost objektov sporoči, da je treba hitrost znižati in da je mogoče pričakovati pešce.



Vpliv bližine objektov (vir: Allaire, MassHighway, 16/10)

3.1.2 Oprema cest

Pojem oprema cest zajema drevesa, znake, obcestne svetilke, zidove, ograje in opremo za pešce, kot so klopi in smetnjaki. V primeru umirjanja prometa je priporočljivo, da oprema ločuje vozišče od območij za pešce. Razni drogovi morajo biti dovolj oddaljeni od ceste, da omogočajo nemoteno odpiranje vrat vozil in dostop pešcem do parkiranih vozil ob cesti.



Vpliv opreme cest (vir: Allaire, MassHighway, 16/11)

Kot sredstvo umirjanja prometa največkrat uporabljamo obcestne svetilke in visoka drevesa, saj na voznike vplivajo tako, da vzbujajo občutek utesnjenosti

- s svojo velikostjo in položajem,
- svetilke tudi z načinom razsvetlitve in
- drevesa z vejami, ki segajo na cesto.

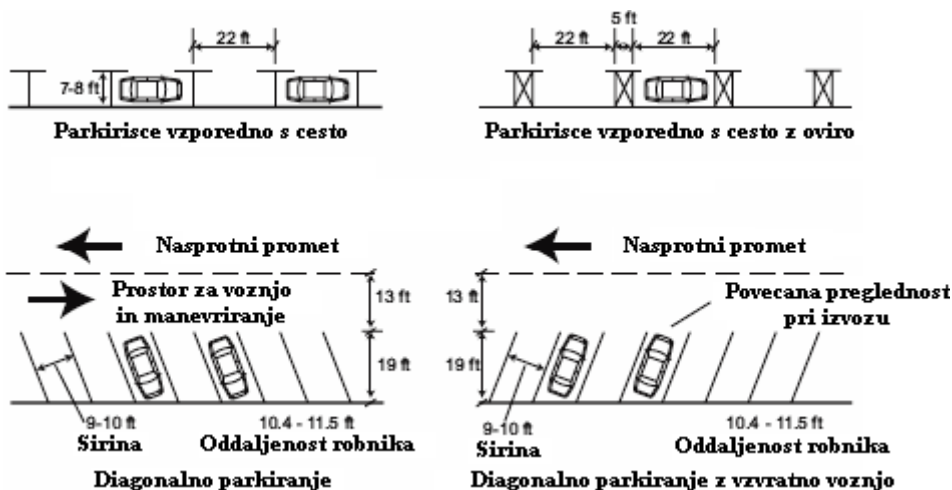
3.1.3 Dvignjeni robniki

Cestni robniki so pomembni v območju umirjenega prometa, saj od voznika zahtevajo manjšo hitrost. Robniki sami dopuščajo bližjo postavitev obcestnih svetilk in dreves in tako pripomorejo k večjem občutku ograjenosti ceste.

Da bi robnike posebej poudarili, jih lahko na krajših segmentih opustimo in namesto njih spremenimo tip ali barvo obrabne površine ipd.

3.1.4 Parkiranje ob cesti

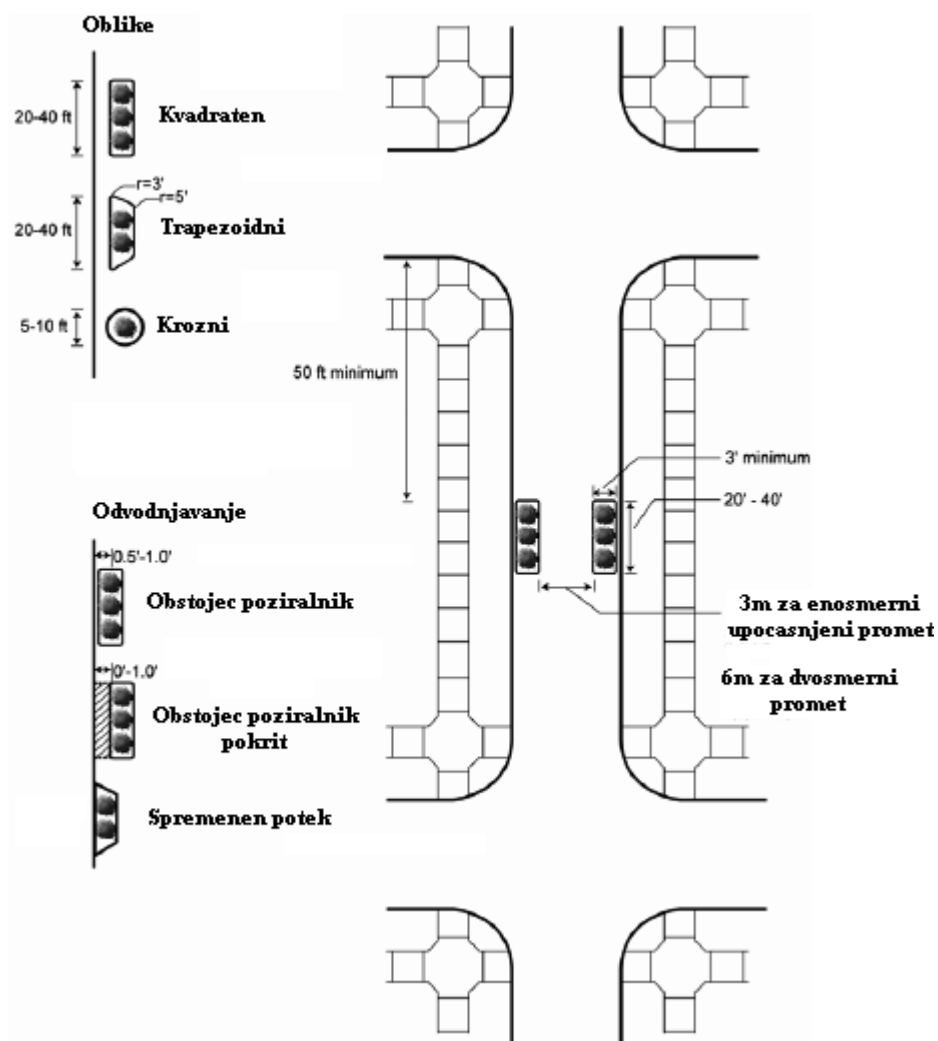
Občutek ograjenosti zaradi parkiranih vozil, zaradi manevriranja ob parkiranju in posledično povečanja števila pešcev na določenem odseku ceste povzroča umiritev prometa. Ko razmišljamo o uporabi takega načina umirjanja prometa, je treba pri načrtovanju upoštevati tudi kolesarski promet (npr.: odpiranja vrat parkiranih vozil).



Obcestno parkiranje (vir: Allaire, MassHighway, 16/15)

3.1.5 Točkovne zožitve vozišča

Zoženje vozišča na sredini ulice ima podoben učinek, kot bi zožili celotno cesto. Tak način služi za zmanjšanje hitrosti ne samo na točki zoženja, ampak tudi na bližnjih delih ulice, kjer vozila zavirajo in zopet pospešujejo so normalne hitrosti.

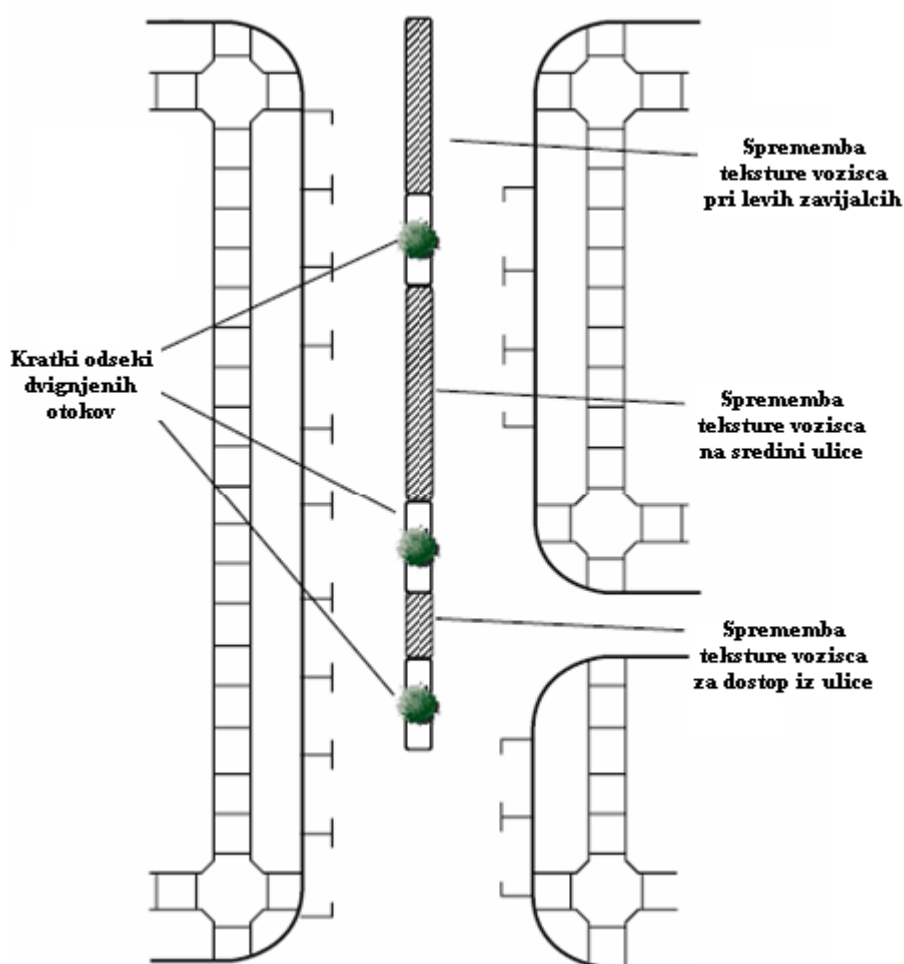


Točkovno zoženje vozišča (vir: Allaire, MassHighway, 16/16)

3.1.6 Sredinski otoki in otoki za prečkanje ceste

Prevozni sredinski otoki, običajno zgrajeni iz kontrastnih materialov (granitne kocke, beton ipd.) prispevajo k umirjanju prometa. Ti otoki so postavljeni vzporedno z voznimi pasovi, vendar so drugačni od njih tako na pogled kot tudi glede vožnje preko njih. Prevozni otoki dejansko in navidez zožijo širino vozišča, povzročijo zavijanje na začetku in koncu teh otokov, kljub temu pa omogočajo tudi vožnjo preko njih.

Na določenih točkah otokov lahko uporabimo razne rastline kot npr. grmičevje, drevesa ipd. Tako preprečimo voznikom, da bi vozili po teh otokih in s tem še poudarimo zoženje cestišča. Prednost teh otokov je tudi v tem, da omogočijo prehitevanje vozilom na nujni poti, saj se lahko izognejo stoječi koloni vozil.

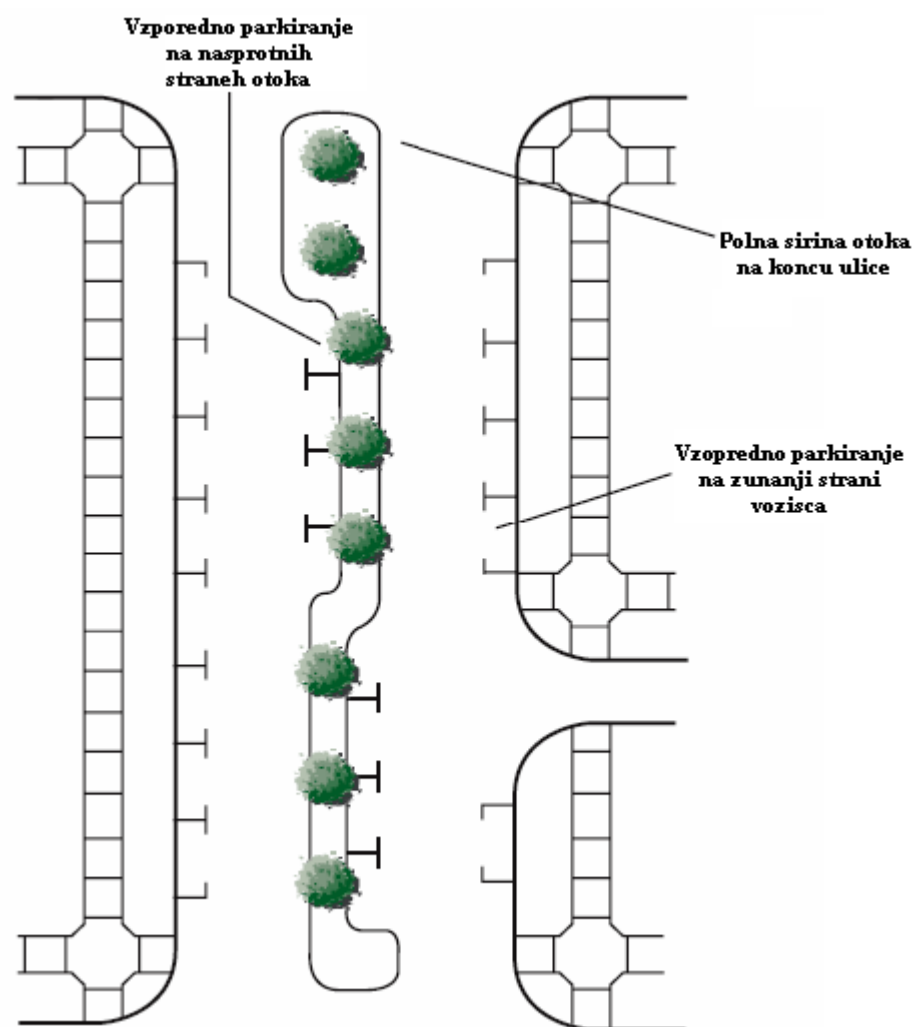


Sredinski otok (vir: Allaire, MassHighway, 16/18)

Otoki za prečkanje ceste so manjši otoki, postavljeni na prehodih za pešce. Omogočajo pešcem in kolesarjem, da prečkajo le polovico ceste in jim na sredini le-te nudijo določeno stopnjo zaščite pred motornim prometom.

Ti otoki morajo imeti dvignjene robnike, z izjemo na mestu, kjer je prečkanje namenjeno kolesarjem in invalidom.

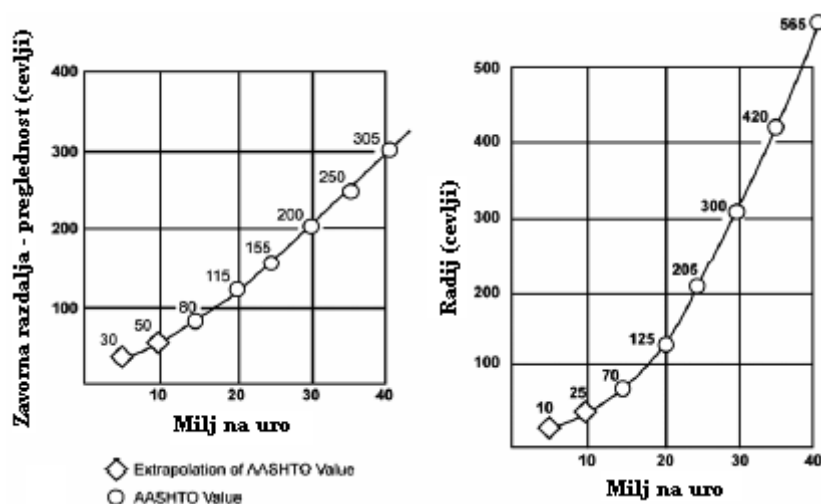
Na tako razdeljenih ulicah lahko otok uporabimo tudi za parkiranje vozil. Če celotna širina ceste omogoča parkiranje le na eni strani, lahko poiščemo rešitev, ki je predstavljena na naslednji sliki.



Parkiranje pri sredinskih otokih (vir: Allaire, MassHighway, 16/19)

3.2 Zamikanje osi vozišča

Vožnja vozil v ovinkih je manjša kot v premi. Cilj zamikanja osi vozišča je znižanje hitrosti. Pri tem pa moramo biti pozorni na zvezo med hitrostjo vozila in vidno razdaljo, posledično med hitrostjo vozila in velikostjo horizontalnih radijev (Preglednica 4.7: Minimalni polmeri zaokrožitev (vir: A. Juvanc, Geometrijski in tehnični elementi osi ceste).



Parametri pri nizkih hitrostih (vir: Allaire, MassHighway, 16/25)

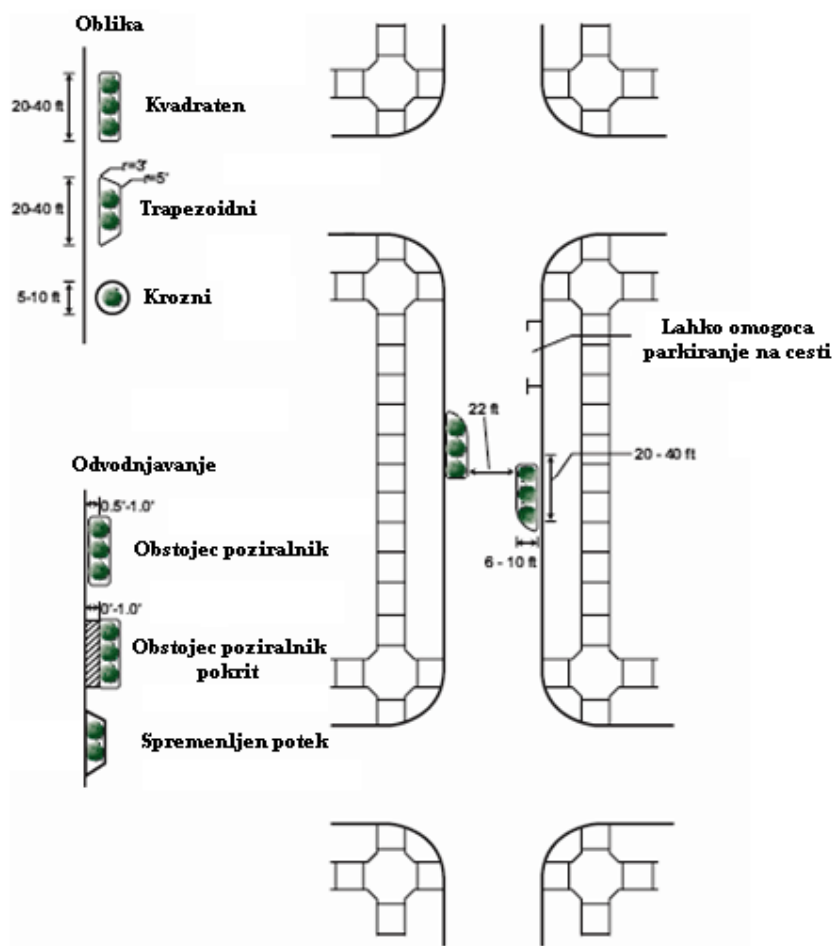
3.2.1 Ovire na sredini ulice

Te ovire so:

- šikane in zamikanje osi vozišča ter
- mini krožna križišča.

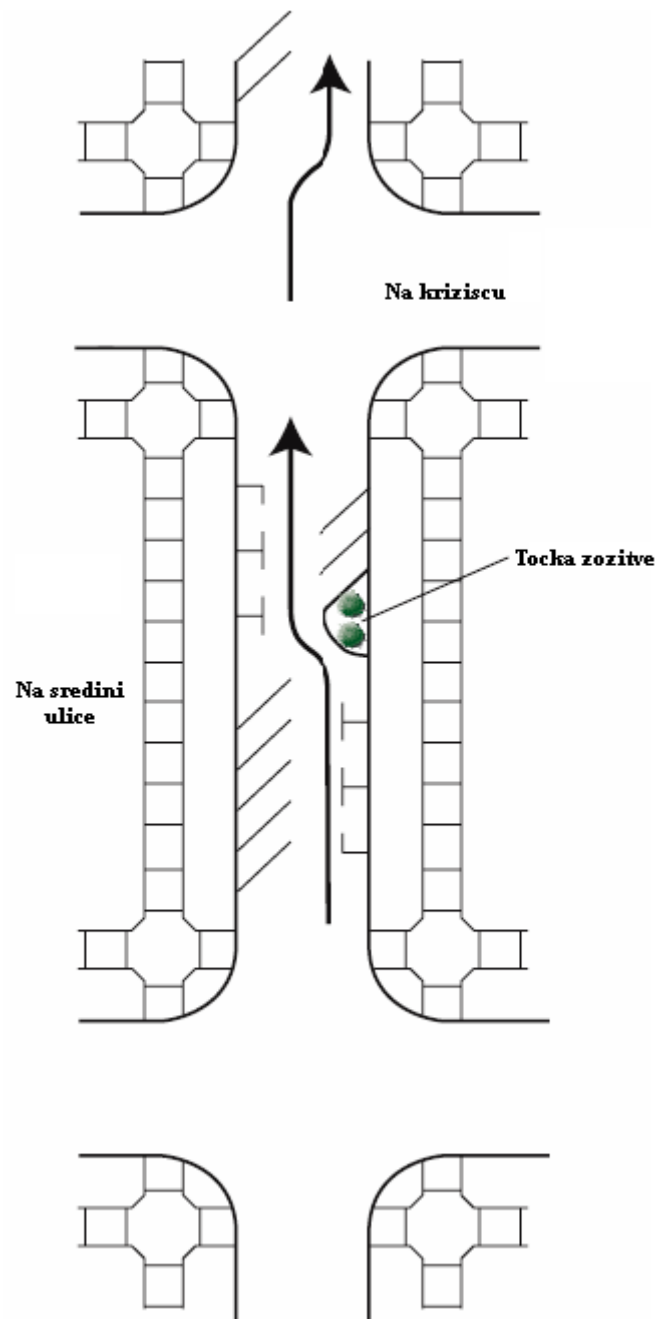
3.2.1.1 Šikane in zamikanje osi voznega pasu

Najbolj enostavna rešitev za zamikanje osi je zoženje ceste na eni strani za toliko, da od voznika zahteva spremembo prej ravne poti v ovinek. Z uporabo več zaporednih šikan učink še povečamo.



Šikane (vir: Allaire, MassHighway, 16/26)

Podoben učinek dosežemo tudi s spreminjanjem načina parkiranja oz. s postavitvijo parkirnih mest ob cesti.



Zamikanje osi s pomočjo obcestnega parkiranja (vir: Allaire, MassHighway, 16/27)

3.2.1.2 Mini krožišče

Mini krožišča zaradi svoje oblike prisilijo voznika, da vozi počasneje, dvignejo pa tudi njegovo pozornost. Z razliko od krožnih križišč tu ne prihaja do kontroliranja prometa, saj ni nobene stranske ulice, ki bi se priključila glavnemu toku. Uporabljamo jih lahko tudi kot točko vstopa ali izstopa iz stanovanjskega območja, saj s svojim pojavljanjem predstavljajo cestne markerje.

S postavitvijo raznih zanimivosti znotraj krožišča lahko tudi zapremo pogled naprej in s tem pripravimo voznike do zmanjšanja hitrosti vožnje.



Mini krožno križišče (vir: <http://www.treetonweb.co.uk>)

3.2.2 Ukrepi na križiščih

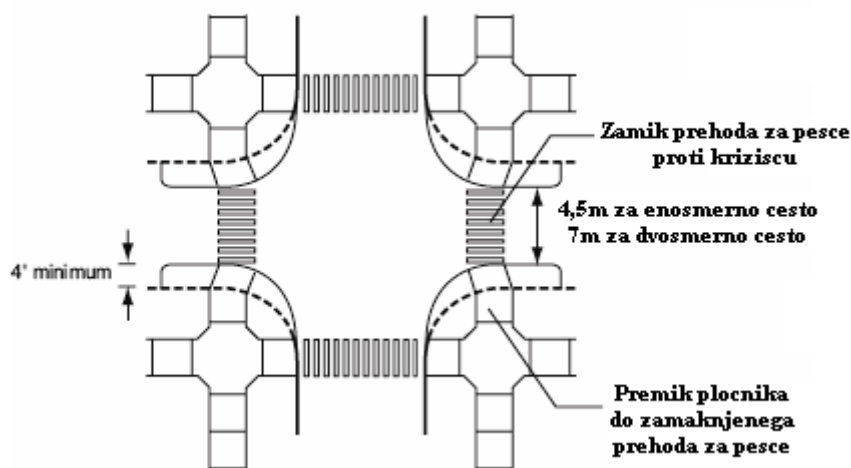
Princip spreminjanja osi ceste lahko uporabimo tudi na križiščih. Sestavni del krožnega križišča je centralni otok, ki zahteva zamikanje osi vseh tokov. Zamikanje pa lahko dosežemo tudi z uporabo zamika pasov v križišču in z otoki, namenjenimi ostalim udeležencem prometa za prečkanje vozišča (pešci in kolesarji).

3.2.2.1 Zamikanje pasov na križišču

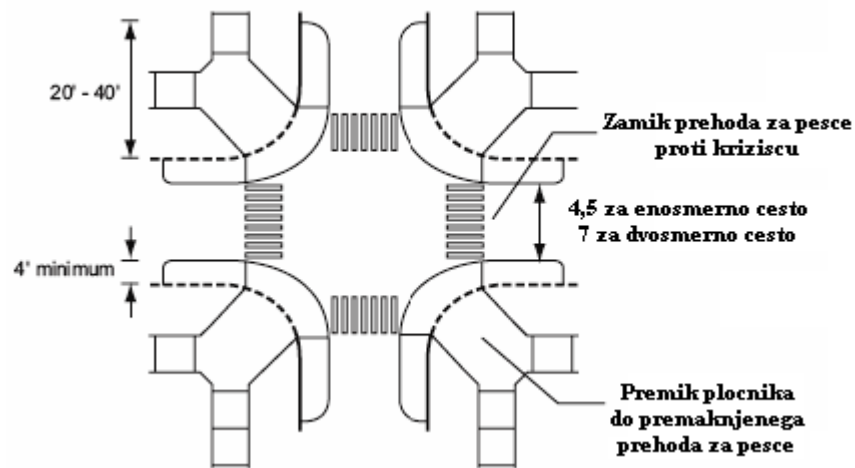
Vozne pasove lahko v križišču zamaknemo in s tem zmanjšamo hitrost vožnje preko križišča. Kot je bilo že prikazano, je možen način zamikanja voznega pasu postavitev parkirišč na eni strani ceste. Situacija, pri kateri imamo poseben pas za leve zavijalce, povzroči zamikanje osi tako nasproti vozečih vozil kot tudi vozil, ki vozijo naravnost.

3.2.2.2 Podaljševanje robnikov v križišče

Podaljševanje robnikov v križišče bi bil lahko pogosteje uporabljen ukrep za umirjanje prometa, saj zaradi zoženja pasov povzroči znižanje hitrosti, ščiti konce parkirnih mest pred vozečimi vozili in preprečuje uporabo parkirnega pasu za prehitevanje vozil. Taki robniki tudi preprečujejo nelegalno parkiranje na križiščih in s tem omogočajo večjo preglednost desnim in levim zavijalcem.



Širjenje robnikov na eni cesti (vir: Allaire, MassHighway, 16/29)



Širjenje robnikov na vseh cestah (vir: Allaire, MassHighway, 16/29)

Podaljšanje robnikov občutno zmanjša pot, ki jo morajo prehoditi pešci, in poveča prostor za zbiranje pešcev na križišču. Pomaga pa tudi motornim vozilom, saj lahko znak STOP premaknemo dlje v križišče in s tem zmanjšamo samo križišče.

3.3 Krožna križišča in mini krožna križišča

Krožna križišča na dva načina umirjajo promet. Zaradi zamikanje osi povzročijo občutno zmanjšanje hitrosti in povečujejo pozornost voznikov. Ko je vozilo enkrat v krožnem križišču, radij krožišča voznika prisili, da zniža hitrost. Če želimo učinek krožnega križišča še povečati, na sredinski otok zasadimo drevesa ali grmičevje, da preprečimo pogled preko njega.

Zaradi okroglega centralnega otoka mini krožno križišče pogosto zamenjamo s krožiščem. Med njima pa so pomembne razlike. Mini krožno križišče je večinoma manjše od krožišča in ne združuje večjih prometnih tokov ter je večinoma v celoti prevozno.



Krožno križišče (vir: <http://www.ci.springfield.or.us>)

3.4 Ukrepi, ki spremenijo cestni profil

Ukrepi, ki posegajo na področje profila in teksture cestne površine, so:

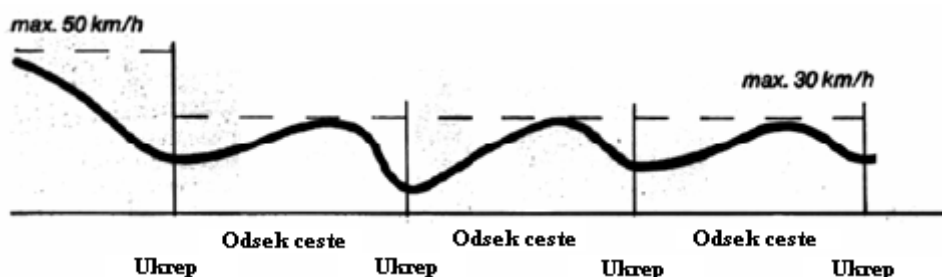
- grbine,
- dvignjeni prehodi za pešce,
- denivelirana križišča,
- sprememba teksture križišča,
- zvočni trakovi.

3.4.1 Grbine

Hitrostne grbine omogočajo voznikom, da jih prevozijo s hitrostjo med 20 in 30 km/h. Zaradi neugodnih vplivom na vožnjo, če voznik omejitve ne upošteva, je to ena najučinkovitejših metod za umirjanje prometa.

Grbine so primerne za zbirne ceste nižjega reda in za lokalne ceste. Na cestah z višjimi hitrostmi tak ukrep ni primer, saj hitrost 20-30 km/h ni zaželena.

Grbine pri prečkanju vozil povzročajo tudi hrup, zato je treba paziti, kam jih postavimo. Razdalja med grbinami mora biti taka, da onemogoča pospeševanje in ponovno zaviranje vozil.



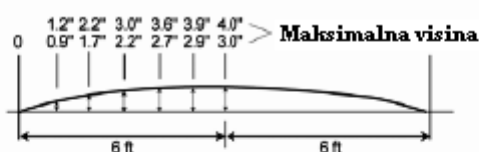
Hitrost med vrsto hitrostnimi grbinami (vir: www.trafficcalming.org)

3.4.1.1 Grbine z okroglim vrhom

Take grbine so dolge do 4 m in visoke do 10 cm. Gledane s profila so parabolične oblike in omogočajo razmeroma neproblematično vožnjo preko njih, dokler ne presežemo hitrosti, za katero so bile dimenzionirane.

Take grbine lahko izdelamo iz kakršnega koli materiala: asfalta, rezanega asfalta, betona, ...

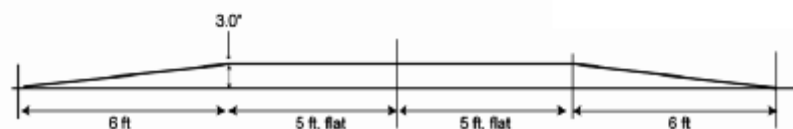
A. 4m parabolicna hitrostna ovira



B. 7m parabolicna dvignjena ploščad



C. 7m trapezoidna dvignjena ploščad



Oblike hitrostnih grbin in dvignjenih ploščadi (vir: Allaire, MassHighway, 16/33)

3.4.2 Dvignjeni prehodi za pešce

Hitrostne grbine z ravnim vrhom so običajno uporabljene kot dodatek prehodom za pešce, največkrat tam, kjer uporabimo podaljšane robnike. Če zanje uporabimo drugačen material kot za bližnje ulice, povzročajo tudi večjo pozornost tako voznikov kot pešcev in s tem zmanjšujejo možnosti, da se zgodi nesreča. Preprečujejo tudi parkiranje na cesti



Dvignjeni prehod za pešce (vir: www.trafficcalming.org)

3.4.3 Denivelirana križišča

Dvignjeni prehod za pešce lahko razširimo na celotno križišče in tako dobimo dvignjeno križišče. Njegova višina je enaka višini robnikov.



Dvignjeno križišče s spremembo teksture vozišča (vir: www.trafficcalming.org)

3.4.4 Sprememba teksture križišča

Strukturirana obrabna plast s spremembo tlaka, povečanjem vibracij in hrupa povzroči večjo pazljivost voznikov. Vendar pa je treba vedeti, da če ukrep nastopa samostojno, ni uspešen kot ukrep za umirjanje prometa. Najboljše ga je uporabljati v kombinaciji s sredinskimi otoki, krožnimi križišči in podaljšanimi robniki.

Najpreprosteje spremembo v teksturi dosežemo z vtisnjenjem vzorcev v npr. asfalt. Tak ukrep uporabljamo pri hitrostnih grbinah in dvignjenih prehodih za pešce. Spreminjanje teksture obrabne površine največkrat uporabljamo pri deniveliranih križiščih, pri zoženju vozišča na obeh straneh ipd.



Sprememba teksture vozišča (vir: <http://safety.fhwa.dot.gov/>)

3.4.5 Zvočni trakovi

Zvočni trakovi niso primeren ukrep za umirjanje prometa. Proti njim govori prav hrup, ki ga povzročajo, saj s tem motijo okoliške prebivalce. Predstavljajo tudi veliko oviro za kolesarje. Ukrep sam ni dovolj učinkovit, saj se ga vozniki hitro navadijo in na koncu ne upoštevajo, kar povzroča še večji hrup.

3.5 Ukrepi na cestni mreži

Ukrepi na cesti služijo za zmanjšanje hitrosti vozil in povečujejo pazljivosti voznikov. Poznamo pa tudi ukrepe na cestni mreži, ki zmanjšajo promet na določenem odseku, na hitrost vozil pa neposredno ne vplivajo.

Ukrepe na cestni mreži delimo na naslednja sklopa:

- fizično omejeno gibanje s sistemom ulic in
- uredbe, podane z znaki.

3.5.1 Fizično omejevanje gibanja

3.5.1.1 Popolna zapora ceste



Popolna zapora v teoriji (vir: www.trafficcalming.org)

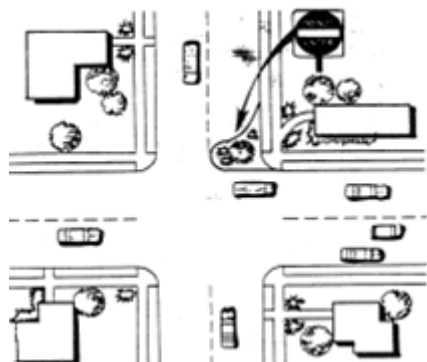
Popolna zapora ceste je zapora, ki sega čez celotno vozišče in tako zapre motorni promet v obeh smereh, prehod je omogočen le pešcem. Z drugimi besedami lahko tako zaporo imenujemo slepa ulica.

Zapora je lahko kakršna koli ovira, ki ne dopušča prehoda osebnemu vozilu, lahko pa je tudi bolj obdelana. Pogosto se pojavljajo zatravljene otoki, zidovi, enostavnejša vrata, cvetlična korita ipd.



Popolna zapora ceste v praksi (vir: www.trafficcalming.org)

3.5.1.2 Prekinitev dvosmernega prometa



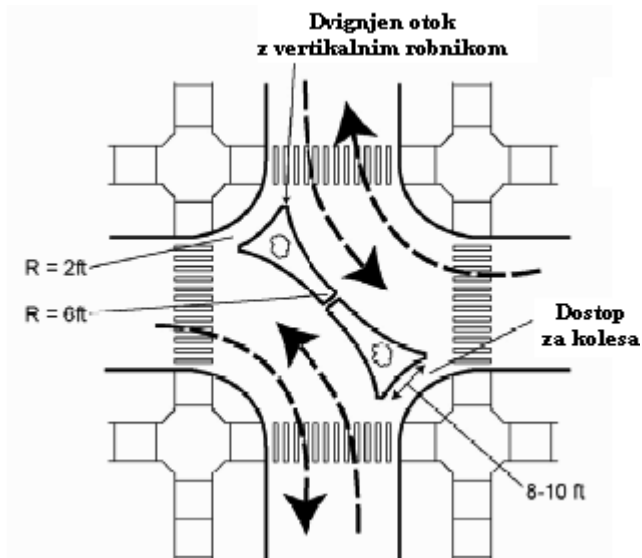
Prekinitev v teoriji (vir: www.trafficcalming.org)

Pri delni zapori ceste gre za prekinitev prometa v eno smer na dokaj kratki razdalji.



Prekinitev dvosmernega prometa v praksi (vir: www.trafficcalming.org)

3.5.1.3 Diagonalna zapora



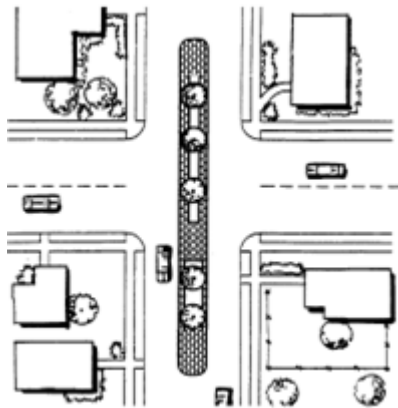
Diagonalna zapora je ovira, postavljena diagonalno čez križišče; ovira vozila, ki vozijo naravnost. Tako povzročimo obvezno zavijanje vozil. Če želimo, lahko pustimo prehod za kolesarje, kot je prikazano na sliki.

*Diagonalna zapora ceste
(vir: Allaire, MassHighway, 16/36)*



Diagonalna zapora v praksi (vir: www.trafficcalming.org)

3.5.1.4 Sredinski otoki kot sredinske zapore



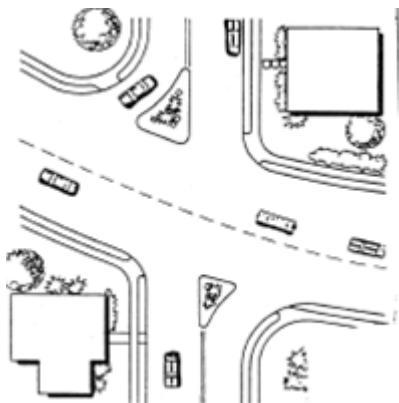
*Sredinski otok kot zapora smeri vožnje
(vir: www.trafficcalming.org)*

Sredinske zapore so dvignjeni otoki, postavljeni po sredini križišča; s tako namestitvijo preprečujejo vožnjo 'počez' čez križišče v eni smeri. Najpogosteje se uporabljajo pri priključevanju stranske ulice na cesto z več prometa. Uporabimo jih, ker bi vključevanje levih zavijalcev na glavno cesto povzročalo prevelike zastoje.



Primer sredinskega otoka v prometu (vir: www.trafficcalming.org)

3.5.1.5 Obvezno zavijanje desno



*Obvezno zavijanje desno
(vir: www.trafficcalming.org)*

Otoki, ki od voznika zahtevajo zavijanje v določeno smer (običajno je to desna smer), so dvignjeni otoki, ki onemogočajo določeno gibanje vozil.



Obvezno zavijanje desno na vozišču (vir: www.trafficcalming.org)

3.5.2 Uredbe, podane z znaki

Omejevanje zavijanja, tako levo kot desno, že dolgo velja kot sredstvo za zaščito pešcev in prometnega toka, zato take ukrepe lahko apliciramo tudi na urejanje prometne mreže. Prepovedi zavijanja levo ali desno pogosto uporabljamo za pospeševanje prometnega toka.

4 PRIPRAVA METODOLOGIJE

4.1 Uvod

V tem trenutku imamo v Sloveniji že izpolnjene pogoje za uvedbo enotne metodologije za planiranje in izvedbo ukrepov za umirjanje prometa, saj imamo izdelano tehnično specifikacijo za umirjanje prometa (TSC 03.800:2000; Naprave in ukrepi za umirjanje prometa), imamo odlok o obvezni uporabi te tehnične specifikacije, prav tako pa tudi obstoječa zakonodaja nedvoumno določa, kdaj in na katerih mestih je postavitve ukrepa obvezna in kdaj zaželena.

Znano je tudi, da marsikatera občina v svojem odloku o občinskih cestah ali odloku o cestno-prometni ureditvi ne obravnava ukrepov za umirjanje prometa, v nekaterih občinah pa so člani odloka, ki obravnavajo uvedbo takih ukrepov, nedorečeni.

Zato je treba izdelati metodologijo, ki bo poenotila rešitve za primere umirjanja prometa, povečala učinkovitost uporabe le-teh, omogočala višji nivo prometne varnosti in gospodarnejše razpolaganje s finančnimi viri.

4.1.1 Obstoječa zakonodaja

V slovenskem prostoru že imamo zakone, ki nam s tehnično specifikacijo za javne ceste (TSC 03.800:2000; Naprave in ukrepi za umirjanje prometa) podaja smernice za uporabo naprav in ukrepov za umirjanje prometa.

Preglednica 4.1: Kategorija cest, na katerih se sme uporabljati določene naprave in ukrepe za umirjanje prometa (vir: TSC 03.800:2000)

UKREP / kategorija	Kategorija ceste											
	AC, HC			G1, G2			R1, R2			R3, RT, LC, JP		
LOKACIJA	I	P	N	I	P	N	I	P	N	I	P	N
5.1												
5.2												
5.3.x	1	1	1	1, 2	1, 2	1, 2	1, 2	1, 2	1, 2	1, 2	1, 2	1, 2
5.4.x								(1), (3)	(1), (3)		1, 2, 3	1, 2, 3
5.5.x					2.1, 3	1.1, 1.4, 2.1, 3			1.1, 2.1, 2.2, 3		1.1, 1.4, 1.5	1.1, 2.1, 2.2, 3
5.6.x					3	3		3, 4	3, 4		3, 4	3, 4

Preglednica 4.2: Kategorije lokalnih cest v naselju, na katerih se sme uporabljati določene naprave in ukrepe za umirjanje prometa (vir: TSC 03.800:2000)

UKREP / kategorija	Kategorija ceste				Območje s posebno prometno ureditvijo	
	LG	LZ	LK	JP	Območje omejene hitrosti	Območje umirjenega prometa
5.1						
5.2						
5.3.x	1, 2	1, 2	2			
5.4.x		(1), (3)	1, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	
5.5.x		1.1, 1.4, 2.1, 2.2 3	1.1, 1.4, 1.5, 2.1, 2.2, 3	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 2.1, 2.2, 3,	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 2.1, 2.2, 3	
5.6.x	3	3, 4	1, 3, 4	1, 3, 4,	1, 3, 4	2

Preglednica 4.3: Hitrost in dopustne naprave in ukrepi za umirjanje prometa (vir: TSC 03.800:2000)

UKREP / hitrost	Hitrost (V_{85})			
	90 km/h	50 – 70 km/h	30 – 50 km/h	Do 5 km/h
5.1				
5.2				
5.3.x	1, 2	1, 2		
5.4.x		1	1, 2, 3	
5.5.x			1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 3	
5.6.x		3	1, 2, 3, 4	2

Preglednice, ki nam jih specifikacija ponuja, pa niso najbolj primerne za praktično uporabo.

Pomanjkljivosti preglednic so naslednje:

- manjkajo ukrepi, kot so krožna križišča; ta so se v svetu izkazala kot zelo primeren ukrep za umirjanje prometa, še posebej namreč prispevajo k zmanjšanju prometnih nesreč in resnosti poškodb udeležencev le-teh,
- ni razdelitve ukrepov glede na količino dnevnega prometa; v specifikaciji je le zapisano, da so ukrepi primerni za največjo dopustno konično urno obremenitev 400-600 EOv/uro.
- navedeni so ukrepi, kot so zvočne in optične opozorilne naprave, ki jih zato, ker ne dosegajo zelenih učinkov, ne uporabljamo več.

4.1.2 Danski pristop

Na prvi pogled zelo enostaven način umirjanja prometa so razvili Danci; veliko časa so posvetili razdelitvi vseh mestnih cest in poti na določene odseke.

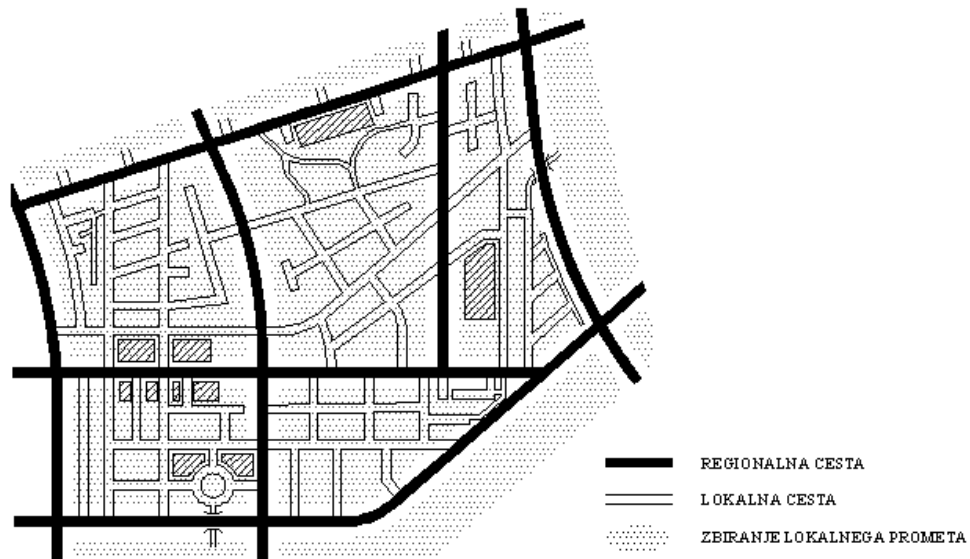
1. Razdelitev cest po prometu

Prvi korak predstavlja razdelitev cest glede na promet, ki po njih poteka; gre za t. i. promet motornih vozil, pešce in kolesarje ter javni promet. Glede na to lahko ceste razdelimo v tri skupine:

- glavna cestna mreža,
- glavna cestna mreža za pešce in kolesarje ter
- mreža cest za javni promet.

Pri taki delitvi cest dobimo enostavno klasifikacijo glavne cestne mreže:

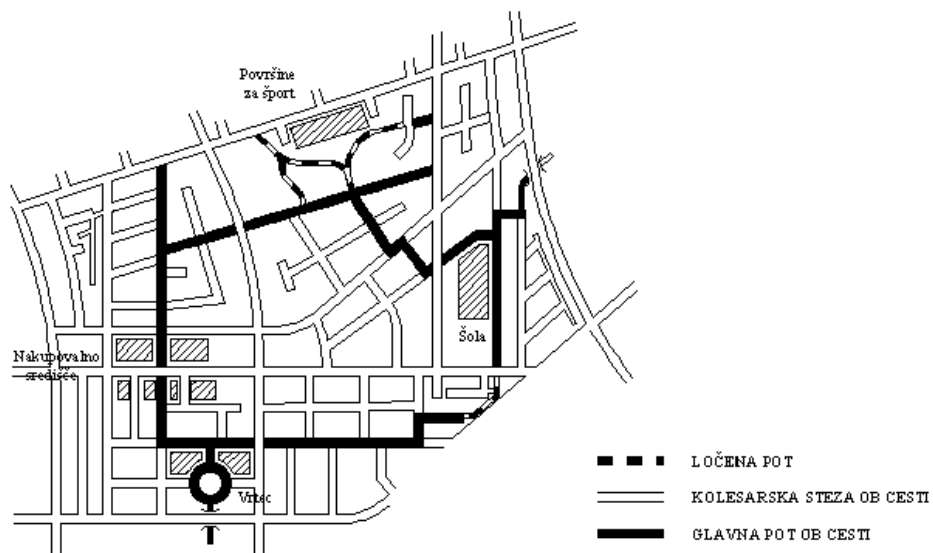
- regionalna cesta (traffic road)
- lokalna cesta (local road)



Klasifikacija cest (vir: Vejdirektoratet, 10)

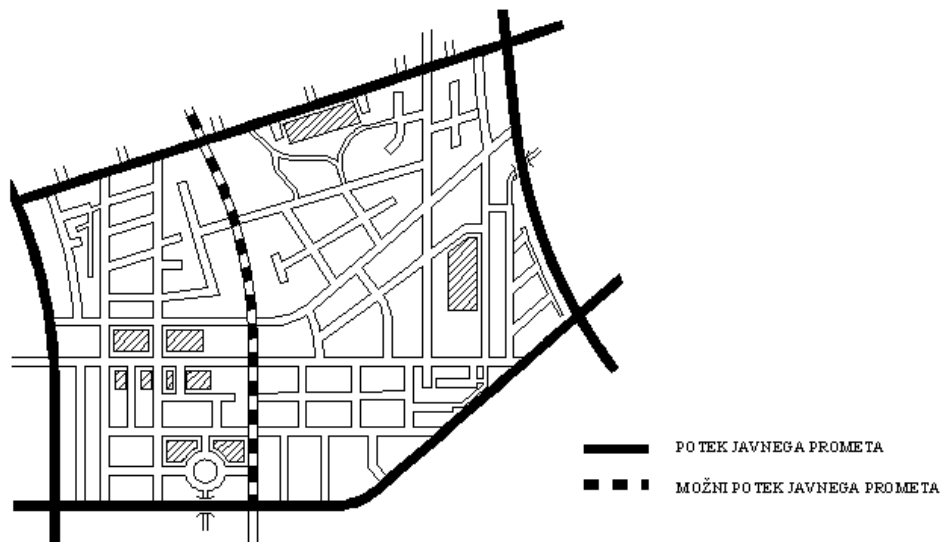
Tudi cestna mreža za pešce in kolesarje se deli na tri podskupine:

- ločene poti,
- kolesarske steze vzdolž cest in
- glavne poti z uporabo lokalnih cest.



Določitev poteka kolesarske mreže (vir: Vejdirektoratet, 12)

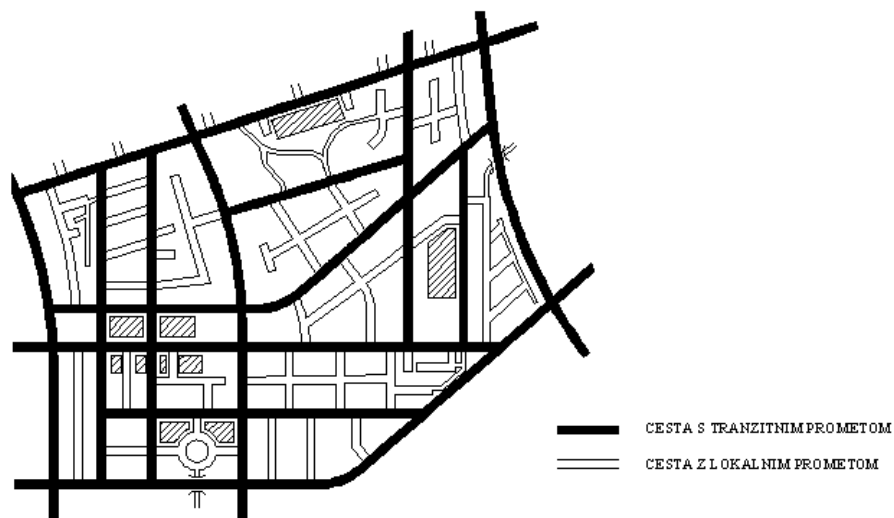
Potek javnega prometa je verjetno že prej določen, torej moramo te poti pri načrtovanju umirjanja prometa upoštevati.



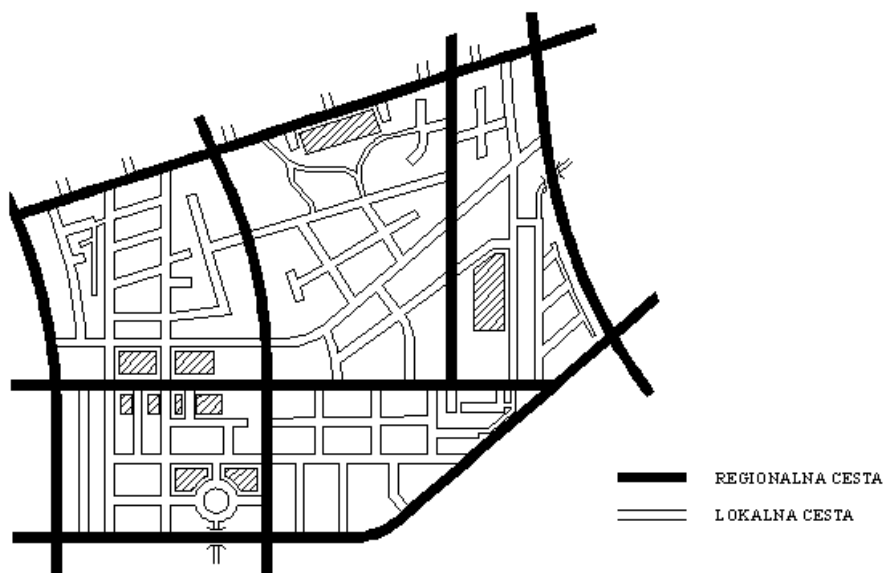
Določitev poteka javnega prometa (vir: Vejdirektoratet, 14)

2. Primerjanje trenutnega in želenega stanja na cestah

Ko preverimo obstoječe stanje na cestah, lahko naredimo primerjavo prometne uporabe cest, kot si zamišljamo, da bi morala biti, in tega, kako je dejansko stanje.



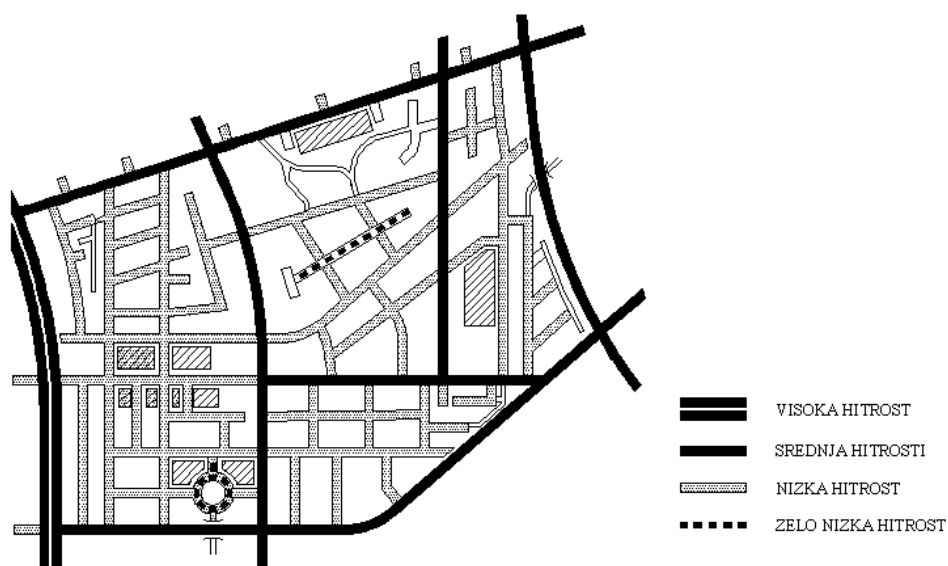
Trenutno stanje tranzitnih cest (vir: Vejdirektoratet, 35)



Željeno stanje tranzitnih cest (vir: Vejdirektoratet, 36)

3. Analiza rezultatov in ukrepi

Kot lahko vidimo iz rezultatov, je veliko cest, za katere želimo, da so v uporabi kot lokalne ceste, uporabljenih kot glavne povezovalne ceste. S preveliko hitrostjo vozil na njih tako ogrožamo pešce in kolesarje v okolici šol, vrtcev ter tudi ostale prebivalce ob cestah. Zato na teh cestah pripravimo določene ukrepe za umirjanje prometa.



Stanje na cestni mreži, ki ga želimo doseči (vir: Vejdirektoratet, 42)

Določitve območij z različnimi hitrostmi:

a. Regionalne ceste:

- visoka hitrost (uporabljamo le v posebnih primerih);
 - o pešci in kolesarji so ločeni od ostalega prometa z dvignjenim robnikom,
 - o pešci in kolesarji ne prečkajo ceste, če jo, morajo biti urejeni podvozi ali nadvozi,
 - o vpliv hitrosti prometa na okolico je minimalen (hrup, onesnaženje ipd.);

- srednje visoka hitrost je splošna in zato se najbolj uporablja; pri tej hitrosti naj bi bili pešci in kolesarji ločeni od motornega prometa z robnikom ali vsaj črto;

- nizka hitrost se uporablja:
 - o kjer je veliko kolesarjev in ni kolesarskih stez,
 - o kjer je veliko prehodov za pešce in kolesarje,
 - o okrog trgovin, šol, vrtcev, igrišč ipd.,
 - o kjer je vidljivost slaba.

b. Lokalne ceste:

- srednja hitrost se uporablja:
 - o kjer stavbe nimajo neposrednega izhoda na cesto,
 - o kjer je malo lahkega prometa,
 - o kjer vidljivost in izvedba to dovoljujeta;

- nizka hitrost se uporablja povsod, kjer ne uporabimo srednje nizke hitrosti oziroma zelo nizke hitrosti;

- zelo nizka hitrost se uporablja izjemoma:
 - o na območjih skupne rabe,
 - o kjer hodijo pešci,
 - o na posebno občutljivih območjih, kot so trgi in odprti prostori.

Preglednica 4.4: Določitev hitrosti na cesti

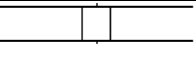
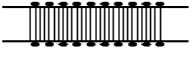

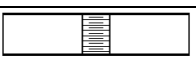


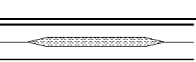
	VISOKA HITROST [km/h]	SREDNJE VISOKA [km/h]	NIZKA HITROST [km/h]	ZELO NIZKA [km/h]
REGIONALNA CESTA	80	50	30	
LOKALNA CESTA		50	30	10-15


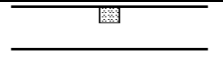
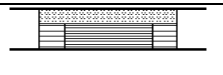
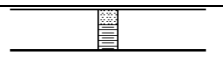
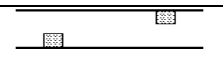

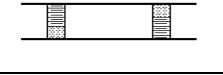
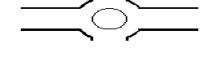
4. Doseganje cilja umirjanja prometa

Izbira ukrepa za umirjanje prometa je odvisna od namena, ki ga hočemo z ukrepom doseči, od tipa ceste, hitrosti in prometne obremenitve.

Danski cestni standardi razlikujejo med petnajstimi različnimi vrstami ukrepov za umiritev prometa:

Preglednica 4.5: Danska preglednica ukrepov

	TIP UKREPA	OPIS	VRSTA CESTE		ŽELENA HITROST [km/h]			LETNI DNEVNI PROMET [vozil/dan]	
			Regionalna cesta	Lokalna cesta	>60	50	<40	>3000	<3000
1		opozorila	X	X	X	X	X	X	X
2		optična zožitev (»gate«)	X	X	X	X	X	X	X
3		z obeh voznih strani dvignjene površine	X	X		X	X	X	X
4		z obeh voznih strani grbine	X	X		X	X	X	X
5		zamik	X	X	X	X	X	X	X
6		zamik z dvignjeno površino	X	X		X	X	X	X
7		zoženje v obeh smereh od središča ceste	X	X		X	X	X	X

8		zoženje v obeh smereh od roba ceste	X	X		X	X	X	X
9		zoženje v en pas	(X)	X					X
10		zoženje v en pas z dvignjeno površino	(X)	X					X
11		zoženje v en pas z grbinami	(X)	X					X
12		zamik z zoženjem v en pas	(X)	X					X
13		zamik z zoženjem v en pas in dvignjeno površino	(X)	X					X
14		zamik z zoženjem v en pas in grbinami	(X)	X					X
15		krožno križišče	X	X	X	X	X	X	X

X – ukrep je primeren

(X) – ukrep je primeren le v izjemnih primerih

4.2 Predlagana metodologija za slovenske razmere

Razmere na slovenskih cestah so močno podobne danskim, zato predlagam, da se način razdeljevanja cest na kategorije povzame po danskih izkušnjah in predlogih.

Pri tem predpostavljam, da je delitev cest že bila opravljena in da je vprašanje le izbira ukrepa za odpravo konfliktnega mesta.

4.2.1 Načrt odpravljanja konfliktnega mesta

4.2.1.1 Izborni kriteriji

Metodologija sloni na naslednjih štirih izbornih kriterijih:

- kategorizacija ceste,
- lokacija ukrepa,
- povprečni dnevni promet (PDP) in
- trajanje ukrepa.

a. Kategorizacija ceste

Pri tem moramo biti pozorni na dve stvari. Na eni strani na grobo kategorizacijo ceste (občinska, državna), na drugi strani pa na funkcijo, ki jo cesta opravlja. Tako ne govorimo le o odpravi konfliktnega mesta, ampak tudi o izboljšanju kvalitete življenjskih pogojev (zmanjšanje hrupa, emisije izpušnih plinov, hitrosti ipd.)

Če se opremo na danski pravilnik, dobimo enostavno kategorizacijo. Ceste tako delimo na regionalne in lokalne.

b. Lokacija ukrepa

Lokacija ukrepa pogojuje vrsto ukrepa, saj se ukrepi v križišču oziroma na odseku ceste razlikujejo, prav tako pa se razlikujejo tudi ukrepi na odprtem odseku izven naselja. Pri izbiri ukrepa na takem mestu je najustreznejše izhajati iz hitrosti vozil.

Primerno je ločiti tri različne hitrosti:

- >60 km/h: na obvoznih in tranzitnih cestah ter cestah izven naselja
- 50 km/h: na večini cest v mestih
- <40 km/h: na cestah okoli občutljivih območij (šole, vrtci, stanovanjska območja, križišča, ...)

c. Povprečni dnevni promet

Povprečni dnevni promet je pomemben faktor pri odločanju. Kot vidimo iz ameriške raziskave, nekateri ukrepi za umirjanje prometa močno zmanjšajo propustnost prometa. To je najbolj pomembno pri tranzitnih cestah, na katere želimo preusmeriti ves promet, ki ga ne želimo imeti v mestu in pri cestah, ki so zbirnega značaja. Kakšen je povprečni dnevni promet na mestu, na katerem postavimo mejo med tranzitnimi in ostalimi cestami, je treba natančneje opredeliti in preveriti v praksi. Izhajajoč iz ameriške raziskave sem postavil mejo na 2500 vozil dnevno.

d. Trajanje ukrepa

Nevarne situacije ali prometne nesreče, do katerih prihaja na določenem mestu, so lahko posledica občasnega ali periodičnega stanja na določenem mestu (začasna preusmeritev prometa, delovanje svetlobno signalnih naprav, javni dogodki ipd.)

Prav tako lahko ukrepe delimo na začasne, ki stanje vsaj delno izboljšajo, in trajne, ki popolnoma eliminirajo konfliktno mesto.

4.2.1.2 Izbor ukrepa

Ob odločitvi, da bomo promet umirjali z določenimi ukrepi, ne smemo takoj pomisliti na fizične ukrepe, ki drastično spremenijo izgled in potek odseka. To naj bo zadnja izbira, če prej izbrane metode ne dajo zelenega učinka. S tem mislim predvsem systemske ukrepe za umirjanje prometa, ki po slovenski tehnični specifikaciji za umirjanje prometa (TSC 03.800:2000; Naprave in ukrepi za umirjanje prometa) predlagajo sledeče ukrepe za umirjanje prometa:

- določanje prednostnih smeri ter sistem in način vodenja prometa,
- omejitev uporabe ceste ali njenega dela za določen tip prometa,
- omejitev hitrosti in določanje ukrepov za umirjanje prometa,
- ureditev mirujočega prometa,
- določanje območij umirjenega prometa, območij omejene hitrosti in območij za pešce,
- določanje drugih obveznosti udeležencev v cestnem prometu.

Če naštetih ukrepov ne dosežejo zelenega učinka, se poslužujemo ostalih ukrepov umirjanja prometa po postopku in predlogih metodologije za izbiro ukrepa za umirjanje prometa.

4.2.1.3 Vpliv ukrepa na stanje na cestah

Če pogledamo na slovenske ulice, naletimo na različne vrste ukrepov za umirjanje prometa, ki so bili naštetih v uvodu. Najpogosteje srečamo hitrostne grbine raznih oblik, krožna križišča in zvočne trakove.

Kot izvemo iz izkušenj in raziskav, narejenih v tujini, so hitrostne grbine eden najboljših fizičnih ukrepov za znižanje hitrosti vozil na cesti. Vendar pa nikakor niso vedno tudi najprimernejši ukrep, saj povzročijo tudi

- neudobno vožnjo,
- nižje hitrosti vozil na nujni vožnji in
- povečan hrup.

Zato bom v tem poglavju predstavil druge možnosti umirjanja prometa, ki so prav tako učinkovite, s seboj pa ne prinašajo takih stranskih učinkov kot hitrostne grbine. Pozornost sem posvetil predvsem dvignjenim ploščadim (prehodi za pešce, križišča), zamikanju osi cestišča, zoženju vozišča in kombinaciji teh ukrepov.

4.2.2 Rezultati raziskave v ZDA

Raziskava je potekala v 33 mestnih po ZDA pod okriljem organizacije ITE. Zajemala je predvsem ulice, na katerih so bili postavljeni naslednji ukrepi:

- hitrostne grbine,
- krožna križišča,
- dvignjene ploščadi in
- enosmerno zaprtje ceste.

Rezultate raziskave dobro pokažejo prednosti in slabosti teh štirih ukrepov za umirjanje prometa (negativni odstotki pomenijo odstotek zmanjšanja hitrosti oz. prometne obremenitve).

Preglednica 4.6: Rezultati raziskave o učinkovitosti ukrepov v ZDA

	HITROST PRED UKREPOM [km/h]			PDP PRED UKREPOM [vozil/dan]		
	<50	50-60	>60	<1000	1000-2500	>2500
HITROSTNE GRBINE	-18,00 %	-22,00 %	-25,00 %	-10,00 %	-23,00 %	-31,00 %
KROŽNA KRIŽIŠČA	-3,00 %	-13,00 %	-12,00 %	-8,00 %	-19,00 %	-24,00 %
DVIGNJENE PLOŠČADI	N/A	-15,00 %	-20,00 %	-9,00 %	-15,00 %	-16,00 %
ENOSTRANSKO ZAPRTJE CESTE	-19,00 %	-21,00 %	-24,00 %	-44,00 %	-60,00 %	-42,00 %

Vpliv ukrepov tako na zmanjšanje hitrosti kot na zmanjšanje prometne obremenitve je različen. Po pričakovanjih sta v ospredju enostransko zaprtje ceste in hitrostne grbine. Vzpostavitev enosmernega prometa na ulicah pripomore k občutnem znižanju prometne obremenitve, tudi do 60%, močno pa se zmanjša tudi hitrost vozil, do 24 %. Uporaba hitrostnih grbin zmanjša prometno obremenitev do 31 %, hitrost vozil pa do 25 %. Ukrepov pa ne moremo primerjati med seboj; enostransko zaprtje ceste spada med ukrepe na cestni mreži, hitrostne grbine pa med ukrepe na odseku ceste. Upoštevati pa je treba tudi vpliv enosmernih cest na ostale ceste, saj zaprtje neke ceste v eni smeri pomeni dodatno obremenitev za ostale ceste.

Po raziskavi, ki je bila narejena v ameriškem okolju, so najboljši ukrep za umirjanje prometa na izbranem odseku hitrostne grbine, sledi ukrep dvignjenih ploščadi, na zadnjem mestu pa je krožno križišče.

4.3 Predlog ureditve v Sloveniji

4.3.1 Analiza učinkovitosti izbranih ukrepov

a. Hitrostne grbine

Poznamo več tipov grbin, ki se po obliki delijo na:

- krožne,
- kupolaste in
- trapezoidne.



Slika 4.1: Hitrostna grbina

Prednosti, kot so občutno zmanjšanje hitrosti in prometne obremenitve, potrdijo tudi rezultati raziskave. Odstotek znižanja hitrosti je tu največji, zmanjšanje prometne obremenitve pa v okviru podobnih ukrepov tudi.

- *Regionalne ceste:*

Če upoštevamo danski princip razdelitve cest in njihovo kategorizacijo znotraj mest, so regionalne ceste namenjene višjim hitrostim, t.j. hitrostim nad 50 km/h, tranzitnem prometu, javnemu potniškem prometu ipd.

Zaradi svoje oblike hitrostne grbine močno zmanjšajo hitrost, vožnja preko njih pa je neudobna. Posledice, ki bi jih imele grbine na promet na regionalnih cestah, so v nasprotju z lastnostmi regionalnih cest, saj bi količina prometa na njih močno upadla, kar nam kažejo tudi raziskave, narejene v ZDA. Delež upada prometa lahko pripišemo manjšim hitrostim, ostali delež pa preusmeritvam prometa na druge ceste, kar nam pove, da je regionalna cesta izgubila svoj pomen.

Ocenjujem, da je ukrep neprimeren za uporabo na regionalnih cestah

- *Lokalne ceste:*

Hitrosti na lokalnih cestah so nižje. Redko dosega 50 km/h. Potekajo po območjih z veliko lahkega prometa (pešci in kolesarji), zato je želja po zmanjšanju hitrosti na teh ulicah velika. Vpliv na upad prometne obremenitve tudi ni velik, saj v nasprotju s 30 % na prometnejših cestah tu znaša le 10 %.

Ocenjujem, da je ukrep primeren za uporabo na lokalnih cestah.

b. Dvignjene ploščadi

Poznamo dve različni obliki, in sicer:

- krožne in
- trapezne.

O dvignjenih ploščadih govorimo, ko je njihov ravni del tako velik, da je osebni avtomobil v nekem trenutku z vsemi štirimi kolesi na ploščadi. Sicer pa je dimenzija lahko le tolikšna, da je čez speljana kolesarska steza, lahko je prehod za pešce, srečamo pa tudi daljše, dolge do 10m. Največkrat jih lahko uporabimo na mestu prehoda za pešce ali kjer umirjamo večji odsek ulice (nakupovalna središča).



Slika 4.2: Dvignjena ploščad

- *Regionalne ceste:*

Same dvignjene ploščadi se po vplivu na promet ne razlikujejo veliko od hitrostnih grbin, če govorimo o krožnih oblikah, so skoraj enake. Tudi tu je vpliv na upad prometa prevelik, da bi jih lahko uporabljali na regionalnih cestah, vožnja preko njih je še vedno preveč neudobna.

Zato ocenjujem, da je uporaba dvignjenih ploščadi na regionalnih cestah neprimerna.

- *Lokalne ceste:*

Podobno, kot smo že opisali pri hitrostnih grbinah, želja po zmanjšanju hitrosti na lokalnih cestah v okolju z nižjimi hitrostmi, t. j. v stanovanjskih območjih, bližini šol, igrišč ipd., cestah govori v prid dvignjenim ploščadim. Uporabljamo jih predvsem na prehodih za pešce in kolesarje, ter bolj izpostavljenih križiščih. Dvignjene ploščadi s trapezno obliko dopuščajo nekoliko višje hitrosti, tudi do 50 km/h.

Ocenjujem, da je uporaba tega ukrepa na lokalnih cestah primeren.

c. Krožna križišča

Krožna križišča so načrtovana z enim vstopnim, enim izstopnim pasom in krožno vozno površino. Imajo razmeroma velik vpliv na zmanjšanje hitrosti za vsa vozila. Da dosežemo enotno hitrost za velika in majhna vozila, lahko del cestišča v bližini središča kroga tlakujemo in tako daljšim vozilom omogočimo večji prostor za manevriranje.

Posebno pozornost je treba posvetiti tudi kolesarjem, ki so najbolj občutljivi, ko se jih meša z ostalim motornim prometom. Zato imajo na Danskem največkrat svoje kolesarske poti in steze.

Postavitev krožišč na območje, kjer je stopnja nesreč visoka, se je na Danskem izkazala za zelo učinkovito, saj je na štirikrakem križišču zmanjšala število nesreč za 85 %.



Slika 4.3: Krožno križišče

- *Regionalne ceste:*

Raziskava v ZDA je pokazala, da je zmanjšanje hitrosti na krožnih križiščih okoli 10 %, kar je primerno za regionalne ceste, saj se krožna križišča uporabljajo predvsem na križiščih večjih cest in ne samo kot sistem umirjanja prometa. Vprašljiva pa je uporaba glede na ugotovitve o zmanjšanju prometne obremenitve; to je po moji oceni preveliko, znaša namreč čez 20 %.

Še vedno verjamem, da ima krožno križišče pozitiven vpliv na potek prometa, ker se vozniki kljub postavitvi le-tega še vedno odločajo za vožnjo po isti cesti. Seveda je treba pri večjih hitrostih paziti na ustrezno in načrtovati večje število pasov, če gre za višjo količino prometa.

Ocenjujem, da je ukrep primeren za uporabo na regionalnih cestah

- *Lokalne ceste:*

Raziskava kaže, da ukrep ne vpliva na padec hitrosti vozil, saj je sprememba le 3 %. Rezultat je logičen, saj so to hitrosti, ki so nižje od 40 km/h, in omogočajo lažje manevriranje vozila po krožnem križišču.

Zato je treba pri tem ukrepu razmisliti, zakaj ga želimo uporabiti. Če naj bi bil alternativa ostalim križiščem, je uporaba primerna. Za zmanjšanje hitrosti v naselju pa kot samostojen ukrep ni primeren. Lahko ga pa združujemo z ostalimi ukrepi, najprimernejši so dvignjene ploščadi pred vstopom v krožno križišče.

Ocenjujem, da je ukrep primeren le v kombinaciji z ostalimi ukrepi.

d. Zožitve vozišča

Nekoliko se lahko opremo na ameriško raziskavo, v katerem so obravnavali predvsem ceste, na katerih so zmanjšali število pasov s štiri na dva pasova v eno smer in ponekod ob straneh dodali še kolesarsko pot. V raziskavi so spremljali predvsem upad števila nesreč, ki je znašal 34,1 %.

Preglednica 4.7: Rezultat raziskave učinkovitosti zoženja vozišča v ZDA

	NESREČE PO UKREPU	POVPREČNI DNEVNI PROMET [vozil/dan]
ZOŽITEV	-34,1 %	+3,61 %

Teorija učinkovitosti zoženja vozišča izvira predvsem iz že znane teorije o potrebni širini voznega pasu pri višjih hitrostih. Višja kot je hitrost, več prostora za manevriranje potrebujemo. Po drugi strani pa, manj kot imamo prostora za manevriranje, z nižjo hitrostjo bomo vozili.



Zoženje vozišča z uporabo sredinskega in stranskega otoka (vir: www.trafficcalming.org)

Preglednica 4.8: Širina voznega pasu v odvisnosti od hitrosti vozila (vir: A. Juvanc, Temeljni pogoji za določevanje dimenzij cestnih elementov)

VOZNA HITROST [km/h]	ŠIRINA TIPIČNEGA VOZILA [m]	BOČNI GIBALNI PROSTOR [m]	ŠIRINA VOZNEGA PASU [m]
30, 40 ali 50	2,5	0,25	2,75
60 ali 70	2,5	0,50	3,00
80 ali 90	2,5	0,75	3,25
100 ali 110	2,5	1,00	3,50
120 ali 130	2,5	1,25	3,75

Če na cesti poteka promet le po enem pasu v vsako smer, je dovolj, da pride do zožitve vozišča le iz ene smeri, in sicer iz centra ali pa s strani. V primeru, da obravnavamo cesto, pri kateri v vsako smer potekata dva vozna pasova, moramo zožiti oba pasova z enako učinkovitostjo, torej tako s sredine kot s strani.

Seveda pa ne moremo pričakovati, da bo učinkovitost takega ukrepa enaka kot pri hitrostnih grbinah. Namen je predvsem doseči, da voznik zaradi spremembe situacije na cestišču za trenutek umakne nogo s pedala za plin in s tem nekoliko zniža hitrost. Pomembno je tudi obvestilo, ki ga z ukrepom voznik dobi, da se na tem območju nekaj dogaja (gre za prehod za pešce, bližino šole ipd.).

Ocenjujem, da na cesti, kjer je omejitev 50 km/h, in je cesta dvopasovna, ob uporabi tega ukrepa zmanjšamo hitrost za 10 %.

Zoženje vozišča res ni tako učinkovito kot hitrostne grbine, je pa med vozniki bolje sprejeto. Ne ovira vozil na nujni vožnji in ne povzroča nemirne vožnje.

- *Regionalne ceste:*

Učinkovitost ukrepa lahko še povečamo s kombinacijo ostalih ukrepov. Na odprtih cestah, kjer hrup ni pomemben, lahko dodamo še hrupne trakove, ki najprej s svojim videzom, nato pa še s povzročenim hrupom opozorijo voznika. V križiščih lahko uporabimo dvignjene prehode za pešce ali dvignemo celotno križišče.

Ocenjujem, da je ukrep primeren za uporabo na regionalnih cestah.

- *Lokalne ceste:*

Vprašljiva pa je učinkovitost ukrepa na ulicah, kjer je hitrost omejena na 40 km/h ali manj. Prostora za manevriranje pri tako nizki hitrosti ne potrebujemo veliko, zato se zdi ta ukrep nepotreben. V takih primerih se lahko poslužujemo navideznega zoženja vozišča, t. j. s postavljanjem parkirnih mest vzporedno s cesto; s tem utesnimo voznika in dvignemo njegovo pozornost.

Ocenjujem, da je ukrep v kombinaciji z navideznim zoženjem vozišča primeren.

e. Zamikanje osi in uporaba šikan

Zamikanje osi je še ena možnost umirjanja prometa, za katerega ni bilo opravljene dovolj razširjene raziskave. Nekoliko se lahko pri tem upremo na raziskavo v Seattlu, ki nam postreže z naslednjimi rezultati:



Zamikanje osi ceste—šikane (vir: www.trafficcalming.org)

Preglednica 4.9: Rezultati raziskave ukrepa šikan v ZDA

	HITROST PRED UKREPOM [km/h]		PDP PRED UKREPOM [vozil/dan]
	>50	<50	<2000
ŠIKANE	-9 %	-7 %	-25 %

Pri tej raziskavi dobimo vpogled le v primer zamikanja osi vozišča s t. i. šikanami, ki podobno kot hitrostne grbine močno posežejo v način vožnje voznika in na nek način zaprejo del ceste, saj na območju ukrepa omogočajo le enosmerni promet.

Mogoče pa je tudi le zamakniti os vozišča in s tem prisiliti voznika, da vozi v ovinke različnih radijev. Pri tem se lahko opremo na osnovno teorijo hitrosti vozil v ovinku: višja, kot je hitrost, večji morajo biti polmeri krožnih lokov. Če teorijo obrnemo na glavo vidimo, da manjši, kot je polmer krožnega loka, manjša je dopustna hitrost, s katero lahko prevozimo ovinek.

Preglednica 4.10: Minimalni polmeri zaokrožitev (vir: A. Juvanc, Geometrijski in tehnični elementi osi ceste)

TEHNIČNA SKUPINA		ZASNOVALNA HITROST V_{zasn} [km/h]										
		40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
A	R_{min}			125	175	250	350	450	550	700	850	1000
B	R_{min}	40	65	100	150	200	275	360				
C	R_{min}	40	65	100	150	225						

- *Regionalne ceste:*

Šikane so tu popolnoma neprimeren ukrep za umirjanje prometa. Podobno kot hitrostne grbine preveč vplivajo na stanje vozišča in tako drastično zmanjšujejo hitrost ter količino prometa. Zamikanje osi cestišča s pomočjo spreminjanja polmerom krožnih lokov pa je ustrezen ukrep.

- *Lokalne ceste:*

Na lokalnih cestah, še posebej na cestah z zelo nizkimi hitrostmi, je uporaba šikan najprimernejši ukrep. Pri tako nizki hitrosti je vozilo težko prisiliti še k nižjim, s pomočjo zapiranja ene smeri vožnje pa smo pri tem lahko zelo uspešni.

Uporaba zamikanja osi cestišča s pomočjo spreminjanja polmerov krožnih lokov je lahko le

delno učinkovito, odvisno od tega, kako majhni so krožni loki.

Ocenjujem, da je kakršen koli ukrep zamikanja osi cestišča na lokalnih cestah ustrezen ukrep.

4.3.2 Primerjava ukrepa hitrostne grbine in zoženje vozišča

Hitrostne grbine so brez dvoma najučinkovitejši ukrep za umirjanje prometa. Najučinkoviteje znižajo hitrost, močno pa zmanjšajo tudi prometno obremenitev. Torej bi bilo logično uporabiti hitrostne grbine povsod, kjer želimo umiriti promet. Seveda govorimo o območjih, na katerih je hitrost omejena pod 50 km/h. Po raziskavah sodeč so grbine med vozniki zelo nepriljubljene. Zato moramo najti alternativno rešitev, torej si pogledjmo problem še z drugega stališča.

Raziskava v slovenskem prostoru je pokazala, da je 85 percentil hitrosti preko hitrostne grbine 23,5 km/h, med zaporednimi grbinami pa 34,5, najmanjši celo 21 km/h. To nam pokaže, da se lahko uporabi grbin, kjer želimo hitrost omejiti na 40 km/h, izognemo. Priporočljive so seveda v primeru križišč, pri prehodih za pešce, na nepreglednih ovinkih ipd.

Ukrep, ki lahko nadomesti hitrostne grbine pri večjih hitrostih, pa je zoženje vozišča v kombinaciji z drugimi ukrepi. Ti so zvočni trakovi, sprememba teksture vozišča ipd. Seveda pa ima tudi ta ukrep pomanjkljivosti. Najbolj problematičen je primer, ko se vozniki navadijo na ukrep, in ga zato ne upoštevajo več. Ameriške raziskave kažejo, da se zaradi tega učinkovitost ukrepa zmanjša za okoli 2,5 %, torej nam hitrosti zmanjša iz predvidenih 10 % na 7,5 %, kar je še vedno zadovoljivo.

Primerjava teh ukrepov še v preglednici:

Preglednica 4.11: Primerjava hitrostnih grbin in zožitve vozišča

	HITROSTNE GRBINE	ZOŽANJE VOZIŠČA
POZITIVNE LASTNOSTI	<ul style="list-style-type: none">• občutno zmanjšanje hitrosti• občutno zmanjšanje prometne obremenitve• poceni ukrep• možnost montažnih elementov	<ul style="list-style-type: none">• dober odziv pri voznikih• ni dodatnega hrupa• možnost montažnih elementov
NEGATIVNE LASTNOSTI	<ul style="list-style-type: none">• vsiljive• dodaten hrup	<ul style="list-style-type: none">• drag ukrep (razen montažnih)• vozniki se navadijo• pod 40 km/h samo zoženje ne pride v poštev• najučinkovitejši v kombinaciji z drugimi ukrepi
UPORABA	<ul style="list-style-type: none">• pred križišči in prehodi za pešce• na nepreglednih ovinkih• na odsekih	<ul style="list-style-type: none">• najučinkovitejše na odsekih
HITROST PRED UKREPOM	<40 km/h	>40 km/h

4.3.3 Primerjalne preglednice med ostalimi ukrepi

Preostal nam je še ukrep, kateremu sem posvetil več pozornosti. To je zamikanje osi vozišča. Za en tip tega ukrepa je značilno uporaba manjših polmerov zaokrožitev, za drugega pa uporaba šikan. Ker sta ukrepa med seboj zelo različna, sem ju tudi primerjal z različnimi podobnimi ukrepi: zamikanje osi vozišča z zoženjem cestišča (uporaba in način umirjanja prometa sta podobna), šikane pa s hitrostnimi grbinami (ukrepa sta podobna, saj za voznika predstavljata oviro na cesti; tudi njun učinek na hitrost in prometno obremenitev je podoben).

Preglednica 4.12: Primerjalna preglednica med zoženjem cestišča in zamikanjem osi vozišča (ne šikane)

	ZOŽANJE VOZIŠČA	ZAMIKANJE OSI VOZIŠČA
POZITIVNE LASTNOSTI	<ul style="list-style-type: none"> • dober odziv pri voznikih • ni dodatnega hrupa • možnost montažnih elementov 	<ul style="list-style-type: none"> • dober odziv pri voznikih • ni dodatnega hrupa
NEGATIVNE LASTNOSTI	<ul style="list-style-type: none"> • drag ukrep (razen montažnih) • vozniki se navadijo • pod 40 km/h samo zoženje ne pride v poštev • najučinkovitejše v kombinaciji z drugimi ukrepi 	<ul style="list-style-type: none"> • zelo drag ukrep • montažnih elementov skoraj ni mogoče uporabiti • pod 50 km/h ne pride v poštev
UPORABA	<ul style="list-style-type: none"> • najučinkovitejše na odsekih 	<ul style="list-style-type: none"> • najučinkovitejši na odsekih
HITROST PRED UKREPOM	>40 km/h	>50 km/h

Preglednica 4.13: Primerjalna preglednica med hitrostnimi grbinami in šikanami

	HITROSTNE GRBINE	UPORABA ŠIKAN
POZITIVNE LASTNOSTI	<ul style="list-style-type: none"> • občutno zmanjšanje hitrosti • občutno zmanjšanje prometne obremenitve • poceni ukrep • možnost montažnih elementov 	<ul style="list-style-type: none"> • občutno zmanjšanje hitrosti • občutno zmanjšanje hitrosti • poceni ukrep • možnost montažnih elementov
NEGATIVNE LASTNOSTI	<ul style="list-style-type: none"> • vsiljive • dodaten hrup 	<ul style="list-style-type: none"> • promet možen le v eno smer
UPORABA	<ul style="list-style-type: none"> • pred križišči in prehodi za pešce • na nepreglednih ovinkih • na odsekih 	<ul style="list-style-type: none"> • v strnjenih naseljih • na conah 30 km/h • na trgih (kjer je veliko pešcev)
HITROST PRED UKREPOM	<40 km/h	<30 km/h

4.3.4 Končna preglednica

Preglednica 4.14: Preglednica navodil za slovenske razmere

	TIP CESTE		HITROST PRED UKREPOM [km/h]			PDP [vozil/dan]	
	REGIONALNA CESTA	LOKALNA CESTA	>60	50	<40	>2500	<2500
HITROSTNE GRBINE		X			X		X
DVIGNJENE PLOŠČADI		X		(X)	X		X
KROŽNA KRIŽIŠČA	X	X	X	X	(X)	X	X
ZOŽITVE VOZIŠČA	X	X	X	X	(X)	X	X
ZAMIKANJE OSI	(X)	X	(X)	X	X	X	X
UPORABA ŠIKAN		X			X		X

X – ukrep je primeren

(X) – ukrep je primeren le v izjemnih primerih

a. Regionalna cesta

Število vozil na regionalnih cestah večinoma presega 2500 vozil dnevno. Vozila dosegajo hitrost, višjo od 60 km/h, in so tranzitnega značaja, zato na regionalnih cestah ne smemo postavljati ovir, ki bi občutno zniževale hitrosti. Na teh cestah torej ne smemo uporabljati hitrostnih grbin, dvignjenih ploščadi in šikan. Najprimernejši ukrepi na regionalnih cestah so krožna križišča, zožitve in zamikanje osi vozišča. Vendar moramo pri zamikanju osi paziti na velikost horizontalnega radija.

b. Lokalna cesta

Na lokalnih cestah vozila ne dosegajo visoke hitrosti, saj ta znašajo do 50 km/h. V primeru, da je prometa več kot 2500 vozil dnevno, veljajo enaka priporočila kot za regionalne ceste, saj hitrostne grbine, dvignjene ploščadi in šikane preveč drastično posegajo v prometno obremenitev.

V primeru, da je prometa manj kot 2500 vozil dnevno, so primerni vsi obravnavani ukrepi. Najbolj učinkovite za zmanjšanje hitrosti in prometne obremenitve so hitrostne grbine, sledijo dvignjene ploščadi in šikane, nato pa zamikanje vozišča ter zamikanje osi vozišča. Zadnja dva ukrepa je najbolje uporabiti v kombinaciji s še kakim ukrepom, saj sama nimata močnega učinka na zmanjšanje hitrosti in prometne obremenitve.

c. Ukrepi, primerni le v izjemnih primerih

- *Dvignjene ploščadi*

Pri uporabi dvignjenih ploščadi pri hitrosti 50 km/h je potrebno paziti na obliko. Dvignjene ploščadi okrogle oblike so zelo podobne hitrostnim grbinam in zato neprimerne za uporabo pri taki hitrosti. Pri tej hitrosti so primerne dvignjene ploščadi trapezne oblike.

- *Krožna križišča*

Krožna križišča pri hitrostih pod 40 km/h ne služijo kot ukrep umirjanja prometa, saj je radij prevelik. Zato priporočam uporabo mini krožnih križišč.

- *Zožitev vozišča*

Zožitev vozišča pri hitrosti pod 40 km/h je nepotreben ukrep, saj ne prispeva k zmanjšanju hitrosti. Primeren je le v kombinaciji z drugimi ukrepi, npr. z navideznim zmanjšanjem širine vozišča (urejena parkirišča ob vozišču).

- *Zamikanje osi*

Pri hitrosti nad 60 km/h je treba paziti na primerno velikost horizontalnega radija in dovolj veliko pregledno razdaljo.

4.3.5 Primerjava z obstoječo zakonodajo

Da bi lahko preglednice iz obstoječega zakona TSC 03.800:2000 primerjali s preglednico 4.11, jih moramo najprej preurediti. Ker obravnavam območje znotraj naselij, sem izmed preglednic za regionalne ceste izbral le tiste, ki se nanašajo na ceste znotraj naselij, lokalne ceste in na hitrosti med 70 km/h in 30 km/h. Tako dobimo naslednjo preglednico (osenčene celice kažejo odstopanje od preglednice 4.11):

Preglednica 4.15: Smernice obstoječe zakonodaje (vir: TSC 03.800:2000)

	TIP CESTE		HITROST PRED UKREPOM [km/h]		
	REGIONALNA CESTA	LOKALNA CESTA	>60	50	<40
HITROSTNE GRBINE	(X)	X	X	X	X
DVIGNJENE PLOŠČADI	(X)	X		X	X
ZOŽITVE VOZIŠČA	X	X		X	(X)
ZAMIKANJE OSI	(X)	X		X	X

Največje odstopanje od preglednice 4.11 zasledimo pri uporabi hitrostnih grbin. Obstoječi zakon dopušča uporabo hitrostnih grbin na regionalnih cestah in tudi pri hitrostih, večjih od 50 km/h. Razlog za dopuščanje uporabe na regionalnih cestah vidim v tem, da ni bil upoštevan vpliv hitrostnih grbin na prometno obremenitev, saj je prav to razlog, da hitrostnih grbin na regionalnih cestah ne uporabljamo. Enako velja tudi za dvignjene ploščadi.

Uporaba hitrostnih grbin pri hitrostih nad 50 km/h ni primerna zaradi podobnega razloga kot uporaba na regionalni cesti, prevelik vpliv ima namreč na zmanjšanje prometa. Po raziskavah na ameriških tleh je uporaba zožitve vozišča in zamikanja osi vozišča pri hitrostih nad 50km/h primerna, paziti pa je treba na pripadajoče radije (Preglednica 4.7: Minimalni polmeri zaokrožitve; vir: A. Juvanc, Geometrijski in tehnični elementi osi ceste).

5 PRAKTIČNI PRIMERI

Vsako teorijo je potrebno treba ob praktičnih primerih. Izbral sem si tri primere, ki zajemajo nekatere ukrepe za umirjanje prometa v Ljubljani:

- Hrdeckega ulica: kombinacija dvignjene ploščadi na mestu prehoda za pešce in hitrostnih grbin pred prehodom za pešce;
- Finžgarjeva ulica: pri prehodu za pešce izvedena dvignjena ploščad;
- Zasavska cesta: križišče urejeno s sredinskimi otoki, prehod za pešce zaščiten z ograjo

5.1 Primer 1: Hrdeckega ulica

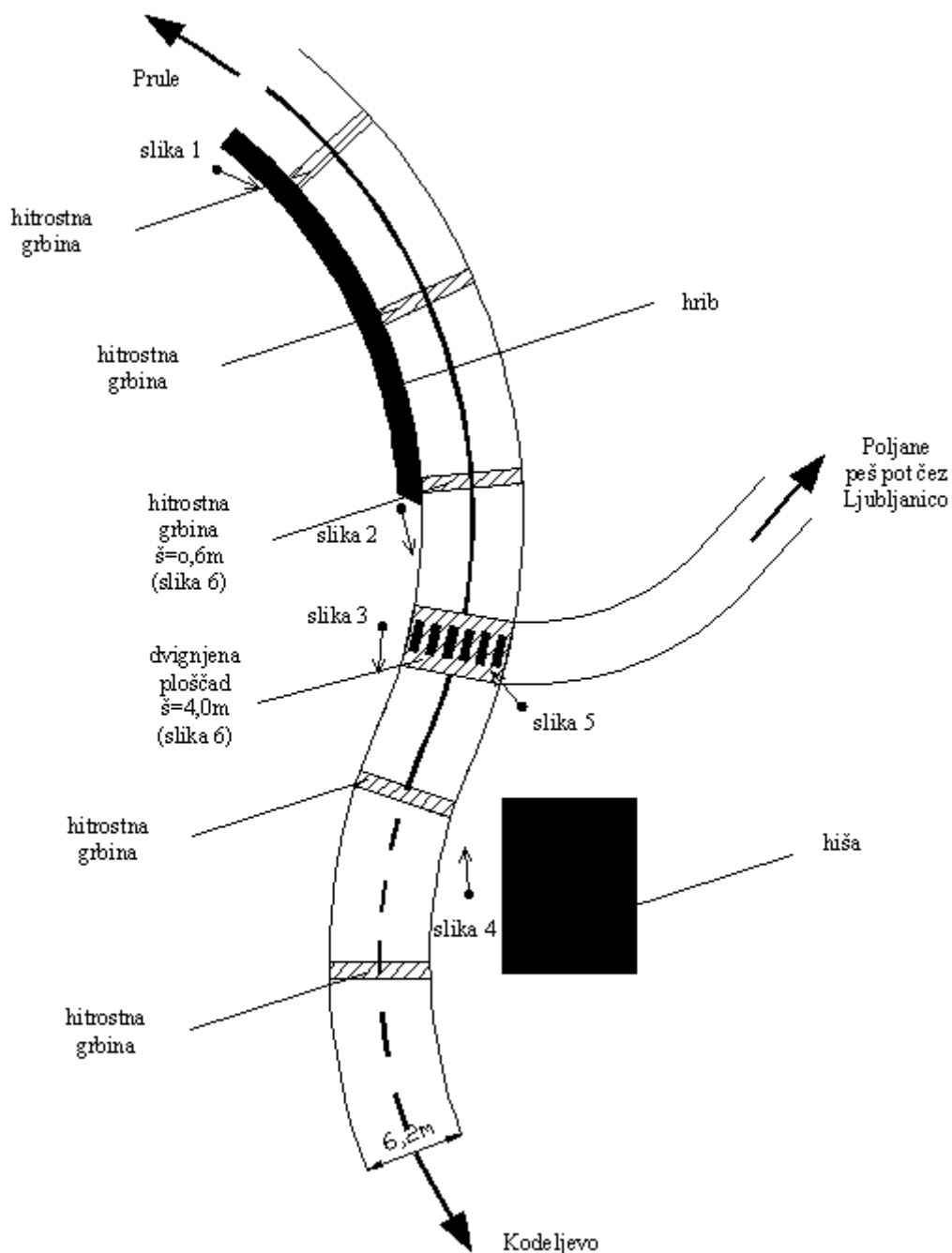
5.1.1 Opis stanja

Križanje pešpoti s cesto ni pregledno: iz smeri Kodeljevega proti Prulam pogled ovira hiša, iz smeri Prul proti Kodeljevem pa betonska stena, ki je bila zgrajena zaradi vkopa.



Slika 5.1: Obstoječe stanje na Hrdeckega ulici

Na mestu prehoda za pešce je postavljena dvignjena ploščad, pred njo pa dve oz. štiri hitrostne grbine. Vozišče je skupaj široko 6,2 m, kar pomeni 3,1 m na pas. Dvignjena ploščad je široka 8,0 m, hitrostne grbine pa 0,6 m. Na cesti je dovoljena hitrost 40 km/h, po cesti vozijo predvsem osebna vozila, njihova količina pa ne presega 2500 vozil na dan. Križišče samo je dobro osvetljeno in označeno z obeh smeri.



Slika 5.2: Skica obstoječega stanja na Hrdeckega ulici



Slika 5.3: Slika 1; Nepregleden ovinek iz smeri Prul proti Kodeljevemu



Slika 5.4: Slika 2; Svetlobna opozorila na prehodu za pešce



Slika 5.5: Slika 3; Oviran pogled zaradi objekta



Slika 5.6: Slika 4; Ureditev prehoda za pešce

Za umirjanje prometa je uporabljena kombinacija dveh sistemov: zaradi nepreglednosti križišča ceste s pešpotjo je treba najprej zmanjšati hitrost, temu služijo hitrostne grbine, na mestu prehoda za pešce pa je postavljena dvignjena ploščad.



Slika 5.7: Slika 5; Dvignjena ploščad



Slika 5.8: Slika 6; Hitrostna grbina

5.1.2 Komentar k izbranemu ukrepu

Če pogledamo na predlagano preglednico za slovenske razmere na cestah, vidimo, da je za lokalno cesto, na kateri kjer so hitrosti manjše od 40 km/h in z manj kot 2500 vozil na dan, primernih več ukrepov. Možna je uporaba hitrostnih grbin, dvignjenih ploščadi, zamikanja osi in šikan. Pogojno je dovoljena uporaba krožnih križišč in zožitev vozišča.

Da bi ugotovili, kateri ukrep je najprimernejši, izločimo tiste, ki niso primerni:

- krožno križišče ni primerno,
 - o ker je premalo prostora za izvedbo,
 - o ker ni dovolj preglednosti;
- uporaba šikan ni primerna,
 - o ker cesta omogoča prevozni promet in ni namenjena le lokalnim prebivalcem;
- zamikanje osi je primerno,
 - o ker je zaradi položaja križišča in ceste zamikanje osi že prisotno;
- zožitev križišča ni primerno,
 - o ker pri tako nizkih hitrostih nima pomembnejšega vpliva.

S takim izločanjem ugotovimo, da sta na danem mestu najprimernejša uporaba dvignjene ploščadi in uporaba hitrostnih grbin.

Ocenjujem, da je na tem mestu uporaba trenutnih ukrepov za umirjanje prometa primerna.

5.2 Primer 2: Finžgarjeva ulica

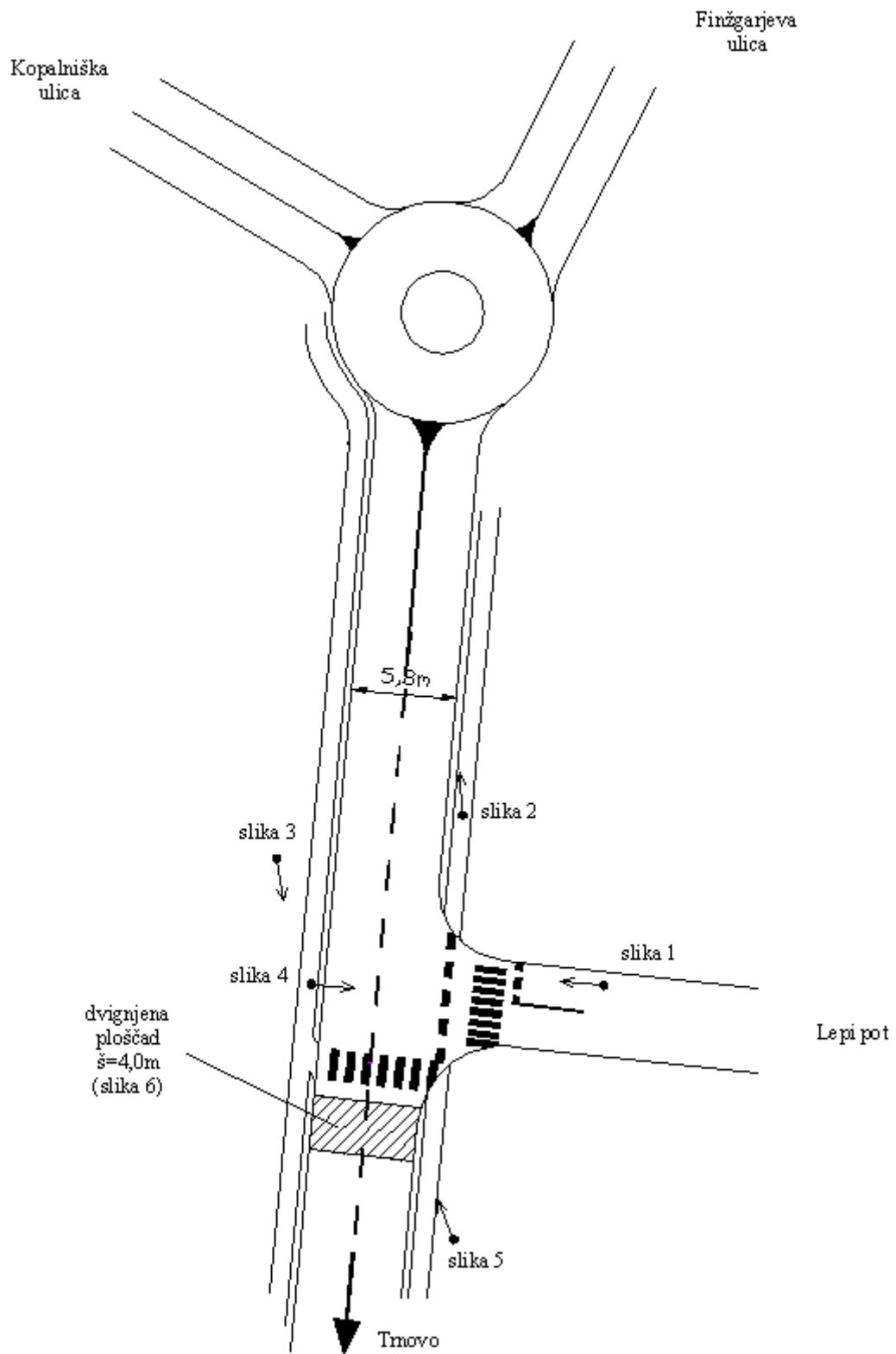
5.2.1 Opis stanja

V tem primeru obravnavamo križišče Lepega pota in Finžgarjeve ulice. Križišče je pregledno, dovoljena hitrost je 50 km/h. Zaradi širine vozišča pa so mogoče tudi višje hitrosti, tako da vključevanje s smeri Lepega pota postane oteženo. Pomembno je omeniti tudi prisotnost starejših občanov, saj je v bližini dom za starejše občane, ki za prečkanje ceste potrebujejo več časa.



Slika 5.9: Obstoječe stanje na Finžgarjevi ulici

Umirjanje prometa na točki križišča je urejeno z dvignjeno ploščadjo in opozorilnim znakom za grbino ter s prehodom za pešce. Širina Finžgarjeve ulice je 5,8 m, Lepega pota pa 5,4 m. Hitrost, ki jo dopušča Lepi pot, ni višja od 40 km/h, saj je cesta zelo ozka, običajno pa so na desni strani ceste (gledano z uvoza v križišče) parkirana vozila. Ker gre za lokalno cesto nižjega reda, promet ne presega 2500 vozil na dan.



Slika 5.10: Skica obstoječega stanja na Finžgarjevi ulici



Slika 5.11: Slika 1; Ureditev križišča iz smeri Lepi pot



Slika 5.12: Slika 2; Krožno križišče na Finžgarjevi ulici



Slika 5.13: Slika 3; Ureditev križišča iz smeri Kolezije proti Trnovemu



Slika 5.14: Slika 4; Pogled na Lepi pot s Finžgarjeve ulice



Slika 5.15: Slika 5; Ureditev križišča iz smeri Trnovega proti Koleziji

Za umirjanje prometa je pred križišče postavljena dvignjena ploščad, široka 4 m.



Slika 5.16: Slika 6; Ureditev prehoda za pešce

5.2.2 Komentar k izbranemu ukrepu

Za rešitev problema se moramo zopet opreti na preglednico 4.11. Kot v prejšnjem primeru imamo tudi tu cesto lokalnega značaja, s prometom, manjšim od 2500 vozil na dan, hitrosti so tu nekoliko višje, dovoljene so do 50 km/h.

Ker želimo z ukrepom znižati hitrost na okoli 30 km/h, je tu možna uporaba hitrostnih grbin, dvignjenih ploščadi, zamikanja osi in šikan. Pogojno je dovoljena uporaba krožnih križišč in zožitev vozišča.

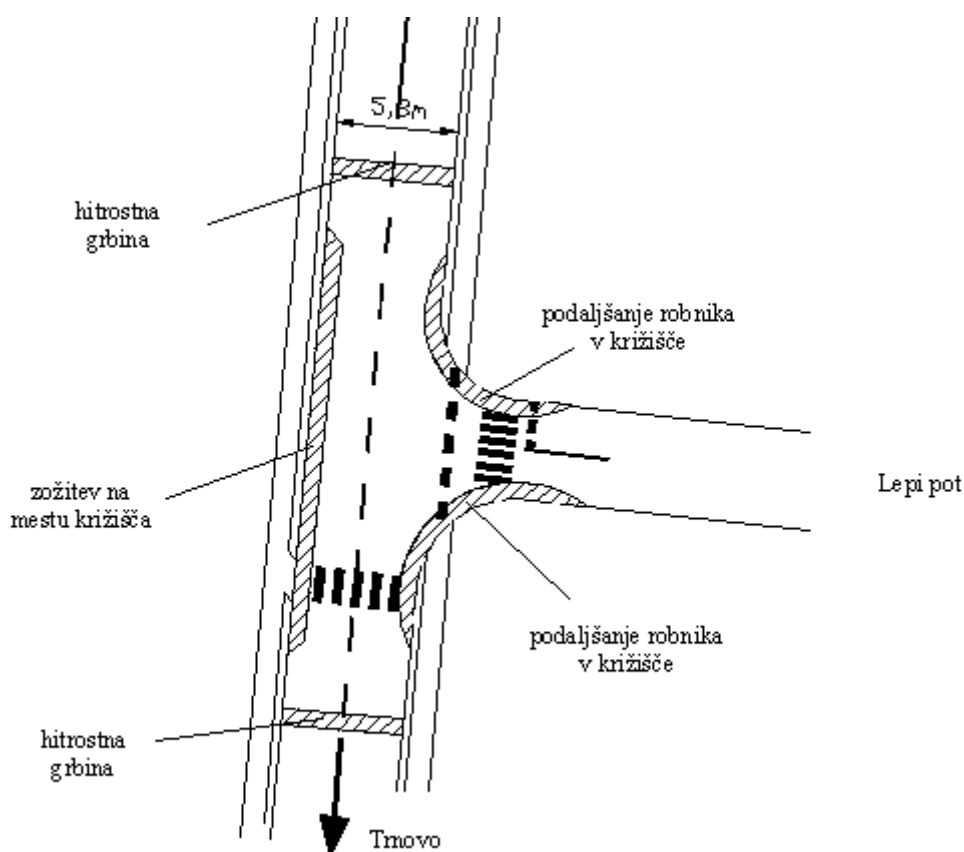
Da bi ugotovili, kateri ukrep je najprimernejši, izločimo tiste, ki niso primerni:

- krožno križišče ni primerno,
 - o ker je premalo prostora za izvedbo
- uporaba šikan ni primerna,
 - o ker cesta omogoča prevozni promet in ni namenjena le lokalnim prebivalcem;
- zamikanje osi ni primerno;
 - o pod 50km/h skorajda nima vpliva
- zožitev križišča je primerna,
 - o ker pri hitrosti 50 km/h občutno zmanjšanje voznega pasu že vpliva na voznika.

S takim izločanjem ugotovimo, da je na danem mestu najprimernejša uporaba dvignjenih ploščadi, hitrostnih grbin in zožitev vozišča. Ocenjujem, da rešitev, ki je uporabljena v tem primeru, ni primerna. Namen dvignjene ploščadi je ščititi osebe, ki prečkajo vozišče, zato se prehod za pešce uredi na njej, ne pa pred njo oz. za njo. Levi zavijalci iz Lepega pota so še vedno v podrejenem položaju, saj vozniki na Finžgarjevi ulici v smeri Trnovo pred križiščem nimajo ovire. Križišče ima le dva urejena prehoda za pešce, manjka tretji.

Rešitev, ki jo predlagam, je naslednja:

Predlagam zožitev vozišča na obeh straneh. Na strani Lepega pota s podaljšanjem robnikov, na nasprotni strani z ureditvijo tlakovane ali zelene površine. Sledi ureditev vseh treh prehodov za pešce, pred njimi postavimo hitrostni grbini, širine 0,6 m. Z zmanjšanjem širine vozišča »držimo«
voznike na enaki hitrosti, kot so jo imeli, ko so zapeljali čez hitrostno grbino, dobimo pa tudi krajši prehod za pešce, kar je v dobro starejšim občanom.



Slika 5.17: Predlagana rešitev križišča Finžgarjeve ulice in Lepega pota

5.3 Primer 3: Zasavska cesta

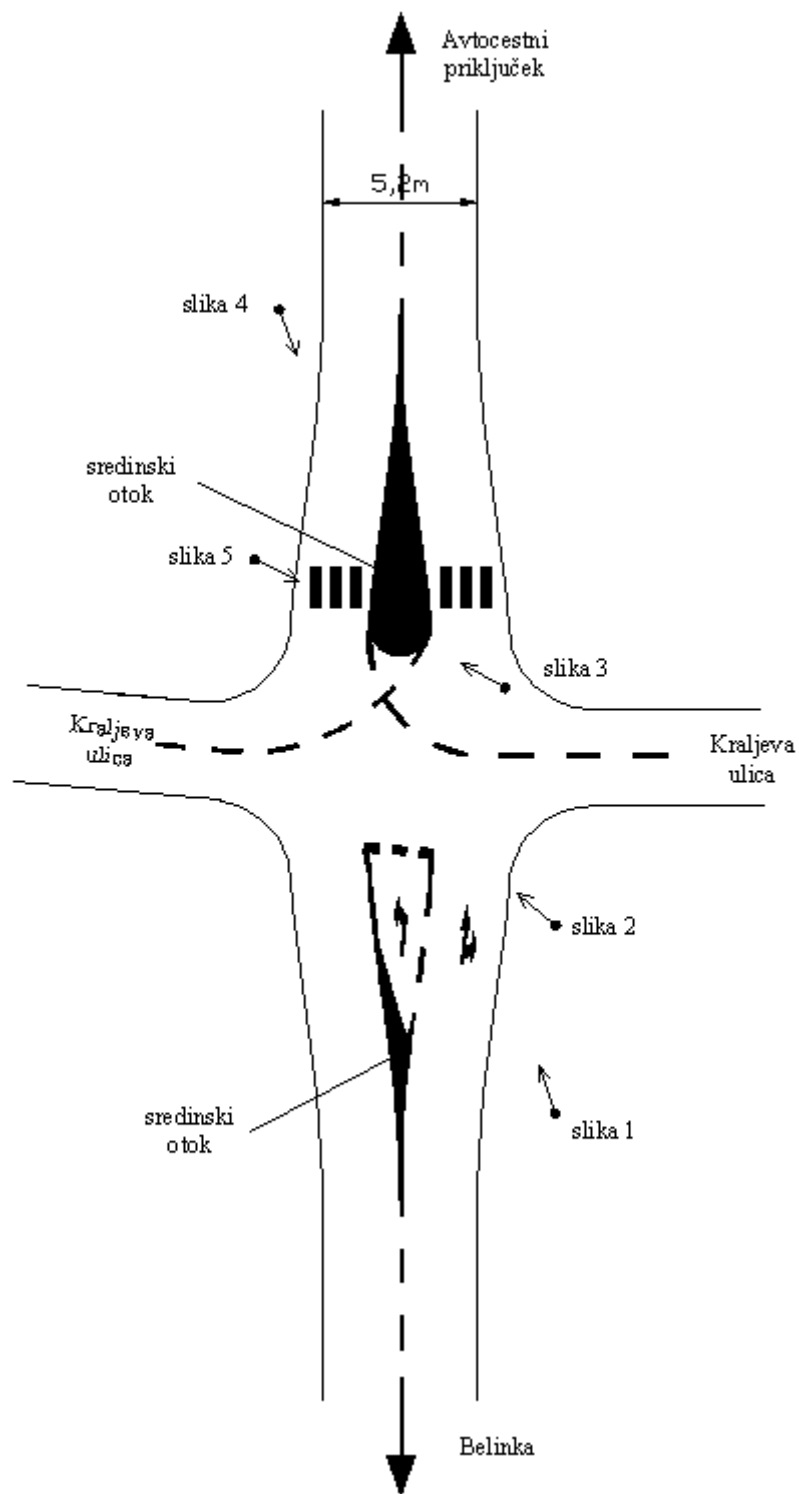
5.3.1 Opis stanja

V tem primeru obravnavamo križišče Zasavske ceste in Kraljeve ulice. Križišče je pregledno, dovoljena hitrost bi morala zaradi naselja znašati 50 km/h, vendar ni nobenega znaka, ki bi zahteval znižanje hitrosti s prej dovoljenih 70 km/h na 50 km/h. Širina vozišča omogoča tudi višje hitrosti, preko 70 km/h, tako da vključevanje s smeri Kraljeve ulice postane zelo oteženo, še posebej v jutranjih urah, ko je na Zasavski cesti veliko prometa.



Slika 5.18: Obstoječe stanje na Zasavski cesti

Predhodno je bilo umirjanje prometa na točki križišča urejeno z visokimi zvočnimi ovirami, ki pa s svojim hrupom in neučinkovitostjo glede zmanjšanja hitrosti vozil niso dale želenega učinka. Sedaj je umirjanje prometa urejeno z dvema sredinskima otokoma na Zasavski cesti. Širina ceste znaša 6,2 m, kar pomeni 3,1 m na vozni pas. Cesto lahko označimo kot regionalno cesto nižjega reda, saj je prevoznega značaja, po njej vozijo vozila vseh tipov.



Slika 5.19: Skica obstoječega stanja na Zasavski cesti



Slika 5.20: Slika 1; Prevelik polmer osi



Slika 5.21: Slika 2; Ureditev križišča iz smeri Belinke proti AC-priključku



Slika 5.22: Slika 3; Ureditev prehoda za pešce



Slika 5.23: Slika 4; Prevelik polmer osi



Slika 5.24: Slika 5; Ureditev križišča iz smeri AC-priključka proti Belinki

Za umirjanje prometa sta v križišču postavljena dvignjena povozna otoka.



Slika 5.25: Slika 6; Urejeno odvodnjanje

5.3.2 Komentar k izbranemu ukrepu

Hitrost na zeleni lokaciji želimo zmanjšati na 50 km/h. Predlagana preglednica za slovenske razmere nam pokaže, da so za dano situacijo primerni naslednji ukrepi:

- krožna križišča,
- zožitve vozišča in
- zamikanje osi.

Po moji oceni so primerni vsi trije ukrepi. Zaradi velike prometne obremenitve na Zasavski cesti bi bilo najprimerneje izvesti krožno križišče, saj zaradi počasnega prometa, izločitve levih zavijalcev in večjega prostora za vključevanje rešimo problem vključevanja s podrejenih ulic. Ker pa je prometa s Kraljeve ulice razmeroma malo, bi bila izgradnja krožnega križišča lahko vprašljiva.

Tako nam preostaneta zožitev križišča in zamikanje osi. Ukrepa največkrat uporabimo skupaj in tudi načrtovalci sedanjega stanja so ju najbrž želeli upoštevati. Po analizi stanja pa sem ugotovil, da ukrep, izveden na točki križišča, ne pripomore k umirjanju prometa. Vozila ne zmanjšujejo hitrosti pred uvozom v križišče, največji problem pa predstavljajo nekateri motoristi, ki vozijo prek 100 km/h; problematični so tudi težki tovornjaki, ki pri hitrosti 60km/h in več, močno motijo okolico.

Razlog za neprimernost izvedenega ukrepa vidim v tem, da je zamikanje osi oz. zamik vozišča premajhen, saj ga, kot vidimo na sliki 5.23, praktično ni. Na sliki 5.23 prav tako zaznamo odsotnost zmanjšanja širine vozišča. Tako lahko vozniki neovirano vozijo s hitrostjo, ki so jo imeli pred križiščem.

Da bi dobili zelene učinke, bi morali ob dodati še cestne robnike, vozišče pa bi lahko nekoliko zožili. Kljub majhni prometni obremenitvi Kraljeve ulice pa menim, da bi bila na tem mestu izgradnja krožnega križišča s stališča umirjanja prometa najprimernejši ukrep.

6 ZAKLJUČEK

Ko primerjamo preglednico 4.11 s preglednico v danskem pravilniku, vidimo, da nista popolnoma enaki. Razlika je v tem, da sem sam izhajal iz ameriške raziskave, Danci pa iz raziskave, opravljene na osnovi podatkov, zbranih na njihovih cestah. Na izbiro ukrepa pomembno vplivata okolje in tip prometa na cestah. Pri nas tako na primer zaradi udobnosti vožnje v javnem prometu in vozilih na nujni vožnji ukinjamo uporabo hitrostnih grbin na cestah, na katerih je hitrost večja od 50 km/h, oziroma tam, kjer ta vozila največkrat vozijo.

Ko smo primerjali preglednico 4.11 z obstoječo zakonodajo, smo zasledili tudi nekaj neujemanj. Obstoječe smernice ne razdeljujejo ukrepov za umirjanje prometa v odvisnosti od prometne obremenitve in zato večkrat dopušča uporabo hitrostnih grbin in dvignjenih ploščadi; oba ukrepa močno zmanjšata prometno obremenitev na odseku, kjer se pojavita. Kot alternativo hitrostnim grbinam in dvignjenim ploščadim sem predstavil zoženje vozišča ali zamikanje osi vozišča, saj ta ukrepa ne vplivata močno na zmanjšanje prometne obremenitve. Ocenjujem, da je glavna pomanjkljivost obstoječe zakonodaje prav nerazdeljevanje ukrepov za umirjanje prometa v odvisnosti od prometne obremenitve.

Četudi rečemo, da se promet po naših cestah odvija podobno kot promet na danskih cestah, ne moremo tega trditi z gotovostjo. Opraviti bi bilo treba raziskavo vsaj za nekaj primerov uporabe ukrepov umirjanja prometa na slovenskih cestah, da bi lahko primerjali preglednici in šele potem sklepali o podobnosti prometa in vpliva ukrepov za umirjanje nanj.

Sam sem se spopadal prav s to težavo, saj v slovenskem prostoru ni primerne raziskave, iz katere bi lahko izhajal. Kot sem že omenil, sem za analizo uporabil rezultate ameriških raziskav, ki so temeljili na spremljanju hitrosti in prometne obremenitve ali na ugotavljanju števila nesreč pred postavitvi ukrepa in po njej.

Edini podatki, ki so v slovenskem prostoru bili na razpolago, so bili podatki o nesrečah v mestih in zunaj njih (dostopni so na internetnih straneh slovenske policije). Da pa bi bili podatki uporabni za raziskavo, bi morali imeti vzporedne informacije o tem, kdaj in kje so bili določeni ukrepi postavljeni. Podatki, ki so mi bili posredovani, so zajemali ulice in stacionažo hitrostnih grbin ter ploščadi v mestni občini Ljubljana, vendar ni bilo zapisanih datumov postavitve, tako da so bili podatki nepopolni in za diplomsko nalogo neuporabni.

Predlagam, da se za slovenski prostor izdela obsežna raziskava učinkov postavitve ukrepov za umirjanje prometa. Tako bomo dobili rezultate za vse najpomembnejše primere sistemov umirjanja prometa, in sicer za hitrostne grbine, dvignjene ploščadi, šikane, zožitve vozišča in zamikanje osi vozišča. Da bi bila raziskava posameznega ukrepa tehtna, je treba opazovati vsaj 30 % vseh izvedb tega ukrepa, saj le tako dobimo dovolj velik vzorec. Pri tem je treba ustrezno izbrati lokacije, jih opazovati pred uvedbo ukrepa ter zbrati vse potrebne podatke in kriterije. Po uvedbi ukrepa je treba analizirati stanje in rezultate primerjati z rezultati pred uvedbo ukrepa. Če analiza pokaže, da smo dosegli želeni učinek, ukrep obdržimo, v nasprotnem primeru pa ga je treba dopolniti z drugim ukrepom ali pa zamenjati z ustrežnejšim ukrepom. Opazovanje učinkovitosti ukrepa moramo opravljati redno, saj nekateri ukrepi sčasoma postanejo neučinkoviti, ker se vozniki nanje navadijo.

7 VIRI

1. Allaire, G. (2005): Massachusetts Project Development and Design Guidebook – Public draft
http://www.vhb.com/mhdGuide/mhd_GuideBook.asp (30. 3. 2006)
2. Burden, D., Lagerwey, P. (1999), Road diets.
3. DRSC (2004): Raziskava učinkovitosti vpliva uvajanja ukrepov za umirjanje prometa na cestah. Ljubljana.
4. Internetne strani: <http://www.trafficcalming.org/>
<http://www.ite.org/traffic/>
<http://www.ci.seattle.wa.us/html/CITIZEN/getting.htm>
<http://www.treetonweb.co.uk/gallery/gallery2.htm>
http://www.ci.springfield.or.us/Pubworks/Trans_Div/2%20lane%20photos.htm
5. Juvanc, A. (2003): Temeljni pogoji za določevanje dimenzij cestnih elementov. Ljubljana: DZS.
6. Juvanc, A. (2003): Geometrijski in tehnični elementi osi ceste.
7. Kralj, A. (2005): Sistemi umirjanja prometa na vozišču in cestni mreži. Diplomsko naloga. Ljubljana, FGG, 67 f.
8. Reid, E. (1999): Traffic Calming: State of the Practise.
<http://www.ite.org/traffic/tcstate.htm> (30.03.2006)

9. Tehnične specifikacije za javne ceste TSC 03.800 Naprave in ukrepi za umirjanje prometa (2000): DRSC.

10. Vejdirektoratet (1991), Urban Traffic Areas. Part 0 Road Planning in Urban Areas.