

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:

Sergej Destovnik

**Določitev mejnih prometnih obremenitev
motornih vozil in pešcev za urejanje prehodov
za pešce izven križišč na podlagi čakalnih časov
in zajezitvenih dolžin motornih vozil**

Diplomska naloga št.: 2928

Mentor:
doc. dr. Tomaž Maher

Ljubljana, 19. 12. 2006

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani SERGEJ DESTOVNIK izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
»DOLOČITEV MEJNIH PROMETNIH OBREMENITEV MOTORNIH VOZIL IN PEŠCEV ZA UREJANJE PREHODOV ZA PEŠCE IZVEN KRIŽIŠČ NA PODLAGI ČAKALNIH ČASOV IN ZAJEZITVENIH DOLŽIN MOTORNIH VOZIL«.

Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL, Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo.

Ljubljana, 7. 12. 2006

(podpis)

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 656.1.021+656.1.055/.057 (043.2)

Avtor: Sergej Destovnik

Mentor: doc. dr. Tomaž Maher, u.d.i.g.

Naslov: Določitev mejnih prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev za urejanje prehodov za pešce izven križišč na podlagi čakalnih časov in zajezitvenih dolžin motornih vozil

Obseg in oprema: 91 str. 19 pregl., 44 sl., 4 graf., 7 en.

Ključne besede: prehod za pešce izven križišč, prometne obremenitve, zamude, zajezitvene dolžine, nivo uslug, mikrosimulacija

Izvleček

Prehodi za pešce izven križišč se urejajo z namenom, da bi med oddaljenimi prehodi v križiščih preprečili peščevo nedisciplinirano prečkanje vozišča ter zmanjšali število konfliktnih situacij. V prvem delu so opisani zakonodaja in pravilniki, podani so kriteriji za postavitev prehodov ter opisane karakteristike prometnih udeležencev v območju prehodov za pešce. Naloga določa mejne prometne obremenitve motornih vozil in pešcev za odločitev o urejanju semaforiziranega oziroma nesemaforiziranega prehoda. Mejo so določali čakalni časi motornih vozil, ki so bili določeni s pomočjo mikrosimulacijskega programa VISSIM 4.10. O načinu urejanja posameznega prehoda za pešce na podlagi prometnih obremenitev se odloča po tistem, ko ti ustrezajo vsem drugim pogojem in kriterijem. Treba je poudariti, da v pridobljenih rezultatih ni upoštevan najbolj pomemben kriterij – prometna varnost pešcev. S pomočjo opravljenih simulacij in vrednotenja rezultatov na nesemaforiziranih prehodih sta določena dva grafa, ki določata mejo prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev za urejanje nesemaforiziranega oziroma semaforiziranega prehoda za pešce v območju izven križišč. Za primere, ko se na podlagi določenih grafov odločimo za izvedbo semaforiziranega prehoda za pešce, so bile določene 95-percentilne zajezitvene dolžine, do katerih prihaja pri različnih dolžinah ciklusov na semaforiziranem prehodu za pešce. Rezultat predstavljata zgornja meja prometnih obremenitev motornih vozil za ureditev semaforiziranega križišča pri različnih dolžinah ciklusov ter spodnja meja prometnih obremenitev motornih vozil za izvedbo izvennivojskega križanja pri različnih oddaljenostih bližnjih križišč.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

- UDC:** 656.1.021+656.1.055/.057 (043.2)
- Author:** Sergej Destovnik
- Supervisor:** Assist. Prof. Tomaž Maher, Ph.D.C.E.
- Title:** Determining boundary traffic volumes of vehicles and pedestrians in out-of-junction pedestrian crossings depending on vehicle delays and queues
- Notes:** 91 p. 19 tab., 44 fig., 4 graph., 7 eq.
- Key words:** zebra crossing out-of-junction, traffic flow, delay, queue, level of service, microsimulation

Abstract

Out-of-junction pedestrian crossings are regulated with intention to prevent undisciplined street crossings and to reduce the number of conflict situations. In the first part of the thesis legislation and statutes are described, but also the criteria for building out-of-junction pedestrian crossings and characteristics of traffic participators are presented. The thesis was set up to determine boundary traffic volumes of vehicles and pedestrians in order to make a decision on regulating signal-controlled crossings and zebra crossings. Boundary was determined by vehicle delays which had been defined with microscopic program VISSIM 4.10. Criterion of traffic volumes of vehicles and pedestrians is used after all other conditions have been satisfied. It has to be stated that the most important criterion – the pedestrian safety – was not used and cannot be considered in the acquired results. With the simulation program and analyses of non-sign pedestrian crossings, two diagrams were defined. They determine boundary traffic volumes of vehicles and pedestrians for regulating out-of-junction signal-controlled or zebra pedestrian crossings. If a diagram shows that a crossing should be signalized then another diagram, which was defined, must be used. This diagram is based on 95-percentile queue of vehicles at different cycle at out-of junction signalized pedestrian crossings. The results are as follows: upper boundary traffic volumes of vehicles for signalized pedestrian crossings and lower boundary traffic volumes of vehicles for realization of grade-separated junction at different distances of nearby intersections.

ZAHVALA

Za pomoč pri nastajanju diplomske naloge se zahvaljujem mentorju doc. dr. Tomažu Maherju, u.d.i.g..

Posebna zahvala velja Goranu Jovanoviću, u.d.i.g. in Davidu Lavriču, u.d.i.g., ki sta mi v zadnjih dveh letih in pol pomagala s svojimi strokovnimi nasveti. Hvala tudi drugim sodelavcem iz podjetja Appia d.o.o, Ljubljana.

Zahvalil bi se tudi staršema, ki sta me skozi vsa leta študija moralno in finančno podpirala.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Opredelitev problema.....	1
1.2	Namen naloge	2
1.3	Pregled vsebine	2
2	ZAKONI IN PRAVILNIKI	3
2.1	Zakon o varnosti cestnega prometa (Ur. l. RS, 25/06).....	3
2.1.1	Vzdrževanje ceste (7. člen)	3
2.1.2	Pomen izrazov (23. člen)	3
2.1.3	Omejitev hitrosti (32. člen)	4
2.1.4	Prehod za pešce (49. člen).....	4
2.1.5	Ustavitev in parkiranje (52. člen).....	5
2.1.6	Pešci (95. člen).....	5
2.1.7	Naprave in ukrepi za umirjanje cestnega prometa (121. člen).....	5
2.1.8	Svetlobni prometni znaki (119. člen).....	6
2.2	Pravilnik o projektiranju cest (Ur. l. RS, 91/05)	7
2.2.1	Površine za pešce (48. člen).....	7
2.2.2	Zagotavljanje neoviranega gibanja funkcionalno oviranih oseb (49. člen)	8
2.2.3	Prometni znaki, označbe na vozišču, prometna oprema (55. člen).....	9
2.2.4	Svetlobni znaki (57. člen)	9
2.2.5	Cestna razsvetljava (59. člen)	9
3	OSNOVE IN METODOLOGIJA	10
3.1	Prehodi za pešce izven križišč	10
3.1.1	Krajevni globalni kriteriji.....	10
3.1.2	Krajevni lokalni kriteriji.....	13
3.1.3	Kriterij prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev	16
3.1.4	Prometno-varnostni kriteriji.....	19
3.1.5	Tehnični kriteriji	19

3.1.5.1	Hodniki za pešce.....	19
3.1.5.2	Čakalne površine	20
3.1.5.3	Prometna signalizacija.....	20
3.1.5.3.1	Vertikalna prometna signalizacija	20
3.1.5.3.2	Horizontalna prometna signalizacija	23
3.1.5.4	Svetlobni znaki za urejanje prometa pešcev.....	24
3.1.5.5	Oprema za osvetlitev prehodov za pešce.....	24
3.2	Osnovni parametri oviranega prometnega toka motornih vozil	25
3.2.1	Urejanje prometa v križišču s prometnimi znaki za odvzem prednosti.....	26
3.2.2	Urejanje prometa v križišču s svetlobno-signalnimi napravami	26
3.2.3	Zamude	28
3.2.4	Kolone	29
3.3	Karakteristike pešca.....	31
3.3.1	Prostorske zahteve pešcev	32
3.3.2	Hitrost hoje pešcev	33
3.3.3	»Start up« časi	33
3.3.4	Prometni tok pešcev	34
3.4	Nivoji uslug	34
3.4.1	Nivoji uslug na nesemaforiziranih križiščih.....	35
3.4.2	Nivoji uslug na semaforiziranih prehodih za pešce.....	36
3.4.3	Nivoji uslug prometnih površin za pešce	36
3.4.3.1	Hodniki za pešce.....	36
3.4.3.2	Čakalne površine	38
4	MIKROSIMULACIJSKI PROGRAM VISSIM 4.10	39
4.1	Delo s programom	41
4.2	Izdelava omrežja in nastavitve posameznih parametrov	42
4.2.1	Porazdelitev zaželenih hitrosti	47
4.2.2	Karakteristike prometnih udeležencev	48
4.3	Izhodni podatki	49

5	DOLOČITEV MEJE PROMETNIH OBREMNITEV MOTORNIH VOZIL IN PEŠCEV ZA ODLOČITEV O UREJANJU PREHODOV ZA PEŠCE IZVEN KRIŽIŠČ S POMOČJO MIKROSIMULACIJE	52
5.1	Metodologija določitve pragov	52
5.1.1	Matematični modeli	52
5.1.2	Prometne obremenitve	54
5.1.3	Urejanje prometa v območju prehoda za pešce izven križišč	55
5.1.3.1	Nesemaforiziran prehod za pešce izven križišč	55
5.1.3.2	Semaforiziran prehod za pešce izven križišč	56
5.1.3.2.1	Ciklus	56
5.2	Analiza in vrednotenje rezultatov	57
5.2.1	Rezultati analize	58
5.2.2	Vrednotenje rezultatov	59
5.2.2.1	Nesemaforiziran prehod za pešce izven križišč	60
5.2.2.1.1	Določitev meje prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev	61
5.2.2.1.2	Meja prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev	63
5.2.2.2	Semaforiziran prehod za pešce izven križišč	64
6	ZAKLJUČEK	67

VIRI

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 3.1: Priporočljive hitrosti za dimenzioniranje prehoda za pešce (HCM, 2000) ..	14
Preglednica 5.1: Matrika prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev	54
Preglednica 5.2: Prikaz primerjalnih kriterijev za nesemaforiziran prehod za pešce	58
Preglednica 5.3: Prikaz primerjalnih kriterijev za semaforiziran prehod za pešce	58
Preglednica 5.4: Čakalni časi (s) motornih vozil v odvisnosti od prometnih obremenitev	60
Preglednica 5.5: Čakalni časi (s) motornih vozil v odvisnosti od prometnih obremenitev	60
Preglednica 5.6: Mejne prometne obremenitve motornih vozil in pešcev – nivo uslug $Nu = F$	61
Preglednica 5.7: Prikaz zaježitvenih dolžin vozil v odvisnosti od dolžine ciklusa	64
Preglednica 5.8: Prikaz zaježitvenih dolžin vozil v odvisnosti od dolžine ciklusa	66

KAZALO SLIK

Slika 3.1: Potek prometnih povezav za motorna vozila glede na območje obdelave (CROW, 1998)	13
Slika 3.2: Koncentrirano in disperzijsko prečkanje ceste (CROW, 2000)	13
Slika 3.3: Situacija zaustavitvene pregledne razdalje (RUC, 1993)	15
Slika 3.4: Preglednost za pešce (PTI, 1991)	15
Slika 3.5: Semaforiziran prehod za pešce izven območja križišč – Pelican (CROW, 1998, str. 786).....	18
Slika 3.6: Prosti in prometni prerez za pešce	20
Slika 3.7: Postavitev prometnih znakov ob površinah za pešce	21
Slika 3.8: Prometni znak I-15 (Otroci na cesti)	22
Slika 3.9: Prometni znak III-6 (Prehod za pešce)	22
Slika 3.10: Dopolnilna tabla IV-1	23
Slika 3.11: Horizontalna signalizacija V-16 (Prehod za pešce)	23
Slika 3.12: Svetlobni znaki za urejanje prometa pešcev	24
Slika 3.13: Razporeditev svetilk pred preходом za pešce	24
Slika 3.14: Vrsta vozil na uvoznem pasu semaforiziranega križišča (HCM, 2000)	27
Slika 3.15: Časovni razmaki med vozili pri speljevanju v križišču (HCM, 2000)	28
Slika 3.16: Pojavljanje vrst v semaforiziranem križišču (HCM, 2000)	30
Slika 3.17: Osnovne telesne dimenzije stoječega pešca (HCM, 2000)	32
Slika 3.18: Varnostna razdalja premikajočega se pešca (HCM, 2000)	32
Slika 3.19: Grafični prikaz nivoja uslug površine za gibajoče se pešce (HCM, 2000)	37
Slika 3.20: Grafični prikaz nivoja uslug površine za čakajoče pešce (HCM, 2000)	38
Slika 4.1: Wiedemann 1974 – model sledenja vozil (PTV, 2005)	40
Slika 4.2: Delovno okno programa VISSIM v 3D pogledu (VISSIM 4.10)	41
Slika 4.3: Podatki o odsekih (VISSIM 4.10)	42
Slika 4.4: Podatki o porazdelitvi reducirane hitrosti (VISSIM 4.10)	42
Slika 4.5: Podatki o odvzemu prednosti (VISSIM 4.10)	44
Slika 4.6: Prikaz vseh podatkov o odvzemu prednosti za obravnavani primer (VISSIM 4.10)	44
Slika 4.7: Podatki o porazdelitvi časa ustavitve (VISSIM 4.10)	45

Slika 4.8: Podatki o krmiljenju svetlobno-signalnih naprav (VISSIM 4.10)	45
Slika 4.9: Podatki o signalnih glavah na posameznem odseku (VISSIM 4.10)	46
Slika 4.10: Podatki o prometnih obremenitvah na posameznem odseku (VISSIM 4.10)	46
Slika 4.11: Podatki o strukturi prometa in porazdelitvi hitrosti (VISSIM 4.10)	7
Slika 4.12: Nastavitev porazdelitve zelene hitrosti (VISSIM 4.10)	7
Slika 4.13: Nastavitev voznikovih in peščevih karakteristik (VISSIM 4.10)	48
Slika 4.14: Nastavitev parametrov simulacije (VISSIM 4.10)	49
Slika 4.15: Nastavitev parametrov simulacije (VISSIM 4.10)	50
Slika 4.16: Nastavitev parametrov za analizo (VISSIM 4.10)	50
Slika 4.17: Nastavitev parametrov za analizo (VISSIM 4.10)	50
Slika 4.18: Primer izpisa izhodne datoteke *.kna (VISSIM 4.10)	51
Slika 4.19: Primer izpisa izhodne datoteke *.stz (VISSIM 4.10)	51
Slika 5.1: Matematični model nesemaforiziranih prehodov za pešce (VISSIM 4.10)	53
Slika 5.2: Matematični model semaforiziranega prehoda za pešce (VISSIM 4.10)	53
Slika 5.3: Idejna zasnova nesemaforiziranega prehoda za pešce (VISSIM 4.10)	55
Slika 5.4: Idejna zasnova semaforiziranega prehoda za pešce (VISSIM 4.10)	56
Slika 5.5: Izbrani fiksni krmilni diagrami v semaforiziranih prehodih za pešce	57

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 5.1: Meja prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev za označevanje semaforiziranih oziroma nesemaforiziranih prehodov za pešce	62
Grafikon 5.2: Meja prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev – širina vozišča 6.00 m	63
Grafikon 5.3: Meja prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev – širina vozišča 7.00 m	63
Grafikon 5.4: 95-percentilne zaježitvene dolžine vozil v odvisnosti od dolžine cikla	65

KAZALO PRILOG

- Priloga 1: Prikaz čakalnih časov v odvisnosti od prometnih obremenitev – RS 5
- Priloga 2: Čakalni časi vozil v odvisnosti od prometnih obremenitev – RS 24
- Priloga 3: Čakalni časi (s) v odvisnosti od prometnih obremenitev – RS 42
- Priloga 4: Čakalni časi (s) v odvisnosti od prometnih obremenitev – RS 95
- Priloga 5: Čakalni časi (s) v odvisnosti od prometnih obremenitev – RS 5
- Priloga 6: Čakalni časi (s) v odvisnosti od prometnih obremenitev – RS 24
- Priloga 7: Čakalni časi (s) v odvisnosti od prometnih obremenitev – RS 42
- Priloga 8: Čakalni časi (s) v odvisnosti od prometnih obremenitev – RS 95
- Priloga 9: Mejne prometne obremenitve motornih vozil in pešcev – RS 5 – Nu = F
- Priloga 10: Mejne prometne obremenitve motornih vozil in pešcev – RS 24 – Nu = F
- Priloga 11: Mejne prometne obremenitve motornih vozil in pešcev – RS 42 – Nu = F
- Priloga 12: Mejne prometne obremenitve motornih vozil in pešcev – RS 95 – Nu = F
- Priloga 13: Prikaz zaježitvenih dolžin vozil v odvisnosti od dolžine ciklusa – RS 5
- Priloga 14: Prikaz zaježitvenih dolžin vozil v odvisnosti od dolžine ciklusa – RS 24
- Priloga 15: Prikaz zaježitvenih dolžin vozil v odvisnosti od dolžine ciklusa – RS 95

1 UVOD

1.1 Opredelitev problema

Na naših cestah in ob njih je iz dneva v dan manj prostora, ki bi bil namenjen za nemoteno gibanje pešcev, zato je najpogostejši in najbolj počasen udeleženec v prometu – pešec postal tudi najbolj nezaščiten.

Vsak voznik je potencialni pešec, katerega individualno obnašanje zahteva posebno zaščito, posebej v primeru, ko prihaja do konfliktov z drugimi prometnimi udeleženci. Pešci so žrtve prometnih nesreč zaradi neustreznega ravnanja voznikov, svojih napak ter neustrezno urejenih površin za varnejše gibanje pešcev in površin za prečkanje vozišča.

Tuja literatura na podlagi opazovanj in številnih raziskav določa zgornjo mejo kapacitete prometnega toka, ki je različen za vsakega prometnega udeleženca. V primeru križanja dveh uporabnikov se, odvisno od velikosti posameznih prometnih tokov, vsem uporabnikom znižuje zgornja meja kapacitete prometnega toka. Za ureditev prehodov za pešce izven križišč so natančno določene minimalne vrednosti, ki jih določa kriterij prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev na uro. Ne glede na vse pogoje najbolj varne rešitve križanja omenjenih dveh uporabnikov predstavlja izvennivojsko križanje z izvedbo podhodov ali nadhodov.

Da bi na območjih med oddaljenimi prehodi za pešce v križiščih preprečili peščevo nedisciplinirano prečkanje vozišča ter zmanjšali število konfliktnih situacij pri križanju poti motornih vozil in pešcev v istem nivoju, so v slovenski in tuji literaturi določeni pogoji in kriteriji za določitev potencialnih mest za namestitev zaznamovanih prehodov za pešce izven križišča. O načinu urejanja posameznega prehoda za pešce izven križišč se po tistem, ko ti ustrezajo vsem pogojem in kriterijem, odločamo na podlagi prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev.

1.2 Namen naloge

Namen naloge je s pomočjo mikrosimulacijskega orodja določiti zgornjo mejo urnih prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev za urejanje nesemaforiziranih prehodov za pešce širine 4.00 m v območju izven križišč na podlagi čakalnih časov motornih vozil ter mejo prometnih obremenitev motornih vozil v odvisnosti od dolžine cikla ter zaježitvenih dolžin motornih vozil na semaforiziranih prehodih.

Treba je poudariti, da bodo pridobljene mejne vrednosti prometnih obremenitev v pomoč pri odločitvi o urejanju, vendar brez upoštevanja najbolj pomembnega kriterija – prometne varnosti pešcev. V bližini šol, vzgojno-varstvenih zavodov ali drugih površin, kjer je večja koncentracija otrok ali nemočnih, veljajo posebni pogoji, saj je treba te osebe zaradi njihovih psihofizičnih lastnosti posebej varovati.

1.3 Pregled vsebine

Naloga ima poleg uvoda še šest poglavij. V drugem poglavju so predstavljeni pomembnejši členi iz zakonov in pravilnikov. Kriterij prometnih obremenitev nastopi potem, ko imamo določeno potencialno mesto prehoda, zato so v tretjem poglavju podani kriteriji za njihovo namestitve in opisane osnove prometnega toka motornih vozil in pešhoje po ameriški metodologiji HCM (2000). Za pravilno analizo in vrednotenje pridobljenih rezultatov s pomočjo mikrosimulacijskega programa VISSIM 4.10, ki je podrobno opisan v četrtem poglavju, je v tretjem poglavju opisano tudi kvalitativno merilo – nivo uslug (LOS – *Level of service*). V predzadnjem poglavju so s pomočjo programa določene mejne prometne obremenitve za posamezne primere urejanja prehodov za pešce.

2 ZAKONI IN PRAVILNIKI

V nadaljevanju so predstavljeni pomembnejši členi iz zakonov in pravilnikov, ki urejajo področje prehodov za pešce, in pešca kot najpočasnejšega udeleženca v prometu.

2.1 Zakon o varnosti cestnega prometa (Ur. l. RS, 25/06)

2.1.1 Vzdrževanje ceste (7. člen)

(3) Prehodi za pešce oziroma peške (v nadaljnjem besedilu: pešci) na cestah morajo biti ponoči ustrezno osvetljeni in, razen na križiščih, označeni s predpisanimi prometnimi znaki. Na prehodih za pešce na cestah z dvema ali več prometnimi pasovi za vožnjo v eno smer mora biti promet urejen s semaforji.

2.1.2 Pomen izrazov (23. člen)

(1) Posamezni izrazi, uporabljeni v tem zakonu, imajo naslednji pomen:

10. pas za pešce je označeni vzdolžni del vozišča, ki je namenjen hoji pešcev;

14. pločnik je del ceste, ki je ločen od vozišča, in je namenjen in urejen za promet pešcev, lahko pa tudi za mešani promet pešcev in kolesarjev;

17. prehod za pešce je del vozišča, ki je namenjen prehajanju pešcev čez cesto, in je označen s predpisano prometno signalizacijo;

18. otok za pešce je dvignjena ali od cestišča kako drugače ločena urejena površina na cestišču, namenjena postanku pešcev, ki prečkajo cesto ali vstopajo v vozilo javnega potniškega prometa ali izstopajo iz njega;

53. kolona vozil so tri vozila ali več, ki vozijo eno za drugim po istem prometnem pasu na takšni medsebojni razdalji, da sta hitrost vožnje in ravnanje voznikov v medsebojni odvisnosti;

64. udeleženec cestnega prometa je oseba, ki je na kakršen koli način udeležena v cestnem prometu;

65. voznik je oseba, ki na cesti vozi vozilo;

67. pešec je oseba, udeležena v cestnem prometu, ki hodi po cesti, pri tem pa lahko vleče ali potiska vozilo ali se premika z invalidskim vozičkom s hitrostjo pešca ali tak voziček potiska, in oseba, ki uporablja za gibanje drugo prevozno sredstvo, ki po tem zakonu ni vozilo;

71. ustavljanje je prehod vozila iz gibanja v mirujoče stanje;

76. prometni tok je več vozil (prometni tok vozil) ali pešcev (prometni tok pešcev), ki se po cesti gibljejo v isto smer;

87. prometna ureditev je način potekanja in vodenja prometa, ki ga za cesto ali njen del oziroma za naselje ali njegov del določi upravljavec ceste, in ga označi s predpisano prometno signalizacijo. Prometna ureditev obsega:

- določitev prednostnih smeri in sistem ter način vodenja prometa;
- omejitve uporabe ceste ali njenega dela glede na vrsto prometa;
- omejitve hitrosti in določitev ter izvedba ukrepov za umirjanje prometa;
- ureditev mirujočega prometa;
- določitev območij umirjenega prometa, območij omejene hitrosti in območij za pešce;
- določitev drugih prepovedi, obveznosti ali omejitev udeležencem cestnega prometa.

2.1.3 Omejitev hitrosti (32. člen)

(1) Največja dovoljena hitrost vozila je omejena:

- 50 km/h – na cestah v naselju;

(3) Naselje, v katerem je hitrost omejena v skladu s prvim odstavkom tega člena, je pozidano območje ob cesti, ki ga sestavlja več stanovanjskih stavb, ki tvorijo prostorsko celoto, v kateri se pešci in vozila lahko vključujejo v promet na tej cesti preko dovoznih poti, ulic, trgov, parkov ali drugih javnih površin. Naselje vključuje tudi dele ceste znotraj pozidanega območja, ob katerih ni stanovanjskih stavb. Meje naselja morajo biti označene s predpisanim prometnim znakom.

2.1.4 Prehod za pešce (49. člen)

(1) Prehodu za pešce se mora voznik približevati s potrebno previdnostjo in takšno hitrostjo, da lahko vozilo ustavi, če bi z vožnjo preko prehoda ogrožal pešce.

(2) Na prehodu za pešce, na katerem promet ni urejen s svetlobnimi prometnimi znaki ali ga ne ureja policist, morajo vozniki in drugi udeleženci cestnega prometa omogočiti pešcem varno prečkanje vozišča, ko so na prehodu ali stopajo nanj.

2.1.5 Ustavitev in parkiranje (52. člen)

(4) Ustavitev in parkiranje sta prepovedana na prehodu za pešce in na razdalji manj kot 5 metrov pred prehodom. Če so na vozišču pred prehodom označena parkirna mesta, mora biti prepoved iz te točke označena s predpisano označbo na vozišču.

2.1.6 Pešci (95. člen)

(1) Pešci morajo uporabljati prometne površine, namenjene hoji pešcev.

(2) Če na vozišču ali ob njem ni pasu za pešce, pešpoti ali hodnika za pešce, je pa kolesarska pot ali steza, smejo hoditi pešci po kolesarski poti ali stezi, vendar tako, da ne ovirajo kolesarjev in voznikov koles s pomožnim motorjem.

(3) Pešec ne sme hoditi po vozišču ali se zadrževati na njem, prav tako ne sme nanj nenadoma stopiti.

(7) Pešec mora prečkati vozišče na prehodu za pešce, če je ta oddaljen od njega manj kot 100 metrov. Pešec ne sme prečkati vozišča zunaj prehoda za pešce, če sta smerni vozišči fizično ločeni ali ju loči neprekinjena ločilna črta.

(8) Pešec mora prečkati vozišče brez ustavljanja in po najkrajši poti. Preden stopi na vozišče, se mora prepričati, če to lahko varno stori.

2.1.7 Naprave in ukrepi za umirjanje cestnega prometa (121. člen)

(1) Naprave za umirjanje cestnega prometa so fizične, svetlobne ali druge naprave in ovire, s katerimi se udeležencem cestnega prometa onemogoči vožnja z neprimerno hitrostjo ali se jih opozori na omejitev hitrosti na delu ceste.

(2) Ovire za umirjanje prometa, s katerimi se udeležencem cestnega prometa fizično prepreči vožnja z neprimerno hitrostjo, je dovoljeno postaviti le na delih regionalnih cest II. ali III. reda in občinskih cest v naselju, na katerih so zaradi pogostih kršitev omejitev hitrosti vožnje ogroženi udeleženci cestnega prometa ali se zaradi tega vzroka dogajajo prometne nesreče in na drugačen način oziroma z drugimi napravami ali ukrepi za umirjanje prometa ni mogoče zagotoviti njihove varnosti.

(3) Ovire iz prejšnjega odstavka morajo biti označene s predpisano prometno signalizacijo.

(4) Ukrepi za umirjanje prometa so tudi tehnične rešitve na cestnem omrežju in na vozišču ter oblikovanje prometnih površin.

(5) Ne glede na razloge iz drugega odstavka tega člena je obvezna postavitev naprav oziroma izvedba ukrepov za umirjanje prometa pred šolami, vrtci in drugimi objekti, ob katerih je zaradi varnosti otrok dodatno zmanjšana največja dovoljena hitrost v naselju.

2.1.8 Svetlobni prometni znaki (119. člen)

(1) Naprave za dajanje svetlobnih prometnih znakov so namenjene urejanju:

- prometa vozil;
- prometa pešcev;
- semaforji za pešce;

(2) Svetlobni prometni znaki za urejanje prometa vozil na križišču, razen rumene utripajoče luči, razveljavijo pomen prometnih znakov, s katerimi je urejena prednost vozil na tem križišču.

(3) Na semaforju za vozila je rdeča luč zgoraj, v sredini je rumena in spodaj zelena. Na semaforju, ki je nameščen horizontalno, si z leve proti desni sledijo rdeča, rumena in zelena luč. Luči na semaforju so lahko tudi v obliki barvne puščice na črni podlagi ali črne puščice na barvni podlagi.

(4) Luči na semaforju za vozila se prižigajo v naslednjem zaporedju: rdeča, rdeča in rumena, zelena, rumena in ponovno rdeča. Delovanje semaforjev, dopolnilnih svetlobnih znakov, rumene luči v obliki puščice in svetlobnih znakov za pešce na križišču mora biti medsebojno usklajeno tako, da zagotavlja varen in tekoč promet.

(6) Udeleženci cestnega prometa se morajo ravnati po barvah luči na semaforju, ki imajo naslednji pomen:

1. rdeča luč – prepovedana vožnja;
2. rumena luč – prepovedana vožnja, razen v primeru, ko se vozilo zaradi premajhne oddaljenosti od semaforja pri vožnji z dovoljeno hitrostjo ne more varno ustaviti;
3. zelena luč – prost prehod in obveznost za voznika, da brez odlašanja odpelje oziroma nadaljuje vožnjo;
5. rdeča in rumena luč, ki gorita hkrati – prepovedana vožnja in napoved, da se bo prižgala zelena luč;
6. rumena utripajoča luč – vozi posebno previdno. Enak pomen ima rumena utripajoča luč, ki se uporablja kot samostojen svetlobni znak. Kadar je rumena utripajoča luč nameščena neposredno nad prometnim znakom (če je prometni znak nad voziščem, je lahko nameščena tudi ob njem ali pod njim), poudarja njegov pomen.

(10) Če so svetlobni znaki namenjeni le pešcem ali kolesarjem, mora biti to označeno s simbolom pešca ali kolesarja.

(11) Za pešca velja zaporedje zelena–rdeča–zelena luč. Če se namesto zelene prižge rdeča luč med prečkanjem vozišča, mora prečkanje nadaljevati.

2.2 Pravilnik o projektiranju cest (Ur. l. RS, 91/2005)

2.2.1 Površine za pešce (48. člen)

(1) Javne površine za pešce so: hodnik za pešce, nivojski prehod, podhod, nadhod, klančina, javno stopnišče, območja za pešce in pešpot.

(2) Površine za pešce se urejajo v skladu s pravili urejanja prostora in s stališča zagotavljanja prometne varnosti ter ekonomičnosti graditve in vzdrževanja, skladno z določbami tega pravilnika.

(3) Dimenzije tlorisa, ki so potrebne za normalno gibanje pešca, so: 0.3 osebe/m², za občasno zgostitev 0.6 osebe/m² in za prehod ceste 1.0 oseba/m².

(4) Peščev prometni profil je širine 0.75 m in višine 2.25 m, prosti profil širine 1,00 m in višine 2.50 m.

(5) Ureditev hodnika za pešce ali pešpoti ob cesti izven naselja je upravičena, če prometna obremenitev ceste presega 3.500 vozil na dan, povprečna zgostitev pešcev ob cesti pa več kot deset oseb na uro.

(6) Hodnik za pešce mora biti višinsko ločen od zunanjega roba vozišča z robnikom minimalne višine 12 cm, imeti mora utrjeno površino s prečnim nagibom 2.0 odstotka, če pa je izven naselja pa z 0.50 m široko bankino.

(7) Prehod za pešce izven območja križišča je dopustno označiti na lokaciji stalne koncentracije pešcev, če je odmik do naslednjega prehoda ali križišča večji kot 150 m.

(8) Prehod za pešce preko štiri- ali večpasovnega vozišča ceste v naselju se uredi s prometnim otokom s čakalno površino minimalne širine 2.0 m.

2.2.2 Zagotavljanje neoviranega gibanja funkcionalno oviranih oseb (49. člen)

(1) Vse površine, ki so ob vozišču, oziroma potekajo samostojno in so namenjene pešcem, ter nivojski prehodi čez vozišče, kadar so predvideni, morajo biti brez grajenih in komunikacijskih ovir ter morajo hkrati zagotavljati varno uporabo vsem funkcionalno oviranim osebam v skladu s predpisi, ki urejajo zahteve za zagotavljanje neoviranega dostopa, vstopa in uporabe objektov v javni rabi.

(2) Površina za uporabo invalidskega vozička je minimalne širine 1.20 m, s prečnim nagibom do 3.0 odstotka in vzdolžnim nagibom do 6.0 odstotka, če ima na razdalji do 30 m počivališče dolžine do 3 m z nagibom do 1.5 odstotka.

(3) Prehodi za invalidski voziček se oblikujejo s klančino minimalne širine 1.0 m in z nagibom do 12.0 odstotka, ki se jo neposredno priključi na niveleto hodnikov za pešce ali roba ceste.

(4) Ob stopnišču nadhoda ali podhoda se predvidi klančina za invalidske vozičke in kolesarje minimalne širine 1.50 m, z nagibom do 8.0 odstotka in z vmesnim podestom na razdalji do 10 m, ki je na obeh straneh opremljena z varovalno ograjo in držalom na višini 1.00 m od tal.

(5) Na površini za pešce, ki jo uporabljajo slabovidne osebe, ni dopustno v prosto gibalni površini postavljati nobene ovire.

2.2.3 Prometni znaki, označbe na vozišču, prometna oprema (55. člen)

(1) Postavitev prometnih znakov se predvidi v skladu s predpisom o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah ter skladno z določbami zakona, ki ureja varnost cestnega prometa o napravah za urejanje prometa.

(2) Označbe na vozišču, ki so namenjene za vodenje in obveščanje udeležencev v prometu, so vzdolžne, prečne in druge označbe, v skladu s predpisom iz prejšnjega odstavka.

2.2.4 Svetlobni znaki (57. člen)

(1) Svetlobni znaki so semaforji, svetlobno spremenljivi znaki in osvetljeni znaki za urejanje motornega, kolesarskega in pešprometa na križišču, priključku, na označenem prehodu ceste, železniške proge, proge mestnega javnega prevoza, omejitve na cesti, izvoza intervencijskih vozil in podobno.

(2) Naprave svetlobne signalizacije za urejanje prometa na križišču ali priključku so nameščene na posebnih drogovih ob vozišču z minimalnim odmikom 0.75 m od roba vozišča, tako da je spodnji rob naprave na višini 2.25 m nad površino za kolesarje ali površino za pešce in nad voziščem na konzolnem drogu ali na portalu na minimalni višini 4.50 m.

2.2.5 Cestna razsvetljava (59. člen)

(1) Cestna razsvetljava zagotavlja osvetljenost vozišča in površin ob cesti, tako da lahko udeleženci cestnega prometa zlahka opazijo tudi nepričakovane ovire v nočnem času ali ob neustrezni dnevni svetlobi.

(2) Kvaliteta cestne razsvetljave je določena s kriteriji vidljivosti, ki so odvisni od projektne hitrosti, nivoja in enakomernosti osvetlitve in osvetljenosti, omejitve bleščanja in načina optičnega vodenja.

(3) Razsvetljava je treba namestiti na cestah v naseljih, ..., na avtobusnih postajališčih, na hodnikih za pešce v območju označenih prehodov ali podhodov, na površinah kontrolnih postaj, bencinskih servisov, počivališč in oskrbnih postajališč ter parkirišč.

3 OSNOVE IN METODOLOGIJA

V tem poglavju podani kriteriji za namestitev prehodov za pešce so povzeti po slovenski in tuji literaturi. Opisane so osnove prometnega toka motornih vozil in prometa za pešce po ameriški metodologiji HCM (2000).

Mikrosimulacijski programi nam kot rezultat ponujajo izhodne datoteke, v katerih so zapisani statistični podatki o posameznih parametrih. Za vrednotenje rezultatov, ki so zbrani v izhodni datoteki, je v nadaljevanju opisano kvalitativno merilo – nivo uslug (LOS – *Level of service*), ki temelji na HCM metodologiji, in nam kaže uspešnost delovanja posamezne prometne površine oziroma prometnega udeleženca.

3.1 Prehodi za pešce izven križišč

Za namestitev prehodov za pešce morajo biti izpolnjeni naslednji kriteriji:

- krajevni globalni kriteriji,
- krajevni lokalni kriteriji,
- **kriterij prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev,**
- prometno-varnostni kriteriji,
- tehnični kriteriji.

(Lavrič, 2001)

3.1.1 Krajevni globalni kriteriji

Prometne povezave za počasni promet (pešci, kolesarji) nudijo udobje in določen nivo varnosti, dokler ne pride do konfliktov z drugimi oblikami prometa. Njihova situacijska postavitve je še posebej potrebna na mestih, kjer je velik prometni tok pešcev (nakupovalni centri, avtobusna postajališča, itd.). Ta povezava mora biti direktna, kolikor je le mogoče. Vsak odklon iz glavne prometne povezave za pešce predstavlja relativno veliko izgubo časa

glede na njihovo omejeno hitrost. Atraktivnost povezave bo rezultirala v zgoščevanju oziroma koncentraciji pešcev (Lavrič, 2001).

Na določitev ustreznih povezav pešcev in križanj z drugimi prometnimi površinami vpliva razmerje med prometno in bivalno funkcijo javnih površin.

Ceste v naselju morajo poleg svoje primarne prometne funkcije opravljati še funkcijo bivanja, ki je specifična za naselja.

Prometno funkcijo cest znotraj naselij delimo na:

- povezovalno funkcijo (daljinski promet skozi naselja) in
- dostopno funkcijo (dostop do območij bivanja).

Bivalno funkcijo cest znotraj naselij delimo na:

- funkcija urbanistične zasnove (vizualna privlačnost, orientacija in postavitve stavb, arhitekturna dediščina),
- socialna funkcija (možnost življenja in dela na in ob ulicah),
- ekološka funkcija (mikroklima, zelenje, favna, flora, rekreacija) in
- ekonomska funkcija (stroški izgradnje in vzdrževanja, vpliv na ceno nepremičnin, oglaševanje ob cestah, ...).

Z večanjem pomena bivalne funkcije ceste v naselju pada njena prometna funkcija, in obratno. Slednje zagotavljamo z ustreznim urbanističnim načrtovanjem. Bistveni pristop pri načrtovanju prehodov za pešce je pri določitvi in povezanosti:

- območja obdelave;
- glavnih ciljev peš potovanj;
- prometnih povezav.

(TSC 03.800, 2000)

Območje obdelave določamo s krogi okoli cilja na situaciji določenega območja. Velikost območja, ponazorjenega s krogi, znotraj katerih lahko pričakujemo večje število peš potovanj, se zmanjšuje z večanjem gostote populacije na določenem območju. Zgornji meji tega vplivnega območja določata:

- maksimalna dolžina potovanja, ki je omejena na 600 m (od začetka do cilja potovanja), gledano v ravni črti. Ta vrednost predstavlja povprečno vrednost, od katere se lahko odklonimo (standardna deviacija) zaradi določene skupine uporabnikov ali prisotnosti raznih preprek na poti do ciljev, ki so komplicirani za prečkanje (mostovi, kanali, železnica, itd.), oziroma izvedbo prehodov (hitra cesta) ter odstopanj zaradi napak pri poenostavitvi določanja vplivnega območja (vplivni krogi niso naravni);
- 80-odstotno območje obdelave (izraženo s populacijo stanovalcev tega območja), ki je praktična poenostavitev najbolj obiskanega območja na poti do cilja. Tega določamo z enačbo:

$$R = 100 \cdot \sqrt{\frac{0.8 \cdot S}{\pi \cdot B \cdot W}} \quad (3.1)$$

kjer je,

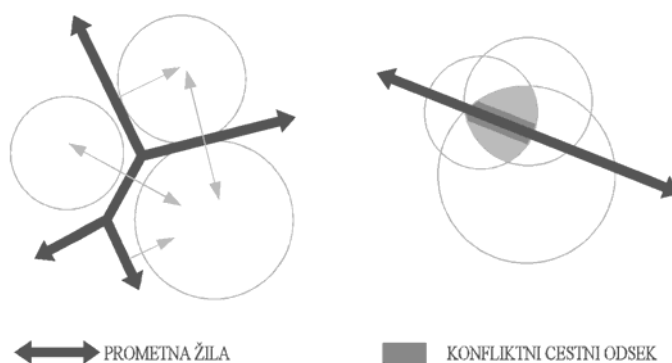
R = razdalja, znotraj katere živi 80 odstotkov uporabnikov (m),

S = število stanovalcev znotraj območja obdelave,

B = gostota stanovanjskih objektov na površino v objektih/ha,

W = naseljenost objektov v stanovalcih/hišo.

Globalno gledano je število možnih konfliktov pri križanju odvisno od poteka cestnega omrežja glede na 80-odstotno območje obdelave. Če prometna povezava motornega prometa poteka vzdolž tega območja, je pričakovati manjši potencial križanj, kot v primeru poteka skozi enega ali več 80-odstotnih območij obdelave (slika 3.2), kjer določeni konfliktni odsek ceste zahteva učinkovite prehode za počasni promet (CROW, 1998).

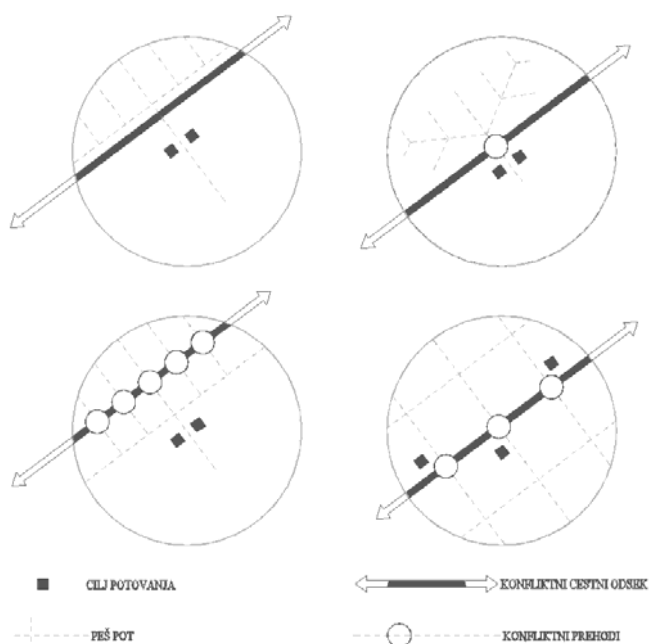


Slika 3.1: Potek prometnih povezav za motorna vozila glede na območje obdelave (CROW, 1998)

3.1.2 Krajevni lokalni kriteriji

Lokalno gledano sta število in način prehodov preko cestnih odsekov skozi območje obdelave odvisna od položaja ceste glede na izbrane cilje in povezave. V grobem ločimo dva primera:

- koncentrirano prehajanje – v primeru, ko konfliktni cestni odsek poteka preko glavne povezave (slika 3.2, primer 1 in 2),
- disperzijsko prehajanje – v primeru, ko cestni odsek poteka preko večjega števila lokalnih povezav (slika 3.2, primer 3 in 4).



Slika 3.2: Koncentrirano in disperzijsko prečkanje ceste (CROW, 1998)

Z zgornjo teoretično metodo določimo potencialne lokacije prehodov za pešce, vendar je to le osnova za nadaljnje delo, kjer je za dobro izbiro lokacije ter ustrezne oblike prehodov za pešce treba pridobiti še veliko drugih podatkov:

- podatki o pešcih (starostna struktura, prometne obremenitve, strukturni model pešcev (posamezniki, skupine, itd.),
- podatki o cesti in okolici (oddaljenost sosednjih križišč, preglednost, pozidava okolice, itd.);
- podatki o motornih vozilih (hitrosti, prometne obremenitve, struktura prometa, itd.);
- podatki o prometnem režimu (ureditve prometa, vrsta ceste, itd.).

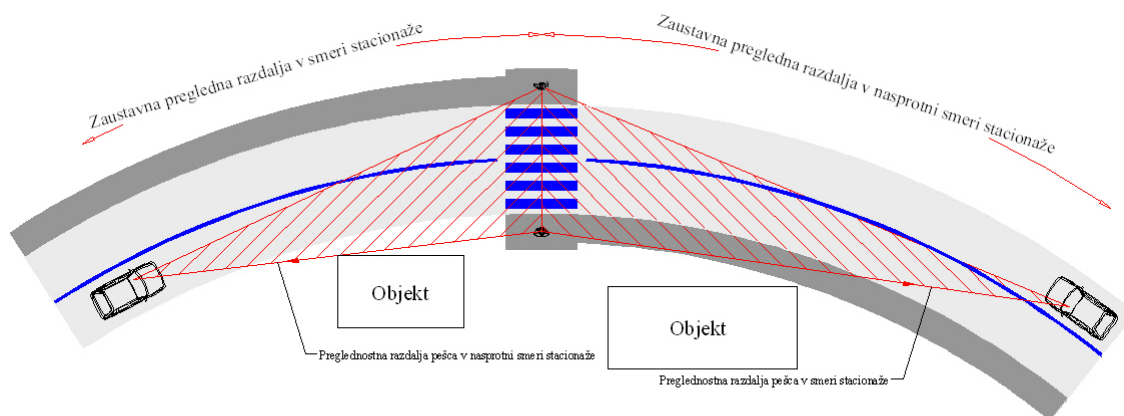
Skladno z 48. členom Pravilnika o projektiranju cest (Ur. l. RS, 91/05) je prehod za pešce izven območja križišča dopustno označiti na lokaciji stalne koncentracije pešcev, če je odmik do **naslednjega prehoda ali križišča večji kot 150 m**.

Prva dva kriterija sta osnova za določitev potencialnih križanj prometnih povezav za pešce in motorna vozila. Na podlagi teh dveh kriterijev se ugotavlja, ali te izpolnjujejo lokalne kriterije (geometrijski elementi, prometni režim, predpisano oddaljenost od sosednjih prehodov za pešce, ...). Najpomembnejša dejavnika predstavljata zaustavitvena preglednost na mestu potencialnega prehoda za pešce in preglednostni trikotnik.

- Zaustavitvena preglednost je odvisna od hitrosti motornih vozil in vzdolžnega nagiba ceste.

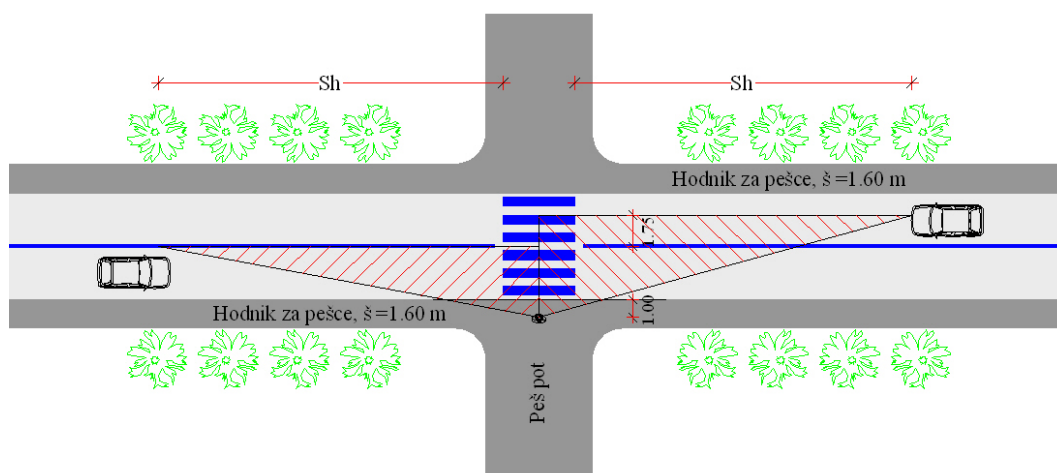
Preglednica: Tabela zaustavitvenih preglednih razdalj (m) (Ur. l. RS, 91/05, str. 7)

Kategorija ceste	Hitrost	Vzdolžni nagib (%)				
		-8	-4	0	+4	+8
Neobzidane ceste v naseljih	50	50	47	45	43	40
Obzidane ceste v naseljih	50			45		
	40			30		



Slika 3.3: Situacija zaustavitvene pregledne razdalje (RUC, 1993)

- Preglednostni trikotnik predstavlja prosto vizuro (preglednost), v kateri se ne sme nahajati nobena ovira, razen prometna signalizacija.



Slika 3.4: Preglednost za pešce (PTI, 1991)

Preglednost za pešce določamo v oddaljenosti 1.00 m od roba ceste in s potrebno zaustavitveno pregledno razdaljo Sh , ki mora znašati vsaj 27 m.

Ureditev prehodov za pešce pogojujejo krajevni, prometni in tehnični kriteriji. Na podlagi krajevnih in lokalnih kriterijev se določi potencialna mesta za namestitev prehodov za pešce. Katere od njih je dejansko smiselno označiti, določa kriterij prometnih obremenitev, in sicer vozil na uro in pešcev na uro. Prometne obremenitve pešcev in vozil pridobimo na podlagi štetja prometa in s prognozami.

3.1.3 Kriterij prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev

V slovenski in tuji literaturi je mogoče zaslediti različne kriterije, ki določajo:

- Minimalni vrednosti za označitev prehoda za pešce sta:
 - 400 vozil/uro in
 - 300 pešcev/uro.
- Razmerje med prometnimi obremenitvami motornih vozil in pešcev za ureditev zaznamovanih prehodov za pešce.

Preglednica: Prometni kriteriji za ureditev prehodov za pešce (PTI, 1991, str. X-7)

<i>Širina vozišča oziroma dolžina prehoda</i>		<i>Povprečno število vozil/uro</i>	
		<i>povprečno</i>	
		<i>Število vozil/h 100–500</i>	<i>Število pešcev/h nad 500</i>
Brez otoka	Z otokom	Brez SSN	SSN
14	-	400	400
12	26	500	500
10	22	600	600
8	18	800	800
7	14	1200	1200
6	12	1400	1400

Preglednica: Prometni kriteriji za postavitev prehodov za pešce po R-FGU – Nemčija (Lipar, 2004, str. 37)

<i>Št. vozil/uro</i>	<i>Št. pešcev/uro</i>	<i>Način urejanja</i>
do 300	/	Ni potreben označen prehod za pešce
300–600	do 100	Ni potreben označen prehod za pešce
	nad 100	Označen prehod za pešce
nad 600	do 100	Ni potreben označen prehod za pešce
	nad 100	Semaforiziran prehod (SSN)

- Kriterije za ureditev semaforiziranih prehodov (SSN) za pešce za različne prometne ureditve,

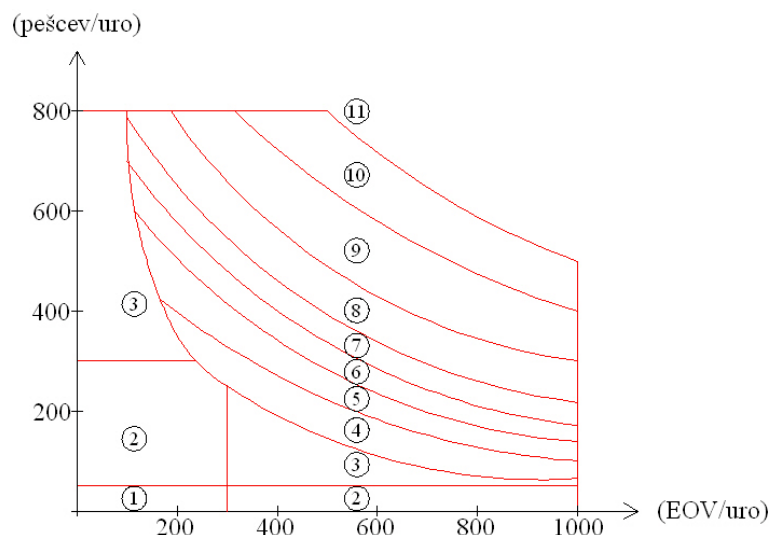


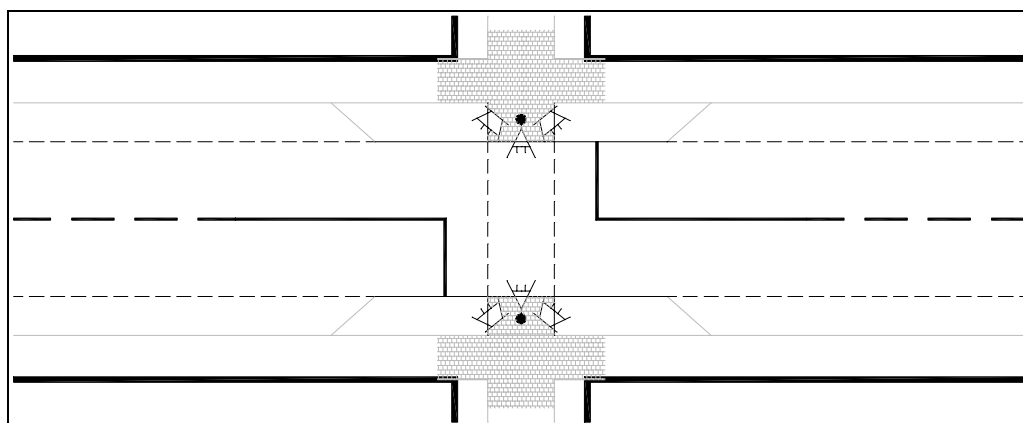
Diagram 3.1: Diagram za ureditev varovanih prehodov za pešce s SSN (PTI, 1991, str. XIV-6)

Preglednica: Predlagani ukrepi za določene prometne obremenitve pešcev in vozil (PTI, str. XIV-6)

<i>Območje veljave</i>	<i>Ukrep na prehodu za pešce</i>
1	Brez SSN
2	V posebnih primerih postavitev opozorilnih znakov
3	Postavitev opozorilnih znakov
4	š < 14 m – rumeni utripalec š > 14 m – SSN
5	š < 12 m – rumeni utripalec š > 12 m – SSN
6	š < 11 m – rumeni utripalec š > 11 m – SSN

7	š < 10 m – rumeni utripalec š > 10 m – SSN
8	š < 9 m – rumeni utripalec š > 9 m – SSN
9	š < 8 m – rumeni utripalec š > 8 m – SSN
10	š < 7 m – rumeni utripalec š > 7 m – SSN
11	SSN

- Priporočljivi kriteriji namestitve prometno odvisnih prehodov za pešce, povzeti po CROW (1998), znašajo:
 - prometne obremenitve motornih vozil morajo biti večje od 2000 (1000) EOVS na konično uro in rednem prometu pešcev,
 - V_{85} mora biti manjša od 70 km/h,
 - razdalja do bližnjih križišč mora biti večja od 40 m.



Slika 3.5: Semaforiziran prehod za pešce izven križišč – *Pelican* (CROW, 1998, str. 786)

Zgoraj prikazani kriteriji so določeni na podlagi opazovanj in različnih študij, iz katerih ni mogoče enolično določiti kriterija prometnih obremenitev vozil in pešcev na uro za odločitev o urejanju prehodov za pešce v območjih izven križišč v Sloveniji.

Zato je v poglavju 5. Določitev meje prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev za odločitev o urejanju nesemaforiziranega oziroma semaforiziranega prehoda za pešce izven križišč s pomočjo mikrosimulacije določena meja na podlagi kvalitativnega merila, ki kaže uspešnost delovanja prometne površine, in se imenuje nivo uslug (LOS – *level of service*).

3.1.4 Prometno-varnostni kriteriji

Tudi če niso izpolnjene minimalne vrednosti prometnih obremenitev (400 vozil/h in 300 pešcev/h) za označitev prehodov za pešce, se te izjemoma označi v bližini šol, vzgojno-varstvenih zavodov ali drugih površin, kjer je večja koncentracija otrok ali nemočnih oseb, za katere veljajo posebni pogoji zaradi njihovih psihofizičnih lastnosti (RUC, 1993).

3.1.5 Tehnični kriteriji

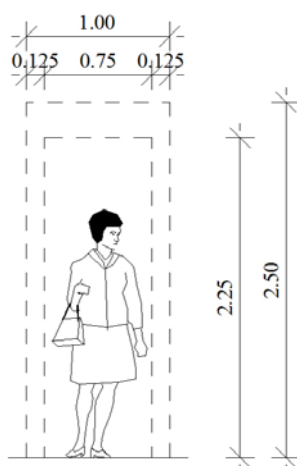
V primeru ustreznosti lokacije in upravičenosti označitve prehodov za pešce morajo ti vključevati:

- hodnike za pešce,
- čakalne površine,
- prometno signalizacijo in
- opremo za osvetlitev prehodov za pešce.

3.1.5.1 Hodniki za pešce

Širina hodnika za pešce je odvisna od pričakovanega števila pešcev, ki ga ugotavljamo s štetjem ali prognozo. V minimalni širini hodnika za pešce morata biti upoštevana prometni prerez pešca in varovalni pas med voziščem in hodnikom za pešce.

48. člen Pravilnika o projektiranju cest (Ur. l. RS, 91/05) predpisuje pešcev prometni prerez širine 0.75 m in višine 2.25 m ter prosti prerez širine 1.00 m in višine 2.50 m (slika 3.6). Na podlagi 25. člena znaša varnostna širina pri hitrosti do 50 km/h 0.50 m.



Slika 3.6: Prosti in prometni prerez za pešce

3.1.5.2 Čakalne površine

Pred prehodom za pešce mora biti z obeh strani na razpolago zadostna površina za zbiranje pešcev, ki želijo prečkati vozišče. Dimenzije čakalne površine so določene glede na pričakovano kapaciteto pešcev. V osnovi pa so te:

- najmanjša širina je 2.0 m,
- dolžina je enaka širini prehoda za pešce.

(Lavrič, 2001)

3.1.5.3 Prometna signalizacija

3.1.5.3.1 Vertikalna prometna signalizacija

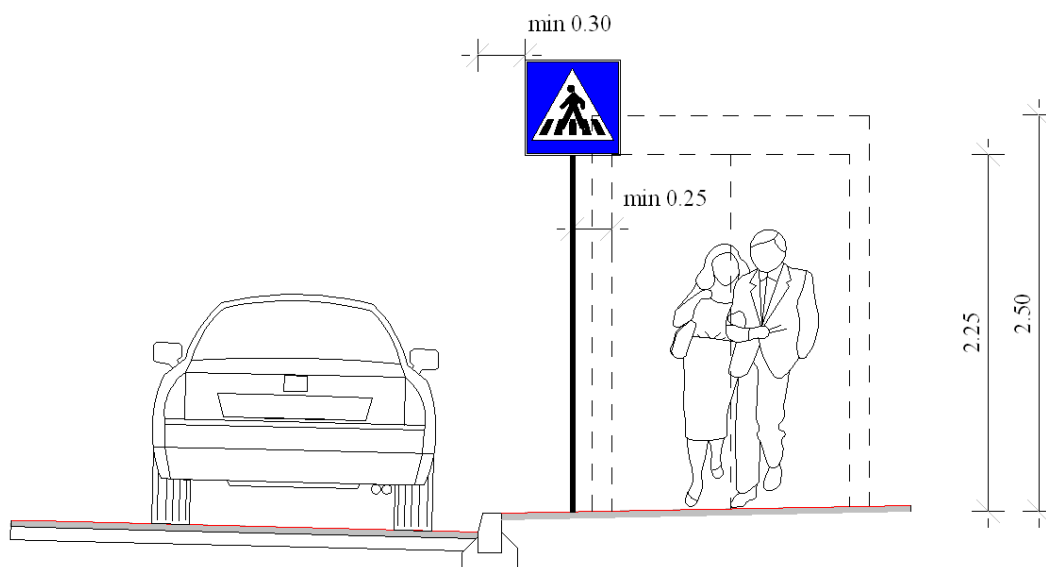
Prometni znaki morajo biti postavljeni ob desni strani ceste v smeri prometa poleg vozniških površin, na katerih se odvija promet, kateremu so namenjeni. Površina prometnih znakov mora biti izdelana iz svetlobno odsevnih materialov najmanj tipa II. Na enem drogu ne smeta biti več kot dva znaka, pri čemer je treba upoštevati kategorijo znaka.

V kolikor sta nameščena dva znaka različnih kategorij, se smatra kot glavni znak prometni znak za nevarnost ali prometni znak za izrecne odredbe, če prej omenjenega ni. Poleg tega

morajo biti enotni glede odsevnosti oziroma osvetlitve (zunanja ali notranja). Predpisan odmik od vozne površine, ki velja za postavitve prometnih znakov v naselju, je:

- vertikalni odmik – najmanj 2.25 m od tal do spodnjega roba prometnega znaka in 4.50 m za prometne znake, ki so nameščeni nad voziščem;
- horizontalni odmik – najmanj 0.30 m in največ 2.00 m, gledano od zunanjšega roba vozišča (rob robnega ali odstavnega pasu) in najbližjim robom prometnega znaka.

V izjemnih primerih (boljša vidljivost za udeležence v cestnem prometu) so prometni znaki lahko postavljeni tudi na druge drogove ali konzolne nosilce.



Slika 3.7: Postavitve prometnih znakov ob površinah za pešce

- Prometni znak I-15 (otroci na cesti)

Prometni znak I-15 (Otroci na cesti) sodi v razred prometnih znakov za nevarnost in označuje bližino mesta na cesti, na katerem je pogosto več otrok. Uporablja se ga za opozarjanje na prehode za pešce, vendar le ob pogoju, da ga otroci pogosteje uporabljajo vsaj v določenih dnevniških časih. Kot taki pridejo v poštev prehodi v območju šolskih poslopij, vrtcev, vozišč in drugih ustanov in naprav, ki jih otroci često obiskujejo, in zato obstaja nevarnost, da se otroci nenadoma pojavijo na prometnih površinah ceste. Prometni znak I-15 se v naseljih postavlja na oddaljenosti 150 m ali manj pred nevarnim mestom na cesti. V kolikor zaradi katerega koli

vzroka znaka ni mogoče postaviti v oddaljenosti 150 m, se na dopolnilni tabli k znaku označi dejansko oddaljenost. Velikost stranice (enakostraničnega trikotnika) je odvisna od lokacije postavitve, širine vozišča in drugih predpisanih pogojev in znaša za ceste v naselju 90 cm, ter 60 cm v območjih umirjanja prometa in na nekategoriziranih cestah.



Slika 3.8: Prometni znak I-15 (Otroci na cesti)

- Prometni znak III-6 (prehod za pešce)

Prometni znak III-6 (Prehod za pešce) sodi v razred prometnih znakov za obvestila. Označuje mesto prehoda za pešce. V naselju se ga postavlja pred zaznamovanimi prehodi za pešce, ki ne leže na križiščih ali priključkih javnih cest. Mesto postavitve prometnega znaka je neposredno pred prehodom, na katerega opozarja, in sicer na desni strani ceste, gledano v smeri prometa, kateremu je namenjen. Velikost stranice (kvadrat) je odvisna od lokacije postavitve, širine vozišča ter drugih predpisanih pogojev in znaša za ceste v naselju 60 cm, ter 40 cm v območjih umirjanja prometa in na nekategoriziranih cestah.



Slika 3.9: Prometni znak III-6 (Prehod za pešce)

- Dopolnilna tabla IV-1

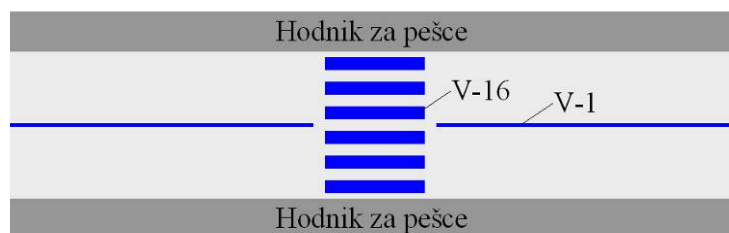
Če je treba, se prometnemu znaku I-15 (Otroci na cesti) doda dopolnilna tabla z namenom dopolnitve pomena prometnega znaka. Dopolnilna tabla, ki jo uporabljamo na območjih prehodov za pešce, je dopolnilna tabla IV-1, ki označuje razdaljo med znakom, ob katerem stoji tabla in začetkom dela ceste ali mesta, na katero se znak nanaša. Dejansko razdaljo se navaja v metrih, pri čemer se razdalje zaokrožuje na desetine oziroma stotine metrov. Osnovno geometrijo dopolnilne table predstavlja pravokotnik. Njena širina ne sme biti širša od stranice znaka, ob katerem je dopolnilna tabla. Poleg tega ne sme biti ožja od dveh tretjin dolžine stranice. Višina je omejena na dve tretjini višine svoje dolžine.



Slika 3.10: Dopolnilna tabla IV-1

3.1.5.3.2 Horizontalna prometna signalizacija

- Horizontalno prometno signalizacijo prehoda za pešce V-16 predstavljajo pravokotniki, ki so vzporedni z osjo ceste in so med seboj oddaljeni toliko, kolikor znaša njihova krajša stranica. Obarvane označbe ne smejo segati do robnikov, pač pa morajo biti oddaljene od 0.25 do 0.5 m. Označbe morajo biti v vseh pogojih neoporečne in obstojne. Zagotavljati morajo enako hrapavost, kot je na ostalem vozišču. Na čakalnih otokih se horizontalne signalizacije ne označuje.



Slika 3.11: Horizontalna signalizacija V-16 (Prehod za pešce)

3.1.5.4 Svetlobni znaki za urejanje prometa pešcev

Za urejanje prometa pešcev se uporabljajo naprave za dajanje svetlobnih znakov z rdečo in zeleno lučjo (semaforji za pešce). Zelena luč se lahko v določenem časovnem presledku, preden ugasne, pojavlja kot utripajoča zelena luč. Rdeča in zelena luč ne smeta biti prižgani hkrati. Vrste in barve simbolov ter ozadja prikazuje slika 3.12.



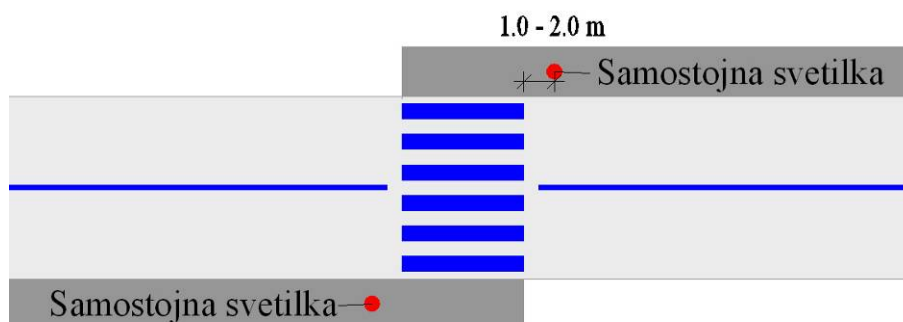
Slika 3.12: Svetlobni znaki za urejanje prometa pešcev

3.1.5.5 Oprema za osvetlitev prehodov za pešce

Osnovni namen osvetljevanja prehodov za pešce je udeležencem v prometu ustvariti dobre pogoje vidljivosti, s katero se zagotavlja, da pravočasno opazijo:

- označbe prehoda za pešce;
- pešce, ki čakajo na hodniku za pešce, stopajo na prehod ali pa so že na njem.

Ustreznost osvetlitve prehodov za pešce se določa s svetlostjo vozišča, ki se izraža v cd/m^2 . Ustreznost osvetljenosti območja prehoda za pešce pa se izraža v luxih.



Slika 3.13: Razporeditev svetilk pred prehodom za pešce

V območjih prehodov za pešce izven križišč prihaja do križanja poti motornih vozil in pešcev, zato so v nadaljevanju opisane osnove oviranega prometnega toka motornih vozil in karakteristike pešcev za semaforizirana in nesemaforizirana križišča, povzete po HCM (2000).

3.2 Osnovni parametri oviranega prometnega toka motornih vozil

Oviran prometni tok motornih vozil je bolj kompleksen v primerjavi z neoviranim prometnim tokom zaradi prisotnosti drugih udeležencev. V križiščih se določijo pravila o prednostnem prometnem toku s postavitvijo svetlobno-signalnih naprav oziroma prometnih znakov II-2 (Ustavi!) in II-1 (Križišče s prednostno cesto). Način upravljanja prometa ima različen vpliv na celoten prometni tok.

Upravljanje prometa v križišču z oviranim prometnim tokom opišemo z naslednjimi osnovnimi pojmi:

- volumen in pretok,
- zasičen prometni tok in razdalja med vozili,
- upravljanje prometa v križišču (prometni znaki oziroma svetlobno-signalne naprave),
- kritični časi pri vključevanju v oviran prometni tok,
- zamude in
- kolone.

Pomemben podatek je način opazovanja in analiziranja prometa v križišču. V večini primerov števci prometa zaznajo vozila, ki so zapustila križišče, tako da je maksimalni prometni tok omejen glede na kapaciteto križišča. Ko volumen prekorači kapaciteto in se posledično začnejo pojavljati kolone vozil pred križiščem, je priporočljiv nadzor prometnega toka na mestu pred začetkom pojavljanja kolon.

3.2.1 Urejanje prometa v križišču s prometnimi znaki za odvzem prednosti

Voznik na neprednostni cesti na štirikrakem nesemaforiziranem križišču, urejenim s prometnimi znaki II-2 za odvzem prednosti (Ustavi!), mora določiti kritični časovni razmak med vozili. Kritični čas predstavlja dovolj velik razmak med vozili na prednostni cesti za varno izvedbo vključevanja v glavni prometni tok. Kapaciteta neprednostnega priključnega kraka je odvisna od dveh faktorjev:

- porazdelitve kritičnih časov med vozili v glavnem prometnem toku in
- velikosti kritičnih časov voznikov na neprednostnem priključnem kraku.

Porazdelitev razpoložljivih razmakov med vozili v glavnem prometnem toku je odvisna od celotnih prometnih obremenitev na cesti, deleža zavijalcev, števila prometnih pasov na glavni smeri in položaja vozil v prometnem toku.

Velikost kritičnih časov voznikov na neprednostnem priključnem kraku je odvisna od zelenega manevra (levo–naravnost–desno), števila prometnih pasov in hitrosti na glavni smeri, preglednosti voznika, čakalnih časov voznikov na neprednostnem priključnem kraku in voznikovih karakteristik (starost, reakcijski čas, ...).

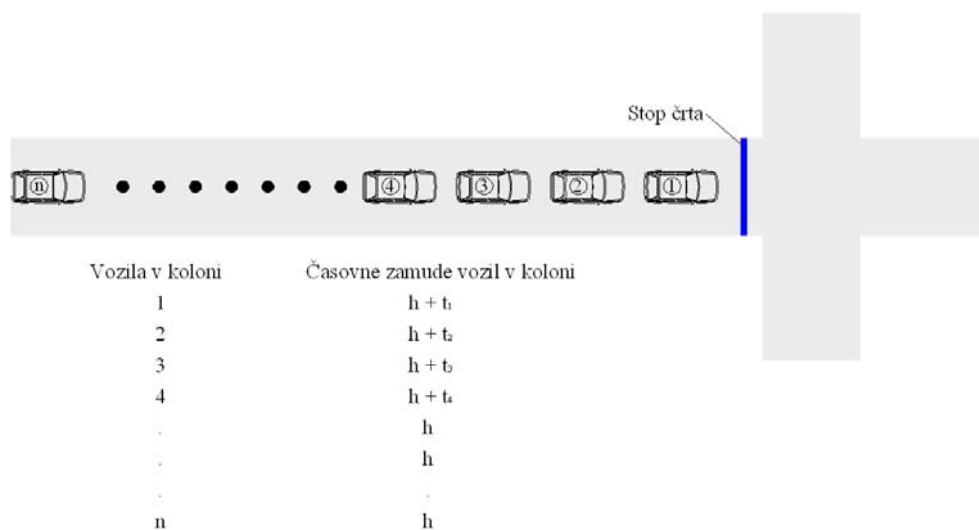
Kritični čas je minimalni časovni interval med dvema zaporednima voziloma na glavni smeri, ki omogoča vozilu iz neprednostnega priključnega kraka varno vključevanje v glavni tok. V primeru, ko na neprednostni smeri čaka več kot eno vozilo, potem časovni razmak med dvema voziloma imenujemo čas sledenja vozil. V splošnem je čas sledenja krajši od kritičnega časa.

3.2.2 Urejanje prometa v križišču s svetlobno-signalnimi napravami

Svetlobne naprave periodično ustavljajo prometni tok na posamezni smeri. Vozila na posameznih uvoznih pasovih lahko prevozijo križišče samo v času zelenega signala, ki predstavlja delež celotnega ciklusa.

V primeru, ko je določen zeleni signal za smer S-J 30 s in celotna dolžina ciklusa 90 s, je čas, namenjen za vožnjo skozi križišče, enak 1/3 dolžine ciklusa. Potemtakem imajo vozila v tej smeri v času 1 ure, 20 minut za vožnjo preko križišča. Če je kapaciteta prometnega pasu v primeru neoviranega toka 1500 vozil/h, potem je ob upravljanju prometa s svetlobno-signalnimi napravami, kapaciteta istega prometnega pasu samo 500 vozil/h.

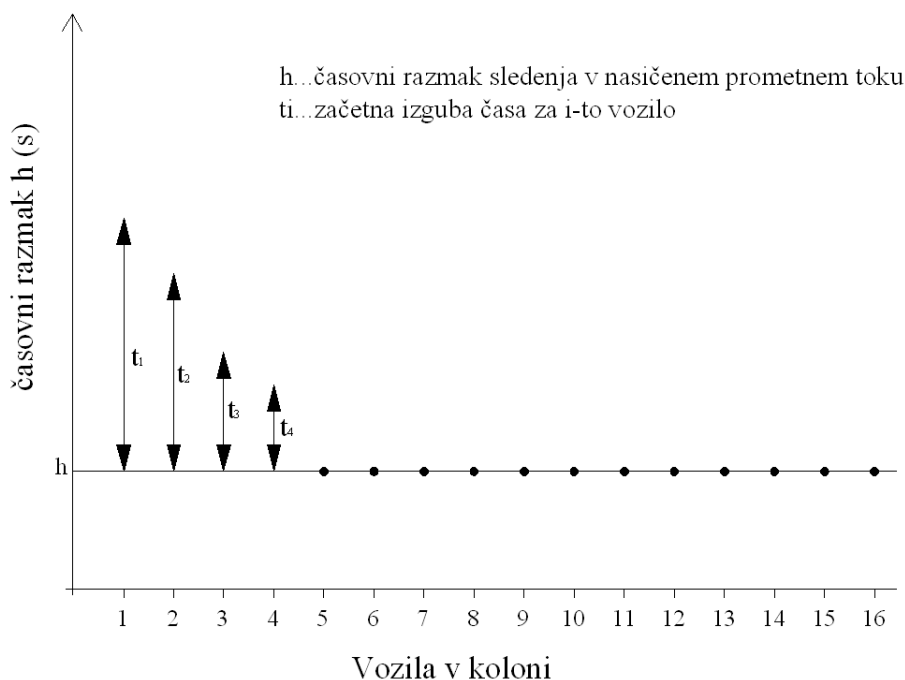
Ko se na signalni glavi prižge zelena luč, je pomembna dinamičnost začetka vožnje ustavljenih vozil. Na sliki spodaj je prikazana zaustavljena skupina vozil pred križiščem. Ko se prižge zelena luč, se začne kolona vozil premikati. Na stop črti lahko opazujemo časovne razmake med vozili. Prvo vrednost (s) predstavlja čas med začetkom zelenega signala in čas, ko prvo vozilo s sprednjimi kolesi prevozi stop črto. Naslednji časovni razmak predstavlja čas med koncem prvega časovnega razmaka in časom, ko drugo vozilo s sprednjimi kolesi prevozi stop črto. Vsi naslednji časi se določijo na podoben način kot drugi čas.



Slika 3.14: Vrsta vozil na uvoznem pasu semaforiziranega križišča (HCM, 2000)

Prvo vozilo v vrsti mora opazovati signalno glavo in reagirati, ko se na njej prižge zelena luč. Prvi časovni razmak je v primerjavi z vsemi naslednjimi višji, saj druga vozila v času speljevanja prvega vozila že reagirajo, in so pripravljena na speljevanje. Posledično je drugi časovni razmak med vozili krajši od prvega. Časovni razmaki se zmanjšujejo vse do četrtega vozila, ko imajo vsa naslednja vozila enakomerno hitrost in so časovni razmaki med temi vozili konstantni.

Konstantni časovni razmak med vozili v nasičenem toku h je dosežen po četrtem vozilu. Časovni razmaki za prva štiri vozila so v povprečju višji od h za prirastek t_i . Na sliki 3.15 so shematično prikazani časovni razmaki med vozili pri speljevanju v križišču.



Slika 3.15: Časovni razmaki med vozili pri speljevanju v križišču (HCM, 2000)

3.2.3 Zamude

Pri vrednotenju oviranega prometnega toka so zamude odločilni kriterij. Zamude zaradi vodenja prometa v križišču (*Control Delay*) predstavljajo kvalitativno merilo za določevanje ustreznosti križišča in vrednotenje nivojev uslug (*LOS – Level of Service*) v signaliziranih in nesignaliziranih križiščih. Čeprav je definicija zamud enaka za obe vrsti vodenja prometa v križiščih, se vrednosti med seboj razlikujejo.

Zamude vsebujejo zmanjšanje hitrosti zaradi zavijalcev in ustavljanja vozil pred križiščem. V nesemaforiziranih križiščih so zamude celotni čas, od trenutka, ko vozilo zapelje v kolono, do trenutka, ko vozilo prevozi stop črto. Poleg tega vključujejo tudi čas, potreben za zaustavitev (zaviranje) in pospeševanje do hitrosti v prostem prometnem toku.

3.2.4 Kolone

Ko prometni tok na začetku zelenega časa v semaforiziranem križišču prekorači kapaciteto uvoznih pasov, se začnejo formirati kolone. Zaradi prihodov vozil v času rdečega signala vsa vozila v času zelenega signala ne izpraznijo križišča, in vozila čakajo. Število vozil in s tem zaježitvena dolžina, ki jo omenjena vozila povzročajo, predstavljajo vozila, ki v danem času zelenega signala ne morejo prevoziti križišča.

V prezasičenem prometnem toku je število vozil, ki pripeljejo v križišče, večje od zmožnosti križišča. Dolžina zaježitvene dolžine se spreminja in doseže neko vrednost, ko volumen vozil prekorači kapaciteto. Za tem se zaježitvene dolžine samo še povečujejo.

S pomočjo diagramov (slika 3.16) lahko predstavimo pojavljanje zaježitvenih dolžin nezasičenega prometnega toka v semaforiziranih križiščih. V vsakem ciklusu so prometni tokovi tako visoki, da lahko vsa vozila v času zelenega signala izpraznijo križišče – nobeno vozilo ne čaka dlje kot en ciklus. Prometni tok ima v času rdečega signala vrednost enako 0 ter v času zelenega signala naraste do zasičenega prometnega toka.

Na sliki (3.16b) vidimo, da sta na začetku zelenega signala prisotna zaježitvena dolžina in prometni tok enaka zasičenemu. Tako se oblikujejo trikotniki, ki predstavljajo dolžino enega ciklusa, s pomočjo katerih lahko izračunamo trajanje kolone vozil.

$$v \cdot t_q = s \cdot (t_q - r) \text{ ali } t_q = \frac{s \cdot r}{(s - v)} \quad (3.2)$$

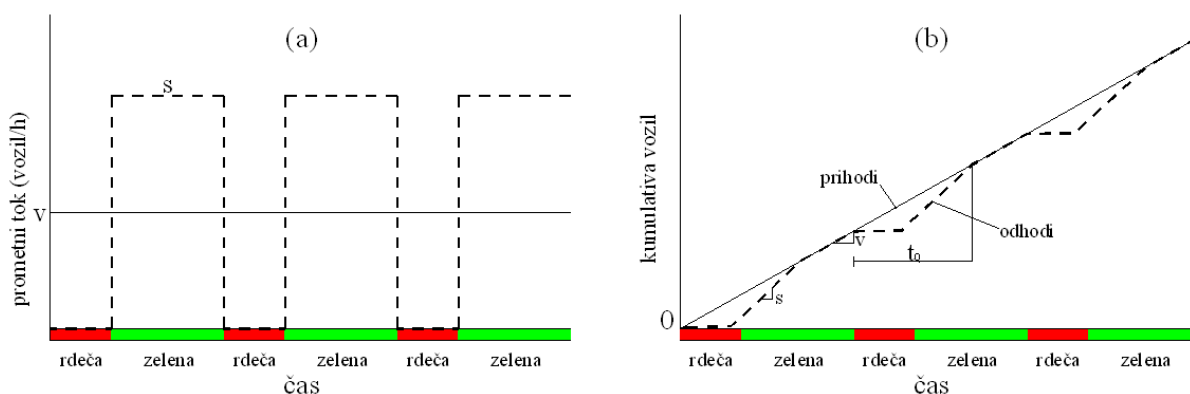
kjer je,

t_q = čas trajanja kolone vozil (s),

v = povprečni prometni tok (vozil/h),

s = zasičen prometni tok (vozil/h) in

r = efektivni rdeči čas (s).



Slika 3.16: Pojavljanje vrst v semaforiziranem križišču (HCM, 2000)

Vertikalna razdalja v trikotniku predstavlja zaježitveno dolžino. Na začetku rdečega signala je najmanjša oziroma je sploh ni ter narašča do maksimalne vrednosti na koncu rdečega signala. Nato se zaježitvena dolžina zmanjšuje. Na podlagi slike 3.16 lahko določimo tri različne vrednosti:

$$Q_M = \frac{v \cdot r}{3600} \quad (3.3)$$

$$Q_Q = \frac{v \cdot r}{7200} \quad (3.4)$$

$$Q = \frac{Q_M \cdot t_Q}{2 \cdot C} \quad (3.5)$$

kjer je,

Q_M = maksimalno število vozil v koloni (vozil),

Q_Q = povprečno število vozil, ki predstavljajo zaježitveno dolžino (vozil),

Q = povprečno število vozil v koloni (vozil),

v = povprečen prometni tok (vozil/h),

r = efektivni rdeči čas (s),

C = dolžina enega ciklusa (s) in

t_q = čas trajanja vrste vozil (s).

V realnih situacijah se prometni tokovi spreminjajo iz dneva v dan ter iz ure v uro, zaradi česar so samo osnovna razmerja prometnega toka enaka realnemu stanju. Zaježitveno dolžino lahko ocenimo z domnevo o povprečni gostoti vozil v koloni z enačbo:

$$QL = \frac{T \cdot (v - c)}{N \cdot d_s} \quad (3.6)$$

kjer je,

QL = zaježitvena dolžina (km),

T = trajanje analize (h),

v = prometne obremenitve (vozil/h),

c = kapaciteta (vozil/h),

N = število prometnih pasov in

d_s = povprečna gostota vozil v koloni (vozil/km/prometni pas).

Za vrednotenje uspešnosti semaforiziranega križišča je pomemben podatek o zaježitveni dolžini. Za projektanta je najbolj pomemben podatek o vplivu oviranega prometnega toka na sosednja križišča. Ta vpliv lahko ovrednotimo z 95-percentilnimi zaježitvenimi dolžinami motornih vozil, ki jih izračunamo s pomočjo statistične metode. V primeru, da 95-percentilne zaježitvene dolžine na posameznih uvoznih pasovih semaforiziranega križišča presegajo oddaljenost od sosednjega križišča, je treba najdi ustrežnejšo rešitev urejanja prometa.

3.3 Karakteristike pešca

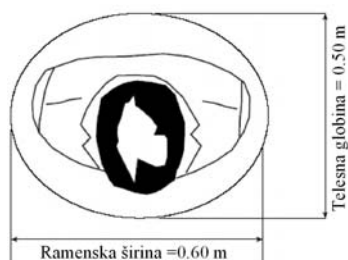
Predstavljeni so strokovni izrazi, ki se uporabljajo pri kapacitetnih analizah:

- **hitrost hoje pešca** je povprečna hitrost, izražena v m/s (km/h),
- **prometne obremenitve pešcev** predstavljajo število, ki prehodi določen presek v natančno določenem časovnem obdobju (60 minut),
- **skupina pešcev** sta dva ali več pešcev, ki čakata oziroma se gibljeta.
- **prepustnost peščevih površin** je število pešcev, ki v časovni enoti prečkajo določeni presek.

Za projektiranje in urejanje površin za pešce je potrebno poznavanje in razumevanje njihovih sposobnosti, potreb in karakteristik, ki so povzete po HCM (2000).

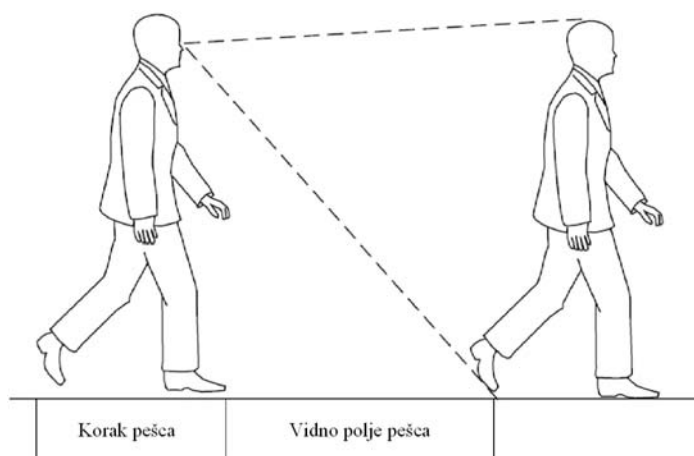
3.3.1 Prostorske zahteve pešcev

Projektanti pri dimenzioniranju prometnih površin »za mirujoči promet« (čakalne površine) uporabljajo poenostavljeno geometrijsko obliko – elipso, katere osnovne dimenzije predstavljata ramenska širina in telesna globina (slika 3.17). Skupna površina enega mirujočega pešca znaša 0.30 m^2 . Pri dimenzioniranju prometnih površin za premikajoči se promet so prostorske zahteve bolj izrazite. Priporočljiva kalkulatívna površina znaša 0.75 m^2 .



Slika 3.17: Osnovne telesne dimenzije stoječega pešca (HCM, 2000)

Premikajoči pešec pred seboj potrebuje varnostno razdaljo, ki je odvisna od hitrosti in števila pešcev, ki prehodijo obravnavani presek. Varnostna razdalja med pešči je sestavljena iz dolžine peščevega koraka in vidnega polja pešca.



Slika 3.18: Varnostna razdalja premikajočega se pešca (HCM, 2000)

3.3.2 Hitrost hoje pešcev

Hitrost pešcev, s katero hodijo in prečkajo vozišče, je odvisna od njihovih let in psihofizičnih lastnosti. Odločitev o izbiri hitrosti mora biti načrtovana zelo previdno. Domneva temelji na tem, da prekomerno visoko izbrana hitrost lahko povzroči nevarnost nesreče ali celo prometno nesrečo na prehodih, kjer je velik delež otrok oziroma starejših oseb. Na drugi strani pa izbira prenizke hitrosti lahko privede do vznemirjenja med drugimi udeleženci, ki bodo prisiljeni čakati za nadaljevanje svoje poti.

Povprečna hitrost pešcev znaša 1.2 m/s, ko je do 20 odstotkov starejših oseb (nad 65 let). V primeru, ko je odstotek starejših oseb višji od 20 odstotkov, znaša povprečna hitrost pešcev 1.0 m/s. Dodatno lahko vertikalni padci oziroma vzponi na površinah, namenjenih pešcem, pomenijo odstopanja od povprečne hitrosti za 0.1 m/s. Na hodnikih za pešce znaša hitrost pešca 1.5 m/s. Povprečno hitrost dodatno zmanjšuje večji odstotek počasnejših otrok

Preglednica 3.1: Priporočljive hitrosti za dimenzioniranje prehoda za pešce (HCM, 2000)

<i>Odstotek starejših oseb od 65 let</i>	<i>Hitrost (m/s)</i>
0–20 % vseh uporabnikov	1.2 m/s
> 20 % vseh uporabnikov	1.0 m/s

3.3.3 »Start up« časi

Starejši pešci in otroci potrebujejo pred pričetkom prečkanja ceste dodatni čas za oceno situacije prečkanja (oddaljenost vozil, hitrost vozil, itd.). Startni časi so odvisni od posameznih situacij in se gibljejo med 1.8 s in 2.6 s. Ta dodatni čas se upošteva pri skupnem času, ki je potreben za prečkanje prehoda (HCM, 2000).

Preglednica: Štartni časi pešcev (HCM, 2000, str.11-13)

	<i>50-percentilni štartni časi (s)</i>	<i>85-percentilni štartni časi (s)</i>
Mlajši moški	1.8	-
Mlajše ženske	2.0	-
Starejši moški	2.4	3.7
Starejše ženske	2.6	4.0

Sprejemljiva vrednost, ki se uporablja v izračunih, znaša 3.0 s.

3.3.4 Prometni tok pešcev

Vrednosti prometnega toka pešca so podobne vrednostim prometnega toka vozil. Razlike so vidne v hitrosti hoje, ki jo lahko posameznik oziroma skupina sama določata. Druge vrednosti v zvezi s prometnim tokom vključujejo sposobnost prečkanja prometnega toka vozil, hoja v nasprotni smeri od glavnega prometnega toka, možnost manevriranja brez trkov, spremembe v hitrosti hoje in zamude v semaforiziranih in nesemaforiziranih križiščih.

Zgornji prag kapacitete prometnega toka se giblje med 4000 in 5000 pešcev/h/m. Priporočljiva vrednost, ki se uporablja v izračunih, je 4500 pešcev/h/m oziroma 75 pešcev/min/m. Tej vrednosti pripada tudi računsko hitrost 0.75 m/s in pešcev gibalni prostor 0.75 m^2 (HCM, 2000).

3.4 Nivoji uslug

Kvalitativno merilo, s katerim vrednotimo uspešnost prometnega udeleženca oziroma prometne površine, se imenuje nivo uslug (LOS – *level of service*). Ta kriterij temelji na HCM metodologiji in je povsem uveljavljen v prometni inženirski praksi tudi v slovenskem prostoru.

Nivoje uslug opisujemo s šestimi črkami A do F, pri čemer predstavlja nivo uslug $N_u = A$ najboljše razmere, ter nivo uslug $N_u = F$ najslabše. Vsak nivo predstavlja določene prometne razmere, v katerih ni upoštevana prometna varnost. Mejna vrednost nivoja uslug je $N_u = E$, ki predstavlja prekoračitev kriterija. V primeru, da je nivo uslug $N_u = F$, je treba izvesti ustrezne ukrepe za povečanje kapacitete (HCM, 2000).

Za določitev nivoja uslug motornih vozil in pešcev je pomemben kriterij čakalnih časov, ki je izražen preko zamud. Slednje definirajo nivo uslug posameznega uporabnika v nesemaforiziranih oziroma semaforiziranih križiščih.

3.4.1 Nivoji uslug na nesemaforiziranih križiščih

Tabelarično so za določitev nivoja uslug vozil prikazane mejne vrednosti zamud motornih vozil in pešcev, povzete po HCM izražene v sekundah.

Preglednica: Nivoji uslug vozil glede na zamude – križišče brez SSN (HCM, 2000, str. 17-2)

<i>Nivo uslug</i>	<i>Povprečna zamuda vozila, izražena v sekundah (d)</i>
A	$d \leq 10$
B	$10 < d \leq 15$
C	$15 < d \leq 25$
D	$25 < d \leq 35$
E	$35 < d \leq 50$
F	$50 < d$

Raziskave so pokazale, da so zamude pešcev na nesemaforiziranih prehodih za pešce odvisne od kritičnih vrzeli, prometnega toka motornih vozil in povprečnega časovnega razmaka med vozili. Kritična vrzel predstavlja minimalni čas v sekundah, ki ga pešec potrebuje za izvedbo manevra prečkanja vozišča. Vsak posameznik – pešec odloča o tem, ali je v prometnem toku zadostna vrzel za varno prečkanje vozišča. V primeru, ko je časovna vrzel daljša od kritične, lahko pešec varno prečka vozišče.

Preglednica: Nivoji uslug pešcev glede na zamude – prehod za pešce brez SSN (HCM, 2000, str. 18-15)

<i>Nivo uslug</i>	<i>Povprečna zamuda/pešca (s)</i>	<i>Verjetnost nevarnosti</i>
A	< 5	Nizka
B	$\geq 5-10$	
C	$> 10-20$	Zmerna
D	$> 20-30$	
E	$> 30-45$	Visoka
F	> 45	Zelo visoka

V preglednici je sposobnost pešca pri prečkanju vozišča povezana z izkoriščanjem časovne vrzeli v prometnem toku motornih vozil.

3.4.2 Nivoji uslug na semaforiziranih prehodih za pešce

HCM podaja vrednost 30 s kot tisto vrednost, pri kateri se že kaže povečanje nepotrpežljivosti in tolerantnosti pešcev. S tem se tudi poveča verjetnost neupoštevanja rdečega signala in prečkanje ceste ob zelenem signalu motornih vozil.

Tabelarično so za določitev nivoja uslug vozil prikazane mejne vrednoti zamud pešcev, povzete po HCM, izražene v sekundah.

Preglednica: Nivoji uslug pešcev glede na zamude – prehod za pešce z SSN (HCM, 2000, str. 18-8)

<i>Nivo uslug</i>	<i>Povprečna zamuda/pešca (s)</i>	<i>Verjetnost neupoštevanja rdečega signala</i>
A	< 10	Nizka
B	≥ 10–20	
C	> 20–30	Zmerna
D	> 30–40	
E	> 40–60	Visoka
F	> 60	Zelo visoka

3.4.3 Nivoji uslug prometnih površin za pešce

V primeru ustreznosti lokacije in upravičenosti označitve prehodov za pešce morajo ti vključevati tudi hodnike za pešce in čakalne površine, ki morajo prav tako ustrezati mejnim vrednostim nivoja uslug.

3.4.3.1 Hodniki za pešce

Pomembne kriterije za določitev nivoja uslug hodnika za pešce predstavljajo peščevo hitrost, prometni tok pešcev, prostorske zahteve pešcev in medsebojni vpliv med temi tremi faktorji.

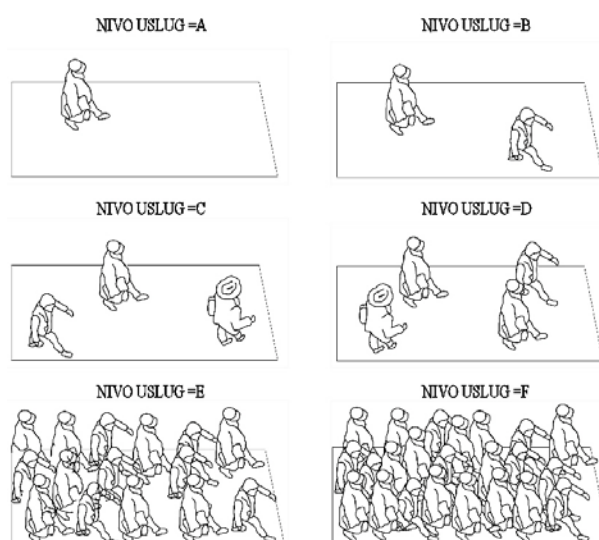
Na nivo uslug vpliva sposobnost ohranjanja manjšega prometnega toka pešcev proti nasprotnemu močnejšemu toku. Pri približno enakomerno razporejenem toku pešcev v obeh smereh je razlika v kapaciteti razmeroma majhna, saj prometni tok pešcev v vsaki smeri

zavzema približno enako površino, namenjeno hoji. Vseeno pri razporeditvi prometnih obremenitev 90 odstotkov proti 10 odstotkom na smer in pri površini 1.0 m²/pešca, opazimo zmanjšanje kapacitete za 15 odstotkov. Do razlike prihaja, ker pešci z manjšim prometnim tokom uporabljajo manjšo površino.

Z opazovanji pešcev je bilo ugotovljeno, da je hoja pešcev na hodnikih za pešce ovirana tudi, ko je prostor, namenjen pešce, večji od 4 m²/pešca. Pri 6 m²/pešca je bilo opaženo, da pešci ne hodijo eden ob drugem oziroma eden za drugim, ampak v obliki trikotnika. Ugotovili so tudi, da je prostor 10 m²/pešca nujno potreben za nemoteno gibanje ter 13 m²/pešca za gibanje pešcev brez vpliva drug na drugega. Hoja pešcev v skupinah se pojavlja, dokler ni prostora 50 m²/pešca ali več. Na spodnjih slikah so prikazani in opisani posamezni nivoji uslug, določeni glede na povprečen prometni tok pešcev, brez upoštevanja hoje v skupinah (HCM, 2000).

Preglednica: Priporočljivi nivo uslug hodnikov za pešce (HCM, 2000, str. 18-4)

<i>Nivo uslug</i>	<i>Prostor</i> (m ² /pešca)	<i>Količina toka</i> (pešec/min/m)	<i>Povprečna hitrost</i> (m/s)	<i>v/c razmerje</i>
A	> 5.6	≤ 16	> 1.30	≤ 0.21
B	> 3.7–5.6	> 16–23	> 1.27–1.30	> 0.21–0.31
C	> 2.2–3.7	> 23–33	> 1.22–1.27	> 0.31–0.44
D	> 1.4–2.2	> 33–49	> 1.14–1.22	> 0.44–0.65
E	> 0.75–1.4	> 49–75	> 0.75–1.14	> 0.65–1.0
F	≤ 0.75	spremenljivo	≤ 0.75	spremenljivo



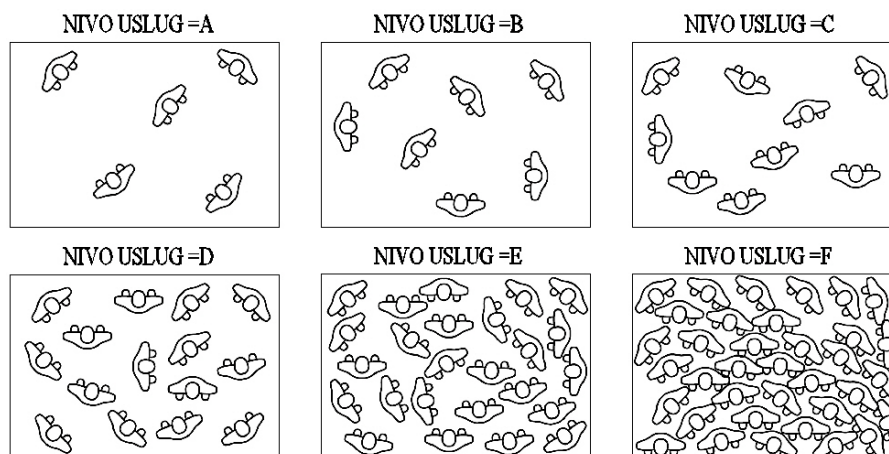
Slika 3.19: Grafični prikaz nivoja uslug površine za gibajoče se pešce (HCM, 2000)

3.4.3.2 Čakalne površine

Nivo usluge lahko ovrednotimo tudi preko vrste ali čakalnih površin, na katerih pešci čakajo na prečkanje vozišča oziroma na javni potniški promet. Nivo uslug čakališč je odvisen od povprečnega prostora, namenjenega pešču, udobnosti in možnosti manevriranja. Nivo uslug E se pojavlja v nabito polnih dvigalih in javnih potniških prevozih, nivo uslug D omogoča možnost manevriranja in se pojavlja na čakališčih za prečkanje vozišča. Pri drugih površinah, ki zahtevajo tudi več prostora za manevriranje (postajališča javnega potniškega prometa, gledališki hodniki, ...), moramo zagotoviti višji nivo uslug (HCM, 2000).

Preglednica: Priporočljivi nivo uslug na površinah za čakajoče (HCM, 2000, str. 18-6)

<i>Nivo usluge</i>	<i>Povprečni prostor pešca</i> (m ² /pešca)
A	> 1.2
B	> 0.9–1.2
C	> 0.6–0.9
D	> 0.3–0.6
E	> 0.2–0.3
F	≤ 0.2



Slika 3.20: Grafični prikaz nivoja uslug površine za čakajoče pešce (HCM, 2000)

4 MIKROSIMULACIJSKI PROGRAM VISSIM 4.10

VISSIM (*Verkehr In Städten SIMulation*) je mikroskopski, večnamenski simulacijski program, zasnovan na vedenju voznikov. Z njim je mogoče simulirati mestne ceste, avtoceste, kolesarske steze in pešpoti. Poleg izdelave detajlnega prometnega omrežja omogoča tudi t. i. 3D simulacijo prometa v realnem času. VISSIM ima vgrajen tudi vmesnik, ki omogoča snemanje AVI filmskih zapisov, kar olajša delo pri predstavitvah.

Simulacijski paket VISSIM je sestavljen iz dveh podprogramov, ki izvajata online ponazoritev prometnih operacij, in v ozadju pripravo izhodnih datotek, v katerih so zapisani statistični podatki (zamude, zaježitvene dolžine, potovalni časi, ...).

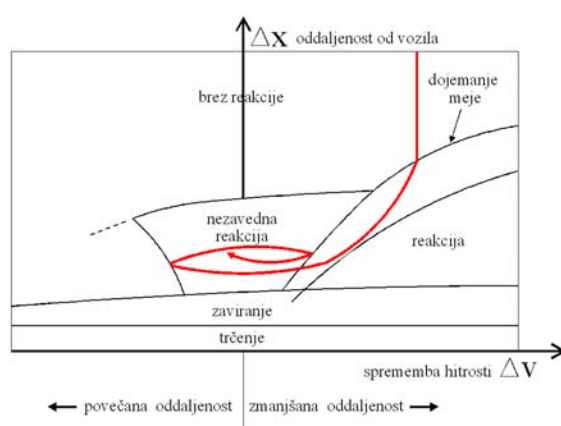
Mikroskopska simulacija omogoča vizualno vrednotenje, kjer vidimo, kje so morebitne težave, kot na primer neupoštevanje pravil o prednosti in analitično vrednotenje značilnih kazalcev prometne učinkovitosti. Vizualno vrednotenje omogoča ugotavljanje vidnih značilnosti prometnega toka, oziroma z njim ugotavljamo, ali omrežje ustreza realnemu/predvidenemu stanju prometnega modela. Manjših razlik s prostim očesom ne opazimo, zato je potrebna še analitična primerjava.

Stohastične lastnosti prometa v realnosti naznanjajo potrebo po uporabi take vrste spremenljivosti tudi v VISSIM-u. Srce programa je Wiedemannov model sledenja, ki ima vključene številne parametre z uporabo stohastičnih porazdelitev. Osnovna ideja njegovega modela je predpostavka, da se vozilo lahko znajde v štirih situacijah:

- **PROSTA VOŽNJA:** nobenega vpliva vozil pred njim. Vozilo si prizadeva doseči in ohraniti zaželeno hitrost. V realnosti hitrost v neovirani vožnji ne more biti konstantna, ampak niha okoli zelene hitrosti.
- **PRIBLIŽEVANJE:** Proces prilagajanja hitrosti sledečega vozila vodilnemu. V fazi približevanja vozilo zmanjšuje hitrost. Ko vozilo vozi na zeleni varnostni razdalji, je razlika v hitrosti med vozili enaka nič.

- **SLEDENJE:** Vozilo sledi vodilnemu vozilu brez zavestnega pospeševanja in zmanjševanja hitrosti. Ohranja bolj ali manj konstantno varnostno razdaljo, razlika v hitrosti je enaka skoraj nič.
- **ZAVIRANJE:** Varnostna razdalja med vozili ni več primerna in sledeče vozilo začne pospešeno zavirati. Do te situacije pride, ko vodilno vozilo nepričakovano zniža hitrost vožnje, oziroma se pred vodilno vozilo vključi tretje vozilo, ki ga prisili v zmanjševanje hitrosti.

(PTV, 2005)



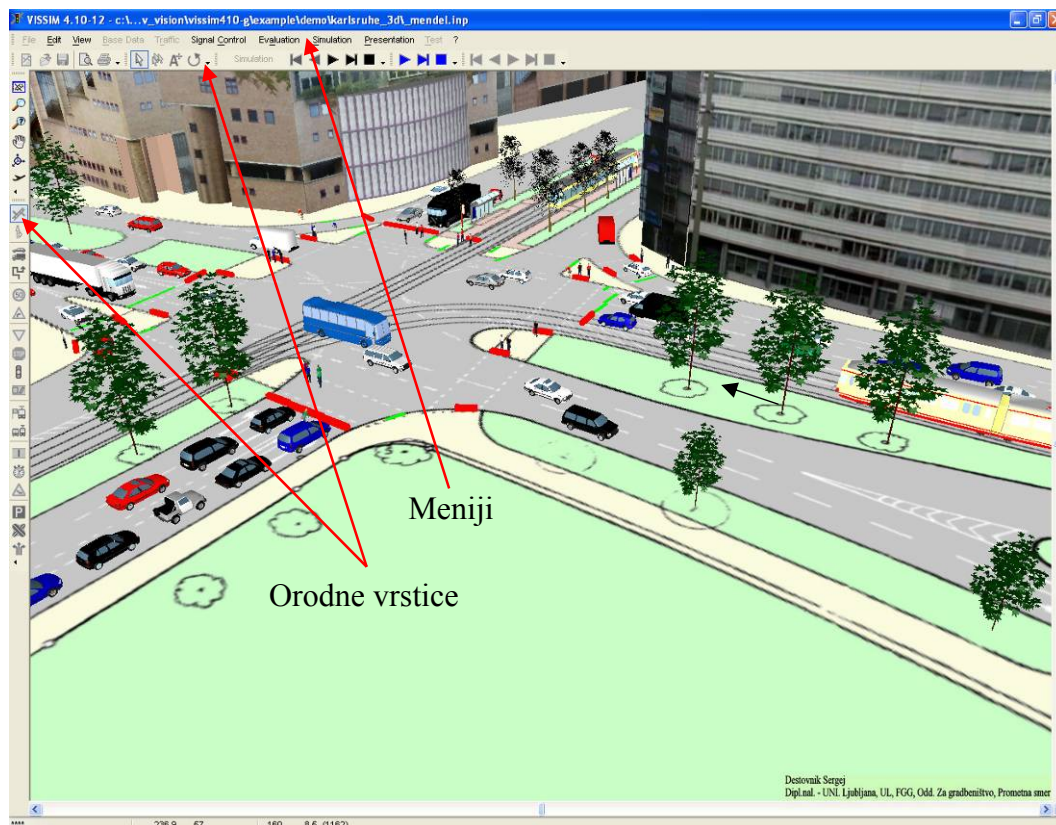
Slika 4.1: Wiedemann 1974 – model sledenja vozil (PTV, 2005)

Za vsako od zgoraj opisanih situacij je pospeševanje rezultat hitrosti, razlike v hitrosti, medsebojne razdalje in individualnih karakteristik voznika in vozila. Voznik preklopi iz ene situacije v drugo takoj, ko doseže določeno mejo, ki se izraža v kombinaciji razlike v hitrosti in medsebojne razdalje med vozili. Za primer – pri majhnih razlikah v hitrosti se lahko izvršujejo na majhnih razdaljah, medtem, ko visoke hitrosti vplivajo na mnogo hitrejše reakcije voznikov. Sposobnost zaznavanja razlik v hitrosti in ocenjevanja razdalje je odvisna od posameznika, prav tako želena hitrost in varnostna razdalja. Zaradi kombinacije psiholoških pogledov in fizioloških omejitev voznikovega dojetja model imenujemo psihofizični model sledenja vozil.

Bistvena pri natančnosti prometnih modelov je kvaliteta modeliranja vozil, t. i. metodologija premikanja vozil skozi omrežje. V nasprotju z manj kompleksnimi programi, ki upoštevajo konstantno hitrost in deterministično logiko sledenja vozil, VISSIM z uporabo psihofizičnega obnašanja voznika model približa realnemu stanju (PTV, 2005).

4.1 Delo s programom

VISSIM nudi ponazoritev prometnih udeležencev tako v 2D kot v 3D pogledu. Z izjemo postavitve 3D objektov je trodimenzionalni pogled namenjen izključno za pomoč pri predstavitvah. Celotna izdelava omrežja in nastavitve vseh potrebnih parametrov se izdelava v 2D pogledu.



Slika 4.2: Delovno okno programa VISSIM v 3D pogledu (VISSIM 4.10)


V delovnem oknu na zgornji sliki se v vrstici z meniji nahajajo **File**, **Edit**, **View**, **Base Data**, **Traffic**, **Signal Control**, **Evaluation**, **Simulation**, **Presentation**, **Test** in **?**. Omrežje se izdeluje s pomočjo računalniške miške in orodne vrstice.

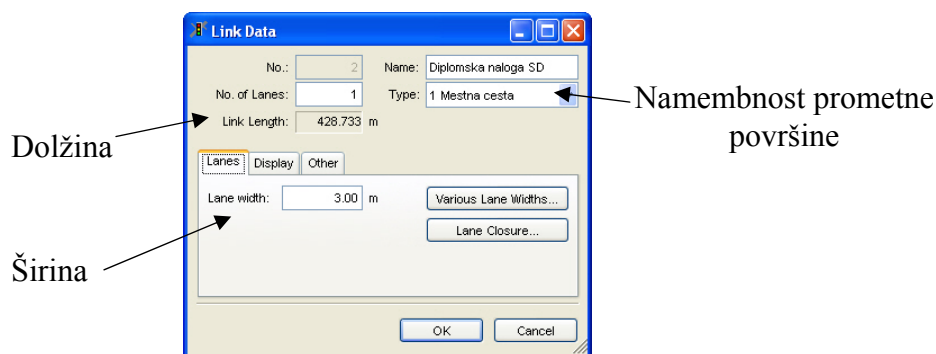
Desni klik na miški: *izven omrežja* odpre seznam vseh elementov ukaza, ki je označen *na odsek ali povezavo* – vstavi nov element

Levi klik na miški: *enojni klik* – označi obstoječi element
dvojni klik – odpre podatke o nastavitvah


V nadaljevanju bodo podrobno opisani ukazi iz orodnih vrstic in nastavitve posameznih parametrov, ki bistveno vplivajo na končne rezultate analize.

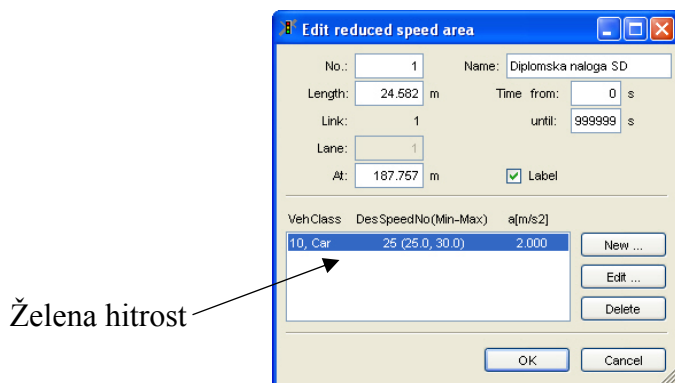
4.2 Izdelava omrežja in nastavitve posameznih parametrov

Osnovno omrežje je sestavljeno iz dveh osnovnih elementov: odsekov in povezav med njimi. Želena geometrijo prometne površine oblikujemo s pomočjo vmesnih točk ob izbranem ukazu  (*Links & Connectors*). Vsakemu od odsekov pripadajo podatki o širini, številu, dolžini, namembnosti prometne površine, ...



Slika 4.3: Podatki o odsekih (VISSIM 4.10)

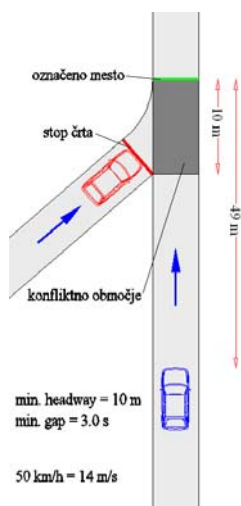
Območju križišča, priključkov in prehodov za pešce se mora voznik približevati s potrebno previdnostjo in takšno hitrostjo, da lahko vozilo ustavi, če bi bilo to treba. S pomočjo ukaza o reducirani hitrosti  (*Reduced Speed Areas*) vozniku določimo območje, na katerega mora pripeljati z vnaprej določeno hitrostjo in voziti s tolikšno hitrostjo do konca označenega odseka.



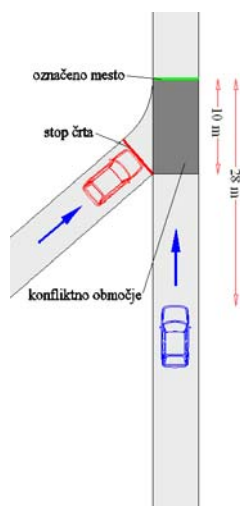
Slika 4.4: Podatki o porazdelitvi reducirane hitrosti (VISSIM 4.10)

VISSIM določi odvzem prednosti določenemu prometnemu udeležencu s pomočjo postavitve pravil o prednosti (Priority Rules). Odvisno od razmer na konfliktnem območju se posameznik odloči za nadaljevanje poti oziroma počaka na ustrezne prometne razmere. Vedno mora na označenem mestu pred nadaljevanjem poti preveriti oba vnaprej določena pogoja:

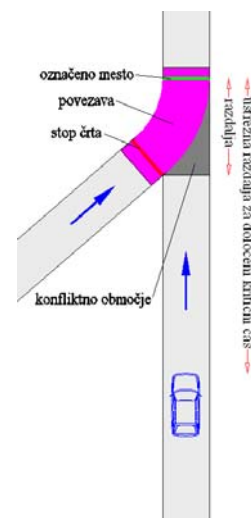
- minimalno razdaljo (*min. headway*) in
- minimalni kritični čas (*gap time*).



Modro vozilo vozi na prednostni cesti s hitrostjo 50 km/h (14 m/s) in je oddaljeno od označenega mesta 49 m. Kritični čas je $49 \text{ m} / 14 \text{ m/s} = 3.5 \text{ s}$. Tako lahko rdeče vozilo izvede manever vključevanja na prednostno cesto, saj je kritični čas nastavljen na 3.0 s.

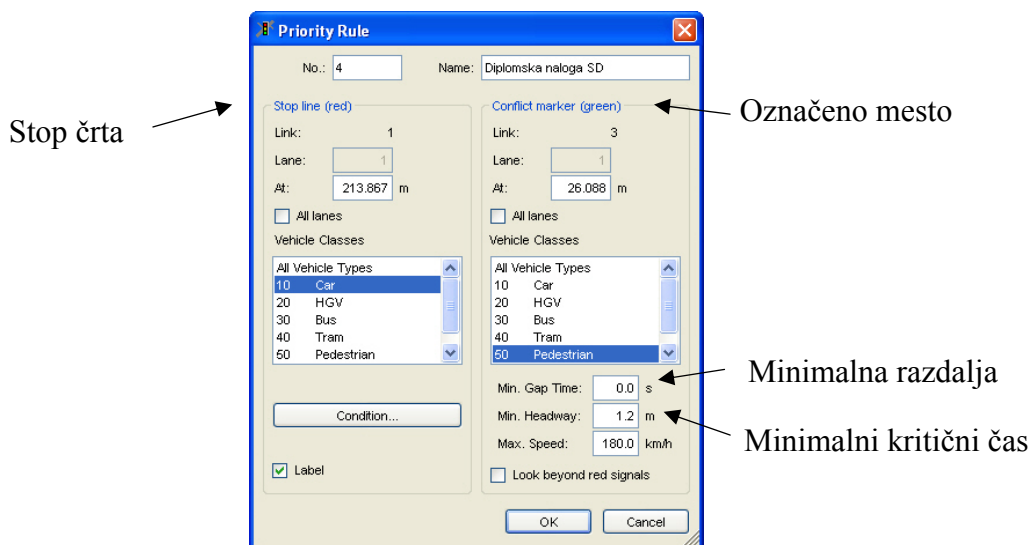


Modro vozilo je oddaljeno 28 m od označenega mesta. Kritični čas je $28 \text{ m} / 14 \text{ m/s} = 2.0 \text{ s}$. Rdeče vozilo mora modremu odstopiti prednost, saj je kritični čas nastavljen na 3.0 s.



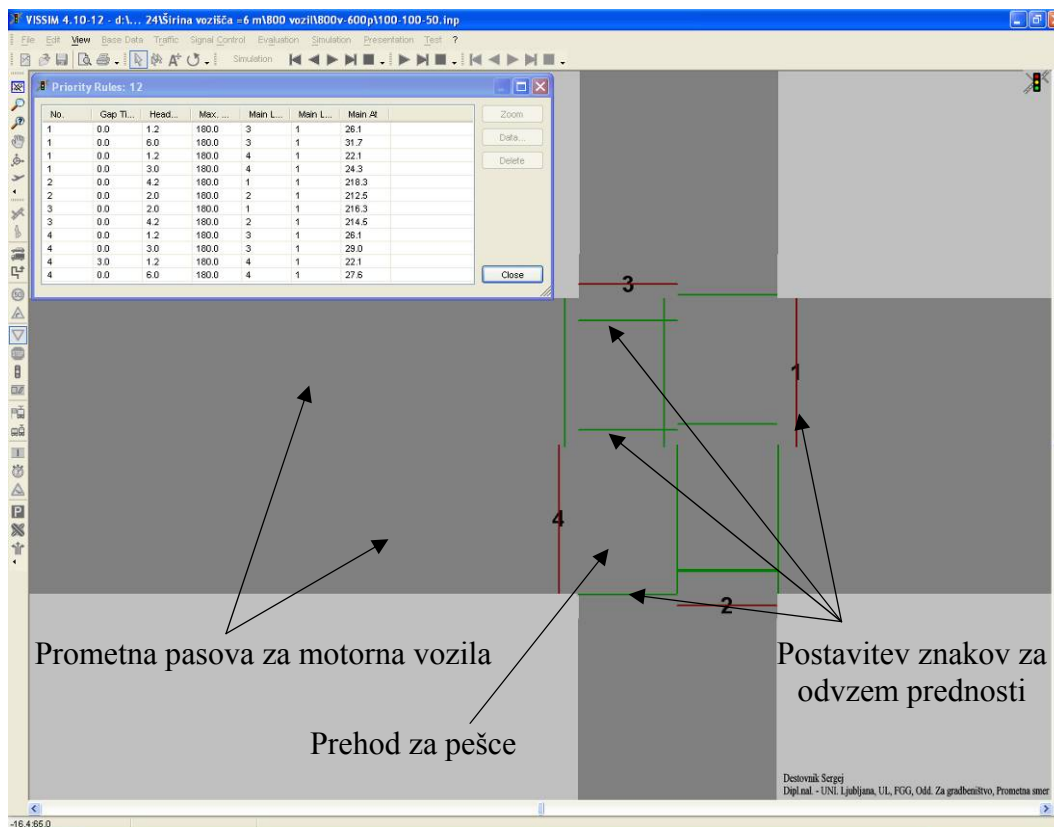
Modro vozilo je prevozilo označeno mesto – kritični čas = 0 s (vozilo je že zapeljalo preko označenega mesta). Vendar je nastavljena minimalna razdalja 10 m in mora rdeče vozilo počakati, dokler modro vozilo v celotni dolžini ne prevozi označenega mesta.

Eni stop črti (*stop line – red*) lahko pripada tudi več označenih mest (*conflict marker – green*). Posamezne nastavitve določimo v oknu, ki je prikazano na sliki 4.5.




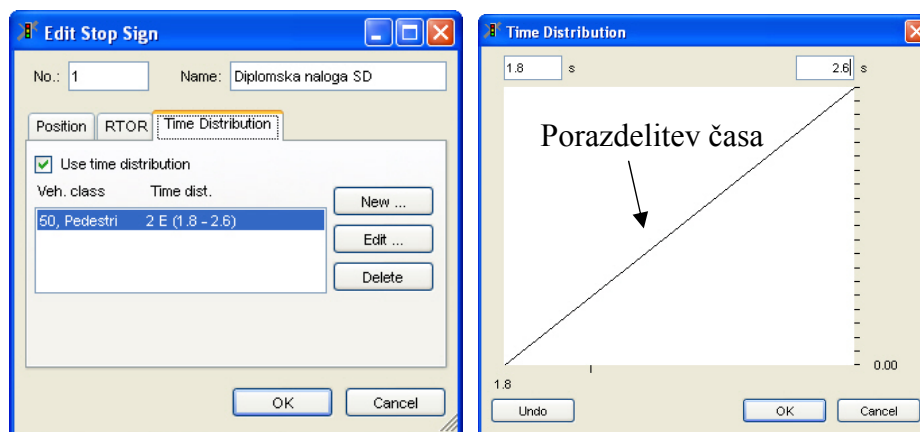
Slika 4.5: Podatki o odvzemu prednosti (VISSIM 4.10)

Na sliki 4.6 je prikazano delovno okno programa VISSIM z izdelanimi odseki, ki predstavljajo prometna pasova v nasprotni smeri, ter prehod za pešce. Z rdečo barvo so prikazane stop črte, z zeleno barvo pa so označena mesta, od katerih veljajo določeni pogoji.




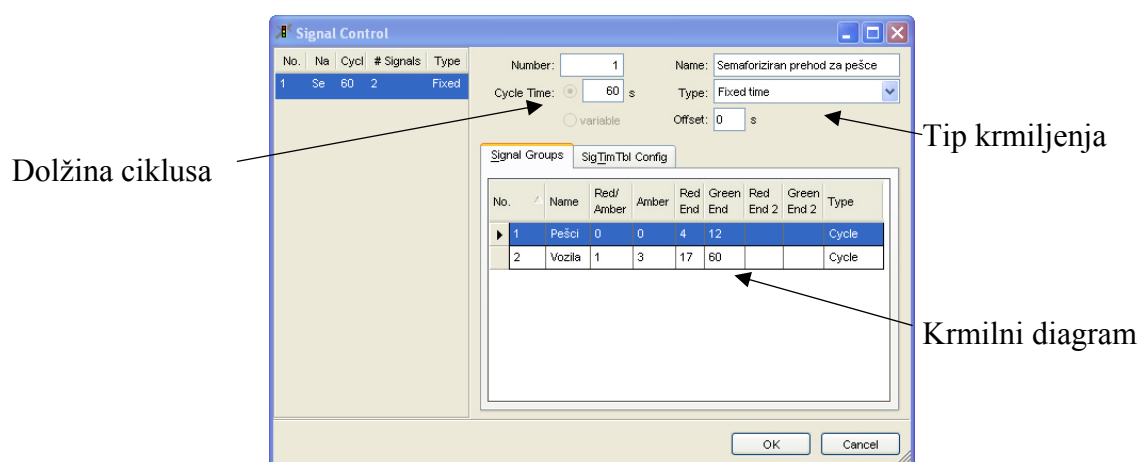
Slika 4.6: Prikaz vseh podatkov o odvzemu prednosti za obravnavani primer (VISSIM 4.10)

Ukaz  (*Stop Signs*) se lahko uporablja v kombinaciji z ukazi za odvzem prednosti ter kot samostojni ukaz. V primeru, da želimo prometnega udeleženca za določen čas ustaviti, lahko nastavimo porazdelitev časa (Vrstica z meniji: *Base Data – Distributions – Dwell Time*) in s tem zagotovimo, da se bo na označenem mestu vsak prometni udeleženec ustavil.

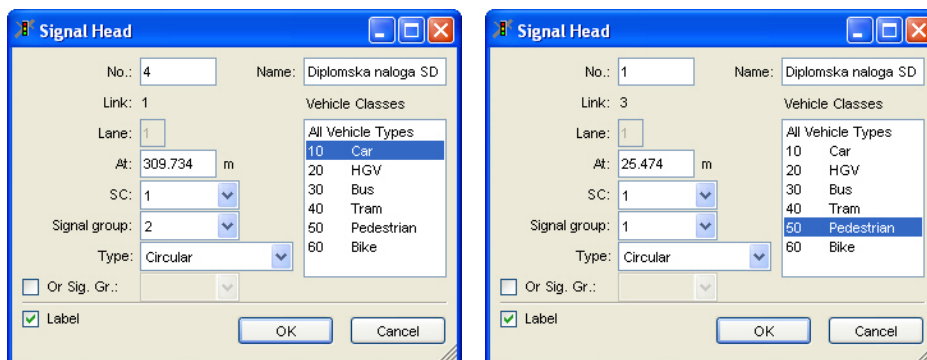


Slika 4.7: Podatki o porazdelitvi časa ustavitve (VISSIM 4.10)


Za postavitev svetlobno-signalnih naprav  (*Signal Heads*) moramo najprej definirati tip krmiljenja, dolžino ciklusa in dolžine posameznih faz (*Signal Control – Edit Controllers*) ter nato na posameznem odseku postaviti signalne glave – katerim pripadajo vnaprej določeni krmilni diagrami.



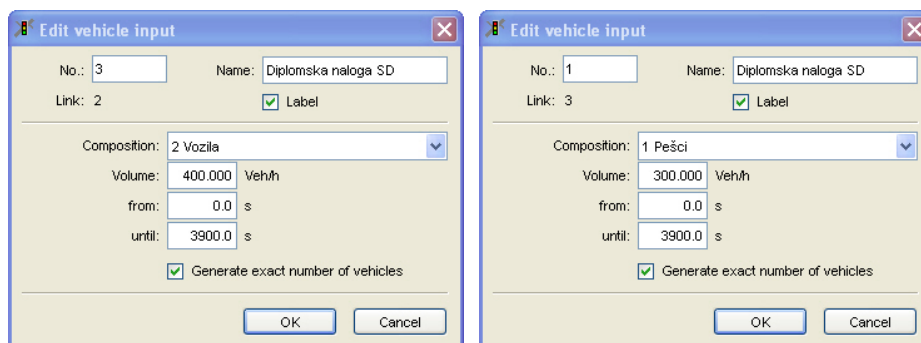
Slika 4.8: Podatki o krmiljenju svetlobno-signalnih naprav (VISSIM 4.10)



Slika 4.9: Podatki o signalnih glavah na posameznem odseku (VISSIM 4.10)

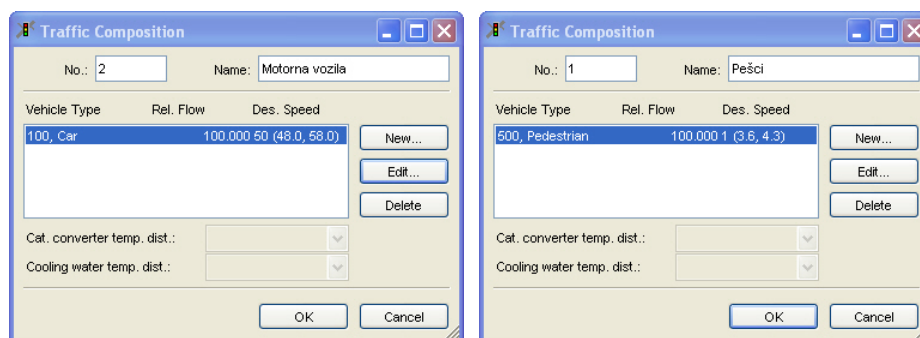
Po izdelanem matematičnem modelu, kateremu so bila določena pravila o prednosti, območja omejenih hitrosti ter postavljene signalne naprave, lahko nadaljujemo z določanjem prometnih obremenitev za posamezni odsek. Prometne obremenitve  (*Vehicle Inputs*) podajamo s pomočjo okna na sliki 4.10 za vsak posamezni odsek. Podati moramo število vozil (pešcev) na uro. Vsi prometni udeleženci vstopajo v omrežje na osnovi Poissonove porazdelitve.

V mikrosimulacijskih programih se upošteva realna zmogljivost cest in križišč, kar pomeni, da omrežje generira le toliko vozil, kot ga to lahko sprejme. V primeru, da rezultati predvidenega modela pokažejo, da v obravnavanem simulacijskem času 3600 s omrežje ni sposobno prevzeti merodajnih prometnih obremenitev vozil, lahko zaključimo, da bo predlagana prometna obremenitev posledično zmanjševala kapaciteto bližnjih križišč ter kapaciteto obravnavanega odseka.



Slika 4.10: Podatki o prometnih obremenitvah na posameznem odseku (VISSIM 4.10)

Pred tem je treba določiti strukturo prometa, ki se lahko nastavi za vsak odsek posebej (Vrstica z meniji: *Traffic – Compossitions*).

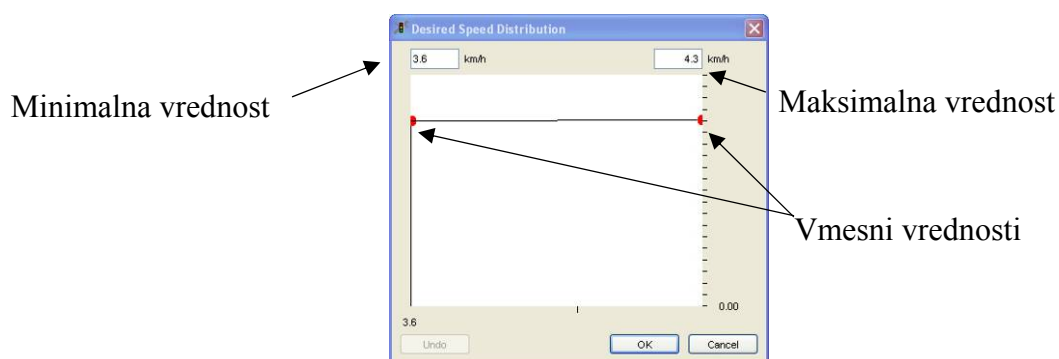


Slika 4.11: Podatki o strukturi prometa in porazdelitvi hitrosti (VISSIM 4.10)

Dva zelo pomembna parametra, ki bistveno vplivata na končne rezultate, sta porazdelitev zaželenih hitrosti in karakteristike prometnih udeležencev.

4.2.1 Porazdelitev zaželenih hitrosti

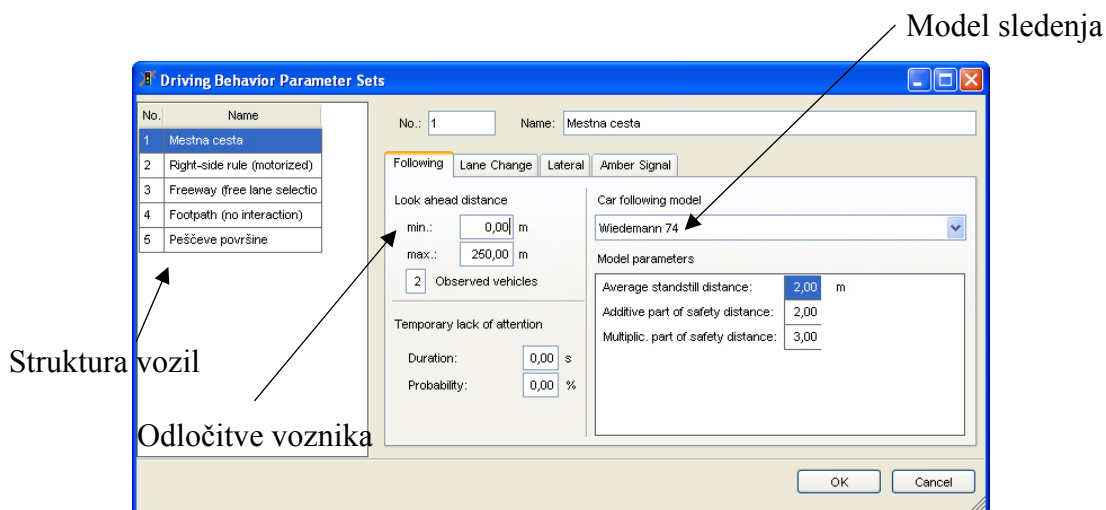
Kapaciteto določenega odseka ceste in potovalno hitrost na njem določa porazdelitev hitrosti glede na strukturo vozil. V prostem prometnem toku bo vozilo potovalo z zaželeno hitrostjo (z manjšim stohastičnim odstopanjem – nihanje). V normalnem prometnem toku vozila z višjo zaželeno hitrostjo za izvršitev manevra prehitevanja začnejo iskati zadostne razmake med vozili v nasprotni smeri. Stohastična porazdelitev zaželenih hitrosti je določena glede na strukturo prometnega udeleženca. Minimalna in maksimalna vrednost sta na sliki 4.12 natančno določeni, vmesne vrednosti pa so prikazane z rdečo piko.



Slika 4.12: Nastavitev porazdelitve želene hitrosti (VISSIM 4.10)

4.2.2 Karakteristike prometnih udeležencev

Tako model sledenja kot model menjavanja prometnih pasov uporabljata obsežen niz parametrov. Nekateri od njih so primerni za izkušene uporabnike in z njimi lahko spreminjajo osnovne karakteristike voznika. Karakteristike so vezane na posamezni odsek ceste za posameznega prometnega udeleženca.



Slika 4.13: Nastavitev voznikovih in peščevih karakteristik (VISSIM 4.10)

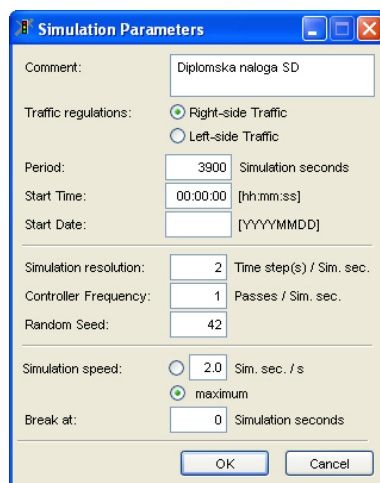
Program ima določenih 5 različnih parametrov, ki jih lahko poljubno spreminjamo. Odločitve voznika predstavlja razdalja, ki jo voznik zaznava pred seboj v smeri vožnje za odločanje o posameznih reakcijah. Ta razdalja je odvisna tudi od nastavljenega števila vozil, ki jih voznik vidi pred seboj.

Program ima določene 3 različne modele sledenja:



- **Wiedemann 74**, ki je primeren za mestne ulice,
- **Wiedemann 99**, ki se upošteva na cestah najvišjega ranga (A – avtocestah in H – hitrih cestah) ter
- **brez medsebojnega vpliva**, kjer prometni udeleženci ne identificirajo drug drugega (se uporablja za poenostavljeno upoštevanje pešcev v simulacijah).

4.3 Izhodni podatki

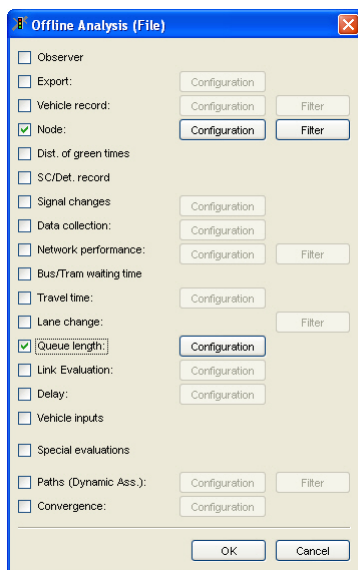
Pred pričetkom analize je treba nastaviti parametre simulacije, kot so čas simulacije, *Random Seed*, odločnost in hitrost. Ponavljanje simulacij istega modela je zahtevano, ker se rezultati mikrosimulacij razlikujejo na osnovi naključno izbranega števila začetka (*Random Seed*) v posamezni simulaciji. Rezultat vseh teh odločitev ima velik pomen na rezultate simulacije. Rezultat vsake od simulacij je običajno blizu povprečja vseh simulacij, vendar se vsi med seboj razlikujejo. **Rezultati posameznih mikrosimulacij lahko med seboj odstopajo do 25 odstotkov, zato so bile za vse primere opravljene po 4 simulacije z različno izbranimi števili začetka simulacije.**



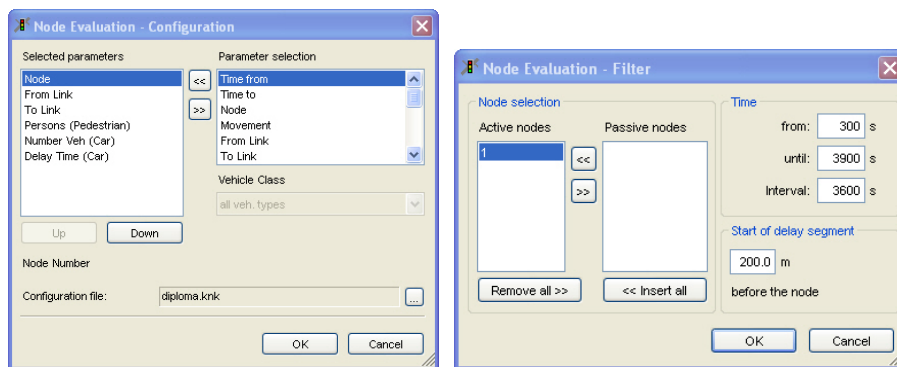
Slika 4.14: Nastavitev parametrov simulacije (VISSIM 4.10)

Za potrebe analize in vrednotenja parametrov je treba pridobiti rezultate v obliki izhodnih datotek. Skladno z obravnavanima primeroma smo s pomočjo ukaza  (*Node*) določili območje, ki ga želimo analizirati. Za potrebe določitve zaježitvenih dolžin na posamezni odsek z ukazom  (*Queue Counters*) postavimo merilec na zeleno mesto.

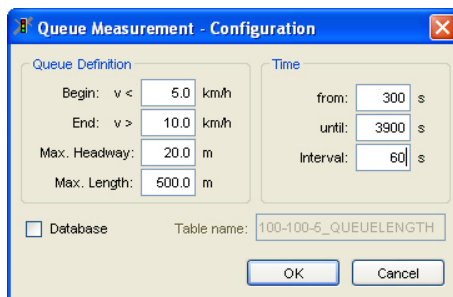
V meniju (*Evaluation – Files*) odpremo okno, v katerem odključamo želene analize, ki bodo opravljene v skladu z nastavitvami, vidnimi na slikah 4.16 in 4.17.



Slika 4.15: Nastavitev parametrov simulacije (VISSIM 4.10)



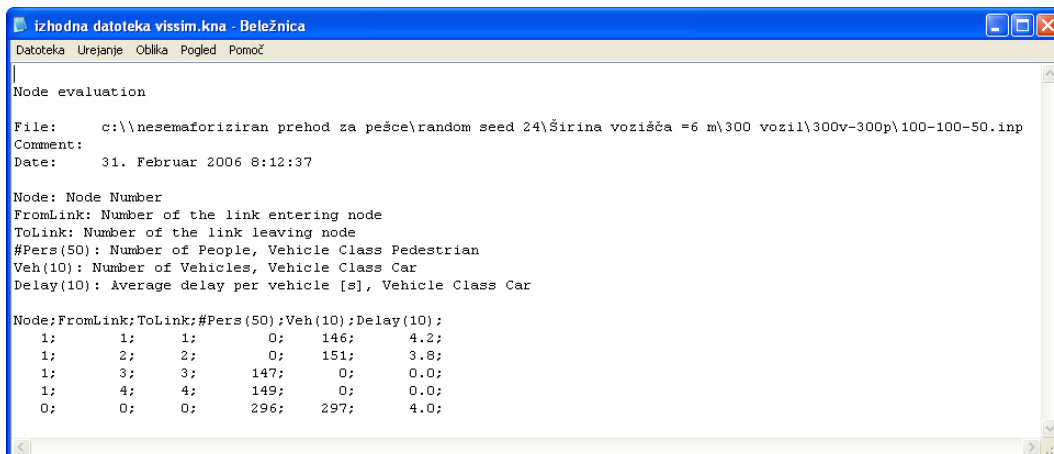
Slika 4.16: Nastavitev parametrov za analizo (VISSIM 4.10)



Slika 4.17: Nastavitev parametrov za analizo (VISSIM 4.10)

Mikrosimulacijski programi začnejo z obremenjevanjem omrežja na začetku odseka, kar pomeni, da prometni udeleženci potrebujejo nekaj časa za vzpostavitev »realnega« stanja na omrežju. V skladu s tem je bil nastavljen čas vrednotenja podatkov za analizo z začetkom v 300 s in koncem v 3900 s. Čas trajanja analize je 3600 s. Pri analizi zaježitvenih dolžin v semaforiziranem prehodu je določeni interval enak dolžini ciklusa.

Primeri izpisa izhodne datoteke v obliki *.kna in *.stz sta prikazana na slikah 4.18 in 4.19. Slabost programa VISSIM je v tem, da je treba za vse nadaljnje analize uporabljati druge programe, saj VISSIM ne podaja rezultatov v obliki tabel in grafov.



```
izhodna datoteka vissim.kna - Beležnica
Datoteka  Urejanje  Oblika  Pogled  Pomoč

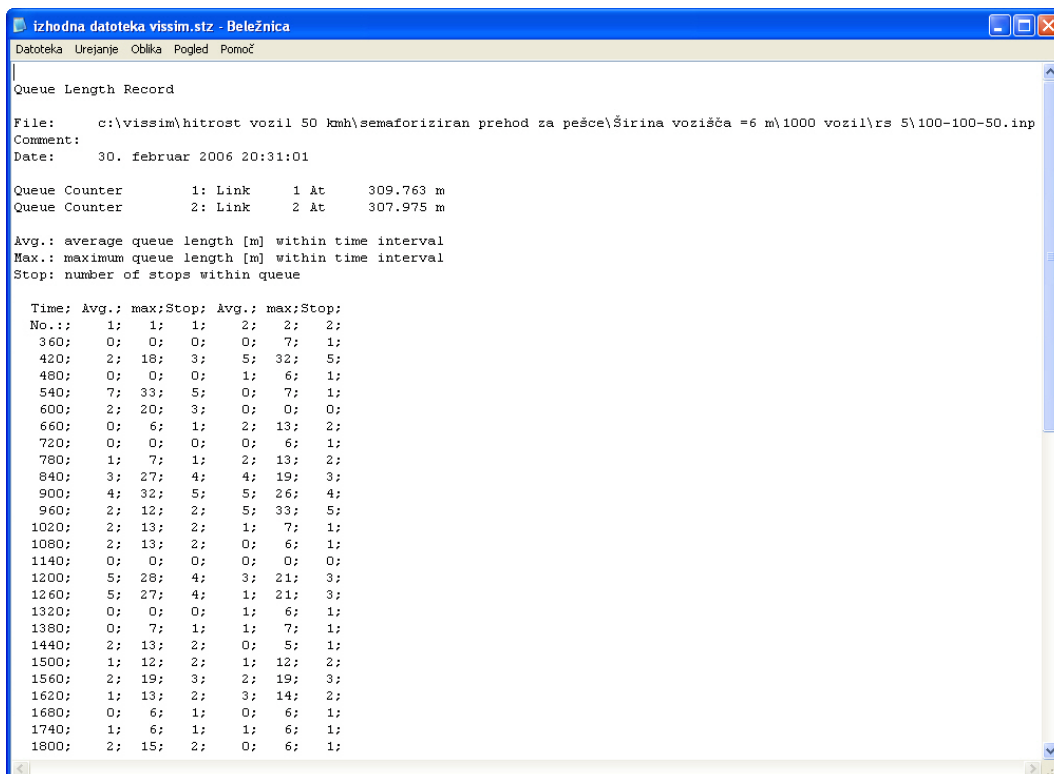
Node evaluation

File:      c:\nesemaforiziran prehod za pešce\random seed 24\širina vozišča =6 m\300 vozil\300v-300p\100-100-50.inp
Comment:
Date:      31. Februar 2006 8:12:37

Node: Node Number
FromLink: Number of the link entering node
ToLink:   Number of the link leaving node
#Pers(50): Number of People, Vehicle Class Pedestrian
Veh(10):  Number of Vehicles, Vehicle Class Car
Delay(10): Average delay per vehicle [s], Vehicle Class Car

Node:FromLink;ToLink;#Pers(50);Veh(10);Delay(10);
1:      1:      1:      0:      146:      4.2;
1:      2:      2:      0:      151:      3.8;
1:      3:      3:      147:      0:      0.0;
1:      4:      4:      149:      0:      0.0;
0:      0:      0:      296:      297:      4.0;
```

Slika 4.18: Primer izpisa izhodne datoteke *.kna (VISSIM 4.10)



```
izhodna datoteka vissim.stz - Beležnica
Datoteka  Urejanje  Oblika  Pogled  Pomoč

Queue Length Record

File:      c:\vissim\hitrost vozil 50 kmh\semaforiziran prehod za pešce\širina vozišča =6 m\1000 vozil\rs 5\100-100-50.inp
Comment:
Date:      30. februar 2006 20:31:01

Queue Counter      1: Link      1 At      309.763 m
Queue Counter      2: Link      2 At      307.975 m

Avg.: average queue length [m] within time interval
Max.: maximum queue length [m] within time interval
Stop: number of stops within queue

Time: Avg.; max;Stop; Avg.; max;Stop;
No.: 1: 1; 1; 2; 2; 2;
360: 0; 0; 0; 0; 7; 1;
420: 2; 18; 3; 5; 32; 5;
480: 0; 0; 0; 1; 6; 1;
540: 7; 33; 5; 0; 7; 1;
600: 2; 20; 3; 0; 0; 0;
660: 0; 6; 1; 2; 13; 2;
720: 0; 0; 0; 0; 6; 1;
780: 1; 7; 1; 2; 13; 2;
840: 3; 27; 4; 4; 19; 3;
900: 4; 32; 5; 5; 26; 4;
960: 2; 12; 2; 5; 33; 5;
1020: 2; 13; 2; 1; 7; 1;
1080: 2; 13; 2; 0; 6; 1;
1140: 0; 0; 0; 0; 0; 0;
1200: 5; 28; 4; 3; 21; 3;
1260: 5; 27; 4; 1; 21; 3;
1320: 0; 0; 0; 1; 6; 1;
1380: 0; 7; 1; 1; 7; 1;
1440: 2; 13; 2; 0; 5; 1;
1500: 1; 12; 2; 1; 12; 2;
1560: 2; 19; 3; 2; 19; 3;
1620: 1; 13; 2; 3; 14; 2;
1680: 0; 6; 1; 0; 6; 1;
1740: 1; 6; 1; 1; 6; 1;
1800: 2; 15; 2; 0; 6; 1;
```

Slika 4.19: Primer izpisa izhodne datoteke *.stz (VISSIM 4.10)

5 DOLOČITEV MEJE PROMETNIH OBREMENITEV MOTORNIH VOZIL IN PEŠCEV ZA ODLOČITEV O UREJANJU PREHODOV ZA PEŠČE IZVEN KRIŽIŠČ S POMOČJO MIKROSIMULACIJE

V sklopu naloge so bili predstavljeni kriteriji za namestitev prehodov za pešce, povzeti po slovenski in tuji literaturi, karakteristike prometnih udeležencev v semaforiziranih in nesemaforiziranih prehodih za pešce ter programsko orodje VISSIM. Eden izmed kriterijev za odločitev o urejanju prehodov za pešce v območju izven križišč je kriterij prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev.

Namen naloge je bil določiti zgornjo mejo urnih prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev za urejanje nesemaforiziranih prehodov za pešce širine 4.00 m v območju izven križišč na podlagi čakalnih časov motornih vozil ter zgornjo mejo prometnih obremenitev motornih vozil v odvisnosti od dolžine cikla ter zajezitvenih dolžin motornih vozil na semaforiziranih prehodih.

5.1 Metodologija določitve pragov

Določitev meje prometnih obremenitev je bila opravljena s pomočjo mikrosimulacijskega orodja PTV VISSIM 4.10. Na podlagi idejnih zasnov so bili izdelani matematični modeli analiziranih območij. Detajlna uporaba programa je opisana v poglavju 4.

5.1.1 Matematični modeli

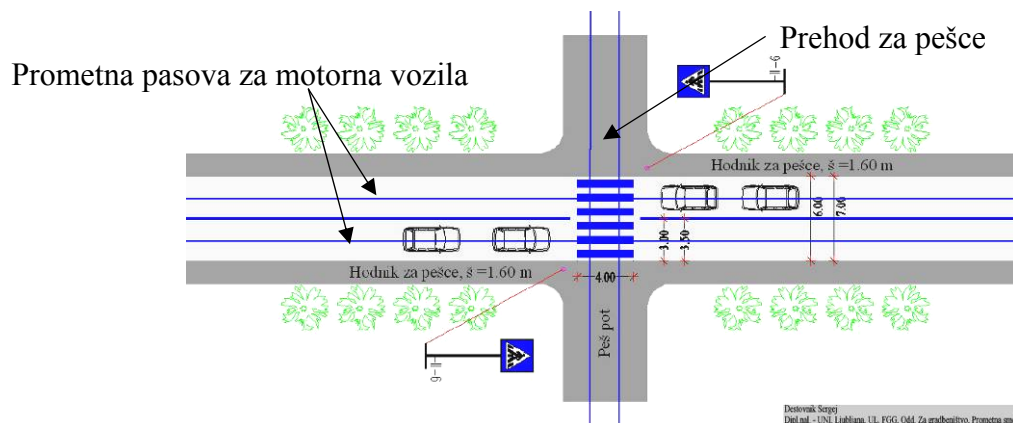
V sklopu naloge so bili izdelani trije matematični modeli. Prehod za pešce poteka v vseh treh primerih pravokotno na vozišče (slika 5.1) in v skladu z 48. členom Pravilnika o projektiranju cest (Ur. l. RS, 91/05) v primeru, ko v bližini 150 m ni nobenega prehoda oziroma križišča. Širina prehoda za pešce znaša 4.00 m.

39. člen Pravilnika o projektiranju cest določa dimenzije tipskega prečnega prereza cestišča v odvisnosti od vrste ceste, prometne obremenitve in projektne hitrosti.

Na podlagi vseh določenih tipskih prečnih prerezov je bilo ugotovljeno, da se lahko urejajo nesemaforizirani prehodi za pešce v območju izven križišč na cestah s prometnimi pasovi širine 2.75 m, 3.00 m, 3.25 m in 3.50 m.

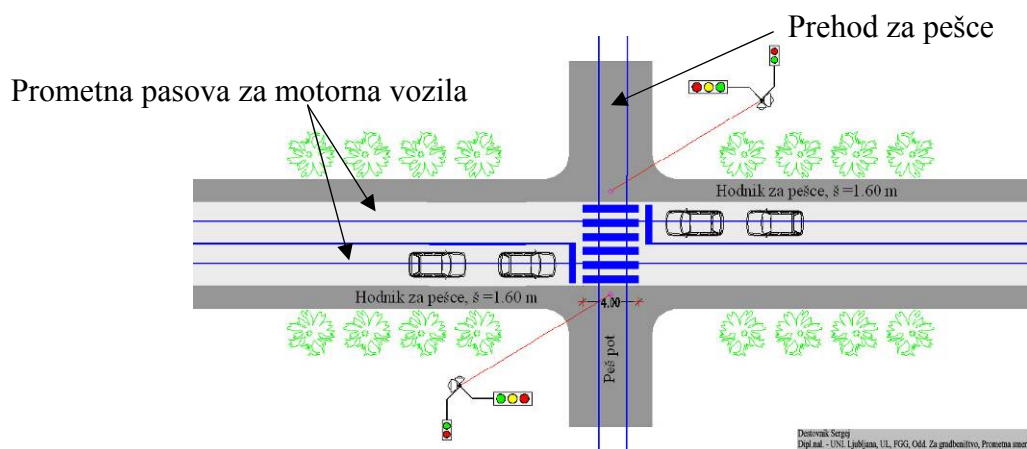
Izdelana sta bila dva modela za določitev mejnih prometnih obremenitev za odločitev o označevanju semaforiziranih prehodov na podlagi čakalnih časov motornih vozil:

- Skupna širina obeh prometnih pasov za motorna vozila znaša 6.00 m in 7.00 m



Slika 5.1: Matematični model nesemaforiziranih prehodov za pešce (VISSIM 4.10)

Tretji matematični model je bil izdelan za določitev meje prometnih obremenitev motornih vozil za odločitev o urejanju semaforiziranih prehodov pri različnih ciklikih:



Slika 5.2: Matematični model semaforiziranega prehoda za pešce (VISSIM 4.10)

5.1.2 Prometne obremenitve

V modelih je bilo predpostavljeno povečevanje prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev pri prečkanju prehoda.

Prometne obremenitve motornih vozil so bile povečevane po 50 vozil/h/smer od 100 vozil/h/obe smeri do 1400 vozil/uro/obe smeri pri nesemaforiziranih prehodih ter do 2400 vozil/h/obe smeri pri semaforiziranem prehodu. Prometne obremenitve pešcev so bile v analizi nesemaforiziranih prehodov povečevane po 50 pešcev/h/smer od 100 pešcev/h/obe smeri do 1200 pešcev/h/obe smeri. Delež motornih vozil in pešcev je bil enakomerno razporejen na oba prometna tokova. Analiza za posamezne obremenitvene kombinacije ni bila izvedena v primeru, ko je vrednost čakalnih časov motornih vozil presežena že pri nižjih prometnih obremenitvah pešcev. Za nesemaforiziran prehod je bilo opravljenih po 130 kombinacij pri štirih različnih *Random Seed*-ih, kar zneso za posamezni matematični model cca 520 rezultatov ter 100 kombinacij za semaforiziran prehod. Skupaj je bilo opravljenih 1140 obremenitvenih kombinacij. Primer matrike za nesemaforiziran prehod je prikazan v preglednici 5.1.

Preglednica 5.1: Matrika prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev

		Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri											
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	400	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
	500	+	+	+	+	+	+	+	+				
	600	+	+	+	+	+	+	+	+				
	700	+	+	+	+	+	+	+					
	800	+	+	+	+	+	+	+					
	900	+	+	+	+	+	+	+					
	1000	+	+	+	+	+	+						
	1100	+	+	+	+	+	+						
	1200	+	+	+	+	+							
	1300	+	+	+	+	+							
	1400	+	+	+	+	+							

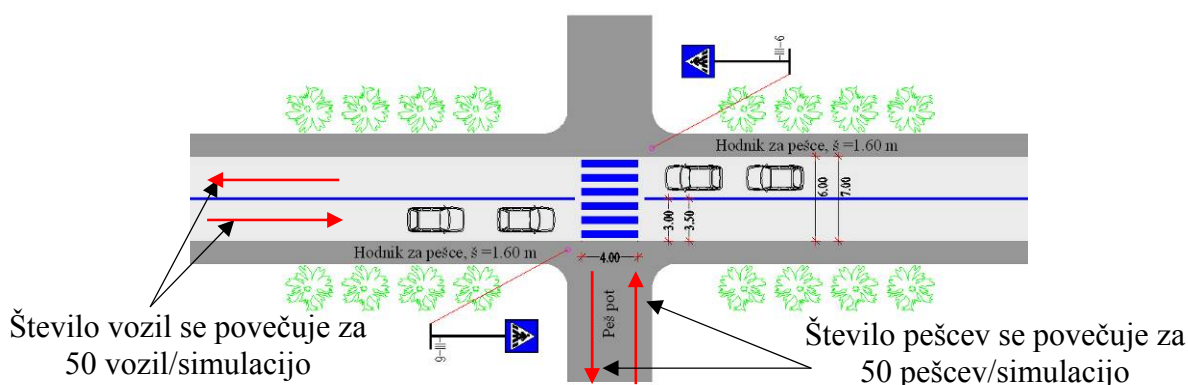
5.1.3 Urejanje prometa v območju prehoda za pešce izven križišč

V nalogi sta bili obravnavani dve vrsti urejanja prometa v območju prehodov za pešce, in sicer:

5.1.3.1 Nesemaforiziran prehod za pešce izven križišč

Na osnovi idejnih zasnov, vhodnih podatkov in predpostavk sta bila izdelana dva matematična modela:

- širina prometnega pasu za motorna vozila znaša 3.00 m oziroma 3.50 m,
- širina prehoda za pešce znaša 4.00 m,
- največja dovoljena hitrost motornih vozil, ki so z Zakonom o varnosti cestnega prometa (ZVCP) na cestah v naselju omejene na 50 km/h,
- porazdelitev hitrosti hoje pešca (povzete po HCM 2000),
- vozniki prilagajajo hitrost vožnje vozilu pred njim (*Car-following* – Wiedemann 74),
- prehodu za pešce se mora voznik približevati s potrebno previdnostjo in takšno hitrostjo, da lahko vozilo ustavi, če bi z vožnjo preko prehoda ogrožal pešce (*Desired Speed Decisions*),
- na nesemaforiziranem prehodu za pešce morajo vozniki omogočiti varno prečkanje vozišča pešcem, ki so na prehodu ali stopajo nanj (*Priority Rules*) in
- Pešci potrebujejo pred pričetkom prečkanja ceste dodatni čas za oceno situacije prečkanja (oddaljenost vozil, hitrost vozil, itd.) (*Stop Signs*).

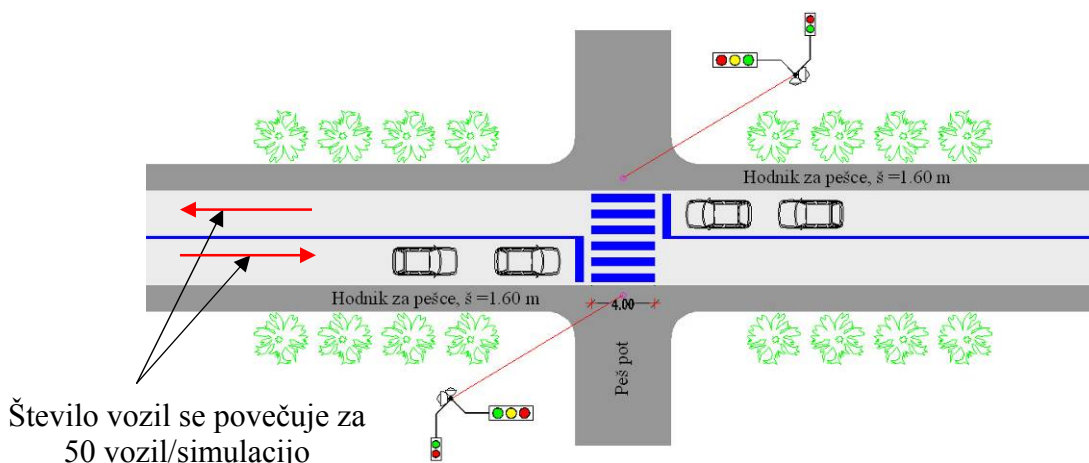


Slika 5.3: Idejna zasnova nesemaforiziranega prehoda za pešce (VISSIM 4.10)

5.1.3.2 Semaforiziran prehod za pešce izven križišč

Na osnovi idejne zasnove, vhodnih podatkov in predpostavk je bil izdelan model:

- širina prometnega pasu za motorna vozila znaša 3.00 m,
- širina prehoda za pešce znaša 4.00 m,
- največja dovoljena hitrost motornih vozil, ki so z Zakonom o varnosti cestnega prometa (ZVCP) na cestah v naselju omejene na 50 km/h,
- porazdelitev hitrosti hoje pešca (povzete po HCM 2000),
- vozniki prilagajajo hitrost vožnje vozilu pred njim (*Car-following* – Wiedemann 74) in
- prehodu za pešce se mora voznik približevati s potrebno previdnostjo in takšno hitrostjo, da lahko vozilo ustavi, če bi se na signalni glavi prižgala rdeča luč, ki pomeni prepovedano vožnjo (*Desired Speed Decisions*).



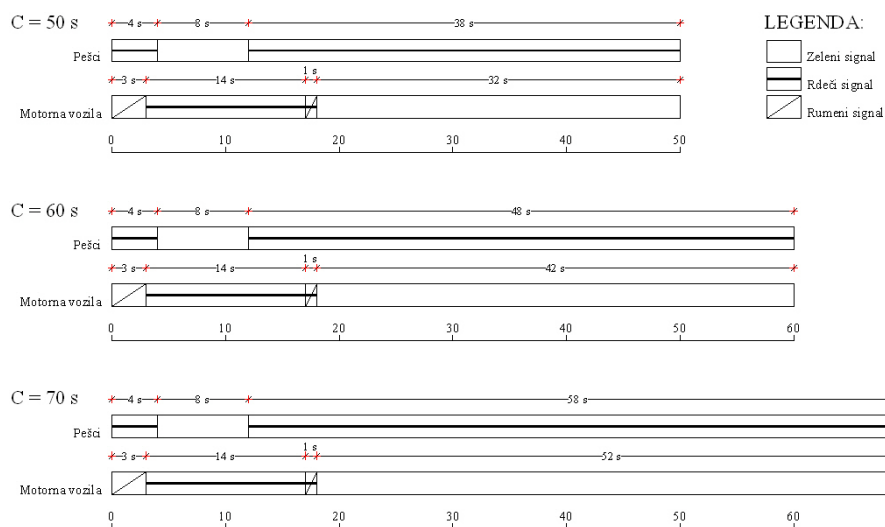
Slika 5.4: Idejna zasnova semaforiziranega prehoda za pešce (VISSIM 4.10)

5.1.3.2.1 Ciklus

Na semaforiziranih prehodih za pešce pomembno vlogo igra dolžina ciklusa. Na podlagi nemških priporočil RiLSA, ki določajo kot priporočljivo dolžino ciklusa med 50 in 75 s, so bili določeni trije fiksni krmilni diagrami, kot so prikazani na sliki 5.5.

Zeleni čas za pešce je bil določen s prosto izbiro (z upoštevanjem določenih kriterijev):

- reakcijski čas za pešce znaša 3 s,
- minimalni zeleni čas za pešce znaša 5 s,
- varovalni čas pešca – rdeča luč za pešca in vozilo znaša 6 s in
- minimalni rdeči čas na vseh signalnih glavah znaša 1 s.



Slika 5.5: Izbrani fiksni krmilni diagrami v semaforiziranih prehodih za pešce

5.2 Analiza in vrednotenje rezultatov

S pomočjo mikrosimulacijskega orodja VISSIM 4.10 smo torej naredili dva primera za določitev mejnih prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev za urejanje nesemaforiziranih prehodov za pešce širine 4.00 m v območjih izven križišč na podlagi čakalnih časov motornih vozil:

- širina prometnega pasu za motorna vozila znaša 3.00 m (vozišče širine 6.00 m) in
- širina prometnega pasu za motorna vozila znaša 3.50 m (vozišče širine 7.00 m).

Tretji primer je bil pripravljen za določitev mejnih prometnih obremenitev motornih vozil v odvisnosti od dolžine ciklusa ter 95-percentilnih zajezitvenih dolžin motornih vozil za urejanje semaforiziranih prehodov za pešce v območjih izven križišč.

5.2.1 Rezultati analize

Za pravilno analizo in vrednotenje parametrov je treba zbrati prometne karakteristike in rezultate »real time« simulacij. Skladno z obravnavanima problemoma je bilo opravljeno vrednotenje uspešnosti analizirane geometrije na podlagi naslednjih primerjalnih kriterijev:

Preglednica 5.2: Prikaz primerjalnih kriterijev za nesemaforiziran prehod za pešce

	<i>Angleški termin</i>	<i>Slovenski prevod</i>
<i>Person</i>	Number of People	Št. pešcev v smeri
<i>Veh (10)</i>	Number of Vehicles	Št. vozil v smeri
<i>Delay (10)</i>	Average delay per vehicle [s]	Povprečna zamuda na vozilo [s]

Za določitev zgornje meje za urejanje nesemaforiziranih prehodov za pešce so bile upoštevane povprečne zamude na vozilo na obeh nasprotismernih prometnih pasovih, do katerih prihaja zaradi prečkanja pešcev preko prehoda. Vrednosti zamud so podane v s/vozilo.

Preglednica 5.3: Prikaz primerjalnih kriterijev za semaforiziran prehod za pešce

	<i>Angleški termin</i>	<i>Slovenski prevod</i>
<i>Veh (10)</i>	Number of Vehicles	Št. vozil v smeri
<i>AveQueue</i>	Average Queue Length [m] within time interval	Povprečna zaježitvena dolžina [m] na časovni interval izbranega cikla
<i>MaxQueue</i>	Maximum Queue Length [m] within time interval	Maksimalna zaježitvena dolžina [m] na časovni interval izbranega cikla

Za vrednotenje semaforiziranega prehoda za pešce pri različnih dolžinah ciklusov in odločitev o njegovem urejanju so bile upoštevane zaježitvene dolžine. Program VISSIM ne omogoča izračuna 95-percentilnih zaježitvenih dolžin, zato so bile s pomočjo programa MS Excel in statističnih metod določene 95-percentilne zaježitvene dolžine, ki nam bodo podale spodnjo mejo prometnih obremenitev motornih vozil v odvisnosti od dolžine ciklusa za odločitev o izvedbi izvennivojskega križanja z izvedbo podhodov ali nadhodov.

5.2.2 Vrednotenje rezultatov

Vsi rezultati, pridobljeni s pomočjo mikrosimulacije, so bili zbrani v programu MS Excel, v katerem so bile izvedene potrebne analize ter izrisani grafi za posamezne obravnavane primere.

V preglednici je upoštevana minimalna vrednost, do katere se prehodov za pešce ne označuje, in znaša:

- 400 vozil/h in
- 300 pešcev/h.

Analiza je bila izvedena do kombinacije, pri kateri je vrednosti zamud presegla 50 s, kar ustreza nivoju uslug $Nu = F$. V primeru, da je vrednost čakalnih časov motornih vozil presežena, je treba v skladu s Pravilnikom o Projektiranju cest izvesti ustrezne ukrepe za povečanje kapacitete motornih vozil – semaforizacija prehoda za pešce oziroma izvedba izvennivojskega križanja z izvedbo podhodov ali nadhodov.

Treba je poudariti, da v bližini šol, vzgojno-varstvenih zavodov ali drugih površin, kjer je večja koncentracija otrok ali nemočnih, zaradi njihove prometne varnosti veljajo posebni pogoji, saj je treba te osebe zaradi njihovih psihofizičnih lastnosti posebej varovati (RUC, 1993).

5.2.2.1 Nesemaforiziran prehod za pešce izven križišč

Na preglednicah so prikazani čakalni časi v odvisnosti od prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev za različni širini prehoda za pešce.

Preglednica 5.4: Čakalni časi (s) motornih vozil v odvisnosti od prometnih obremenitev

6 m		<i>Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri</i>											
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
<i>Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri</i>	100	1.2	2.0	3.7	5.2	6.3	9.4	12.3	15.8	22.8	29.9	46.1	92.9
	200	1.5	2.6	4.1	6.4	7.7	11.1	15.5	18.7	28.7	39.9	61.2	
	300	1.7	2.8	4.5	6.8	8.7	13.3	17.7	25.0	38.6	66.9		
	400	1.8	3.2	4.7	7.7	7.1	14.3	20.8	34.5	50.5			
	500	1.9	3.3	5.3	8.1	10.8	16.8	24.8	41.4	82.7			
	600	2.1	3.5	5.8	8.9	11.9	21.3	33.0	77.5				
	700	2.4	3.9	6.5	9.6	15.0	26.8	51.6					
	800	2.5	4.5	7.4	11.4	16.9	36.9	78.3					
	900	2.9	4.8	8.0	12.7	21.2	51.8						
	1000	3.4	5.1	9.1	15.3	25.9	77.8						
	1100	3.6	5.8	10.3	18.0	35.6	104.3						
	1200	4.0	6.6	12.4	23.3	48.8	118.0						
	1300	4.3	7.5	14.4	29.6	69.5							
	1400	4.6	8.1	16.8	39.8	89.3							

Preglednica 5.5: Čakalni časi (s) motornih vozil v odvisnosti od prometnih obremenitev

7 m		<i>Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri</i>											
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
<i>Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri</i>	100	1.3	2.3	3.7	5.6	7.0	10.3	13.0	17.1	25.1	34.1	43.7	78.8
	200	1.5	2.6	4.1	6.6	8.2	12.2	16.1	22.2	31.6	41.4	76.2	
	300	1.6	3.0	4.5	7.1	9.3	13.8	19.4	30.7	47.2	71.9		
	400	1.8	3.3	5.1	7.9	10.7	16.6	22.7	38.6	68.2			
	500	2.0	3.5	5.5	8.4	12.0	18.7	28.4	46.6	129.8			
	600	2.2	3.8	6.1	9.1	13.6	22.5	40.1	91.2				
	700	2.5	4.2	6.8	10.4	15.9	31.0	64.4					
	800	2.7	4.7	7.7	12.1	19.5	44.4	105.1					
	900	2.8	5.0	8.6	14.3	24.0	60.9						
	1000	3.4	5.5	10.1	17.2	32.7	93.1						
	1100	3.7	6.3	11.9	20.7	48.2	118.3						
	1200	4.1	7.1	14.9	26.3	69.6							
	1300	4.3	8.3	17.4	34.9	83.3							
	1400	4.6	9.3	20.9	48.6	94.2							

5.2.2.1.1 Določitev meje prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev

Ko so bile pridobljene vrednosti prometnih obremenitev, pri katerih je dosežen nivo uslug $N_u = F$, so bile opravljene detajlnejše analize obremenitvenih kombinacij s spreminjanjem prometnih obremenitev pešcev. Za natančno določitev meje prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev so v preglednici 5.6 prikazane prometne obremenitve pešcev pri prometnih obremenitvah motornih vozil, pri katerih vrednosti čakalnih časov motornih vozil še ne presežejo vrednosti 50 s, kar ustreza nivoju uslug $N_u = E$.

Preglednica 5.6: Mejne prometne obremenitve motornih vozil in pešcev – nivo uslug $N_u = F$

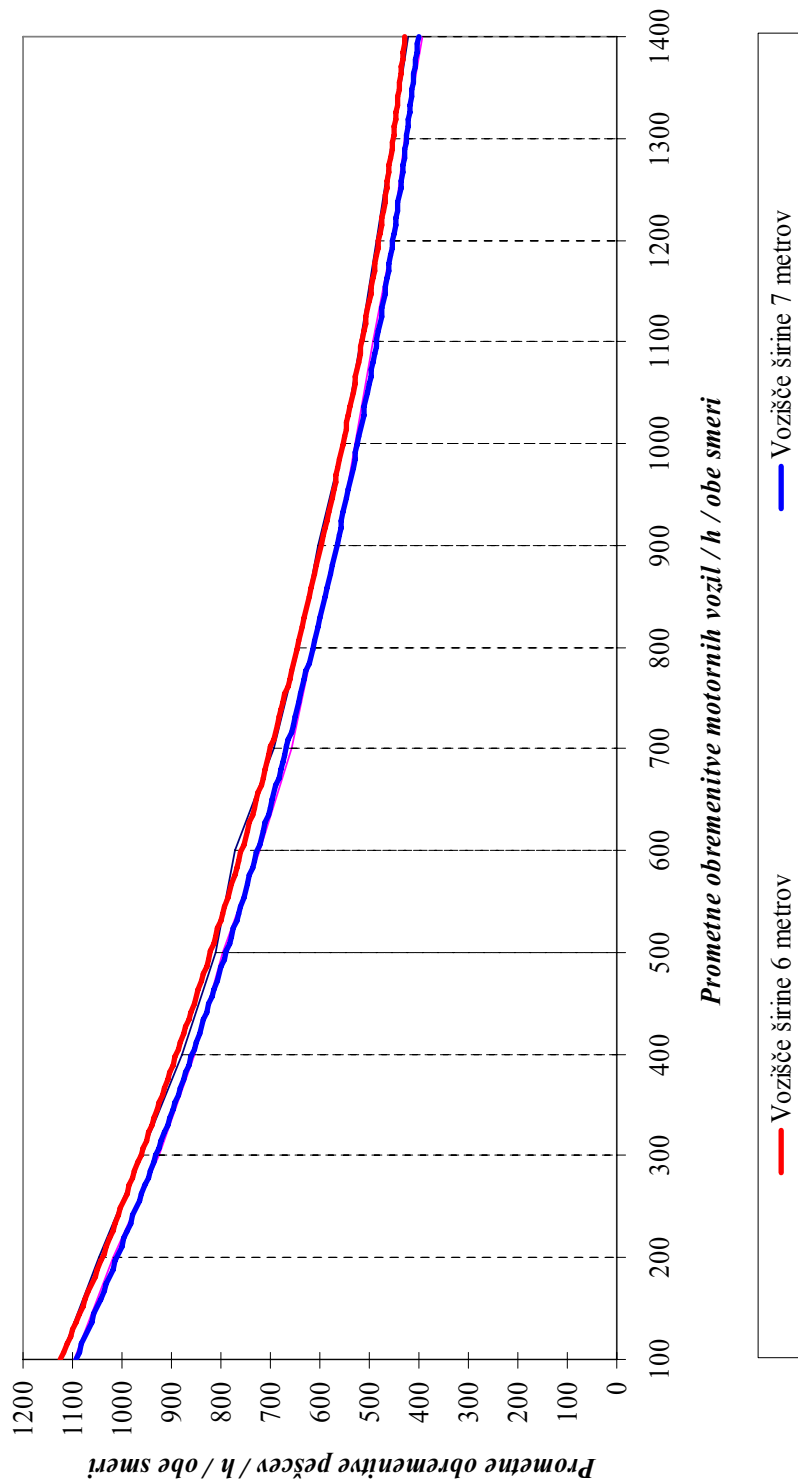
Vozišče širine 6 metrov				Vozišče širine 7 metrov			
Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri	100 vozil	Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri	1125 pešcev	Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri	100 vozil	Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri	1095 pešcev
	200 vozil		1048 pešcev		200 vozil		1018 pešcev
	300 vozil		963 pešcev		300 vozil		925 pešcev
	400 vozil		880 pešcev		400 vozil		853 pešcev
	500 vozil		810 pešcev		500 vozil		798 pešcev
	600 vozil		770 pešcev		600 vozil		723 pešcev
	700 vozil		693 pešcev		700 vozil		658 pešcev
	800 vozil		643 pešcev		800 vozil		615 pešcev
	900 vozil		603 pešcev		900 vozil		565 pešcev
	1000 vozil		555 pešcev		1000 vozil		530 pešcev
	1100 vozil		518 pešcev		1100 vozil		493 pešcev
	1200 vozil		488 pešcev		1200 vozil		455 pešcev
	1300 vozil		453 pešcev		1300 vozil		428 pešcev
	1400 vozil		420 pešcev		1400 vozil		393 pešcev

Namen naloge je bil določitev meje prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev, ki predstavlja nivo uslug $N_u = F$ za motorna vozila na podlagi čakalnih časov. Zato so bili s pomočjo programa MS Excel izrisani grafi:

Grafikon 5.1: na katerem so prikazane vrednosti iz preglednice 5.6 za obe širini vozišča,

Grafikon 5.2: ki prikazuje način urejanja prehoda za pešce za posamezne prometne obremenitve motornih vozil, in pešcev pri širini vozišča 6.00 m in

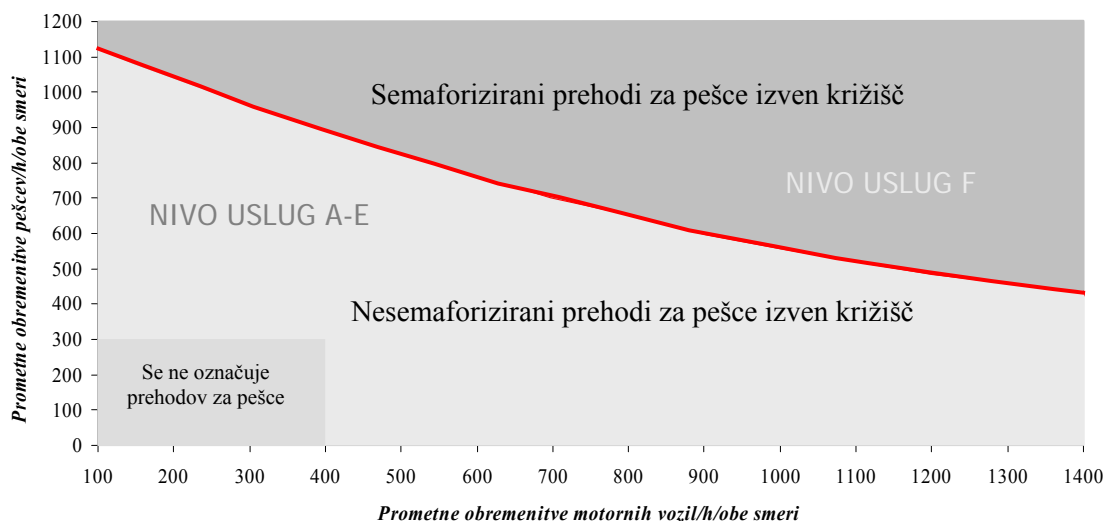
Grafikon 5.2: ki prikazuje način urejanja prehoda za pešce za posamezne prometne obremenitve motornih vozil, in pešcev pri širini vozišča 7.00 m.



Grafikon 5.1: Meja prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev za označevanje semaforiziranih oziroma nesemaforiziranih prehodov za pešce

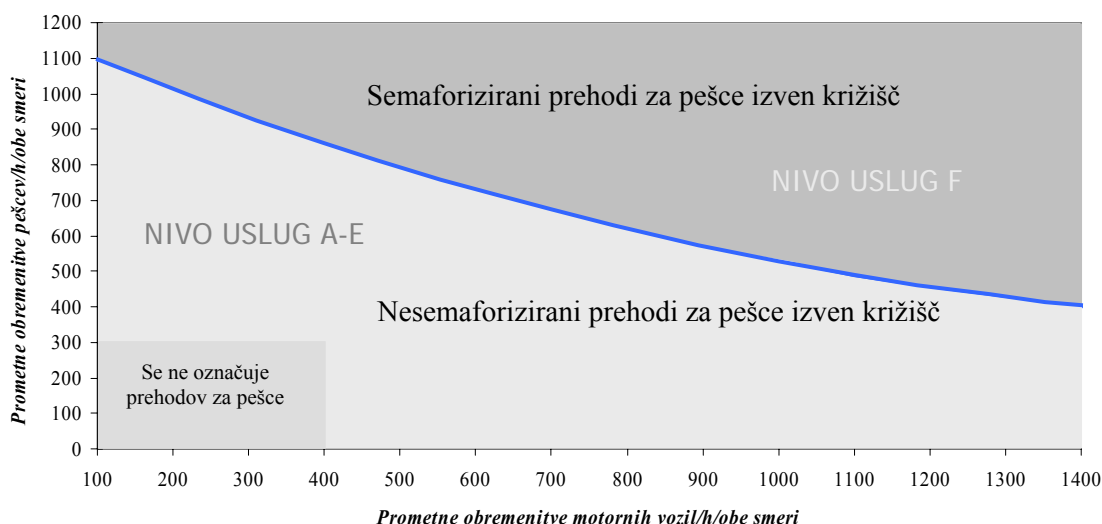
5.2.2.1.2 Meja prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev

Vozišče širine 6 metrov



Grafikon 5.2: Meja prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev – širina vozišča 6.00 m

Vozišče širine 7 metrov



Grafikon 5.3: Meja prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev – širina vozišča 7.00 m

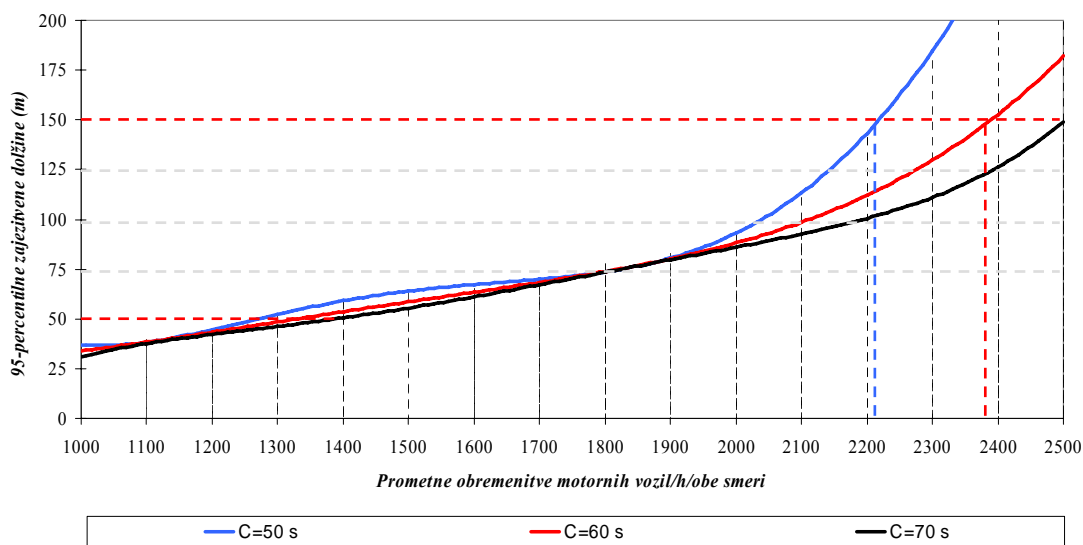
5.2.2.2 Semaforziran prehod za pešce izven križišč

Ko imamo v določenem primeru preseženo mejo prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev in se na podlagi grafov 5.1 in 5.2 odločimo za izvedbo semaforiziranega prehoda za pešce, so na preglednici 5.7 prikazane maksimalne, povprečne in 95-percentilne zaježitvene dolžine motornih vozil, do katerih prihaja pri različnih dolžinah ciklusov.

Preglednica 5.7: Prikaz zaježitvenih dolžin vozil v odvisnosti od dolžine ciklusa

Vozil/h/ 2P	Ciklus 50 s			Vozil/h/ 2P	Ciklus 60 s			Vozil/h/ 2P	Ciklus 70 s		
	95 Q	MaxQ	AveQ		95 Q	MaxQ	AveQ		95 Q	MaxQ	AveQ
100	8 m	14 m	3 m	100	6 m	13 m	2 m	100	5 m	11 m	2 m
200	11 m	19 m	4 m	200	10 m	15 m	3 m	200	9 m	13 m	2 m
300	14 m	26 m	5 m	300	14 m	18 m	4 m	300	13 m	17 m	3 m
400	18 m	30 m	6 m	400	16 m	24 m	4 m	400	15 m	23 m	3 m
500	21 m	33 m	7 m	500	20 m	31 m	6 m	500	18 m	30 m	4 m
600	26 m	36 m	8 m	600	24 m	34 m	7 m	600	22 m	32 m	5 m
700	28 m	40 m	10 m	700	26 m	38 m	8 m	700	24 m	36 m	6 m
800	32 m	43 m	11 m	800	30 m	41 m	9 m	800	28 m	38 m	6 m
900	34 m	46 m	12 m	900	32 m	44 m	9 m	900	30 m	42 m	7 m
1000	36 m	48 m	13 m	1000	34 m	46 m	12 m	1000	32 m	45 m	8 m
1100	40 m	54 m	14 m	1100	38 m	53 m	13 m	1100	36 m	50 m	8 m
1200	45 m	60 m	18 m	1200	44 m	58 m	16 m	1200	42 m	56 m	9 m
1300	52 m	68 m	20 m	1300	48 m	66 m	17 m	1300	46 m	64 m	10 m
1400	59 m	72 m	23 m	1400	54 m	70 m	18 m	1400	52 m	68 m	11 m
1500	63 m	86 m	30 m	1500	58 m	77 m	20 m	1500	56 m	76 m	13 m
1600	65 m	90 m	33 m	1600	64 m	81 m	21 m	1600	62 m	78 m	14 m
1700	69 m	96 m	35 m	1700	67 m	90 m	24 m	1700	66 m	85 m	16 m
1800	78 m	106 m	41 m	1800	74 m	93 m	26 m	1800	72 m	89 m	17 m
1900	83 m	117 m	47 m	1900	80 m	98 m	31 m	1900	78 m	96 m	20 m
2000	93 m	142 m	67 m	2000	90 m	107 m	32 m	2000	87 m	103 m	23 m
2100	111 m	164 m	80 m	2100	100 m	130 m	42 m	2100	94 m	115 m	30 m
2200	141 m	201 m	107 m	2200	110 m	151 m	58 m	2200	102 m	126 m	38 m
2300	180 m	229 m	124 m	2300	125 m	180 m	68 m	2300	112 m	153 m	52 m
2400	248 m	268 m	155 m	2400	159 m	209 m	91 m	2400	122 m	163 m	61 m
2500	300 m	310 m	175 m	2500	180 m	230 m	112 m	2500	151 m	197 m	75 m

Na grafu 5.4 so prikazane 95-percentilne zaježitvene dolžine. Vrednosti do 1000 motornih vozil/h/obe smeri grafično niso prikazane, saj prihaja do zanemarljivo majhnih zaježitvenih dolžin. Skladno z 48. členom Pravilnika o projektiranju cest (Ur. l. RS, 91/05) je prehod za pešce izven območja križišča dopustno označiti na lokaciji stalne koncentracije pešcev, če je odmik do naslednjega prehoda ali križišča večji kot 150 m.



Grafikon 5.4: 95-percentilne zaježitvene dolžine vozil v odvisnosti od dolžine ciklusa

Zavedati se moramo, da je treba v konkretnih primerih na območju med križišči, med katerimi ni zagotovljene predpisane razdalje, zaradi velikih prometnih obremenitev tako pešcev kot motornih vozil urediti semaforiziran prehod. Za takšne situacije se lahko na podlagi 95-percentilnih zaježitvenih dolžin motornih vozil odločimo o izvedbi semaforiziranega prehoda oziroma za izvedbo izvennivojskega križanja teh dveh prometnih uporabnikov z izvedbo podhodov ali naddhodov.

V primeru, ko pri določeni prometni obremenitvi motornih vozil 95-percentilne zaježitvene dolžine presegajo oddaljenost do najbližjega križišča oziroma priključka, lahko zaključimo, da bi bilo z vidika prometnih obremenitev motornih vozil treba pešcem zagotoviti izvennivojsko križanje.

V preglednici 5.8 so določene zgornje meje prometnih obremenitev motornih vozil za ureditev semaforiziranega križišča pri različnih dolžinah ciklusov ter spodnje meje prometnih obremenitev motornih vozil za izvedbo izvenivojskega križanja pri različnih oddaljenostih bližnjih križišč.

Preglednica 5.8: Prikaz zaježitvenih dolžin vozil v odvisnosti od dolžine ciklusa

<i>Oddaljenost bližnjega prehoda ali križišča je 150 m</i>			
Semaforiziran prehod	Ciklus 50 s	Ciklus 60 s	Ciklus 70 s
Zgornja meja prometnih obremenitev vozil	≤ 2200 vozil/h/2P	< 2400 vozil/h/2P	< 2500 vozil/h/2P
Izvenivojsko križanje	<i>Podhod ali nadhod</i>		
Spodnja meja prometnih obremenitev vozil	≥ 2500 vozil/h/2P		
<i>Oddaljenost bližnjega prehoda ali križišča je 125 m</i>			
Semaforiziran prehod	Ciklus 50 s	Ciklus 60 s	Ciklus 70 s
Zgornja meja prometnih obremenitev vozil	≤ 2150 vozil/h/2P	< 2300 vozil/h/2P	≤ 2400 vozil/h/2P
Izvenivojsko križanje	<i>Podhod ali nadhod</i>		
Spodnja meja prometnih obremenitev vozil	> 2400 vozil/h/2P		
<i>Oddaljenost bližnjega prehoda ali križišča je 100 m</i>			
Semaforiziran prehod	Ciklus 50 s	Ciklus 60 s	Ciklus 70 s
Zgornja meja prometnih obremenitev vozil	≤ 2050 vozil/h/2P	< 2100 vozil/h/2P	< 2200 vozil/h/2P
Izvenivojsko križanje	<i>Podhod ali nadhod</i>		
Spodnja meja prometnih obremenitev vozil	≥ 2200 vozil/h/2P		
<i>Oddaljenost bližnjega prehoda ali križišča je 75 m</i>			
Semaforiziran prehod	Ciklus 50 s	Ciklus 60 s	Ciklus 70 s
Zgornja meja prometnih obremenitev vozil	< 1800 vozil/h/2P	≤ 1800 vozil/h/2P	≤ 1800 vozil/h/2P
Izvenivojsko križanje	<i>Podhod ali nadhod</i>		
Spodnja meja prometnih obremenitev vozil	> 1800 vozil/h/2P		

6 ZAKLJUČEK

Slovenska in tuja literatura na podlagi opazovanj in številnih raziskav določata kriterije prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev za odločitev o urejanju prehodov za pešce v območjih izven križišč. V primeru križanja dveh uporabnikov se, odvisno od velikosti posameznih prometnih tokov, vsem uporabnikom znižuje zgornja meja kapacitete prometnega toka. Najbolj varno rešitev križanja teh dveh uporabnikov ob upoštevanju prometne varnosti predstavlja izvennivojsko križanje z izvedbo podhodov ali nadhodov.

O načinu urejanja obstoječega prehoda za pešce oziroma novega prehoda se po tistem, ko ta ustreza vsem pogojem in kriterijem, odločimo na podlagi prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev. Namen naloge je bil določitev meje, do katerih prometnih obremenitev, tako motornih vozil kot pešcev, je primerno urejanje nesemaforiziranih prehodov. Kriterij so bili čakalni časi motornih vozil, izraženi preko zamud pri različnih širinah prometnih pasov. Zamude so bile določene s pomočjo mikrosimulacijskega programa VISSIM in vrednotene po kvalitativnem merilu, ki se imenuje nivo uslug.

Rezultat opravljenih simulacij na nesemaforiziranih prehodih za pešce in analize izhodnih datotek predstavljata grafa, ki določata mejo prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev za urejanje nesemaforiziranega oziroma semaforiziranega prehoda za pešce v območju izven križišč.

V bližini šol, vzgojno-varstvenih zavodov ali drugih površin, kjer je večja koncentracija otrok ali nemočnih oseb, zaradi njihove prometne varnosti veljajo posebni pogoji, saj je treba te osebe zaradi njihovih psihofizičnih lastnosti posebej varovati.

V primerih, ko se na podlagi določenih grafov odločimo za izvedbo semaforiziranega prehoda za pešce, so bile določene 95-percentilne zajezitvene dolžine, do katerih prihaja pri različnih dolžinah ciklusov na semaforiziranem prehodu za pešce.

Rezultat predstavljata zgornja meja prometnih obremenitev motornih vozil za ureditev semaforiziranega križišča pri različnih dolžinah ciklusov ter spodnja meja prometnih obremenitev motornih vozil za izvedbo izvennivojskega križanja pri različnih oddaljenostih bližnjih križišč.

Urejanje semaforiziranih prehodov za pešce še vedno sodi v kategorijo povečevanja prometne varnosti, vendar se v realnosti velikokrat dogaja, da prihaja do ignoriranja rdečega signala, tako s strani motornih vozil kot pešcev. Zato je bolj primerna uporaba časovno in prometno odvisnih prehodov za pešce, ki zaznavajo prisotnost pešcev, in temu primerno podaljšujejo ali skrajšujejo zelene čase peščevega signala. Takšne rešitve so mnogo bolj varne in predvsem zmanjšujejo nepotrebne zamude motornih vozil in nimajo takšnega vpliva na sosednja križišča.

Na koncu je treba poudariti, da kljub sodobnim simulacijskim orodjem še vedno ne moremo trditi, da so ti rezultati primerni za končno odločitev o načinu urejanja VSEH prehodov za pešce. Rezultati so primerni za pomoč pri odločitvi, vendar mora projektant vsako specifično situacijo obravnavati tudi s stališča prometne varnosti, ki v tej nalogi ni bila upoštevana. Moramo se zavedati, da je najpogostejši in najbolj počasen udeleženec v prometu – pešec tudi najbolj nezaščiten.

VIRI

Guidelines for Traffic Signals RiLSA. Edition 1992 (with minor modifications), Translation 2003. Germany. Road and Transportation Research Association: 138 f.

Kastelic, T. Avtomatske naprave v prometu. Skripta. Ljubljana. Univerza v Ljubljani. Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Prometno tehnični inštitut.

Lavrič, D. 2001. Prehodi za pešce v naseljih. Seminarska naloga. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Podiplomski študij, leto 2000/2001: 55 f.

Lipar, P., Juvanc, A., Polič, M., Kostanjšek, J., Strah, B., Velkavrh, J. 2004. Metodologija za določitev prioritete prometno-varnostnih ukrepov na obstoječih in na novo predlaganih lokacijah prehodov za pešce – razvojno raziskovalni projekt. Končno poročilo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Prometno tehnični inštitut: 74 f.

PTV Planung Transport Verkehr AG: VISSIM 4.20 User Manual. 2005. Karlsruhe: 310 f.

Recomendations for traffic provisions in build-up areas. 1998. The Netherlands. Centre for Research and Contract Standardization in Civil Engineering (CROW): 1010 f.

Republika Slovenija, Ministrstvo za promet. TSC 02.XXX, Označbe na vozišču, oblika in mere. 2003.

RUC. Navodila republiške uprave za ceste za izbiro lokacij in osvetlitev nesemaforiziranih prehodov za pešce. 1993.

Skupina avtorjev (PTI), 1991. Tehnični normativi za projektiranje in opremo mestnih prometnih površin. Nova izdaja, 1. del, 2. del. Ljubljana. Univerza v Ljubljani. Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Prometno tehnični inštitut.

Transportation Research Board, Highway capacity manual 2000 (HCM 2000), National Research Council, Washington, D. C., 2000.

Pravilnik o projektiranju cest. Ur. l. RS, 91/05, dostopno na
<http://www.uradni-list.si/1/ulonline.jsp?urlid=200591&dhid=78342> (14. 11. 2006).

Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah. Ur. l. RS, 46/00, dostopno na
<http://www.uradni-list.si/1/ulonline.jsp?urlid=200046&dhid=39624> (15. 11. 2006).

Zakon o varnosti cestnega prometa. Ur. l. RS, 25/06, dostopno na
<http://www.uradni-list.si/1/ulonline.jsp?urlid=200625&dhid=81593> (14. 11. 2006).

PRILOGE

V prilogah so prikazani vsi rezultati, izvedeni s programom VISSIM 4.10, s pomočjo katerih smo določili meje prometnih obremenitev motornih vozil in pešcev za urejanje prehodov za pešce ob izbranih različnih številih začetka simulacije.

Priloga 1: Čakalni časi (s) vozil v odvisnosti od prometnih obremenitev – RS 5

6 m		<i>Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri – Random Seed 5</i>											
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
<i>Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri</i>	100	1.5	2.2	4.0	5.5	7.7	12.4	15.4	16.0	24.1	35.9	38.8	65.8
	200	1.7	2.4	4.0	5.7	8.6	13.0	19.4	20.1	27.5	40.0	54.9	
	300	1.6	2.4	4.3	6.4	9.6	15.8	22.4	23.2	36.5	60.8		
	400	1.8	3.2	5.0	7.7	0.5	16.2	22.6	30.4	46.6			
	500	2.0	3.3	5.4	8.2	10.7	19.2	27.3	41.8	65.9			
	600	2.2	3.5	5.9	8.3	13.2	24.3	37.5	65.8				
	700	2.4	4.1	6.4	9.7	16.1	27.0	51.2					
	800	2.5	4.4	7.8	10.8	17.0	36.2	66.8					
	900	2.7	4.8	8.2	12.1	22.7	43.5						
	1000	2.9	5.2	9.1	13.9	24.2	76.2						
	1100	3.2	5.6	10.8	16.5	34.7	103.5						
	1200	3.6	6.5	12.3	20.9	45.5	119.0						
	1300	3.8	7.3	13.4	26.9	64.2							
	1400	4.5	8.8	14.7	43.2	94.2							

Priloga 2: Čakalni časi (s) vozil v odvisnosti od prometnih obremenitev – RS 24

6 m		<i>Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri – Random Seed 24</i>											
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
<i>Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri</i>	100	0.9	1.5	3.4	4.7	5.3	7.4	10.2	13.8	20.0	22.8	49.4	103.1
	200	1.4	2.5	3.9	6.6	7.5	10.2	13.6	17.5	30.0	38.3	62.8	
	300	1.6	2.6	4.0	6.8	8.1	12.4	15.4	21.8	36.0	75.4		
	400	1.8	3.0	4.1	7.7	8.6	13.6	19.5	29.7	47.7			
	500	1.8	3.0	4.9	7.7	10.2	15.7	23.9	36.1	96.8			
	600	2.0	3.3	5.3	8.5	10.6	19.6	29.4	85.5				
	700	2.4	3.5	6.2	8.9	13.1	24.4	52.0					
	800	2.5	4.4	6.8	11.0	14.1	37.5	81.0					
	900	3.1	4.5	7.2	12.1	18.0	57.3						
	1000	3.5	4.7	8.0	14.1	21.9	84.2						
	1100	3.6	5.5	8.9	17.6	31.8	105.3						
	1200	4.1	6.2	10.5	23.2	44.7	117.2						
	1300	4.5	7.0	12.9	28.4	66.7							
	1400	4.8	7.4	15.2	36.2	87.8							

Priloga 3: Čakalni časi (s) v odvisnosti od prometnih obremenitev – RS 42

6 m		<i>Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri – Random Seed 42</i>											
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
<i>Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri</i>	100	0.9	1.5	3.4	4.7	5.3	7.4	10.2	13.8	20.0	22.8	49.4	103.1
	200	1.4	2.5	3.9	6.6	7.5	10.2	13.6	17.5	30.0	38.3	62.8	
	300	1.6	2.6	4.0	6.8	8.1	12.4	15.4	21.8	36.0	75.4		
	400	1.8	3.0	4.1	7.7	8.6	13.6	19.5	29.7	47.7			
	500	1.8	3.0	4.9	7.7	10.2	15.7	23.9	36.1	96.8			
	600	2.0	3.3	5.3	8.5	10.6	19.6	29.4	85.5				
	700	2.4	3.5	6.2	8.9	13.1	24.4	48.0					
	800	2.5	4.4	6.8	11.0	14.1	37.5	81.0					
	900	3.1	4.5	7.2	12.1	18.0	57.3						
	1000	3.5	4.7	8.0	14.1	21.9	84.2						
	1100	3.6	5.5	8.9	17.6	31.8	105.3						
	1200	4.1	6.2	10.5	23.2	44.7	117.2						
	1300	4.5	7.0	12.9	28.4	66.7							
	1400	4.8	7.4	15.2	36.2	87.8							

Priloga 4: Čakalni časi (s) v odvisnosti od prometnih obremenitev – RS 95

6 m		<i>Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri – Random Seed 95</i>											
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
<i>Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri</i>	100	1.5	2.7	3.9	5.9	7.0	10.4	13.4	19.7	27.2	38.1	46.7	99.4
	200	1.5	2.9	4.7	6.5	7.2	11.1	15.2	19.7	27.3	42.8	64.4	
	300	1.8	3.4	5.5	7.1	8.8	12.5	17.6	33.0	46.0	56.1		
	400	1.9	3.5	5.6	7.5	10.8	13.7	21.5	48.1	60.1			
	500	2.0	3.9	6.1	8.7	11.9	16.7	24.0	51.7	71.1			
	600	2.3	4.0	6.8	10.2	13.3	21.8	35.5	73.1				
	700	2.3	4.4	7.2	10.8	17.6	31.2	55.0					
	800	2.5	4.8	8.1	12.8	22.5	36.5	84.2					
	900	2.6	5.4	9.4	14.3	26.1	48.9						
	1000	3.8	5.8	11.1	18.9	35.5	66.5						
	1100	4.0	6.7	12.5	20.2	44.2	103.1						
	1200	4.1	7.4	16.2	26.0	60.3	118.5						
	1300	4.2	8.8	18.3	34.6	80.2							
	1400	4.3	8.8	22.1	43.4	87.2							

Priloga 5: Čakalni časi (s) v odvisnosti od prometnih obremenitev – RS 5

7 m		<i>Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri – Random Seed 5</i>											
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
<i>Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri</i>	100	1.6	2.2	4.3	6.3	7.8	12.7	15.7	17.0	24.8	37.6	39.4	62.5
	200	1.8	2.5	4.4	6.4	8.7	13.7	19.9	20.4	30.7	41.2	52.0	
	300	1.6	2.7	4.7	7.4	10.3	15.9	22.8	27.2	38.9	60.5		
	400	1.8	3.4	5.6	8.3	11.4	19.2	23.7	35.4	48.7			
	500	2.0	3.4	5.7	8.5	12.5	21.7	30.4	43.6	74.9			
	600	2.3	3.7	6.2	8.5	14.2	26.5	49.3	69.4				
	700	2.5	4.2	6.8	10.5	16.4	28.1	52.9					
	800	2.6	4.6	8.1	11.6	18.0	43.4	70.8					
	900	2.7	4.9	8.6	13.2	23.4	51.2						
	1000	3.1	5.3	9.6	15.4	31.5	83.0						
	1100	3.3	5.9	12.1	17.8	38.2	118.8						
	1200	3.7	7.0	12.9	23.7	56.0							
	1300	3.9	7.7	14.4	31.4	74.8							
	1400	4.6	9.4	19.1	53.5	85.6							

Priloga 6: Čakalni časi (s) v odvisnosti od prometnih obremenitev – RS 24

7 m		<i>Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri – Random Seed 24</i>											
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
<i>Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri</i>	100	0.8	1.6	3.1	5.0	6.2	8.1	8.3	13.4	22.0	32.2	54.4	92.4
	200	1.3	2.4	3.7	7.3	8.6	10.9	12.8	19.5	35.1	42.8	97.5	
	300	1.6	2.7	4.0	7.3	8.9	13.0	17.3	27.0	56.1	85.0		
	400	1.8	3.0	4.7	8.1	9.9	15.5	20.9	31.8	74.8			
	500	1.8	3.0	4.9	8.1	11.0	17.7	26.5	46.6	119.7			
	600	2.1	3.3	5.6	8.8	13.0	20.2	32.8	93.2				
	700	2.6	3.9	6.5	9.8	14.6	32.2	52.9					
	800	2.8	4.4	7.1	10.9	16.6	48.0	104.9					
	900	3.1	4.7	8.1	13.0	17.6	71.2						
	1000	3.6	5.2	8.4	15.5	26.0	95.5						
	1100	4.0	5.8	10.2	18.3	51.0	111.5						
	1200	4.5	6.4	13.1	21.9	55.1							
	1300	4.9	7.5	14.9	33.9	74.1							
	1400	5.0	8.1	17.1	42.6	96.7							

Priloga 7: Čakalni časi (s) v odvisnosti od prometnih obremenitev – RS 42

7 m		<i>Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri – Random Seed 42</i>											
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
<i>Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri</i>	100	1.1	2.5	3.6	5.0	7.0	10.1	14.6	18.4	26.5	28.6	34.1	60.7
	200	1.2	2.6	3.7	6.1	8.2	13.1	16.6	29.2	33.1	38.6	90.7	
	300	1.4	3.0	3.9	6.6	9.1	13.6	19.8	35.5	47.6	86.0		
	400	1.7	3.2	4.4	7.5	10.6	18.1	24.6	39.2	89.3			
	500	2.1	3.7	5.4	8.4	12.5	18.8	32.8	44.5	253.5			
	600	2.2	4.0	5.6	8.9	13.9	21.5	42.8	128.9				
	700	2.4	4.4	6.6	10.3	15.0	32.5	98.1					
	800	2.7	4.9	7.4	13.1	20.7	49.7	160.3					
	900	2.7	4.9	8.1	16.8	28.8	72.3						
	1000	3.0	5.8	11.4	19.0	37.8	127.5						
	1100	3.4	6.6	12.9	26.6	59.4	139.7						
	1200	4.0	7.5	17.2	33.5	107.0							
	1300	4.1	9.3	21.9	39.7	103.9							
	1400	4.6	11.0	25.1	54.8	107.3							

Priloga 8: Čakalni časi (s) v odvisnosti od prometnih obremenitev – RS 95

7 m		<i>Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri – Random Seed 95</i>											
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
<i>Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri</i>	100	1.5	2.7	3.9	5.9	7.0	10.4	13.4	19.7	27.2	38.1	46.7	99.4
	200	1.5	2.9	4.7	6.5	7.2	11.1	15.2	19.7	27.3	42.8	64.4	
	300	1.8	3.4	5.5	7.1	8.8	12.5	17.6	33.0	46.0	56.1		
	400	1.9	3.5	5.6	7.5	10.8	13.7	21.5	48.1	60.1			
	500	2.0	3.9	6.1	8.7	11.9	16.7	24.0	51.7	71.1			
	600	2.3	4.0	6.8	10.2	13.3	21.8	35.5	73.1				
	700	2.3	4.4	7.2	10.8	17.6	31.2	53.5					
	800	2.5	4.8	8.1	12.8	22.5	36.5	84.2					
	900	2.6	5.4	9.4	14.3	26.1	48.9						
	1000	3.8	5.8	11.1	18.9	35.5	66.5						
	1100	4.0	6.7	12.5	20.2	44.2	103.1						
	1200	4.1	7.4	16.2	26.0	60.3							
	1300	4.2	8.8	18.3	34.6	80.2							
	1400	4.3	8.8	22.1	43.4	87.2							

Priloga 9: Mejne prometne obremenitve motornih vozil in pešcev – RS 5 – $N_u = F$

Vozišče širine 6 metrov				Random Seed 5	Vozišče širine 7 metrov			
Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri	100 vozil	Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri	1150 pešcev		Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri	100 vozil	Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri	1120 pešcev
	200 vozil		1070 pešcev	200 vozil		1040 pešcev		
	300 vozil		960 pešcev	300 vozil		930 pešcev		
	400 vozil		900 pešcev	400 vozil		900 pešcev		
	500 vozil		840 pešcev	500 vozil		820 pešcev		
	600 vozil		760 pešcev	600 vozil		700 pešcev		
	700 vozil		690 pešcev	700 vozil		660 pešcev		
	800 vozil		670 pešcev	800 vozil		640 pešcev		
	900 vozil		620 pešcev	900 vozil		590 pešcev		
	1000 vozil		580 pešcev	1000 vozil		560 pešcev		
	1100 vozil		540 pešcev	1100 vozil		510 pešcev		
	1200 vozil		500 pešcev	1200 vozil		470 pešcev		
	1300 vozil		460 pešcev	1300 vozil		430 pešcev		
	1400 vozil		420 pešcev	1400 vozil		390 pešcev		

Priloga 10: Mejne prometne obremenitve motornih vozil in pešcev – RS 24 – $N_u = F$

Vozišče širine 6 metrov				Random Seed 24	Vozišče širine 7 metrov			
Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri	100 vozil	Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri	1160 pešcev		Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri	100 vozil	Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri	1090 pešcev
	200 vozil		1050 pešcev	200 vozil		1030 pešcev		
	300 vozil		960 pešcev	300 vozil		920 pešcev		
	400 vozil		900 pešcev	400 vozil		830 pešcev		
	500 vozil		820 pešcev	500 vozil		800 pešcev		
	600 vozil		770 pešcev	600 vozil		730 pešcev		
	700 vozil		700 pešcev	700 vozil		660 pešcev		
	800 vozil		640 pešcev	800 vozil		600 pešcev		
	900 vozil		590 pešcev	900 vozil		560 pešcev		
	1000 vozil		550 pešcev	1000 vozil		520 pešcev		
	1100 vozil		520 pešcev	1100 vozil		490 pešcev		
	1200 vozil		510 pešcev	1200 vozil		460 pešcev		
	1300 vozil		460 pešcev	1300 vozil		430 pešcev		
	1400 vozil		430 pešcev	1400 vozil		400 pešcev		

Priloga 11: Mejne prometne obremenitve motornih vozil in pešcev – RS 42 – Nu = F

Vozišče širine 6 metrov				Random Seed 42	Vozišče širine 7 metrov			
Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri	100 vozil	Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri	1090 pešcev		Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri	100 vozil	Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri	1120 pešcev
	200 vozil		1040 pešcev	200 vozil		1010 pešcev		
	300 vozil		980 pešcev	300 vozil		930 pešcev		
	400 vozil		860 pešcev	400 vozil		840 pešcev		
	500 vozil		790 pešcev	500 vozil		800 pešcev		
	600 vozil		780 pešcev	600 vozil		740 pešcev		
	700 vozil		690 pešcev	700 vozil		650 pešcev		
	800 vozil		630 pešcev	800 vozil		600 pešcev		
	900 vozil		600 pešcev	900 vozil		550 pešcev		
	1000 vozil		550 pešcev	1000 vozil		530 pešcev		
	1100 vozil		500 pešcev	1100 vozil		480 pešcev		
	1200 vozil		470 pešcev	1200 vozil		450 pešcev		
	1300 vozil		450 pešcev	1300 vozil		430 pešcev		
	1400 vozil		420 pešcev	1400 vozil		380 pešcev		

Priloga 12: Mejne prometne obremenitve motornih vozil in pešcev – RS 95 – Nu = F

Vozišče širine 6 metrov				Random Seed 95	Vozišče širine 7 metrov			
Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri	100 vozil	Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri	1100 pešcev		Prometne obremenitve motornih vozil/h/obe smeri	100 vozil	Prometne obremenitve pešcev/h/obe smeri	1050 pešcev
	200 vozil		1030 pešcev	200 vozil		990 pešcev		
	300 vozil		950 pešcev	300 vozil		920 pešcev		
	400 vozil		860 pešcev	400 vozil		840 pešcev		
	500 vozil		790 pešcev	500 vozil		770 pešcev		
	600 vozil		770 pešcev	600 vozil		720 pešcev		
	700 vozil		690 pešcev	700 vozil		660 pešcev		
	800 vozil		630 pešcev	800 vozil		620 pešcev		
	900 vozil		600 pešcev	900 vozil		560 pešcev		
	1000 vozil		540 pešcev	1000 vozil		510 pešcev		
	1100 vozil		510 pešcev	1100 vozil		490 pešcev		
	1200 vozil		470 pešcev	1200 vozil		440 pešcev		
	1300 vozil		440 pešcev	1300 vozil		420 pešcev		
	1400 vozil		410 pešcev	1400 vozil		400 pešcev		

Priloga 13: Prikaz zaježitvenih dolžin vozil v odvisnosti od dolžine ciklusa – RS 5

Vozil/h/ 2P	Ciklus 50 s			Vozil/h/ 2P	Ciklus 60 s			Vozil/h/ 2P	Ciklus 70 s		
	95 Q	MaxQ	AveQ		95 Q	MaxQ	AveQ		95 Q	MaxQ	AveQ
100	7 m	14 m	3 m	100	6 m	14 m	2 m	100	7 m	13 m	2 m
200	11 m	18 m	4 m	200	9 m	14 m	2 m	200	9 m	14 m	2 m
300	13 m	26 m	5 m	300	14 m	17 m	4 m	300	14 m	18 m	3 m
400	18 m	30 m	6 m	400	16 m	24 m	4 m	400	15 m	23 m	3 m
500	20 m	35 m	7 m	500	20 m	36 m	6 m	500	17 m	30 m	4 m
600	22 m	32 m	8 m	600	25 m	37 m	7 m	600	20 m	31 m	5 m
700	27 m	40 m	9 m	700	26 m	39 m	7 m	700	23 m	35 m	6 m
800	31 m	42 m	10 m	800	30 m	40 m	8 m	800	26 m	37 m	6 m
900	34 m	47 m	11 m	900	32 m	42 m	9 m	900	28 m	39 m	7 m
1000	35 m	48 m	13 m	1000	34 m	43 m	9 m	1000	29 m	42 m	7 m
1100	40 m	53 m	13 m	1100	40 m	45 m	9 m	1100	33 m	48 m	8 m
1200	48 m	58 m	18 m	1200	44 m	53 m	15 m	1200	38 m	52 m	8 m
1300	55 m	67 m	23 m	1300	48 m	64 m	16 m	1300	44 m	64 m	10 m
1400	63 m	69 m	23 m	1400	55 m	72 m	17 m	1400	51 m	68 m	11 m
1500	64 m	79 m	32 m	1500	59 m	90 m	23 m	1500	55 m	75 m	12 m
1600	65 m	79 m	28 m	1600	67 m	90 m	23 m	1600	64 m	77 m	14 m
1700	66 m	83 m	29 m	1700	68 m	92 m	26 m	1700	67 m	92 m	17 m
1800	75 m	85 m	32 m	1800	76 m	94 m	29 m	1800	70 m	99 m	19 m
1900	80 m	90 m	35 m	1900	80 m	99 m	30 m	1900	75 m	102 m	20 m
2000	86 m	115 m	39 m	2000	97 m	109 m	32 m	2000	90 m	107 m	22 m
2100	106 m	134 m	58 m	2100	105 m	151 m	48 m	2100	97 m	119 m	32 m
2200	151 m	203 m	110 m	2200	112 m	159 m	52 m	2200	109 m	143 m	49 m
2300	172 m	224 m	114 m	2300	120 m	174 m	60 m	2300	125 m	138 m	49 m
2400	241 m	263 m	148 m	2400	151 m	197 m	82 m	2400	135 m	156 m	69 m
2500	302 m	313 m	160 m	2500	172 m	205 m	101 m	2500	165 m	193 m	75 m

Priloga 14: Prikaz zaježitvenih dolžin vozil v odvisnosti od dolžine ciklusa – RS 24

Vozil/h/ 2P	Ciklus 50 s			Vozil/h/ 2P	Ciklus 60 s			Vozil/h/ 2P	Ciklus 70 s		
	95 Q	MaxQ	AveQ		95 Q	MaxQ	AveQ		95 Q	MaxQ	AveQ
100	7 m	10 m	3 m	100	6 m	11 m	2 m	100	4 m	7 m	1 m
200	12 m	20 m	4 m	200	11 m	15 m	3 m	200	7 m	10 m	1 m
300	16 m	25 m	5 m	300	14 m	21 m	4 m	300	11 m	14 m	3 m
400	20 m	29 m	6 m	400	17 m	24 m	4 m	400	14 m	23 m	4 m
500	21 m	32 m	7 m	500	20 m	33 m	5 m	500	18 m	32 m	5 m
600	27 m	41 m	10 m	600	24 m	34 m	6 m	600	21 m	34 m	5 m
700	27 m	44 m	10 m	700	27 m	35 m	7 m	700	24 m	39 m	5 m
800	33 m	46 m	11 m	800	29 m	36 m	8 m	800	28 m	40 m	6 m
900	34 m	48 m	12 m	900	31 m	43 m	9 m	900	30 m	44 m	6 m
1000	36 m	50 m	12 m	1000	32 m	45 m	12 m	1000	33 m	46 m	7 m
1100	37 m	56 m	14 m	1100	36 m	54 m	12 m	1100	38 m	51 m	7 m
1200	43 m	66 m	20 m	1200	41 m	58 m	14 m	1200	42 m	58 m	9 m
1300	52 m	74 m	22 m	1300	45 m	64 m	15 m	1300	46 m	63 m	10 m
1400	52 m	78 m	25 m	1400	51 m	66 m	16 m	1400	52 m	68 m	11 m
1500	61 m	94 m	36 m	1500	55 m	68 m	17 m	1500	55 m	83 m	13 m
1600	64 m	96 m	37 m	1600	59 m	76 m	18 m	1600	62 m	85 m	14 m
1700	73 m	99 m	39 m	1700	64 m	87 m	20 m	1700	64 m	86 m	15 m
1800	77 m	104 m	40 m	1800	75 m	94 m	23 m	1800	72 m	87 m	16 m
1900	87 m	108 m	43 m	1900	77 m	100 m	32 m	1900	81 m	95 m	20 m
2000	94 m	150 m	78 m	2000	84 m	103 m	27 m	2000	86 m	105 m	24 m
2100	112 m	160 m	78 m	2100	99 m	106 m	30 m	2100	91 m	113 m	28 m
2200	146 m	195 m	101 m	2200	103 m	126 m	47 m	2200	96 m	123 m	35 m
2300	205 m	248 m	148 m	2300	123 m	214 m	80 m	2300	103 m	191 m	74 m
2400	240 m	264 m	157 m	2400	192 m	224 m	93 m	2400	120 m	203 m	77 m
2500	290 m	295 m	172 m	2500	216 m	249 m	113 m	2500	149 m	224 m	93 m

Priloga 15: Prikaz zaježitvenih dolžin vozil v odvisnosti od dolžine ciklusa – RS 95

Vozil/h/ 2P	Ciklus 50 s			Vozil/h/ 2P	Ciklus 60 s			Vozil/h/ 2P	Ciklus 70 s		
	95 Q	MaxQ	AveQ		95 Q	MaxQ	AveQ		95 Q	MaxQ	AveQ
100	10 m	18 m	4 m	100	7 m	14 m	3 m	100	4 m	14 m	3 m
200	12 m	20 m	4 m	200	10 m	16 m	4 m	200	12 m	16 m	3 m
300	13 m	28 m	5 m	300	14 m	17 m	5 m	300	16 m	20 m	3 m
400	17 m	30 m	6 m	400	17 m	24 m	5 m	400	17 m	24 m	4 m
500	22 m	32 m	7 m	500	20 m	26 m	6 m	500	20 m	28 m	4 m
600	28 m	34 m	8 m	600	22 m	32 m	7 m	600	24 m	31 m	5 m
700	30 m	38 m	10 m	700	27 m	39 m	9 m	700	26 m	35 m	6 m
800	31 m	40 m	11 m	800	30 m	46 m	10 m	800	31 m	38 m	6 m
900	34 m	44 m	12 m	900	34 m	47 m	10 m	900	33 m	43 m	8 m
1000	36 m	47 m	13 m	1000	37 m	51 m	16 m	1000	35 m	48 m	9 m
1100	42 m	53 m	15 m	1100	39 m	60 m	18 m	1100	38 m	51 m	10 m
1200	46 m	55 m	16 m	1200	48 m	64 m	20 m	1200	45 m	58 m	10 m
1300	48 m	62 m	16 m	1300	50 m	71 m	20 m	1300	49 m	67 m	11 m
1400	62 m	70 m	22 m	1400	56 m	71 m	21 m	1400	53 m	68 m	11 m
1500	65 m	85 m	23 m	1500	59 m	72 m	21 m	1500	57 m	70 m	14 m
1600	67 m	94 m	36 m	1600	66 m	79 m	23 m	1600	61 m	73 m	15 m
1700	70 m	106 m	38 m	1700	70 m	92 m	25 m	1700	68 m	77 m	15 m
1800	83 m	128 m	50 m	1800	72 m	92 m	27 m	1800	74 m	82 m	16 m
1900	83 m	154 m	64 m	1900	83 m	95 m	33 m	1900	79 m	92 m	19 m
2000	99 m	162 m	85 m	2000	89 m	108 m	37 m	2000	87 m	99 m	23 m
2100	116 m	200 m	105 m	2100	96 m	134 m	49 m	2100	95 m	112 m	30 m
2200	125 m	206 m	110 m	2200	115 m	168 m	76 m	2200	102 m	114 m	31 m
2300	164 m	215 m	112 m	2300	131 m	153 m	63 m	2300	110 m	129 m	33 m
2400	264 m	276 m	162 m	2400	133 m	208 m	99 m	2400	111 m	132 m	37 m
2500	308 m	323 m	193 m	2500	153 m	235 m	123 m	2500	139 m	173 m	56 m