

**Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR
Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií**

TP 16/2015

**TECHNICKÉ PODMIENKY
VÝPOČET KAPACÍT POZEMNÝCH KOMUNIKÁCIÍ**

účinnosť od: 31.12.2015

OBSAH

1	Úvodná kapitola	4
1.1	Vzájomné uznávanie	4
1.2	Predmet technických podmienok (TP)	4
1.3	Účel TP	4
1.4	Použitie TP	4
1.5	Vypracovanie TP	4
1.6	Distribúcia TP	4
1.7	Účinnosť TP	4
1.8	Nahradenie predchádzajúcich predpisov	5
1.9	Súvisiace a citované právne predpisy	5
1.10	Súvisiace a citované normy	5
1.11	Súvisiace a citované technické predpisy a podmienky	5
1.12	Súvisiace zahraničné predpisy	5
1.13	Použitá literatúra	5
2	Všeobecne	7
2.1	Použitie skratky a označenia	7
2.2	Termíny a definície	14
3	Dopravné prieskumy	18
3.1	Úvod	18
3.2	Všeobecné definície	18
3.3	Všeobecné povinnosti vykonávateľa prieskumu	23
3.4	Rozdelenie sčítacích stanovišť podľa dĺžky merania	24
3.5	Interval merania intenzity dopravy	24
3.6	Prepočet krátkodobého prieskumu intenzity dopravy	25
3.7	Využitie výsledkov prieskumov intenzity dopravy	25
3.8	Výpočet priemerných hodnôt intenzity dopravy	26
3.9	Priemerné intenzity dopravy	30
3.10	Špičkové hodinové intenzity dopravy (M_{SHID})	31
3.11	Skladba dopravného prúdu	32
3.12	Okamžité rýchlosti vozidiel dopravného prúdu	32
3.13	Typické krivky intenzít dopravy	35
3.14	Trendy a vývoj intenzity dopravy	37
3.15	Modelovanie dopravy	37
4	Diaľničné úseky	43
4.1	Úvod	43
4.2	Podklady	43
4.3	Ovplyvňujúce veličiny	43
4.4	Kvalita dopravného prúdu	44
4.5	Priebeh dopravného prúdu na jednotlivých úsekoch	46
4.6	Priebeh dopravy na diaľničnom úseku	58
4.7	Postup výpočtu, výpočtový formulár	61
5	Mimoúrovňové križovatky	63
5.1	Úvod	63
5.2	Plánovacie podklady	63
5.3	Ovplyvňujúce veličiny	64
5.4	Kvalita dopravných prúdov	65
5.5	Doprava na vjazde	67
5.6	Dopravný prúd na priepletovom úseku	72
5.7	Priebeh dopravy na výjazde	76
5.8	Priebeh dopravy na mimoúrovňovej križovatke	78
5.9	Postup a formulár	78
6	Úseky dvojpruhových ciest	82
6.1	Úvod	82
6.2	Podklady	82
6.3	Ovplyvňujúce veličiny	82
6.4	Kvalita dopravného prúdu	85
6.5	Priebeh dopravy na jednotlivých úsekoch	86

6.6	Priebeh dopravného prúdu na úseku	99
6.7	Posudzovanie jedného jazdného smeru	99
6.8	Postup výpočtu a výpočtový formulár	100
7	Neriadené križovatky	102
7.1	Úvod	102
7.2	Definovanie stupňov dopravných prúdov	102
7.3	Podklady na návrh križovatky bez svetelného signalizačného zariadenia (SSZ)	102
7.4	Ovplyvňujúce veličiny	103
7.5	Kapacity priesečných a stykových križovatiek	105
7.6	Hodnotenie pohybu dopravy	123
7.7	Výpočtové formuláre	127
8	Okružné križovatky	132
8.1	Úvod	132
8.2	Podklady na kapacitné posúdenie okružnej križovatky	134
8.3	Kvalita dopravného prúdu	137
8.4	Výpočet kapacity okružných križovatiek	138
8.5	Hodnotenie pohybu dopravy	141
8.6	Posúdenie kapacity výjazdu z okružnej križovatky	144
8.7	Posúdenie kapacity spojovacej vetvy OK	145
8.8	Výpočtové formuláre	148
9	Svetelne riadené križovatky	150
9.1	Úvod	150
9.2	Podklady	150
9.3	Kvalita dopravných prúdov	151
9.4	Dopravno – technický výpočet riadenia	153
9.5	Koordinácia	178
9.6	Pracovné kroky a formuláre	181
10	Prílohy	186
10.1	Príklad - diaľničné úseky	186
10.2	Príklad - mimoúrovňové križovatky	188
10.3	Príklad - úseky dvojpruhových ciest	190
10.4	Príklad - neriadené križovatky – styková	192
10.5	Príklad - neriadené križovatky – priesečná	194
10.6	Príklad - okružné križovatky – malá jednopruhá	197
10.7	Príklad - okružné križovatky – veľká dvojpruhová	199
10.8	Príklad - svetelne riadené križovatky	201

1 Úvodná kapitola

1.1 Vzájomné uznávanie

V prípadoch, kedy táto špecifikácia stanovuje požiadavku na zhodu s ktoroukoľvek časťou slovenskej normy („Slovenská technická norma“) alebo inej technickej špecifikácie, možno túto požiadavku splniť zaistením súladu s:

- (a) normou alebo kódexom osvedčených postupov vydaných vnútroštátnym normalizačným orgánom alebo rovnocenným orgánom niektorého zo štátov EHP a Turecka;
- (b) ktoroukoľvek medzinárodnou normou, ktorú niektorý zo štátov EHP a Turecka uznáva ako normu alebo kódex osvedčených postupov;
- (c) technickou špecifikáciou, ktorú verejný orgán niektorého zo štátov EHP a Turecka uznáva ako normu; alebo
- (d) európskym technickým posúdením vydaným v súlade s postupom stanoveným v nariadení (EÚ) č. 305/2011.

Vyššie uvedené pododseky sa nebudú uplatňovať, ak sa preukáže, že dotknutá norma nezaručuje náležitú úroveň funkčnosti a bezpečnosti alebo technického pokroku.

„Štát EHP“ a Turecko znamená štát, ktorý je zmluvnou stranou dohody o Európskom hospodárskom priestore podpísanej v meste Porto dňa 2. mája 1992, v aktuálne platnom znení.

„Slovenská norma“ („Slovenská technická norma“) predstavuje akúkoľvek normu vydanú Úradom pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky vrátane prevzatých európskych alebo iných medzinárodných noriem.

1.2 Predmet technických podmienok (TP)

Pomocou týchto TP sa dimenzuje kapacita pozemných komunikácií a nadväzne sa na základe výpočtu navrhujú pozemné komunikácie. Tieto TP sú revíziou TP 10/2010, ktoré vychádzali z [T7] a [T8], doplnené o jednotnú metodiku na výpočet kapacity okružných križovatiek a aktualizovaný výpočet neriadených križovatiek.

1.3 Účel TP

Tieto TP sa používajú na výpočet kapacity pozemných komunikácií.

1.4 Použitie TP

TP sa používajú pri projektových prácach všetkých stupňov projektovej dokumentácie na navrhovanie pozemných komunikácií, pri posudzovaní a schvaľovaní v dopravno-inžinierskej činnosti, v stavebnom a územnom konaní.

1.5 Vypracovanie TP

Tieto TP na základe objednávky Slovenskej správy ciest (SSC) vypracovalo Centrum excelentnosti pre dopravné staviteľstvo - Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina.

Zodpovedný riešiteľ revízie TP 10/2010: doc. Ing. Andrea Kociánová, PhD., tel. č.: +421 41 513 5912, e-mail: andrea.kocianova@fstav.uniza.sk.

1.6 Distribúcia TP

Elektronická verzia TP sa po schválení zverejní na webovej stránke SSC: www.ssc.sk (technické predpisy rezortu) a na webovej stránke MDVRR SR: www.mindop.sk (doprava, cestná doprava, cestná infraštruktúra, technické predpisy).

1.7 Účinnosť TP

Tieto TP nadobúdajú účinnosť dňom uvedeným na titulnej strane.

1.8 Nahradenie predchádzajúcich predpisov

Tieto TP nahrádzajú TP 10/2010 Výpočet kapacít pozemných komunikácií, MDVRR SR z roku 2010 a Opravu č. 1/2013 k TP 10/2010 v celom rozsahu.

1.9 Súvisiace a citované právne predpisy

- [Z1] Zákon č. 135/1961 Zb. o pozemných komunikáciách (cestný zákon), v znení neskorších predpisov;
- [Z2] zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov;
- [Z3] vyhláška FMD č. 35/1984 Zb., ktorou sa vykonáva zákon o pozemných komunikáciách;
- [Z4] zákon č. 8/2009 Z. z. o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z5] vyhláška MV SR č. 9/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.

1.10 Súvisiace a citované normy

STN 73 6100	Názvoslovie pozemných komunikácií
STN 73 6101	Projektovanie ciest a diaľnic
STN 73 6102	Projektovanie križovatiek na pozemných komunikáciách
STN 73 6110	Projektovanie miestnych komunikácií
STN EN ISO 14825	Inteligentné dopravné systémy. Súbory geografických údajov (GDF).
(01 8550)	Súhrnná špecifikácia údajov (ISO 14825: 2011)

Poznámka: Súvisiace a citované normy vrátane aktuálnych zmien, dodatkov a národných príloh.

1.11 Súvisiace a citované technické predpisy a podmienky

- [T1] TP 04/2004 Projektovanie okružných križovatiek na cestných a miestnych komunikáciách, MDPT SR: 2004;
- [T2] TP 03/2006 Dokumentácia stavieb ciest, prílohy 01 až 13, príloha 14, MDPT SR: 2007;
- [T3] TP 10/2008 Inteligentné dopravné systémy a dopravné technologické zariadenia, MDPT SR: 2008;
- [T4] TP 01/2012 Inštrukcia o dopravno-inžinierskej dokumentácii, MDVRR SR: 2012;
- [T5] TP 07/2014 Navrhovanie cyklistickej infraštruktúry, MDVRR SR: 2014;
- [T6] TP 14/2015 Projektovanie turbo-okružných križovatiek, MDVRR SR: 2015.

1.12 Súvisiace zahraničné predpisy

- [T7] HCM 2000, Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, Washington DC, 2000 [HCM 2000, Diaľničná kapacitná príručka, Transportation Research Board, Washington DC, 2000];
- [T8] HBS 2001, Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen, FGSV, Cologne, 2001 [HBS 2001, Príručka pre dimenzovanie cestných dopravných zariadení, FGSV, Cologne, 2001];
- [T9] HBS 2001/2009, Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen, FGSV, Cologne, Ausgabe 2001/Fassung 2009 [HBS 2001/2009, Príručka pre dimenzovanie cestných dopravných zariadení, FGSV, Cologne, vydanie z r. 2001, revízia z r. 2009];
- [T10] Quality Level of Service Handbook, State Florida Department, 2002 [Príručka úrovne kvality, State Florida Department, 2002];
- [T11] Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehrsplätzen, FGSV, Cologne, 2006 [Príručka pre návrh okružných križovatiek, FGSV, Cologne, 2006];
- [T12] HCM 2010, Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, Washington DC, 2010 [HCM 2010, Diaľničná kapacitná príručka, Transportation Research Board, Washington DC, 2010];
- [T13] TP 234, Posuzování kapacity okružních křižovatek, EDIP s.r.o., 2011, 1. vydání.

1.13 Použitá literatúra

- [L1] Akcelik, R., Troutbeck, R.: Implementation of the Australian roundabout analysis method in SIDRA. Highway capacity and level of Service. Proceeding of The International Symposium of Highway Capacity. Karlsruhe, Germany, 1991;
- [L2] Schlosser, T.: Výkladový slovník Inteligentných dopravných systémov, elektronická verzia,

- Združenie IDS Slovensko, Bratislava, 2004-2006;
- [L3] Posúdenie kapacity okružných križovatiek podľa technických podmienok SR, RVT SSC 2009, ŽU v Žiline, Stavebná fakulta, 2009;
 - [L4] Tracz, M., Gaca, S.: Recent developments in highway geometric design in the reconstruction of the polish road network - Country report. In: 4th International Symposium on Highway Geometric Design, 2. – 5. Júna 2010 Valencia, Španielsko;
 - [L5] Rozborová úloha (RÚ) Projektovanie križovatiek na pozemných komunikáciách, STU Bratislava, Stavebná fakulta, 2013;
 - [L6] Brilon, W., Bonzio, I., Weiser, F.: Experiences with Turbo-Roundabouts in Germany, 5th Rural Roads Design meeting, 2014;
 - [L7] Brilon, W.: Roundabouts: A State of the Art in Germany. Paper presented at the 4th International Conference on Roundabouts, TRB, Seattle, 04/2014;
 - [L8] TP 01/2006 Výpočet kapacity pozemných komunikácií a ich zariadení, Ing. Tibor Schlosser, CSc., tel. č.: +421 903 236 585, e-mail: tiber.schlosser@stuba.sk;
 - [L9] TP 10/2010 Výpočet kapacít pozemných komunikácií, Ing. Peter Hlavna, tel. č.: +421 2 5025 5247, e-mail: peter.hlavna@ssc.sk.

2 Všeobecne

2.1 Použité skratky a označenia

Dopravné prieskumy

A, P	hodinové označenie časti dňa: A – dopoludnie, P – popoludnie
ASD	automatické sčítanie dopravy
CSD	celoštátne sčítanie dopravy
D	kód dňa: 1 – pondelok, 7 – nedeľa
EČV	evidenčné číslo vozidla
h	hodina
j.v.	jednotkové vozidlá
M	intenzita dopravy [voz/interval]
M - P	denná intenzita dopravy v reze komunikácie [voz/24 h]
M - S1	denná intenzita dopravy v smere 1 [voz/24 h]
M - S2	denná intenzita dopravy v smere 2 [voz/24 h]
M ₀₅₋₀₉	intenzita dopravy v časovom intervale (05 – 09) h [voz/4 h]
M ₀₅₋₂₁	intenzita dopravy v časovom intervale (05 – 21) h [voz/16 h]
M ₀₇₋₁₁	intenzita dopravy v časovom intervale (07 – 11) h [voz/4 h]
M ₁₃₋₁₇	intenzita dopravy v časovom intervale (13 – 17) h [voz/4 h]
M ₁₄₋₁₈	intenzita dopravy v časovom intervale (14 – 18) h [voz/4 h]
M ₁₆₋₂₀	intenzita dopravy v časovom intervale (16 – 20) h [voz/4 h]
M ₂₂₋₀₆	intenzita dopravy v časovom intervale (22 – 06) h [voz/8 h]
M _{max} ^A	špičková hodinová intenzita dopravy – dopoludnie (A) [voz/h]
M _{max} ^P	špičková hodinová intenzita dopravy – popoludnie (P) [voz/h]
M _{SHID}	špičková hodinová intenzita dopravy [voz/h]
\bar{M}_{DO}	priemerná denná intenzita dopravy dovolenkového obdobia [voz/24 h]
\bar{M}_{-P}	priemerná denná intenzita dopravy v reze komunikácie [voz/24 h]
\bar{M}_{PDI}	priemerná denná intenzita dopravy z celého sledovaného obdobia [voz/24 h]
\bar{M}_{PDI-P}	priemerná denná intenzita dopravy celého sledovaného obdobia v reze komunikácie [voz/24 h]
\bar{M}_{PDI-S1}	priemerná denná intenzita dopravy celého sledovaného obdobia v smere 1 [voz/24 h]
\bar{M}_{PDI-S2}	priemerná denná intenzita dopravy celého sledovaného obdobia v smere 2 [voz/24 h]
\bar{M}_{PR}	priemerná denná intenzita dopravy pracovného obdobia [voz/24 h]
\bar{M}_{RPDI}	ročný priemer dennej intenzity dopravy [voz/24 h]
M	motocykel [voz/24 h]
MAXHPR	maximálna hodinová intenzita dopravy – pracovný deň [voz/h]
MAXHV	maximálna hodinová intenzita dopravy – víkendový deň [voz/h]
MAXPR	maximálna denná intenzita dopravy – pracovný deň [voz/24 h]
MAXV	maximálna denná intenzita dopravy – víkendový deň [voz/24 h]
NA	nákladné automobily [voz/24 h]
O	obdobie roka : P – pracovné, D – dovolenkové
OA	osobné automobily [voz/24 h]
PDI	priemer denných intenzít [voz/24 h]
PH	čas začiatku špičkovej hodinovej intenzity dopravy v reze komunikácie (hh:mm)
R	rýchlostná cesta (cesta pre motorové vozidlá)
R0622	rozhodujúca hodinová intenzita dopravy v čase (06 – 22) h [voz/h]
R2206	rozhodujúca hodinová intenzita dopravy v čase (22 – 06) h [voz/h]
rez (P)	rez komunikácie (smer S1 + S2)
RHID	rozhodujúca hodinová intenzita dopravy [voz/h]
RPDI	ročný priemer denných intenzít [voz/24h]
S1H	čas začiatku špičkovej hodinovej intenzity dopravy v smere 1 (hh:mm)
S2H	čas začiatku špičkovej hodinovej intenzity dopravy v smere 2 (hh:mm)
SD	sčítanie dopravy
skv	skutočné vozidlá

smer 1 (S1)	smer pohybu vozidla v smere staničenia
smer 2 (S2)	smer pohybu vozidla proti smeru staničenia
smer S	smer pohybu vozidla
SSCM	sčítacie stanovište s celoročným meraním
SSDM	sčítacie stanovište s dlhodobým meraním
SSKM	sčítacie stanovište s krátkodobým meraním
T	číslo týždňa v roku
TNA	ťažké nákladné vozidlo (vozidlo s prívesom alebo návesom) [voz/24 h]
ULS	uzlový lokalizačný systém - definovaný priesečníkom osi ciest s popisom kódu, líniovým priebežným staničením a XYZ súradnicou
V_o	okamžitá rýchlosť [km/h]
voz	skutočné vozidlá
X	X-tá hodinová intenzita dopravy (10, 30, 50, 100, 150...) [voz/h]
%P	percentuálny podiel z celodennej intenzity dopravy v reze komunikácie [%]
%S1	percentuálny podiel z celodennej intenzity dopravy v smere 1 [%]
%S1D	priemerná hodnota smerovania intenzity dopravy v reze komunikácie pre smer 1 [%]
%S2	percentuálny podiel z celodennej intenzity dopravy v smere 2 [%]
%S2D	priemerná hodnota smerovania intenzity dopravy v reze komunikácie pre smer 2 [%]
ω	ukazovateľ špičkovej hodinovej intenzity dopravy [%]
< 50, 90	interval okamžitej rýchlosti [km/h]
1Mmax	maximálna hodinová intenzita dopravy v sledovanom období [voz/h]
30M	30 – tá hodinová intenzita dopravy v sledovanom období [voz/h]
4,7 - 18,8	dĺžkové kategórie [m]
50M	50 – tá hodinová intenzita dopravy v sledovanom období [voz/h]

Diaľničné úseky

a	stupeň vyťaženia [-]
AGL	aglomerácia
B	hodnotenie úrovne kvality [-]
b_{SV}	podiel ťažkých vozidiel [%]
C	kapacita [voz/h]
i	index čiastkového úseku
L	dĺžka úseku [m]
L_{AQ}	ekvivalentná dĺžka úseku (so zreteľom na dĺžku úseku v stúpaní)
m	počet čiastkových úsekov diaľničného úseku
n	počet jazdných pruhov jazdného pásu [-]
OA	osobné a dodávkové automobily
q	intenzita dopravného prúdu [voz/časová jednotka]
q_B	dimenzačná intenzita dopravného prúdu [voz/h]
QSV	stupeň kvality dopravného prúdu [-]
q_{zul}	povolená intenzita dopravného prúdu [voz/h]
s_*	pozdĺžny sklon [%]
s_{AQ}^*	vážený ekvivalentný sklon (so zreteľom na dĺžku úseku v stúpaní) [%]
s_{AQ}	ekvivalentný sklon (so zreteľom na dĺžku úseku v stúpaní) [%]
T	obmedzená rýchlosť na 80, 100, 120 km/h (T80, T100, T120)
ŤV	ťažké vozidlá
V	rýchlosť [km/h]
V_B	požadovaná jazdná rýchlosť OA [km/h]
V_{krit}	kritická rýchlosť na hranici kapacity [km/h]
voz	skutočné vozidlo
V_R	stredná cestovná rýchlosť OA [km/h]
ZL	dodatková dĺžka zohľadňujúca predchádzajúci úsek so stúpaním [m]

Mimoúrovňové križovatky

a	stupeň vyťaženia [-]
B	hodnotenie úrovne kvality [-]
b_{SV}	podiel ŤV [%]
C	kapacita [voz/h]

i	index pre jazdný pruh
j	index pre čiastkovú križovatku
j.v.	jednotkové vozidlo
m	počet čiastkových križovatiek mimoúrovňovej križovatky [-]
n	počet jazdných pruhov na jednosmernom jazdnom páse [-]
OA	osobné a dodávkové automobily
	odpájajúca sa intenzita [j.v./h]
	priepletová intenzita [j.v./h]
q	intenzita [voz/časová jednotka] [j.v./časová jednotka]
q _A	intenzita odpájajúcich sa vozidiel [voz/hod] [j.v./h]
q _{Ai}	intenzita odpájajúcich sa vozidiel <i>i</i> -tého pruhu (pri <i>n</i> -pruhovej odpájajúcej vetve) [j.v./h] ¹⁾
q _B	dimenzačná intenzita dopravného prúdu [voz/h] [j.v./h]
q _E	intenzita pripájajúcich sa vozidiel [voz/hod] [j.v./h]
q _{Ei}	intenzita pripojovacích vozidiel <i>i</i> -tého pruhu (pri <i>n</i> -pruhovej pripájajúcej vetve) [j.v./h] ¹⁾
	- počítané od vrchu ostrovčeka
q _H	intenzita na priebežných hlavných jazdných pásoch pred čiastkovou križovatkou vo výške ostrovčeka [voz/h] [j.v./h]
q _{Hi}	intenzita na priebežnom hlavnom jazdnom pruhu <i>i</i> (z celkového počtu <i>n</i> pruhov ²⁾) pred čiastkovou križovatkou vo výške ostrovčeka [voz/h] [j.v./h]
q _{HU}	intenzita na priebežnom jazdnom páse hlavnej cesty za čiastkovou križovatkou [voz/h] [j.v./h]
q _M	pripájajúca sa intenzita [j.v./h]
QSV	stupeň kvality dopravy [-]
q _V	intenzita na priepletovom páse pred čiastkovou križovatkou vo výške vrchu ostrovčeka [voz/h] [j.v./h]
q _{VU}	intenzita na priepletovom páse za čiastkovou križovatkou [voz/h] [j.v./h]
q _{zul}	prípustná intenzita [voz/hod] [j.v./h]
V	rýchlosť [km/h]
V _E	návrhová rýchlosť [km/h]
voz	vozidlo
V _R	stredná cestovná rýchlosť OA [km/h]

Úseky dvojpruhových ciest

b _{SV}	podiel ťažkých vozidiel [%]
C	kapacita [voz/h]
f	posudzovaný smer
i	index čiastkového úseku
k	hustota dopravy [voz/km]
KU	krivolakosť [gon/km]
L	dĺžka úseku [m], [km]
n	počet úsekov
OA	osobné a dodávkové automobily
q	intenzita dopravného prúdu [voz/časová jednotka]
q _B	dimenzačná intenzita dopravného prúdu [voz/h]
q _f	intenzita dopravného prúdu v posudzovanom smere [voz/h]
q _g	intenzita dopravného prúdu v protismere [voz/h]
q _{ges}	intenzita dopravného prúdu ako súčet prúdov oboch smerov (identické s q) [voz/h]
QSV	stupeň kvality dopravného prúdu [-]
s	pozdĺžny sklon [%]
t _R	stredný cestovný čas [h]
ŤV	ťažké vozidlá
V	rýchlosť [km/h]
V _B	požadovaná cestovná rýchlosť [km/h]
V _E	návrhová rýchlosť [km/h]

¹⁾ jazdné pruhy pri viacpruhovom pripojení, resp. odpojení, sú číslované zľava v smere od ostrovčeka – jazdné pruhy 2,3,...*n* znamenajú druhý, tretí...*n*-tý jazdný pruh zľava v rámci pripájajúcej/odpájajúcej vetvy.

²⁾ jazdné pruhy pri viacpruhovej hlavnej ceste sú číslované sprava v smere od ostrovčeka – jazdné pruhy 2,3,...*n* znamenajú druhý, tretí, ...*n*-tý jazdný pruh sprava v rámci jazdného pásu hlavnej cesty.

V_f	rýchlosť v posudzovanom smere f [km/h]
V_g	rýchlosť v protismere [km/h]
V_{mittel}	stredná cestovná rýchlosť oboch smerov (identické s V_R) [km/h]
V_R	stredná cestovná rýchlosť OA [km/h]
V_{zul}	najvyššia prípustná rýchlosť [km/h]
voz	skutočné vozidlo

Neriedené križovatky

C	kapacita [j.v./h]
C_I, C_{II}	kapacita v I. a II. časti križovatky s rozdelenou prednosťou v jazde [j.v./h]
C_T	celková kapacita križovatky s rozdelenou prednosťou v jazde [-]
cykl	cyklista
g	stupeň saturácie [-]
G	základná kapacita jazdného prúdu [j.v./h]
ch	chodec
i	index dopravného prúdu na križovatke [-]
j.v.	jednotkové vozidlo
k	index pre čiastkový dopravný prúd na združenom jazdnom pruhu križovatiek [-]
k_w	počet miest na zastavenie v strede križovatky s rozdelenou prednosťou v jazde [voz]
m	index pre rôzne dopravné prúdy, ktoré používajú spoločne združené jazdné pruhy
M	motocykel
N	dĺžka kolóny (1 j.v. = cca 6 m) [j.v.]
n	počet miest na predradovacích pruhoch/miestach [j.v.]
NA+P	nákladný automobil s prívesom
n_F	počet miest v predradovacom priestore na odbočovacom pruhu alebo na rozšírení podradeného vstupu [j.v.]
n_L	počet miest v ľavom odbočovacom pruhu hlavnej cesty [j.v.]
N_S	dĺžka kolóny, ktorá sa v S % prípadov neprekročí [j.v.]
OA	osobné automobily a dodávky
p	index hlavného dopravného prúdu
p_{0^*}	pravdepodobnosť, že v dopravnom prúde nebudú kolóny vozidiel [-]
p_0	pravdepodobnosť stavu bez kolón v zmiešanom dopravnom prúde na vjazde hlavnej cesty so samostatným pruhom na odbočovanie vľavo (rovnica 6.16) [-]
p_0^{**}	pravdepodobnosť stavu bez kolón v zmiešanom dopravnom prúde na vjazde hlavnej cesty bez samostatného pruhu na odbočovanie vľavo (rovnica 6.14) [-]
p_x	pravdepodobnosť stavu bez kolón v dopravných prúdoch 1 a 7 na križovatke [-]
p_z	pravdepodobnosť stavu bez kolón v dopravných prúdoch 1, 7 a 11 (keď je dopravný prúd 4 uvažovaný ako vedľajší) a 1, 7 a 5 (keď je dopravný prúd 10 uvažovaný ako vedľajší) [-]
q	intenzita dopravy [voz/časová jednotka]
q_B	dimenzačná intenzita dopravného prúdu [voz/h]
q_{FG}	intenzita pešieho prúdu na priechode pre peších [ch/h]
q_p	rozhodujúca intenzita hlavného dopravného prúdu [voz/h]
QSV	stupeň kvality dopravného prúdu
r	rád dopravných prúdov v hierarchii podľa prednosti v jazde
R	rezerva kapacity [j.v./h]
SSZ	svetelné signalizačné zariadenie
t	časový odstup
t_f	priemerný následný časový odstup [s]
t_g	priemerný kritický časový odstup [s]
t_{min}	minimálny časový odstup medzi vozidlami hlavného dopravného prúdu [s]
voz	vozidlo
w	priemerný čas čakania vozidla [s]

Okružné križovatky

b	vzdialenosť medzi kolíznymi bodmi na výjazde z okružného pásu a vjazdom na okružný pás [m]
SP	index dopravného prúdu na spojovacej vetve OK [-]

C_{SP}	kapacita jednopruhovej spojovacej vetvy OK [j.v./h]
C_e	kapacita výjazdu z okružnej križovatky [j.v./h]
C_i	kapacita pruhu na vjazde do okružnej križovatky [j.v./h]
D	vonkajší priemer okružnej križovatky [m]
L_{SP}	vzdialenosť odpojenia spojovacej vetvy OK na vjazde do okružnej križovatky [m]
L_{ch}	dĺžka priechodu pre chodcov na výjazde z okružnej križovatky [m]
L_p	dĺžka radiaceho pruhu na vjazde [m]
L_{voz}	dĺžka vozidla [m]
e	index dopravného prúdu na výjazde z okružnej križovatky [-]
f_f	koeficient zohľadňujúci pohyb chodcov [-]
g	stupeň saturácie [-]
G	základná kapacita pruhu na vjazde do okružnej križovatky [j.v./h]
ch	chodec
i	index dopravného prúdu na jazdnom pruhu na vjazde do okružnej križovatky [-]
$j.v.$	jednotkové vozidlo
k	index dopravného prúdu na okružnom jazdnom páse na okružnej križovatke [-]
L	index dopravného prúdu na ľavom pruhu na dvojpruhovom vjazde do okružnej križovatky [-]
Mini OK	miniokružná križovatka
N	dĺžka kolóny [m]
N_{95}	dĺžka kolóny, ktorá sa v 95 % prípadov neprekročí [m]
n_e	počet jazdných pruhov na výjazde z okružnej križovatky [-]
$n_{e,koef}$	koeficient zohľadňujúci počet pruhov na výjazde [-]
n_i	počet jazdných pruhov na vjazde do okružnej križovatky [-]
n_k	počet jazdných pruhov na okružnom jazdnom páse [-]
OK	okružná križovatka
OK 1/1	okružná križovatka s jedným pruhom na vjazde a jedným pruhom na okruhu
OK 1/2	okružná križovatka s jedným pruhom na vjazde a dvomi pruhmi na okruhu
P	index dopravného prúdu na pravom pruhu na dvojpruhovom vjazde do okružnej križovatky [-]
q	intenzita dopravy [j.v./h]
q_e	intenzita na výjazde [j.v./h]
q_{ch}	intenzita chodcov (a cyklistov) na priechode pre peších [ch/h]
q_i	intenzita na vjazde [j.v./h]
$q_{i,L}$	intenzita na ľavom pruhu na dvojpruhovom vjazde [j.v./h]
$q_{i,P}$	intenzita na pravom pruhu na dvojpruhovom vjazde [j.v./h]
q_k	intenzita rozhodujúceho dopravného prúdu na okružnom jazdnom páse medzi výjazdom a nasledujúcim (posudzovaným) vjazdom [j.v./h]
QSV	stupeň kvality dopravného prúdu
R	rezerva kapacity pruhu na vjazde do okružnej križovatky [j.v./h]
r_e	polomer výjazdu [m]
r_i	polomer vjazdu [m]
t	časový odstup [s]
t_{bezp}	bezpečnostný odstup vozidla a chodca [s]
t_f	priemerný následný časový odstup [s]
t_g	priemerný kritický časový odstup [s]
t_{min}	minimálny časový odstup medzi vozidlami na okružnom jazdnom páse [s]
V_{ch}	rýchlosť chodcov [m/s]
V_{voz}	rýchlosť vozidla [m/s]
w	priemerný čas čakania vozidla [s]

Svetelne riadené križovatky

a_{RAROT}	podiel vozidiel odbočujúcich vpravo počas červenej [-]
b	podmienky v dopravnom prúde (príjazd / odjazd) [-]
B	suma dopravných podmienok [-]
C	kapacita [voz/h]
cykl	cyklista
D	percentuálny podiel počtu vozidiel prechádzajúcich bez zastavenia [%]
f	podiel zelenej [-]
F	signálna skupina pre chodcov

f_b	korekčný koeficient pre šírku jazdného pruhu [-]
f_F	korekčný koeficient pre pešiu dopravu [-]
f_R	korekčný koeficient polomeru odbočovania [-]
f_S	korekčný koeficient pozdĺžneho sklonu [-]
f_{SV}	korekčný koeficient pre podiel ŤV [-]
g	stupeň saturácie [-]
ch	chodec
j.v.	jednotkové vozidlá
K	signálna skupina pre vozidlá
k_i	miera koordinácie pre smer i [%]
L	potrebná dĺžka priestoru pre kolónu [m]
l_{Fz}	dĺžka vozidla [m]
LSA	svetlene riadená križovatka
l_{TP}	vzdialenosť medzi deliacimi bodmi [m]
m	priemerný počet vjazdov [voz]
n	počet odjazdov vozidiel počas zelenej [voz]
N_A	počet vozidiel, ktoré môžu zastaviť medzi stop čiarou a priechodom pre chodcov [voz]
N_{GE}	počet vozidiel v zostávajúcej kolóne po zelenej [voz]
N_{RE}	počet vozidiel v zostávajúcej kolóne po červenej [voz]
OA	osobné vozidlá a dodávky
p	počet fáz [-]
q	intenzita [voz/h]
q_{massg}	smerodajná návrhová intenzita [voz/h]
q_{RAROT}	počet doprava odbočujúcich vozidiel počas červenej [voz/h]
q_S	saturovaná intenzita [voz/h]
QSV	stupeň kvality dopravného prúdu [-]
S	bezpečnosť pred kritickou kolónou [%]
SV	podiel ŤV [%]
t_{az}	prídavok k dobe rozjazdu [s]
t_B	priemerná spotreba času jedného vozidla [s/voz]
t_e	vstupný čas [s]
t_F	zelená [s]
t_{fuss}	čas obsadenia prechodu chodcami
t_r	vyprázdňovací čas [s]
t_S	červená [s]
t_U	dĺžka cyklu [s]
t_{Ue}	prejazdový čas [s]
ŤV	ťažké vozidlo
t_{vor}	časový predstih pre chodcov [s]
t_z	medzičas [s]
T_Z	suma medzičasov [s]
U	počet cyklov [-]
V	rýchlosť [km/h]
voz	vozidlo
w	čas čakania [s]
w_I	základný čas čakania [s]
w_{II}	zostatkový čas čakania [s]

Formulár 1 – Východiskové údaje

f_1	1. smerodajný korekčný faktor [-]
f_2	2. smerodajný korekčný faktor [-]
g_{gew}	zvolený stupeň saturácie [-]
q_{massg}	smerodajná intenzita jazdného pruhu [voz/h]
q_S	saturovaná intenzita pri konkrétnych podmienkach [voz/h]
$q_{S,st}$	saturovaná intenzita pri štandardných podmienkach [voz/h]
t_U	čakací čas optimálneho cyklu [s]
t_{Ugew}	zvolená dĺžka cyklu [s]
ŤV	podiel ťažkých vozidiel [%]
T_Z	suma medzičasov [s]

Formulár 2 - Výpočet dĺžok zelených pre automobilovú dopravu

B	suma dopravných podmienok smerodajných fáz [-]
b_{massg}	dopravné podmienky smerodajných jazdných pruhov [-]
g_{gew}	zvolený stupeň saturácie [-]
m	priemerný počet vjazdov [voz]
q_{massg}	smerodajná intenzita jazdného pruhu [voz/h]
q_S	saturovaná intenzita [voz/h]
t_B	priemerná spotreba času jedného vozidla [s/voz]
t_F	zelená pri dopravných podmienkach [s]
t_{Ferf}	potrebná zelená [s]
t_{Fgew}	zvolená zelená [s]
t_U	dĺžka cyklu [s]
T_Z	suma medzičasov [s]

Formulár 3 a) - Preukázanie kvality dopravy - motorové vozidlá

\bar{g}	stredný stupeň saturácie križovatky [-]
\bar{g}_{massg}	stredný stupeň saturácie smerodajných jazdných pruhov [-]
C	kapacita jazdných pruhov [voz/h]
C_K	celková kapacita križovatky [voz/h]
f	podiel zelenej [-]
g	stupeň saturácie [-]
h	podiel zastavených vozidiel [%]
l_{Stau}	dĺžka zostávajúcej kolóny [m]
m	priemerný počet vjazdov [voz]
n_C	kapacita odjazdov vozidiel za cyklus [voz]
N_{GE}	zostávajúca kolóna vozidiel na konci zelenej [voz]
n_H	počet zastavených vozidiel za cyklus [voz]
N_{RE}	zostávajúca kolóna vozidiel na konci červenej [voz]
q	intenzita [voz/h]
q_K	celková intenzita križovatky [voz/h]
q_S	saturovaná intenzita [voz/h]
QSV	stupeň kvality dopravného prúdu [-]
T	sledované obdobie [min]
t_B	priemerná spotreba času na jedno vozidlo [s/voz]
t_F	zelená [s]
t_S	červená [s]
t_U	dĺžka cyklu [s]
w	stredný čas čakania [s]

Formulár 3 b) - Preukázanie kvality dopravy - chodci

P	počet chodcov za cyklus [ch]
QSV	stupeň kvality dopravného prúdu [-]
t_F	zelená [s]
t_{russ}	čas obsadenia priechodu chodcami [s]
t_U	dĺžka cyklu [s]
t_{vor}	časový predstih pre chodcov [s]
w	stredný čas čakania [s]
w_{max}	maximálny čas čakania [s]

Formulár 3 c) - Preukázanie kvality dopravy - cyklisti

f	podiel zelenej [-]
q	intenzita dopravy [cycl/h]
QSV	stupeň kvality dopravného prúdu [-]
s_b	šírka prechodu pre bicykle [m]
t_F	zelená [s]

t_s	červená [s]
t_U	dĺžka cyklu [s]
w	stredný čas čakania [s]

Formulár 3 d) - Preukázanie kvality dopravy - MHD

QSV	stupeň kvality dopravného prúdu [-]
t_{AZ}	prídavok k dobe rozjazdu [s]
t_F	zelená [s]
t_s	červená [s]
t_U	dĺžka cyklu [s]
w	stredný čas čakania [s]

2.2 Termíny a definície

Dopravné prieskumy

sčítanie dopravy (SD) - spôsob zaznamenávania cestnej dopravy v priečnom reze/jednom smere cestnej komunikácie, pri ktorom sa nepretržite zisťuje intenzita a skladba dopravného prúdu na jednom stanovišti alebo plošne na cestnej sieti; sčítanie dopravy sa realizuje ako manuálne alebo automatické sčítanie dopravy (ASD)

sčítacie stanovište - miesto, na ktorom je umiestnený sčítač dopravy

sčítač - osoba alebo prístroj, zaznamenávajúci údaje o cestnej doprave v určitom priečnom reze/smere komunikácie a vopred definovanom intervale (minúta, 15 min, 1 h) v priebehu dňa, týždňa, mesiaca a roka

sčítacia doba - časový interval, v ktorom sa vykonáva sčítanie cestnej dopravy

jazdný smer - smer pohybu vozidiel v priečnom reze cestnej komunikácie počas sčítania dopravy; v smere staničenia sa používa označenie S1 a v opačnom smere (proti smeru staničenia) S2; pri podrobnej analýze sa rozlišuje v jednom jazdnom smere aj počet jazdných pruhov

okamžitá rýchlosť vozidla - hodnota skutočne odmeranej rýchlosti vozidla prechádzajúceho sčítacím stanovišťom – [km/h]

intervalová okamžitá rýchlosť vozidla - hodnota okamžitej rýchlosti vozidla podľa zaradenia do vopred zvolených intervalov merania – [km/h]; základné intervaly okamžitej rýchlosti vozidla sú napr.: < 50, 60, 80, 90, 110, 130, > 130 km/h

skladba dopravného prúdu¹⁾ - údaj vyjadrujúci percentuálny podiel jednotlivých druhov vozidiel z celkového počtu vozidiel v danom čase v priečnom reze/v smere cestnej komunikácie – [%]

časový odstup¹⁾ - časový interval medzi dvoma za sebou idúcimi vozidlami prechádzajúcimi rezom komunikácie meraný medzi prednou časťou prvého a prednou časťou druhého vozidla [s]

časová medzera¹⁾ - časový interval medzi dvoma za sebou idúcimi vozidlami prechádzajúcimi rezom komunikácie meraný medzi zadnou časťou prvého a prednou časťou druhého vozidla [s]

ročný priemer denných intenzít (\bar{M}_{RPDI})¹⁾ - priemerná denná intenzita dopravy stanovená z nepretržitého celoročného merania – [voz/24 h]

priemerná denná intenzita dopravy sledovaného obdobia (\bar{M}_{PDI})¹⁾ - intenzita dopravy stanovená zo sledovaného obdobia (napr. 14 dní, 3 mesiace a pod.) alebo z neúplného merania počas roka (hodnota stanovená napr. z 300 dní) – [voz/24 h]

priemerná denná intenzita dopravy pracovného obdobia (\bar{M}_{PR})¹⁾ - intenzita dopravy stanovená z pracovného obdobia školského roka (mimo krátkodobých prázdnin) – [voz/24 h]

priemerná denná intenzita dopravy dovolenkového obdobia (\bar{M}_{DO})¹⁾ - intenzita dopravy stanovená z obdobia prázdnin počas školského roka (jarné, veľkonočné, letné, zimné prázdniny) – [voz/24 h]

priemerná denná intenzita dopravy letného dovolenkového obdobia (\bar{M}_{LDO})¹⁾ - intenzita dopravy stanovená z obdobia hlavných školských prázdnin mesiacov júl - august; v našich podmienkach sa odporúča používať túto hodnotu intenzity dopravy, pretože letné prázdniny sú na celom území SR v rovnakom časovom období – [voz/24 h]

priemerná denná intenzita dopravy pracovných dní (\bar{M}_{PD})¹⁾ - intenzita dopravy pracovných dní pondelok až piatok – [voz/24 h]

¹⁾ Vždy sa uvádza pre smery S1, S2 a pre rez komunikácie.

priemerná denná intenzita dopravy víkendových dní (\bar{M}_{VD})¹⁾ - intenzita dopravy počas soboty a nedele – [voz/24 h]

priemerná denná intenzita dopravy týždenná (\bar{M}_T)¹⁾ - intenzita dopravy počas celého týždňa so začiatkom v pondelok o 00 h a ukončením v nedeľu o 24 h – [voz/24 h]

priemerná denná intenzita dopravy dní štátnych sviatkov (\bar{M}_{SV})¹⁾ - intenzita dopravy počas štátnych sviatkov a k nim patriacich voľných dní (napr. vianočné, veľkonočné sviatky a pod.) – [voz/24 h]

priemerná denná intenzita dopravy mesačná (\bar{M}_{ME})¹⁾ - intenzita dopravy kalendárneho mesiaca – [voz/24 h]

priemerná intenzita dopravy sledovaného časového obdobia dňa ($\bar{M}_{INTERVAL}$)¹⁾ - intenzita dopravy v štvorhodinovom intervale 05 h - 09 h, 07 h - 11 h, 13 h - 17 h, 14 h - 18 h, 16 h - 20 h, 22 h - 06 h, 06 h - 22 h – [voz/interval]

špičková hodinová intenzita dopravy¹⁾ - dopoludňajšia, popoludňajšia ($M_{SHID A,P}$) maximálna hodinová intenzita dopravy z jednotlivého obdobia dňa; hodnota je vyjadrená vo voz/h časom, dátumom dosiahnutia a dňa v týždni

maximálna špičková hodinová intenzita dopravy ($M_{SHID-max}$)¹⁾ - hodinová intenzita dopravy, ktorá dosiahla maximálnu hodnotu v sledovanom období – (voz/h časom, dátumom dosiahnutia a dňa v týždni)

percentuálny podiel intenzity dopravy¹⁾ - hodnota uvádzajúca percentuálne vyjadrenie podielu intenzity dopravy (napr. podiel špičkovej hodinovej intenzity dopravy, smerov a pod.). Podiel sa vypočíta samostatne pre jazdné smery

Diaľničné prieskumy

aglomerácia - osídlené územie, na komunikáciách ktorého sú prevažne miestne vozidlá prechádzajúce pomerne krátke cestovné vzdialenosti

Mimoúrovňové križovatky

intenzita výjazdu - suma intenzít odpájajúcich sa vozidiel a intenzít v pravom priebežnom jazdnom pruhu hlavnej cesty

intenzita vjazdu - suma intenzít pripájajúcich sa vozidiel a intenzít v pravom priebežnom pruhu hlavnej cesty

vrch ostrovčeka - bod, v ktorom pravý priebežný pruh jednosmerného jazdného pásu:

- stretáva s ľavým jazdným pruhom pripájajúcej vetvy, alebo

- stretáva s ľavým jazdným pruhom odpájajúcej vetvy

intenzita priepletu - suma intenzít všetkých dopravných prúdov na jazdných pruhoch, medzi ktorými dochádza k prepletaniu

Úseky dvojpruhových ciest

množstvo ťažkých vozidiel - ťažké vozidlá, ktorých rýchlosť sa v závislosti od sklonu a dĺžky úseku mení; na základe dosahovaných rýchlostí týchto vozidiel je úseku priradená trieda stúpania

trieda stúpania - kategória popisujúca pozdĺžny sklon úseku

Neriadené križovatky

cesta s prednosťou v jazde (hlavná cesta) - cesta vedúca cez priesečnú alebo stykovú križovatku, na ktorej majú vozidlá prednosť v jazde pred vozidlami z vedľajších komunikácií

čas čakania - stratový čas po odčítaní časových strát počas brzdenia a rozbiehania vozidla na križovatke

kritický časový odstup - minimálny časový odstup medzi dvomi vozidlami v nadradených dopravných prúdoch, ktorý je nevyhnutný pre jedno vozidlo z podradeného dopravného prúdu na vykonanie potrebného manévru (zaradenie alebo križovanie) pri daných vonkajších podmienkach

¹⁾ Vždy sa uvádza pre smery S1, S2 a pre rez komunikácie.

nadradený dopravný prúd - dopravný prúd vozidiel, ktoré majú prednosť v jazde

následný časový odstup - časový odstup medzi za sebou sa pohybujúcimi vozidlami vedľajšieho prúdu, ktoré vykonávajú požadovaný manéver počas jedného časového odstupu medzi dvomi vozidlami v nadradenom prúde

podradený dopravný prúd - prúd vozidiel z vedľajšej komunikácie, ktoré musia dávať prednosť vozidlám z nadradeného dopravného prúdu

pruh na odbočenie vozidiel (vpravo, vľavo) - pruh určený výhradne pre odbočujúce vozidlá

rezerva kapacity (k dispozícii) - rozdiel medzi kapacitou a existujúcou intenzitou dopravy

rezerva kapacity (požadovaná) - rozdiel medzi kapacitou a zadanou, prípustnou intenzitou dopravy, pri ktorej je zabezpečené dodržanie požadovanej funkčnej úrovne dopravného prúdu (kvality obsluhy ponúkanej pozemnou komunikáciou)

rozdelená prednosť v jazde - možnosť vozidiel z vedľajších smerov zastaviť v strede smerovo rozdelenej komunikácie v priestore deliaceho pásu, a tak dávať prednosť v jazde vozidlám v smerovo oddelených nadradených prúdoch

rozšírenie vjazdu - zaoblením nárožia veľkým polomerom vzniká plocha, ktorá umožňuje, aby na nej zastavili vozidlá s povinnosťou dať prednosť v jazde vedľa seba aj v prípade, ak na vjazde je pre ne určený len jeden jazdný alebo zastavovací pruh

stupeň saturácie - pomer intenzity dopravy ku kapacite dopravného zariadenia

stupeň dopravného prúdu - zaradenie prúdu vozidiel do postupnosti v závislosti od prednosti v jazde na križovatke

vedľajšia cesta - komunikácia, na ktorej je pohyb vozidiel, z hľadiska prednosti v jazde, podriadený pohybu vozidiel po hlavnej ceste a ktorá je (zvyčajne) označená značkou P1 alebo P2

výjazd - časť ramena križovatky, ktorým vozidlá opúšťajú križovatku

základná kapacita - kapacita jazdného prúdu vozidiel pri definovaných štandardných podmienkach

zariadenie na odbočovanie (vpravo, vľavo) - zariadenie na zabezpečenie a uľahčenie pohybu vozidiel odbočujúcich z hlavnej cesty (pruhy na odbočovanie alebo dopravný ostrovček)

združený jazdný pruh - jazdný pruh spoločne používaný prúdmi vozidiel s rôznym smerom jazdy, na ktorom tieto vozidlá nemôžu stáť vedľa seba (ani pred stop čiarou)

zmiešaný prúd - dopravný prúd vozidiel pozostávajúci z čiastočných prúdov s rôznym smerom jazdy, ktorý využíva združený jazdný pruh

Okružné križovatky

okružná križovatka (OK) – križovatka, do ktorej všetky vozidlá vchádzajú s odbočením vpravo a pohybujú sa jednosmerným objazdom okolo stredového ostrovčeka až k požadovanému výjazdu, na ktorom odbočujú taktiež vpravo.

miniokružná križovatka – okružná križovatka so spevneným stredovým ostrovčekom s plným prístupom dopravy pre výnimočný prejazd väčších vozidiel, s odporúčaným vonkajším priemerom D v rozpätí 14 m až 22 m,

malá (jednopruhovú) okružná križovatka – okružná križovatka s jedným jazdným pruhom na okruhu a jedným jazdným pruhom na vjazde a výjazde, neumožňujúca prieplet vozidiel na okruhu medzi vjazdmi a výjazdmi, s odporúčaným vonkajším priemerom D v rozpätí 25 m až 40 m (v extraviláne v rozpätí 30 m až 45 m). Podľa spôsobu prejazdu môže byť bez prístupu dopravy na stredový ostrovček alebo s obmedzeným prístupom dopravy na stredový ostrovček.

veľká (dvojpruhová) okružná križovatka – okružná križovatka s dvomi jazdnými pruhmi na okruhu oddelenými pozdĺžnou prerušovanou čiarou, umožňujúca zmenu jazdného pruhu (prieplet) v celej dĺžke okružného jazdného pásu, s jednopruhovými alebo dvojpruhovými vjazdmi a výjazdmi, s odporúčaným vonkajším priemerom D nad 40 m. Podľa spôsobu prejazdu môže byť bez prístupu dopravy alebo s obmedzeným prístupom dopravy na stredový ostrovček.

turbo-okružná križovatka – špeciálny typ okružnej križovatky s dvomi alebo viacerými špirálovito usporiadanými jazdnými pruhmi na okružnom jazdnom páse, do ktorého vstupujú tri alebo viacero ramien pozemných komunikácií. Špirálovité vedenie jazdných pruhov a ich fyzické oddelenie zabezpečujú plynulý prejazd križovatkou bez nutnosti zmeny jazdného pruhu s eliminovaním priepletov na okružnom jazdnom páse a križných kolíznych bodov pri výjazde. Správne fungovanie TOK predpokladá rozdelenie vozidiel do jazdných pruhov pre jednotlivé smery (ciele) jazdy už pred križovatkou.

stredový ostrovček OK – kruhový alebo iný fyzický alebo optický prvok, používaný na vymedzenie pohybu vozidiel po okružnom jazdnom páse; jeho súčasťou je aj prstenec, ktorým sa lemuje okraj malého stredového ostrovčeka

okružný jazdný pás – jazdný pás okolo stredového ostrovčeka okružnej križovatky

vjazd – jazdný pruh/pás križujúcej sa komunikácie, ktorým vozidlá vstupujú na okružný jazdný pás
výjazd – jazdný pruh/pás križujúcej sa komunikácie, ktorým vozidlá vystupujú z okružného jazdného pásu

spojovacia vetva OK – jazdný pruh alebo pás, ktorý spája dve susedné ramená okružnej križovatky, a to priamym pravým odbočovaním po tejto vetve bez pripojenia vozidiel na okružný jazdný pás

kolízny bod – bod vzájomnej možnej kolízie dopravných prúdov – pozri obrázok 8.1

kritický časový odstup (t_g) – minimálny časový odstup medzi dvomi vozidlami v nadradených dopravných prúdoch (na okružnom jazdnom páse), ktorý je nevyhnutný na zaradenie sa jedného vozidla na vjazde do OK pri daných vonkajších podmienkach

následný časový odstup (t_f) – časový odstup medzi za sebou sa pohybujúcimi vozidlami na vjazde do OK, ktoré vstúpia na okružný jazdný pás počas jedného časového odstupu medzi dvomi vozidlami na okružnom jazdnom páse

minimálny časový odstup (t_{min}) – minimálny časový odstup medzi dvomi vozidlami na okružnom jazdnom páse

nadradený prúd - dopravný prúd vozidiel, ktoré majú prednosť v jazde

rezerva kapacity (k dispozícii) – rozdiel medzi kapacitou a existujúcou intenzitou dopravy

rezerva kapacity (požadovaná) – rozdiel medzi kapacitou a zadanou, prípustnou intenzitou dopravy, pri ktorej je zabezpečené dodržanie požadovanej funkčnej úrovne dopravného prúdu

kapacita OK – maximálny počet vozidiel, ktoré za daných dopravných a stavebných podmienok na okružnej križovatke môžu prejsť cez križovatku za jednotku času (hodina, deň);

kapacita vjazdu do OK – maximálny počet prichádzajúcich vozidiel, ktoré využijú vhodné časové odstupy medzi vozidlami na okružnom jazdnom páse za daných dopravných a stavebných podmienok na okružnej križovatke za jednotku času

vonkajší priemer OK – priemer kružnice, ktorú možno vpísať medzi vonkajšie stavebné ohraničenie okružného jazdného pásu križovatky

prieplet – zmena jazdnej dráhy medzi vozidlami prechádzajúcimi z jedného jazdného pruhu do druhého na okružnom jazdnom páse. Križovanie medzi vozidlami je pod veľmi malým uhlom (15° - 20°) a pri relatívne rovnakých rýchlostiach.

Svetelne riadené križovatky

kapacita - maximálny počet prvkov dopravy, ktoré za daných stavebných a dopravných podmienok na križovatke so svetlenou signalizáciou môžu prejsť cez križovatku za jednotku času; kapacita križovatky je súčtom kapacít jednotlivých vstupných dopravných pruhov, riadených signálmi

stupeň saturácie - pomer intenzity ku kapacite

saturovaná intenzita - najvyššia intenzita dopravy, ktorá teoreticky môže prejsť za jednu "zelenú" hodinu jedným vstupným pruhom svetelne riadenej križovatky

kolóna - vozidlá, ktoré zastavili pred križovatkou počas signálu "stoj"

zostávajúca kolóna - vozidlá, ktoré po skončení zelenej zostali stáť pred križovatkou

čas čakania - čas, ktorý uplynie od zastavenia vozidla pred križovatkou riadenou SSZ až po jeho prejazd "stop" čiarou

3 Dopravné prieskumy

3.1 Úvod

Kapitola sa zaoberá komplexným spracovaním a vyhodnocovaním dopravných prieskumov pre potreby dopravného plánovania a projektovej činnosti v oblasti dopravných stavieb.

Pri posudzovaní výkonnosti pozemnej komunikácie a určení požadovaných hraníc kvality výkonnosti je dôležité poznať základné parametre, ktoré ich podmieňujú.

K tomu sú potrebné údaje o dopravnom prúde na:

1. pozemnej komunikácii s rozdelenými smermi mimo križovatky,
2. zaraďovacích a vyradovacích pruhoch,
3. obojsmernej pozemnej komunikácii,
4. križovatke so svetelnou signalizáciou,
5. križovatke bez svetelného signalizačného zariadenia,
6. okružnej križovatke,
7. pre hromadnú dopravu,
8. chodcov a
9. statickú dopravu.

3.2 Všeobecné definície

3.2.1 Kapacita pozemných komunikácií

Rozvoj osobnej i nákladnej dopravy na pozemných komunikáciách ide v čase kontinuálne, napriek tomu boli všetky prognózy rozvoja automobilovej dopravy vysoko prekročené, čo má za následok zvýšené požiadavky na kapacity pozemných komunikácií a ich zariadení. Neustály nárast automobilovej dopravy vedie k preťaženiu dopravných zariadení, čo sa prejavuje ako na diaľničnej sieti s jej privádzacími zo sídiel, tak priamo v sídlach. Dnes je v pohybe prioritný chodec a hromadná preprava osôb, lebo táto na rovnakej ploche ako osobný automobil prepraví až desaťkrát viac osôb. V sieti komunikácií o ich kapacite rozhodujú uzly/križovatky, ktoré s minimálnou kapacitou udávajú kapacitu trás a siete.

Denne sa bežne dosahujú kapacity komunikácií, križovatiek, ich častí a sledujeme ich preťaženie – s kolapsom a nedostatočnú priepustnosť. Preto pojem **kapacita** komunikácií ich zariadení vyjadruje maximálne množstvo vozidiel, ktoré tieto prepustia za časovú jednotku. Je zrejmé, že kapacita je závislá od poveternostných podmienok (sneh, hmla, námraza...), okrajových podmienok (napr. odhrnutý sneh na okraji vozovky, zužujúci jazdný pruh), správnej výstavby, ale i od podmienok prepravy - kedy a ako sa napĺňa podmienka:

$$D_{i,j} = \sum D_{i,i,t,p,u,r} \quad (3.0)$$

t.j. preprava zo zdroja „*i*“, do cieľa „*j*“ závisí od času prepravy (*t*), v ktorom sa realizuje, účelu cesty (*u*), zvolenej trasy (*r*), a druhu prepravného prostriedku (*p*) - (OA, NA, MHD, HD, pešo, bicyklom). Je zrejmé, že nie vždy platia pre všetky podmienky pohybu optimálne podmienky okolia a teda „kvalita“ dopravy sa dá vyjadriť – podľa HCM/HBS 6 stupňami kvality pohybu dopravného prúdu, t.j. **funkčnou úrovňou (FÚ)**. Preto možno navrhovať minimálne **požadovanú kvalitu pohybu dopravného prúdu v závislosti od jeho intenzity, rýchlosti a hustoty vozidiel na komunikácii**.

V týchto TP sa uverejňuje aj **potreba a rozsah výkonu dopravných prieskumov v projektovej činnosti**. TP odporúčajú v každom stupni projektovej dokumentácie vykonať dopravný prieskum, ktorého spracované výsledky sú základným kvalitatívnym parametrom budúcich návrhov a riešení komunikácií či už v obci alebo mimo nej, na úrovňových - riadených alebo neriadených križovatkách alebo pri samotnom návrhu mimoúrovňovej križovatky.

3.2.2 Funkčná úroveň dopravy (FÚ)

FÚ je základným kritériom kvality ponúkanej obsluhy na pozemnej komunikácii. Môže sa definovať z ponúkanej kvality pohybu vozidiel alebo možnosti prístupu k územiu, ktoré sa obsluhuje. Kvalita FÚ sa vyjadruje v šiestich stupňoch A až F (pričom A je najvyššia kvalita, F je najnižšia kvalita

obsluhy). FÚ je určená stupňom jazdných možností, ktoré pozemná komunikácia poskytuje vozidlám. Kritériá FÚ sa definujú pre špičkové časové intervaly z intenzity dopravného prúdu. Kvalita dopravnej obsluhy vyjadrovaná zaťažením dopravou v jednotlivých stupňoch nezávisí od jedného parametra, ale od celého súboru parametrov komunikácie a jej zariadení.

FÚ nie je preto problémom bodovým ani líniovým, ale priestorovým. Súčasne nie je problémom len v reálnom čase, ale dá sa s určitou presnosťou predpovedať a tým aj skvalitňovať poskytovanú službu. Kvalita dopravnej obsluhy závisí od súboru charakteristík dopravného prúdu a návrhových prvkov komunikácie, ktorými sú:

- požadovaná jazdná rýchlosť,
- dosiahnuteľná cestovná rýchlosť,
- návrhová rýchlosť,
- skladba dopravného prúdu,
- manévrovacie možnosti,
- šírkové usporiadanie komunikácie,
- horizontálne a vertikálne vedenie komunikácie.

FÚ sa v minulosti vyjadrovala „množstvom“ dopravy, ktorá bola „zviazaná“ priamo s geometrickými charakteristikami pozemnej komunikácie. Hodnotenie dopravy na cestnej sieti sa v súčasnosti posudzuje ako dopravná služba komplexne z hľadiska používateľa – účastníka cestnej premávky. Vyjadruje okrem doteraz známych prvkov aj hľadisko používateľa a jeho potreby, nie však v jeho požiadavkách na úplne novú alebo inú cestu, ale v rámci komplexnej dopravnej služby k zariadeniam, metódam riadenia a organizácii poskytovanej služby. Tieto nástroje umožňujú používateľovi prepraviť sa kvalitne zo zdroja do cieľa svojho záujmu správnym výberom, na správnom mieste a v správnom čase.

Preto dôležitou úlohou cestnej infraštruktúry je:

- udržiavať cestu prístupnú a bezpečnú,
- prevádzkovať a udržiavať dopravné prúdy v pohybe,
- poskytovať aktívnu podporu vodičom a poskytovať cestovné informácie a služby.

3.2.3 FÚ a vzťah prevádzkovať – používateľ

FÚ vystupuje ako základný parameter posudzovania kvality prevádzky na európskych diaľniciach. Nemenej významnú rolu má v urbanizovanom priestore, kde dochádza často k zápcham na väčšej časti cestnej mestskej siete. FÚ súčasne vyjadruje aj kvalitu stupňa integrácie jednotlivých druhov dopravy. Úloha FÚ ako služby prevádzkovateľa používateľovi je potom komplexným a premenným prostredím, kde sa:

- môžu prevádzkové podmienky na cestnej sieti kvalitatívne meniť v čase a v priestore,
- môžu meniť požiadavky používateľa – účastníka cestnej premávky v čase a priestore,
- môže meniť stav prevádzkovateľa,
- možnosti riešenia potrebné na výkon prevádzky vykonávajú okamžite a z jedného zdroja, čo znamená, že musia byť k dispozícii,
- často meniace právne a administratívne obmedzenia v čase negatívne odrážajú na kvalite dopravnej prevádzky.

FÚ charakterizuje dopravné podmienky ako funkciu dopravnej hustoty a predstavuje odozvu v dvoch významoch: individuálne (rýchlosť a čas) a kolektívne (dopravný prúd).

3.2.4 FÚ (stupeň kvality) pohybu dopravy

Na vyjadrenie FÚ pohybu dopravy A až F platia limitné hodnoty stupňa vyťaženia podľa tabuľky 3.1.

Tabuľka 3.1 Limitné hodnoty stupňa vyťaženia pre jednotlivé FÚ

FÚ	Stupeň vyťaženia [-]
A	< 0,30
B	< 0,55
C	< 0,75
D	< 0,90
E	< 1
F	-

Jednotlivé FÚ znamenajú:

Úroveň A: reprezentuje voľný pohyb dopravného prúdu pri dodržaní jeho voľnej rýchlosti. Vozidlá nie sú obmedzované v pohybe zvnútra dopravného prúdu. Účastníci dopravy sú len veľmi zriedka ovplyvňovaní inými účastníkmi. Stupeň vyťaženia je veľmi nízky. Rýchlosti pri zaraďovaní do priebežného jazdného prúdu, priplety s jazdným prúdom a vyradovanie z jazdného prúdu sú vysoké. Dopravný prúd nie je obmedzovaný - medzera medzi vozidlami dosahuje hodnotu až 26 dĺžok vozidla (cca 160 m).

Dopravný prúd	Hustota [voz/km/j.p. ¹⁾	Cestovná rýchlosť [km/h]	Intenzita [voz/h/j.p.]
voľný	≤ 12	> 97	700
¹⁾ j.p. = jazdný pruh			

Úroveň B: reprezentuje ešte voľný pohyb dopravného prúdu a schopnosť manévrovania je vo vnútri dopravného prúdu len veľmi mierne obmedzená. Prúdy vozidiel nepatrne navzájom ovplyvňujú svoje jazdné možnosti. Prekážky, ktoré pritom vznikajú - napr. potrebné prispôsobenie rýchlostí jednotlivých vozidiel - sú sotva pozorovateľné. Stupeň vyťaženia je malý. Dopravný prúd nie je takmer vôbec obmedzovaný - medzera medzi vozidlami dosahuje hodnotu 18 dĺžok vozidla (cca 100 m).

Dopravný prúd	Hustota [voz/km/j.p.]	Cestovná rýchlosť [km/h]	Intenzita [voz/h/j.p.]
primeraný	≤ 20	80 - 90	1000 – 1100

Úroveň C: reprezentuje pohyb dopravného prúdu, ak je manévrovanie vozidiel výrazne obmedzené. Prítomnosť iných účastníkov dopravy je jednoznačne pozorovateľná a zmena jazdného pruhu si vyžaduje zvýšenú pozornosť vodiča. Možnosť pohybu už nie je neobmedzená a menšie incidenty v dopravnom prúde sa samé upokoja pri čiastočnom lokálnom zhoršení podmienok pohybu. Stupeň vyťaženia je v hraniciach prijateľnosti. Vodiči musia čiastočne znižovať rýchlosti. Stav dopravy je stabilný - medzera medzi vozidlami dosahuje hodnotu 11 dĺžok vozidla (cca 67 m).

Dopravný prúd	Hustota [voz/km/j.p.]	Cestovná rýchlosť [km/h]	Intenzita [voz/h/j.p.]
stabilný	≤ 30	70 - 85	1300 – 1550

Úroveň D: reprezentuje pohyb dopravného prúdu, ak začína klesať jeho voľná rýchlosť. Voľnosť manévrovania vozidiel vo vnútri dopravného prúdu je významne obmedzená. Všetci účastníci dopravy v pozorovaných dopravných prúdoch musia znášať obmedzenia, pretože takmer pri každej zmene jazdného pruhu vznikajú konfliktné situácie. Stupeň vyťaženia je vysoký. Stav dopravy je ešte stabilný - medzera medzi vozidlami dosahuje hodnotu 9 dĺžok vozidla (cca 50 m).

Dopravný prúd	Hustota [voz/km/j.p.]	Cestovná rýchlosť [km/h]	Intenzita [voz/h/j.p.]
hraničný	≤ 42	65 - 75	1600 – 1850

Úroveň E: reprezentuje najnižšiu funkčnú úroveň pracujúcu na medzi kapacity. Na medzi kapacity nemá dopravný prúd schopnosť rozptýliť čo len menšie poruchy, manévrovateľnosť vozidiel je celkom obmedzená a ponúkané pohodlie je veľmi nízke. Vozidlá sa pohybujú nízkymi rýchlosťami prevažne v kolónach a každé porušenie pohybujúcich sa vozidiel môže zapríčiniť poruchu, ktorá sa bude šíriť proti pohybu vozidiel. Potrebné zmeny dopravných pruhov sú možné len tak, že vozidlo vojde do bezpečnej medzery medzi vozidlami na susednom dopravnom pruhu. Stupeň vyťaženia je veľmi vysoký. Nepatrným alebo krátkodobým zvýšením dopravných intenzít môže byť spôsobené vytváranie kolón alebo aj zastavenie pohybu dopravy. Prekážky v pohybe dopravy sa už neobmedzujú len na jednotlivé prvky križovatky. Nad (proti smeru pohybu dopravného prúdu) pozorovanou oblasťou sa vyskytujú poruchy priebehu dopravy v priamo prechádzajúcom jazdnom páse. Stav dopravného prúdu sa mení od stabilného k nestabilnému. Dosahuje sa kapacita komunikácie/jazdného pásu - medzera medzi vozidlami dosahuje hodnotu 6 dĺžok vozidla (cca 33 m).

Dopravný prúd	Hustota [voz/km/j.p.]	Cestovná rýchlosť [km/h]	Intenzita [voz/h/j.p.]
extrémny	≤ 67	≤ 50	1900 – 2000

Úroveň F: reprezentuje rozpad prúdu vozidiel. Takéto prípady nastávajú napr. pri dopravnej nehode alebo ak sa vyskytne kongescia v dopravnom prúde a počet prichádzajúcich vozidiel je väčší, ako môže prejsť sledovaným úsekom a v predpokladaných situáciách napr. špičkových hodinách. Počet vozidiel, ktoré prichádzajú ku križovatke za jednotku času je počas dlhých časových intervalov väčší,

ako je kapacita. Doprava kolabuje, t.j. dochádza k jej zastaveniu a vytváraniu zápchy a tvoria sa kolóny vozidiel v spätnom smere pohybu dopravného prúdu, pričom sa strieda posúvanie a zastavovanie. Táto situácia sa opäť vyrieši až po podstatnom znížení intenzity dopravného prúdu. Križovatka je preťažená - medzera medzi vozidlami dosahuje hodnotu menšiu ako 1 dĺžka vozidla.

Dopravný prúd	Hustota [voz/km/j.p.]	Cestovná rýchlosť [km/h]	Intenzita [voz/h/j.p.]
zrútený	> 67	≤ 40	meniaca sa

3.2.5 Intenzita dopravy

V týchto TP sa používa základný výraz **intenzita dopravy**. Jej definícia má rôzne podoby v odbornej praxi. TP predkladajú tieto definície:

- **podľa HCM:** intenzita dopravy je celkový počet vozidiel, ktorý prejde daným úsekom komunikácie za daný časový interval; možno ho vyjadriť v pojmoch ročných, denných, hodinových či kratších intervalov, a to v skutočných alebo jednotkových vozidlách;
- **podľa EÚ:** intenzita dopravy je ekvivalentná hodnota reprezentujúca počet vozidiel alebo osôb prechádzajúcich určitým rezom (bodom) pozemnej komunikácie, t. j. pomer počtu vozidiel alebo osôb a času (obyč. vyjadrený ako jednotka za s, min alebo h);
- **podľa DATEX-u:** (dopravné a cestovné informácie): intenzita dopravy je entita údajových objektov - počet vozidiel, náprav, nápravových dvojíc alebo osobných automobilov (jednotkových vozidiel), ktoré prejdú pevne stanoveným miestom na meranom časovom úseku; môže ísť o jednu hodnotu alebo n-rozmernú maticu; pre dopravný prúd vozidiel toho istého druhu sa často používa jednorozmerná matica;

intenzita cestnej dopravy - počet vozidiel, ktoré prejdú rezom komunikácie (v oboch smeroch) za časovú jednotku; môže byť vyjadrená v skutočných vozidlách aj v jednotkových vozidlách; je funkciou času, preto definujeme množstvo vozidiel na trase pozdĺž trajektórie pohybu v čase;

intenzita dopravného prúdu - počet cestných vozidiel alebo osôb, ktoré prejdú určitým priečnym rezom cestnej komunikácie v jednom dopravnom smere za zvolené časové obdobie.

Na posudzovanie intenzity dopravy sa určuje:

1. **najvyššia intenzita dopravy** dosiahnutá v intervale merania; pojem **výkonnosť** (angl. capacity) z hľadiska odboru dopravného plánovania a dopravného inžinierstva je „najvyššia dosiahnuteľná hodnota dopravných prvkov na jednom jazdnom pruhu za časovú jednotku danej cesty a dopravných podmienok pri určitej funkčnej úrovni“; hodnota dopravných prvkov (vozidiel) na jednom jazdnom pruhu za časovú jednotku a dopravných podmienok sa označuje ako intenzita dopravy **M**; výkonnosť sa stanovuje pre jednoznačne definované pozemné komunikácie s rôznymi technickými parametrami;
2. cieľom je určiť výkonnosť na základe dopravných prieskumov úsekov siete pozemných komunikácií, ako aj stanovenie hraničných hodnôt dopravného zaťaženia, ktoré je schopné dopravné zariadenie uniesť, teda **kapacity**; ide v podstate o určenie skupín s rovnakými teoretickými podmienkami priebehu dopravného prúdu;
3. **kvalita dopravy** vyjadrená rýchlosťou, časom prejazdu, manévrovacími možnosťami – predbiehaním, čakacími časmi, dĺžkou kolóny, počtom zastavení, emisiami a imisiami;
4. **intenzita dopravy** všeobecne (napr. jej časový priebeh, skladba dopravného prúdu,...).

3.2.6 Rozdelenie dopravných prieskumov

Účelom týchto TP je zabezpečiť:

- jednotný výkon dopravných prieskumov sčítania dopravy na pozemných komunikáciách v podmienkach Slovenskej republiky,
- systemizované určovanie kvality dopravného prúdu na cestnej sieti,
- výpočet kapacity pozemných komunikácií.

TP obsahujú analýzy porovnateľné so spôsobom spracovania údajov z automatického sčítania dopravy a zohľadňujú nové trendy používané v krajinách Európskej únie prijaté CEN/TC 278 - Road Transport and Traffic Telematics (Cestná doprava a dopravná telematika).

Všeobecné delenie dopravných prieskumov automobilovej dopravy a z nich získané výsledky sa delia podľa formy vykonania prieskumu na:

- manuálne,
- automatické, pomocou sčítacích zariadení.

Manuálny prieskum na reze pozemnej komunikácie.

Predstavuje vykonanie krátkodobého prieskumu, pri ktorom sa zaznamenávajú:

- prejdené vozidlá – intenzita dopravy,
- skladba dopravného prúdu,
- evidenčné čísla vozidiel pre smerovanie vozidiel po ploche sledovaného územia,
- anketový prieskum podľa potreby,

počas vopred definovaného intervalu merania a časového obdobia dňa.

Podrobné delenie dopravných prieskumov z hľadiska intenzity dopravy je v čl. 3.3.1.

Dĺžka manuálneho prieskumu vychádza z potreby výsledkov a ich využitia. Pre krátkodobý manuálny prieskum sa odporúča v tomto TP vykonávať prieskum v minimálnej dĺžke 12 h v čase 06 h – 18 h. Prieskum treba vykonať v priemerný pracovný deň týždňa (utorok až štvrtok).

Na doplnenie poznania priebehu dopravy sa odporúča vykonať prieskum špičkového obdobia počas 4 h v čase:

- 06 h – 10 h, resp. 07 h -11 h v pondelok ráno – zistenie dopravy nástupu do pracovnej činnosti na začiatku týždňa,
- 14 h - 18 h, resp. 15 h -19 h v piatok popoludní – zistenie návratovej dopravy na konci týždňa a začiatku víkendovej dopravy,
- 16 h - 20 h v nedeľu – zistenie návratovej rekreačnej dopravy počas víkendového dňa.

Z kombinácií uvedených prieskumov treba odvodiť prepočty na priemernú dennú intenzitu dopravy na základe typických kriviek priebehu intenzity dopravy, získaných z automatického sčítania dopravy.

Výsledky z vykonaných kratších samostatných prieskumov napr. 4 h a 8 h sa neodporúča považovať za výpovedné a hodnoverné.

V rámci celoštátneho sčítania dopravy sa odporúča zaradiť aj 24 h manuálny prieskum s cieľom zabezpečiť objektívny prepočet medzi krátkodobými prieskumami a automatickým sčítaním dopravy. Tento prieskum sa odporúča vykonať na charakteristických rezoch pozemných komunikácií podľa výsledkov celoštátneho sčítania dopravy. Takúto vzorku celodenného prieskumu sa odporúča vykonávať do času, pokiaľ nebude zabezpečená sieť automatických sčítačov dopravy na charakteristických pozemných komunikáciách, ako aj vo vopred vybraných mestách SR s cieľom získať dostatočné kvalitné údaje na stanovenie prepočtových charakteristík pre rôzne časové obdobie priemerného dňa a týždňa.

Smerový dopravný prieskum sa vykonáva s cieľom určiť veľkosť prepravných vzťahov medzi dvoma okrskami pre začínajúce (zdrojové) a pre končiace (cieľové) cesty. Z analýzy údajov sa vytvára kompletná matica vzťahov (zdroj/cieľ ciest) pre všetky okrsky, na ktoré je sledované územie rozdelené. Prepravný vzťah je závislý od:

1. objemu zdrojovej prepravy (disponibilita v zdrojovom okrsku),
2. objemu cieľovej dopravy (atraktivita v cieľovom okrsku),
3. vzdialenosti zdroja a cieľa (odporová funkcia úseku),
4. konkurencie ostatných cieľov ako aj ostatných zdrojov z hľadiska ich objemu a dosiahnuteľnosti,
5. počtu príležitosti medzi zdrojom a cieľom pre ukončenie cesty.

Celoštátny prieskum dopravy sa odporúča rozšíriť o prieskum:

- 24 h prieskumu na zabezpečenie objektívneho prepočtu na PDI, resp. RPDI,
- EČV z dôvodu celoplošného stanovenia zdrojovej, cieľovej a tranzitnej dopravy.

Ďalej sa odporúča zjednotiť hlavné rezy manuálneho prieskumu s ASD pred veľkými mestami a v mestách sledovať aj MHD – jej podiel, určenie zdrojovej, cieľovej a tranzitnej dopravy – ich podiely.

Vykonávateľ prieskumu je povinný poskytnúť bezodplatne výsledky prieskumov – prvotné elektronické údaje a analýzy pre potreby SSC, resp. Dopravného informačného centra na ďalšie možné využitie.

Automatické sčítanie dopravy (ASD)

Na základe odporúčaní EÚ sa tieto TP orientujú na komplexný zber údajov o dopravných prúdoch, ktoré možno zabezpečiť len automatickým sčítaním dopravy. Tieto údaje sú jednoznačnými podkladmi v dopravno-inžinierskej činnosti, ako aj pre potreby dopravného plánovania a projektovej dokumentácie všetkých stupňov. Odporúča sa pre správcu cestných komunikácií vytvoriť sieť ASD, ako aj nevyhnutnosť obce nad 25 000 obyvateľov postupne budovať a prevádzkovať takúto sieť ASD ako základný parameter na dodržiavanie bezpečnosti a plynulosti dopravných prúdov na pozemných komunikáciách.

3.3 Všeobecné povinnosti vykonávateľa prieskumu

Sčítania dopravy (SD) v priečnom reze pozemnej komunikácie mimo/v obci sa musia vykonávať a analyzovať rovnakým spôsobom, aby údaje boli použiteľné a porovnateľné aj v neskoršom období.

Pri automatickom sčítaní dopravy (ASD) je nevyhnutná cyklickosť zberu údajov na jednom stanovišti ASD, ak nie je zabezpečené neustále meranie. Odporúča sa merať v rôznych ročných obdobiach (napr. mať k dispozícii výsledky prieskumu pracovnej a dovolenkovej intenzity dopravy).

K prieskumu smerovania intenzity dopravy po ploche križovatky, či mesta (prieskum skladby dopravného prúdu), mestskej hromadnej dopravy, treba mať k dispozícii súčasne aj údaje z prieskumu ASD.

Odchýlka krátkodobého (4 h, 16 h) manuálneho prieskumu od automatického sčítania dopravy je maximálne 5 % (10 % pri intenzitách nad 10 000 voz/24 h je nezanedbateľná chyba). V prípade prekročenia tejto odchýlky treba prieskum zopakovať na vlastné náklady spracovateľa. Výsledky prieskumu s chybou nad stanovené percento možno považovať len za orientačné bez výpovednej hodnoty.

3.3.1 Druhy prieskumov

Prieskumy sa rozdeľujú na:

- základné prieskumy individuálnej a hromadnej dopravy v rôznych úrovniach,
- prieskum automobilovej a hromadnej dopravy zápisom evidenčných čísel vozidiel,
- prieskum chodcov,
- prieskum parkovania vozidiel,
- prieskum cyklistickej dopravy.

Vykonávajú sa v časovom intervale v priebehu dňa, podľa potrieb a účelu, ktorému budú slúžiť. Všetky prieskumy sú podkladom na analýzy súčasného stavu s potrebou prepočtu na celodennú intenzitu dopravy a na následné modelovanie dopravy – výpočet prognózy.

Manuálne prieskumy trvajúce 4 h (minimálna dĺžka prieskumu) vykonané v dopoludňajšom alebo popoludňajšom období, prieskum 16 h v čase 06 h – 22 h a 24 h v čase 00 h – 24 h sú podkladom na:

druh prieskumu	interval merania
overenie závislosti skutočného stavu intenzity dopravy	15 min, 5 min
stanovenie skladby dopravného prúdu	15 min, 5 min
stanovenie špičkovej hodinovej intenzity dopravy	15 min, 5 min
smerovanie dopravy na ploche križovatky	15 min, 5 min
určenie závislosti na zaraďovacích (ramp metering) a vyradovacích pruhoch	reálny čas
posúdenie neriadenej križovatky	reálny čas
posúdenie signálnych plánov riadenej križovatky	reálny čas

Na prepočet náhodného prieskumu na celodennú intenzitu dopravy treba poznať priemernú typickú krivku pre uvedenú pozemnú komunikáciu a druh dopravy.

Rôzne úrovne dopravno-inžinierskej dokumentácie, napr. generálny dopravný plán, alebo rozdelenie dopravy po ploche územia vyjadruje manuálny prieskum v kombinácii s automatickým sčítaním dopravy, ktoré zabezpečí poznanie priebehu intenzity dopravy počas celého týždňa a v jednotlivých pracovných a víkendových dňoch.

Neodporúča sa používať jednoduchú metódu s koeficientmi, výsledky ktorej majú len informatívnu výpovednú hodnotu a nie je vhodné ich považovať za rozhodujúce.

3.3.2 Časové odstupy

Meranie časových odstupov sa vykonáva s rozlíšením dĺžky vozidla a jeho okamžitej rýchlosti. Časové odstupy sa využívajú pri posúdení kvality dopravného prúdu na medzikrižovatkovom úseku alebo na posúdenie neriadenej a svetelne riadenej križovatky. Výsledky možno použiť aj v kombinácií s videobrazom.

3.3.3 Časové medzery

Je medzera medzi vozidlami, ktorá je závislá od rýchlosti vozidiel. Pri vyšších rýchlostiach sú tieto medzery väčšie z hľadiska bezpečnosti cestnej premávky – bezpečné zastavenie vozidla. Ich meranie je dôležité pri posúdení funkčnej úrovne dopravného prúdu, pretože náhly pokles rýchlosti a následná zmena časových medzier spôsobuje zmenu kvality pohybu dopravného prúdu.

3.4 Rozdelenie sčítacích stanovišť podľa dĺžky merania

3.4.1 Sčítacie stanovište s krátkodobým meraním (SSKM) pomocou ASD

Za SSKM ASD sa považuje stanovište, na ktorom prebieha automatické sčítanie dopravy počas roka a to:

- dvakrát počas 14 kalendárnych dní s maximálnou prestávkou medzi meraniami 14 dní; v tomto prípade merania v 10 a viac násobnom opakovaní cyklov po 14 dní nemožno považovať za dlhodobé meranie;
- na zistenie základnej hodnoty dopravného zaťaženia rezu komunikácie s minimálne 10 kalendárnymi dňami za sebou so záznamom dvoch víkendov; tieto údaje však nie je prípustné použiť v ľubovoľnom stupni projektovej alebo dopravno-inžinierskej dokumentácie;
- všetky manuálne prieskumy vykonané na pozemných komunikáciách.

3.4.2 Sčítacie stanovište s dlhodobým meraním (SSDM) pomocou ASD

Za SSDM ASD sa považuje stanovište, na ktorom prebieha automatické sčítanie dopravy. Pričom sa považuje:

- za dlhodobé meranie - meranie, ktorému chýba menej ako 5 % dní z celého kalendárneho roka,
- za nepretržité meranie - v období mesiacov apríl - október,
- za nepretržité po 90 dní a viac - ako dvakrát opakované v jednom kalendárnom roku, napr. jar, jeseň s nepretržitým meraním počas dní dovolenkového obdobia - letné školské prázdniny,
- nepretržité po 30 dní a viac - ako šesťkrát opakované v jednom kalendárnom roku, napr. rôzne mesiace roka.

3.4.3 Sčítacie stanovište s celoročným meraním (SSCM) pomocou ASD

Za SSCM ASD sa považuje stanovište, na ktorom prebieha automatické sčítanie dopravy:

- nepretržite celý rok, v požadovanom intervale - odporúčaný interval je 15 min, resp. 60 min,
- ktorému chýba max. 5 % dní (18,25 dňa) z celého kalendárneho roka.

3.5 Interval merania intenzity dopravy

Interval merania intenzity dopravy vychádza z potreby predpokladaného využitia výsledkov prieskumu. Stanovenie intervalu merania závisí od prostriedkov použitých na prieskum a potreby znalosti prejazdu vozidiel v reálnom čase (časové odstupy) alebo potreby zaradenia do určitého časového intervalu (napr. 5 min, 15 min a 60 min).

Základný interval merania intenzity dopravy je 15 min. Pri prieskume smerovania dopravy na križovatke, resp. využívania času na zaradenie do hlavného jazdného pruhu, možno interval zmeniť na meranie v reálnom čase s presnosťou na desatiny sekundy.

Pri $RPDI < 20000$ voz/24 h je zvolený 15 minútový časový interval.

Pri $RPDI \geq 20000$ voz/24 h možno využiť 5 minútový časový interval.

Vhodne zvolený interval je na stanovenie špičkových hodinových intenzít dopravy veľmi dôležitý.

Na posúdenie križovatky alebo líniovej koordinácie sa navrhuje použiť reálny čas záznamu (alebo meranie časových odstupov). Odporúča sa obsadiť všetky jazdné smery v križovatke v prípade, že pre každý dopravný smer je k dispozícii samostatný zaraďovací pruh podľa príslušných noriem a technických predpisov. Časový interval merania intenzity dopravy možno nahradiť meraním časových odstupov na jednotlivých pruhoch.

Meranie časových odstupov sa odporúča vykonať súčasne s analýzou skladby dopravného prúdu a okamžitých rýchlostí vozidiel.

Na posúdenie kvality dopravného prúdu, resp. neriadenej/riadenej križovatky nepostačuje merať len časové odstupy. Samostatný údaj časového odstupe je na posúdenie nepostačujúci parameter.

3.6 Prepočet krátkodobého prieskumu intenzity dopravy

Cieľom prepočtu manuálneho sčítania na výsledky automatického sčítania dopravy je stanovenie pomeru intenzity dopravy manuálneho a automatického sčítania dopravy, skladby dopravného prúdu v rôznych dňoch a v rôznom časovom intervale vykonaného prieskumu počas dňa z dôvodu overenia prepočtovej metódy krátkodobého prieskumu. Z výsledkov meraní sa stanovuje prepočtový koeficient na celodenné intenzity.

Na stanovenie korekcie medzi manuálnym prieskumom a ASD treba vychádzať z meraní v období apríl - september v čase 06 h – 22 h (pozri príklad v tabuľke 3.2).

Tabuľka 3.2 Stanovenie korekcie medzi manuálnym prieskumom a ASD (príklad)

doprava/mesiac	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
hospodárska	1,15	1,12	1,08	1,03	1,00	0,98	0,95	0,94	1,03	1,05	1,08	1,12
rekreačná	1,15	1,12	1,08	1,02	1,00	0,92	0,78	0,79	0,91	1,03	1,08	1,12

Prepočet intenzity dopravy krátkodobých prieskumov na hodnoty PDI **treba vykonať v závislosti od priebehu typických kriviek intenzity dopravy v uvedenom časovom intervale.**

Pri prepočte intenzity nákladnej dopravy treba zohľadniť deň a obdobie, v ktorom sa meranie realizovalo.

Stanovenie odchýlok medzi manuálnym a automatickým sčítaním dopravy je veľmi dôležité. Pri manuálnom celoštátnom sčítaní dopravy sa vykonávajú prepočty krátkodobých prieskumov intenzity dopravy na PDI, resp. RPDI.

3.7 Využitie výsledkov prieskumov intenzity dopravy

Analýzy a výsledky sčítania intenzity dopravy:

- zabezpečujú poznanie súčasného stavu intenzity dopravy na jednotlivých stanovištiach a umožňujú vykonať prepočty z krátkodobých prieskumov na hodnoty celodenné – 24 h (napr. 16 h prieskumu), na celoročné hodnoty (napr. PDI, (30, 50,...) h); ich dôležitou časťou je zabezpečenie a aktualizácia prepočtovej metódy celoštátneho sčítania dopravy na základe typických kriviek;

- slúžia ako podklady na plánovacie, prevádzkové a dopravno-politické rozhodnutia;

- sú nápomocné pri tvorbe predpisov pri plánovacom rozhodovaní v prípadoch flexibilných plánovacích procesov;

- slúžia ako podklady na vykonanie krátkodobých meraní dopravného zaťaženia a následného prepočtu na základe typických kriviek na plánovacie charakteristiky.

Výsledky ASD:

- určujú kritéria na zistenie rozhodujúcich dimenzačných hodnôt dopravného zaťaženia v priečnom reze pozemnej komunikácie;

- slúžia ako podklady na stanovenie prípustnej intenzity dopravy pre jednotlivé kategórie cesty v rámci dimenzovania priečného rezu komunikácie;

- slúžia pri rozhodovaní o organizácii a riadení dopravy v zmysle statickej a dynamickej dopravy ako aj na stanovenie ich dopravných následkov;
- slúžia ako výpočtové podklady v otázkach spolupôsobenia cestnej dopravy s emisným a hlukovým zaťažením;
- slúžia na stanovenie výkonnosti komunikácie, na zhodnotenie celkového vývoja pohybu vozidiel a v spolupôsobení otázok bezpečnosti dopravy.

3.7.1 Využitie výsledkov z krátkodobého merania

Na stanovištiach cestnej siete resp. na komunikačnej sieti miest, kde nie sú k dispozícii údaje o celoročnom alebo dlhodobom meraní intenzity a skladby dopravných prúdov, treba uskutočniť krátkodobé meranie ako základný podklad na rozhodovacia, projektová alebo dopravno-inžiniersku činnosť.

Prepočty údajov z krátkodobého merania na celoročné charakteristiky možno vykonať len v tom prípade, ak susedné stanovišťa ASD sú charakteru SSCM alebo SSDM podľa rozdelenia celoštátneho sčítania dopravy. K dispozícii treba mať kombináciu uvedených dopravných prieskumov z dôvodu preukázania výpovednej hodnoty výsledkov prieskumu. Nepostačuje len prepočet formou koeficientov.

Výsledky prieskumov z krátkodobého merania sa uplatňujú pri:

- generálnych dopravných plánoch miest a sídelných útvarov,
- organizačných a regulačných opatreniach v sídelných útvaroch a zónach miest,
- návrhu rekreačných oblastí,
- posúdení križovatiek,
- overovaní jednotlivých stanovišť celoštátneho sčítania dopravy.

V prípade merania v intraviláne na štvor a viacpruhovej komunikácii treba merať intenzitu dopravy na každom jazdnom pruhu osobitne, aby sa zistilo využívanie jazdných pruhov MHD a nákladnou dopravou.

3.7.2 Využitie výsledkov z celoročného a dlhodobého merania

Výsledky prieskumov zo stálych (SSCM) a dlhodobých (SSDM) stanovišť ASD sú nevyhnutné na riešenie zásadných otázok dopravného inžinierstva, výstavby a rekonštrukcie cestnej siete a vo výskume v cestnom hospodárstve. Cieľom je:

- obsahový a detailný rozbor dopravného zaťaženia a jeho vývoja, z ktorého sa stanovujú zákonitosti priebehu intenzity dopravných prúdov, odporúčania pre funkčné triedy ciest a slúžia k jednoznačnému dimenzovaniu cestných ťahov;
- stanovenie trendových závislostí, ktoré sú významné pri určovaní rozvoja a hybnosti dopravy;
- preukázať nárast dopravy v infraštruktúre v rámci plánovania regiónu alebo aglomerácie, ako aj opatrenia v samotnom cestnom hospodárstve v takomto území.

3.8 Výpočet priemerných hodnôt intenzity dopravy

3.8.1 Prepočítacie koeficienty na jednotkové vozidlo

Na posúdenie funkčnej úrovne (kvality dopravného prúdu) treba prepočítať očakávané dimenzačné intenzity dopravy na jednotkové vozidlá. Na prepočet sa používajú koeficienty uvedené v tabuľke 3.3.

Tabuľka 3.3 Prepočítacie koeficienty

Prepočtový koeficient				
Cyklisti ¹⁾	M	OA	NA	TNA ²⁾
0,5	1,0	1,0	1,5	2,5
¹⁾ cyklisti v zmiešanej doprave jazdného pruhu ²⁾ v špeciálnych prípadoch po zvážení dĺžky súprav sa povoľuje použiť prepočtový koeficient 3 j.v.				

3.8.2 Výpočet priemernej dennej intenzity dopravy

Z celoročného prieskumu sa počíta priemerná denná intenzita dopravy pre ľubovoľný deň v týždni (pondelok až nedeľa) roku, pričom hodnota sa označí kódom jednotlivého dňa v týždni.

$$\bar{M}_{(d)} = \frac{1}{n_{(d)}} \times \sum_{i=1}^{n(d)} M_{(d,i)} \quad (3.1)$$

kde:

$\bar{M}_{(d)}$	je priemerná denná intenzita	[voz/24 h]
$n_{(d)}$	počet dní v roku	
$M_{(d,i)}$	denné intenzity v celom roku	[voz/24 h]

V prípade, ak nie sú k dispozícii všetky dni z roka - chýba jedna hodnota (napr. chýbajúce meranie v 23. týždni pre výpadok prístroja), možno na základe zásad matematickej štatistiky dosadiť dopočítanú chýbajúcu hodnotu, ktorá sa označí (napr. hviezdíčkom) na upozornenie, že ide o dopočítanú hodnotu.

$$\bar{M}^*_{(d)} = \frac{1}{n_{(d)}} \times \sum_{i=1}^{n(d)} M^*_{(d,i)} \quad (3.2)$$

kde:

$\bar{M}^*_{(d)}$	je priemerná denná intenzita – dopočítaná	[voz/24 h]
$n_{(d)}$	počet dní v roku	
$M^*_{(d,i)}$	denné intenzity v roku s dopočítanou hodnotou	[voz/24 h]

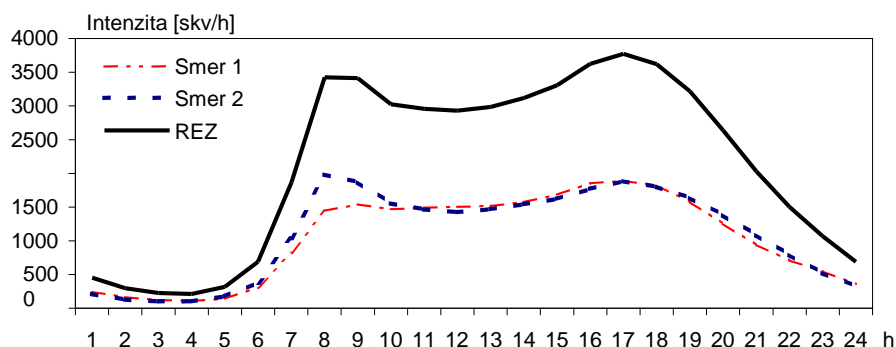
Ak chýba viac hodnôt za sebou alebo sú nepravidelné, nemožno dosadiť dopočítané hodnoty. Výpočet sa vykoná len zo skutočných hodnôt, pričom hodnota sa označí (napr. dvoma hviezdíčkami) na upozornenie, že ide o informatívnu hodnotu.

$$\bar{M}^{**}_{(d)} = \frac{1}{n_{(d)}} \times \sum_{i=1}^{n(d)} M^{**}_{(d,i)} \quad (3.3)$$

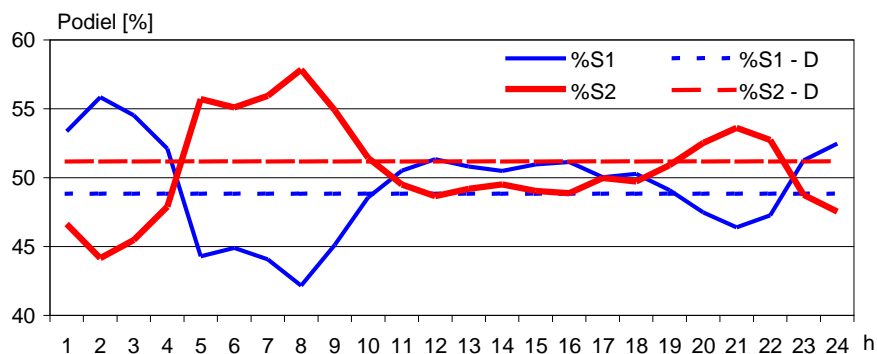
kde:

$\bar{M}^{**}_{(d)}$	je priemerná denná intenzita – informatívna	[voz/24 h]
$n_{(d)}$	počet dní v roku	
$M^{**}_{(d,i)}$	denné intenzity v roku – sledovaného obdobia	[voz/24 h]

Priebeh dennej intenzity dopravy v reze/smere komunikácie je na obrázku 3.1 a obrázok 3.2 predstavuje pomer intenzít dopravy v jednotlivých smeroch.



Obrázok 3.1 Priebeh dennej intenzity dopravy



Obrázok 3.2 Pomer intenzity dopravy v jednotlivých smeroch

3.8.3 Výpočet týždenného priemeru dennej intenzity dopravy

Z celoročného prieskumu sa vypočíta priemerná týždenná intenzita dopravy pre ľubovoľný týždeň (pondelok až nedeľa) a označí sa kódom jednotlivého týždňa v roku.

$$\bar{M}_{(t)} = \frac{1}{n_{(t)}} \times \sum_{i=1}^{n_{(t)}} M_{(t,i)} \quad (3.4)$$

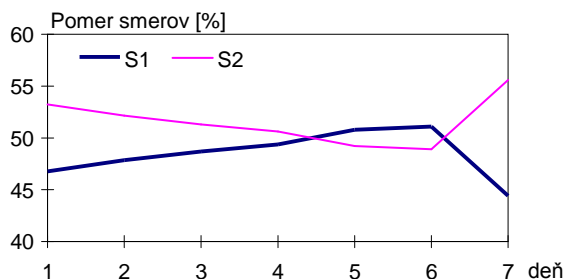
kde:

$\bar{M}_{(t)}$ je priemer dennej intenzity za týždeň [voz/24 h]

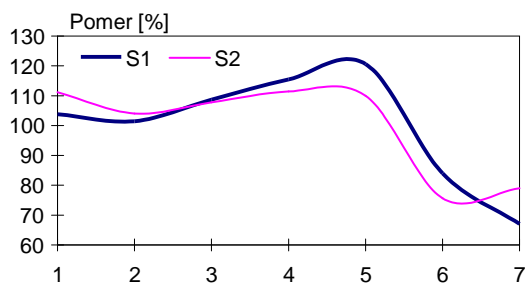
$n_{(t)}$ počet dní v týždni

$M_{(t,i)}$ denné intenzity dopravy v celom týždni [voz/24 h]

Grafické znázornenie pomeru zaťaženia smerov jednotlivých dní týždňa je na obrázku 3.3. Znázornenie priebehu typických kriviek smerov jednotlivých dní týždňa je na obrázku 3.4.



Obrázok 3.3 Pomer zaťaženia smerov jednotlivých dní týždňa



Obrázok 3.4 Priebeh typických kriviek smerov jednotlivých dní týždňa

3.8.4 Výpočet mesačného priemeru dennej intenzity dopravy

Z celoročného prieskumu sa vypočíta priemerná mesačná intenzita dopravy pre ľubovoľný mesiac (január až december), pričom hodnota sa označí kódom mesiaca v roku.

$$\bar{M}_{(m)} = \frac{1}{n_{(m)}} \times \sum_{i=1}^{n_{(m)}} M_{(m,i)} \quad (3.5)$$

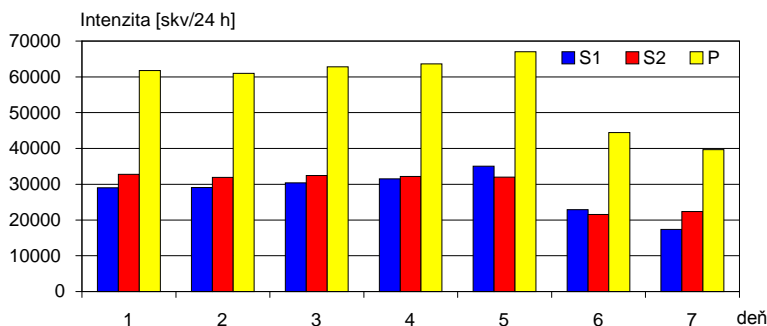
kde:

$\bar{M}_{(m)}$ je priemer dennej intenzity za mesiac [voz/24 h]

$n_{(m)}$ počet dní v mesiaci

$M_{(m,i)}$ denné intenzity v celom mesiaci [voz/24 h]

3.5. Mesačný priemer denných intenzít dopravy týždňa (pondelok – nedeľa) znázorňuje obrázok 3.5.



Obrázok 3.5 Mesačný priemer denných intenzít dopravy (pondelok – nedeľa)

3.8.5 Výpočet ročného priemeru dennej intenzity dopravy

Z celoročného prieskumu sa vypočíta priemerná denná intenzita dopravy ľubovoľného dňa v týždni (pondelok až nedeľa). Hodnota sa označí kódom jednotlivého dňa v týždni.

$$\bar{M}_{(d)} = \frac{1}{n_{(d)}} \times \sum_{i=1}^{n(d)} M_{(d,i)} \tag{3.6}$$

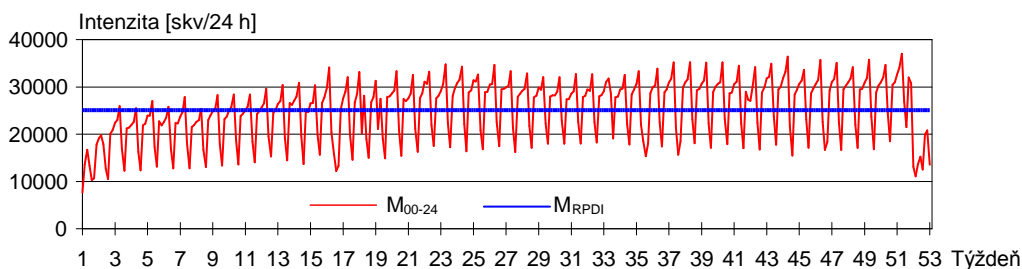
kde:

- $\bar{M}_{(d)}$ je priemerná denná intenzita [voz/24 h]
- $n_{(d)}$ počet dní v roku
- $M_{(d,i)}$ denné intenzity v celom roku [voz/24 h]

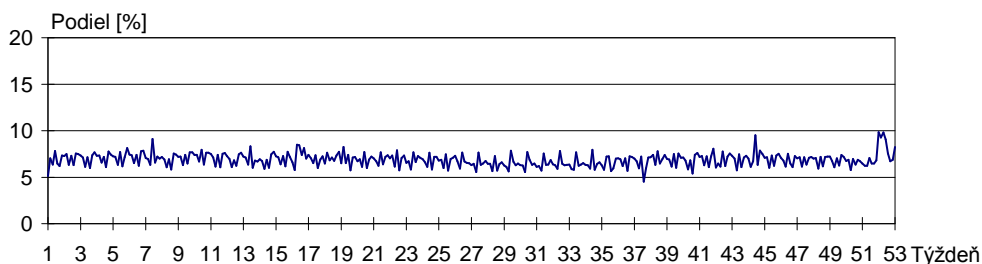
Príklad ročného priebehu dennej intenzity dopravy v reze/smere komunikácie jednotlivých týždňov znázorňuje obrázok 3.6.

Príklad percentuálneho podielu špičkových hodín z dennej intenzity dopravy v reze/smere komunikácie jednotlivých týždňov je na obrázku 3.7.

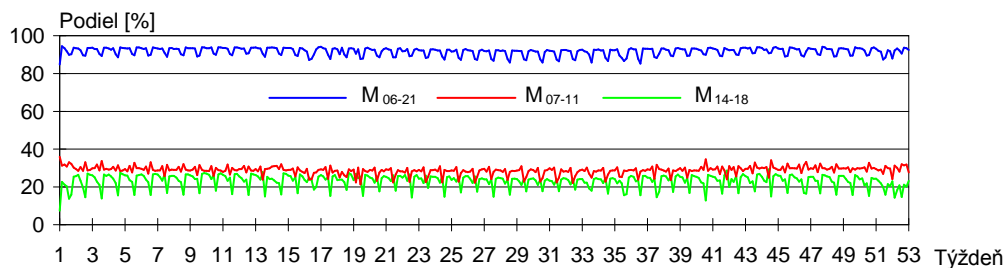
Príklad podielu intenzity dopravy vo vybraných časových intervaloch z dennej intenzity v reze/smere komunikácie jednotlivých týždňov je na obrázku 3.8.



Obrázok 3.6 Ročný priebeh dennej intenzity dopravy - (príklad)



Obrázok 3.7 Percentuálny podiel špičkových hodín z dennej intenzity dopravy - (príklad)



Obrázok 3.8 Podiel intenzity dopravy vo vybraných časových intervaloch z dennej intenzity (príklad)

3.9 Priemerné intenzity dopravy

Najdôležitejším údajom dopravno-inžinierskych charakteristík je **intenzita dopravy**. Pri spracovaní údajov intenzity dopravy treba postupovať takto:

- určiť priemernú dennú intenzitu dopravy – \bar{M}_{PDI} jednotlivých smerov a rezu komunikácie s rozdelením podľa obdobia merania, s určením typickej krivky pre celé sledované, pracovné a dovolenkové obdobie,
- stanoviť trend vývoja intenzity dopravy (nárast, resp. pokles v pozorovaní s predchádzajúcimi rokmi vyjadrený v percentách) pre jednotlivé \bar{M}_{PDI} podľa období,
- stanoviť \bar{M}_{PDI} pre deň, týždeň, mesiac a celé sledované obdobie:
 - pre jednotlivé obdobia (celé sledované, pracovné a dovolenkové) podľa smerov a pre rez komunikácie s pomerom smerov a ich typické krivky,
 - jednotlivých dní v týždni, štátnych sviatkov podľa smerov a rezu komunikácie s pomerom smerov a typickú krivku,
 - pondelka až nedele – týždennú, mesačnú podľa smerov a rezu komunikácie s pomerom smerov a ich typickou krivkou,
 - \bar{M}_{PDI} nočnej dopravy; treba však zjednotiť uvedené časy, pretože v CSD sa vykonáva 16 h meranie v čase 05 h – 21 h a v podmienkach ASD sa uvažuje s časovým intervalom 22 h – 06 h,
 - \bar{M}_{PDI} časového intervalu (07 - 11) h, (14 – 18) h, (15 – 19) h, (16 – 20) h, (06 – 22) h a (22 – 06) h (pre smery a rez),
 - \bar{M}_{PDI} v termínoch konania Celoštátneho sčítania dopravy (CSD) s potrebou zabezpečenia prepočtu na základe typických kriviek na dennú intenzitu dopravy, na dennú intenzitu dopravy týždňa, mesiaca so zadelením do skupiny podľa charakteru dopravy,
 - typické krivky intenzít dopravy pre jednotlivé dni, týždeň, mesiac a rok.

Pomocou typických kriviek sa určí priebeh dopravy pre priemerný deň ako aj jednotlivé koeficienty prepočtov, čím sa spresnia koeficienty potrebné na prepočet.

Na základe uvedených hodnôt sa vypočítajú koeficienty α - alfa (podiel \bar{M}_{PDI} streda + štvrtok k \bar{M}_{PDI} celého sledovaného obdobia) a β - beta (podiel \bar{M}_{PDI} sobota + nedeľa k \bar{M}_{PDI} celého sledovaného obdobia), využívané v CSD. Ich využitie treba pre koeficientovú metódu zaužívanú v CSD.

$$\alpha = \frac{\bar{M}_{PDI3,4}}{\bar{M}_{PDI}} \quad (3.7)$$

kde:

$\bar{M}_{PDI3,4}$ je priemerná denná intenzita – stried (3) a štvrtkov (4) [voz/24 h]

\bar{M}_{PDI} priemerná denná intenzita – celého sledovaného obdobia [voz/24 h]

$$\beta = \frac{\bar{M}_{PDI6,7}}{\bar{M}_{PDI}} \quad (3.8)$$

kde:

$\bar{M}_{PDI6,7}$ je priemerná denná intenzita – víkendových dní [voz/24 h]

\bar{M}_{PDI} priemerná denná intenzita – celého sledovaného obdobia [voz/24 h]

Ďalej sa stanovuje:

- maximálna denná intenzita dopravy za celé sledované, pracovné, dovolenkové obdobie, počas nediel a štátnych sviatkov (vianočných, jarných, veľkonočných),
- typ dopravy podľa potrieb ASD a na porovnanie podľa metodiky CSD pomocou triediaceho koeficienta b , ktorý vystihuje relatívnu veľkosť rekreačnej premávky v pracovných dňoch; vypočíta sa podľa vzťahu:

$$b = \frac{i_4 + i_5}{i_1 + i_7} \quad (3.9)$$

kde:

i_4 a i_5 sú údaje štvorhodinových intenzít dopravy v mesiacoch apríl až október (dni 1,4,5,7 podľa zadaných dní v termínoch celoštátneho sčítania) je priemerná denná intenzita – víkendových dní
 i_1 a i_7

Skupina podľa b vyjadruje charakter dopravy. Z ASD sa využíva podiel \bar{M}_D dovolenkového obdobia a pracovného obdobia. Zároveň sa uvedie grafické znázornenie ročného priebehu dennej intenzity dopravy. Kritérium na zaradenie do skupiny je:

skupina				premávka
1		$b < 0,90$		relatívne slabá rekreačná doprava
2	0,90	$< b < 1,10$		hospodárska doprava
3	1,10	$< b < 1,30$		
4	1,30	$< b < 1,50$		
5	1,50	$< b < 1,70$		
6	1,70	$< b$		relatívne silná rekreačná doprava
7				nezistená, pre malý počet pozorovaní

3.10 Špičkové hodinové intenzity dopravy (M_{SHID})

Intenzitu M_{SHID} treba udávať v skutočnej hodnote [voz/h] a s percentuálnym vyjadrením jednotlivých smerov a rezu komunikácie. M_{SHID} sa uvádzajú s rozlíšením na časové obdobie dňa (dopoludňajšie, popoludňajšie).

Na stanovenie X-rázových hodín treba:

1. mať k dispozícii meranie z pracovného ako aj dovolenkového obdobia, aby sa nepredimenzoval alebo nepoddimenzoval cestný ťah,
2. porovnať 30-, 50-, 100-, 150-, 200-, 250-tú hodinu a použiť vhodnejší pomer medzi 30-, 50-, 100-tou hodinou na stanovenie rozhodujúcej hodinovej intenzity dopravy. Na dimenzovanie a plánovanie sa odporúča používať pomer X-rázovej hodinovej intenzity dopravy, ktorej pomer je najbližší k číslu 1,00,
3. stanoviť ukazovateľ špičkovej hodinovej intenzity (ω) vyjadrený v percentách podľa vzťahu:

$$\omega = \frac{M_{50-HID} [\text{skv/h}]}{\bar{M}_{PDI} [\text{skv/24h}]} * 100 \quad [\%] \quad (3.10)$$

kde:

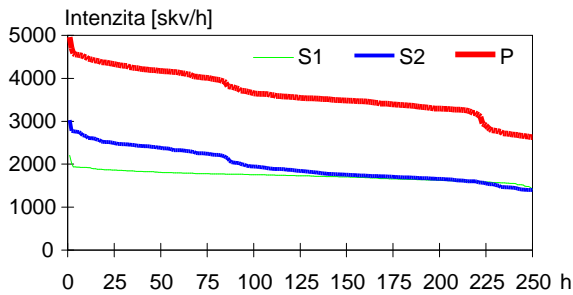
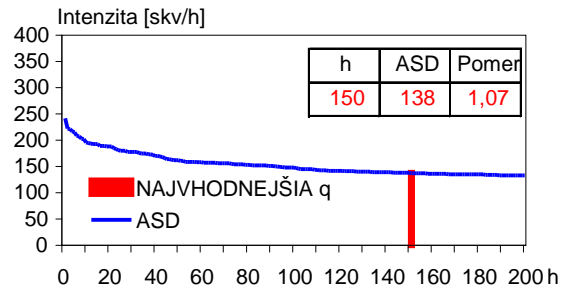
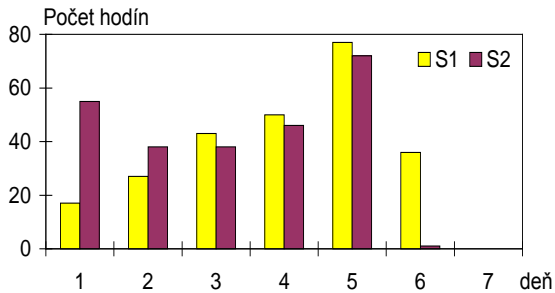
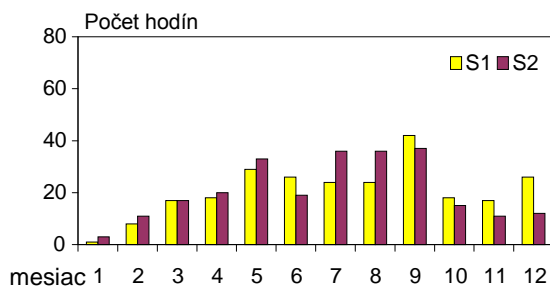
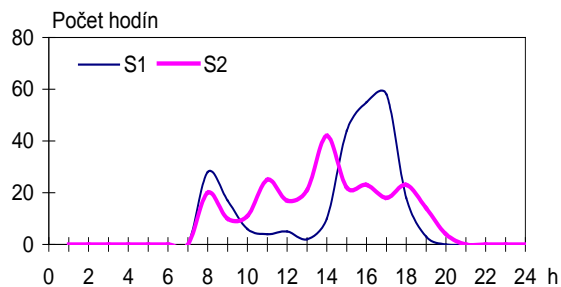
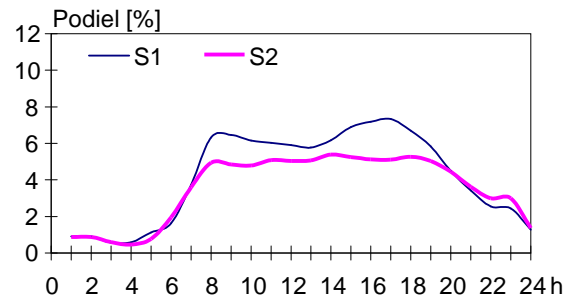
M_{50-HID} 50-tá špičková hodinová intenzita dopravy [voz/h]
 \bar{M}_{PDI} priemerná denná intenzita – celého sledovaného obdobia [voz/24 h]

4. stanoviť rozhodujúcu hodinovú intenzitu dopravy. Táto hodnota sa v krajinách EÚ používa pri posúdení protihlukovej ochrany počas dňa (06 h - 22 h) a v noci (22 h - 06 h), a je:

$$\begin{aligned} \text{v čase 06 h – 22 h} & \quad \text{v čase 22 h – 06 h} \\ RHID_d = 0,06 * \bar{M}_{PDI} & \quad RHID_n = 0,014 * \bar{M}_{PDI} \end{aligned} \quad (3.11)$$

5. stanoviť rozhodujúcu hodinovú intenzitu dopravy ($RHID$) pre smery a rez.

Príklady výsledkov prieskumov sú graficky na obrázkoch 3.9. – 3.14. Obrázky sú z reálnych výsledkov dopravných prieskumov na pozemných komunikáciách 20 záverečných správ SSC, ako ilustrácia využitia dopravných sčítaní.

Obrázok 3.9 Zoradenie M_{SHID} podľa veľkosti intenzity a jej trvaniaObrázok 3.10 Stanovenie pomeru X-rázovej M_{HID} Obrázok 3.11 Výskyt 250-tich M_{SHID} pre jednotlivé dni v týždniObrázok 3.12 Výskyt 250-tich M_{SHID} pre jednotlivé mesiaceObrázok 3.13 Výskyt 250-tich M_{SHID} počas dňaObrázok 3.14 Relatívne typické krivky M_{HID} počas dňa

3.11 Skladba dopravného prúdu

Pri meraniach skladby dopravného prúdu sa rozlišuje základné členenie na osobné, nákladné automobily a ťažké nákladné automobily s prívesom. Pod pojmom ťažké nákladné automobily s prívesom sa rozumie vozidlo dlhšie ako 18 m.

Základné dĺžkové kategórie sú pre:

- osobné automobily s rozdelením na dĺžky 0 m - 4,7 m a 4,7 m - 5,5 m,
- nákladné automobily (autobusy sa osobitne nesledujú nakoľko autobus je rovnako dlhý ako ťažký nákladný automobil) do 6 m, 10 m, 13 m, 18 m a 25,5 m.

Pri minimálnom rozlišovaní skladby dopravného prúdu treba sledovať tieto dĺžkové kategórie: **(5,5 - 6,0 - 13,0 - 18,0 - 25,5) m** na porovnanie našich údajov so zahraničnými.

Vždy treba stanoviť \bar{q}_{PDI} nákladnej dopravy (pre oba smery a rez komunikácie) a percentuálny podiel podľa jednotlivých období roka. Skladba dopravného prúdu je na obrázku 3.15.

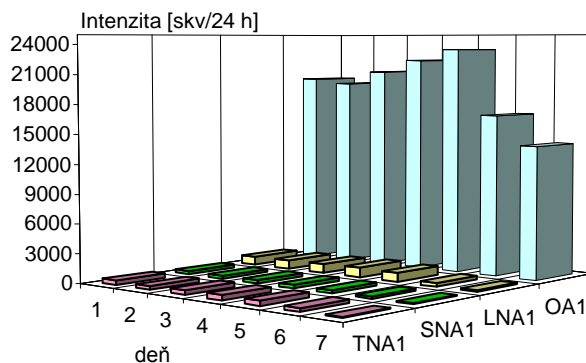
3.12 Okamžité rýchlosti vozidiel dopravného prúdu

Na posúdenie kvality pohybu dopravného prúdu sa merajú okamžité rýchlosti vozidiel. Toto meranie v kombinácii s intenzitou dopravy, slúži na zisťovanie hustoty dopravného prúdu na

ktoromkoľvek sčítacom úseku. Meranie okamžitej rýchlosti je rozdelené podľa cestnej komunikácie z hľadiska jej návrhových parametrov a bezpečnosti dopravy takto:

druh cestnej komunikácie	základné intervaly	doplňujúci interval
cesty I. - III. triedy	40 - 110 km/h	> 110 km/h
diaľnice a rýchlostné cesty	50 - 130 km/h	> 130 km/h
miestne komunikácie	30 - 80 km/h	> 80 km/h

Údaj priemernej hodnoty z okamžitých rýchlostí možno priradiť - pri rovnakých podmienkach - na celý sčítací úsek (pokiaľ nie je na uvedenom úseku „hrdlo“, veľký rozdiel v pozdĺžnom sklone a pod.).



Obrázok 3.15 Skladba dopravného prúdu

Ukazovateľ okamžitej rýchlosti v závislosti od intenzity dopravy slúži na posudzovanie kvality dopravného prúdu pomocou funkčnej úrovne (FÚ). FÚ každej komunikácie vyjadruje kvalitu ponúkanej služby jej používateľom a závisí od dvoch hlavných parametrov, **skutočnej jazdnej rýchlosti** a pomeru **požadovanej intenzity** ku **kapacite** posudzovanej komunikácie.

Rýchlostné intervaly by mali byť v zmysle [Z9] (50, 60, 90 a 110) km/h s tým, že sa doplnia o intervaly < 130 km/h a > 130 km/h na porovnanie so zahraničnými.

Delenie intervalov závisí od polohy rezu merania. V obci treba sledovať okamžité rýchlosti od rýchlosti 30 km/h v intervale po 10 km/h, nad 80 km/h stačí zaznamenávať minimálne do dvoch intervalov rýchlosti (napr. do intervalu 90 km/h a 130 km/h).

Mimo obce treba rozlišovať interval okamžitej rýchlosti nad (90, 100, 110, 120 , 130) km/h a viac ako 130 km/h podľa kategórie cesty (postačuje rozdelenie podľa pruhov na dvoj- resp. štvorpruh) do dvoch intervalov rýchlosti na:

Pruh	Kategória	Rýchlosť [km/h]	Posledné intervaly okamžitej rýchlosti [km/h]	
2	C 7,5 – C 11,5	90	110	130
4	C 22,5 – C 24,5	90, 110, 130	150	180
4	diaľnice a rýchlostné cesty	130	180	250

Tieto intervaly vyplývajú z doteraz vykonaných meraní a sú nezanedbateľné pri stanovení celkovej priemernej okamžitej rýchlosti pre jednotlivé smery.

Z prieskumu treba stanoviť:

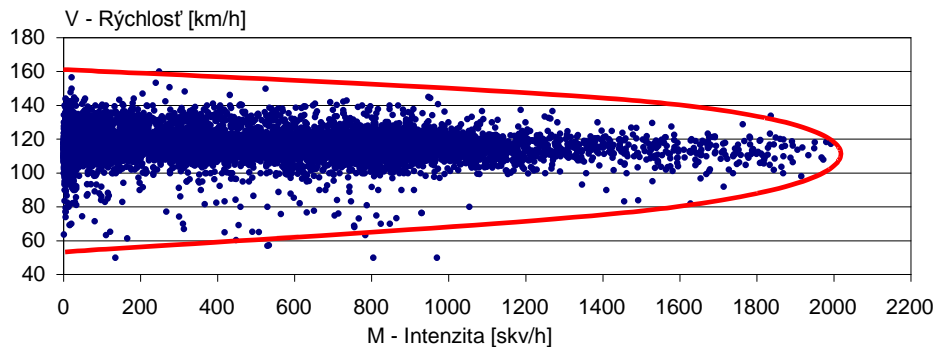
- priemernú hodnotu okamžitých rýchlostí v celom sledovanom období, pracovnom a dovolenkovom období, vo víkendové dni v sledovanom reze,
- nárast/pokles priemernej hodnoty okamžitej rýchlosti oproti predchádzajúcemu roku,
- súčtové čiary okamžitých rýchlostí pre časové intervaly (07 – 11) h, (14 – 18) h a (16 – 20) h na posúdenie kvality dopravného prúdu s rozlíšením smeru a rezu komunikácie,
- závislosť medzi priebehom dennej intenzity dopravy v základných časových intervaloch dňa (07 – 11) h, (14 – 18) h, (16 – 20) h a celý deň pre jednotlivé dni týždňa a priemernej okamžitej rýchlosti s rozlíšením smeru a rezu komunikácie,
- pri podrobnejších overeniach treba spracovať okamžité rýchlosti s rozlíšením pruhov v smere.

Vzťah intenzity dopravy a okamžitej rýchlosti (M/V diagram) je na obrázku 3.16.

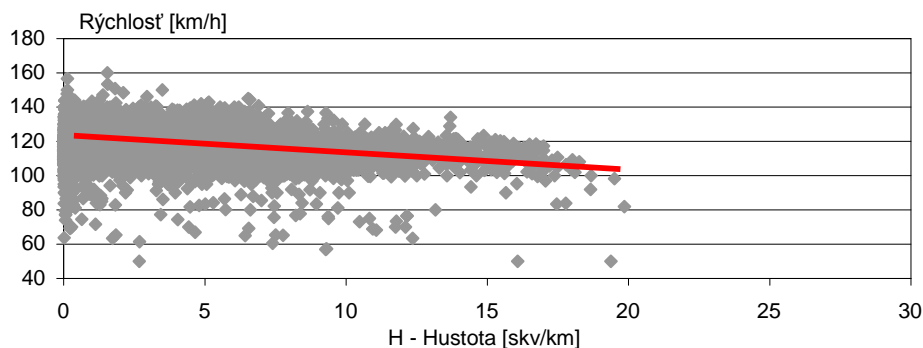
Vzťah okamžitej rýchlosti a hustoty dopravného prúdu (V/H diagram) je na obrázku 3.17.

Vzťah intenzity dopravy a hustoty dopravného prúdu (M/H diagram) je na obrázku 3.18.

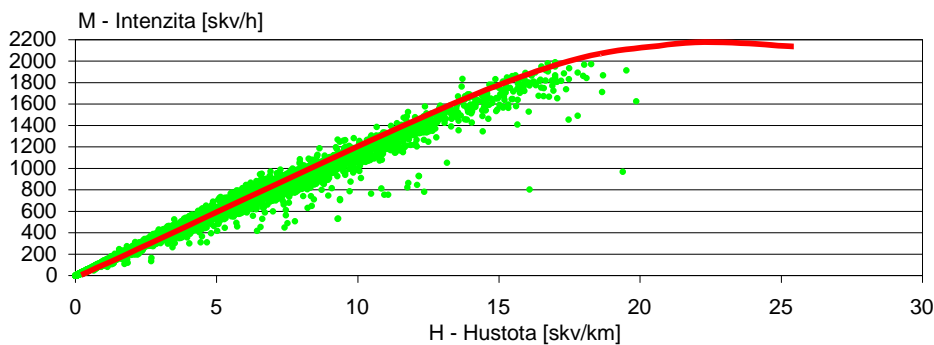
Závislosť medzi priebehom dennej intenzity dopravy a priemernej okamžitej rýchlosti v intervale merania z dôvodu stanovenia vplyvu intenzity dopravy na okamžitú rýchlosť je na obrázku 3.19.



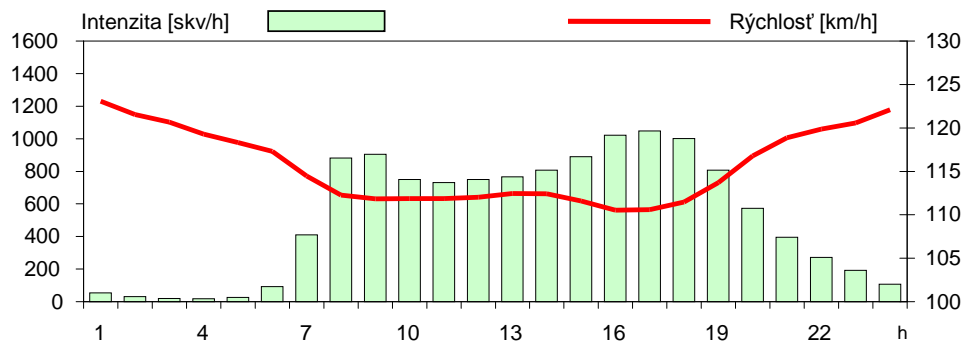
Obrázok 3.16 Vzťah intenzity dopravy a okamžitej rýchlosti (M/V diagram)



Obrázok 3.17 Vzťah okamžitej rýchlosti a hustoty dopravného prúdu (V/H diagram)



Obrázok 3.18 Vzťah intenzity dopravy a hustoty dopravného prúdu (M/H diagram)



Obrázok 3.19 Závislosť medzi priebehom dennej intenzity dopravy a priemernej okamžitej rýchlosti

3.13 Typické krivky intenzít dopravy

Len z dlhodobých nepretržitých (celoročných) dopravných prieskumov sa môžu stanoviť základné priebehy intenzít dopravy. Používajú sa na porovnanie presnosti prepočtovej metódy s koeficientmi výpočtov výhľadových zaťažení cestnej siete. Prepočet bez porovnania, s priebehmi typických kriviek sa považuje len za informatívny výsledok a nepovažuje sa za dimenzačnú hodnotu, napriek dostatočnej presnosti s ohľadom na metódy matematickej štatistiky použité pri výpočte (samotný prepočet je však závislý od presnosti vykonaného prieskumu, t.j. prípustnej odchýlky manuálneho a automatického sčítania dopravy). Typické priebehy intenzít dopravy sa používajú na stanovenie charakteru dopravy.

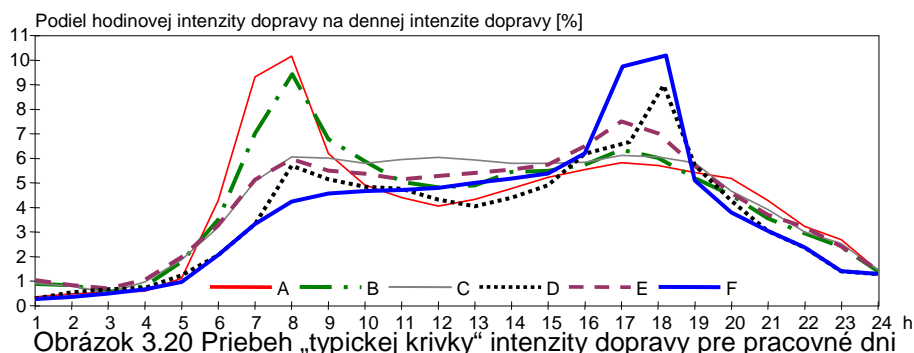
Viacdňové štátne sviatky, ktoré sú na prelome dvoch týždňov treba priradiť k jednému týždňu, aby nedochádzalo k ovplyvňovaniu údajov v dvoch týždňoch.

Typické krivky priebehu intenzity dopravy sa stanovujú pre:

- priemerný deň týždňa od pondelka po nedeľu a samotnej kategórie extrémnych dní,
- priemerný týždeň roka (vypočítaný z celoročného merania),
- rok, vyjadrený v priemerných týždňových hodnotách intenzity dopravy,
- pre oba smery a rez komunikácie.

Typická krivka priebehu intenzity dopravy sa určí na stanovištiach, kde sa vykonalo meranie bez rozlíšenia smerov dopravy. Rozdelenie typických kriviek intenzity dopravy pracovných dní (pozri obrázok 3.20) pondelok až piatok ukazuje:

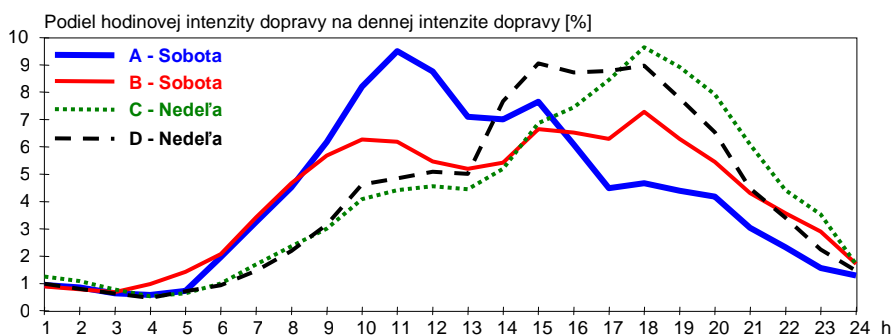
- A. výraznú, predpoludňajšiu špičkovú intenzitu dopravy - konštantný priebeh dopoludňajšej a popoludňajšej intenzity dopravy,
- B. vysokú predpoludňajšiu špičkovú intenzitu dopravy - nižšia popoludňajšia intenzita dopravy,
- C. konštantný priebeh intenzity počas dňa,
- D. konštantnú predpoludňajšiu intenzitu dopravy - „úzka“ popoludňajšia špičková intenzita,
- E. vysokú popoludňajšiu špičkovú intenzitu dopravy - nízka predpoludňajšia intenzita dopravy,
- F. neustále rastúcu intenzitu dopravy s výraznou popoludňajšou špičkovou intenzitou.



Obrázok 3.20 Priebeh „typickej krivky“ intenzity dopravy pre pracovné dni

Rozdelenie typických kriviek intenzity dopravy víkendových dní (pozri obrázok 3.21) s rozdelením na sobotu a nedeľu poukazuje na:

- A. výraznú predpoludňajšiu špičkovú intenzitu dopravy, počas dňa klesajúcu popoludňajšiu intenzitu dopravy,
- B. vyrovnanú intenzitu dopravy v priebehu dňa v čase 09 h – 20 h,
- C. postupne narastajúcu intenzitu dopravy počas dňa až do maxima vo večerných hodinách,
- D. postupne narastajúcu intenzitu dopravy počas dňa s výraznou popoludňajšou intenzitou dopravy.

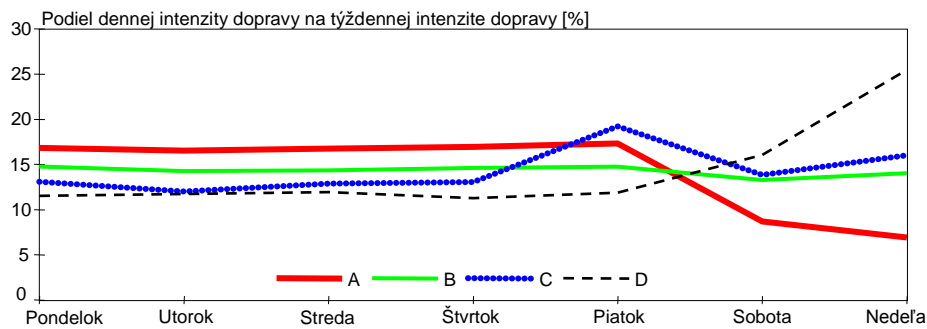


Obrázok 3.21 Priebeh „typickej krivky“ intenzity dopravy pre víkendové dni

Typické krivky podľa jednotlivých dní (pozri obrázok 3.22) sú odvodené z priemerných hodnôt intenzity dopravy jednotlivých dní z celoročného merania.

Dokumentujú:

- A. vyrovnanú intenzitu dopravy počas pracovných dní a výrazne nízku intenzitu dopravy počas víkendových dní v porovnaní s pracovnými dňami,
- B. vyrovnané intenzity dopravy jednotlivých dní počas celého týždňa,
- C. vyrovnaný priebeh intenzity dopravy počas víkendových dní ako i počas dní pondelok až štvrtok, maximálnu hodnotu intenzity dopravy v piatok,
- D. výrazne vysokú intenzitu dopravy v nedeľu, intenzita dopravy v sobotu je vyššia ako počas pracovných dní pondelok až piatok.

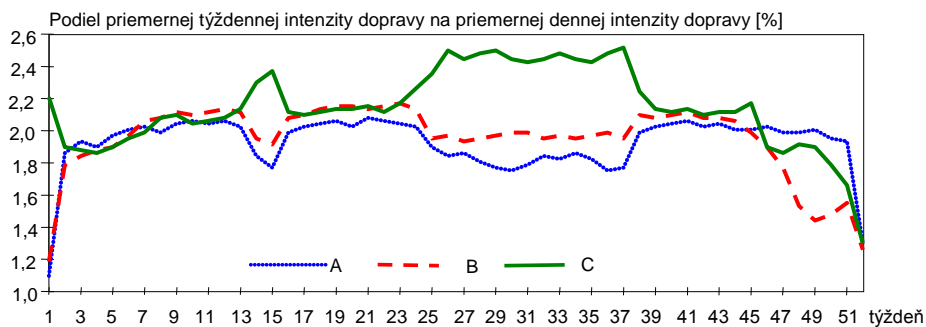


Obrázok 3.22 Priebeh „typickej krivky“ intenzity dopravy pre týždeň

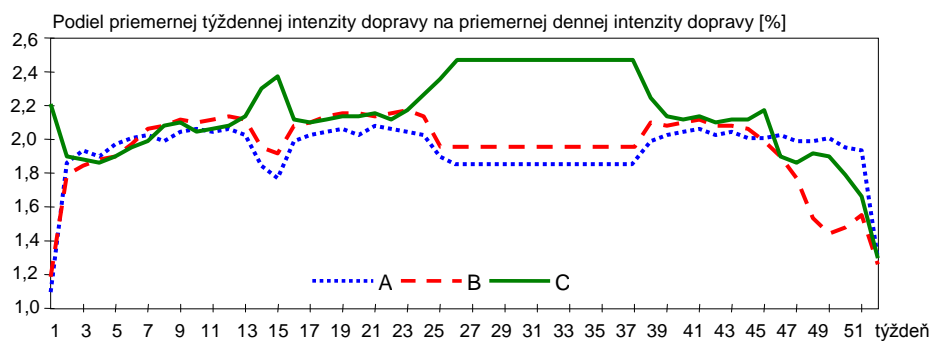
Pri výpočte rozdelenia typických kriviek intenzity dopravy v roku (pozri obrázok 3.23 a 3.24) treba zohľadniť zaradenie štátnych sviatkov (napr. veľkonočné, vianočné sviatky) do jedného týždňa a nie do dvoch, aby výsledné hodnoty neovplyvňovali dva týždne.

Tvar krivky priebehu intenzít dopravy je:

- A. vyrovnaný počas roka, so značným poklesom počas dovolenkového obdobia a týždňov, v ktorých sú sviatky,
- B. vyrovnaný počas roka, v dovolenkovom období kedy je intenzita dopravy vyššia ako v zime – v rekreačných zónach,
- C. jednoznačne výrazne vyššia intenzita dopravy v dovolenkovom letnom období, počas veľkonočných sviatkov a pracovného obdobia roka – rekreačná doprava je vysoká.



Obrázok 3.23 Priebeh „typickej krivky“ intenzity dopravy pre rok – neupravený



Obrázok 3.24 Priebeh „typickej krivky“ intenzity dopravy pre rok – upravený

3.14 Trendy a vývoj intenzity dopravy

Pre dopravno-inžiniersku dokumentáciu (DID), projektovú dokumentáciu (PD) a plánovaciu činnosť sa sledujú dopravné ukazovatele ovplyvňujúce rozvoj dopravy a preto sa odporúča stanoviť napríklad:

- vývoj intenzity dopravy na jednotlivých stanovištiach s rozdelením na diaľnice, rýchlostné cesty a cesty I., II. a III. triedy (nárast/pokles),
- závislosť zmeny PDI víkendových dní a PDI pracovných dní v jednotlivých obdobiach,
- faktor dovolenkovej intenzity dopravy na jednotlivých triedach cestnej siete,
- stupeň automobilizácie (osobné a ostatné automobily) pre regióny, v ktorých sú sčítacie stanovišťa.

3.15 Modelovanie dopravy

Základným cieľom dopravného plánovania v sledovanom území je zabezpečenie rozvoja aktivít a dopravnej obsluhy. Modelovanie dopravy možno rozdeliť do troch etáp:

- analýza súčasného stavu – vykonanie a vyhodnotenie potrebných prieskumov,
- prognóza výhľadových prepravných vzťahov – empiricky zistené zákonitosti z analýzy dávajú pravdepodobnostnú výpoveď o budúcich potrebách,
- návrh riešenia dopravných systémov – preukázanie zabezpečenia všetkých budúcich prepravných potrieb.

3.15.1 Dopravný model

Dopravný model je snaha o napodobnenie skutočného dopravného procesu na základe známych zákonitostí stanovených z analýzy.

Modelovanie pozostáva z **kalibrácie** (testovanie modelu) s cieľom dosiahnuť dostatočnú presnosť modelových výsledkov na skutočnosť na cestnej sieti a z **validácie** (presnosť) modelu pri popise dopravného procesu v sledovanom území.

V praxi to znamená, že testovanie presnosti modelu sa vykonáva na vopred stanovený počet iterácií alebo na dosiahnutie presnosti (ak sa dosiahne presnosť modelu skôr ako požadovaný počet iterácií, tie sa v ďalšom kroku už nevykonajú) – pozri čl.3.16.4.

Modelovanie dopravy sa využíva pri:

- zmene cestnej infraštruktúry – zaradenie nového úseku, resp. trasy – zmena pomerov vo výkonnosti jednotlivých kategórií dotknutých ciest,
- zmene organizácie dopravy a nezmenenej cestnej infraštruktúry,
- zmene stupňa motorizácie alebo socio-ekonomických parametrov,
- podstatnej zmene významu dopravy počas pracovných a víkendových dní,
- určení vývojových trendov za určitých predpokladov rozvoja územia,
- porovnaní variantného riešenia.

Navrhnutý a odsúhlasený model treba v území udržiavať životaschopný. Takýto model pre mesto, región a kraj dokáže v území predpovedať nepredvídateľné okolnosti, ktorými môžu byť investičné akcie väčšieho významu a pomôcť operatívne pri vzniknutých mimoriadnych situáciách (povodne, snehové kalamity a pod.).

Najčastejšie používaný proces modelovania dopravy pozostáva zo:

- **stanovenia vzniku prepravných potrieb** množstvo zdrojovej a cieľovej dopravy v sledovanom území, veľkosť tranzitnej dopravy - odporúča sa vykonať socioekonomické alebo iné popisné a objasňujúce kritéria jednotlivých okrskov, napr. základné údaje o domácnosti, osôb domácnosti a vykonané cesty každej osoby v deň prieskumu – t. z. hybnosti obyvateľstva,
- **rozdelenia vzťahov na premiestňovanie** smerovanie prepravných prúdov v sledovanom území - pre jednotlivé druhy dopravy sa smerovanie dopravy určuje samostatne, členením riešeného územia na dopravno-urbanistické okrsky,
- **členenia prepravného vzťahu podľa použitého dopravného prostriedku** ide o rozčlenenie prepravných prúdov – určenie podielov ciest, napr. rozdelenie na individuálnu a hromadnú dopravu - delba prepravnej práce,
- **pridelovania zaťaženia** na trasy a úseky dopravných sietí - cieľ je návrh optimálnej siete jednotlivých dopravných systémov pre návrhové obdobie.

Základným prieskumom cestnej dopravy na modelovanie dopravných vzťahov v území je **prieskum smerovania dopravy** realizovaný formou záznamu evidenčných čísel vozidiel na ploche sledovaného územia. Na zabezpečenie vhodného prepočtu sa odporúča tento prieskum smerovania dopravy na ploche územia vykonať v kombinácii s automatickým sčítaním dopravy na overenie jednotlivých závislostí priebehu dopravy (priemerný pracovný, víkendový deň, rozdielne špičkové obdobia a pod.).

Z hľadiska potrebných údajov o intenzite dopravy získaných v kombinácii rôznych prieskumov treba na modelovanie mať tieto údaje:

- vykonanie celodenného prieskumu smerovania dopravy v riešenom území,
- priemerná denná intenzita dopravy (PDI) a jej medziročný nárast,
- PDI v časových intervaloch (interval (06 – 10) h, (07 – 11) h, (12 – 16) h, (14 – 18) h, (15 – 19) h, (16 – 20) h, prepočty na PDI,
- prepočítanie X-rázovej hodinovej intenzity dopravy na PDI a stanovenie priebehu intenzít dopravy,
- smerovanie dopravy po ploche sledovaného územia (určenie zdrojovej, cieľovej a tranzitnej dopravy),
- prípustná intenzita dopravy.

K týmto údajom sú samozrejme potrebné socioekonomické údaje, napr. stupeň motorizácie, veľkosť sídla, typ dopravného okrsku – jeho význam a pod. Výstupom je matica medzioblastných prepravných vzťahov, ktorou sa vyjadruje kvalitatívne veľkosť vzťahov medzi pozorovanými oblasťami na skúmanom území. Matica vyjadruje veľkosť zdrojovej, cieľovej, tranzitnej a medzioblastnej dopravy. Matica zdroj – cieľ vyjadruje veľkosť požiadavky na prepravu cestujúcich alebo tovaru, ale nemusí mať len dopravnú funkciu. Tabuľka (matica) vyjadruje množstvo – koľko a miesto – odkiaľ a kam, v ktorej prvok na mieste (i, j) udáva veľkosť požiadaviek na prepravu z „i“-tej zóny (zo zdroja) predmetného územia do „j“-tej zóny (cieľa) tohto územia počas zvoleného časového intervalu.

Prieskumy intenzity dopravy sa vykonávajú podľa potreby a cieľa:

- záznamom prejazdu vozidiel - počet prejetých vozidiel podľa skladby dopravného prúdu za zvolený interval času,
- záznamom evidenčných čísel vozidiel podľa skladby dopravného prúdu za zvolený interval času – z čoho vyplýva smerovanie dopravy po ploche územia.

Časový interval prieskumu sa volí podľa toho, čo chceme modelovaním dopravy stanoviť.

Z rôznych výsledkov dopravného – inžinierskych prieskumov softvéry na modelovanie dopravy bez problémov využijú údaje s iným významom, napr.:

- straty času na „zelenú“,
- tvorbu a dĺžku kolóny,
- poruchy dopravného prúdu – zníženie rýchlosti, jej dôvod,
- preferenciu ťahov na základe možnosti výberu náhradnej trasy pri organizácii a regulácii dopravy,
- dobu prejazdu jednotlivých úsekov, priemernú jazdnú rýchlosť a pod.

Vhodné produkty na modelovanie dopravy sú schopné využívať rôzne údaje, ktoré však nie sú vždy k dispozícii. Odporúča sa využiť nástroj na modelovanie, ktorý rešpektuje posudzovanie podľa odporúčaní EÚ. Základnými údajmi na prácu so softvérmi v modelovaní dopravy sú nepremenné parametre cestnej siete a rôzne dopravné – inžinierske údaje (intenzita dopravy, rýchlosti a smerovanie vozidiel po ploche územia, hromadná doprava a pod.).

3.15.2 Pridelovanie zaťaženia na dopravné siete

Cieľom kroku je návrh optimálnej siete pre prognózované zaťaženie a smerovanie dopravy. Na základe analýzy parametrov siete, intenzít dopravy a medzioblastných vzťahov sa navrhne výhľadová sieť pre jednotlivé dopravné prostriedky.

Dôležitou časťou je obmedzenie pohybu nákladnej dopravy podľa navrhovanej organizácie dopravy, ktorá je veľmi dôležitá pri zohľadnení rozlíšenia IAD a NA dopravy.

Neodporúča sa uvažovať s konštantným faktorom pre celú cestnú sieť. Odporúča sa určiť funkcie korelácie pre každú oblasť a prepočítať pre ňu matice medzioblastných a vnútrooblastných prepravných vzťahov.

Ak poznáme, resp. predpokladáme budúce demografické vzťahy - napr. počty obyvateľov - potom možno stanoviť regresnú hodnotu dopravných prúdov. Na rozdelenie jazd na trase medzi križovatkami treba poznať počet jazd obyvateľstva (prieskumom je obvykle zachytená celá doprava - vnútorná aj tranzitná).

Postup návrhu optimalizácie siete pozostáva z:

1. výberu a popisu základnej siete s dosiahnutými prepravnými vzťahmi:

- **dĺžka úsekov** (používajú sa teoretické stredy križovatiek) - teoretické stredy križovatiek sa v súčasnosti nenachádzajú v databáze SSC – preto ich treba vytvoriť; uvedené teoretické stredy križovatiek sa vytvoria, v zmysle STN EN ISO 14825, zjednodušený uzlový lokalizačný systém cestnej siete, pretože celá križovatka je reprezentovaná jedným bodom;

- **kategória cesty** - podľa STN 73 6101 vyjadrená typom cesty, počtom pruhov, hodnotou stúpania na danom úseku, v podmienkach v aglomerácii treba napr. poznať odbočovacie pruhy vľavo, vpravo a pod.; v podmienkach mimo aglomerácie sa predpokladá, že všetky pohyby po ploche križovatky sú povolené; význam uvedených parametrov má vplyv na tvorbu odporových funkcií, používaných na modelovanie dopravy ako i samotné údaje o intenzite dopravy a pohybu vozidiel po riešenej ploche;

- **funkčná úroveň** - ponúkaná kvalita pohybu vozidiel na sledovanom ťahu; treba navrhnuť úpravu pohybu nákladných automobilov v ľavom jazdnom pruhu (minimalizovanie voľného pohybu nákladných vozidiel v ľavom jazdnom pruhu), vplyv na spotrebu energie a energetickú náročnosť; neúmerný podiel nákladných automobilov v ľavom pruhu zvyšuje riziko vzniku dopravných nehôd; pri vytváraní komunikačnej siete (zadanie križovatiek, trás a pod.) treba definovať tranzitné trasy, pohyb po ploche križovatky (povolenie a zakázanie niektorých pohybov v križovatke – s ohľadom na ľavé odbočovanie a pod.); tieto parametre treba archivovať z dôvodu možnosti použitia obdobného softvérového produktu, ktorý pozná súbory iného produktu;

- **intenzita dopravy na jednotlivých úsekoch** - známy údaj z rôznych prieskumov automobilovej dopravy (napr. celoštátne sčítanie dopravy, automatické sčítanie dopravy, výsledky prieskumu EČV a pod.); na zabezpečenie úplného využitia softvérov je vhodnejšie zadávať smerovo rozdelenú intenzitu dopravy pre smery 1 a 2 (napr. $S_1 : S_2 = 4500 : 3850$ voz/24 h pre celkovú a nákladnú dopravu) v podmienkach intravilánu; pri použití smerovo nerozdelennej intenzity dopravy pre smery 1 a 2 (napr. $S_1 : S_2 = 4500 : 4500$ voz/24 h) sa vedome dopúšťame chyby v podmienkach intravilánu, ktorej dôsledky môžu byť nezanedbateľné, na modelovanie dopravy možno využiť dva spôsoby zadávania intenzít dopravy, bez rozlíšenia skladby dopravného prúdu (len priemerná denná intenzita dopravy) a s rozlíšením priemernej dennej intenzity dopravy na osobné a nákladné automobily; to umožní využiť dva samostatné, nezávislé typy dopravy, pretože nákladná doprava má rozdielne špecifiká od individuálnej automobilovej dopravy; samozrejmosťou je možnosť modelovania aj špičkových hodinových intenzít dopravy;

- **časové nároky** na prejazd úseku/trasy;

- **určenie zdrojovej, cieľovej a tranzitnej dopravy** na určenie prepravných vzťahov jednotlivých oblastí sledovaného územia;

- **intenzita dopravy pri jednotlivých pohyboch na križovatkách** – s použitím výsledkov prieskumu EČV alebo iného prieskumu na križovatke (video záznam); na stanovenie intenzity dopravy v jednotlivých zónach je vhodný prieskum EČV aby sa stanovila aj zdrojová a cieľová doprava sledovaného územia,

- v analýze súčasného stavu je dôležité poznať **pohyby po ploche križovatky** (počet pruhov, časové medzery, tvorba kolóny a pod.); v súčasnosti je vhodné realizovať svetelnú signalizáciu spolu s osadením automatického sčítača dopravy na získanie potrebných údajov,

- na modelovanie **mestskej hromadnej dopravy** treba zadať časy strávené na zastávkach MHD, počet vozidiel na linke a pod., čas státia vozidla na zastávke MHD potrebný na vystupovanie a nastupovanie cestujúcich; čas sa môže špecifikovať ako konštantná hodnota v minútach, alebo ako faktor času státia na jednotku dĺžky trasy MHD;

2. hľadanie najvhodnejšej trasy z/do jednotlivých ťažísk okrskov a vytvorenie odporovej matice,

3. pridelovanie medziokrskových vzťahov na určené trasy so zaťažením v úsekoch a križovatkách (uzloch).

3.15.3 Odporové funkcie

Základným problémom modelovania dopravy je správne vyjadrenie odporovej funkcie, ktorá je hodnotením odporu oproti zmene pohybu v území. Odporové funkcie sa priradujú jednotlivým úsekom na základe technických parametrov komunikácie. S ich pomocou možno významne ovplyvniť konečný výsledok. Kapacita komunikácie/križovatky určuje rozdielnosť kvality dopravného prúdu na sieti.

Podstatnú časť modelovania dopravy tvorí priradenie matice zdrojovej, cieľovej a tranzitnej dopravy – zaťaženia - na sieť komunikácií. V tejto časti prác sa optimalizuje sieť jednotlivých dopravných systémov v návrhovom období.

Najčastejšie používané metódy pridelenia dopravného zaťaženia na sieť sú metódy:

- najkratšej trasy,
- pridelenie zaťaženia aspoň na dve trasy,
- obmedzenia kapacity.

Pri pridelovaní intenzity dopravy na komunikačnú sieť v meste sa odporúča znížiť kapacitu komunikácie o 50 % z dôvodu výskytu svetelne riadených križovatiek.

3.15.4 Matice prepravných vzťahov

Pri vyvažovaní matíc sa odporúča používať vnútrozónovú simuláciu - vyvažovanie s koreláciou. Pri korelácií medzi štandardnými dátami a frekvenciou jazd sa model vypočítava štruktúrne pre jednotlivé body siete (napr. počet jazd/ciest alebo pracovné príležitosti - počet vozokm/obyvateľa a pracovné príležitosti).

Pri priradení matice je počet vyvažovacích iterácií vykonávaných na vstupoch a výstupoch kontrolovaný dvoma parametrami:

- maximálnym počtom iterácií,
- maximálnou relatívnou chybou vo vstupných a výstupných sumách.

Pridelovanie zaťaženia dopravy na sieť modelom sa vykonáva iterovaním dovtedy, pokiaľ nezodpovedá súčasnému stavu, t. z. intenzity dopravy na vybraných rezoch v modelovom stave nedosahujú skutočné hodnoty získaných z prieskumu s minimálnou odchýlkou. Takto navrhnutý model zodpovedá budúcemu správne riešeniu územia.

Tento model sa odporúča udržiavať životaschopný, t. z. overovať ho minimálne raz za dva roky v skúmanom území, čím sa dokážu operatívne predpovedať nepredvídateľné okolnosti vznikajúce v sledovanom území (napr. nový investičný rozvoj v priemysle, občianskej vybavenosti – dopad veľkých obchodných centier alebo zmeny v obytnej funkcii územia, okrsku, zóny, prírodné katastrofy).

Pre prognózu dopravy a územia sa robia návrhy komunikačnej siete v niekoľkých scenároch voľnosti pohybu (využiť možnosť obmedzenia niektorých pohybov na štvoramenných križovatkách v mestách).

Význam údajov času – v softvéri je nenahraditeľný, pretože bez neho nemožno vykonať správne prerozdelenie dopravy a ekonomické prepočty.

Čas prejazdu vozidiel úsekom - úzko súvisí s jazdnou rýchlosťou a poskytovanou kvalitou kategórie cesty. Táto sa podieľa na preferencii atraktivity jednotlivých úsekov ciest, resp. komunikácií v sledovanom území (vplyv nákladnej dopravy sa prejavuje v spomalení dopravného prúdu).

Odporúča sa zväžiť preferencie komunikačnej siete podľa súčasného stavu a na tomto základe pristúpiť k úprave komunikačnej siete pre budúce/navrhované obdobie v jednotlivých scenároch a to porovnaním:

- **straty času vozidiel** – napr. v intraviláne čakanie na zelenú, porucha dopravného prúdu, jej dôvod,
- **zmeny časových odstupov medzi vozidlami** - kvalita dopravného prúdu,
- **zdržanie vozidiel pri odbočovaní vľavo** o využití trasy rozhodujú neriadené križovatky a pod.,
- **časové nároky na prejazd vozidla**, ktoré sa použijú vo výpočte prognostického zaťaženia siete. Uvažuje sa s využitím časovej medzery na ľavé odbočovanie. Tento pohyb je najkritickejší z hľadiska bezpečnosti a plynulosti dopravného prúdu.

Údaj o rýchlosti vozidiel - je dôležitý na posúdenie poskytovaného komfortu uvedenej trasy (treba prehodnotiť zvýšenie rýchlosti na dôležitých štvorpruhových komunikáciách v mestách).

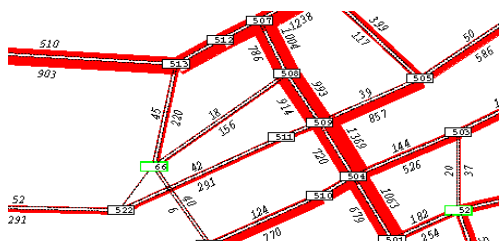
Jazdná rýchlosť na jednotlivých úsekoch - je nenahraditeľným údajom, pretože rýchlosťou je definovaný komfort trasy. Prvou poruchou plynulosti dopravného prúdu je pokles rýchlosti z dôvodu vysokej intenzity dopravy. Pri tvorbe cestnej siete sa udáva zároveň aj návrhová rýchlosť cesty, resp. komunikácie, čím sa stanovujú stupne kvality jednotlivých úsekov.

Prístupové práva používateľov - v analýze súčasného stavu je dôležité poznať prístupové práva používateľov (OA, NA, Spolu), v analýze treba poznať aj podiel zahraničnej dopravy (OA, NA, Spolu). Na výpočet prognózy je veľmi dôležitým prvkom obmedzenie dopravy na cestnej sieti a to pomocou:

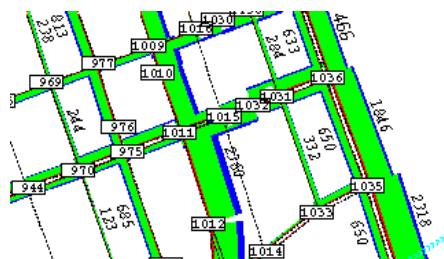
- **obsaditeľnosti vozidiel** - matica obsadenia vozidiel - používaná v algoritme priradenia vozidiel špecifikujúcom pre každý pár O - D (zdroj – cieľ) priemerný počet cestujúcich vo vozidle,
- **prevádzkových nákladov** (€/h, €/km),
- **spotreby energie** (€/h, €/km),
- **časových odstupov** medzi vozidlami sa vyjadrujú priemerným časovým intervalom medzi príchodmi dvoch nasledujúcich vozidiel na tranzitnej trase,
- **funkcie tranzitných časov** – špecifikuje vzťahy medzi cestovným časom tranzitného vozidla a časom jazdy vozidla; každá časť trasy je priradená špecifickej funkcii tranzitného času.

Príklady grafického spracovania týchto veličín umožňujú:

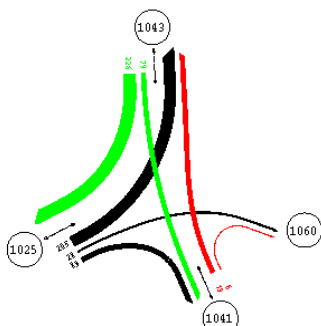
- znázornenie intenzity dopravy na komunikačnej sieti bez/s rozlíšením osobnej a nákladnej dopravy, ktoré sa dosiahne zlúčením dvoch matíc intenzity dopravy (pozri obrázky 3.25 – 3.28),
- vykreslenie najkratších trás na komunikačnej sieti na základe všetkých odporových funkcií tranzitnej dopravy,
- porovnanie dvoch scenárov, s ohľadom na jednotlivé preferencie koridorov (pozri obrázok 3.29). Nový úsek pozemnej komunikácie určuje „zhoršenie“ podmienok na uvedenej trase, pretože prevzala na seba väčší podiel intenzity dopravy. Na pozemných komunikáciách, na ktorých sa stav „zlepšil“, intenzita dopravy klesla.



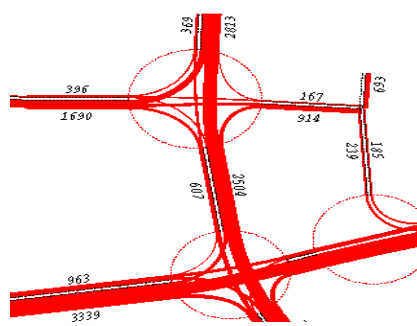
Obrázok 3.25 Zaťaženie komunikačnej siete bez rozdelenia druhu dopravy podľa CSD



Obrázok 3.26 Zaťaženie komunikačnej siete s rozdelením druhu dopravy



Obrázok 3.27 Intenzita a smerovanie dopravy na križovatke



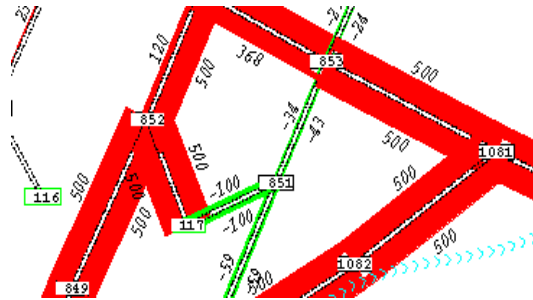
Obrázok 3.28 Smerovanie dopravy v križovatkách

3.15.5 Vyhodnotenie dopravného modelu

Posledný krok modelovania dopravy je vyhodnotenie prínosu navrhovaných zmien v prognózovanom období dopravnej siete.

Ekonomické zhodnotenie pohybu dopravného prúdu možno vyjadriť napríklad:

- v časovej úspore – táto je veľmi dôležitá pre individuálnu automobilovú dopravu, pretože prvým ukazovateľom je šetrenie času pri presune z bodu A do bodu B,
- v operačných nákladoch – tie sú významné pri posúdení opodstatnenosti daného úseku alebo pri sledovaní hromadnej dopravy,
- v spotrebe energie – tento ukazovateľ má význam pre prepravcov nákladnej dopravy; pri individuálnej automobilovej doprave v súčasnom období tento ukazovateľ nie je najvýznamnejší.



Obrázok 3.29 Prerozdelenie celkovej dopravy jedného scenára

V prípade nového investičného rozvoja v priemysle, občianskej vybavenosti – dopad veľkých obchodných centier alebo zmeny v bytovej funkcii územia, okrsku, zóny sa odporúča v ich projektových dokumentáciách mať ako súčasť vykonanie dopravného prieskumu smerovania dopravy na ploche dotknutého územia s jej analýzou a modelovaním:

1. stavu bez zmeny v území (súčasný stav),
2. stav po vykonaní zmeny v území (po spustení prevádzky novej investície),
3. stav po 5, 10 a 20 rokoch prevádzky.

V dopravnom plánovaní a prognóze sa využívanie metódy len na základe rastových koeficientov intenzity dopravy bez vykonaného dopravného prieskumu podľa týchto TP a nadväzného modelovania neodporúča.

Metóda s koeficientmi nenahrádza v projektovej dokumentácii modelovanie dopravy podľa týchto TP, pretože neposkytuje relevantné výpovedné hodnoty o zmenách dopravy v území.

4 Diaľničné úseky

4.1 Úvod

4.1.1 Použitie

Výpočtom uvedeným v tomto odseku sa preukazuje schopnosť diaľničných úsekov previesť súčasné, alebo očakávané (výhľadové) dopravné zaťaženie pri požadovanej kvalite dopravného prúdu.

Tento výpočet môže byť použitý len na tie úseky diaľnice, ktoré nie sú ovplyvnené diaľničnými križovatkami a priepletovými úsekmi.

Výpočet možno vykonávať pre diaľničné úseky s dvomi jazdnými pásmi, pričom platí: obojsmerná premávka a 2, resp. 3 jazdné pruhy na jazdný pás.

Pri posudzovaní diaľnice pozostávajúcej z viacerých úsekov (t.j. čiastkových úsekov), križovatiek a priepletových úsekov je potrebné jej celkové zhodnotenie (na základe čl. 4.6).

4.2 Podklady

4.2.1 Intenzita dopravy

Predpoklad pre použitie predmetného výpočtu je znalosť dimenzačnej intenzity dopravného prúdu – q_B .

Pri diaľničnom úseku treba poznať dopravné zaťaženie každého smeru [voz/h], ako aj percentuálny podiel ťažkých vozidiel b_{SV} . Oba smery diaľničného úseku sa riešia samostatne.

4.2.2 Tvorba čiastkových úsekov

Následne uvádzané veličiny (pozri čl. 4.3) ovplyvňujú priebeh premávky a tým aj významným spôsobom dosiahnuteľnú rýchlosť a kapacitu na úseku. Diaľničný úsek s rôznymi vlastnosťami je rozdelený na čiastkové úseky. Takýto novovytvorený čiastkový úsek začína tam, kde sa mení veličina ovplyvňujúca priebeh premávky. Najkratšia dĺžka čiastkového úseku má byť 500 m.

Výpočet každého čiastkového úseku sa vykoná podľa čl. 4.5. Celkové zhodnotenie viacerých čiastkových úsekov sa vykoná v súlade s čl. 4.6.

4.3 Ovpływujúce veličiny

4.3.1 Vedenie trasy

Smerové oblúky vyskytujúce sa v rámci vedenej trasy majú vplyv na zmenu rýchlosti automobilu (vodič prejde priamy úsek inou rýchlosťou, ako úsek krivolaký). Táto skutočnosť nie je v rámci kapacitného výpočtu zohľadnená.

Sklon diaľnice má taktiež výrazný vplyv na dopravný prúd. Pri trasách, ktoré sú vedené vo veľkom stúpaní ($s > 2\%$) sa čiastočne znižuje rýchlosť ťažkých vozidiel, čo následne ovplyvňuje rýchlosť osobných vozidiel. Uvedený vplyv treba preveriť výpočtom, ktorého vstupné údaje sú:

-veľkosť stúpania s [%],

-dĺžka L čiastkového úseku s konštantným stúpaním [m].

Na vypuklosť a vydutosť výškového oblúku sa neprihliada. Úsek v klesaní a úsek so stúpaním menším alebo rovným ako 2 %, bude uvažovaný ako úsek vedený v rovine. Takéto úseky môžu byť zosumarizované. Sumarizácia úsekov s nízkym rozdielom pozdĺžneho sklonu je taktiež možná.

4.3.2 Profil

Šírka jazdného pruhu od 3,5 m do 3,75 m nemá žiaden vplyv na jazdné vlastnosti. Z uvedeného dôvodu pri určovaní kapacity a kvality dopravného prúdu nie je šírka jazdného pruhu zahrnutá.

Naopak, množstvo jazdných pruhov n na úseku významne vplýva na kvalitu a kapacitu dopravného prúdu. Metodika popisuje výpočet pre 2, resp. 3 jazdné pruhy.

4.3.3 Funkcia a poloha úseku diaľnice

Analýza dopravného prúdu na diaľniciach vykazuje významné a systematické rozdiely v závislosti na funkcii a polohe úseku v rámci diaľničnej siete, pričom najdôležitejší ovplyvňujúci faktor je podiel dochádzajúcej dopravy v rámci posudzovanej hodiny. Dochádzajúci vodiči poznajú lokálnu cestnú situáciu a vedia odhadnúť očakávané cestovné rýchlosti. Jazdy sú realizované najmä v regionálnej oblasti, takže vodiči neočakávajú dosiahnutie významnejšej časovej úspory z dôvodu rýchlej jazdy.

Avšak vodiči jazdiaci na dlhšie vzdialenosti očakávajú od vyššej rýchlosti časovú úsporu, preto sa snažia jazdiť rýchlejšie. Z tohto dôvodu sa zhusťuje doprava v ľavom jazdnom pruhu.

Na základe skutočnosti, že vysoký podiel dochádzajúcej dopravy sa vyskytuje v aglomerácii, sú pre použitie predmetného výpočtu postačujúce 2 pozičné kritéria:

- v aglomerácii,
- mimo aglomerácie.

4.3.4 Podiel ťažkých vozidiel

Vplyv ťažkých vozidiel na kvalitu dopravného prúdu je vyjadrený percentuálnym podielom ťažkých vozidiel b_{SV} z celkového dopravného prúdu, ktorý je vo výpočte zohľadnený.

4.3.5 Obmedzenia

Obmedzenie rýchlosti

Diaľničné úseky, na ktorých platí povolená rýchlosť 130 km/h (resp. vyššia), platí q-V vzťah zobrazený na obrázkoch 4.1 až 4.4. V prípade nižšej povolenej rýchlosti sa použijú obrázky 4.5 a 4.6. Pre výpočty sa použijú rovnica 4.5 a tabuľka 4.11.

Predbiehanie ťažkých vozidiel

Predbiehanie ťažkým vozidlom – a to najmä na 2-pruhovom jazdnom páse – má vplyv na kvalitu dopravného prúdu.

Pri úseku so stúpaním a klesaním v rámci 2-pruhu je vhodné pri klesaní zakázať predbiehanie ťažkých vozidiel. Uvedené je nepriamo obsiahnuté vo výpočte.

Pri predbiehaní ťažkým vozidlom na rovinnom úseku má predbiehanie iba malý vplyv na kvalitu dopravného prúdu. Z tohto dôvodu sa s takýmto ovplyvnením neuvažuje.

4.3.6 Podmienky prostredia

Výpočtový postup platí pre denné svetlo (resp. pre osvetlené okolie) a suchý povrch vozovky. Pre iné podmienky pozri čl. 4.5.5.

4.4 Kvalita dopravného prúdu

4.4.1 Kritéria kvality

Úlohou diaľnice je poskytovať v rámci regionálnej alebo nadregionálnej cestnej siete dopravné spojenie s určitou požadovanou kvalitou. Ako príklad možno uviesť automobil idúci na dlhšiu vzdialenosť, napr. 100 km, kde je pravdepodobné, že z dôvodu kvality dopravného prúdu (napr. z dôvodu vyššej cestovnej rýchlosti) pôjde po diaľnici.

Na rovných úsekoch bez obmedzenia rýchlosti pri dopravnom prúde pozostávajúcom iba z OA môžu byť stupne kvality dopravného prúdu určené v súlade s kritériami uvedenými v tabuľke 4.1.

Na rozdiel od voľných a rovných úsekov, nezávisle na intenzite dopravného prúdu existuje iba malý vplyv na OA pri obmedzení rýchlosti, resp. pri veľkom stúpaní.

Dokonca aj za takýchto vonkajších podmienok je tu menej cestných kongescií pri dobrej kvalite dopravného prúdu. Pri braní tohto aspektu do úvahy môže byť definícia kvality založená na

hustote dopravy [voz/km], alebo na stupni vyťaženia. Oba parametre charakterizujú voľnosť pohybu vozidla v dopravnom prúde. Stupeň vyťaženia je z dôvodu jednoduchšieho určenia viac preferovaný.

$$a = \frac{q_B}{C} \quad (4.1)$$

Tabuľka 4.1 znázorňuje vzťah medzi stupňom vyťaženia a inými zvolenými parametrami. Hodnoty vo vyššie spomenutej tabuľke sú platné len pre 2-pruh v rovine bez obmedzenia rýchlosti mimo aglomerácie a len pre osobné vozidlá. Z toho odvodené tolerančné medze stupňa vyťaženia v tabuľke 4.1 sú použité pre všetky ostatné podmienky na stanovenie stupňov kvality dopravného prúdu.

4.4.2 Stupne kvality dopravného prúdu

K rozlíšeniu stupňov kvality dopravných prúdov od A po F platí tolerančná medza stupňa vyťaženia podľa tabuľky 4.1.

Tabuľka 4.1 Väzba stupňa kvality dopravného prúdu so strednou dobou cestovania OA, strednou cestovnou rýchlosťou OA, hustoty dopravy a stupňa vyťaženia pre jeden 2-pruhový jazdný pás diaľnice pri čisto OA premávke na rovnej trase bez obmedzenia rýchlosti mimo aglomerácie

QSV	stredná doba cestovania OA [minút/100 km]	stredná cestovná rýchlosť OA [km/h]	hustota dopravy [voz/km]	stupeň vyťaženia [-]
A	≤ 46	≥ 130	≤ 8	≤ 0,30
B	≤ 48	≥ 125	≤ 16	≤ 0,55
C	≤ 52	≥ 115	≤ 23	≤ 0,75
D	≤ 60	≥ 100	≤ 32	≤ 0,90
E	≤ 75	≥ 80	≤ 45	≤ 1
F	> 75	< 80	> 45	-

Rôzne stupne kvality znamenajú:

Stupeň A:

- vodič je iba veľmi zriedkavo ovplyvňovaný ostatnými vodičmi; stupeň vyťaženia je veľmi nízky; vodič svoju rýchlosť nemusí obmedzovať, pokiaľ to charakteristika vozovky pripúšťa; v rámci dopravného prúdu je tu úplná voľnosť, aj čo sa týka zmeny jazdných pruhov; dopravný prúd je voľný;

Stupeň B:

- na vodiča pôsobia drobné vplyvy od ostatných vodičov, pričom tieto vplyvy nie sú závažného charakteru; stupeň vyťaženia je minimálny; rýchlosť možno dosiahnuť na požadovanej úrovni; dopravný prúd je skoro voľný;

Stupeň C:

- prítomnosť ostatných účastníkov cestnej premávky je citelná; individuálna voľnosť pohybu je už obmedzovaná; stupeň vyťaženia je približne v strede; rýchlosť už nie je plne voliteľná; dopravný prúd je stabilný;

Stupeň D:

- existuje neustále vzájomné ovplyvňovanie sa účastníkov dopravy, ktoré vedie ku konfliktným situáciám a vzájomným prekážkam; stupeň vyťaženia je vysoký; možnosti individuálnej voľby rýchlosti a jazdného pruhu sú silno obmedzené; dopravný prúd je ešte stabilný;

Stupeň E:

- automobily sa pohybujú zhruba v kolónach; stupeň vyťaženia je veľmi vysoký; už malé, alebo krátkodobé zvýšenie intenzít môže spôsobiť dopravnú zápchu a krokovitý chod vozidiel; existuje nebezpečenstvo zborštenia sa dopravného prúdu v dôsledku malej nezrovnalosti v dopravnom prúde; dopravný prúd sa mení od stabilného k nestabilnému; je dosiahnutá kapacita prúdu;

Stupeň F:

- intenzita prichádzajúcej dopravy je vyššia ako kapacita; doprava sa bortí, tzn. dochádza k zastavovaniu a ku kongesciám, ktoré sa striedajú s charakterom dopravy „Stop-and-go“; situácia sa vyrieši citelným poklesom prichádzajúcej dopravy; úsek je preplnený.

4.5 Priebeh dopravného prúdu na jednotlivých úsekoch

4.5.1 Diagram intenzita – rýchlosť

Dopravný prúd na diaľničnom úseku bol popísaný za pomoci intenzity q , rýchlosti V a ich vzájomných závislostí. V diagramoch je q - V vzťah uvádzaný pri podmienkach denného svetla a suchej vozovky.

Pre zohľadnenie sklonu sú na obrázkoch 4.1 až 4.4¹⁾ uvedené rôzne diagramy - platí pre rovinu, klesanie, max. 2 % stúpanie, ako aj pre stúpanie úseku do (3, 4 a 5) %. Obrázok pre stúpanie väčšie ako 2 % platí iba pri minimálnej dĺžke stúpania úseku $L_{grenz} = 4000$ m. V opačnom prípade (t.j. úsek stúpania je kratší ako 4000 m) pozri čl. 4.5.4.

Podiel ťažkej dopravy je hodnotený v rámci troch tried (0, 10, 20) % ŤV, medzi ktorými možno interpolovať. Extrapolácia je povolená do 30 % podielu ťažkých vozidiel.

Pri úseku treba rozlišovať počet jazdných pruhov na smer (2, resp. 3), ako aj polohu úseku – t.j. v aglomerácii, alebo mimo aglomerácie.

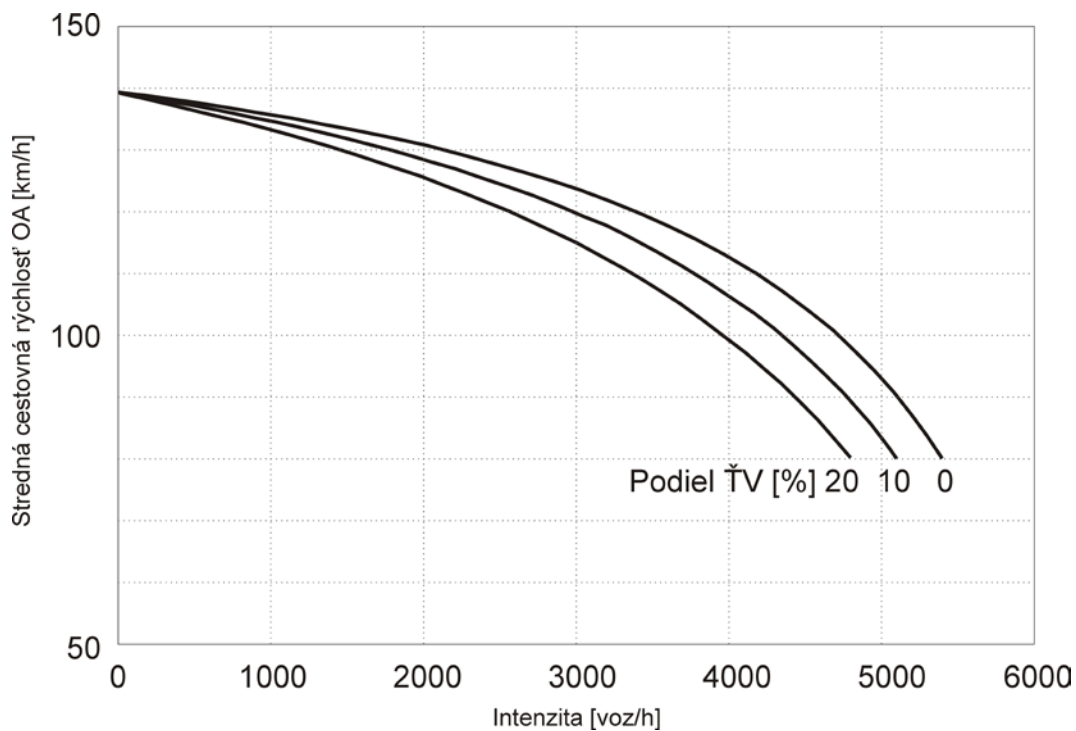
V prípade obmedzenia maximálnej povolenej rýchlosti pod 130 km/h treba použiť obrázky 4.5 a 4.6¹⁾. Rozdiely sú uvádzané pre maximálne povolené rýchlosti: 120 km/h (T120), 100 km/h (T100) a 80 km/h (T80), ako aj pre tunel bez permanentného dohľadu (T80 – tunel).

Pokiaľ je pomocou meniteľnej dopravnej značky nariadená max. povolená rýchlosť v závislosti od dopravnej situácie, platia pre úsek q - V krivky v obrázkoch 4.5 a 4.6¹⁾ pre príslušné vyobrazenie rýchlosti (120, 100 a 80) km/h, pričom dopravná situácia sa týmto spôsobom dá len veľmi hrubo posudzovať.

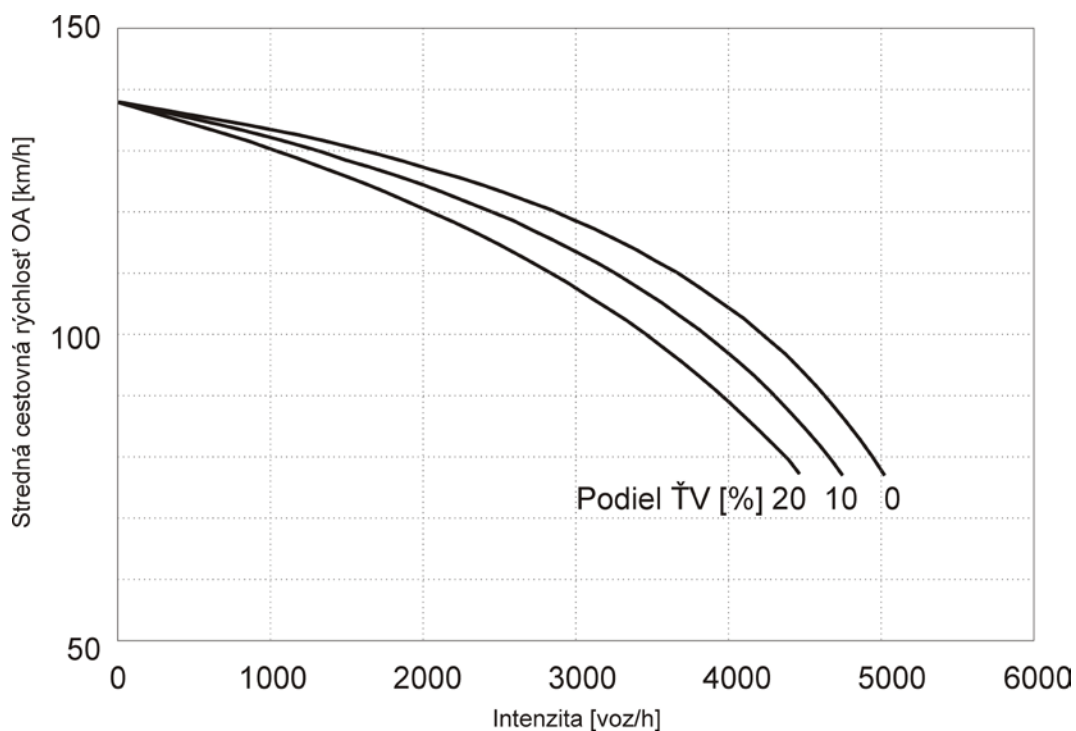
V diagrame (q - V) je vstupnou veličinou rozhodujúce množstvo vozidiel [voz/h]. To je vypočítané ako suma všetkých dopravných prúdov pre posudzovaný smer.

Vyššie uvedené diagramy sú platné len pre časový interval 1 h. Prevod do iných časových intervalov nie je povolený.

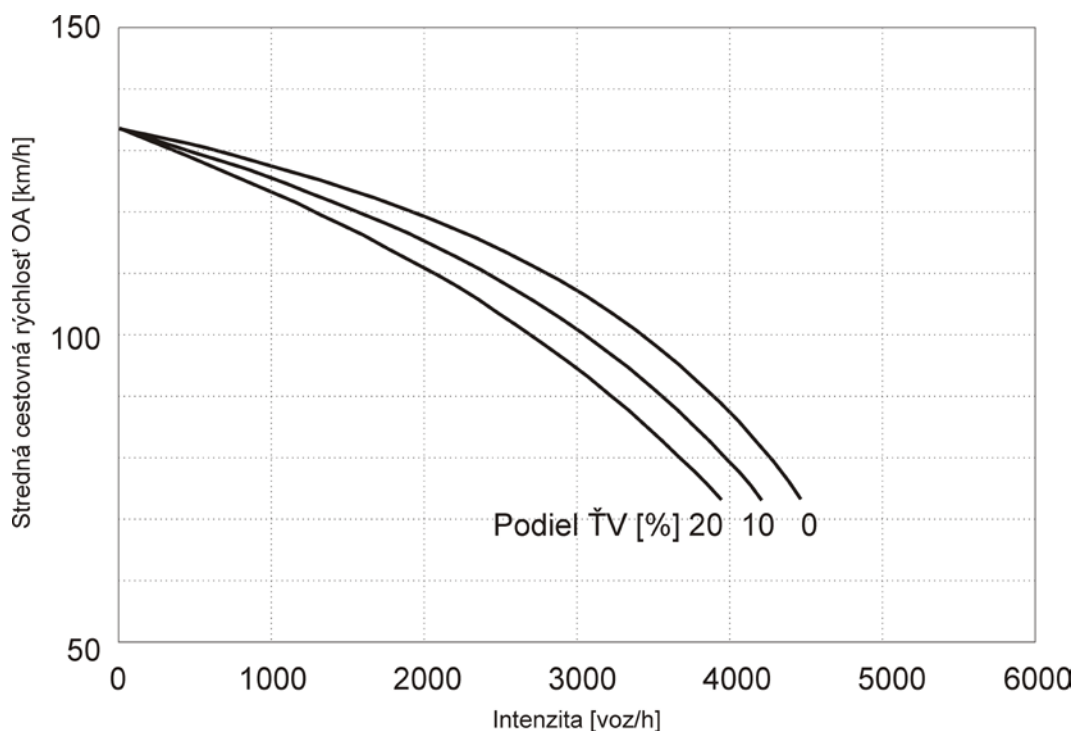
¹⁾ Pre výpočty treba použiť rovnicu 4.5 a tabuľku 4.11



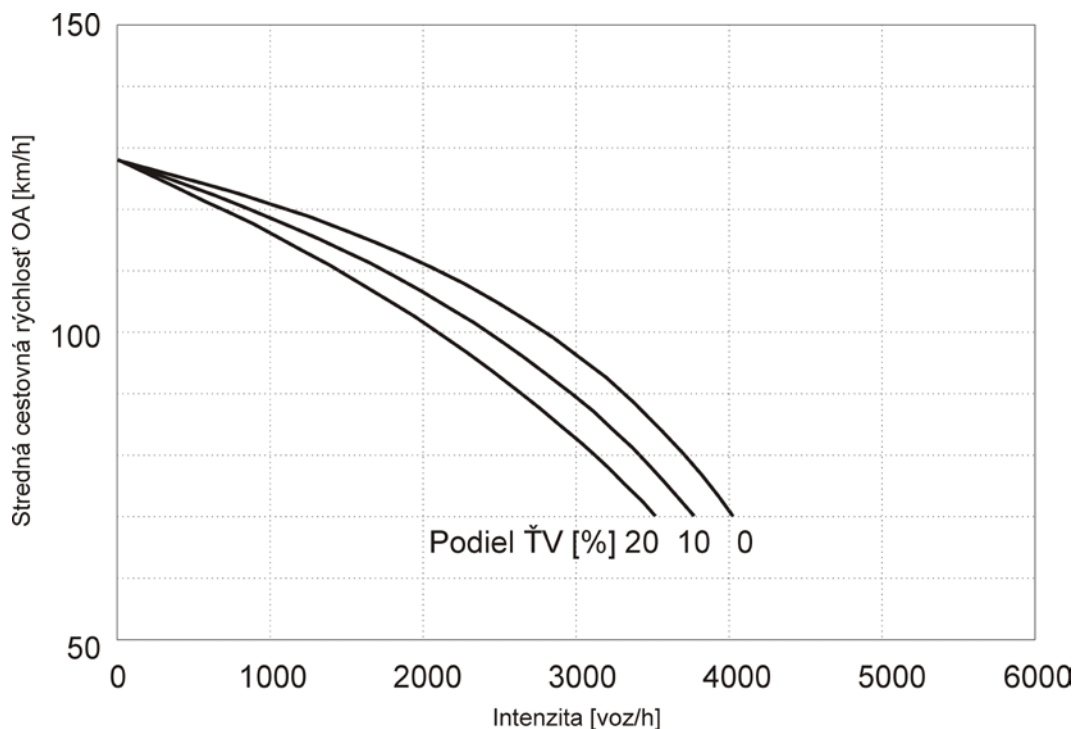
Obrázok 4.1(a) Stredná cestovná rýchlosť OA v závislosti na intenzite dopravného prúdu, stúpanie ≤ 2 % (3-pruhová diaľnica, mimo aglomerácie, bez obmedzenia rýchlosti)



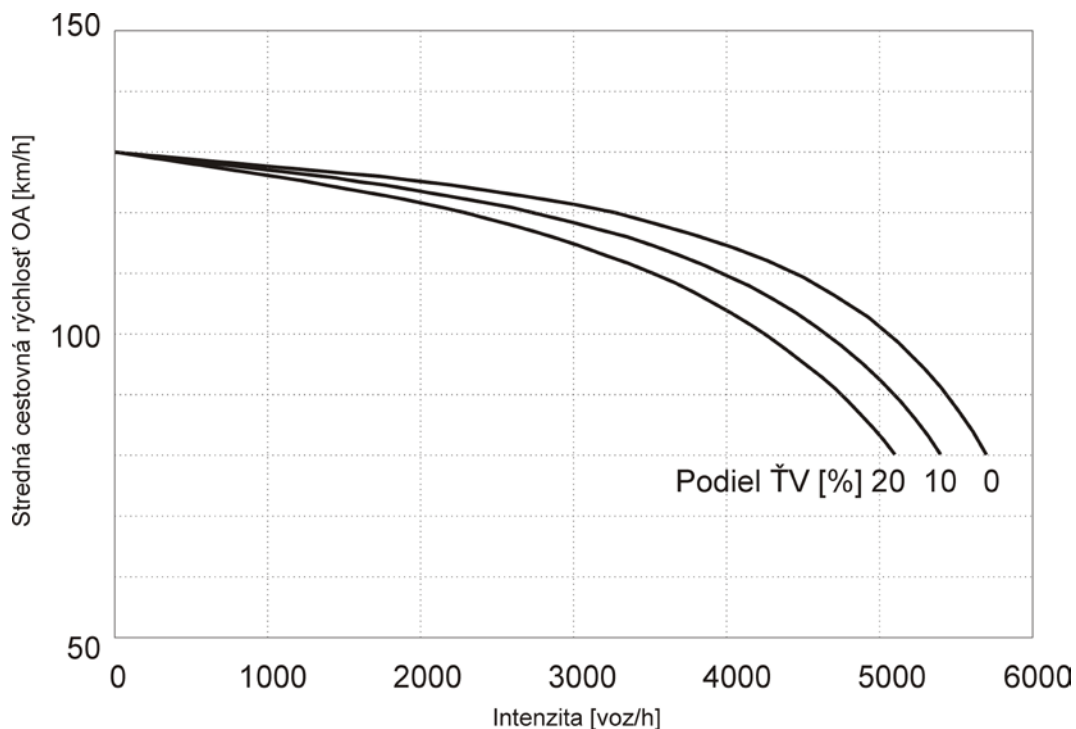
Obrázok 4.1(b) Stredná cestovná rýchlosť OA v závislosti na intenzite dopravného prúdu, stúpanie = 3 % (3-pruhová diaľnica, mimo aglomerácie, bez obmedzenia rýchlosti)



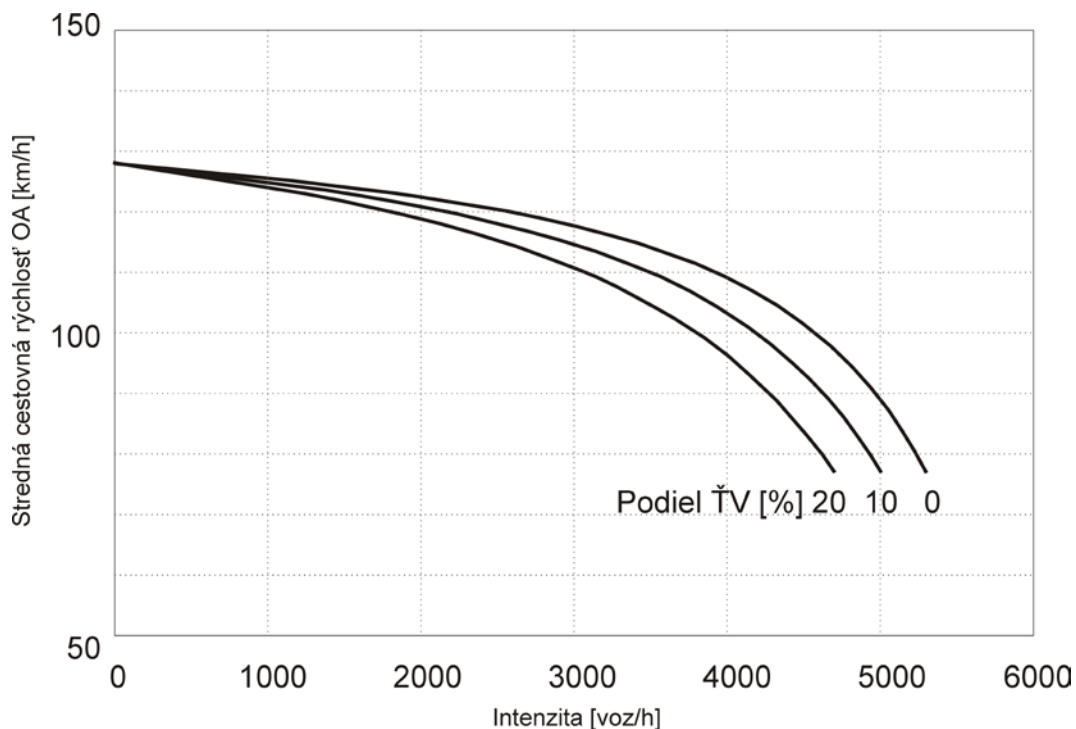
Obrázok 4.1(c) Stredná cestovná rýchlosť OA v závislosti na intenzite dopravného prúdu, stúpanie = 4 % (3-pruhová diaľnica, mimo aglomerácie, bez obmedzenia rýchlosti)



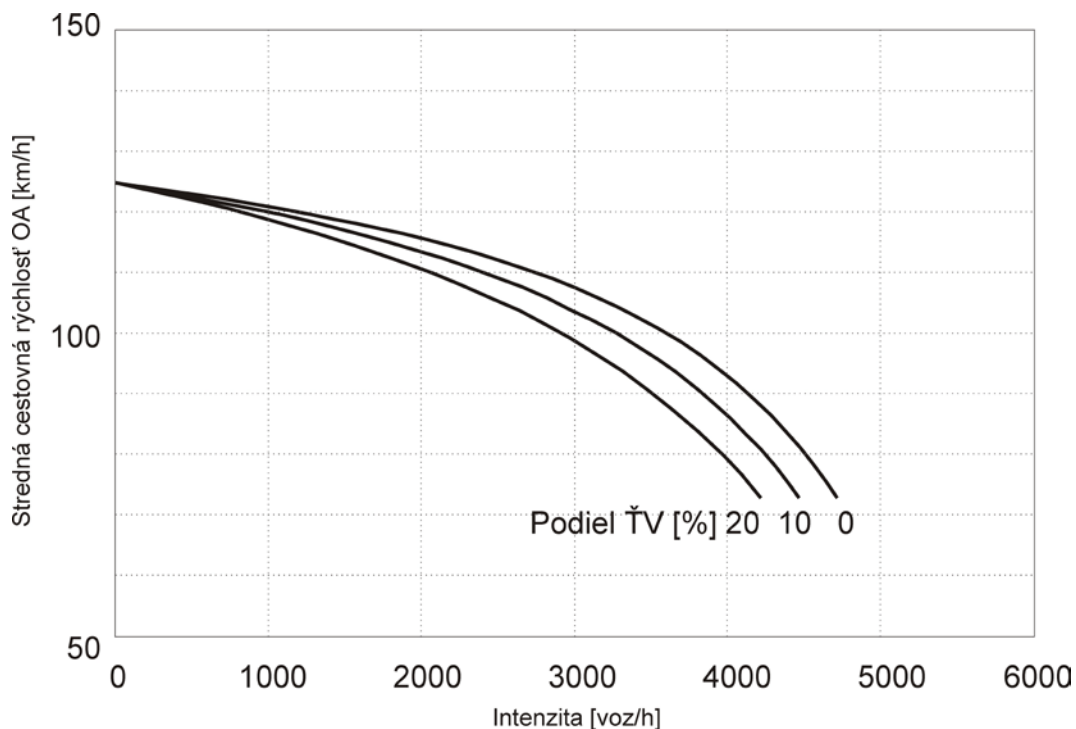
Obrázok 4.1(d) Stredná cestovná rýchlosť OA v závislosti na intenzite dopravného prúdu, stúpanie = 5 % (3-pruhová diaľnica, mimo aglomerácie, bez obmedzenia rýchlosti)



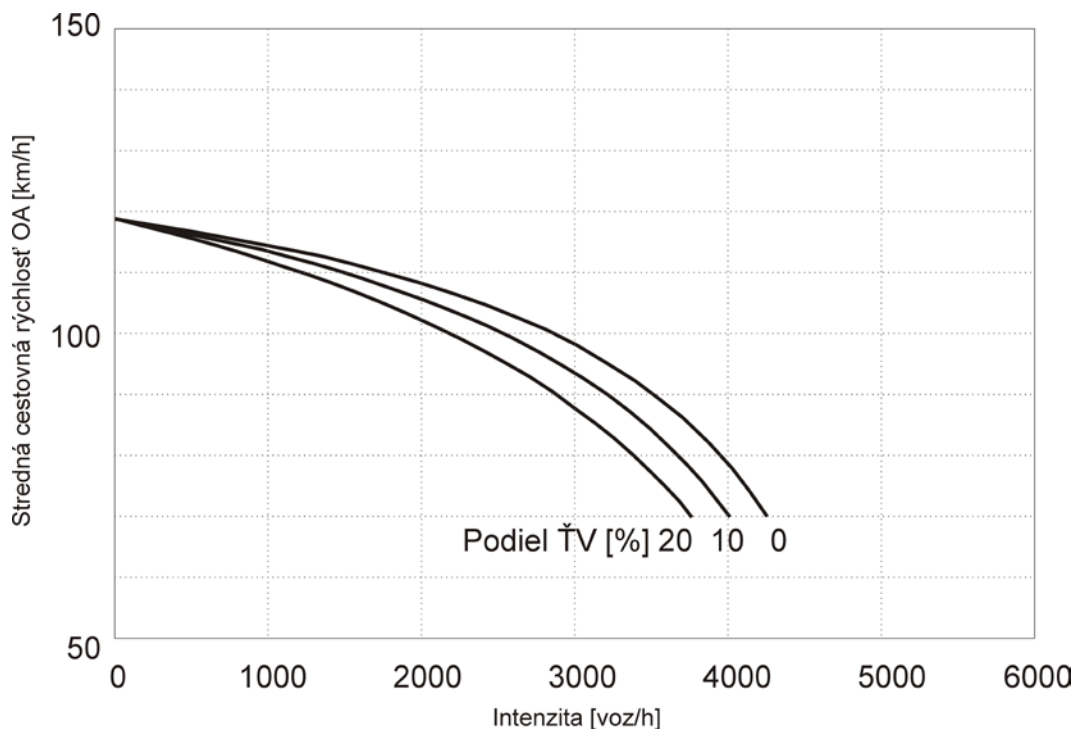
Obrázok 4.2(a) Stredná cestovná rýchlosť OA v závislosti na intenzite dopravného prúdu, stúpanie ≤ 2 % (3-pruhová diaľnica, v aglomerácii, bez obmedzenia rýchlosti)



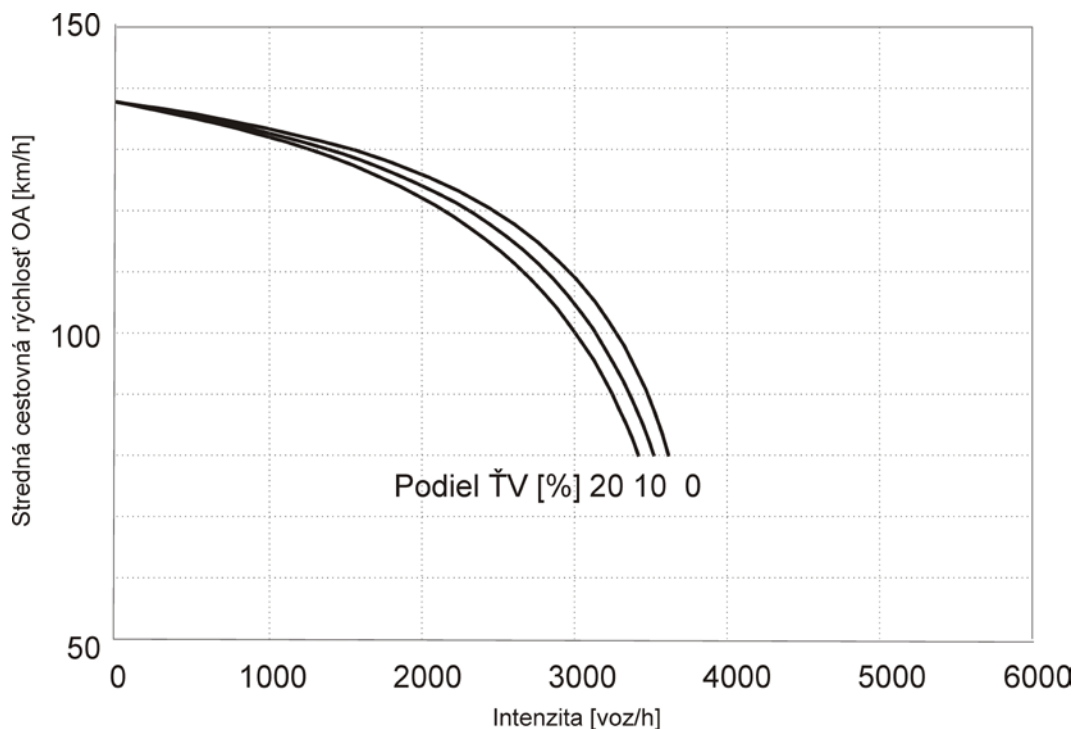
Obrázok 4.2(b) Stredná cestovná rýchlosť OA v závislosti na intenzite dopravného prúdu, stúpanie = 3 % (3-pruhová diaľnica, v aglomerácii, bez obmedzenia rýchlosti)



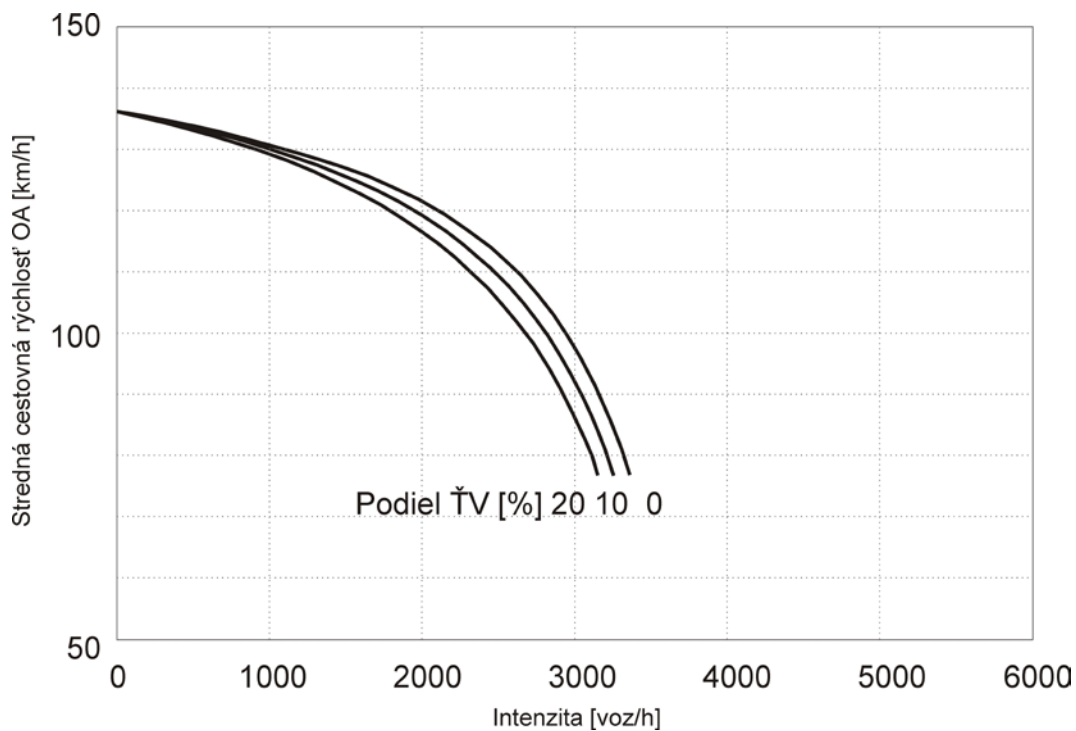
Obrázok 4.2(c) Stredná cestovná rýchlosť OA v závislosti na intenzite dopravného prúdu, stúpanie = 4 % (3-pruhová diaľnica, v aglomerácii, bez obmedzenia rýchlosti)



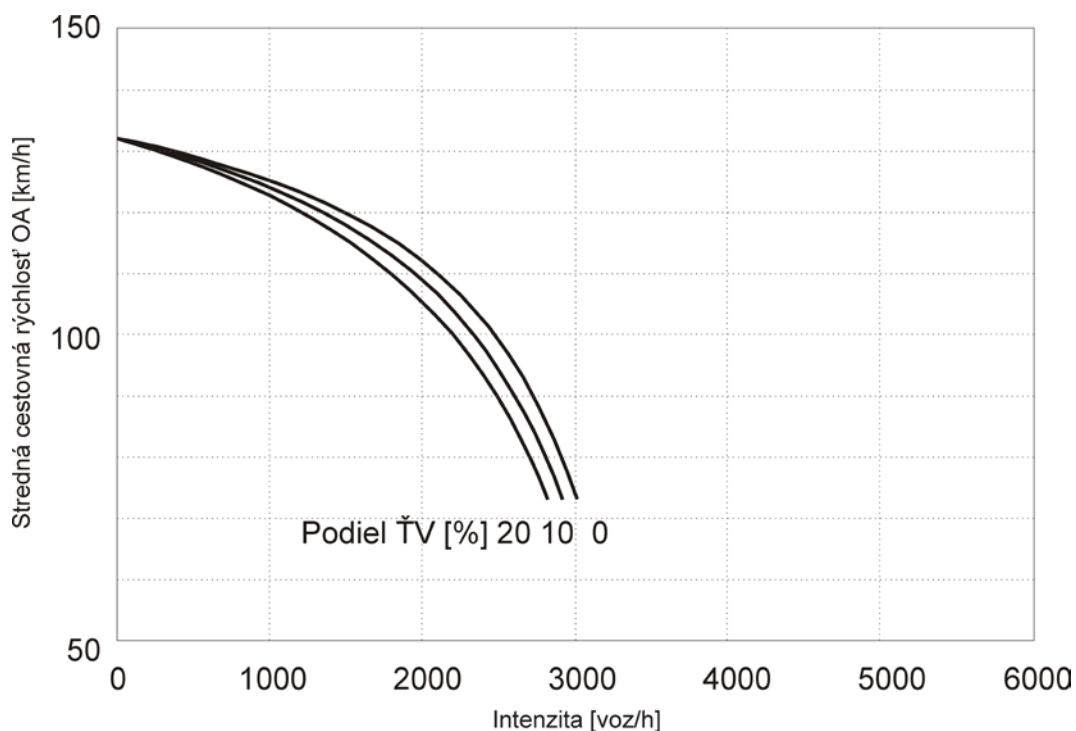
Obrázok 4.2(d) Stredná cestovná rýchlosť OA v závislosti na intenzite dopravného prúdu, stúpanie = 5 % (3-pruhová diaľnica, v aglomerácii, bez obmedzenia rýchlosti)



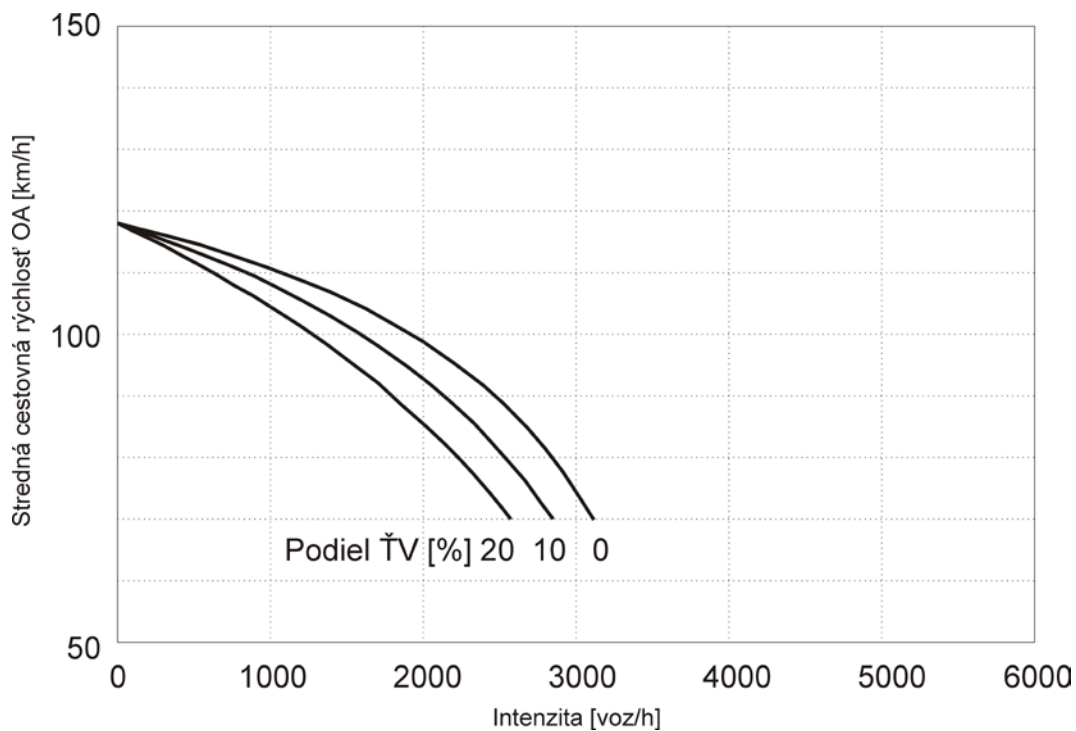
Obrázok 4.3(a) Stredná cestovná rýchlosť OA v závislosti na intenzite dopravného prúdu, stúpanie ≤ 2 % (2-pruhová diaľnica, mimo aglomerácie, bez obmedzenia rýchlosti)



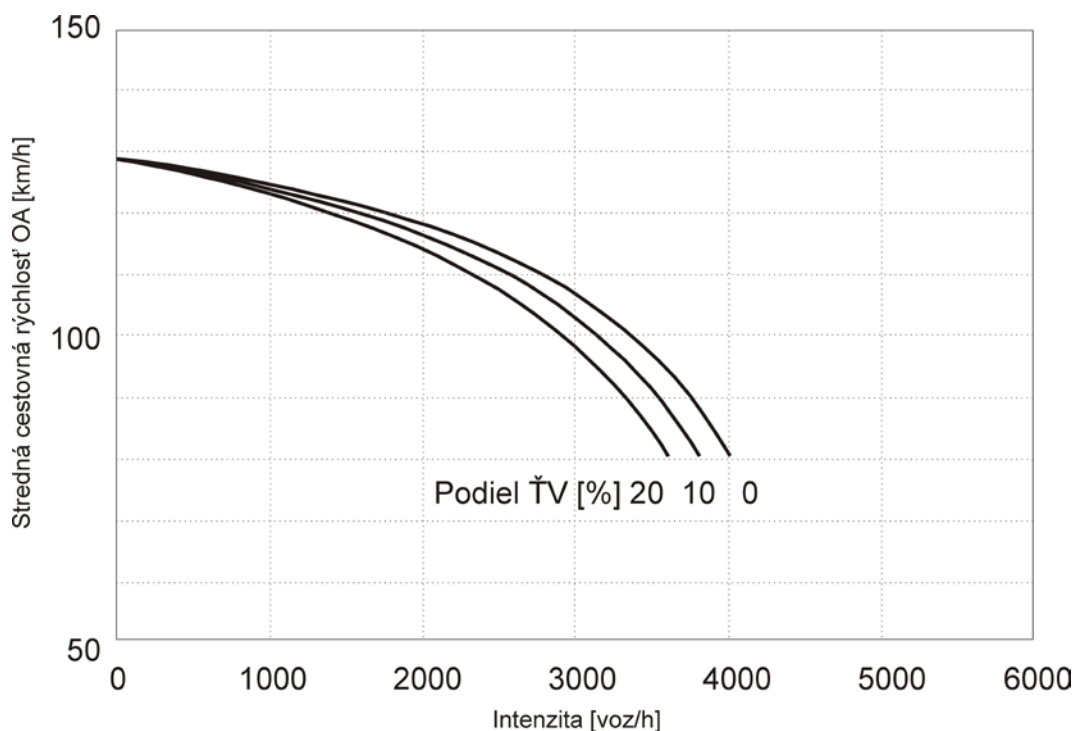
Obrázok 4.3(b) Stredná cestovná rýchlosť OA v závislosti na intenzite dopravného prúdu, stúpanie = 3 % (2-pruhová diaľnica, mimo aglomerácie, bez obmedzenia rýchlosti)



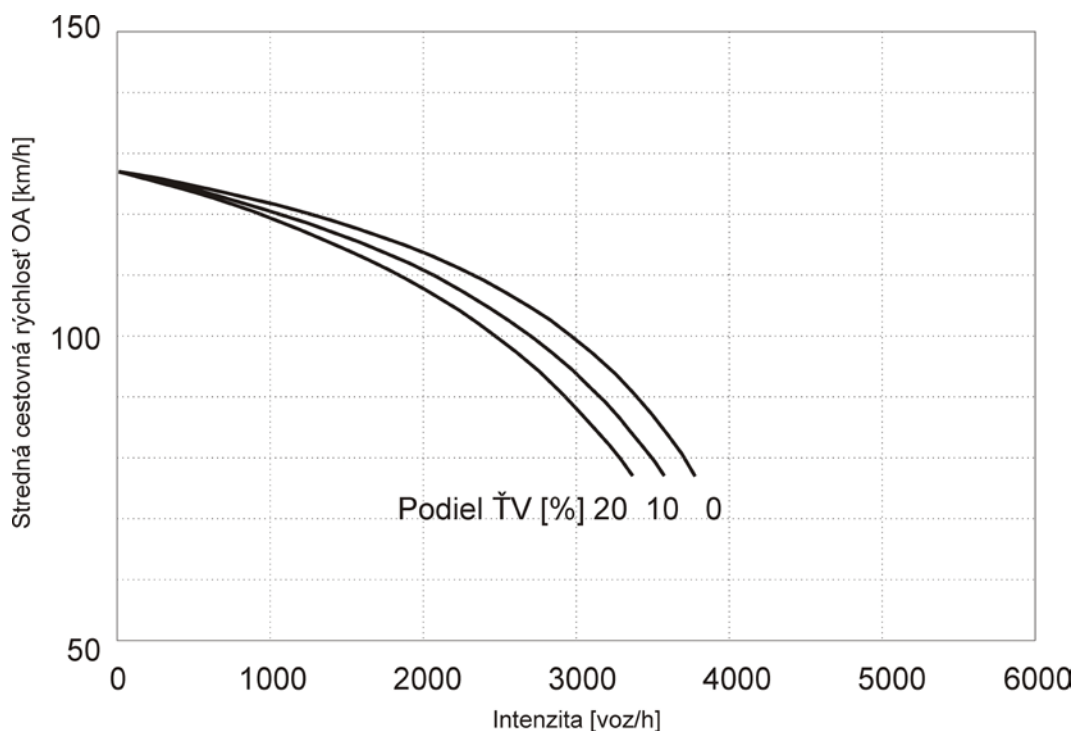
Obrázok 4.3(c) Stredná cestovná rýchlosť OA v závislosti na intenzite dopravného prúdu, stúpanie = 4 % (2-pruhová diaľnica, mimo aglomerácie, bez obmedzenia rýchlosti)



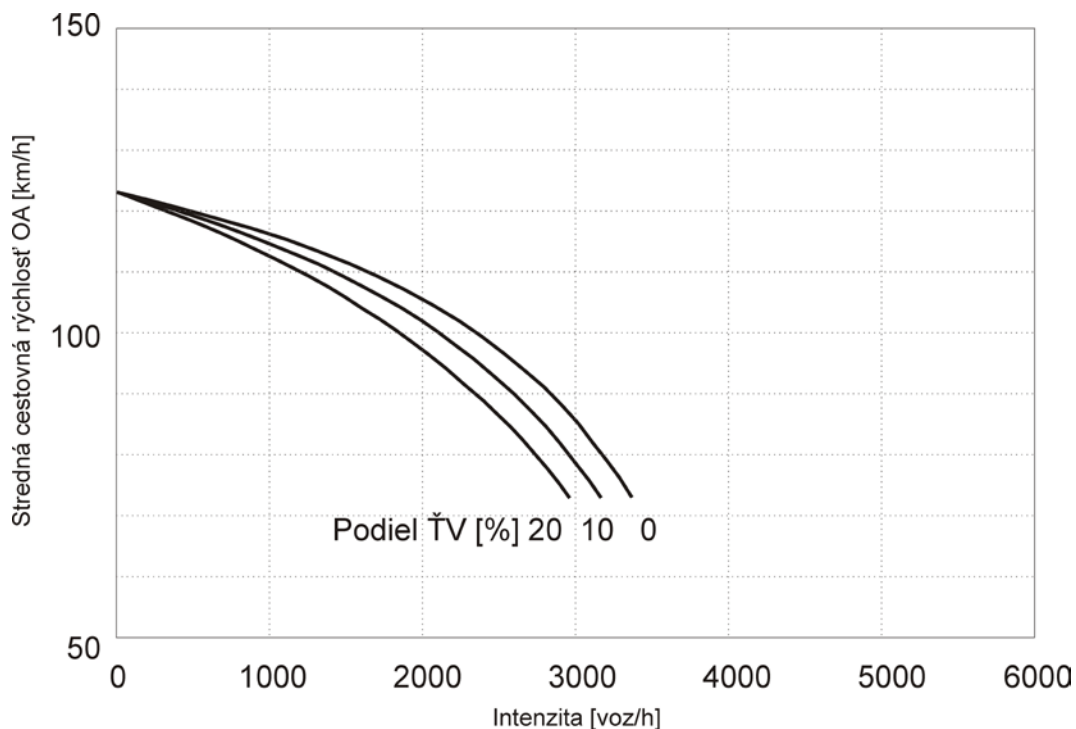
Obrázok 4.3(d) Stredná cestovná rýchlosť OA v závislosti na intenzite dopravného prúdu, stúpanie = 5 % (2-pruhová diaľnica, mimo aglomerácie, bez obmedzenia rýchlosti)



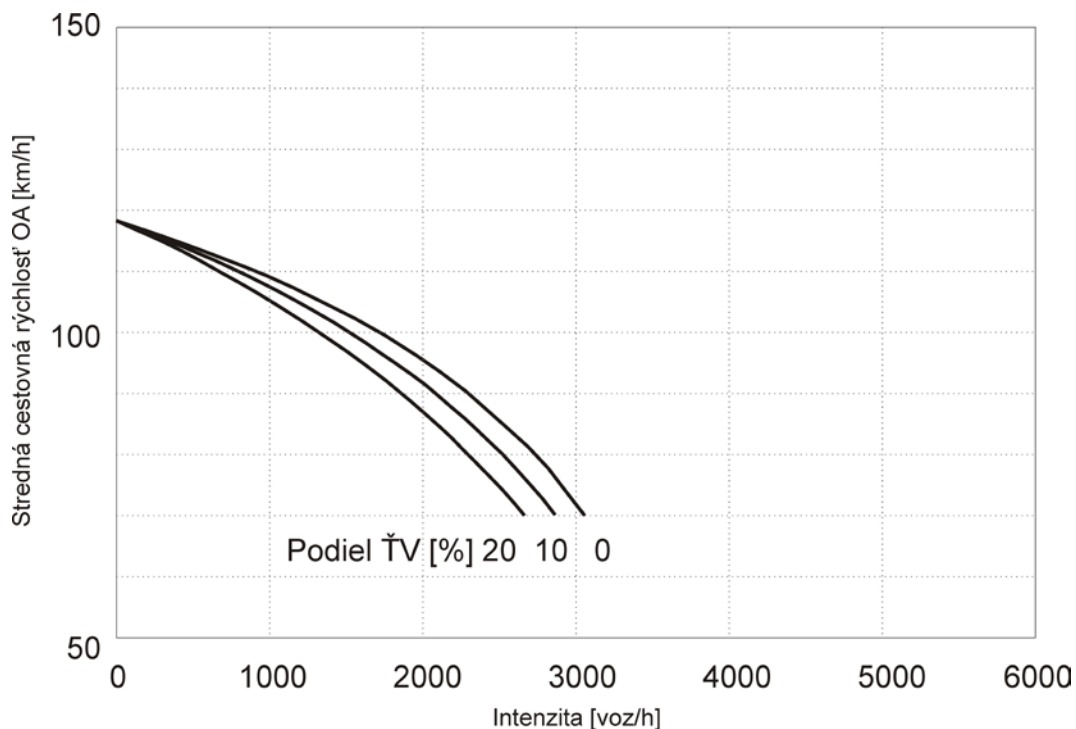
Obrázok 4.4(a) Stredná cestovná rýchlosť OA v závislosti na intenzite dopravného prúdu, stúpanie $\leq 2\%$ (2-pruhová diaľnica, v aglomerácii, bez obmedzenia rýchlosti)



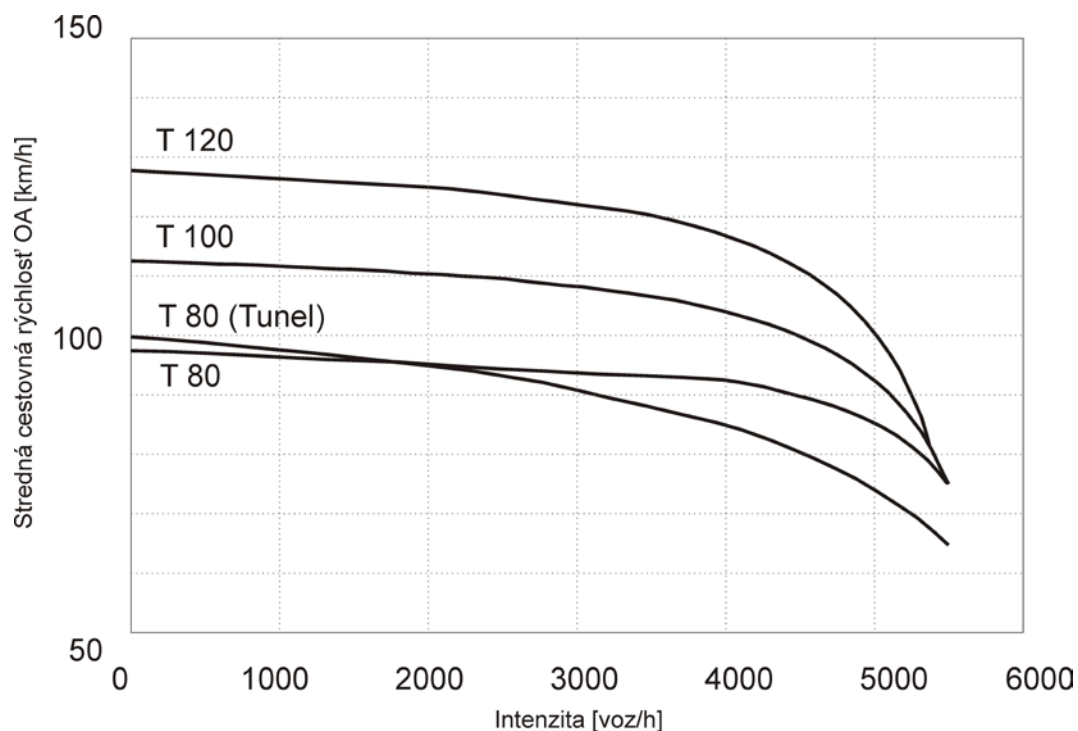
Obrázok 4.4(b) Stredná cestovná rýchlosť OA v závislosti na intenzite dopravného prúdu, stúpanie $= 3\%$ (2-pruhová diaľnica, v aglomerácii, bez obmedzenia rýchlosti)



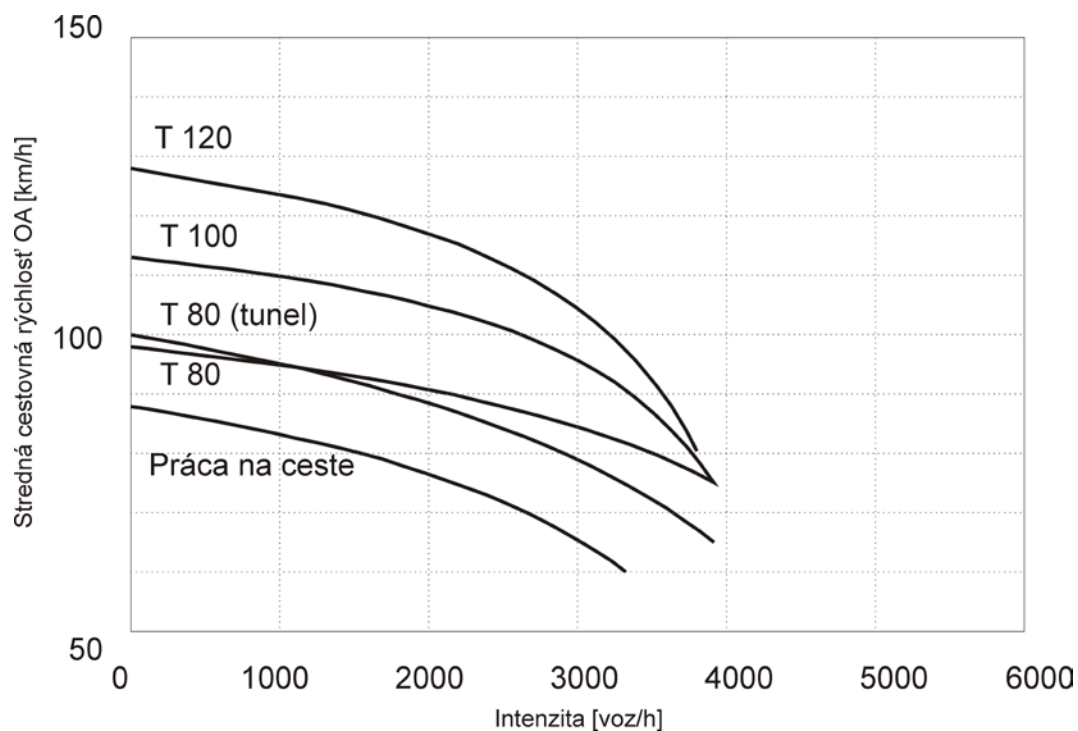
Obrázok 4.4(c) Stredná cestovná rýchlosť OA v závislosti na intenzite dopravného prúdu, stúpanie = 4 % (2-pruhová diaľnica, v aglomerácii, bez obmedzenia rýchlosti)



Obrázok 4.4(d) Stredná cestovná rýchlosť OA v závislosti na intenzite dopravného prúdu, stúpanie = 5 % (2-pruhová diaľnica, v aglomerácii, bez obmedzenia rýchlosti)



Obrázok 4.5 Stredná cestovná rýchlosť OA v závislosti na intenzite premávky (cca 10 % podiel ťažkých vozidiel, 3-pruhová diaľnica mimo aglomerácie, s trvalým obmedzením rýchlosti (platí pre: rovina, klesanie, max. 2 % stúpanie)



Obrázok 4.6 Stredná cestovná rýchlosť OA v závislosti na intenzite premávky (cca 10 % podiel ťažkých vozidiel), 2-pruhová diaľnica mimo aglomerácie, s trvalým obmedzením rýchlosti, alebo práca na ceste (platí pre: rovina, klesanie, max. 2 % stúpanie)

4.5.2 Kapacita

Tabuľky 4.2 a 4.3 zobrazujú kapacitu¹⁾ C pri 2 a 3-pruhových jazdných pásoch diaľnice, bez obmedzenia rýchlosti, dennom svetle a suchej vozovke, ako aj pre rôzny vplyv charakteru pozdĺžneho sklonu (dĺžka ≥ 4 km) a rôzny podiel ťažkých vozidiel (ŤV). V tabuľkách možno interpolovať.

Tabuľka 4.2 Kapacita na 3-pruhových úsekoch bez obmedzenia rýchlosti [voz/h]

Pozdĺžny sklon	mimo AGL			v AGL		
	podiel ŤV			podiel ŤV		
	0 %	10 %	20 %	0 %	10 %	20 %
≤ 2 %	5400	5100	4800	5700	5400	5100
3 %	5000	4750	4450	5300	5000	4700
4 %	4450	4200	3950	4700	4450	4200
5 %	4000	3750	3550	4250	4000	3750

Tabuľka 4.3 Kapacita na 2-pruhových úsekoch bez obmedzenia rýchlosti [voz/h]

Pozdĺžny sklon	mimo AGL			v AGL		
	podiel ŤV			podiel ŤV		
	0 %	10 %	20 %	0 %	10 %	20 %
≤ 2 %	3600	3500	3400	4000	3800	3600
3 %	3350	3250	3150	3750	3550	3350
4 %	2950	2850	2800	3350	3150	2950
5 %	2650	2600	2500	3050	2850	2650

Kapacita diaľničných úsekov s obmedzenou rýchlosťou je v tabuľke 4.4 (platí pre: rovina, klesanie, max. 2 % stúpanie).

Tabuľka 4.4 Kapacita na úsekoch s obmedzením rýchlosti (platí pre: rovina, klesanie, max. 2 % stúpanie)

Počet jazdných pruhov	Obmedzenie rýchlosti	Kapacita [voz/h]		
		Podiel ŤV		
		0 %	10 %	20 %
3	T 120	5700	5400	5100
	T 100 / T 80 / Tunel	5800	5500	5200
2	T 120	4000	3800	3600
	T 100 / T 80 / Tunel	4100	3900	3700
2	práca na ceste 4+0 / 3+1	-	3300	-

4.5.3 Prípustná intenzita dopravy

Pri požadovanej kvalite dopravného prúdu v súlade s tabuľkou 4.1 v čl. 4.4.2 nesmú dimenzačné intenzity presiahnuť intenzity q_{zul} v tabuľkách 4.2 až 4.4.

Tabuľka 4.6 Prípustné intenzity na 2-pruhových jazdných pásoch bez obmedzenia rýchlosti

QSV	Prípustná intenzita na smer [voz/h]					
	mimo AGL			v AGL		
	podiel ŤV			podiel ŤV		
	0 %	10 %	20 %	0 %	10 %	20 %
A	1080	1050	1020	1200	1140	1080
B	1980	1925	1870	2200	2090	1980
C	2700	2625	2550	3000	2850	2700
D	3240	3150	3060	3600	3420	3240
E	3600	3500	3400	4000	3800	3600
F	-	-	-	-	-	-

¹⁾ Kapacita = QSV „E“

V tabuľke 4.7 sú uvedené prípustné intenzity na diaľnici v aglomerácii s obmedzením rýchlosti, platné pre rovinu, klesanie a do max. 2 % stúpania a pre podiel ťažkých vozidiel $\dot{T}V = 10 \%$. Pre odlišný podiel $\dot{T}V$ sa môžu zistiť prípustné intenzity za pomoci kapacity v uvedenej v tabuľke 4.4 a uvedených stupňoch vyťaženia v tabuľke 4.1.

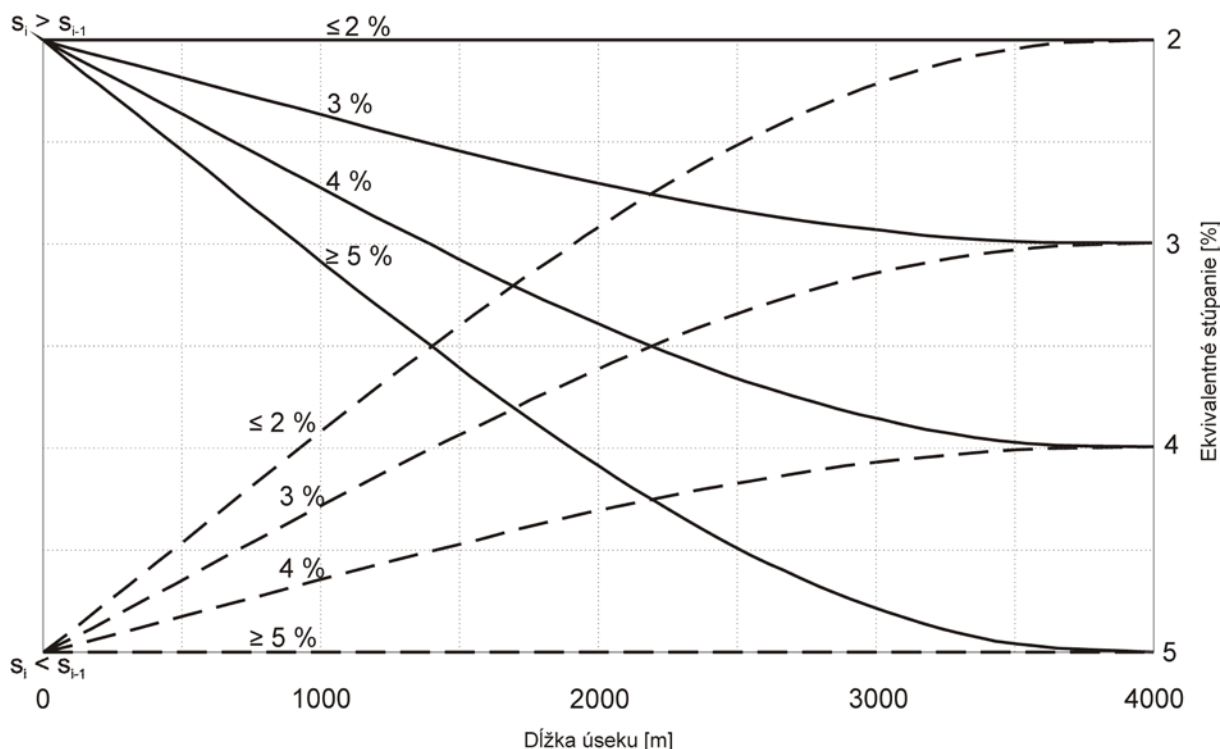
Tabuľka 4.7 Prípustné intenzity pri zníženej rýchlosti

QSV	Prípustná intenzita na smer [voz/h] podiel $\dot{T}V = 10 \%$				
	3-pruh		2-pruh		
	T 120	T 100 / T 80 + tunel	T 120	T 100 / T 80 + tunel	práca na ceste (4+0 / 3+1)
A	1620	1650	1140	1170	990
B	2970	3025	2090	2145	1815
C	4050	4125	2850	2925	2475
D	4860	4950	3420	3510	2970
E	5400	5500	3800	3900	3300
F	-	-	-	-	-

4.5.4 Krátke úseky so sklonom

Obrázky 4.1 až 4.4 platia iba pre úsek s minimálnou dĺžkou 4000 m. Pre kratší úsek v stúpaní pozri obrázok 4.7. Ekvivalentné stúpanie $s_{AQ,i}$ odpovedá stúpaniu o dĺžke 4 km pri rovnakých rýchlostných pomeroch, aké možno nájsť pri úseku so stúpaním s_i a dĺžky $L_i < 4$ km.

Negatívne stúpanie (klesanie) je výpočtovo považované za rovinu.



Obrázok 4.7 Diagram na určenie stúpania na kratších úsekoch

Grafické určenie začína v priesečníku úseku č. i , ktorého sklon je väčší než 2 % a predchádzajúceho úseku so sklonom menším alebo rovným 2 %. Tento postup môže byť aplikovaný aj v tom prípade, ak je predchádzajúci úsek $i-1$ konštantného sklonu väčšieho než 2 % a dĺžky aspoň 4 km.

Vplyv predchádzajúcich úsekov bude zohľadnený ekvivalentným stúpaním $s_{AQ,i-1} = s_{AQ,i-1}^* - s_{i-1}$ a s ekvivalentnou dĺžkou $L_{AQ,i-1} = L_{i-1}$.

1. Určenie prídavnej dĺžky ZL_i s ohľadom na vplyv krátkeho stúpania na úseku č. i .

Ak je prvý úsek so sklonom väčším než 2 %, dodatočná dĺžka $ZL_i = 0$.

V opačnom prípade (t.j. úsek je druhý apod.) pozri obrázok 4.7, kde:

kolmá vzdialenosť priesečníka horizontálnej čiary prechádzajúcej bodom ($L_{AQ,i-1}$; $s_{AQ,i-1}$) s vytvorenou krivkou s_i od ľavej „y“-ovej osi je prídavná dĺžka ZL_i .

2. Výpočet ekvivalentnej dĺžky $L_{AQ,i}$ zo sumy L_i a ZL_i .

Ak je suma väčšia alebo rovná 4000 m, je aj výsledok ekvivalentnej dĺžky $s_{AQ,i}^* = s_i$ a kroky č. 3 a 4 môžu byť preskočené.

3. Určí sa priesečník krivky s_i a vertikálnej čiary kolmo vzdalenej od ľavej osi „y“ o ekvivalentnú dĺžku $L_{AQ,i}$. Takto určeným priesečníkom sa preloží horizontálna čiara, ktorej priesečník s pravou osou „y“ je (po odčítaní na tejto osi) ekvivalentný sklon $s_{AQ,i}$.

4. Zistenie výsledného ekvivalentného sklonu $s_{aq,i}^*$:

$$s_{AQ,i}^* = \min \left(\left(\frac{s_{AQ,i} * L_{AQ,i} - s_{AQ,i-1} * ZL_i}{L_i} \right); s_i \right) \quad \text{pre } s_i > s_{AQ,i-1}$$

$$s_{AQ,i}^* = \max \left(\left(\frac{s_{AQ,i} * L_{AQ,i} - s_{AQ,i-1} * ZL_i}{L_i} \right); s_i \right) \quad \text{pre } s_i < s_{AQ,i-1}$$

(4.2)

Ak je $s_{AQ,i}^* > 2$, tak treba opakovať kroky 1 až 4, pokiaľ sa nedosiahne $s_{AQ,i}^* \leq 2$ %.

Z q - V diagramu (obrázok 4.1 až 4.4¹⁾) pre sklon $s_{AQ,i}^*$ treba odčítať strednú rýchlosť OA. Medziľahlé hodnoty sa získajú interpoláciou.

4.5.5 Rôzne prostredie

Podmienky prostredia ako je tma a mokro spôsobujú zníženie rýchlosti vozidiel. V tme je to zníženie o 5 km/h, pričom za mokra je to až o 10 km/h oproti stavu, ak je svetlo a sucho (pozri tabuľku 4.8).

Tabuľka 4.8 Zníženie rýchlosti z dôvodu tmy a mokra

Zmena podmienok prostredia	ΔV [km/h]	
	$q < 2000$ voz/h	$q \geq 2000$ voz/h
Svetlo - tma	5	
Sucho - mokro	10	7

4.6 Priebeh dopravy na diaľničnom úseku

4.6.1 Úroveň kvality

Čl. 4.5 poskytuje hodnotenie kvality dopravného prúdu každého čiastkového úseku. Pre úsek ako celok (súhrn všetkých čiastkových úsekov) treba k čiastkovým úsekom priradiť číselné ohodnotenia 0 až 5 v súlade s tabuľkou 4.9. Pokiaľ je aspoň jeden čiastkový úsek kvality F, kvalita dopravného prúdu na celkovom úseku je hodnotená stupňom F.

Tabuľka 4.9 - Hodnotenie stupňa kvality dopravy úseku v číslach

QSV	A	B	C	D	E	F
Hodnotenie B	5	4	3	2	1	0

¹⁾ Pre výpočty treba použiť rovnicu 4.5 a tabuľku 4.11

Vážené hodnotenie stupňa kvality diaľničného úseku B_{Ges} o dĺžke L , zloženého z m čiastkových úsekov dĺžky L_i , je harmonický priemer m hodnotení B_i (pozri rovnica 4.3).

$$B_{Ges} = \frac{L}{\sum_{i=1}^m \frac{L_i}{B_i}} \quad (4.3)$$

kde:

B_{Ges} je hodnota stupňa kvality úseku diaľnice [-],

B_i hodnota stupňa kvality čiastkového úseku i [-].

Vypočítané hodnotenie B_{Ges} sa zaokrúhli na celé číslo bežnými matematickými pravidlami. Stupeň kvality dopravného prúdu úseku diaľnice QSV_{Ges} sa odčíta z tabuľky 4.9 pomocou určeného B_{Ges} .

4.6.2 Cestovná rýchlosť

Stredná cestovná rýchlosť V_R na úseku diaľnice dĺžky L vyplýva zo vzorca 4.4:

$$V_R = \frac{L}{\sum_{i=1}^m \frac{L_i}{V_{R,i}}} \quad (4.4)$$

4.6.3 Funkcia a parametre pre popis obrázkov

q-V-diagram (obrázky 4.1 až 4.6)

Funkcia pre znázornenie q-V-diagramu v 4.1 až 4.6 znie:

$$V = \frac{V_0}{1 + \frac{V_0}{L_0 * (C_0 - q)}} \quad \text{pre } q \leq C \quad (4.5)$$

kde:

V je rýchlosť OA,

q intenzita dopravy [voz/h],

C kapacita podľa tabuľky 4.11 [voz/h],

V_0, L_0 a C_0 parametre modelu podľa tabuľky 4.11.

Ekvivalentný sklon (obrázok 4.7)

Funkcia pre znázornenie obrázku 4.7 znie:

Pre $s_i > s_{i-1}$ platí¹⁾:

- pre $L < 3800$ m

$$s_{AQ} = 2 + (-1,1814 * 10^{-11} * L^3 + 2,1922 * 10^{-8} * L^2 + 3,4984 * 10^{-4} * L) * (s - 2)$$

- pre $L \geq 3800$ m

$$s_{AQ} = s$$

Pre $s_i < s_{i-1}$ platí¹⁾:

- pre $L < 3800$ m

$$s_{AQ} = 5 - (-1,1814 * 10^{-11} * L^3 + 2,1922 * 10^{-8} * L^2 + 3,4984 * 10^{-4} * L) * (5 - s)$$

- pre $L \geq 3800$ m

$$s_{AQ} = s$$

¹⁾ Ak $s_i \leq 2$ %, potom pre výpočet $s_i = 2$ %; taktiež ak $s_i \geq 5$ %, potom pre výpočet $s_i = 5$ % pre výpočty treba použiť rovnicu 4.5 a tabuľku 4.11

Tabuľka 4.11 Parametre pre rovnicu 4.5 pre zobrazenie q-V vzťahov

Diaľnica bez obmedzenia rýchlosti													
Pozdĺžny sklon	s ≤ 2 %			s = 3 %			s = 4 %			s = 5 %			
Podiel ŤV [%]	0	10	20	0	10	20	0	10	20	0	10	20	
3-pruh (n = 3) mimo AGL	v ₀	164	172	183	167	178	196	173	191	217	170	192	230
	L ₀	0,143	0,117	0,092	0,130	0,101	0,075	0,104	0,078	0,059	0,100	0,072	0,053
	C ₀	6489	6385	6341	6114	6085	6153	5687	5729	5797	5210	5288	5402
	C	5400	5100	4800	5012	4734	4457	4470	4207	3944	4017	3765	3512
	V _{krit}	80	80	80	77	77	77	73	73	73	70	70	70
3-pruh (n = 3) v AGL	v ₀	142	146	152	141	144	149	147	153	163	141	147	159
	L ₀	0,236	0,181	0,141	0,236	0,193	0,156	0,148	0,123	0,096	0,145	0,121	0,093
	C ₀	6476	6373	6297	6021	5854	5718	5680	5585	5572	5206	5103	5094
	C	5700	5400	5100	5300	5000	4700	4700	4450	4200	4250	4000	3750
	V _{krit}	80	80	80	77	77	77	73	73	73	70	70	70
2-pruh (n = 2) mimo AGL	v ₀	153	156	158	153	156	160	153	157	162	150	157	165
	L ₀	0,340	0,301	0,265	0,315	0,279	0,245	0,271	0,236	0,203	0,252	0,206	0,170
	C ₀	4094	4048	4009	3826	3781	3744	3504	3473	3455	3220	3224	3238
	C	3600	3500	3400	3335	3236	3137	2990	2896	2802	2702	2612	2522
	V _{krit}	80	80	80	77	77	77	73	73	73	70	70	70
2-pruh (n = 2) v AGL	v ₀	148	151	156	151	158	165	152	160	175	162	172	192
	L ₀	0,203	0,187	0,164	0,170	0,139	0,121	0,149	0,125	0,098	0,103	0,090	0,074
	C ₀	4855	4709	4605	4671	4630	4543	4289	4220	4232	4250	4156	4139
	C	4000	3800	3600	3750	3550	3350	3350	3150	2950	3050	2850	2650
	V _{krit}	80	80	80	77	77	77	73	73	73	70	70	70
Diaľnica s obmedzením rýchlosti (podiel ŤV = 10 %)													
Jazdné pruhy	n = 3				n = 2				Práca na ceste (4+0/3+1)				
obmedzenie rýchlosti	T 120	T 100	T 80	Tunel	T 120	T 100	T 80	Tunel					
Obmedzenie rýchlosti a pracovisko	v ₀	134	118	101	114	146	127	118	132	112			
	L ₀	0,497	0,429	0,483	0,118	0,223	0,216	0,094	0,073	0,087			
	C ₀	5800	5978	6097	6770	4590	4747	6067	5650	4798			
	C	5400	5500	5500	5500	3800	3900	3900	3900	3300			
	V _{krit}	80	75	75	65	80	75	75	65	60			

4.7 Postup výpočtu, výpočtový formulár

V čl. 4.2 až 4.6 je vysvetlená metóda výpočtu pre hodnotenie kvality dopravného prúdu na diaľničných úsekoch, pričom v tomto článku sú uvedené teoretické poznatky zhrnuté.

Pre vyplnenie kontrolného formulára (slúžiaceho na uľahčenie vykonania posúdenia) treba zadefinovať:

- 1) stanoviť kategóriu cesty,
- 2) určenie požadovanej cestovnej rýchlosti V_B (na základe požiadaviek návrhu cesty),
- 3) voľba priečného rezu,
- 4) stanovenie línie vedenia a výškovej mapy (pozri čl. 4.3.1),
- 5) zadefinovanie požadovaného stupňa kvality dopravného prúdu,
- 6) výpočet dimenzačného prúdu q_B , ako aj podiel ťažkej dopravy b_{SV} (pozri čl. 4.2.1 a kapitolu 2),
- 7) súpis veličín vplyvu (pozri čl. 4.3):
 - a) pozdĺžny sklon s nachádzajúci sa na dĺžke L ,
 - b) počet jazdných pruhov n ,
 - c) poloha úseku (v aglomerácii/mimo aglomerácie),
 - d) podiel ŤV (b_{SV}),
 - e) zníženie rýchlosti.
- 8) vytváranie čiastkových úsekov (pozri čl. 4.2.3) s viazanými podmienkami v súlade s bodom 7),
- 9) výpočet ekvivalentného stúpania s_{AQ} čiastkového úseku (pozri čl. 4.5.4),
- 10) pre každý čiastkový úsek i je potrebné:
 - poznať dimenzačnú intenzitu dopravy q_B (bod 1),
 - určiť: dosiahnuteľný stupeň kvality QSV_i a OA-cestovnú rýchlosť $V_{R,i}$ (pozri čl. 4.4 a 4.5).
- 11) zhrnutie výsledkov pozorovania na úseku diaľnice (pozri čl. 4.6).

Formulár 1: Dosiahnuteľnosť kvality dopravného prúdu pri dimenzačnej intenzite						
Diaľničný úsek:						
1	Čiastkový úsek č. i					
2	Kategória cesty					
3	Požadovaná cestovná rýchlosť	V_B [km/h]				
4	Profil					
5	Požadovaná úroveň kvality (tabuľka 4.1)	QSV [-]				
6	Dimenzačná intenzita dopravy	q_B [voz/h]				
7	Pozdĺžny sklon o dĺžke L_i	s_i [%]				
8	Dĺžka	L_i [m]				
9	Počet jazdných pruhov na smer	n [-]				
10	Poloha úseku					
11	Podiel ŤV	b_{SV} [%]				
12	Obmedzenie rýchlosti	[km/h]				
13	Dodatková dĺžka úseku i (obrázok 4.7)	ZL_i [m]				
14	Ekvivalentná dĺžka úseku i (obrázok 4.7)	$L_{AQ,i}$ [m]				
15	Ekvivalentný sklon úseku i (obrázok 4.7)	$s_{AQ,i}$ [%]				
16	Výsledný ekvivalentný sklon (rovnica 4.2)	$s_{AQ,i}^*$ [%]				
17	Dosiahnuteľná kapacita (v závislosti od $s_{AQ,i}$) (tabuľka 4.2 a 4.3)	C_i [voz/h]				
18	Stupeň vyťaženia (vzorec 4.1)	a [-]				
19	Dosiahnuteľná úroveň kvality (tabuľka 4.1)	QSV $_i$ [-]				
20	Zhodnotenie QSV (tabuľka 4.9)	B_i [-]				
21	Dosiahnuteľná rýchlosť (obrázok 4.1 až 4.6)	$V_{R,i}$ [km/h]				
22	OA-cestovná rýchlosť (úsek diaľnice) (rovnica 4.4)	$V_{R,Ges}$ [km/h]				
23	Zhodnotenie QSV (úsek diaľnice) (rovnica 4.3)	B_{Ges} [-]				
24	QSV podľa B_{Ges} (úsek diaľnice) (tabuľka 4.9)	QSV $_{Ges}$ [-]				

5 Mimoúrovňové križovatky

5.1 Úvod

5.1.1 Úloha a oblasť použitia

Nasledovná výpočtová metodika sa používa na určenie kvality dopravného prúdu v rámci analyzovaných častí mimoúrovňových križovatiek.

V rámci mimoúrovňových križovatiek potenciálne nastávajú konfliktné situácie iba vo forme pripájania, odpájania a priedpletu. V porovnaní s križovatkou úrovňovou obsahuje menej kolíznych bodov. Napriek uvedeným výhodám sa aj mimoúrovňová križovatka v rámci cestnej siete môže javiť ako problémové miesto – tzn. kapacita a kvalita dopravných prúdov diaľničných úsekov môže byť ovplyvnená zmieňovanými mimoúrovňovými križovatkami.

Mimoúrovňová križovatka pozostáva z jednej alebo viacerých čiastkových križovatiek:

- vjazd,
- priedpletový úsek,
- výjazd.

Kvalita dopravného prúdu má byť preskúmaná pre všetky čiastkové križovatky, pričom je dôležité, aby sa v každej čiastkovej križovatkovej dosiahla minimálna požadovaná kvalita dopravného prúdu. Tá má byť zhodná s kvalitou dopravného prúdu v medzikrižovatkovom úseku (pozri kapitolu 4).

Pre zharmonizovanie dopravných prúdov sa môžu použiť prevádzkové opatrenia (napr. signálna tabuľa pre jazdné pruhy...).

Vjazd

Výpočtová metodika platí pre vjazdy typu E1, E2, E3, E4 a E5 na priebežných hlavných jazdných pásoch (pozri obrázok 5.1, čl. 5.5.1).

Priedpletový úsek

Výpočtová metodika platí pre priedpletové úseky na priedpletových jazdných pásoch typu VR 1 (pozri obrázok 5.6 hore, čl. 5.6.1) a pre priedpletové úseky na priebežných hlavných jazdných pásoch typu V 1 (pozri obrázok 5.6 dole).

Výjazd

Výpočtová metodika je platná pre výjazdy: A1, A2, A3 a A4 (pozri obrázok 5.10, čl. 5.7.1).

5.2 Plánovacie podklady

5.2.1 Intenzity

Predpokladom pre použitie predmetnej metodiky je znalosť návrhovej intenzity q_B . Tá sa určí v súlade s kapitolou 3.

Pri mimoúrovňových križovatkách je (vo všeobecnosti) potrebné poznať intenzitu všetkých dopravných prúdov q vo vozidlách za hodinu, ako aj podiel ťažkých vozidiel b_{SV} .

Znalosti o zaťažení jednotlivých jazdných pruhov sú síce vhodné, ale nie sú nevyhnutné pre použitie výpočtovej metodiky.

5.2.2 Návrh križovatky

Použitie tejto metodiky je možné za splnenia predpokladu, že celková posudzovaná mimoúrovňová križovatka s jej vjazdmi (polomer pripájacej rampy, dĺžka pripojovacieho pruhu), priedpletovými úsekmi (dĺžka priedpletového úseku) a výjazdmi (polomer odpájacej rampy, dĺžka výjazdového pruhu) je navrhnutá v zmysle platných noriem; pozdĺžny sklon hlavnej cesty má byť maximálne 2 %.

Ďalej sa predpokladá plynulé pripojenie pripájajúceho sa dopravného prúdu (prispôbením sa rýchlosti priebežného dopravnému prúdu).

Na skutočnosť 2-pruhového výjazdu je značením včasne upozornené.

5.2.3 Tvorba čiastkových úsekov

Mimoúrovňové križovatky na jednosmerných jazdných pásoch sa pre účely použitia metodiky delia na čiastkové križovatky:

- vjazd,
- prieplet,
- výjazd.

Pre všetky čiastkové križovatky treba vykonať výpočty podľa čl. 5.5, 5.6 alebo 5.7.

5.3 Ovplyvňujúce veličiny

5.3.1 Vedenie cesty

V predmetnom postupe hodnotenia kvality dopravných prúdov nie sú (z nedostatku empirických skúseností) zahrnuté parametre konštrukčných prvkov (ako napr. pozdĺžny sklon a polomer rampy).

Úzka rampa alebo veľké sklony môžu spôsobiť zníženie rýchlosti pripájajúcich sa vozidiel. V prípade, že pripájajúce sa vozidlo má v časti vrchu ostrovčeka rýchlosť nižšiu ako 60 km/h, musí byť dodržaný postup uvedený v čl. 5.5.3.

Pri priepletových úsekoch na priepletových pásoch môže byť poloha priepletového pásu "hore", alebo "dole", majúca vplyv na dopravný prúd. "Hore" nachádzajúci priepletový pás znamená stúpajúcu vjazdovú rampu. Pri takomto stave bude uvedený vplyv zohľadnený iba pre ŤV. Detailnejšie inštrukcie sú uvedené v čl. 5.3.4.

5.3.2 Prierez

Platí predpoklad, že predmetná mimoúrovňová križovatka je navrhnutá v zmysle platných predpisov. Ďalej sa predpokladá, že vplyv šírky jazdného pruhu - vrátane rozšírenia v zákrute - nemá na výpočet vplyv.

Naopak - počet jazdných pruhov má výrazný vplyv na kapacitu a kvalitu dopravného prúdu.

Mimoúrovňová križovatka – resp. aj každá jej časť – je navrhovaná v zmysle platných noriem (štandardný typ vjazdu, priepletu, výjazdu). V zmysle uvedených typov je následne vykonávané posúdenie križovatky.

5.3.3 Funkcia a poloha diaľničných úsekov

Analýza dopravného prúdu vykazuje významné a systematické rozdiely podľa funkcie a polohy diaľničného úseku v rámci diaľničnej siete. Z uvedeného dôvodu sú diaľničné úseky v kapitole 4 rozlišované podľa polohy na:

- v aglomerácii,
- mimo aglomerácie.

Uvedené rozlišovanie je v tejto kapitole použité pri posudzovaní kvality dopravných prúdov na jednosmernom jazdnom páse mimoúrovňovej križovatky.

5.3.4 Podiel ťažkých vozidiel

Vplyv ŤV na kvalitu dopravného prúdu sa zohľadňuje rôznym spôsobom.

V rámci čiastkovej križovatky pri posudzovaní jednotlivých jazdných manévrov vozidiel (vjazd, prieplet, výjazd) sa pre zohľadnenie rozdielných jazdných vlastností a rozličných dĺžok vozidiel osobných (OA) a ťažkých vozidiel (ŤV) prepočítava na jednotkové vozidlá [j.v.].

Vo všeobecnosti je počítané s ekvivalentom 1 ŤV = 2,0 j.v. Pri "hornom" spojení pripájajúcej rampy treba zvýšiť uvedený ekvivalent na 3,0 j.v. (pozri čl. 5.3.1).

Pre posúdenie dopravného prúdu na profile za príslušnou čiastkovou križovatkou treba – v súlade s kapitolou 4 – počítať s intenzitou vo [voz/h] s príslušným podielom ŤV.

5.3.5 Riadiace podmienky

Zníženie rýchlosti na priebežnom hlavnom jazdnom páse taktiež ovplyvňuje vjazdovú a výjazdovú rýchlosť na mimoúrovňových križovatkách.

Avšak doposiaľ neexistujú relevantné poznania o dôsledkoch zníženia rýchlosti vozidiel na kapacitu mimoúrovňových (resp. čiastkových) križovatiek.

Preto tento vplyv nebude pri posudzovaní kvality pripájajúcej sa, alebo odpájajúcej sa dopravy zohľadňovaný.

Vplyv predbiehania ŤV na priebežných hlavných jazdných pásoch na dopravu mimoúrovňových križovatiek nie je v súčasnosti známy.

5.3.6 Podmienky okolia

Výpočtová metodika platí pre podmienky denného svetla (resp. osvetlené okolie) a suchý povrch.

5.4 Kvalita dopravných prúdov

5.4.1 Kritéria kvality

Kritéria na hodnotenie kvality dopravného prúdu na diaľniciach sú založené na priemernej cestovnej rýchlosti osobného vozidla. Pri mimoúrovňovej križovatke platí stredná (lokálna) rýchlosť na priebežnom jazdnom páse hlavnej cesty iba na veľmi krátkom úseku. Preto má (z hľadiska plánovania cestnej siete) iba nižšiu dôležitosť. Navyše sa tieto rýchlosti menia v závislosti na premenných (vedenie trasy, riadenie dopravy, atď.) bez ohľadu výraznejšieho dopravného zaťaženia. Ako príklad možno uviesť rýchlosť, ktorá je na slučkovej rampe výrazne nižšia, ako pri rampe tangenciálnej.

Miera kvality dopravného prúdu pri mimoúrovňových križovatkách na jednosmerných jazdných pásoch je preto analogická k diaľničným úsekom – je ňou stupeň vyťaženia. Ten charakterizuje voľnosť pohybu vozidla v dopravnom prúde.

$$a = \frac{q_B}{C} \quad (5.1)$$

V rámci každej jednotlivej čiastkovej križovatky (vjazd, priepletový úsek, výjazd) je potrebné, aby sa kvalita dopravného prúdu posúdila na viacerých prierezoch. To je možné za pomoci stupňa vyťaženia (podľa postupu uvedeného v kapitole 4), pričom je rozhodujúci najhorší z posudzovaných prierezov.

5.4.2 Stupne kvality dopravného prúdu

Na hodnotenie stupňa kvality dopravného prúdu od A po F platia tolerančné medze stupňa vyťaženia podľa tabuľky 5.1.

Tabuľka 5.1 Tolerančné medze stupňa vyťaženia pre určenie stupňa kvality

QSV	Stupeň vyťaženia [-]
A	≤ 0,30
B	≤ 0,55
C	≤ 0,75
D	≤ 0,9
E	≤ 1
F	-

Jednotlivé stupne kvality znamenajú:

Stupeň A:

Účastníci cestnej dopravy sú zriedka ovplyvňovaní ostatnými vodičmi. Môžu bez akejkoľvek ujmy vykonávať jazdné manévry. Stupeň vyťaženia je veľmi nízky. Rýchlosti na vjazde, priplete a výjazde sú vysoké. Dopravný prúd je voľný.

Stupeň B:

Možnosť jazdy/manévrov zúčastnených vozidiel (v rámci dopravného prúdu) je v malom rozsahu vzájomne ovplyvnená. Nevýhody z toho vyplývajúce – ako napr. potreba prispôsobiť rýchlosť vozidla ostatným vozidlám – sú ťažko postrehnuteľné. Dopravný prúd je skoro voľný.

Stupeň C:

Prítomnosť ostatných užívateľov komunikácie je už citeľná. Neobmedzená voľnosť pohybu je už nedosiahnuteľná. Stupeň vyťaženia sa nachádza približne v strede. Vodiči musia spomaľovať. Priebeh dopravy je stabilný.

Stupeň D:

Všetci účastníci cestnej premávky (v rámci uvažovaného prúdu) musia znášať prekážky, ktoré sa vyskytujú skoro pri každej zmene jazdného pruhu (vznik konfliktných situácií). Stupeň vyťaženia je vysoký. Stredná rýchlosť vozidiel klesá. Priebeh dopravy je ešte stabilný.

Stupeň E:

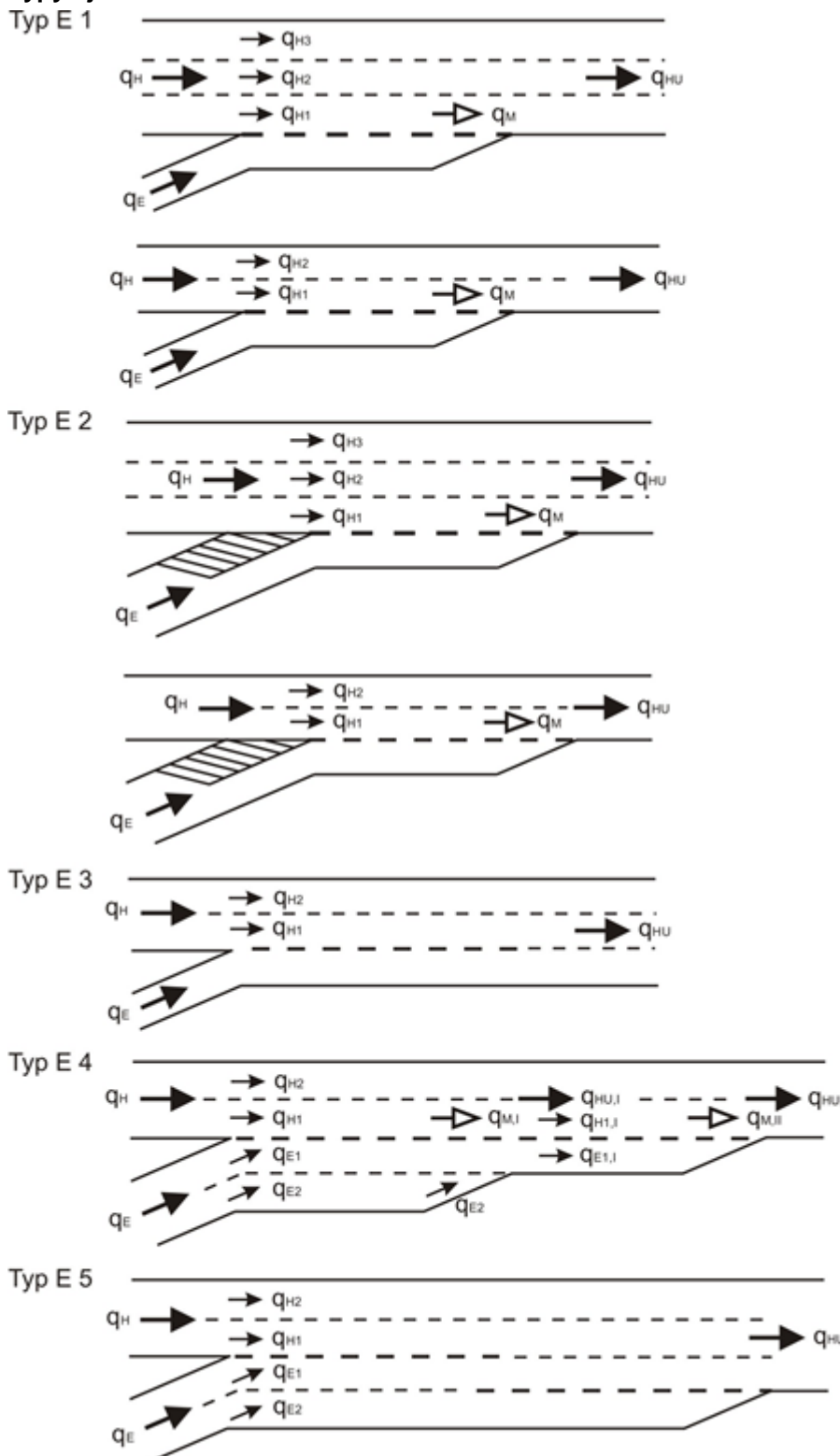
Vozidlá sa väčšinou pohybujú nízkymi rýchlosťami v kolónach. Potrebná zmena pruhu je možná len pretože sa jazdí do bezpečnostných medzier medzi vozidlami na pripájacom pruhu. Stupeň saturácie je veľmi vysoký. Výskyt malých, alebo krátkodobých nárastov intenzít môže spôsobiť dopravné kongescie, resp. až zastaviť dopravu. Prekážky v dopravnom prúde už nie sú obmedzené len na niektoré čiastkové križovatky. Už aj pred pripájacou rampu sa v priebežnom jazdnom pruhu vyskytujú narušenia v dopravnom prúde. Úroveň dopravy sa mení zo stabilnej na nestabilnú. Kapacita je dosiahnutá.

Stupeň F:

Počet prichádzajúcich vozidiel na križovatke je väčší, ako je jej kapacita. Doprava kolabuje, napr. prichádza k zastavovaniu a státiu, tento stav sa strieda so „stop-and-go“ prevádzkou. Situácia sa sama vyrieši len po značnom poklese dopravy. Križovatka je preťažená.

5.5 Doprava na vjazde

5.5.1 Typy vjazdov



Obrázok 5.1 Typy vjazdov (schematické) a označenie jazdných prúdov

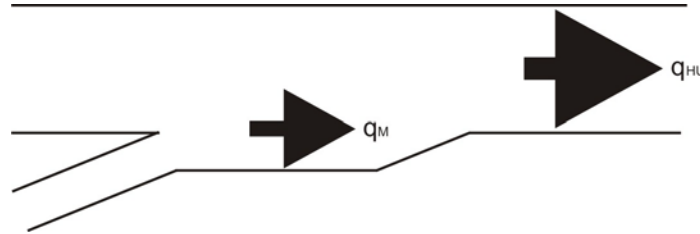
5.5.2 Kapacity

Kapacita vjazdu - ako časti mimoúrovňovej križovatky - je určená kapacitou v dvoch kritických oblastiach (pozri obrázok 5.2):

- maximálnou pripájajúcou sa intenzitou,
- kapacitou hlavnej cesty za vjazdom.

Vjazd má iba vtedy dostatočujúcu kapacitu, pokiaľ je v oboch oblastiach očakávaná intenzita menšia, ako je kapacita.

Požadovaná kvalita dopravného prúdu je len vtedy považovaná za vyhovujúcu, ak môže byť pre obe oblasti (používajúc postup v čl. 5.5.4 a 5.5.5) preukázaná najnižšia požadovaná kvalita. Znamená, že najhorší stupeň je smerodajný.



Obrázok 5.2 Kritické oblasti vjazdu

Maximálna pripájacia sa intenzita q_M je 2200 j.v./h. Ak pri úzkej rampe alebo veľkom stúpaní vchádzajú vozidlá s rýchlosťou nižšou ako 60 km/h (rýchlosť vo výške vrcholu ostrovčeka), musí byť táto hodnota (2200 j.v./h) zredukovaná o 10 %.

Kapacita hlavnej cesty za vjazdom sa stanoví podľa kapitoly 4, čl. 4.5.2, tabuľky 4.2 až 4.4. Relevantné kapacity mimoúrovňových križovatiek podľa kapitoly 4 sú sumarizované a uvedené v tabuľke 5.2 a tabuľke 5.3. Kapacity sú udávané vo [voz/h] a v závislosti od podielu ŤV - b_{SV} , ako aj od ďalších ovplyvňujúcich veličín.

Tabuľka 5.2 Kapacita priebežných hlavných jazdných pásov bez obmedzenia rýchlosti v rámci mimoúrovňovej križovatky (platí pre: rovinu, spád alebo stúpanie do 2 % (podľa tabuľky 4.2 a 4.3))

Počet jazdných pruhov	Poloha	Kapacita [voz/h]		
		Podiel ŤV [%]		
		0	10	20
3	mimo aglomerácie	5400	5100	4800
	v aglomerácii	5700	5400	5100
2	mimo aglomerácie	3600	3500	3400
	v aglomerácii	4000	3800	3600

Tabuľka 5.3 Kapacita priebežných hlavných jazdných pásov s obmedzením rýchlosti v rámci mimoúrovňovej križovatky (platí pre: rovinu, spád alebo stúpanie do 2 % (podľa tabuľky 4.4))

Počet jazdných pruhov	Poloha	Kapacita [voz/h]		
		Podiel ŤV [%]		
		0	10	20
3	T120	5700	5400	5100
	T100 / T80	5800	5500	5200
2	T120	4000	3800	3600
	T100 / T80	4100	3900	3700

V prípade dynamického riadenia rýchlosti premávky sa kapacita hlavnej cesty určí podľa tabuľky 5.3, riadok „T100/T80“.

Kapacita jednopruhového priepletového pásu za vjazdom je približne 1800 voz/h.

5.5.3 Priebeh zaraďovania vozidiel

Požadované nároky na kvalitu dopravného prúdu pripájajúcich sa vozidiel spĺňa tabuľka 5.1, uvedená v čl. 5.4.2, pričom pripájajúca sa intenzita q_M a nesmie prekročiť prípustnú intenzitu $q_{M,zul}$. Podľa tabuľky 5.1 môže byť vypočítaná prípustná intenzita pripájajúcej sa dopravy pre rôznu úroveň kvality dopravného prúdu (pomocou stupňa saturácie a kapacity) 2200 j.v./h.

V tabuľke 5.4 sú uvedené prípustné pripájajúce sa intenzity pre vjazdy typu E1 až E5:

Tabuľka 5.4 Prípustná intenzita pripájajúcich sa vozidiel¹⁾ pre vjazdy E1 až E5

QSV	Prípustná intenzita pripájajúcich sa vozidiel [j.v./hod]
A	660
B	1210
C	1650
D	1980
E	2200
F	-
¹⁾ platí pre prípad, že vo výške ostrovčeka je dosiahnutá rýchlosť aspoň 60 km/h; v opačnom prípade treba údaj znížiť až o 10 %	

Pokiaľ sú k dispozícii dimenzačné intenzity dopravy pre jednotlivé jazdné pruhy, môže sa stanoviť prípustná intenzita pripájajúcej sa dopravy q_M v jednoduchých prípadoch výpočtom. Tá sa v prípade vjazdov typu E1 a E2 skladá z intenzít vozidiel v pravom jazdnom pruhu priebežného prúdu Q_{H1} a vstupujúceho dopravného prúdu Q_E (pozri obrázok 5.1):

$$q_M = q_{H1} + q_E \quad (5.2)$$

kde:

q_M je smerodajná intenzita pripájajúcej sa dopravy [j.v./h],

q_{H1} intenzita na pravom jazdnom priebežného jazdného pásu vo výške ostrovčeka [j.v./h],

q_E intenzita pripájajúceho sa dopravného prúdu [j.v./h].

Pre typy vjazdu E3 a E5 môže preukázanie pripájajúcej sa intenzity na základe sčítania intenzít jednotlivých jazdných pruhov odpadnúť.

Pri type E4 s dvojpruhovou pripojovacou rampou je predpokladané, že sa intenzita rovnako rozdelí medzi oba jazdné pruhy:

$$q_{E1} = q_{E2} = 0,5 * q_E$$

Typ vjazdu E4 sa považuje za dva priamo za sebou ležiace jednotlivé vjazdy. Preto je oblasť vjazdu rozdelená na dve časti. Do prvej vchádzajú vozidlá z ľavého jazdného pruhu vjazdovej rampy. V druhej časti sa zaraďujú do priamo idúceho jazdného pásu tie vozidlá, ktoré sa predtým nachádzali v pravom jazdnom pruhu vjazdovej rampy a až v strede celej vjazdovej oblasti prešli na zostávajúci zaraďovací pruh.

Podľa toho sú pri vjazde typu E4 dva druhy dopravy, ktoré sa zaraďujú:

$q_{M,I}$ – intenzita na pravom pruhu priebežného hlavného jazdného pásu za prvou časťou zaraďovania

$$q_{M,I} = q_{H1} + q_{E1} \text{ [j.v./h]}$$

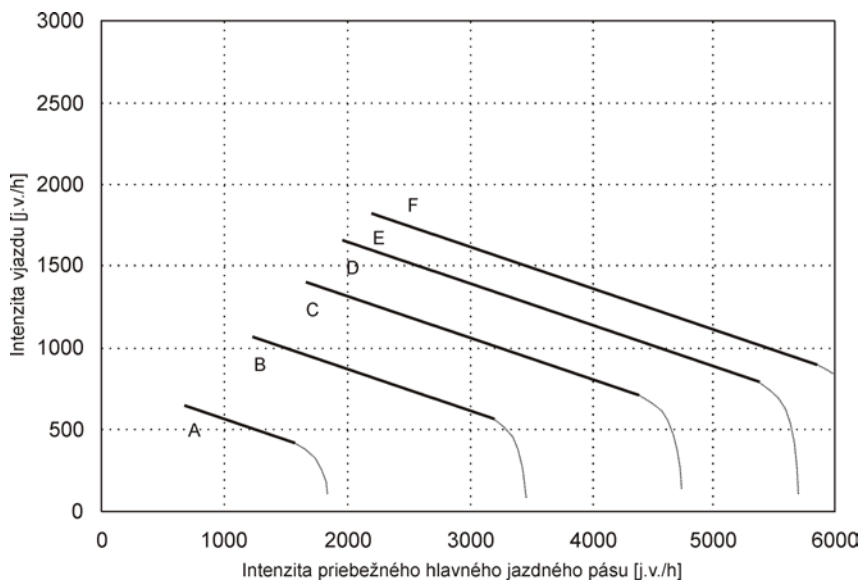
$q_{M,II}$ – intenzita na pravom pruhu priebežného hlavného jazdného pásu za druhou časťou zaraďovania

$$q_{M,II} = q_{H1,I} + q_{E1,I} = q_{H1,I} + q_{E2} \text{ [j.v./h]}$$

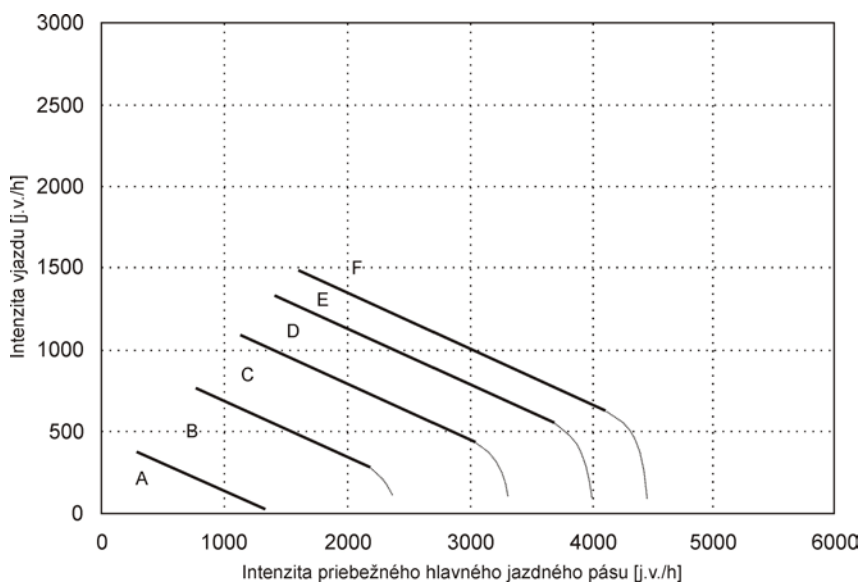
V reze medzi prvou a druhou časťou vjazdu sa intenzita $q_{HU,I} = q_H + q_{E1}$ zmení na novú intenzitu dopravy vozidiel zostávajúcich na pravom jazdnom pruhu priebežného jazdného pásu $q_{H1,I}$, ktorá je rozhodujúca na dimenzovanie intenzity dopravy zaraďujúcich sa vozidiel v druhej časti vjazdu.

Stanovenie intenzity dopravy pripájajúcich sa vozidiel je v mnohých praktických prípadoch spojené s neistotou, najmä ak treba odhadnúť intenzitu dopravy v pravom jazdnom pruhu hlavného pásu vo výške ostrovčeka.

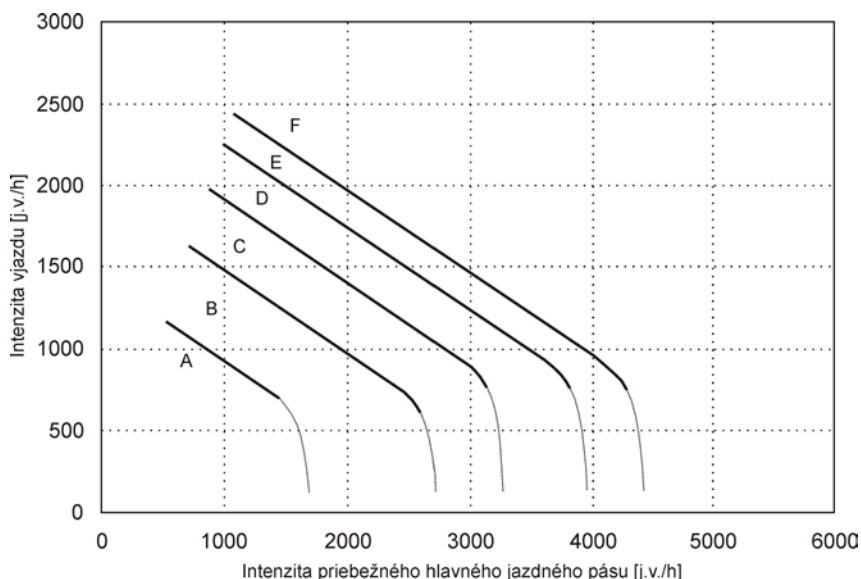
Pre praktickú aplikáciu boli vytvorené diagramy. V nich slúžia návrhové intenzity vstupujúcich dopravných prúdov q_E a dopravných prúdov na priebežných hlavných jazdných pásoch pred vjazdom q_H bezprostredne ako vstupné veličiny.



Obrázok 5.3 Stupeň kvality dopravných prúdov pre priebeh zaradovania v závislosti od intenzity dopravy priebežných hlavných jazdných pásov a intenzity vjazdu pre typ vjazdu E1 a E2 na 3-pruhovom jednosmernom jazdnom páse



Obrázok 5.4 Stupeň kvality dopravných prúdov pre priebeh zaradovania v závislosti od intenzity dopravy priebežných hlavných jazdných pásov a intenzity vjazdu pre typ vjazdu E1 a E2 na 2-pruhovom jednosmernom jazdnom páse



Obrázok 5.5 Stupeň kvality dopravných prúdov pre priebeh zaraďovania v závislosti od intenzity dopravy priebežných hlavných jazdných pásov a intenzity vjazdu pre typ vjazdu E4 na 2-pruhovom jednosmernom jazdnom páse

5.5.4 Prierez za vjazdom

Smerodajná návrhová intenzita priebežného hlavného jazdného pásu za vjazdom - q_{HU} – uvedená vo [voz/h], sa pri všetkých typoch vjazdu skladá z intenzity dopravných prúdov priebežných hlavných jazdných pásov pred vjazdom - q_H a pripájajúcich sa vozidiel q_E (pozri obrázok 5.1).

$$q_{HU} = q_H + q_E \quad (5.3)$$

kde:

- q_{HU} je intenzita na hlavnom jazdnom páse za vjazdom (návrhová intenzita) [voz/h],
- q_H intenzita na priebežnom hlavnom jazdnom páse pred vjazdom [voz/h],
- q_E intenzita pripájajúceho sa prúdu [voz/h].

Pretože do posúdenia prierečného rezu za vjazdom treba dosadzovať údaje zaťaženia vo vozidlách, je potrebné určiť podiel ŤV (b_{SV}).

V súvislosti s požiadavkami na kvalitu dopravných prúdov (v súlade s tabuľkou 5.1 v čl. 5.4.2) nesmú intenzity hlavných jazdných pásov za vjazdom - q_{HU} – prekročiť prípustné intenzity q_{zul} . Podľa tabuľky 5.1 môže byť vypočítaná prípustná intenzita q_{zul} pre každú úroveň kvality dopravy pri danom stupni vyťaženia a kapacity (tabuľka 5.2). Je potrebné postupovať podľa kapitoly 4, čl. 4.5.3 a použiť tabuľky 4.5 až 4.7. Prípustné intenzity mimoúrovňových križovatiek sú uvedené v tabuľkách 5.5 až 5.7.

Tabuľka 5.5 Prípustné intenzity na 3-pruhovom jednosmernom jazdnom páse bez obmedzenia rýchlosti (podľa tabuľky 4.5)

QSV	Prípustná intenzita [voz/h]					
	Mimo aglomerácie			V aglomerácii		
	Podiel ŤV					
	0 %	10 %	20 %	0 %	10 %	20 %
A	1620	1530	1440	1710	1620	1530
B	2970	2805	2640	3135	2970	2805
C	4050	3825	3600	4275	4050	3825
D	4860	4590	4320	5130	4860	4590
E	5400	5100	4800	5700	5400	5100
F	-	-	-	-	-	-

Tabuľka 5.6 Prípustné intenzity na 2-pruhovom jednosmernom jazdnom páse bez obmedzenia rýchlosti (podľa tabuľky 4.6)

QSV	Prípustná intenzita [voz/h]					
	Mimo aglomerácie			V aglomerácii		
	Podiel ŤV					
	0 %	10 %	20 %	0 %	10 %	20 %
A	1080	1050	1020	1200	1140	1080
B	1980	1925	1870	2200	2090	1980
C	2700	2625	2550	3000	2850	2700
D	3240	3150	3060	3600	3420	3240
E	3600	3500	3400	4000	3800	3600
F	-	-	-	-	-	-

Tabuľka 5.7 Prípustná intenzita na jednosmernom jazdnom páse s obmedzením rýchlosti (podľa tabuľky 4.7)

QSV	Prípustná intenzita na smer [voz/h]			
	Podiel ŤV = 10%			
	3-pruh		2-pruh	
	T120	T100/T80	T120	T100/T80
A	1620	1650	1140	1170
B	2970	3025	2090	2145
C	4050	4125	2850	2925
D	4860	4950	3420	3510
E	5400	5500	3800	3900
F	-	-	-	-

V prípade správneho riadenia dynamicky riadeným obmedzovaním rýchlosti odpovedajú prípustné intenzity tabuľke 5.7 - stĺpec T100/T80.

Pre jednopruhovú priepletovú pás môžu byť prípustné intenzity vypočítané za pomoci tabuľky 5.1 a kapacity 1800 voz/h.

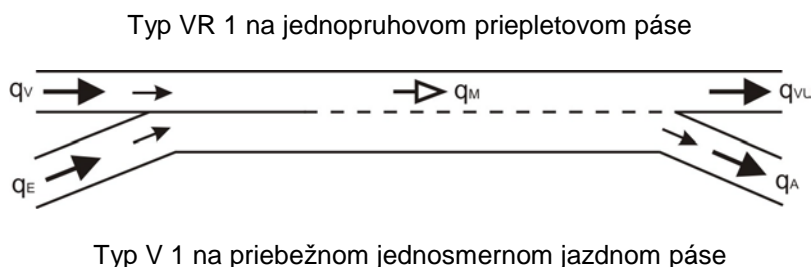
5.6 Dopravný prúd na priepletovom úseku

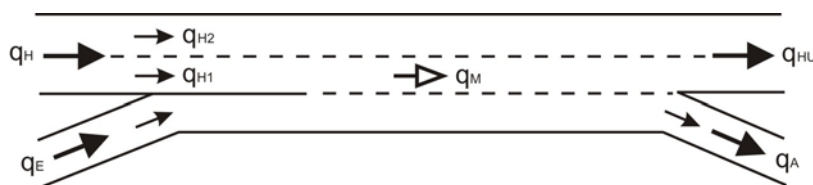
5.6.1 Typy priepletových úsekov

V súčasnosti sa pri návrhu mimoúrovňových križovatiek rozlišuje medzi priepletovým úsekom na priepletovom páse (VR-typ) a priepletovým úsekom na priebežných hlavných jazdných pásoch (V-typ).

Výpočtová metóda platí pre priepletové úseky na priepletovom páse typu VR 1 a pre priepletové úseky na priebežných hlavných jazdných pásoch typu V 1.

Prúdy vozidiel - ich intenzity, ktoré sa v týchto prípadoch vyskytujú, sú uvedené na obrázku 5.6 (pozri taktiež skratky podľa čl. 5.1.3)





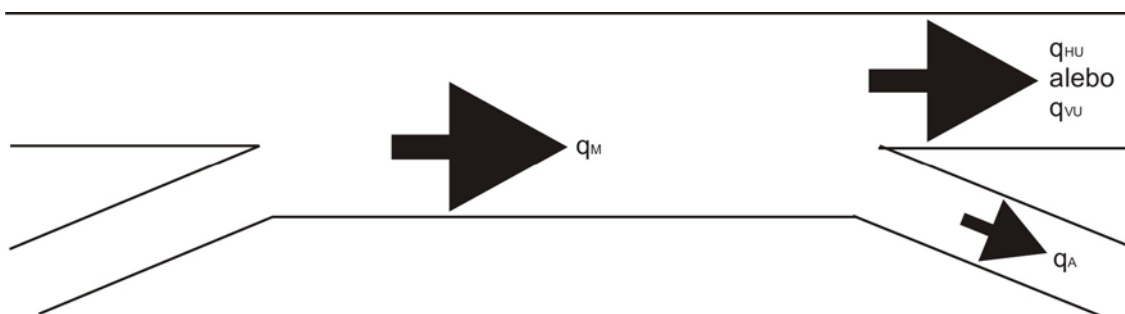
Obrázok 5.6 Typy priepletových úsekov (schématicky) a značenie dopravných prúdov

5.6.2 Kapacity

Kapacita priepletového úseku - ako časť mimoúrovňovej križovatky - je určená kapacitou v troch kritických oblastiach (pozri obrázok 5.7):

- maximálnou intenzitou dopravy, ktorá sa preplieťa,
- kapacitou priepletového pásu, alebo hlavného jazdného pásu za priepletovým úsekom,
- kapacitou výjazdovej rampy.

Priepletový úsek je len vtedy dostatočne výkonný, ak vo všetkých troch oblastiach sa preukáže (za pomoci postupu podľa čl. 5.6.3, 5.6.4 a 5.6.5), že sa dosiahla najnižšia požadovaná úroveň kvality. To znamená, že na posúdenie je smerodajná tá oblasť s najhoršou požadovanou úrovňou dopravy.



Obrázok 5.7 Kritická oblasť priepletového úseku

Je pravidlom, že pri priepletě vzniká vyššia intenzita, ako pri zrovnateľnom zaraďovaní, a to z dôvodu, že pri odbočujúcich vozidlách sa krátkodobo musíme zmieriť s veľmi malými odstupmi vozidiel. Maximálne intenzity prepletajúcej sa dopravy sa dosiahnu pri približne rovnako vysokých intenzitách dopravy v spájajúcich sa prúdoch vozidiel. Tie sú pri prepletaní sa na priepletových pásoch (typ VR 1) 2300 j.v./h a pre prepletanie sa na priebežných hlavných jazdných pásoch (typ V 1) 2200 j.v./h.

Pri priepletovom úseku na priepletovom páse (typu VR 1) je intenzita priepletového pásu za priepletovým úsekom q_{VU} väčšinou zhodná s intenzitou prichádzajúcich vozidiel q_E a intenzita na výjazde q_A identická s intenzitou priepletového pásu pred priepletom q_V . V tomto prípade sa môže upustiť od preukázania kapacity za ležiacim prierezom.

Pri priepletovom úseku na priebežných hlavných jazdných pásoch (typ V1) platí úvaha o kapacite priebežných hlavných jazdných pásoch úsekov nad vjazdom (čl. 5.5, tabuľky 5.2 a 5.3) a o kapacite výjazdovej rampy úsekov nad výjazdom (čl. 5.7).

5.6.3 Prepletací proces

Aby bola na priepletovom úseku dosiahnutá požadovaná úroveň kvality dopravného prúdu (v súlade s tabuľkou 5.1 v čl. 5.4.2), nesmie intenzita q_M presiahnuť intenzitu $q_{M,zul}$.

Podľa tabuľky 5.1 možno vypočítať prípustné prepletacie intenzity pre každý stupeň kvality dopravného prúdu pomocou stupňa saturácie a za predpokladu kapacity 2300 j.v./h pre priepletový úsek na priepletovom páse a 2200 j.v./h pre priepletový úsek na priebežných hlavných jazdných pásoch.

V tabuľke 5.8 sú uvedené prípustné prepletacie intenzity pre priepletové úseky typu VR 1 a V 1.

Tabuľka 5.8 Prípustné prepletacie sa intenzity ¹⁾ pre priepletový úsek typu VR 1 a V 1

QSV	Prípustná prepletacia intenzita [j.v./h]	
	Typ VR 1	Typ V 1
A	690	660
B	1270	1210
C	1730	1650
D	2070	1980
E	2300	2200
F	-	-

¹⁾ uvedené hodnoty platia len pri približne rovnako vysokých intenzitách v spájajúcich sa prúdoch.

Pri priepletových úsekoch na priepletovom páse typu VR 1 sa využíva smerodajná priepletová intenzita q_M ako súčet intenzít priepletového pásu pred priepletovým úsekom q_V a vstupujúcim dopravným prúdom q_E (pozri obrázok 5.6 hore).

$$q_M = q_V + q_E \quad (5.4)$$

kde:

q_M je smerodajná intenzita prepletajúcej sa dopravy na priepletovom páse (návrhová intenzita dopravy) [j.v./h],

q_V intenzita dopravného prúdu na priepletovom páse vo výške vrcholu ostrovčeka [j.v./h],

q_E intenzita pripájajúceho sa dopravného prúdu [j.v./h].

V mnohých prípadoch je intenzita priepletového pásu q_V identická s intenzitou odchádzajúcich vozidiel q_A na konci priepletového úseku.

Pri priepletových úsekoch na priebežných hlavných jazdných pásoch typu V 1 sa používa smerodajná intenzita q_M ako súčet intenzity dopravných prúdov na pravom jazdnom pruhu priebežných hlavných jazdných pásov q_{H1} pred priepletovým úsekem a prúdu pripájajúcich sa vozidiel q_E (pozri obrázok 5.6). Predpokladá sa, že všetky odpájajúce sa vozidlá vo výške vrcholu ostrovčeka idú v pravom jazdnom pruhu hlavného jazdného pásu:

$$q_M = q_{H1} + q_E \quad (5.5)$$

kde:

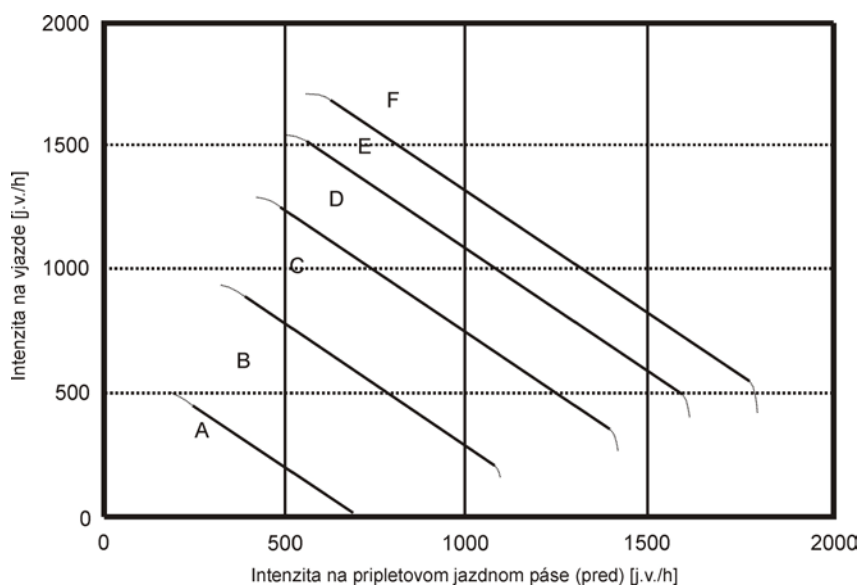
q_M je smerodajná intenzita prepletajúcej sa dopravy na priebežných hlavných jazdných pásoch (návrhová intenzita) [j.v./h],

q_{H1} intenzita v pravom jazdnom pruhu na priebežných hlavných jazdných pásoch vo výške ostrovčeka [j.v./h],

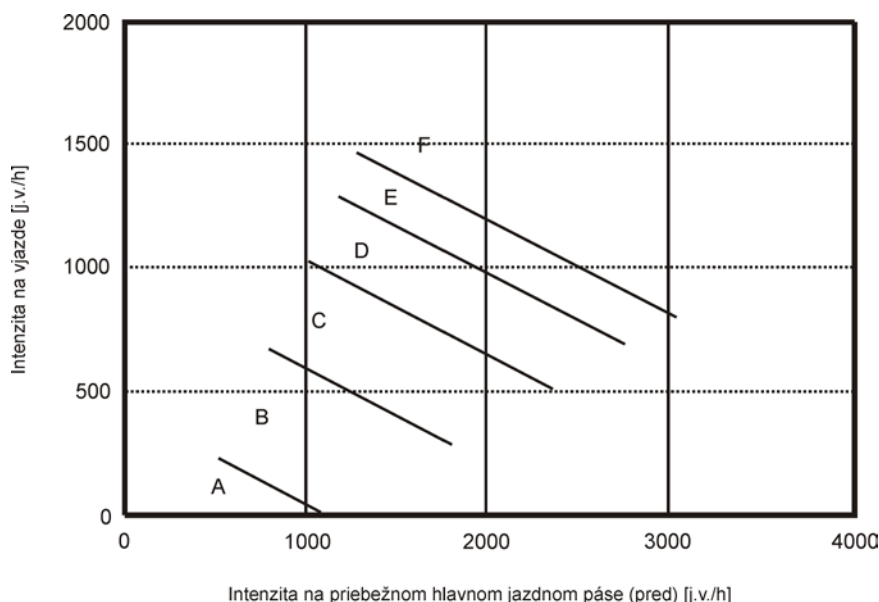
q_E intenzita pripájajúceho sa dopravného prúdu [j.v./h].

Stanovenie smerodajného zaťaženia prepletajúcej sa intenzity na priepletových úsekoch priebežných hlavných jazdných pásov je teda možné, keď je známe návrhové zaťaženie jednotlivých jazdných pruhov.

Pre praktické použitie boli vyvinuté diagramy. V rámci týchto diagramov slúžia návrhové intenzity pripájajúceho sa dopravného prúdu q_E a dopravného prúdu na priebežnom hlavnom jazdnom páse pred priepletovým úsekom q_H , alebo dopravných prúdov na priepletovom páse pred priepletovým úsekom q_V priamo ako vstupná veličina.



Obrázok 5.8 Stupne kvality dopravných prúdov pre prepletanie na pripletovom páse typu VR 1 v závislosti od intenzity pripletového pásu pred pripletovým úsekom a intenzity vjazdu



Obrázok 5.9 Stupne kvality dopravných prúdov pre prepletanie na priebežnom 2-pruhovom hlavnom jazdnom páse typu V 1 v závislosti od intenzity priebežného hlavného jazdného pásu pred pripletovým úsekom a intenzity vjazdu

5.6.4 Prierez za pripletovým úsekom

Pri pripletovom úseku na pripletovom páse typu VR 1 je intenzita pripletového pásu za pripletovým úsekom q_{VU} väčšinou identická s intenzitou pripájajúceho sa dopravného prúdu q_E .

V týchto prípadoch sa možno zaoberať aj bez preukázania dostatočnej kvality priebehu dopravy na pripletovom páse za úsekom pripletu, pretože cez rampu vjazdu s jedným jazdným pruhom sa do úseku pripletu neprivedie vyššia intenzita dopravy, ako je intenzita, ktorú môže jazdný pás s jedným pruhom previesť.

Pri pripletových úsekoch na priebežných hlavných jazdných pásoch typu V 1 môže byť analogicky použitý čl. 5.5.6.

5.6.5 Prierez výjazdovej rampy

Pri priepletových úsekoch na priepletovom páse typu VR 1 je intenzita dopravného prúdu na výjazde q_A väčšinou identická s intenzitou priepletového pásu pred úsekom priepletu q_V . V týchto prípadoch možno vychádzať aj bez preukázania dostatočnej kvality pohybu dopravy na výjazdovej rampe, pretože cez priepletový jazdný pás s jedným jazdným pruhom sa do úseku priepletu neprivedie vyššia intenzita dopravy, ako je intenzita, ktorú môže výjazdová rampa s jedným jazdným pruhom odviešť.

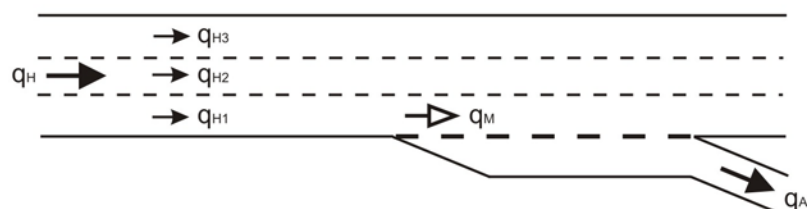
Pri priepletovom úseku na priebežných hlavných jazdných pásoch typu V 1 možno analogicky použiť čl. 5.7.4

5.7 Priebeh dopravy na výjazde

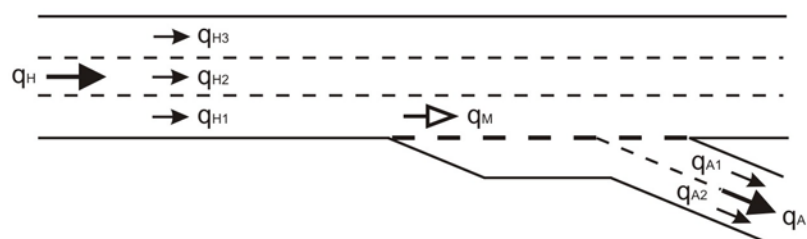
5.7.1 Typy výjazdov

Schematické znázornenie výjazdov z diaľnice/rýchlostnej cesty je na obrázku 5.10.

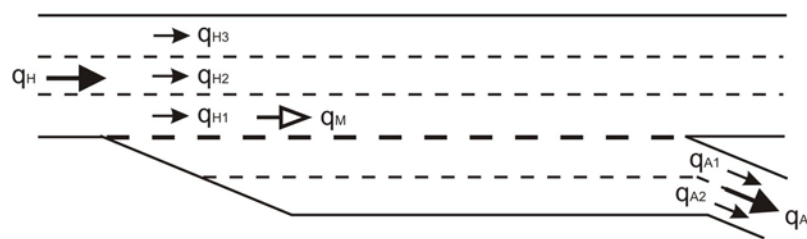
Typ A 1 na dvoj-/trojpruhovom jednosmernom jazdnom páse



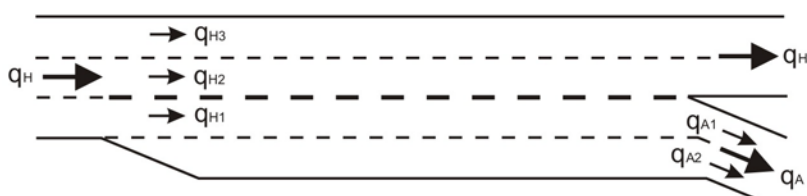
Typ A 2 na dvoj-/trojpruhovom jednosmernom jazdnom páse



Typ A 3



Typ A 4



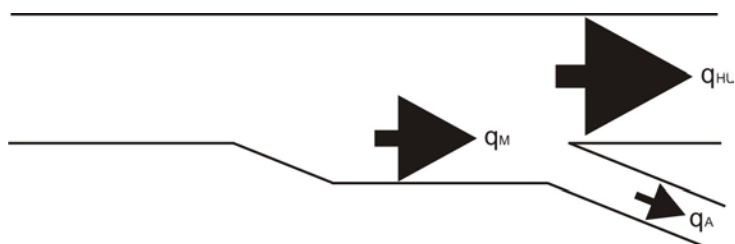
Obrázok 5.10 Schematické znázornenie výjazdov

5.7.2 Kapacity

Kapacita výjazdu ako časť mimoúrovňovej križovatky je určená kapacitou v 3 kritických oblastiach (pozri obrázok 5.11):

- maximálnou odpájajúcou sa intenzitou,
- kapacitou výjazdovej rampy,
- kapacitou hlavného jazdného pásu za výjazdom (iba po odčítaní jazdného pruhu).

Výjazd je len vtedy dostatočne výkonný, pokiaľ majú všetky tri vyššie uvedené oblasti intenzitu zaťaženia menšiu, ako je ich kapacita. Požadovaná kvalita dopravných prúdov platí len vtedy, pokiaľ je dosiahnutá (resp. bola dosiahnutá lepšia kvalita) vo všetkých troch oblastiach - čo znamená, že najhoršia je na posúdenie rozhodujúca.



Obrázok 5.11 Kritické oblasti výjazdu

Vodiči, ktorí zamýšľajú jednosmerný jazdný pás opustiť, sa už včas radia do pravého jazdného pruhu. To znamená, že pred výjazdovým pruhom sa môže preťažiť pravý jazdný pruh. Pre posúdenie tejto situácie nie je k dispozícii žiaden postup.

Pre kapacitu výjazdu to znamená, že nie je rozhodujúca maximálna intenzita dopravy odpájajúcich sa vozidiel q_M , ale kapacita výjazdovej rampy. Z tohto dôvodu sú obidve kritéria – aj z pohľadu malej štatistickej bezpečnosti – spracované v ďalej uvedených postupoch spoločne (pozri čl. 5.7.3). Kapacity sa udávajú vo [voz/h].

Pre jednoruhovú výjazdovú rampu (typ A1) je jej kapacita 1500 voz/h. Pri dvojpruhových výjazdových rampách (výjazd typu A2 až A4) je kapacita výjazdu výrazne určovaná osadením jazdnými pruhmi výjazdovej rampy. Pri výjazde typu A2 môže byť pri správnom značení dosiahnuteľná kapacita 2550 voz/h. Pre výjazd A3 a A4 je z dôvodu lepšieho využitia oboch jazdných pruhov (v rámci výjazdu) určená kapacita 3000 voz/h.

Kapacita hlavnej cesty za výjazdom má vplyv na priebeh dopravy na výjazdovej rampe iba v prípade „odobratia pruhu“ (typ A4). Platí tu úvaha pre kapacitu priebežných hlavných jazdných pásov úseku nad výjazdom (čl. 5.5, tabuľky 5.2 a 5.3).

5.7.3 Priebeh výjazdu a prierez výjazdovej rampy

Aby požadované požiadavky na kvalitu dopravného prúdu výjazdu odpovedali tabuľke 5.1 v čl. 5.4.2, nesmie návrhová intenzita výjazdových vozidiel q_A prekročiť prípustnú intenzitu $q_{A,zul}$.

Podľa tabuľky 5.1 sa môže vypočítať prípustná intenzita na výjazde pre každý stupeň kvality dopravného prúdu a každý typ výjazdu podľa stupňa vyťaženia z príslušnej kapacity.

V tabuľke 5.9 sú uvedené prípustné intenzity na výjazde pre výjazd typu A1 až A4.

Tieto prípustné intenzity platia nezávisle od pripojenia výjazdovej rampy na podriadenú cestnú sieť.

Tabuľka 5.9 Prípustné intenzity¹⁾ na výjazde pre typ A1 až A4

QSV	Prípustná intenzita na výjazde [voz/h]		
	Typ A1	Typ A2 ²⁾	Typ A3, Typ A4
A	450	770	900
B	830	1400	1650
C	1130	1910	2250
D	1350	2300	2700
E	1500	2550	3000
F	-	-	-

¹⁾ uvedené údaje sú platné pre podiel ŤV do 20 %, v opačnom prípade treba tieto údaje znížiť o 10 %
²⁾ hodnoty sa dosiahnu len pri správnom dopravnom značení

5.7.4 Prierez hlavnej cesty za výjazdom

Aby požadované nároky na kvalitu dopravného prúdu výjazdu s „odčítaním jazdného pruhu“ (typ A4) zodpovedali tabuľke 5.1 v čl. 5.4.2, nesmie intenzita hlavného jazdného pásu za výjazdom q_{HU} prekročiť prípustnú intenzitu q_{zul} . Uvedené je analogické k čl. 5.5.4 v kapitole 4, čl. 4.5.3. Pre kontrolu prierezu hlavnej cesty za výjazdom treba použiť zaťaženie v [voz/h], pričom analogicky - ako v kapitole 4 – sa určí príslušný podiel b_{SV} .

5.8 Pribeh dopravy na mimoúrovňovej križovatke

V čl. 5.5, 5.6 a 5.7 boli vjazdy, výjazdy a priepletové úseky uvažované ako medzi sebou vzájomne nezávislé čiastkové križovatky.

V skutočnosti existuje vzájomné ovplyvňovanie dopravného prúdu medzi jednotlivými čiastkovými križovatkami (v závislosti od ich vzájomnej vzdialenosti).

Uvedená metodika môže byť považovaná za presnú, pokiaľ by neexistovalo vzájomné ovplyvňovanie dopravného prúdu v rámci križovatky. Preto musí byť výpočet dosiahnuteľného stupňa kvality dopravy zjednodušený v zmysle výpočtu stredného stupňa kvality dopravy (obdobne ako pre čl. 4.6.1).

Zistená kvalita dopravy každej jednej čiastkovej križovatky sa hodnotí stupnicou od 0 do 5, podľa tabuľky 5.10. Pokiaľ pre jednu čiastkovú križovanku platí stupeň F, potom je tento stupeň platný aj pre celú mimoúrovňovú križovanku.

Tabuľka 5.10 Hodnotenie stupňa kvality na častiach mimoúrovňovej križovatky

QSV	A	B	C	D	E	F
Hodnota B	5	4	3	2	1	0

Vážené hodnotenie B_{Ges} stupňa kvality mimoúrovňovej križovatky, pozostávajúcej z m čiastkových križovatiek, je harmonický priemer m čiastkových hodnotení kvality B_j podľa vzorca 5.6:

$$B_{Ges} = \frac{m}{\sum_{j=1}^m \frac{1}{B_j}} \quad (5.6)$$

kde:

B_{Ges} je hodnotenie stupňa kvality mimoúrovňovej križovatky [-].

Vypočítané hodnotenie B_{Ges} sa zaokrúhli na celé číslo bežnými matematickými pravidlami. Stupeň kvality dopravného prúdu mimoúrovňovej križovatky QSV_{Ges} sa môže odčítať obdobne ako B_{Ges} v tabuľke 5.10.

5.9 Postup a formulár

Použitie pracovných formulárov uľahčuje praktickú aplikáciu poznatkov z čl. 5.2 až 5.8. Musí sa vykonať v týchto krokoch:

1) voľba tvaru križovatky, stanovenie vedenia jednotlivých spojovacích rámp (líniové vedenie) a voľba návrhovej rýchlosti,

2) voľba vhodného križovatkového elementu podľa štandardov pre vjazd, prieplet a výjazd, včítane stanovenia jazdných pruhov,

3) stanovenie požadovaného stupňa kvality dopravy dopravného prúdu podľa zadania objednávateľa (pozri čl. 5.4.2),

4) výpočet návrhovej intenzity q_B vrátane podielu $\check{T}V$ pre všetky prierezy mimoúrovňovej križovatky (vrátane čl. 5.2.1 a kapitoly 3),

5) súpis ovplyvňujúcich faktorov (pozri čl. 5.3):

- a) typy čiastkových križovatiek (vjazdy, prieplety a výjazdy) a počet jazdných pruhov n ležiacich za prierezom cesty (čl. 5.5.1, 5.6.1 alebo 5.7.1),
- b) podiel ŤV - b_{SV} ,
- c) poloha a funkcia priebežného jednosmerného jazdného pásu (čl. 5.3.3),
- d) zníženie rýchlosti na priebežnom jednosmernom jazdnom pásu.

6) vytvoriť j čiastkových križovatiek (pozri čl. 5.2.3), rozdielných podľa vjazdov, priepletov a výjazdov,

7) pre každú čiastkovú križovátku j :

- vstupné veličiny: dimenzačné intenzity jednotlivých rezov q_H/q_V , q_E , q_A ,
- prepočet jednotlivých rezov zaťaženia q_B na zaťaženie jednotkovými vozidlami pri použití podielu ŤV - b_{SV} (pozri čl. 5.3.4),
- určenie prípustného stupňa kvality pre vjazd, prieplet, výjazd, pre prierez priebežného jazdného pásu za čiastkovou križovátkou a pre prierez výjazdovej rampy (pozri čl. 5.5, 5.6 alebo 5.7),

8) sumár analýzy mimoúrovňovej križovatky (pozri čl. 5.8).

Ako pomoc pre splnenie požadovaných výpočtových krokov slúži formulár.

Formulár 1: dosiahnuteľná kvalita dopravných prúdov pri danom návrhovom zaťažení						
Mimoúrovňová križovatka:						
1	Čiastková križovatka č. <i>j</i>					
2	Typ čiastkovej križovatky (napr. výjazd)					
3	Typ (napr. A1)					
4	Stupeň kvality (tabuľka 5.1)					
Výjazd						
5	Návrhová intenzita	q_A [voz/h]				
6	Podiel ŤV	$b_{SV,A}$ [%]				
7	Dosiahnuteľná kapacita (tabuľka 5.9)	$C_{A,j}$ [voz/h]				
8	Dosiahnuteľný stupeň kvality (tabuľka 5.9)	$QSV_{A,j}$ [-]				
Hlavný-/pripletový jazdný pás pred čiastkovou križovatkou						
9	Návrhová intenzita	q_H / q_V [voz/h]				
10	Podiel ŤV	$b_{SV,H} / b_{SV,V}$ [%]				
11	Smerodajná intenzita	q_H / q_V [j.v./h]				
Vjazd						
12	Návrhová intenzita	q_E [voz/h]				
13	Podiel ŤV	$b_{SV,E}$ [%]				
14	Ekvivalent v [j.v.] (čl. 5.3.4)	[j.v.]				
15	Smerodajná intenzita	q_E [j.v./h]				
Priebeh zaraďovania/pripletu						
16	Návrhová intenzita	q_M [j.v./h]				
17	Dosiahnuteľná kapacita (tabuľka 4.4/tabuľka 4.8)	[j.v./h]				
18	Dosiahnuteľný stupeň kvality (tabuľka 4.4, obrázok 4.3 až 4-5 a obrázok 4.8 až 4.9)	$QSV_{E,j}$ [-]				
Hlavný-/pripletový pás za čiastkovou križovatkou						
19	Návrhová intenzita	q_{HU} / q_{VU} [voz/h]				
20	Podiel ŤV	$b_{SV,HU} / b_{SV,VU}$ [%]				
21	Počet jazdných pruhov	n [-]				
22	Obmedzenie rýchlosti	[km/h]				
23	Poloha a funkcia	[-]				
24	Dosiahnuteľná kapacita (odsek 5.5.4)	$C_{Hn,j}$ [voz/h]				
25	Dosiahnuteľný stupeň kvality (odsek 5.5.4)	$QSV_{Hn,j}$ [-]				
26	Dosiahnuteľný stupeň kvality čiastkových križovatiek	QSV_j [-]				
27	Hodnotenie QSV_j (tabuľka 5.10)	B_j [-]				
28	Hodnotenie QSV (rovnica 5.5)	B_{Ges} [-]				
29	Dosiahnuteľný stupeň kvality podľa B_{Ges}	QSV_{Ges} [-]				

Dodatok: FUNKCIA A PARAMETRE K OBRÁZKOM

V nasledujúcom texte sú uvedené funkcie na zobrazenie priamok kapacít (hranice úrovne E a F) v príslušných obrázkoch:

obrázok 5.3 $q_E = 2360 - 0,248 * q_H$

obrázok 5.4 $q_E = 2017 - 0,335 * q_H$

obrázok 5.5 $q_E = 3021 - 0,502 * q_H$

obrázok 5.8 $q_E = 2300 - q_V$

obrázok 5.9 $q_E = 2166 - 0,387 * q_H$

Ostatné priamky možno odvodiť s pomocou stupňa vyťaženia.

6 Úseky dvojpruhových ciest

6.1 Úvod

6.1.1 Úloha a rozsah použitia

Výpočtom uvedeným v tejto kapitole TP sa preukazuje schopnosť 2-pruhových úsekov ciest previesť súčasné, alebo očakávané (výhľadové) dopravné zaťaženie pri požadovanej kvalite a cestovnej rýchlosti.

Tento výpočet sa môže použiť len na tie úseky ciest, ktorých doprava je v rámci riešeného úseku približne rovnaká, tzn. doprava na úseku nie je ovplyvňovaná dopravou napájajúcich sa križovatiek.

6.2 Podklady

6.2.1 Intenzita dopravy

Predpoklad pre použitie predmetného výpočtu je znalosť dimenzačnej intenzity dopravného prúdu – q_B .

Pre výpočet kapacity 2-pruhových extravilánových úsekov ciest treba poznať súčet intenzít vozidiel oboch dopravných prúdov (súčasných, resp. výhľadových), ako aj percentuálne zastúpenie ŤV.

6.2.2 Tvorba čiastkových úsekov

Následne uvádzané veličiny (pozri čl. 6.3) ovplyvňujú priebeh premávky a tým aj významným spôsobom dosiahnuteľnú rýchlosť a kapacitu na úseku. Úsek s rôznymi vlastnosťami je rozdelený na čiastkové úseky. Takýto novovytvorený čiastkový úsek začína tam, kde sa mení veličina ovplyvňujúca priebeh premávky. Najkratšia dĺžka čiastkového úseku má byť 300 m.

Výpočet každého čiastkového úseku sa vykoná podľa čl. 6.5. Celkové zhodnotenie viacerých čiastkových úsekov sa vykoná v súlade s čl. 6.6.

6.3 Ovpływujúce veličiny

6.3.1 Pozdĺžny sklon

Na úsekoch s väčším stúpaním ($s > 2 \%$) sa znižuje rýchlosť všetkých, no najmä ťažkých vozidiel. Z uvedeného dôvodu vstupujú do výpočtu údaje ako veľkosť a dĺžka stúpania úseku. V smere spádu (t.j. klesanie) bude v mnohých prípadoch vyššia rýchlosť vozidiel, ako na rovine. Významné zníženie rýchlosti je možné pozorovať len pri extrémnom klesaní, pričom na takýto stav predmetná metodika neprihliada. Úsek v klesaní je v rámci predmetnej výpočtovej metodiky uvažovaný ako úsek vedený v rovine (pozri čl. 6.7).

Čiastkové úseky sú vytvárané na základe väčšej zmeny sklonu - teda dĺžka úseku medzi dvomi bodmi dotyku v rámci výškového zakružovacieho oblúka. Na vypuklosť a vydutosť výškového oblúka sa neprihliada.

Každému čiastkovému úseku bude za pomoci tabuľky 6.1 priradená trieda stúpania od 1 do 5. Zaradenie do takýchto tried sa vykoná v závislosti na dĺžke a stúpaní čiastkového úseku na základe:

- dodržania stálej rýchlosti v stúpaní ako i stálej rýchlosti ťažkých vozidiel,
- dodržania priemernej rýchlosti na stúpaní aj na časti úseku, ak sa má dosiahnuť priemerná rýchlosť na začiatku i na konci stúpania.

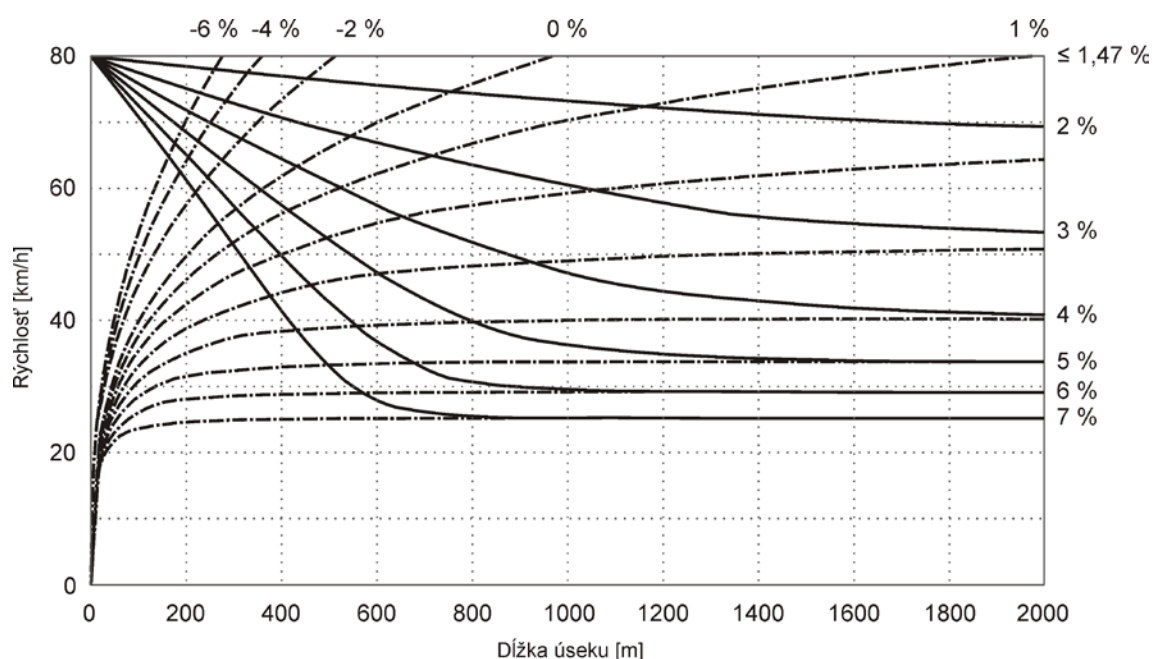
Rýchlosti ŤV sa určia pre oba smery; menšia rýchlosť je rozhodujúca.

Tabuľka 6.1 Priradenie tried stúpania pre triedy rýchlosti

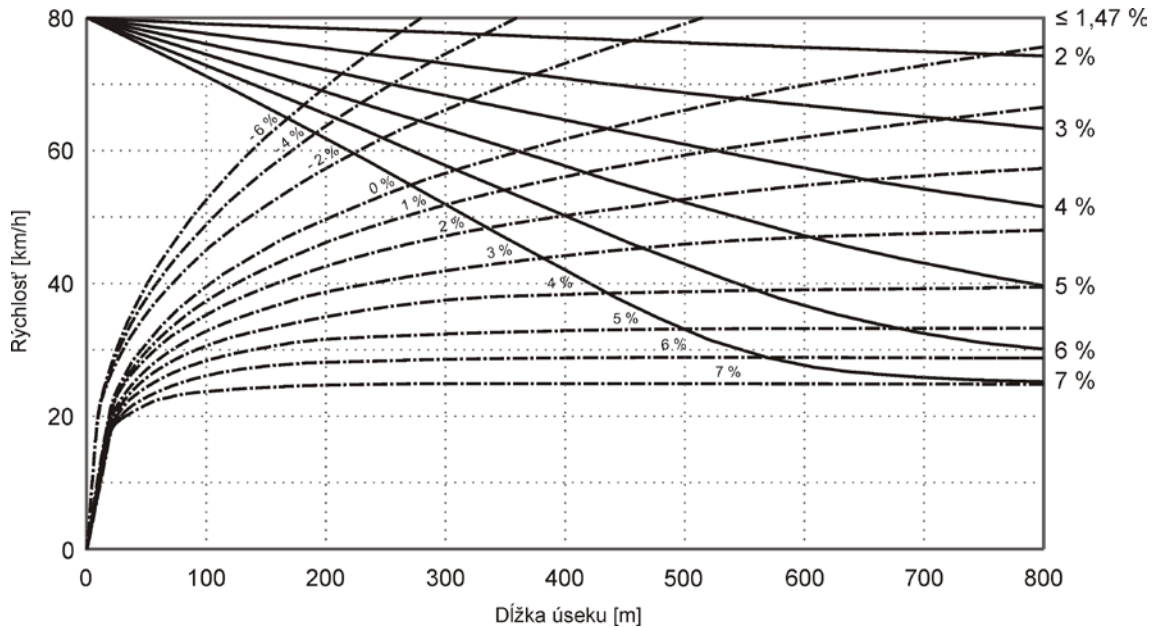
Najmenšia „stredná“ rýchlosť ŤV [km/h]	Trieda stúpania
> 70	1
55 - 70	2
40 - 55	3
30 - 40	4
< 30	5

Pomocou obrázku 6.1 sa určuje priebeh rýchlosti ŤV na úseku. Určenie treba vykonať pre oba jazdné smery úseku. Uvažovaným východiskovým bodom je rovina alebo úsek so sklonom, pričom sa neberie ohľad na najvyššiu povolenú rýchlosť – tá je uvažovaná ako 80 km/h. Východiskovým bodom pripadá v úvahu taktiež úsek, na ktorom je najvyššia povolená rýchlosť < 80 km/h.

Pokiaľ sa v riešenom úseku nenachádza žiaden sklon, môže sa preskočiť určovanie priebehu rýchlosti ŤV predmetného úseku.



Obrázok 6.1 (všeobecne) Rýchlostný profil pre ŤV pri rozličnom sklone



Obrázok 6.1 (detail) Rýchlostný profil pre ŤV pri rozličnom sklone

6.3.2 Krivolakosť a možnosť predbiehania

Smerové oblúky (veľkosť ich stredového uhlu), ako aj možnosť predbiehania vozidiel na 2-pruhovej ceste (úseku), majú významný vplyv na cestovnú rýchlosť. Oba faktory sú vyjadrené krivolakosťou KU , uvádzanou v gónoch na kilometer. Krivolakosť je definovaná sumou absolútnych uhlových zmien úseku.

$$KU = \frac{\sum_{i=1}^j |\gamma_i|}{L} \quad (6.1)$$

kde:

γ_i je uhlová zmena trasy v rámci úseku i [gon],

j počet čiastkových úsekov v rámci uvažovaného úseku [-].

$$L = \sum_{i=1}^j L_i$$

Možnosť predbiehania na 2-pruhovom úseku môže byť aj napriek topografickým danostiam zakázaná dopravnou značkou (zvislé, alebo vodorovné dopravné značenie).

Uvedené má vplyv na cestovnú rýchlosť OA , čo je zohľadnené prídavkom ku krivolakosti podľa tabuľky 6.2. Medziľahlé hodnoty sa môžu interpolovať.

Tabuľka 6.2 - Prídavok ku krivolakosti pri úseku so zákazom predbiehania

Úsek so zákazom predbiehania [%]	Prídavok ku krivolakosti [gon/km]
0 - 15	0 - 75
15 - 30	75 - 150
30 - 100	150 - 250

Súčet krivolakosti a vyššie uvedeného prídavku ku krivolakosti ovplyvňuje výslednú kvalitu dopravného prúdu.

6.3.3 Priečny rez

Priečny rez cesty sa definuje v STN 73 6101. Tým sú určené jeho geometrické prvky a návrhová rýchlosť.

6.3.4 Podiel ťažkých vozidiel

Vplyv ŤV na strednú cestovnú rýchlosť OA a na kapacitu úseku je zobrazený v q-V diagramoch (obrázky 6.2 až 6.6, ako aj tabuľka 6.4). Vzťahy sú platné v závislosti od percentuálneho zastúpenia ŤV v dopravnom prúde. Medziľahlé hodnoty (pre rôzne percentuálne zastúpenie ŤV) sa interpolujú.

6.3.5 Obmedzenie rýchlosti

Obmedzenie rýchlosti na úseku spôsobuje redukciu priemernej rýchlosti OA a tým pádom zvyšuje hustotu dopravného prúdu.

Pri nízkych intenzitách dopravného prúdu je vplyv na rýchlosť najväčší, avšak na hustotu skôr nepatrný. Preto výpočtová metodika z nedostatku poznatkov upúšťa od zohľadnenia zníženia rýchlosti.

6.4 Kvalita dopravného prúdu

6.4.1 Kritériá kvality

Úloha cesty v cestnej sieti je v regionálnom alebo medziregionálnom prepojení sídiel a urbanistickej štruktúry v spojení s požadovanou kvalitou pohybu dopravného prúdu. Preto sa na takéto popisy používajú dlhšie úseky ciest (napr. 50 km), aby sa posúdil dosahovaný cestovný čas na sledovanom úseku. Tento sa často posudzuje aj ako obrátená hodnota cestovnej rýchlosti OA. Na rovnom úseku s vhodným tvarom cestnej trasy (bez malých smerových oblúkov) a bez obmedzenia jazdnej rýchlosti pod 100 km/h sa môžu jednotlivé stupne kvality dopravného prúdu definovať podľa kritéria, kde je na úsekoch cestovná rýchlosť OA výraznejšia, ako je definovaná vyššie. Naopak, na rovnej trase OA dosahujú - nezávisle od intenzity a od mnohých smerových oblúkov alebo s veľkým stúpaním - len zriedka priemerné cestovné rýchlosti. Tieto parametre možno opísať aj voľnosťou pohybu vozidiel v dopravnom prúde. Opisujú sa hustotou dopravného prúdu k . Vo výpočtoch možno použiť fiktívnu hustotu k^* [voz/km] v oboch smeroch.

Vypočíta sa ako:

$$k = k^* = \frac{q}{V_R} \quad (6.2)$$

Zjednodušenie spočíva v tom, že pri intenzite q a hustote k sú zohľadnené všetky motorové vozidlá, pričom stredná cestovná rýchlosť V_R vyplývajúca z obrázkov 6.2 až 6.6 sa vzťahuje len na OA.

6.4.2 Stupne kvality dopravného prúdu

K rozlíšeniu stupňov kvality dopravných prúdov od A po F platí tolerančná medza hustoty dopravného prúdu podľa tabuľky 6.3:

Tabuľka 6.3 Tolerančná medza hustoty dopravného prúdu odpovedajúca stupňom kvality

QSV	Hustota dopravného prúdu ¹⁾ [voz/km]
A	≤ 5
B	≤ 12
C	≤ 20
D	≤ 30
E	≤ 40
F	> 40

¹⁾ hustota dopravného prúdu oboch smerov

Jednotlivé stupne kvality (QSV) znamenajú:

Stupeň A:

Vodič je len výnimočne ovplyvnený ostatnými vodičmi. Veľmi nízka hustota dopravy poskytuje požadovanú manérovateľnosť. Jednotliví vodiči môžu (za podmienky dodržania najvyššej povolenej rýchlosti) zvoliť ľubovoľnú rýchlosť, pokiaľ im to charakteristika vozovky pripúšťa. Na dodržanie požadovanej cestovnej rýchlosti je potrebných iba málo predbiehaní, vykonateľných bez veľkého časového zdržania. Dopravný prúd je voľný.

Stupeň B:

Vstupuje sem vplyv ostatných vozidiel, ktorý ovplyvňuje individuálne jazdné chovanie. Napriek nepatrnej hustote dopravného prúdu už nie je možné dosiahnuť ľubovoľnú cestovnú rýchlosť. Vodič, ktorý chce ísť vyššou požadovanou rýchlosťou, predbieha s menším zdržaním. Dopravný prúd už nie je voľný.

Stupeň C:

Vplyv ostatných účastníkov je už značný. Pri strednej hustote premávky musí mnohokrát vodič, ktorý chce ísť vyššou požadovanou rýchlosťou - ísť dlhšie za druhým vozidlom, kým ho môže predbehnúť. Uvedené vedie k poklesu strednej rýchlosti. Doprava je stabilná.

Stupeň D:

Dopravný prúd je charakterizovaný jazdou vozidiel v kolóne. Hustota dopravného prúdu je vysoká. Je tu citeľné obmedzenie možnosti pohybu účastníkov dopravy. Individuálna voľba rýchlosti účastníka je výrazne obmedzená. Bezpečné predbiehanie je možné len občas. Vodiči už nejazdia na časovú úsporu (lebo vždy, ak predbehnú jedno auto, tak sa objaví iné). Je tu neustála vzájomná interakcia a konfliktné situácie, vytvárajúce prekážky. Dopravný prúd je ešte stabilný.

Stupeň E:

Vodiči sa pohybujú najmä v kolónach, často na úrovni minimálnej rýchlosti. Malý, alebo krátkodobý prírastok intenzity môže podstatne zredukovať cestovnú rýchlosť. Už pri malej chybe v rámci dopravného prúdu hrozí kolaps. Pri takto vysokej hustote dopravného prúdu je predbiehanie možné iba vo výnimočných stavoch. Už sa nejazdí "na rýchlosť". Stav dopravného prúdu sa mení od stabilného k nestabilnému. Kapacita úseku je dosiahnutá.

Stupeň F:

Vstupujúcej dopravy je viac, ako kapacita úseku. Doprava kolabuje, vozidlá zastavujú, vzniká kongescia, striedajúca sa s módom premávky „Stop-and-go“. Táto situácia sa sama vyrieši len v tom prípade, že výrazne poklesne množstvo vstupujúcej dopravy. Úsek je preťažený.

6.5 Pribeh dopravy na jednotlivých úsekoch

6.5.1 Diagram intenzita – rýchlosť

Pre predmetnú výpočtovú metodiku má podstatný význam vzťah intenzita-rýchlosť (q - V vzťah), slúžiaci na určenie hustoty dopravy. Závisí od charakteristík úseku a dopravy, uvedených v čl.6.3. Uvedené súvislosti sú vyjadrené q - V vzťahmi (obrázky 6.2 až 6.6) pomocou vyobrazených kriviek. Krivky q - V vzťahu (platné pre 2-pruhový úsek) sú stanovené pre rôzne podiely $\check{T}V$, vždy v členení na:

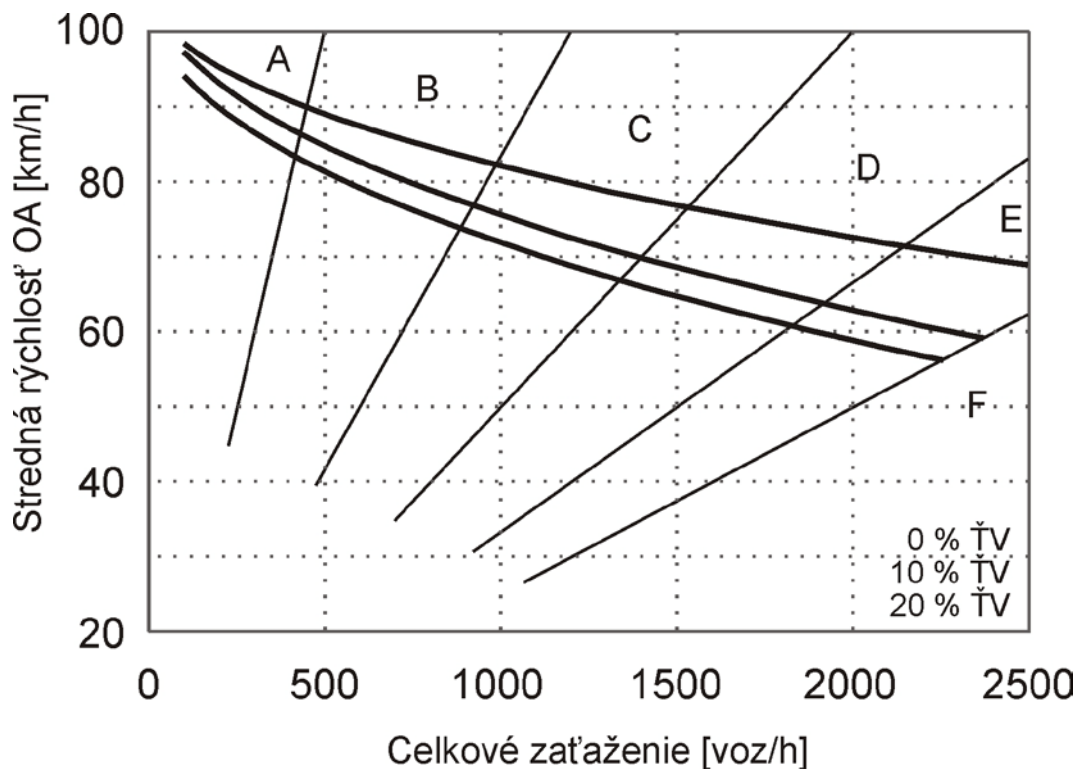
- 5 tried stúpania a
- 4 triedy krivolakosti.

Na osi x (q - V diagramu) je uvedená intenzita dopravného prúdu vo [voz/h] (vzťahujúca sa na celkový profil, tzn. sumu oboch jazdných pruhov). Táto intenzita obsahuje aj intenzitu $\check{T}V$. Na osi y je uvedená stredná rýchlosť OA ; tá sa odčíta za pomoci krivky pre príslušný percentuálny podiel $\check{T}V$

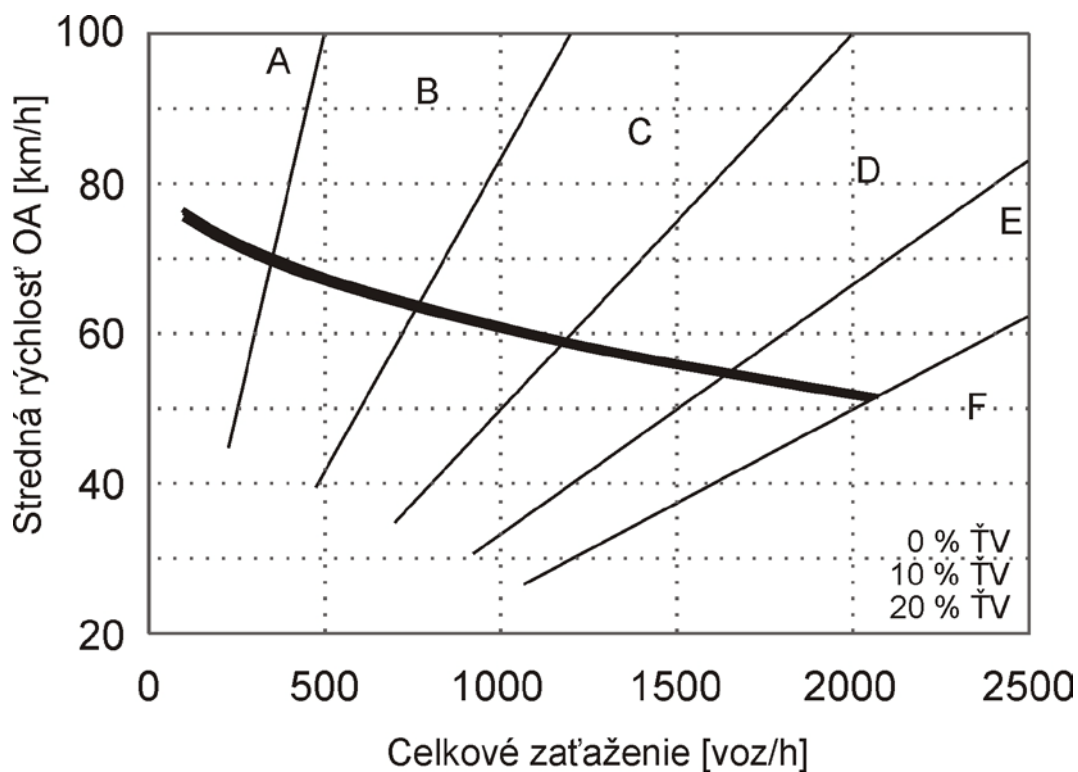
(celkového množstva v profile). Podľa tabuľky 6.3 vidno aj hodnoty kvality dopravy, ohraničené hustotou dopravného prúdu.

S pomocou tohto q - V diagramu môže byť pre každý čiastkový úsek so zadanou intenzitou q_B preverené dodržanie požadovanej cestovnej rýchlosti V_R a následné zistenie stupňa kvality dopravného prúdu. Na takomto čiastkovom úseku sa môže podľa rovnice 6.1 zistiť odpovedajúca hustota dopravného prúdu k .

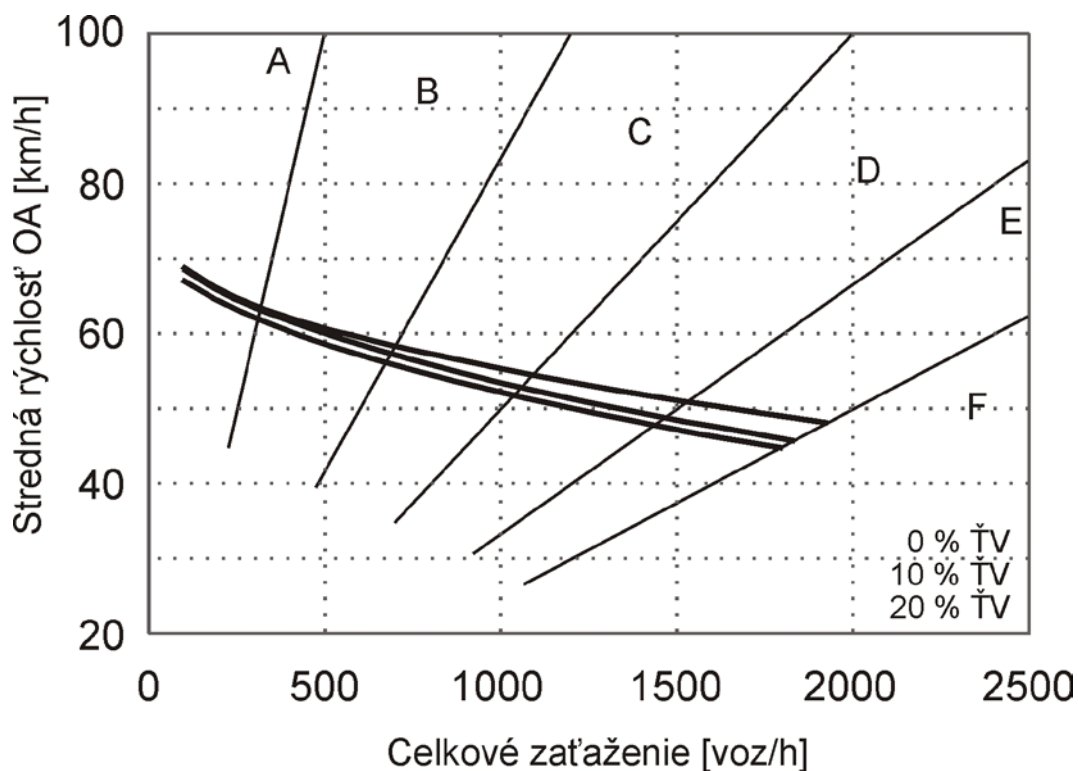
Hodnotenie kvality dopravného prúdu, vychádzajúce zo sumy intenzít oboch jazdných smerov, má svoj logický základ - dokonca aj keď intenzita jedného smeru výrazne prevažuje, v priemere dáva na oboch smeroch iba bezvýznamne nižšiu cestovnú rýchlosť, ako pri priemernej rýchlosti oboch smerov (tzn. ak je každému smeru samostatne zistená cestovná rýchlosť). Na hodnotenie kvality dopravného prúdu pre každý smer zvlášť (pozri čl. 6.7).



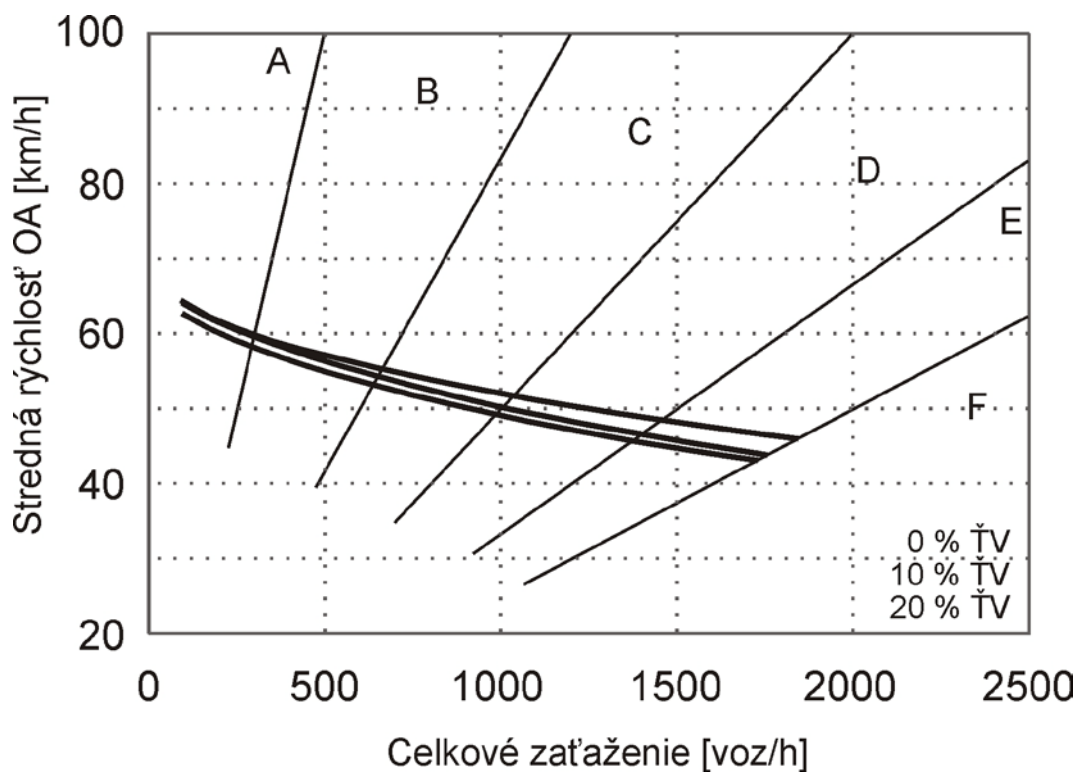
Obrázok 6.2(a) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 1, krivolakosť (0 – 75) gon/km) – stupeň kvality A až F



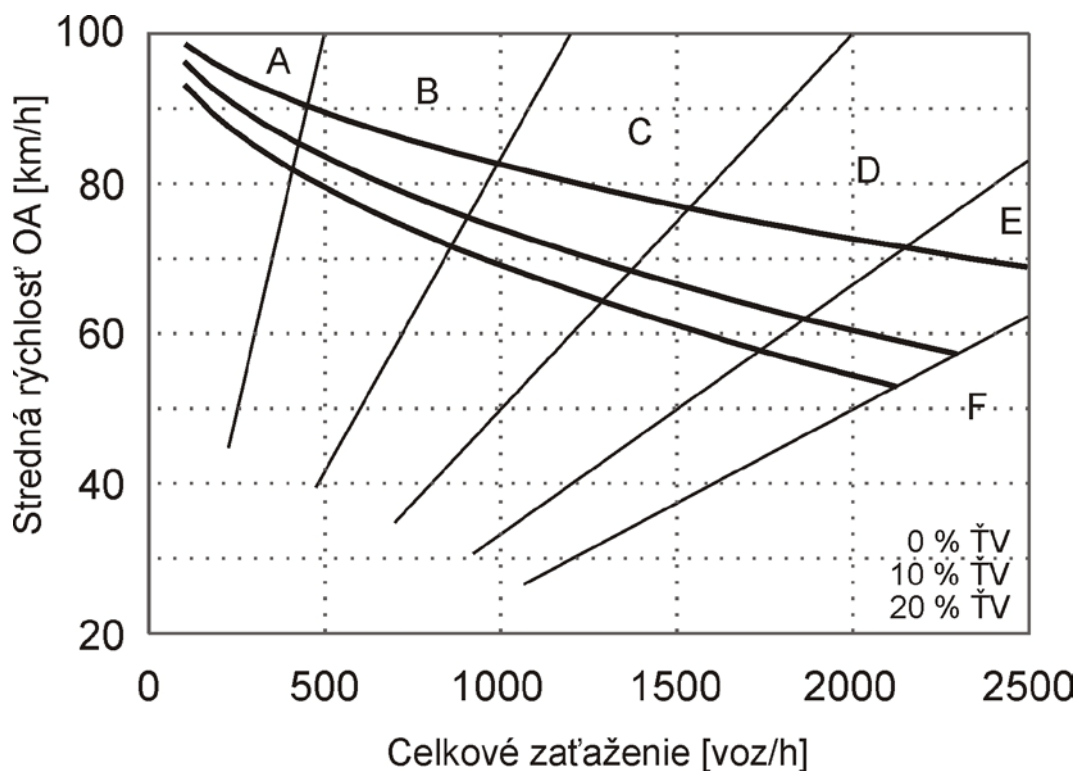
Obrázok 6.2(b) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 1, krivolakosť (75 – 150) gon/km) – stupeň kvality A až F



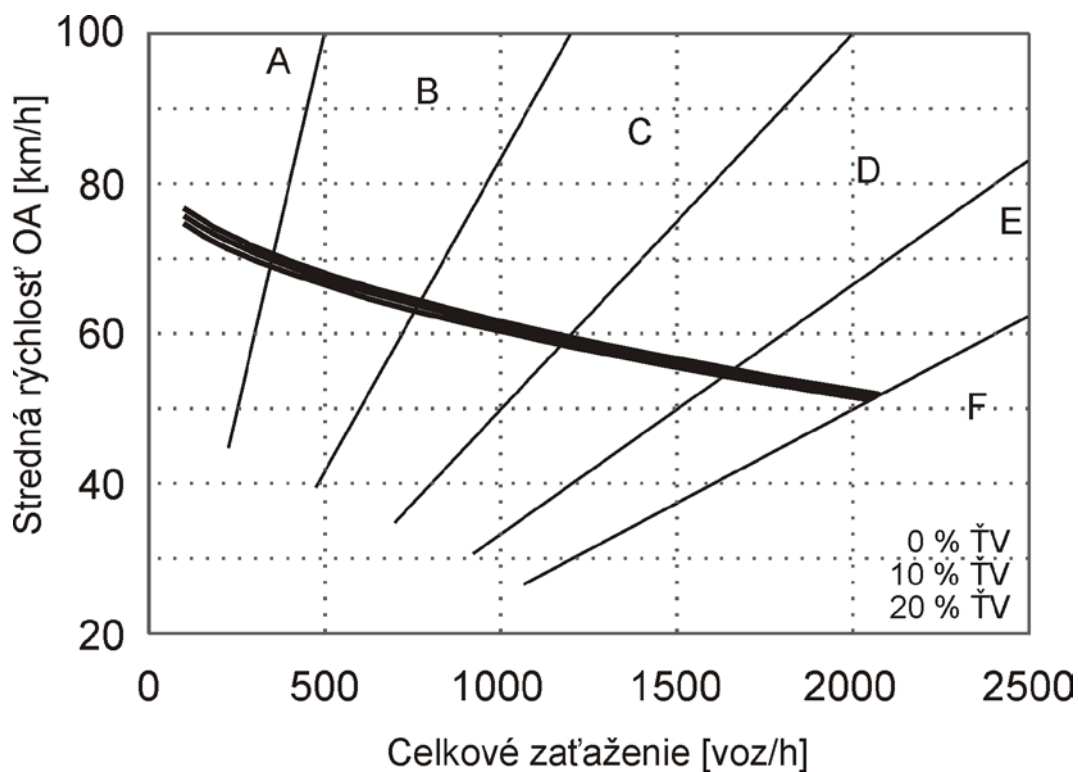
Obrázok 6.2(c) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 1, krivolakosť (150 – 225) gon/km) – stupeň kvality A až F



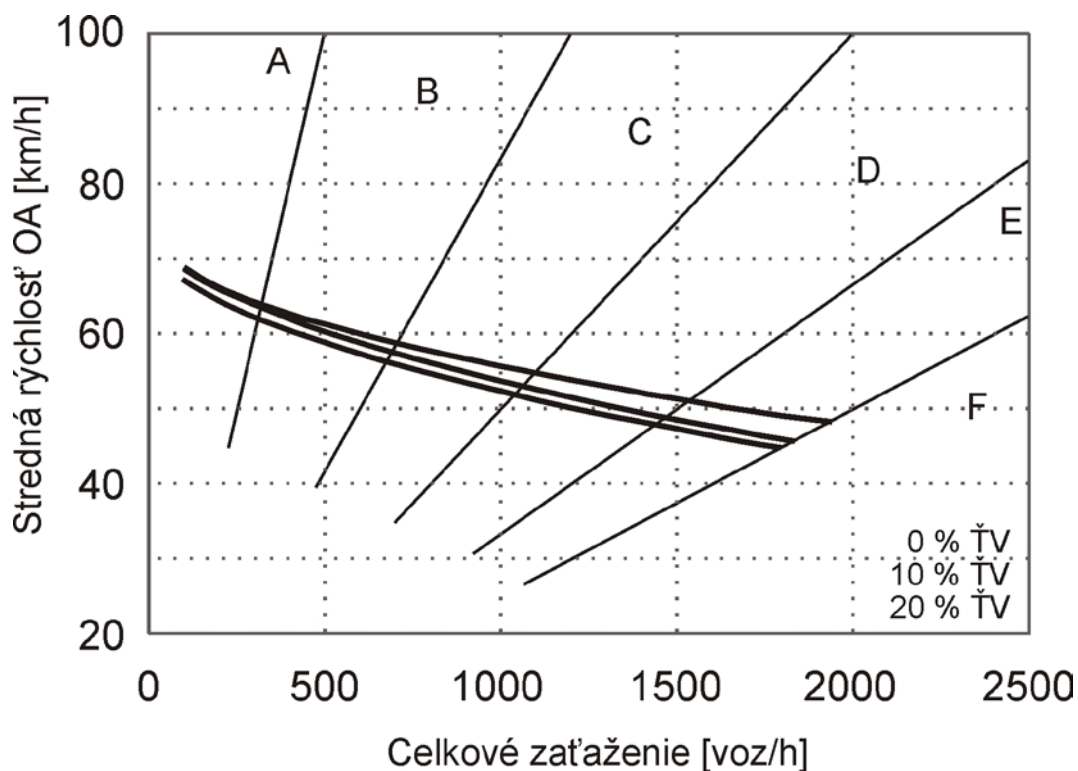
Obrázok 6.2(d) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 1, krivolakosť > 225 gon/km) – stupeň kvality A až F



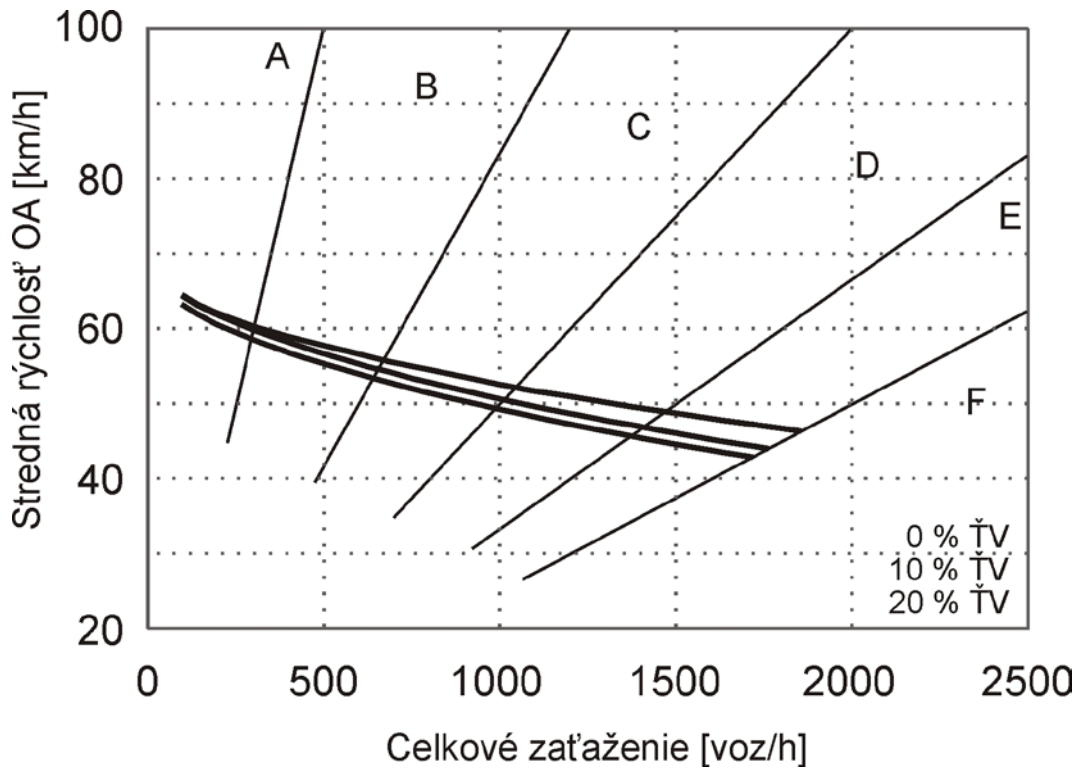
Obrázok 6.3(a) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 2, Krivolakosť (0 – 75) gon/km) – stupeň kvality A až F



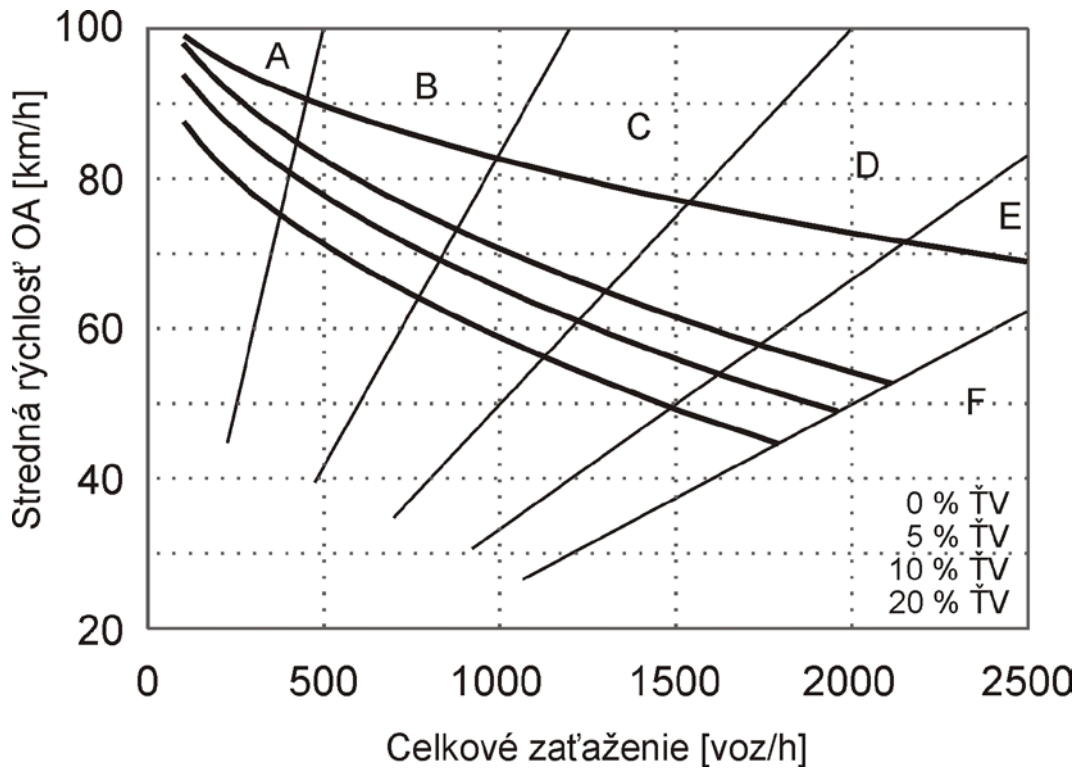
Obrázok 6.3(b) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 2, krivolakosť (75 – 150) gon/km) – stupeň kvality A až F



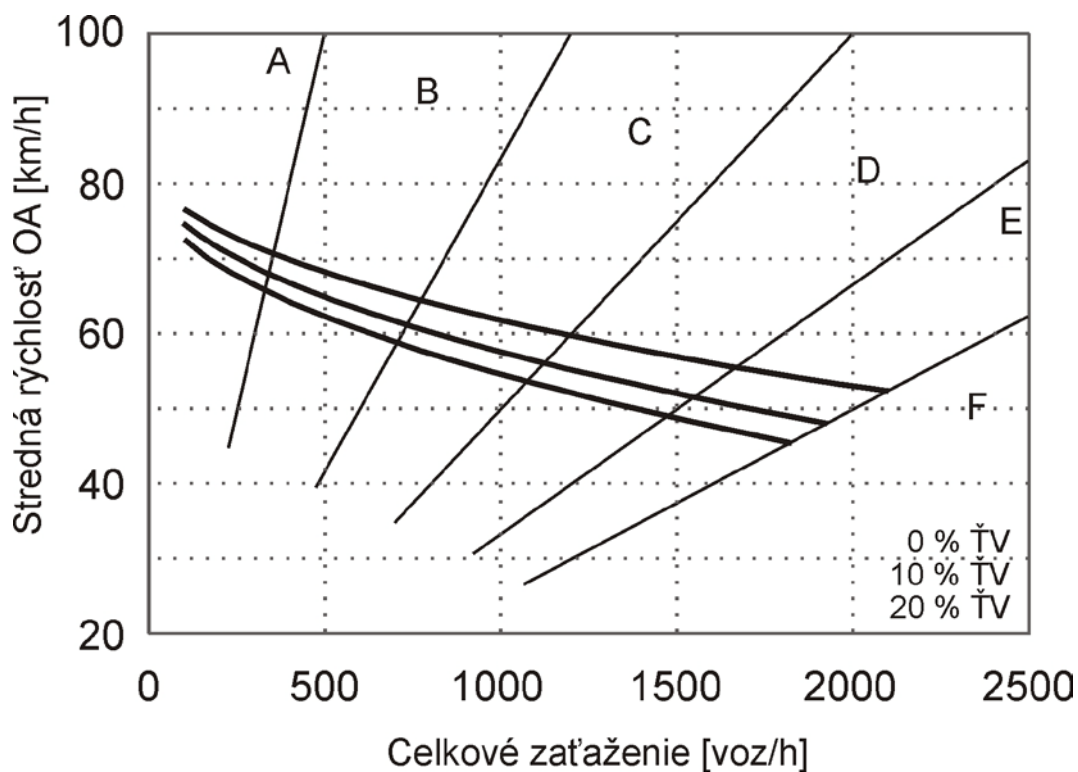
Obrázok 6.3(c) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 2, krivolakosť (150 – 225) gon/km) – stupeň kvality A až F



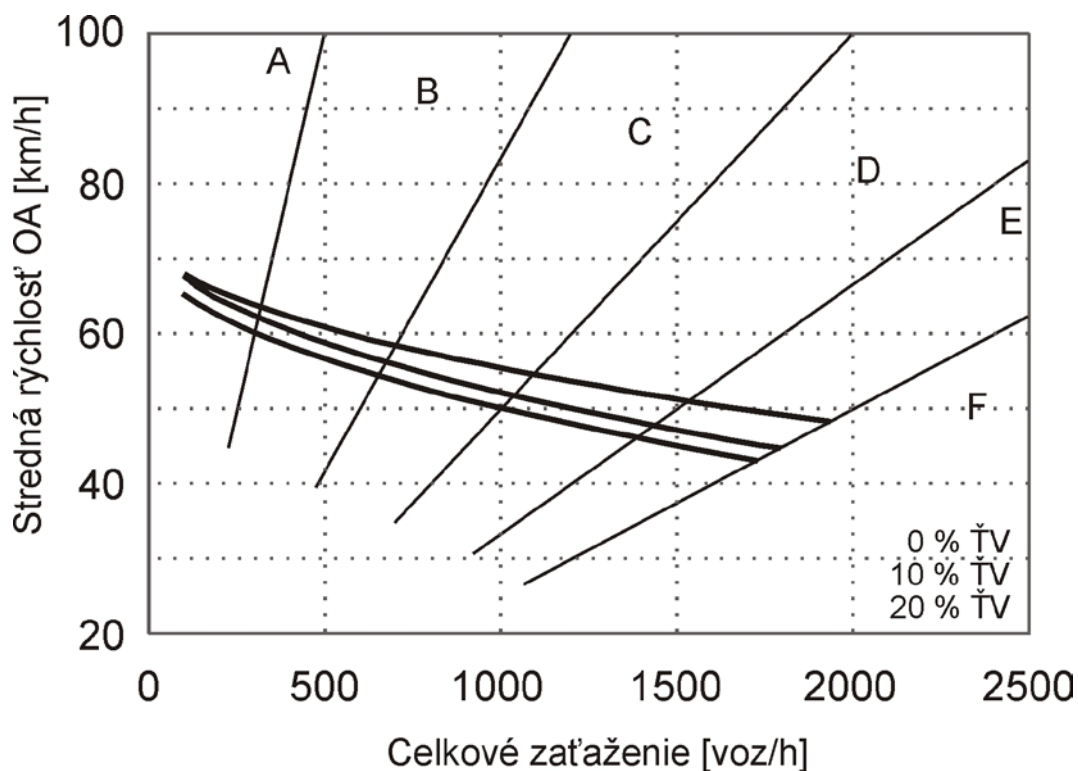
Obrázok 6.3(d) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 2, krivolakosť > 225 gon/km) – stupeň kvality A až F



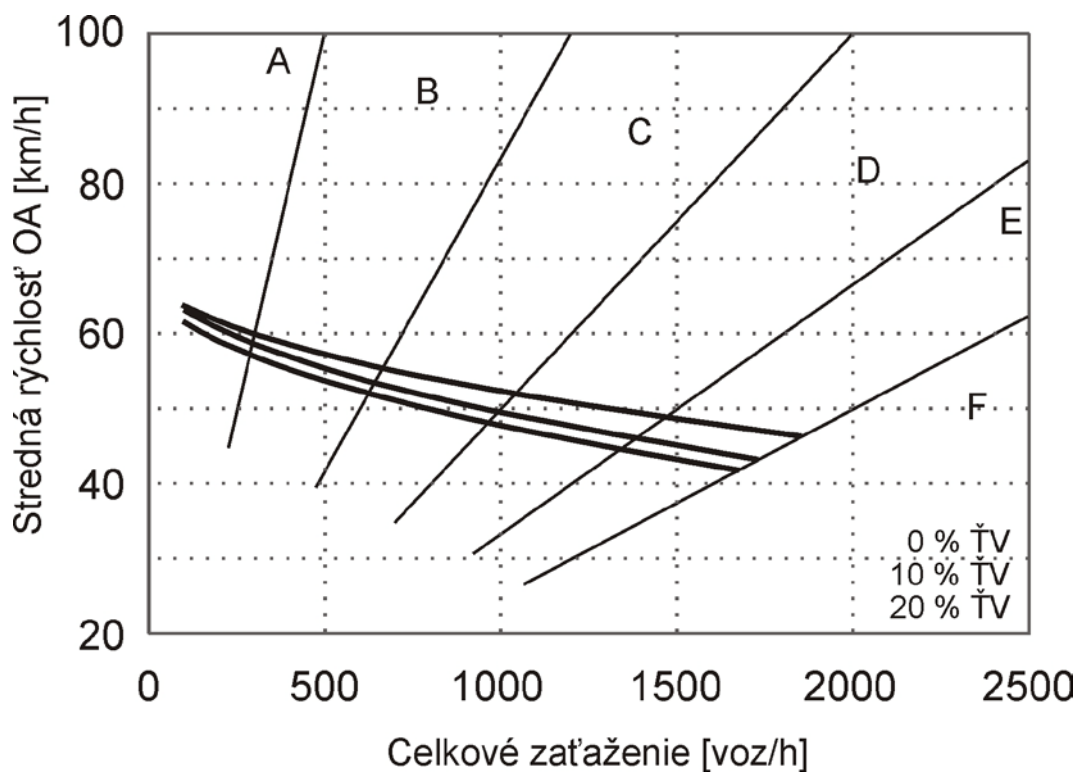
Obrázok 6.4(a) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 3, krivolakosť (0 – 75) gon/km) – stupeň kvality A až F



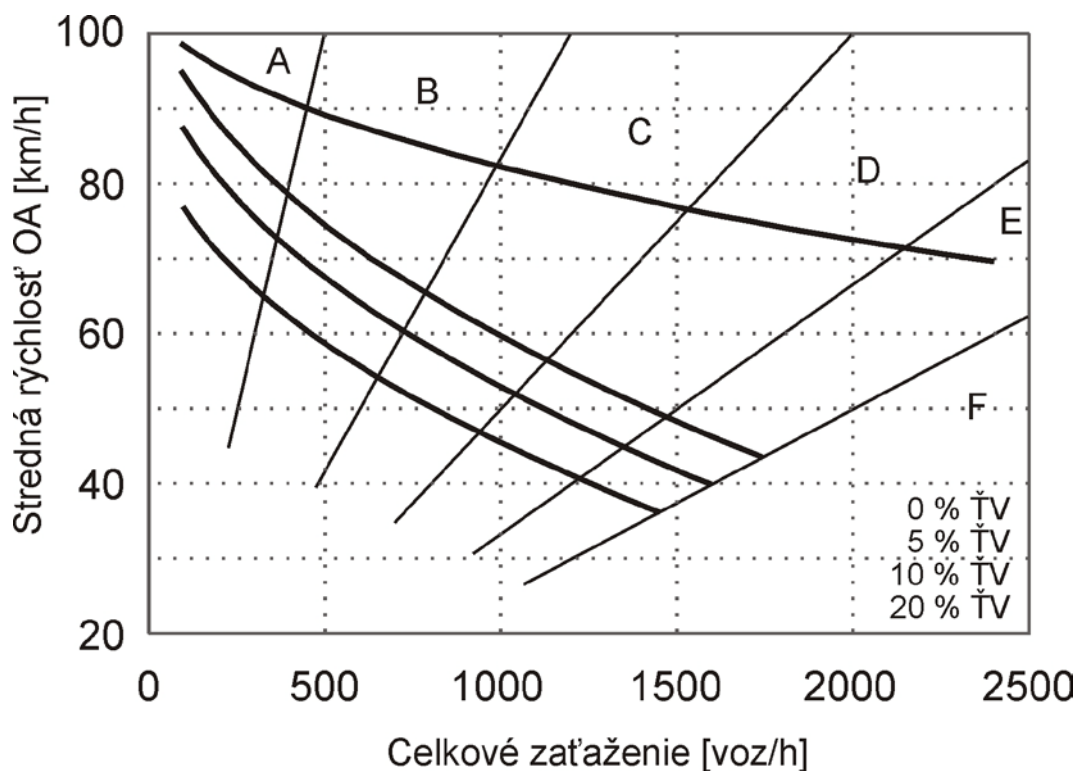
Obrázok 6.4(b) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 3, krivolakosť (75 – 150) gon/km) – stupeň kvality A až F



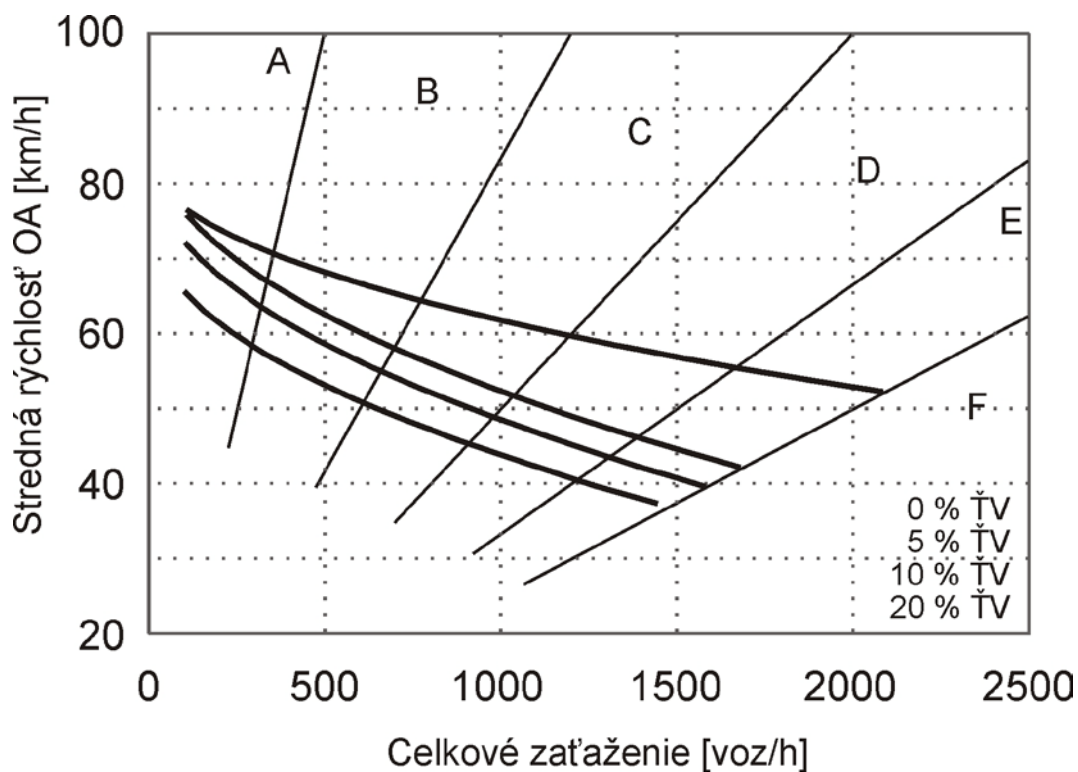
Obrázok 6.4(c) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 3, krivolakosť (150 – 225) gon/km) – stupeň kvality A až F



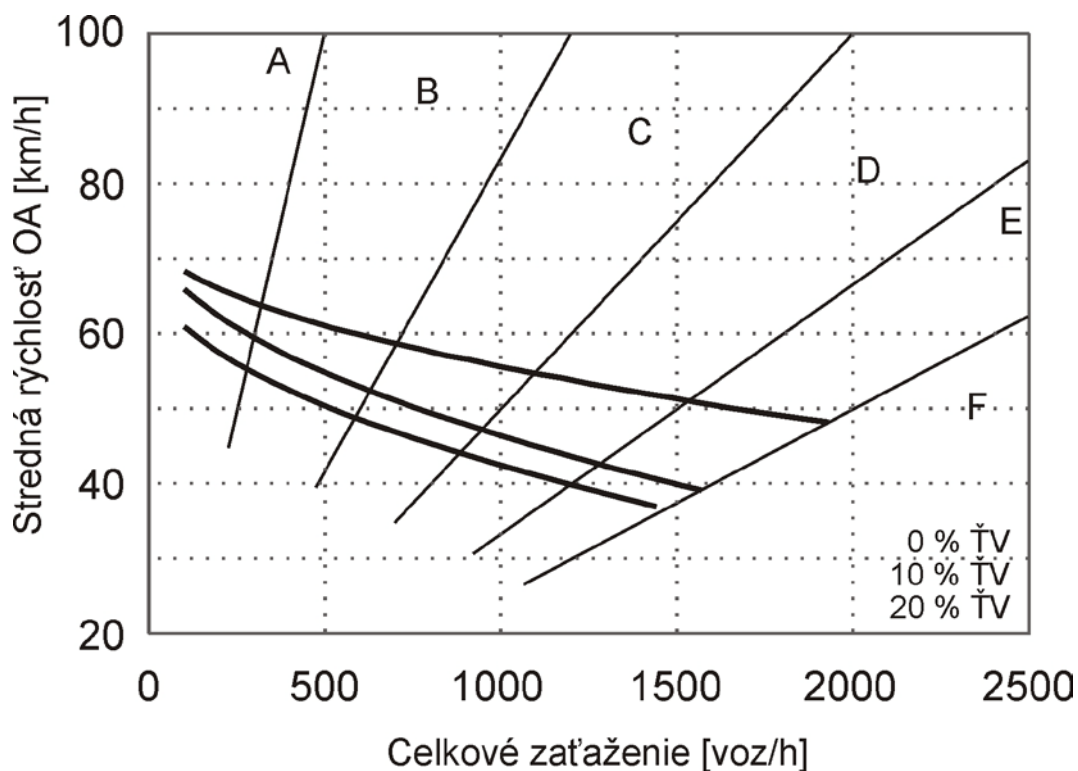
Obrázok 6.4(d) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 3, krivolakosť > 225 gon/km) – stupeň kvality A až F



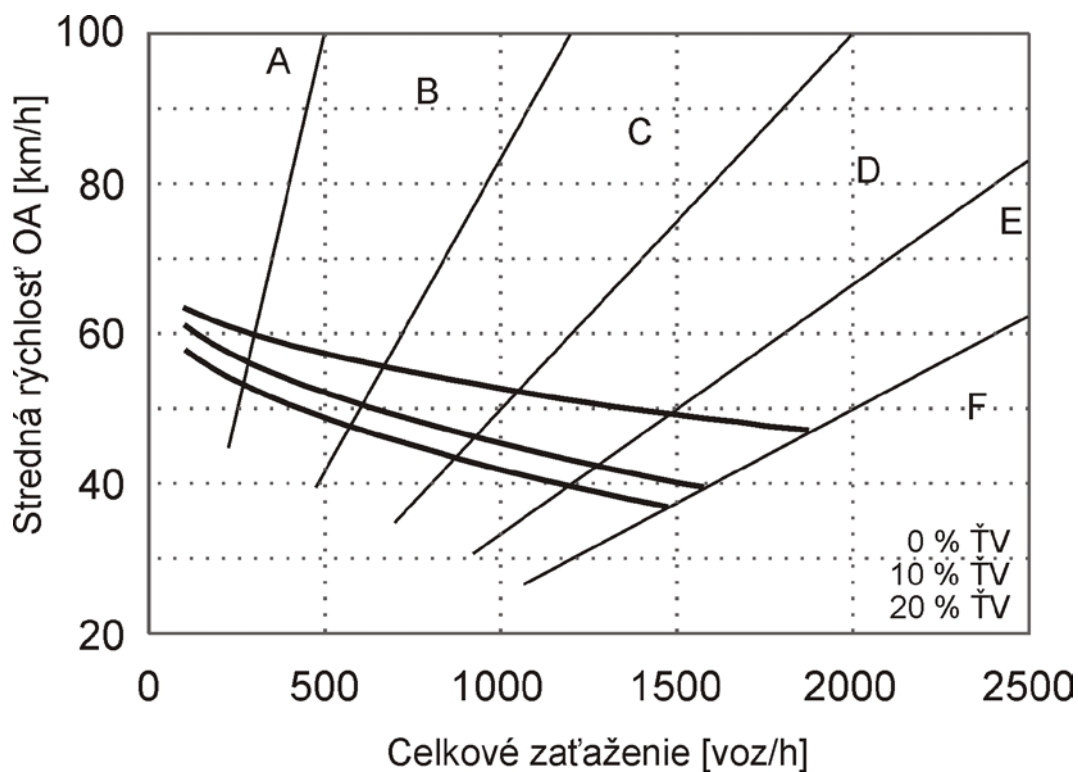
Obrázok 6.5(a) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 4, krivolakosť (0 – 75) gon/km) – stupeň kvality A až F



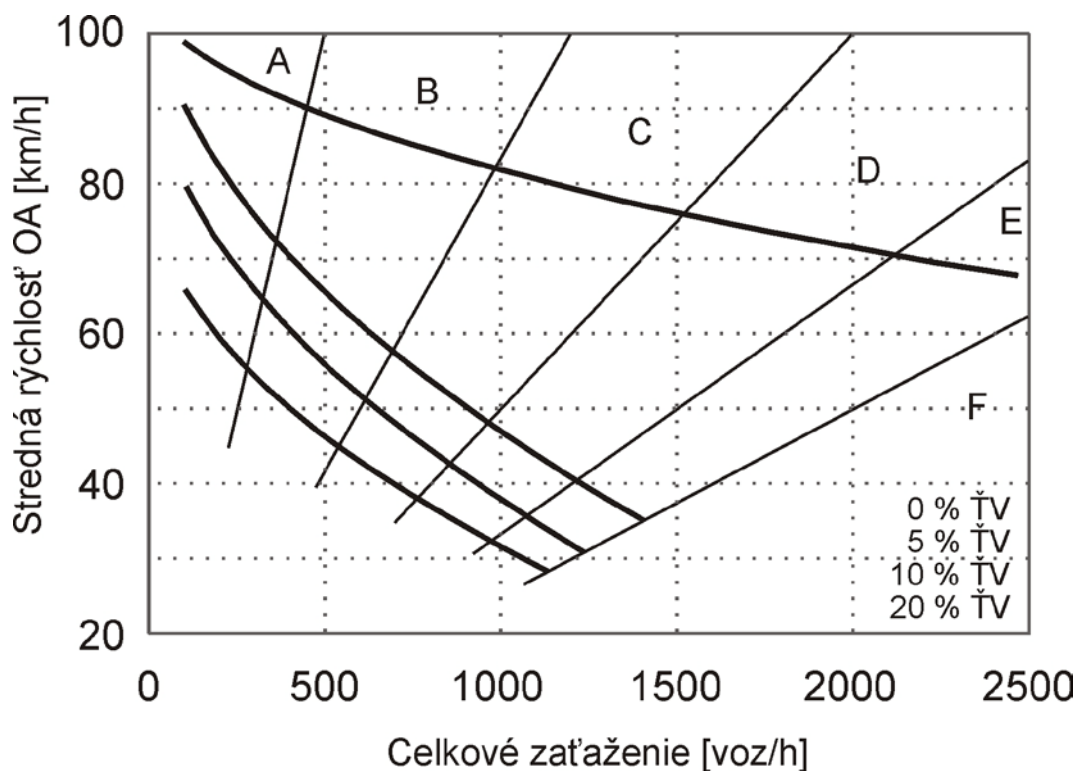
Obrázok 6.5(b) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 4, krivolakosť (75 – 150) gon/km) – stupeň kvality A až F



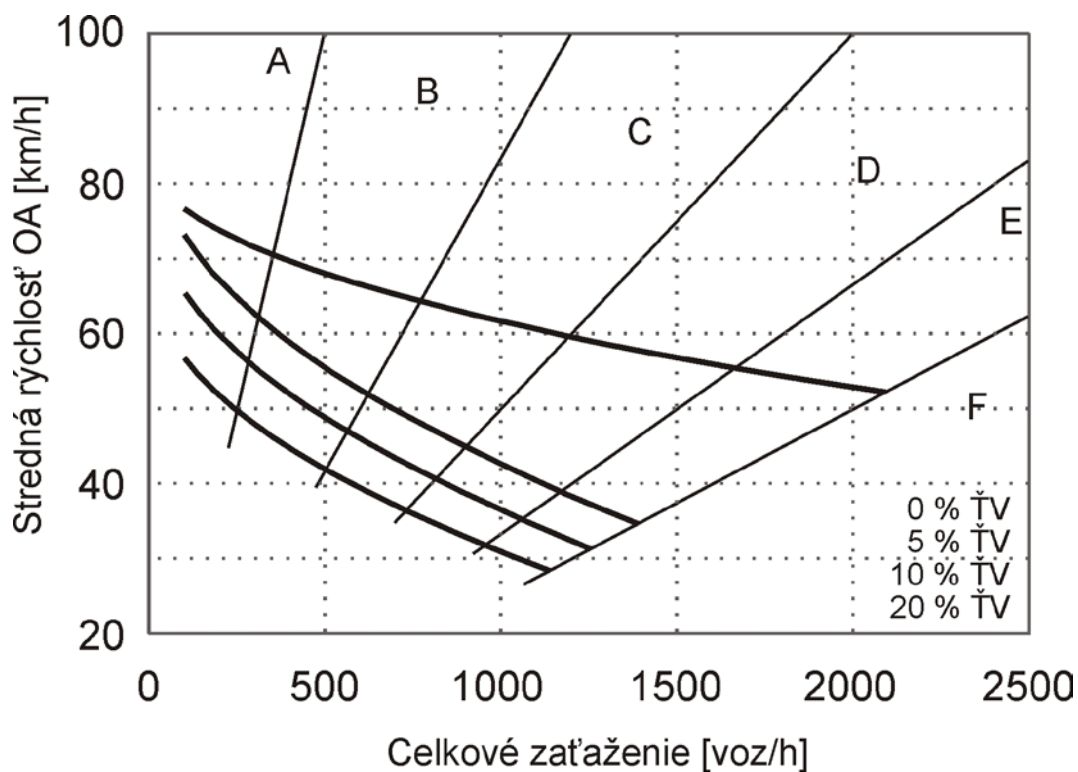
Obrázok 6.5(c) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 4, krivolakosť (150 – 225) gon/km) – stupeň kvality A až F



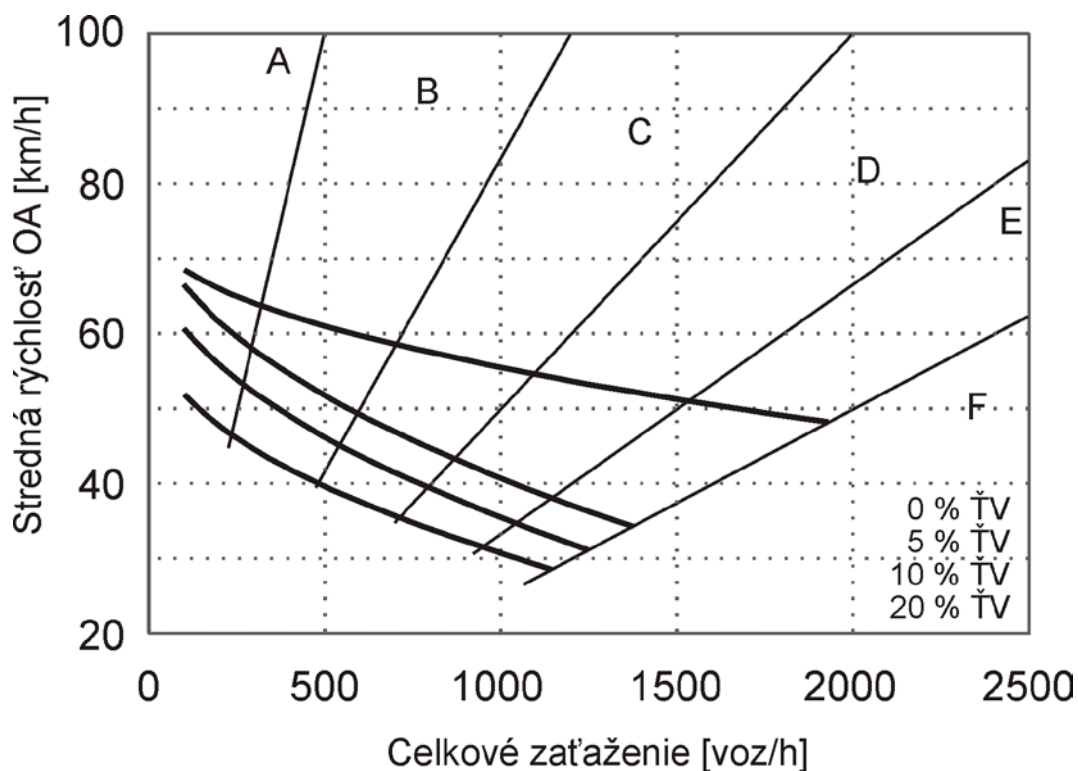
Obrázok 6.5(d) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 4, krivolakosť > 225 gon/km) – stupeň kvality A až F



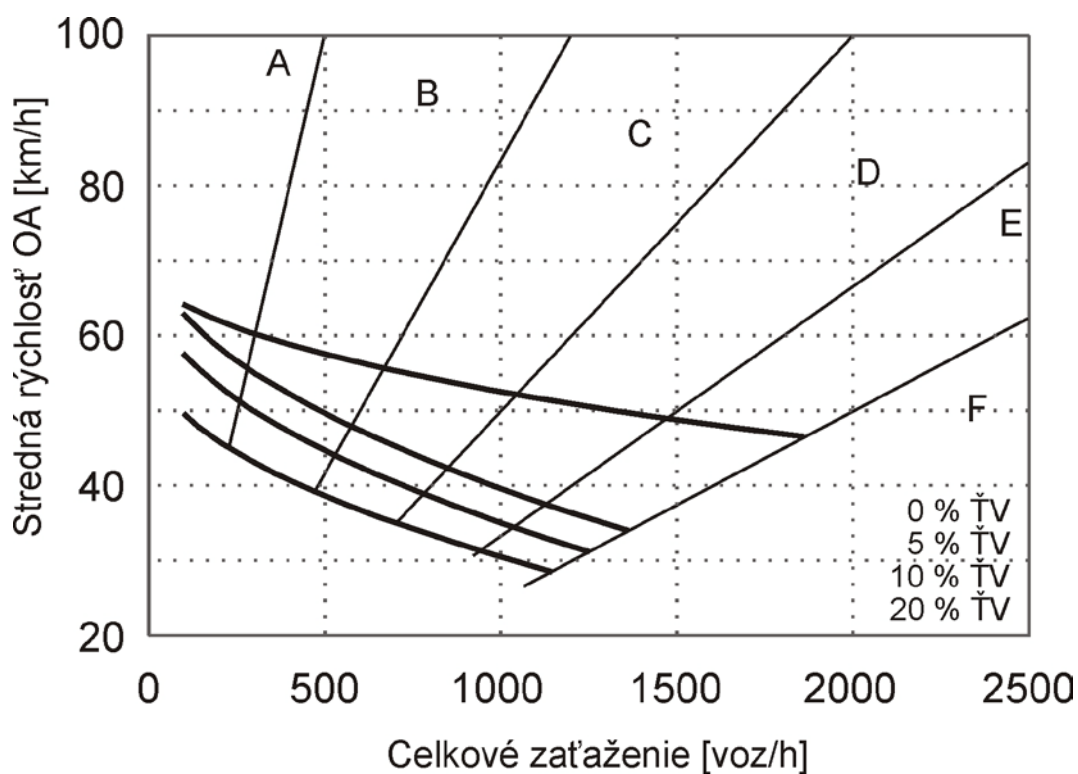
Obrázok 6.6(a) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 5, krivolakosť (0 – 75) gon/km) – stupeň kvality A až F



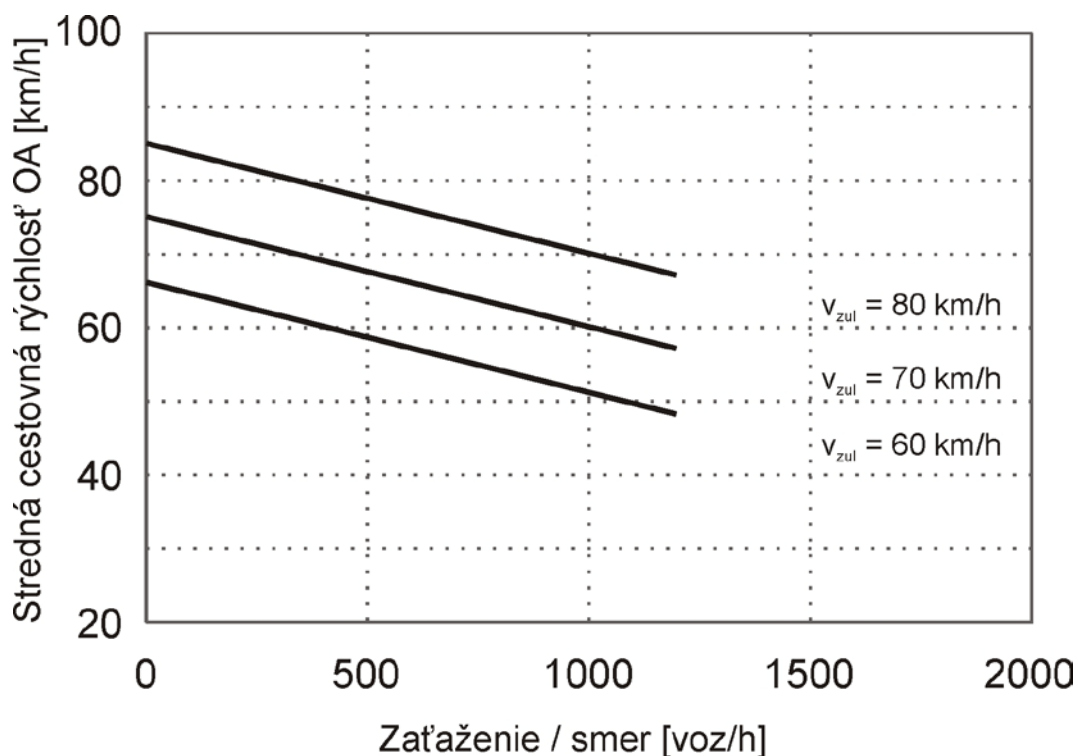
Obrázok 6.6(b) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 5, krivolakosť (75 – 150) gon/km) – stupeň kvality A až F



Obrázok 6.6(c) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 5, krivolakosť (150 – 225) gon/km) – stupeň kvality A až F



Obrázok 6.6(d) Stredná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 5, krivolakosť > 225 gon/km) – stupeň kvality A až F



Obrázok 6.7 Stredná cestovná rýchlosť OA v závislosti od zaťaženia (trieda stúpania 1) v tuneli

Na určenie strednej cestovnej rýchlosti OA v tuneli, ktorého dĺžka je väčšia ako 200 m, treba použiť q - V vzťah uvedený na obrázku 6.7. Vzťah je platný pre tunel s triedou stúpania 1. Pri triede stúpania 2 treba túto rýchlosť, určenú podľa obrázku 6.7, zredukovať o 3 km/h. V súčasnosti nie sú známe informácie (následne aj q - V vzťah) pre tunel s vyššou triedou stúpania.

Podiel ŤV - vzhľadom k zníženej povolenej rýchlosti v tuneli – nemá žiadny vplyv na strednú rýchlosť OA. Uvedený vzťah udáva strednú cestovnú rýchlosť OA pre každý z oboch dopravných smerov. Uvedené je platné pri zákaze predbiehania v tuneli.

Pri posudzovaní oboch smerov spoločne (profilu) sa musí pre riešený tunelový úsek vytvoriť stredná harmonická rýchlosť:

$$V_{\text{mittel}} = \frac{q_f + q_g}{\frac{q_f}{V_f} + \frac{q_g}{V_g}} \quad (6.3)$$

kde:

V_f je stredná cestovná rýchlosť OA v smere jazdy (podľa obrázku 6.7) [km/h],

V_g je stredná cestovná rýchlosť OA v protismere jazdy (podľa obrázku 6.7) [km/h].

Tunel s triedou stúpania 1 má kapacitu 1200 voz/h/smer. V rámci priemerného pracovného dňa je schopný dosiahnuť kapacitu až 1500 voz/h/smer. Stupne kvality dopravy pre tunel nie sú určené.

6.5.2 Kapacity

Vzťah medzi dôležitými veličinami a kapacitou C^1 je uvedený v tabuľke 6.4.

Tabuľka 6.4 Kapacity na dvojpruhovom úseku (suma oboch jazdných smerov)

Trieda stúpania	Krivolakosť [gon/km]	Kapacita [voz/h]					
		Podiel ŤV [%]					
		0	5	10	15	20	25
1	0 - 75	2500	2490	2370	2290	2255	2215
	75 - 150	2075	2075	2065	2060	2060	2060
	150 - 225	1935	1875	1840	1815	1800	1780
	> 225	1855	1805	1770	1745	1740	1720
2	0 - 75	2500	2420	2295	2195	2125	2100
	75 - 150	2070	2070	2065	2060	2050	2045
	150 - 225	1930	1870	1830	1810	1795	1780
	> 225	1855	1795	1760	1735	1715	1700
3	0 - 75	2500	2115	1965	1865	1795	1750
	75 - 150	2000	1975	1925	1865	1795	1750
	150 - 225	1930	1840	1795	1755	1735	1720
	> 225	1855	1780	1740	1705	1680	1675
4	0 - 75	2400	1735	1590	1510	1445	1405
	75 - 150	2000	1680	1580	1510	1445	1405
	150 - 225	1930	1665	1570	1510	1445	1405
	> 225	1855	1650	1570	1510	1445	1405
5	0 - 75	2000	1400	1230	1140	1055	950
	75 - 150	1800	1385	1230	1140	1045	950
	150 - 225	1800	1370	1230	1140	1045	950
	> 225	1795	1360	1230	1140	1040	940

¹⁾ Kapacita = QSV „E“

6.6 Priebeh dopravného prúdu na úseku

6.6.1 Úroveň kvality

Na určenie kvality dopravného prúdu na úseku pozostávajúcom z viacerých podúsekov je za pomoci rovnice 6.4 stanovená stredná hustota dopravného prúdu k . Je vyjadrená ako priemerná hodnota n dopravných hustôt k_i na úseku dĺžky L .

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n k_i * L_i}{L} \quad (6.4)$$

kde:

k je stredná hustota dopravného prúdu na úseku [voz/km].

Určenie úrovne kvality pre úsek sa určí podľa údajov v tabuľke 6.3. Pokiaľ je aspoň jeden čiastkový úsek kvality F, kvalita dopravného prúdu na celkovom úseku je hodnotená stupňom F.

6.6.2 Cestovná rýchlosť

Priemerná cestovná rýchlosť V_R na úseku o dĺžke L (pozostávajúca z n čiastkových úsekov o dĺžke L_i) je vážený priemer jednotlivých rýchlostí $V_{R,i}$ podľa rovnice 6.5:

$$V_R = \frac{L}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{V_{R,i}}} \quad (6.5)$$

6.7 Posudzovanie jedného jazdného smeru

V čl. 6.5 je popísaný postup na posúdenie kvality dopravného prúdu, vychádzajúci zo súčtu intenzity dopravy oboch jazdných smerov.

V prípade, že treba posúdiť kvalitu dopravného prúdu iba v jednom smere, môže sa (pri splnení predpokladu, že intenzita každého smeru je väčšia ako 250 voz/h) použiť nižšie uvedený postup.

Pre použitie q - V vzťahu je nutné vstupnú intenzitu sledovaného smeru zdvojnásobiť.

Pre rovinu a klesanie úseku (trieda stúpania v riešenom úseku 2 a 3) treba použiť q - V vzťah triedy stúpania 1 (obrázky 6.2), na stúpanie a na klesanie (ostatné triedy stúpania) treba použiť q - V vzťah príslušnej triedy stúpania (obrázky 6.3 až 6.6).

Týmto sa zohľadňuje rozdielnosť, že pri väčších stúpaniach, ako aj klesaniach, je úbytok rýchlostí a kapacity iný v porovnaní s rovinou alebo ľahkým klesaním.

Kapacita jedného jazdného pruhu/smeru je cca 55 % z kapacity profilu uvedenej v tabuľke 6.4.

Pri použití vyššie popísanej metodiky je úsek, ktorý je rozdelený na rôzne čiastkové úseky, spracovaný analogicky ako v čl. 6.6.

Posudzovanie jedného jazdného smeru pri dvojpruhových úsekoch je skôr výnimočnou záležitosťou.

6.8 Postup výpočtu a výpočtový formulár

V čl. 6.2 až 6.6 sú popísané výpočtové metódy, ktorými sa určí kvalita dopravného prúdu na úseku. V tomto článku sú zhrnuté uvedené teoretické poznatky.

Na vyplnenie kontrolného formuláru (slúžiaceho na uľahčenie vykonania posúdenia) treba zadefinovať:

1. špecifikovanie kategórie cesty,
2. stanovenie požadovanej cestovnej rýchlosti V_B v súlade s požiadavkami návrhu cesty,
3. zvolenie vhodného profilu cesty,
4. určenie vedenia trasy,
5. zadefinovanie požadovaného stupňa kvality dopravného prúdu,
6. výpočet návrhovej intenzity q_B vrátane údajov o podiele $\check{T}V$ – na základe výsledku prognózy dopravy (kapitola 3 a čl. 6.2.1),
7. rozdelenie úseku na i čiastkových úsekov homogénneho charakteru veličiny vplyvu ako stupeň stúpania, krivolakosť, intenzita a podiel $\check{T}V$,
8. stanoviť triedu stúpania pre každý čiastkový úsek pre oba jazdné smery podľa tabuľky 6.1,
9. systematické zostavenie vplyvov veličín úseku podľa formuláru:
 - a) triedy stúpania,
 - b) krivolakosť,
 - c) obmedzenie predbiehania.
10. zvolenie zodpovedajúceho q - V vzťahu (obrázky 6.2 až 6.6),
11. pre každý čiastkový úsek i :
 - a) vstupná veličina na osi x: návrhová intenzita q_B ,
 - b) odčítanie v diagrame: dosiahnuteľný stupeň kvality dopravného prúdu,
 - c) odčítanie na osi y: dosiahnuteľná cestovná rýchlosť OA $V_{R,i}$,
 - d) výpočet hustoty dopravného prúdu k_i ,
 - e) porovnanie dosiahnuteľnej cestovnej rýchlosti OA $V_{R,i}$ pri podiele $\check{T}V$ s požadovanou cestovnou rýchlosťou V_B a porovnanie dosiahnuteľnej úrovne kvality s požadovanou úrovňou kvality dopravného prúdu (bod 5).
12. sumár hodnotenia úseku:
 - a) výpočet strednej OA cestovnej rýchlosti na úseku podľa rovnice 6.5,
 - b) zistenie výslednej kvality dopravného prúdu úseku podľa čl. 6.6.1.

Ako pomôcka pre vykonanie vyššie uvádzaných pracovných krokov je formulár uvedený nižšie.

Formulár 1: Dosiadnuteľnosť kvality dopravného prúdu pri dimenzačnej intenzite						
Cestný úsek:						
1	Čiastkový úsek č. i					
2	Kategória cesty					
3	Požadovaná cestovná rýchlosť	V_B [km/h]				
4	Profil					
5	Požadovaná úroveň kvality (tabuľka 6.3)	QSV_i [-]				
6	Dimenzačná intenzita dopravy	q_B [voz/h]				
7	Podiel ŤV	b_{SV} [%]				
8	Dĺžka	L_i [m]				
9	Pozdĺžny sklon o dĺžke L_i	s_i [%]				
10	Najmenšia „stredná“ rýchlosť ŤV	[km/h]				
11	Trieda stúpania (tabuľka 6.1)	[-]				
12	Krivolakosť	KU [gon/km]				
13	Úsek so zákazom predbiehania	[%]				
14	Prídavok ku krivolakosti (tabuľka 6.2)	[gon/km]				
15	Rozsah krivolakosti (tabuľka 6.4)	[gon/km]				
16	Dosiadnuteľná cestovná rýchlosť OA (obrázky 6.2 až 6.6)	$V_{R,i}$ [km/h]				
17	hustota dopravného prúdu ($q_{B,i} / V_{R,i}$) (rovnica 6.2)	k_i [voz/km]				
18	Úroveň kvality čiastkového úseku (tabuľka 6.3 alebo obrázok 6.2 až 6.6)	QSV_i [-]				
19	Cestovná rýchlosť OA (rovnica 6.5)	V_R [km/h]				
20	Hustota dopravného prúdu (rovnica 6.4)	k [voz/km]				
21	Úroveň kvality dopravného prúdu (tabuľka 6.3)	QSV_{Ges} [-]				

7 Neriadené križovatky

7.1 Úvod

7.1.1 Účel a rozsah pôsobnosti

Výpočtové postupy slúžia na zdokumentovanie, že križovatka, na ktorej nie je doprava riadená svetelným signalizačným zariadením, prepustí očakávané dopravné zaťaženie s požadovanou kvalitou pohybu.

Na križovatkách sa musí prednosť v jazde jednoznačne určiť pomocou zvislých dopravných značiek. Výpočet nie je zostavený pre križovatky, na ktorých platí prednosť v jazde vozidiel prichádzajúcich sprava. Priepustnosť týchto križovatiek je približne (600 až 800) voz/h. Vo výpočtoch nie sú zohľadňovaní chodci a cyklisti.

Táto kapitola rozlišuje križovatky priesečné a stykové.

7.2 Definovanie stupňov dopravných prúdov

V závislosti od povinnosti dávať prednosť v križovatke sú dopravné prúdy v priesečných a stykových križovatkách rozdelené do 4 stupňov:

križovatka	priesečná	styková
I. stupeň - nadradené prúdy	priame smery hlavného smeru, odbočenie vpravo z hlavného smeru	priame smery hlavného smeru
II. stupeň - raz podriadené prúdy	odbočenie vľavo z hlavného smeru, odbočenie vpravo z vedľajšieho smeru	odbočenie vľavo z hlavného smeru, odbočenie vpravo z vedľajšieho smeru
III. stupeň - dva razy podriadené prúdy	smer priamo z vedľajšieho smeru	odbočenie vľavo z vedľajšieho smeru
IV. stupeň - tri razy podriadené prúdy	odbočenie vľavo z vedľajšieho smeru	---

Grafické znázornenie rozdelenia dopravných prúdov do jednotlivých stupňov je na obrázku 7.1.

7.3 Podklady na návrh križovatky bez svetelného signalizačného zariadenia (SSZ)

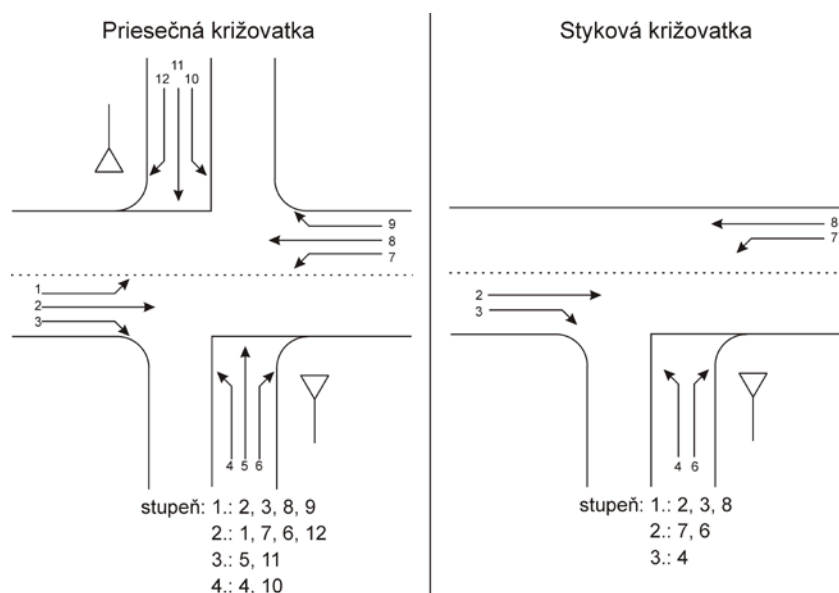
7.3.1 Intenzita dopravy

Skutočné dopravné zaťaženie všetkých, na križovatke povolených dopravných pohybov je nevyhnutným predpokladom na použitie ďalej uvedených postupov výpočtu. Vo výpočtoch sú použité maximálne hodnoty súčasne sa stretajúcich prúdov.

Intenzita dopravy sa stanovuje podľa princípov uvedených v kapitole 3 a intenzita dopravy má byť rozdelená na osobné vozidlá, nákladné vozidlá (vrátane autobusov), prívesy (návesy), motocykle a bicykle. Vo výnimočných prípadoch sa môže použiť zadanie intenzity dopravy vo vozidlách, t.j. bez rozdelenia na vyššie uvedené druhy.

7.3.2 Geometrické usporiadanie križovatky

Výpočtové postupy sú zostavené len pre križovatky vytvorené z dvoch komunikácií s jedným jazdným pásom alebo s jednou komunikáciou s jedným jazdným pásom a jednou komunikáciou s dvomi jazdnými pásmi navrhnutými v zmysle STN 73 6102.



Obrázok 7.1 Označenie dopravných prúdov

7.4 Ovplyvňujúce veličiny

7.4.1 Skladba dopravného prúdu

Správanie sa vodičov na križovatke s povinnosťou dať prednosť v jazde závisí - okrem iného - aj od druhu vozidla. Toto sa týka v prvom rade možnosti jeho zrýchlenia a dĺžky. Pre dopravné prúdy vozidiel, ktoré sú z hľadiska prednosti v jazde podriadené, by mali byť preto známe intenzity dopravy podľa druhov vozidiel (skladba dopravného prúdu).

Hodnoty kapacít, prípustných intenzít dopravy a kapacitné rezervy sa stanovujú pomocou postupu uvedeného v čl. 7.5 a platia pre osobnú automobilovú dopravu. Na posúdenie stupňa kvality pohybu dopravy je treba prepočítať očakávané intenzity dopravy na jednotkové vozidlá. Na prepočet možno použiť koeficienty podľa tabuľky 3.3. Prepočet sa použije pri priesečných a stykových križovatkách len pre vedľajšie prúdy.

7.4.2 Dopravné prúdy s prednosťou v jazde

Každý podriadený dopravný prúd musí dávať prednosť v jazde nadradeným dopravným prúdom podľa stupňov prednosti v jazde. Možnosť vykonať požadovaný pohyb vozidlám, ktoré musia dávať prednosť v jazde, je tým menšia, čím väčšia je intenzita dopravy nadradených dopravných prúdov. Závislosť medzi intenzitou dopravy nadradených prúdov a kapacitou podriadeného prúdu na stanovenie základnej kapacity je na obrázkoch 7.3 až 7.7.

Rozhodujúce dopravné zaťaženie pre podriadený dopravný prúd je dané súčtom intenzít všetkých nadradených dopravných prúdov, ktorým musí dať prednosť v jazde. Priradenie intenzít nadradených prúdov podriadeným je prehľadne uvedené v tabuľke 7.1 pre stykovú a v tabuľke 7.2 pre priesečnú križovatkou. Rozhodujúce zaťaženie je hodnota na osi x na obrázkoch 7.3 až 7.7.

Pri výpočte rozhodujúceho zaťaženia sa neuvažuje so skladbou dopravného prúdu nadradených prúdov, preto sa vyjadruje počtom vozidiel za hodinu [voz/h].

Medzi nadradenými odbočujúcimi dopravnými prúdmi 3 a 9 a križujúcimi, alebo pripájajúcimi sa prúdmi z vedľajšej cesty (prúdy vozidiel 4, 5 a 6 alebo 10, 11 a 12), nevznikajú body stretu. Napriek tomu vozidlá odbočujúce vpravo z hlavnej komunikácie, ak nemajú samostatný pruh, ovplyvňujú vstupy podriadených prúdov. Veľkosť vplyvu sa nedá všeobecne kvantifikovať. Odporúča sa pripočítať polovičnú hodnotu intenzity prúdov odbočujúcich vpravo k intenzite priameho smeru s prednosťou v jazde (pozri poznámku 1 v tabuľke 7.1 a 7.2).

Tabuľka 7.1 Rozhodujúca intenzita dopravy nadradeného prúdu q_p na stykovej križovatke

Vedľajší prúd	Číslo	Rozhodujúca intenzita dopravy hlavného prúdu q_p [voz/h]
Vozidlá odbočujúce vľavo z hlavnej cesty	7	$q_2 + q_3^{(3)}$
Vozidlá odbočujúce vpravo z vedľajšej cesty	6	$q_2^{(2)} + 0,5 * q_3^{(1)}$
Vozidlá odbočujúce vľavo z vedľajšej cesty	4	$q_2 + 0,5 * q_3^{(1)} + q_8 + q_7$

označenia a čísla sa vzťahujú na dopravné prúdy vozidiel podľa obrázku 7.1

¹⁾ ak má dopravný prúd 3 samostatný jazdný pruh, tak $q_3 = 0$

²⁾ ak má dopravný prúd 2 viac jazdných pruhov, použije sa intenzita dopravy v pravom jazdnom pruhu pre q_2 ; pokiaľ nie sú údaje z dopravného prieskumu, použije sa pre pravý jazdný pruh približná hodnota $q_2 / 2$

³⁾ ak je dopravný prúd vozidiel oddelený trojuholníkovým ostrovčekom s následnou podriadenosťou v prednosti v jazde, $q_3 = 0$

Tabuľka 7.2 Stanovenie rozhodujúcej intenzity dopravy nadradeného dopravného prúdu q_p na priesečnej križovatke

Vedľajší prúd	Číslo	Rozhodujúca intenzita dopravy hlavného prúdu q_p [voz/h]
Vozidlá odbočujúce vľavo z hlavnej cesty	1 7	$q_8 + q_9^{(3)}$ $q_2 + q_3^{(3)}$
Vozidlá odbočujúce vpravo z vedľajšej cesty	6 12	$q_2^{(2)} + 0,5 * q_3^{(1)}$ $q_8^{(2)} + 0,5 * q_9^{(1)}$
Križujúce vozidlá z vedľajšej cesty	5 11	$q_2 + 0,5 * q_3^{(1)} + q_8 + q_9^{(3)} + q_1 + q_7$ $q_8 + 0,5 * q_9^{(1)} + q_2 + q_3^{(3)} + q_1 + q_7$
Vozidlá odbočujúce vľavo z vedľajšej cesty	4 10	$q_2 + 0,5 * q_3^{(1)} + q_8 + 0,5 * q_9^{(1)} + q_1 + q_7 + q_{12}^{(3,4)} + q_{11}^{(4)}$ $q_8 + 0,5 * q_9^{(1)} + q_2 + 0,5 * q_3^{(1)} + q_1 + q_7 + q_6^{(3,4)} + q_5^{(4)}$

označenia a čísla sa vzťahujú na dopravné prúdy vozidiel podľa obrázku 7.1

¹⁾ ak má dopravný prúd 3 alebo 9 samostatný jazdný pruh, potom q_3 alebo $q_9 = 0$

²⁾ ak má dopravný prúd 2 alebo 8 viac jazdných pruhov, použije sa intenzita dopravy v pravom jazdnom pruhu pre q_2 alebo q_8 (ako v tabuľke 7.1)

³⁾ ak je dopravný prúd vozidiel 3, 9, 6 alebo 12 oddelený trojuholníkovým ostrovčekom s následnou podriadenosťou v jazde, intenzita dopravy q_3 , q_9 , q_6 alebo $q_{12} = 0$

⁴⁾ ak majú z protismeru prichádzajúce prúdy vozidiel 11 a 12, alebo 5 a 6 dopravnú značku P2 (Stop! Daj prednosť!), odpadajú q_{11} a q_{12} , resp. q_5 a q_6 (sú rovné nule)

7.4.3 Chodci a cyklisti

Priesečné a stykové križovatky

Na zohľadnenie vplyvu chodcov a cyklistov na priesečných a stykových križovatkách bez riadenia dopravy SSZ nie je spracovaný žiaden postup výpočtu. Odporúča sa do výpočtu rozhodujúceho zaťaženia nadradeného prúdu zahrnúť aj cyklistov ako vozidlá.

7.4.4 Poloha križovatky

Vplyv polohy priesečných a stykových križovatiek na kapacitu je zohľadnený v diagramoch na stanovenie základnej kapacity (pozri obrázok 7.3 až 7.7). Rozlišuje sa poloha:

- v obci,
- mimo obce,
- v aglomerácii.

7.4.5 Úpravy dopravných prúdov odbočujúcich vpravo

Vplyv samostatných pruhov na odbočovanie vpravo z hlavnej cesty a usmerňovacích trojuholníkových ostrovčekom na výpočet rozhodujúceho dopravného zaťaženia, je zohľadnený v tabuľkách 7.1 a 7.2.

Okrem toho, na križovatke mimo obce vplývajú aj na stanovenie základnej kapacity protismerných prúdov odbočujúcich vľavo. To znamená, že samostatný pruh a/alebo trojuholníkový ostrovček pre prúd 3 (9) sa musí zohľadniť pri stanovení základnej kapacity prúdu 7 (1) podľa obrázku 7.3.

7.4.6 Použitie značky prikazujúcej daj prednosť v jazde

Na kapacitu priesečnej alebo stykovej križovatky vplyva použitá zvislá dopravná značka prikazujúca dať prednosť v jazde:

- P1 (Daj prednosť v jazde!), alebo
- P2 (Stoj, daj prednosť v jazde!).

V tabuľke 7.2 sa vplyv použitej dopravnej značky zohľadňuje poznámkou 4.

V diagramoch na stanovenie základnej kapacity (obrázok 7.4 až 7.7) sa rozlišuje medzi použitím značky P1 alebo P2 len pri križovatkách mimo obce. Vplyv použitej značky sa prejavuje pri všetkých prúdoch z vedľajších ciest, teda pre dopravné prúdy:

- odbočujúce vpravo,
- idúce priamo,
- odbočujúce vľavo.

7.5 Kapacity priesečných a stykových križovatiek

7.5.1 Základná kapacita

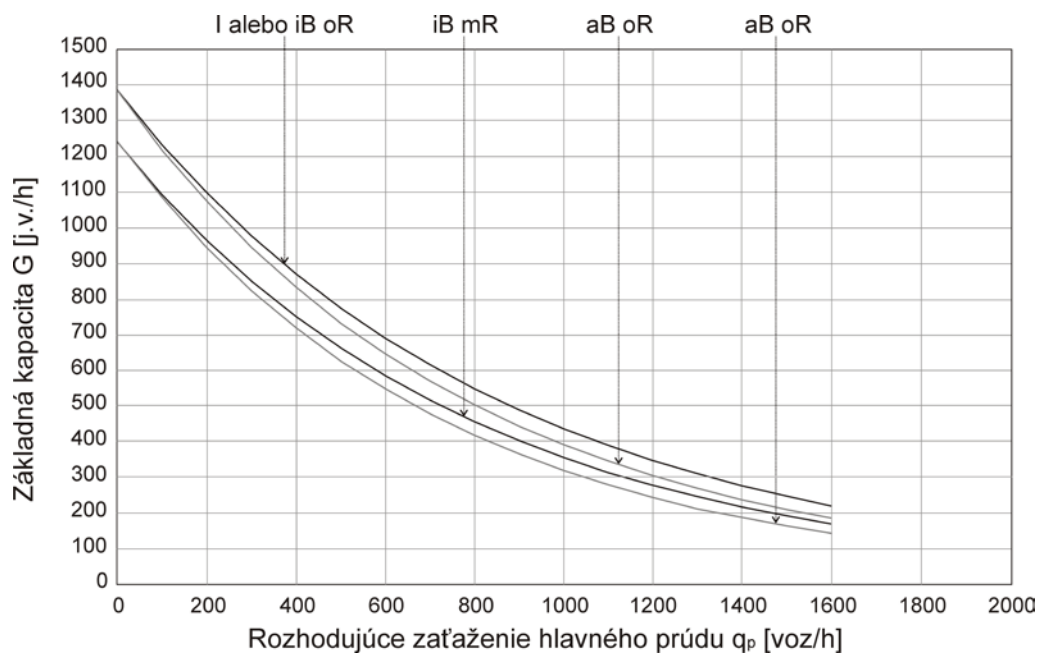
Kapacita dopravných prúdov 1. stupňa sa rovná kapacite voľne sa pohybujúcich dopravných prúdov. Všeobecne sa udáva hodnotou 1800 j.v./h/pruh. Kapacita dopravných prúdov 2. stupňa sa rovná základnej kapacite. Kapacita dopravných prúdov 3. a 4. stupňa sa určuje zo základnej kapacity znížením podľa podmienok dávania prednosti v jazde.

Maximálny počet vozidiel z podradeného prúdu, ktoré môžu prejsť križovatkou počas časových medzier medzi vozidlami v nadradených dopravných prúdoch sa označuje ako základná kapacita G . Táto má význam početnej veličiny lebo nezohľadňuje skutočnosť, že aj v nadradenom dopravnom prúde môže vzniknúť zápcha, ktorá zapríčiní neprejazdnosť križovatky čakajúcim vozidlám posudzovaného prúdu. Tento stav sa rieši v kapitole 7.5.2.

Grafy na obrázkoch 7.3 až 7.7 zobrazujú závislosť základnej kapacity na rozhodujúcom zaťažení $q_{p,i}$ nadradených prúdov. Výber príslušného grafu závisí od podmienok vysvetlených v kapitole 7.4.

Označenie kriviek značí:

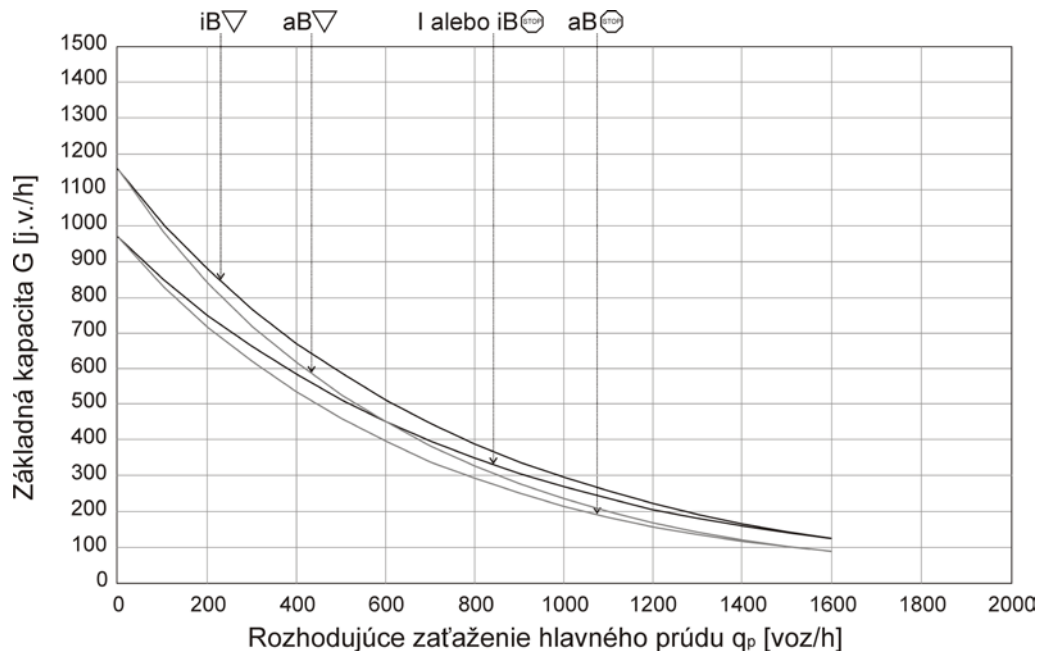
- obrázok 7.3 (vľavo odbočujúce prúdy vozidiel 1 a 7):
 - I - v obci,
 - iB oR - v aglomerácií, bez úprav na odbočovanie vpravo,
 - iB mR - v aglomerácií, s úpravou na odbočovanie vpravo,
 - aB oR - mimo aglomerácie, bez úprav na odbočovanie vpravo,
 - aB mR - mimo aglomerácie, s úpravou na odbočovanie vpravo.



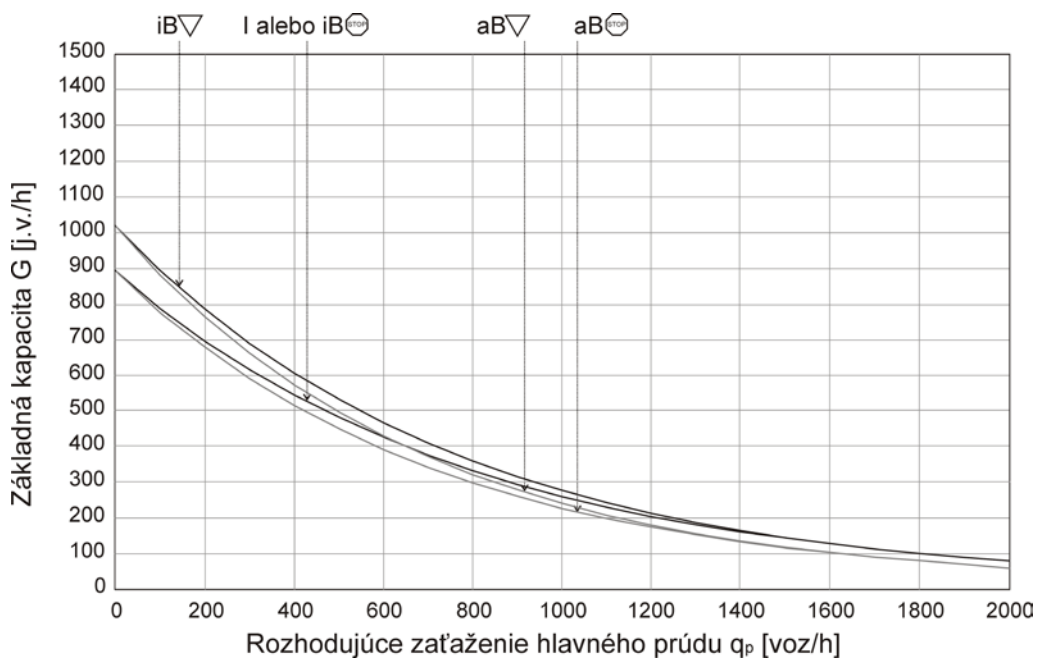
Obrázok 7.3 Základná kapacita G odbočovania vľavo z hlavnej cesty (dopravné prúdy 1 a 7)

- obrázky 7.4 až 7.7 (vozidlá odbočujúce vpravo 6 a 12, križujúce 5 a 11, odbočujúce vľavo 4 a 10):

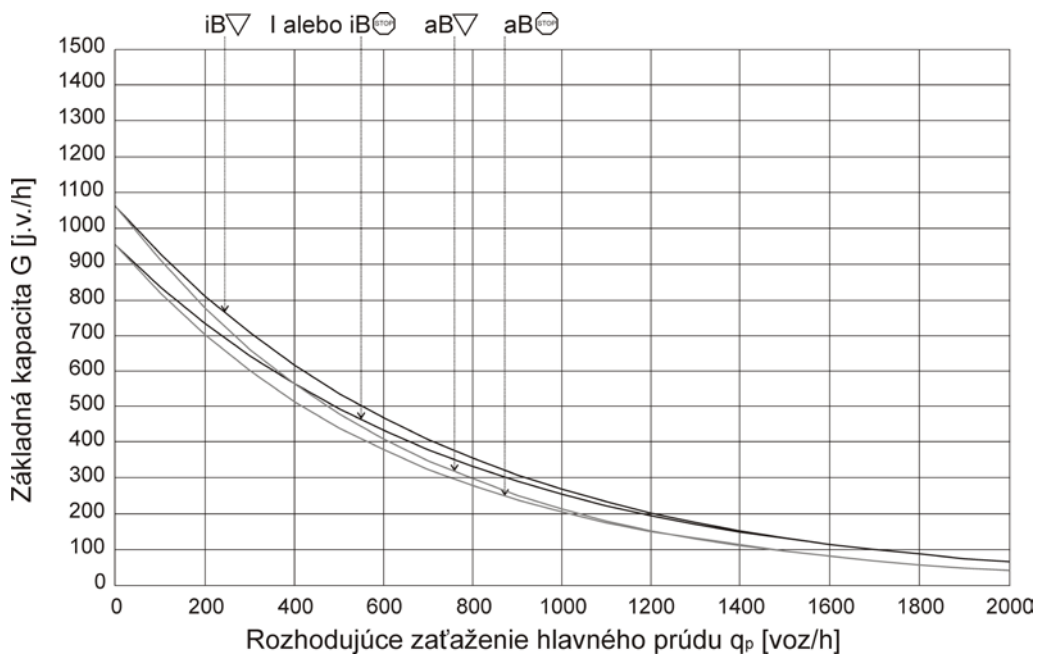
- I - v obci,
- iB (trojuholník) - mimo obce v aglomerácií, značka P1,
- iB (STOP) - mimo obce v aglomerácií, značka P2,
- ab (trojuholník) - mimo obce, mimo aglomerácie, značka P1,
- ab (STOP) - mimo obce, mimo aglomerácie, značka P2.



Obrázok 7.4 Základná kapacita G odbočovania vpravo z vedľajšej cesty (dopravné prúdy 6 a 12)

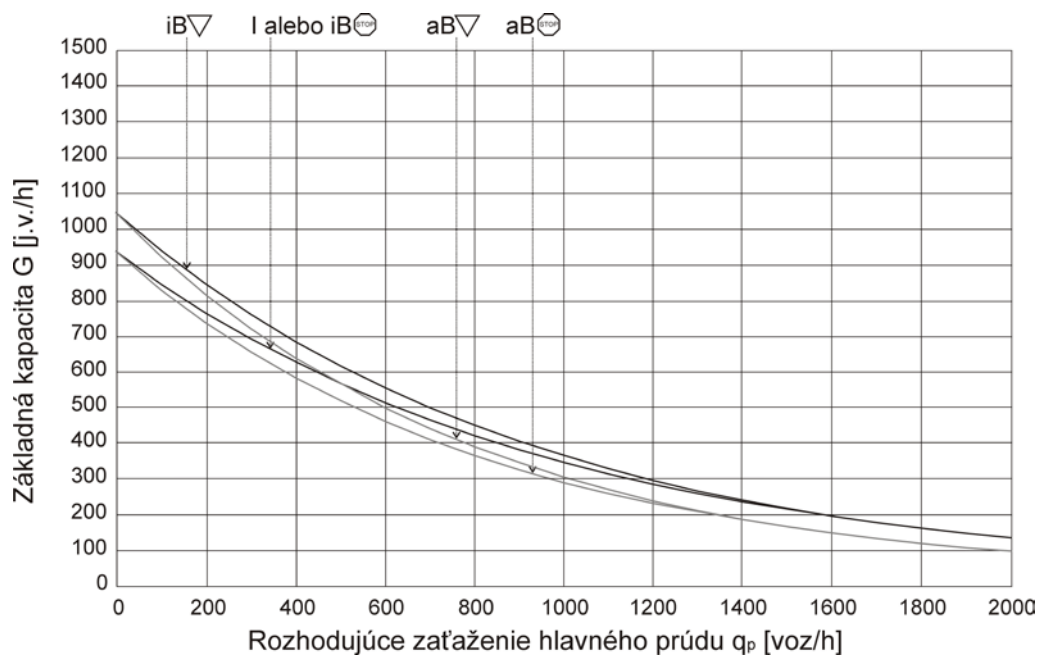


Obrázok 7.5 Základná kapacita G priameho smeru z vedľajšej cesty (dopravné prúdy 5 a 11)



Obrázok 7.6 Základná kapacita G odbočovania vľavo z vedľajšej cesty (dopravné prúdy 4 a 10)

Pre križovatky s jednosmernou premávkou na hlavnej ceste, pozri obrázok 7.7.



Obrázok 7.7 Základná kapacita G priameho smeru a odbočovania vľavo z vedľajšej cesty, ak je na ceste s prednosťou v jazde jednosmerná premávka (dopravné prúdy 4, 5, 10 a 11)

Namiesto grafov z obrázkov 7.3 až 7.7 je vhodnejšie použiť vzťah (7.1):

$$G_i = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{q_p}{3600}(t_g - \frac{t_f}{2})} \quad (7.1)$$

kde:

q_p je rozhodujúce zaťaženie hlavného prúdu (podľa tabuľky 7.1 alebo 7.2) [voz/h],

t_g kritický časový odstup (z tabuľky 7.3) [s],

t_f priemerný následný časový odstup (z tabuľky 7.4) [s].

Tabuľka 7.3 Kritický časový odstup

Vedľajší prúd	Číslo	Kritický časový odstup t_g [s]				v obci
		mimo obce				
		mimo aglomerácie		vnútri aglomerácie		
		s úpravou na odbočovanie vpravo	bez úpravy na odbočovanie vpravo	s úpravou na odbočovanie vpravo	bez úpravy na odbočovanie vpravo	
Odbočenie vľavo z hlavnej cesty	1	6,4	5,9	6	5,5	5,5
	7					
Odbočenie vpravo z vedľajšej cesty	6	7,3		6,5		6,5
	12					
Priamy smer z vedľajšej cesty	5	7		6,5		6,5
	11					
Odbočenie vľavo z vedľajšej cesty	4	7,4		6,6		6,6
	10					
Priamy smer a odbočenie vľavo z vedľajšej cesty pri jednosmernej premávke	5	6,2		5,6		5,6
	11					
	4					
	10					

Tabuľka 7.4 Priemerný následný časový odstup

Vedľajší prúd	Číslo	Priemerný následný časový odstup t_r [s]				v obci
		mimo obce				
		mimo aglomerácie		vnútri aglomerácie		
		Značka P1	Značka P2	Značka P1	Značka P2	
Odbočenie vľavo z hlavnej cesty	1	2,9		2,6		2,6
	7					
Odbočenie vpravo z vedľajšej cesty	6	3,1	3,7	3,1	3,7	3,7
	12					
Priamy smer z vedľajšej cesty	5	3,5	4	3,5	4	4
	11					
Odbočenie vľavo z vedľajšej cesty	4	3,4	3,8	3,4	3,8	3,8
	10					
Priamy smer a odbočenie vľavo z vedľajšej cesty pri jednosmernej premávke	5	3,5	3,9	3,5	3,9	3,9
	11					
	4					
	10					

7.5.2 Kapacita dopravných prúdov druhého stupňa

Kapacita dopravných prúdov druhého stupňa C_i sa rovná základnej kapacite G_i . Pre vozidlá odbočujúce vľavo z hlavnej cesty (dopravné prúdy 1 a 7) a pre vozidlá odbočujúce vpravo z vedľajšej cesty (dopravné prúdy 6 a 12), platí vzťah 7.2:

$$C_i = G_i \quad (7.2)$$

kde:

i sú dopravné prúdy 1,7,6,12 [-],

G_i je základná kapacita dopravného prúdu i (podľa obrázkov 7.3 a 7.4) [j.v./h].

7.5.3 Kapacita dopravných prúdov tretieho a štvrtého stupňa

Pri podriadených dopravných prúdoch 3. alebo 4. stupňa sa musí zväziť, že vozidlá môžu odchádzať len vtedy, keď v nadradených dopravných prúdoch, ktoré majú prednosť v jazde, nie je zápcha. Musí sa preto vypočítať pravdepodobnosť stavu bez zápchy $p_{0,i}$ podľa vzťahu (7.3).

$$p_{0,i} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - g_i = 1 - \frac{q_i}{C_i} \\ 0 \end{array} \right\} \quad (7.3)$$

kde:

i sú prúdy číslo 1,7,6,12,5,11 [-],

g_i je stupeň saturácie pre vedľajší prúd i ; $g_i = \frac{q_i}{C_i}$ [-].

C_i kapacita dopravného prúdu i , vypočítaná podľa vzťahu (7.2) pri dopravných prúdoch 2. stupňa; podľa vzťahu (7.5) pri dopravných prúdoch 3. stupňa [j.v./h].

Pre dopravné prúdy odbočujúce vľavo (1 a 7), platí rovnica 7.3 len vtedy, ak 95 %-ná dĺžka kolóny N_{95} je menšia ako dĺžka predradovacieho pruhu (pozri čl. 7.7.3 a obrázok 7.20).

Ak je N_{95} väčšia ako dĺžka predradovacieho pruhu, treba namiesto hodnoty $p_{0,1}$ a $p_{0,7}$ vypočítať hodnotu $p_{0,1^*}$ a $p_{0,7^*}$ podľa vzťahu (7.16).

Ak nie sú pre prúdy odbočujúce vľavo 1 a 7 samostatné pruhy, miesto hodnoty $p_{0,1}$ a $p_{0,7}$ sa vypočíta hodnota $p_{0,1^*}$ a $p_{0,7^*}$ podľa vzťahu (7.14).

Výsledná hodnota kapacity C dopravných prúdov tretieho a štvrtého stupňa sa vypočíta prenasobením základnej kapacity G hodnotou pravdepodobnosti p_0 . Pritom sa rozlišuje:

a) styková križovatka

Na zistenie kapacity C_4 dopravného prúdu tretieho stupňa, t.j. prúdu odbočujúceho vľavo z vedľajšej komunikácie (dopravný prúd 4) sa na stykovej križovatke prenášobí základná kapacita hodnotou pravdepodobnosti, že sa nevytvorí kolóna v nadradenom prúde druhého stupňa na odbočovanie vľavo 7 - $p_{0,7}$ - podľa vzťahu (7.4):

$$C_4 = p_{0,7} * G_4 \quad (7.4)$$

kde:

$p_{0,7}$ je pravdepodobnosť, že sa nevytvorí kolóna v nadradenom dopravnom prúde (podľa vzťahu (7.3)) [-]

- v prípade, že je 95%-ná dĺžka kolóny N_{95} dopravného prúdu 7 väčšia ako dĺžka pruhu na odbočovanie vľavo, miesto $p_{0,7}$ sa použije hodnota $p_{0,7}^*$ podľa vzťahu (7.16)

- v prípade, že dopravný prúd odbočujúci vľavo z hlavnej cesty 7 nemá samostatný pruh, namiesto $p_{0,7}$ sa použije $p_{0,7}^{**}$ podľa vzťahu (7.14),

G_4 základná kapacita dopravného pruhu pre prúd 4 (podľa obrázkov 7.6 alebo 7.7) [j.v./h].

b) priesečná križovatka

Na priesečnej križovatke sú dopravné prúdy 5 a 11 (priame smery z vedľajších ciest) prúdmi tretieho stupňa. V nadradených dopravných prúdoch druhého stupňa 1 a 7 (odbočenie vľavo z hlavnej cesty) môžu nezávisle od seba vzniknúť kolóny. Kapacity dopravných prúdov 5 a 11 (C_5 a C_{11}) vyplývajú zo vzťahu 7.5 prenášením základných kapacít hodnotou pravdepodobnosti p_x , že sa nevytvoria kolóny v dopravných prúdoch 1 a 7:

$$C_5 = p_x * G_5 \\ C_{11} = p_x * G_{11} \quad (7.5)$$

kde:

p_x je pravdepodobnosť, že v dopravných prúdoch 1 a 7 sa súčasne nevytvoria kolóny $p_{0,1} * p_{0,7}$ [-]

- v prípade, že 95% dĺžka kolóny N_{95} dopravného prúdu 1 alebo 7 je väčšia ako dĺžka jazdného pruhu na odbočovanie vľavo, sa miesto $p_{0,1}$ alebo $p_{0,7}$ použijú hodnoty $p_{0,1}^*$ a $p_{0,7}^*$ podľa (7.16),

- ak doľava odbočujúce prúdy 1 alebo 7 nemajú samostatný pruh, miesto $p_{0,1}$ a/alebo $p_{0,7}$ sa použije $p_{0,1}^{**}$ a/alebo $p_{0,7}^{**}$ podľa 7.14,

G_5, G_{11} základná kapacita dopravného pruhu pre prúd 5 alebo 11 (podľa obrázkov 7.5 alebo 7.7) [j.v./h].

Stavy bez vytvárania kolóny

Pri určovaní kapacity dopravných prúdov štvrtého stupňa (4 a 10), na priesečnej križovatke - t.j. prúdov odbočujúcich vľavo z vedľajších ciest - sa musí zohľadniť pravdepodobnosť, že sa súčasne nevytvoria kolóny v dopravných prúdoch druhého (1, 7 a 6, 12) a tretieho stupňa (5 a 11), čo ale nie je navzájom nezávislé. Po vypočítaní hodnôt pravdepodobností $p_{0,1}$, $p_{0,7}$, $p_{0,6}$, $p_{0,12}$, $p_{0,5}$ a $p_{0,11}$ podľa vzťahu (7.3) sa určia hodnoty pravdepodobností $p_{z,5}$ a $p_{z,11}$ podľa vzťahu 7.6, alebo podľa obrázku 7.8, ktoré vyjadrujú s dostatočnou presnosťou stav bez kolón.

$$p_{z,i} = \frac{1}{1 + \frac{1 - p_x}{p_x} + \frac{1 - p_{0,i}}{p_{0,i}}} \quad (7.6)$$

kde:

i je dopravný prúd 5 alebo 11 [-],

p_x pravdepodobnosť, že sa v dopravnom prúde 1 a súčasne 7 nevytvoria kolóny $p_{0,1} * p_{0,7}$,

- ak 95% dĺžka kolóny N_{95} dopravného prúdu 1 alebo 7 je väčšia ako dĺžka pruhu na odbočovanie vľavo, miesta $p_{0,1}$ a $p_{0,7}$ sa použijú hodnoty pre $p_{0,1}$ a $p_{0,7}$ podľa vzťahu 7.16,
 - ak dopravné prúdy odbočujúce vľavo 1 a/alebo 7 nemajú samostatný pruh miesta $p_{0,1}$ a $p_{0,7}$ sa použijú hodnoty $p_{0,1}^{**}$ a $p_{0,7}^{**}$ podľa vzťahu 7.14,
- $p_{z,i}$ pravdepodobnosť, že sa nevytvoria kolóny v dopravných prúdoch 1, 7 a $i = 5$, alebo v dopravnom prúde 1, 7 a $i = 11$.

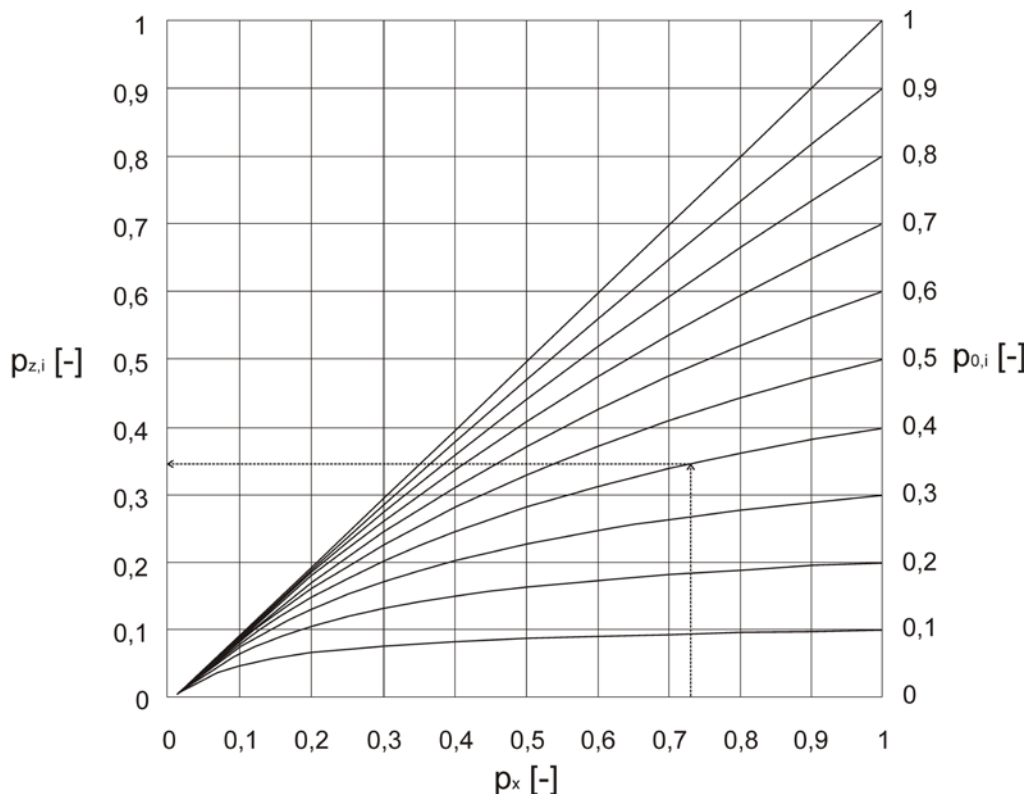
Rovnica 7.6 - zohľadňujúca štatistickú závislosť nevytvárania kolóny v dopravných prúdoch druhého a tretieho stupňa - je vykreslená na obrázku 7.8.

Kapacity dopravných prúdov štvrtého stupňa C_4 a C_{10} , t.j. prúdov odbočujúcich vľavo z vedľajšej cesty sa vypočítajú podľa vzťahu 7.7:

$$\begin{aligned} C_4 &= p_{z,11} * p_{0,12} * G_4 \\ C_{10} &= p_{z,5} * p_{0,6} * G_{10} \end{aligned} \quad (7.7)$$

kde:

- $p_{z,11}, p_{z,5}$ je pravdepodobnosť, že sa nevytvoria kolóny v dopravných prúdoch 1, 7, 11, alebo 1, 7, 5 (podľa vzťahu 7.6 alebo obrázku 7.8) [-],
- $p_{0,12}, p_{0,6}$ pravdepodobnosť, že sa nevytvoria kolóny v dopravnom prúde 12 alebo 6 (podľa vzťahu 7.3)
- ak sú dopravné prúdy 6 a/alebo 12 oddelené trojuholníkovým ostrovčekom s povinnosťou dať prednosť v jazde, hodnota pravdepodobnosti $p_{0,6}$ alebo $p_{0,12}$ sa neuvažuje (pozri tabuľku 7.4, poznámka 3),
- G_4, G_{10} základná kapacita dopravných prúdov 4 a 10 (podľa obrázku 7.6 alebo 7.7) [j.v./h].



Obrázok 7.8 Pravdepodobnosť, že sa nevytvoria kolóny v dopravných prúdoch $i = 1, 7$ a 5 alebo $i = 1, 7$ a 11

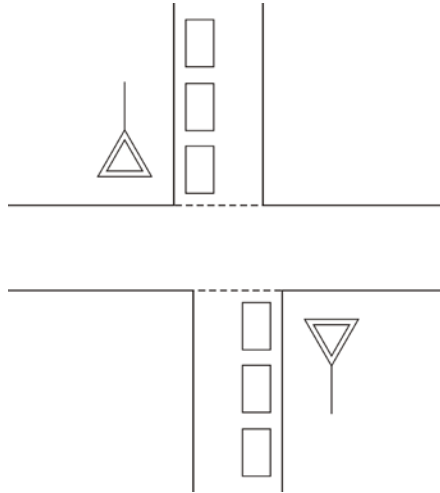
Príklad odčítania:

Ak $p_{0,1} = 0,9$, $p_{0,7} = 0,8$ potom je hodnota $p_x = 0,72$; potom pre $p_{0,11} = 0,4$ sa z grafu odčíta: $p_{z,11} = 0,35$.

7.5.4 Kapacita dopravných prúdov na združených jazdných pruhoch

Na jazdnom pruhu, ktorý súčasne používajú rôzne dopravné prúdy – združený jazdný pruh – si vozidlá navzájom prekážajú.

Prípád 1.1 Jednopruhový vjazd



Obrázok 7.9 Jednopruhový vjazd z vedľajšej cesty

Ak sa vozidlá podradených prúdov z vedľajších ciest radia pred križovatkou iba v jednom jazdnom pruhu potom sa (pozri obrázok 7.9) spoločná kapacita C_m dopravných prúdov na združenom jazdnom pruhu vypočíta podľa vzťahu 7.8:

$$c_m = \frac{\sum q_i}{\sum g_i} \quad (7.8)$$

kde:

i sú dopravné prúdy 4,5,6 alebo 10, 11, 12 [-],

m 4+5, 5+6, 4+6, 4+5+6, 10+11, 11+12, 10+12 alebo 10+11+12 [-],

C_m je kapacita zmiešaného prúdu [j.v./h],

g_i stupeň saturácie pre podradený prúd $i = \frac{q_i}{C_i}$,

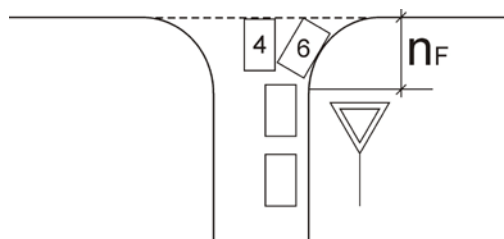
q_i intenzita dopravy vedľajšieho prúdu i [j.v./h],

C_i kapacita dopravného prúdu i (podľa vzťahov 7.2, 7.4, 7.5 alebo 7.7) [j.v./h].

Prípád 1.2: Rozšírený vjazd z vedľajšej cesty

Náročia pri vjazdoch z vedľajších ciest môžu byť upravené tak, aby sa čakajúce vozidlá z dopravných prúdov odbočujúcich vpravo a vľavo mohli zastaviť v mieste rozľadu vedľa seba (pozri obrázok 7.10).

Styková križovatka



Obrázok 7.10 Rozšírený vjazd na stykovej križovatke

Kapacita zmiešaného prúdu 4 + 6 pri tomto usporiadaní sa vypočíta podľa vzťahu 7.9:

$$C_m = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{q_i + q_k}{n_F^{+1} \sqrt{g_i^{n_F^{+1}} + g_k^{n_F^{+1}}}} \\ 1800 \end{array} \right\} \quad (7.9)$$

kde:

i je dopravný prúd 4 [-],

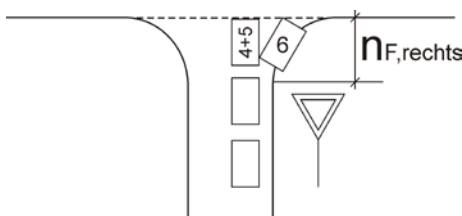
k dopravný prúd 6 [-],

C_m kapacita zmiešaného prúdu 4 + 6 [j.v./h],

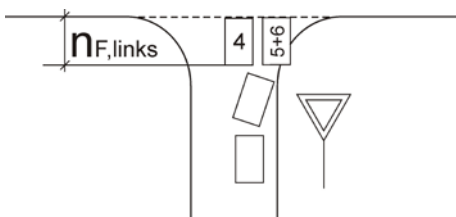
C_i, C_k kapacita dopravného prúdu i, k (podľa vzťahov 7.2 alebo 7.4) [j.v./h].

Priesečná križovatka

Na priesečných križovatkách sa rozlišuje, či sa dopravný prúd priameho smeru (prúdy 5 a 11) zaraďuje spoločne s prúdom odbočujúcim vľavo (prúdy 4 a 10) alebo s prúdom odbočujúcim vpravo (prúdy 6 a 12) (pozri obrázky 7.11 a 7.12). Rozoznáva sa teda vjazd rozšírený vpravo (vozidlá odbočujúce vpravo obchádzajú zmiešaný prúd zložený z vozidiel odbočujúcich vľavo a idúcich priamo) alebo vjazd rozšírený vľavo (vozidlá odbočujúce vľavo obchádzajú zmiešaný prúd zložený z vozidiel odbočujúcich vpravo a idúcich priamo).



Obrázok 7.11 Vjazd rozšírený vpravo



Obrázok 7.12 Vjazd rozšírený vľavo

Kapacita zmiešaného prúdu na vjazde rozšírenom vpravo, alebo s pruhom na odbočovanie vpravo (pozri obrázok 7.11), sa stanovuje podľa vzťahu 7.10.

$$C_{m,rechts} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{q_i + q_j + q_k}{n_{F,rechts}^{+1} \sqrt{(g_i + g_j)^{n_{F,rechts}^{+1}} + g_k^{n_{F,rechts}^{+1}}}} \\ 1800 \end{array} \right\} \quad (7.10)$$

Kapacita zmiešaného prúdu na vjazde rozšírenom vľavo, alebo s pruhom na odbočovanie vľavo (pozri obrázok 7.12), sa stanovuje podľa vzťahu 7.11.

$$C_{m,links} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{q_i + q_j + q_k}{n_{F,links}^{+1} \sqrt{g_i^{n_{F,links}^{+1}} + (g_j + g_k)^{n_{F,links}^{+1}}}} \\ 1800 \end{array} \right\} \quad (7.11)$$

kde:

i sú dopravné prúdy 4 a 10 [-],
 j dopravné prúdy 5 a 11 [-],
 k dopravné prúdy 6 a 12 [-],
 m ľubovoľná kombinácia i, j a k [-],

g_i, g_j, g_k je stupeň nasýtenia vedľajšieho prúdu $i, j, k = \frac{q_i}{C_i}, \frac{q_j}{C_j}$ alebo $\frac{q_k}{C_k}$,

C_i, C_j, C_k kapacita dopravného prúdu i, j, k (podľa vzťahov 7.2, 7.4, 7.5 alebo 7.7) [j.v./h],
 $n_{F, rechts}$ počet možných miest na zastavenie na pruhu na odbočovanie vpravo alebo na rozšírení [j.v.],

$n_{F, links}$ počet možných miest na zastavenie na pruhu na odbočovanie vľavo alebo na rozšírení [j.v.].

Využívanie rozšírených vjazdov

Vzťahy 7.10 a 7.11 sa môžu použiť len vtedy, ak na základe vonkajších podmienok je spôsob použitia rozšírenia prejazdu jednoznačný, čo je veľmi problematické predvídať. Spôsob pohybu vozidiel idúcich priamo je rozhodujúci. Vozidlá odbočujúce vpravo, alebo vľavo, využijú tú časť jazdného pásu, ktorá najviac vyhovuje smeru ich pohybu. Ak vozidlá idúce priamo obchádzajú vozidlo čakajúce na odbočovanie vľavo po pravej strane, je vjazd rozšírený vľavo, keď míňajú vozidlá odbočujúce vpravo po ľavej strane, je vjazd rozšírený vpravo. Pravdepodobnosť, že vjazd je rozšírený vpravo (vľavo) je približne proporcionálna stupňu saturácie dopravného prúdu odbočujúceho vpravo (vľavo). To umožňuje zostaviť rovnicu na výpočet kapacity rozšíreného vjazdu vpravo alebo vľavo v tvare:

$$C_{m, misch} = \min \left\{ \begin{array}{l} C_{m, links} * \frac{g_i}{g_i + g_j + g_k} + C_{m, rechts} * \frac{g_j + g_k}{g_i + g_j + g_k} \\ 1800 \end{array} \right\}$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{g_i}{n_F^{+1} \sqrt{g_i^{n_F+1} + (g_j + g_k)^{n_F+1}}} + \frac{g_j + g_k}{n_F^{+1} \sqrt{(g_i + g_j)^{n_F+1} + g_k^{n_F+1}}} \right) * \frac{q_i + q_j + q_k}{g_i + g_j + g_k} \\ 1800 \end{array} \right\} \quad (7.12)$$

kde:

i sú dopravné prúdy 4 a 10 [-],
 j dopravné prúdy 5 a 11 [-],
 k dopravné prúdy 6 a 12 [-],
 m ľubovoľná kombinácia i, j a k [-],

$C_{m, misch}$ kapacita zmiešaného prúdu pri používaní rozšírenia [j.v./h],

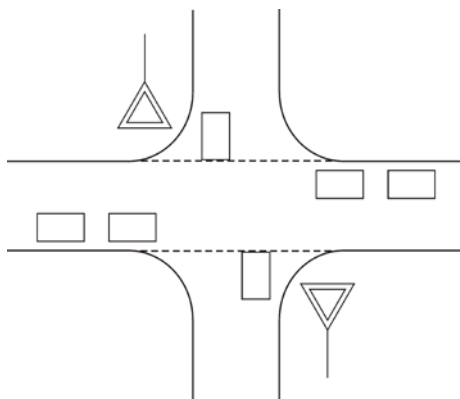
g_i, g_j, g_k je stupeň nasýtenia vedľajšieho prúdu $i, j, k = \frac{q_i}{C_i}, \frac{q_j}{C_j}$ alebo $\frac{q_k}{C_k}$ [-],

C_i, C_j, C_k je kapacita dopravného prúdu i, j, k (podľa vzťahov 7.2, 7.4, 7.5 alebo 7.7) [-].

Vzťah 7.12 sa použije vtedy, ak nie je jednoznačne jasné, či je na vjazde rozšírenie vpravo alebo vľavo.

Prípad 2.1: Na hlavnej ceste nie je samostatný pruh na odbočovanie vľavo

Vplyv pohybu zmiešaného dopravného prúdu priameho smeru a odbočovania vpravo na združenom pruhu na hlavnej ceste (prúdy 2 + 3 a 8 + 9) je zohľadnený v tabuľkách 7.1 a 7.2. Chýbajúci samostatný pruh pre dopravný prúd odbočujúci vľavo z hlavnej cesty (prúd 1 a 7) (pozri obrázok 7.13) môže vytvoriť v dôsledku vytvorenia sa kolóny z vozidiel odbočujúcich vľavo prekážku pre dopravné prúdy 1. stupňa (prúdy 2 a 3 alebo 8 a 9). Na posúdenie týchto prekážok sa musia intenzity dopravných prúdov 2 a 3, alebo 8 a 9 prepočítať na [j.v.].



Obrázok 7.13 Na hlavnej ceste nie je samostatný pruh na odbočovanie vľavo

Spoločná kapacita C_m dopravných prúdov na zmiešanom jazdnom pruhu v hlavnom vjazde sa môže vypočítať podľa vzťahu 7.13:

$$C_m = \min \left\{ \frac{q_i + q_j + q_k}{g_i + g_j + g_k}, 1800 \right\} \quad (7.13)$$

kde:

- i sú dopravné prúdy 1 a 7 [-],
- j sú dopravné prúdy 2 a 8 [-],
- k sú dopravné prúdy 3 a 9 [-],
- C_i, C_j, C_k je kapacita dopravného prúdu i, j, k (všeobecne $C_2, C_3, C_8, C_9 = 1800$ j.v./h); C_1, C_7 podľa výpočtu v čl. 7.5.2 (vzťah 7.2 a obrázok 7.3) [j.v./h],
- q_i, q_j, q_k intenzita dopravného prúdu odbočujúceho vľavo i , priameho j a odbočujúceho vpravo k . Intenzity dopravných prúdov prvého stupňa (prúdy 2, 3, 8 a 9) sa prepočítajú na jednotkové vozidlá [j.v./h].
- g_i, g_j, g_k stupeň nasýtenia dopravného prúdu i, j, k [-],

Na odhad vplyvu stavu dopravy na kapacitu vedľajších prúdov sa určí pravdepodobnosť $p_{0,1}^{**}$ alebo $p_{0,7}^{**}$, že sa v príslušných zmiešaných pruhoch nevytvorí kolóna podľa vzťahu:

$$p_{0,i}^{**} = \begin{cases} \max \left\{ 1 - \frac{g_i}{1 - g_j - g_k}, 0 \right\} \\ 0 \end{cases} \quad (7.14)$$

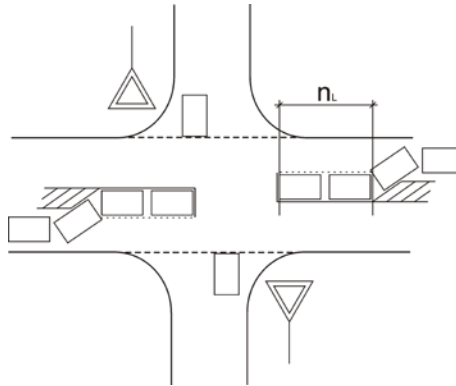
- max platí pre $g_j + g_k < 1$
- 0 platí pre ostatné

kde:

- i sú dopravné pruhy 1 a 7 [-],
- j sú dopravné pruhy 2 a 8 [-],
- k sú dopravné pruhy 3 a 9 [-],
- C_i, C_j, C_k je kapacita dopravného prúdu i, j, k (všeobecne $C_2, C_3, C_8, C_9 = 1800$ j.v./h); C_1, C_7 podľa výpočtu v čl. 7.5.2 (vzťah 7.2 a obrázok 7.3) [j.v./h],
- q_i, q_j, q_k intenzita dopravného prúdu odbočujúceho vľavo i , priameho prúdu j a odbočujúceho doprava k . Intenzity dopravných prúdov prvého stupňa (prúdy 2, 3, 8 a 9) sa prepočítajú na jednotkové vozidlá.
- g_i, g_j, g_k stupeň nasýtenia dopravného prúdu i, j, k [-],

Aby sa zohľadnil vplyv stavu dopravy na vjazde hlavnej cesty na kapacitu podriadených prúdov 4, 5, 10 a 11 sa v rovniciach 7.4, 7.5 a 7.6 nahradia hodnoty $p_{0,1}$ a $p_{0,7}$ - vyčítané podľa vzťahu 7.3 - hodnotami $p_{0,1}^{**}$ a $p_{0,7}^{**}$ vypočítanými podľa vzťahu 7.14.

Prípado 2.2: Na hlavnej ceste je samostatný pruh na odbočovanie vľavo



Obrázok 7.14 Na hlavnej ceste je samostatný pruh na odbočovanie vľavo

V prípade, ak pruh na odbočovanie vľavo z hlavnej cesty (prúdy 1 a 7) je krátky (pozri obrázok 7.14), môže v nich vytvorená kolóna ovplyvniť dopravné prúdy prvého stupňa (prúdy 2 a 3, alebo 8 a 9). Celková kapacita prúdov na združenom pruhu sa vypočíta podľa vzťahu:

$$C_{m,links} = \left\{ \begin{array}{l} 0 \\ \min \left\{ \frac{q_i + q_j + q_k}{g_i * n_L + 1 + \frac{(g_j + g_k)^{n_L + 1}}{1 - g_j - g_k}} \right\} \\ 1800 \\ 1800 \end{array} \right\} \quad (7.15)$$

0 platí pre $g_j + g_k \geq 1$ a $g_i > 0$
 min platí pre $g_j + g_k < 1$ a $g_i > 0$
 1800 platí pre $g_i = 0$

kde:

i sú dopravné prúdy 1 a 7 [-],

j dopravné prúdy 2 a 8 [-],

k dopravné prúdy 3 a 9 [-],

$C_{m,links}$ je kapacita zmiešaného prúdu [j.v./h],

g_i, g_j, g_k stupeň nasýtenia dopravného prúdu i, j, k [-],

C_i, C_j, C_k kapacita dopravného prúdu i, j, k (všeobecne C_2, C_3, C_8 a $C_9 = 1800$ j.v./h); C_1, C_7 podľa výpočtu v čl. 7.5.2 (vzťah 7.2 a obrázok 7.3),

q_i, q_j, q_k intenzita dopravného prúdu i odbočujúceho vľavo, priameho prúdu j a odbočujúceho doprava k ; intenzity dopravných prúdov prvého stupňa (prúdy 2, 3, 8 a 9) sa prepočítajú na [j.v.].

Kapacita zmiešaných prúdov 1, 2, 3 a 7, 8, 9 sa musí prekontrolovať len vtedy, keď 95 %-ná dĺžka kolóny N_{95} prúdu odbočujúceho vľavo 1 a 7 je väčšia, ako je dĺžka pruhu na odbočovanie vľavo (pozri čl. 7.7.3).

Aby sa zohľadnil vplyv stavu dopravy na vjazde hlavnej cesty na kapacitu podriadených prúdov vypočíta sa pravdepodobnosť $p_{0,1}$ a $p_{0,7}$, že sa v zmiešaných prúdoch nevytvoria kolóny podľa vzťahu:

$$p_{0,i}^* = \begin{cases} \max \left\{ \begin{aligned} &1 - g_i * n_L^{+1} \sqrt{1 + \frac{(g_j + g_k)^{n_L+1}}{1 - g_j - g_k}} \\ &0 \end{aligned} \right\} \\ 0 \end{cases} \quad (7.16)$$

max platí pre $g_j + g_k < 1$
 0 platí pre ostatné

kde:

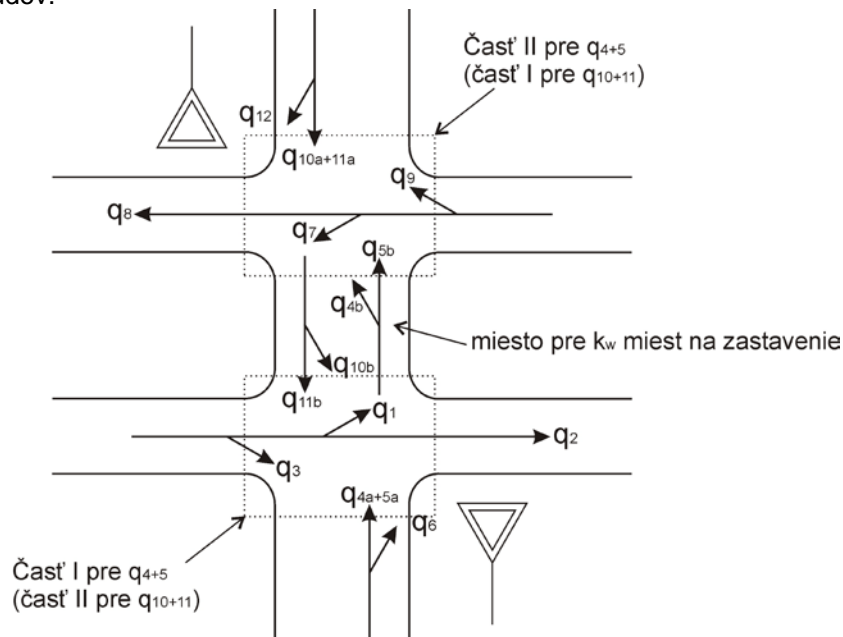
i sú dopravné prúdy 1 a 7 [-],
 j dopravné prúdy 2 a 8 [-],
 k dopravné prúdy 3 a 9 [-],
 $p_{0,i}^*$ je pravdepodobnosť, že sa nevytvorí kolóna v zmiešanom prúde na hlavnej ceste [-],
 C_i, C_j, C_k kapacita dopravného prúdu i, j, k (všeobecne C_j a $C_k = 1800$ j.v./h); C_i podľa výpočtu
 v čl. 7.5.2 (vzťah 7.2 a obrázok 7.3),
 q_i, q_j, q_k intenzita dopravného prúdu odbočujúceho vľavo i , priameho prúdu j a odbočujúceho
 doprava k . Intenzity dopravných prúdov prvého stupňa (prúdy 2, 3, 8 a 9) sa
 prepočítajú na [j.v.].

Aby sa zohľadnil vplyv stavu dopravy na vjazde hlavnej cesty na kapacitu podriadených prúdov 4, 5, 10 a 11 nahradia sa v rovnicach 7.4, 7.5 a 7.6 hodnoty $p_{0,1}$ a $p_{0,7}$ vypočítané podľa vzťahu 7.3 hodnotami $p_{0,1}$ a $p_{0,7}$ vypočítané podľa vzťahu 7.16.

7.5.5 Rozdelená prednosť v jazde

Ak cesta s prednosťou v jazde je smerovo rozdelená širokým stredovým deliacim pásom, v križovatke vznikne priestor, ktorý umožňuje vozidlám idúcim priamo a odbočujúcim vľavo z vedľajšej cesty dávať prednosť v jazde pre každý jazdný pás samostatne.

Rozdelená prednosť v jazde prispieva k zvýšeniu kapacity križovatky. Na obrázku 7.15 je znázornená situácia pri rozdelenej prednosti v jazde a uvedené použité označenie jednotlivých dopravných prúdov.



Obrázok 7.15 Schéma rozdelenej prednosti v jazde

Ďalej sa samostatne uvádzajú postupy výpočtu pre dopravné prúdy zo spodného vjazdu (dopravný prúd 4, 5 a 6) a horného vjazdu (dopravný prúd 10, 11 a 12).

Vjazd - dopravný prúd 4, 5 a 6:

Kapacita dopravných prúdov 4 a 5 sa vypočíta takto:

1. Stanovenie kapacít dopravných prúdov 4a + 5a, 4b, 5b podľa odseku 7.5.1 až 7.5.4, pričom sa obe časti považujú za dve nezávislé križovatky (časť I a časť II).

Časť križovatky, ktorú dosiahne posudzovaný dopravný prúd z vedľajšej cesty ako prvú sa vždy označuje ako „časť I“ (na obrázku 7.15 dole). Kapacity sa stanovujú podľa obrázku 7.7. Medzi intenzitami dopravy na obidvoch čiastkových križovatkách platia tieto vzťahy:

$$\begin{aligned}q_{4a+5a} &= q_4 + q_5 \\q_{4b} &= q_4 \\q_{5b} &= q_5 + q_1\end{aligned}$$

a

$$q_{4a+5a} + q_1 = q_{4b} + q_{5b}$$

kde:

q_4 , q_5 , q_1 je intenzita dopravy dopravných prúdov podľa obrázku 7.1.

Na výpočet kapacít jednotlivých vedľajších prúdov sa hlavné prúdy zostavia podľa tabuľky 7.5a (pozri tiež tabuľku 7.2):

Tabuľka 7.5a Stanovenie rozhodujúcej intenzity dopravy hlavného prúdu pre spodný vjazd

Vedľajší prúd		Číslo	Smerodajná intenzita dopravy hlavného jazdného prúdu q_p [voz/h]
Časť I	Odbočovanie vpravo z vedľajšej cesty	6	$q_2^{2)} + 0,5 * q_3^{1)}$
	Križujúce vozidlá z vedľajšej cesty	4a + 5a	$q_2 + 0,5 * q_3^{1)} + q_1$
Časť II	Križujúce vozidlá z vedľajšej cesty	5b	$q_8 + q_9^{3)} + q_7$
	Odbočovanie vľavo z vedľajšej cesty	4b	$q_8 + 0,5 * q_9^{1)} + q_7 + q_{12}^{3)4)} + q_{11}^{4)} + q_{10}^{4)}$

označenia a čísla sa vzťahujú na dopravné prúdy vozidiel podľa obrázku 7.1
¹⁾ ak má dopravný prúd 3 alebo 9 k dispozícii samostatný jazdný pruh, q_3 a/alebo $q_9 = 0$
²⁾ ak má dopravný prúd 2 k dispozícii viaceré jazdné pruhy, použije sa intenzita dopravy v pravom jazdnom pruhu pre q_2 ako je to v tabuľke 7.2
³⁾ ak je dopravný prúd 9 alebo 12 oddelený trojuholníkovým ostrovčekom s následným podriadením v prednosti v jazde, q_9 a/alebo $q_{12} = 0$
⁴⁾ ak pre protismerné dopravné prúdy 10, 11 a 12 sa použila zvislá dopravná značka P2 - (Stoj, daj prednosť v jazde!), q_{10} , q_{11} a $q_{12} = 0$

2. Stanovenie vstupných veličín pri rozdelenej prednosti v jazde:

Časť I:

$$C_{I,4+5} = C_{4a+5a} \quad (7.17a)$$

Časť II:

$$C_{II,4+5} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{q_{4b} + q_{5b}}{C_{4b} + C_{5b}} - q_1 \\ 1800 \end{array} \right\} \quad (7.18a)$$

kde:

q_i je intenzita dopravy prúdu odbočujúceho vľavo z hlavnej cesty [j.v./h] (dopravný prúd 1),

q_{4b} , q_{5b} intenzita dopravy dopravných prúdov 4b a 5b na časti II križovatky [j.v./h],

C_{4b} , C_{5b} kapacita dopravných prúdov 4b a 5b na časti II križovatky [j.v./h].

Vo vzťahoch 7.17a a 7.18a písmeno „a“ označuje príslušnosť hodnoty do „časti I“ križovatky, písmeno „b“ do „časti II“. Dopravný prúd 6 sa zohľadnil pri výpočte kapacity zmiešaného jazdného pruhu.

3. Stanovenie celkovej kapacity $C_{T,4+5} = f(C_{I,4+5}, C_{II,4+5})$ rozdelenej prednosti v jazde pre dopravné prúdy 4 + 5 podľa obrázku 7.16. V tomto kroku sa zohľadňuje počet zastavovacích miest medzi obidvomi čiastočnými dopravnými uzlami k_w .

$$k_w = \frac{L}{6}$$

kde:

L je dĺžka priestoru na zastavenie [m].

Obrázok 7.16, v ktorom sa použijú hodnoty kapacity $C_{I,4+5}$ a $C_{II,4+5}$ ako vstupné údaje, platí pre $k_w = 1$ až 4.

4. Stanovenie kapacity zmiešaného jazdného pruhu vo vedľajšom vjazde podľa čl. 7.5.1 až 7.5.4.

$$C_{m,4a+5a+6} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{q_{4a+5a} + q_6}{g_{4a+5a} + g_6} \\ 1800 \end{array} \right\}$$

kde:

$C_{m,4a+5a+6}$ je kapacita zmiešaného prúdu 4a+5a a 6 [j.v./h],

g_{4a+5a}, g_6 stupeň nasýtenia vedľajšieho prúdu 4a+5a a 6 = $\frac{q_{4a+5a}}{C_{T,4+5}}$ alebo $\frac{q_6}{C_6}$ [-],

q_{4a+5a}, q_6 intenzita dopravy vedľajšieho prúdu 4a+5a a 6 [j.v./h],
 $C_{T,4+5}$ kapacita rozdelenej prednosti v jazde vedľajšieho prúdu 4 + 5 podľa kroku 3 [j.v./h],
 C_6 kapacita dopravného prúdu 6 odbočujúceho vpravo [j.v./h].

Pri vjazdoch s rozšírením treba použiť analogicky príslušné vzťahy z čl. 7.5.4.

Vjazd - dopravný prúd 10, 11 a 12

Kapacita dopravných prúdov 10 a 11 sa vypočíta týmto postupom:

1. Stanovenie kapacity dopravných prúdov 10a+11a, 10b, 11b podľa čl. 7.5.1 až 7.5.4. Časť I a časť II sa najprv považujú za dve nezávislé križovatky. Časť križovatky, ktorú dosiahne posudzovaný dopravný prúd z vedľajšej cesty ako prvú sa vždy označuje ako „časť I“ (na obrázku 7.15 hore). Kapacity sa stanovujú podľa obrázku 7.7. Medzi intenzitami dopravy na obidvoch čiastkových križovatkách platia tieto vzťahy:

$$\begin{aligned} q_{10a+11a} &= q_{10} + q_{11} \\ q_{10b} &= q_{10} \\ q_{11b} &= q_{11} + q_7 \end{aligned}$$

a

$$q_{10a+11a} + q_7 = q_{10b} + q_{11b}$$

kde:

q_{10}, q_{11}, q_7 je intenzita dopravných prúdov podľa obrázku 7.1.

Na výpočet kapacít jednotlivých vedľajších prúdov sa hlavné prúdy zostavia podľa tabuľky 7.5b (pozri tiež tabuľku 7.2):

Tabuľka 7.5b - Stanovenie rozhodujúcej intenzity dopravy hlavného prúdu pre horný vjazd

Vedľajší prúd		Číslo	Smerodajná intenzita dopravy hlavného jazdného prúdu q_p [voz/h]
Časť I	Odbočovanie vpravo z vedľajšej cesty	12	$q_8^{(2)} + 0,5 * q_9^{(1)}$
	Križujúce vozidlá z vedľajšej cesty	10 + 11a	$q_8 + 0,5 * q_9^{(1)} + q_7$
Časť II	Križujúce vozidlá z vedľajšej cesty	11b	$q_2 + q_3^{(3)} + q_1$
	Odbočovanie vľavo z vedľajšej cesty	10b	$q_2 + 0,5 * q_3^{(1)} + q_1 + q_6^{(3,4)} + q_5^{(4)} + q_4^{(4)}$

označenia a čísla sa vzťahujú na dopravné prúdy podľa obrázku 7.1
¹⁾ ak je samostatný pruh pre dopravný prúd 3 alebo 9, intenzita q_3 alebo $q_9 = 0$
²⁾ ak má dopravný prúd 8 viac jazdných pruhov, použije sa intenzita dopravy v pravom jazdnom pruhu pre q_8 , ako sa uvádza v tabuľke 7.2
³⁾ ak je dopravný prúd vozidiel 3 a/alebo 6 oddelený trojuholníkovým ostrovčekom a následným podriadením v prednosti v jazde, intenzita q_3 alebo $q_6 = 0$
⁴⁾ ak pre protismerné dopravné prúdy 4, 5 a 6 sa použila značka P2 (Stoj, daj prednosť v jazde!), intenzita q_4 , q_5 a $q_6 = 0$

2. Stanovenie vstupných veličín pri rozdelenej prednosti v jazde:

Časť I:

$$C_{I,10+11} = C_{10a+11a} \quad (7.17b)$$

Časť II:

$$C_{II,10+11} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{q_{10b} + q_{11b}}{C_{10b} + C_{11b}} - q_7 \\ 1800 \end{array} \right\} \quad (7.18b)$$

kde:

q_7 je intenzita dopravy prúdu odbočujúceho vľavo z hlavnej cesty (prúd 7) [j.v./h],
 q_{10b} , q_{11b} intenzita dopravných prúdov 10b a 11b na druhej čiastkovej križovatke [j.v./h],
 C_{10b} , C_{11b} kapacita dopravných prúdov 10b a 11b na druhej čiastkovej križovatke [j.v./h].

Vo vzťahoch 7.17b a 7.18b písmeno „a“ označuje príslušnosť hodnoty do „časti I“ križovatky, písmeno „b“ do „časti II“. Dopravný prúd 12 sa zohľadnil pri výpočte kapacity zmiešaného jazdného pruhu.

3. Pri stanovení celkovej kapacity $C_{T,10+11} = f(C_{I,10+11}, C_{II,10+11})$ rozdelenej prednosti v jazde sa pri dopravných prúdoch 10+11 podľa obrázku 7.16 zohľadňuje počet miest na zastavenie k_w medzi obidvomi čiastkovými križovatkami, pričom:

$$k_w = \frac{L}{6}$$

kde:

L je dĺžka priestoru na zastavovanie [m].

Obrázok 7.16, v ktorom sa použijú hodnoty kapacity $C_{I,10+11}$ a $C_{II,10+11}$ ako vstupné údaje, platí pre $k_w = 1$ až 4.

4. Stanovenie kapacity zmiešaného jazdného pruhu vo vedľajšom vjazde podľa čl. 7.5.1 až 7.5.2.

$$C_{m,10a+11a+12} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{q_{10a+11a} + q_{12}}{g_{10a+11a} + g_{12}} \\ 1800 \end{array} \right\}$$

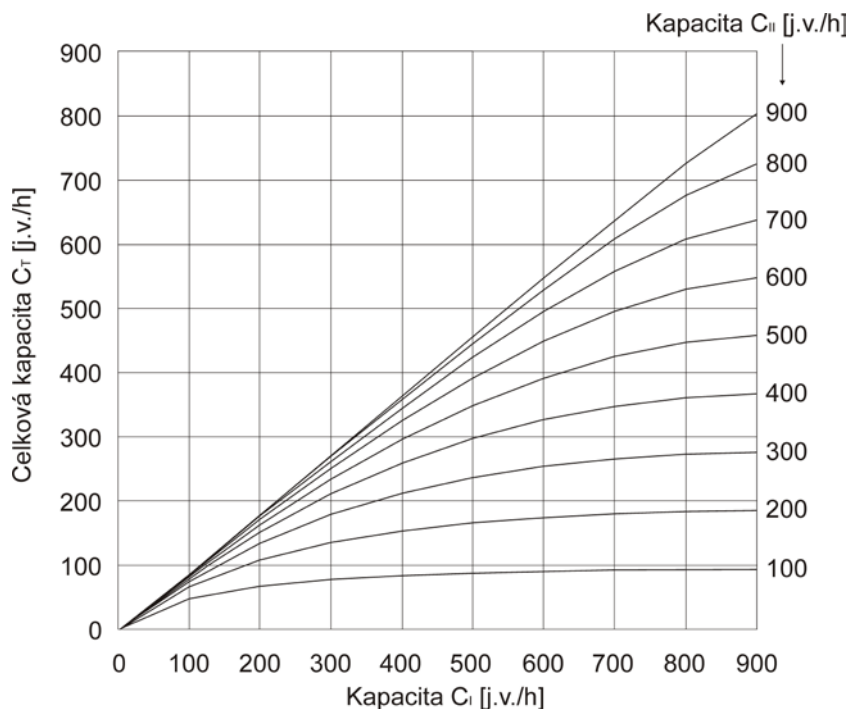
kde:

$C_{m10a+11a+12}$ je kapacita zmiešaného prúdu 10a+11a a 12 [j.v./h],

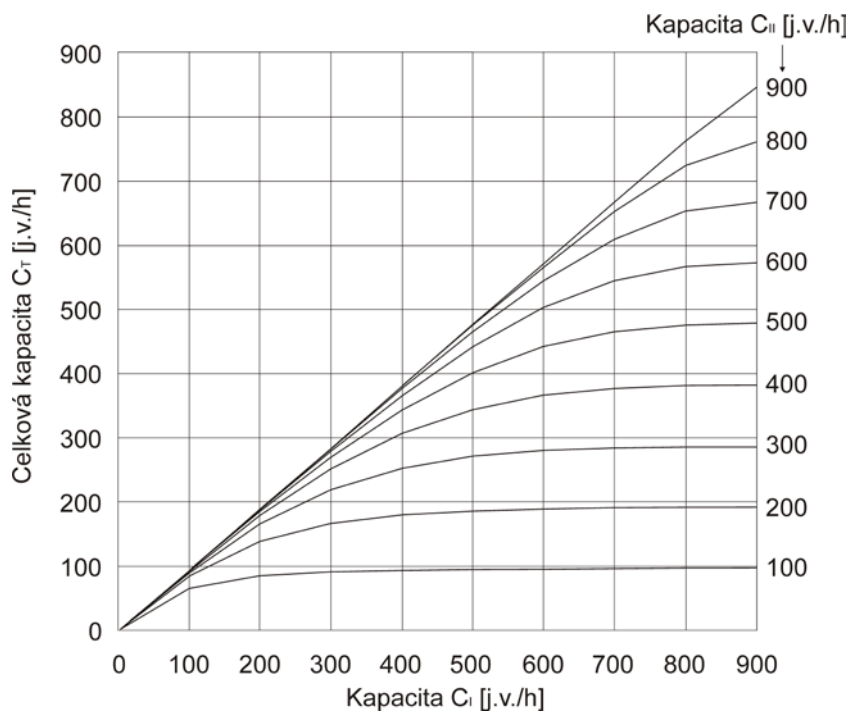
$g_{10a+11a}, g_{12}$ stupeň nasýtenia vedľajšieho prúdu 10a+11a a 12 = $\frac{q_{10a+11a}}{C_{T,10+11}}$ alebo $\frac{q_{12}}{C_{12}}$ [-],
 $q_{10a+11a}, q_{12}$ intenzita dopravy vedľajšieho prúdu 10a+11a a 12 [j.v./h],
 $C_{T,10+11}$ kapacita rozdelenej prednosti v jazde dopravného prúdu 10+11 [j.v./h],
 C_{12} kapacita dopravného prúdu na odbočovanie vpravo 12 [j.v./h].

Pri vjazdoch s rozšírením treba použiť analogicky príslušné rovnice z čl. 7.5.4.

$k_w = 1$

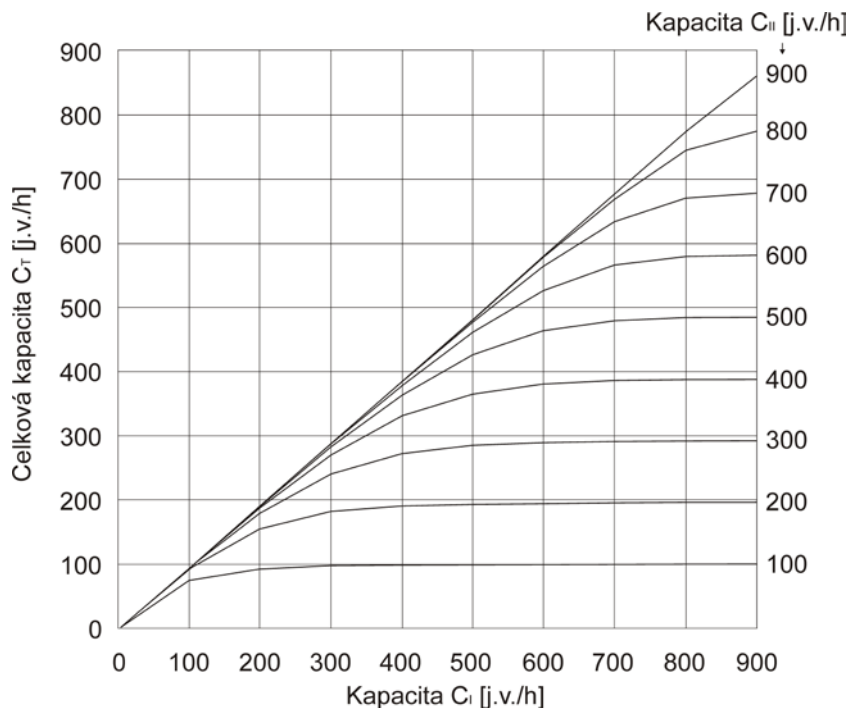


$k_w = 2$

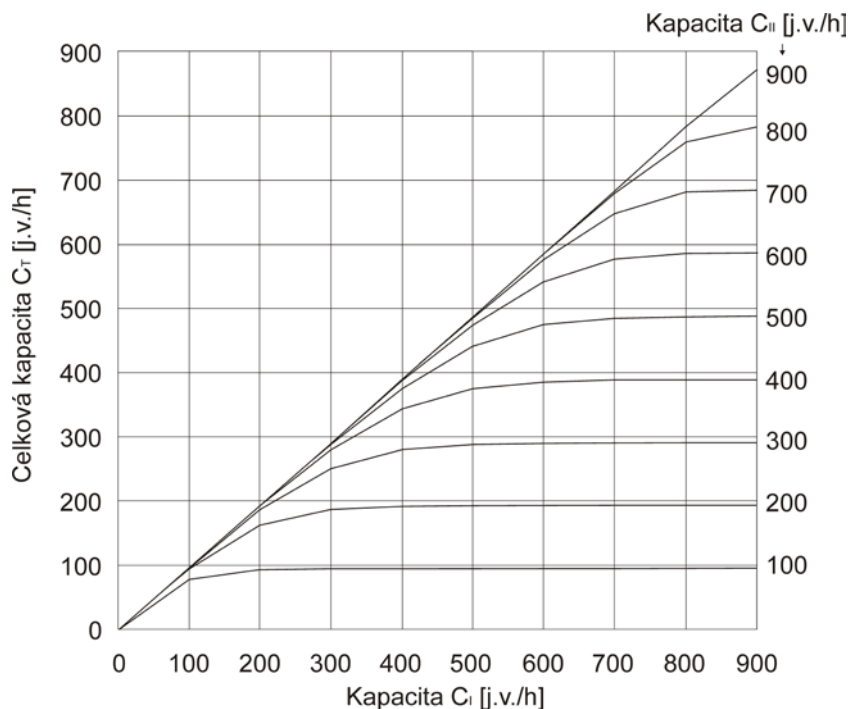


Obrázok 7.16a Kapacity C_T pre dopravné prúdy 4 + 5 a 10 + 11 v závislosti na kapacitách čiastočných dopravných križovatiek rozdelenej prednosti v jazde

$k_w = 3$



$k_w = 4$



Obrázok 7.16b Kapacity C_T pre dopravné prúdy 4 + 5 a 10 + 11 v závislosti od kapacít čiastočných dopravných križovatiek rozdelenej prednosti v jazde

7.6 Hodnotenie pohybu dopravy

7.6.1 Rezervy kapacít, časy čakania a prípustné intenzity dopravy

Rezerva kapacity

Rezerva kapacity R_i sa stanovuje podľa vzťahu 7.19:

$$R_i = C_i - q_i \quad (7.19)$$

alebo

$$R_m = C_m - q_m$$

kde:

i sú dopravné prúdy 1, 7, 6, 12, 5, 11, 4, 10 [-],
 m je index pre zmiešaný prúd, napr. 4+5+6 alebo 10+11+12 [-],
 R_i, R_m rezerva kapacity dopravného prúdu i a m [j.v./h],
 q_i, q_m intenzita dopravy dopravného prúdu i a m [j.v./h],
 C_i, C_m kapacita dopravného prúdu i a m (podľa 7.6 alebo 7.7) [j.v./h].

Čím je vyššia hodnota R_i , tým je kvalita priebehu dopravy lepšia.

Priemerný čas čakania

Medzi predpokladanou rezervou kapacity R_i vypočítanou podľa vzťahu 7.19 a kvalitou pohybu dopravy – vyjadrenou priemerným časom čakania w_i vozidiel vedľajšieho prúdu – existuje vzťah:

$$w_i = f(C_i, R_i) \quad (7.20)$$

kde:

i sú dopravné prúdy 1, 7, 6, 12, 5, 11, 4, 10,
 R_i je rezerva kapacity dopravného prúdu i (podľa vzťahu 7.19) [j.v./h].

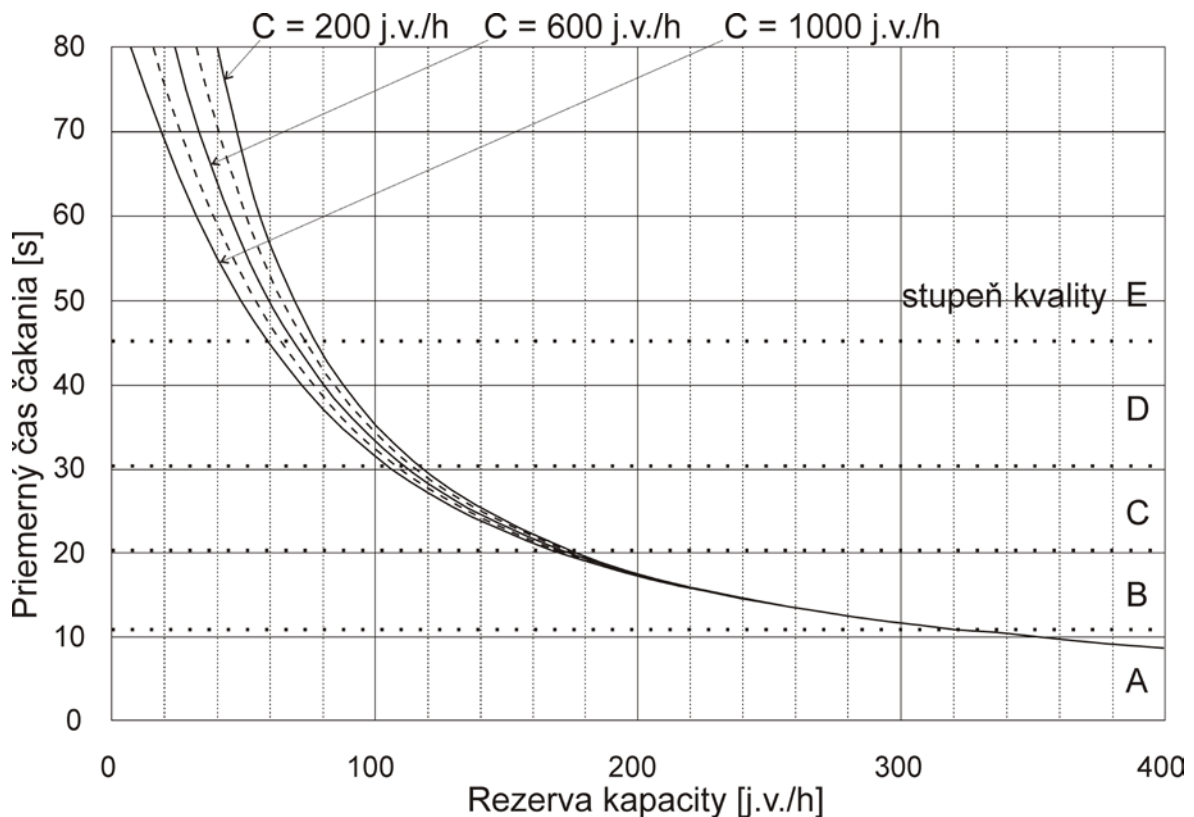
Závislosť priemerného času čakania od kapacity C_i a od rezervy kapacity R_i je zobrazená na obrázku 7.17. Krivky zobrazené na tomto obrázku dávajú približné hodnoty pre všetky dopravné prúdy s povinnosťou čakania.

Priemerný čas čakania sa môže stanoviť aj podľa vzťahu:

$$w_i = \frac{3600}{C} + 900 \cdot \left(\frac{-R}{C} + \sqrt{\left(\frac{R}{C}\right)^2 + \frac{8 \cdot (C - R)}{C^2}} \right) \quad (7.21)$$

kde:

w_i je priemerný čas čakania vozidla [s],
 C kapacita počas špičkovej hodiny [j.v./h],
 R rezerva kapacity počas špičkovej hodiny pre dopravné prúdy s povinnosťou čakania [j.v./h].



Obrázok 7.17 Priemerný čas čakania v závislosti od rezervy kapacity R a od kapacity C

7.6.2 Posúdenie kvality pohybu dopravy

Na posúdenie kvality pohybu dopravy na križovatke, bez riadenia dopravy SSZ sa overuje, či pri dimenzačnej intenzite dopravy q_i stanovenej podľa čl. 7.5.1 nie je prekročená hodnota priemerného času čakania w , ktorá určuje požadovanú kvalitu pohybu dopravy:

$$w_i \leq w$$

alebo

$$w_m \leq w \quad (7.22)$$

kde:

- w_i je priemerný čas čakania vozidiel jedného dopravného prúdu i [s],
- w_m priemerný čas čakania vozidiel v zmiešanom prúde [s],
- w priemerný čas čakania pre zadaný stupeň kvality dopravy [s].

Preto sa musí stanoviť – v závislosti od okrajových podmienok (rozhodujúce zaťaženie hlavného prúdu, vplyv chodcov a geometrické zadania) – kapacita C_i a z nej vyplývajúca rezerva kapacity R_i . Z kriviek na obrázku 7.17 podľa rezervy kapacity sa odčíta príslušný priemerný čas čakania w_i . Následné porovnanie so zadaným časom čakania w preukáže dosiahnutie požadovaného stupňa kvality dopravy.

Nerovnosť 7.22 sa použije pre všetky podriadené dopravné prúdy a aj pre zmiešané dopravné prúdy m .

Pri celkovom posúdení dopravnej situácie v podriadenom vjazde so zmiešaným jazdným pruhom je rozhodujúca - na zaradenie celej križovatky (v sledovanom časovom intervale) do jednej z funkčných úrovní A až F - najmenšia rezerva kapacity $\min\{R_i, R_m\}$, alebo najväčší čas čakania $\max\{w_i, w_m\}$ všetkých zúčastnených dopravných prúdov i a m .

Ak sa nedosiahol požadovaný stupeň kvality dopravy v niektorom združenom jazdnom pruhu, možno ho dosiahnuť, podľa možností vybudovaním:

- samostatných jazdných pruhov pre jednotlivé podriadené dopravné prúdy,
- usmerňovacích trojuholníkových ostrovčekov,
- pruhov na odbočovanie vpravo.

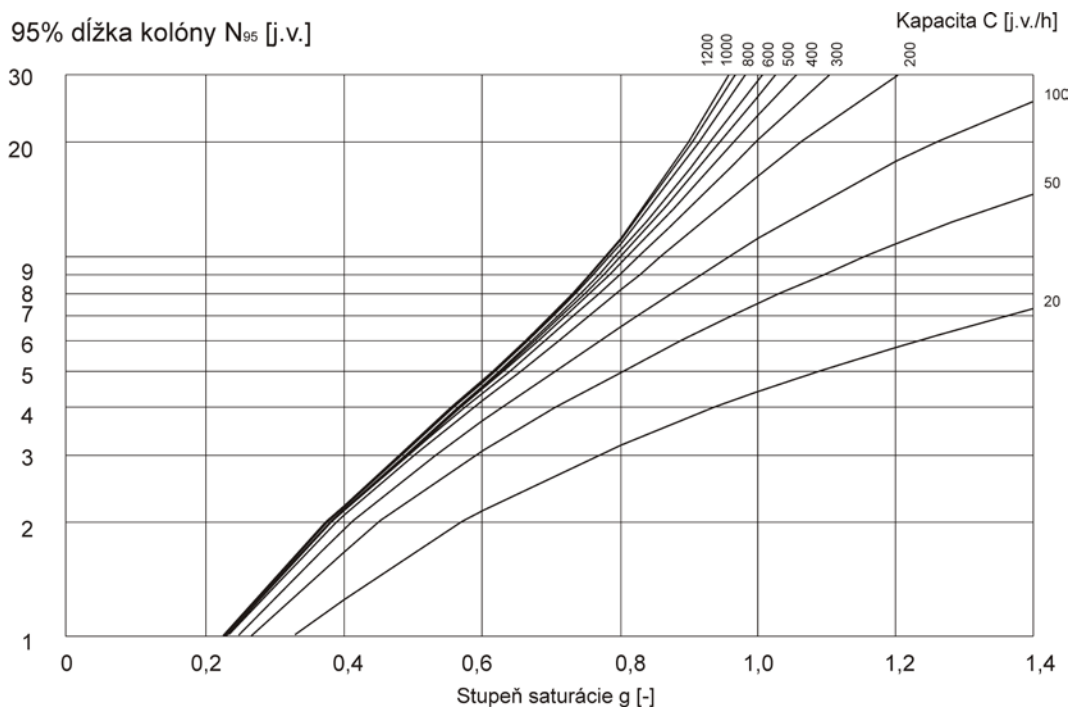
7.6.3 Posúdenie dĺžky kolón

Pri posudzovaní križovatky, na ktorej doprava nie je riadená SSZ, môže byť rozhodujúcim kritériom vznik kolón v podriadených dopravných prúdoch. To sa stane vtedy ak je priestor na zastavovanie v pruhu na odbočovanie obmedzený. Dĺžka pruhu sa má dimenzovať na 95 % dĺžku kolóny N_{95} . N_{95} znamená, že v 95 % času meraného intervalu je kolóna kratšia ako N_{95} [j.v.], v zostávajúcich 5 % času plocha na zastavenie nepostačuje.

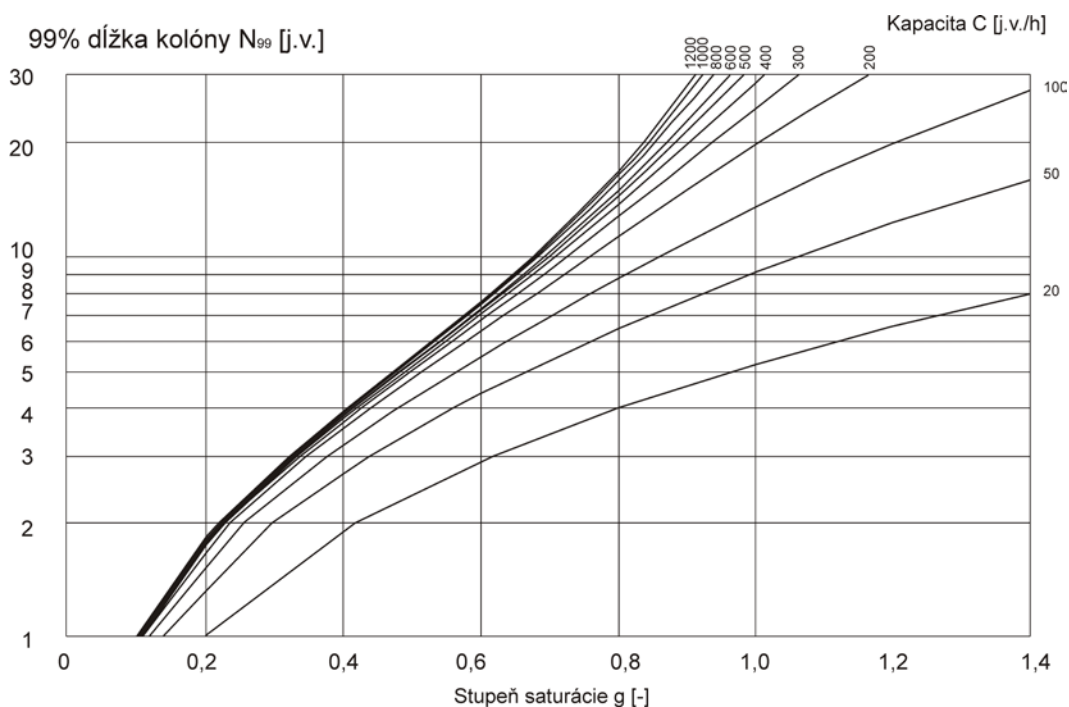
Dĺžka kolóny sa musí preveriť hlavne pre pruhy na odbočenie vľavo z hlavnej cesty, pretože tu vznikajúce preťaženia vedú k obmedzeniu vozidiel pohybujúcich sa priamo (s prednosťou v jazde). Na rýchlostných komunikáciách mimo obcí by mala byť pravdepodobnosť preťaženia len jedno percento, rozhodujúcou je 99 % dĺžka kolóny N_{99} .

Graf na obrázku 7.18 umožňuje stanoviť 95 % dĺžku kolóny N_{95} a na obrázku 7.19 analogicky 99 % dĺžku kolóny N_{99} . Vstupnými údajmi sú hodnoty stupňa nasýtenosti g , alebo g_m a kapacita C_i alebo C_m v [j.v./h]; m označuje zmiešané jazdné pruhy. Dĺžky kolóny sú uvádzané v počtoch jednotkových vozidiel. Dĺžka jedného vozidla sa počíta cca 6 m. Pre zmiešané jazdné pruhy platia hodnoty zistených dĺžok kolóny od rozdeľovacieho bodu (bod, v ktorom začína rozšírenie pre vozidlá odbočujúce vpravo alebo vľavo).

Dĺžky kolón podľa obrázkov 7.18 a 7.19 platia pre vedľajší prúd, s povinnosťou čakania v čase dopravnej špičky. Po skončení špičky sa intenzita dopravy výrazne zníži (minimálne o 15 %).



Obrázok 7.18 95 % dĺžka kolóny N_{95}

Obrázok 7.19 99 % dĺžka kolóny N_{99}

Stanoviť 95% dĺžku kolóny N_{95} možno aj podľa vzťahu:

$$N_{95} = \frac{C}{4} \left((g-1) + \sqrt{(g-1)^2 + \frac{8 \cdot g}{C} \cdot [-\ln(0,05)]} \right) = \frac{C}{4} \left((g-1) + \sqrt{(1-g)^2 + 3,0 \cdot \frac{8 \cdot g}{C}} \right) \quad (7.23)$$

kde:

N_{95} je dĺžka kolóny, v 95% času intervalu (hodiny) je kolóna kratšia ako N_{95} [j.v.],
 g priemerný stupeň nasýtenia počas špičkovej hodiny [-],
 C kapacita počas špičkovej hodiny [j.v./h].

Stanoviť 99% dĺžku kolóny N_{99} možno aj podľa vzťahu:

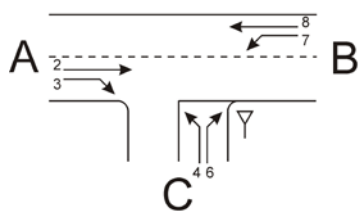
$$N_{99} = \frac{C}{4} \left((g-1) + \sqrt{(g-1)^2 + \frac{8 \cdot g}{C} \cdot [-\ln(0,01)]} \right) = \frac{C}{4} \left((g-1) + \sqrt{(1-g)^2 + 4,6 \cdot \frac{8 \cdot g}{C}} \right) \quad (7.24)$$

kde:

N_{99} je dĺžka kolóny, v 99% času intervalu (hodiny) je kolóna kratšia ako N_{99} [j.v.],
 g priemerný stupeň nasýtenia počas špičkovej hodiny [-],
 C kapacita počas špičkovej hodiny [j.v./h].

7.7 Výpočtové formuláre

Formulár 1a: posúdenie stykovej križovatky



Križovatka: A-B _____ /C _____

Údaje: Dátum: _____ Čas: _____

Projekt Analýza

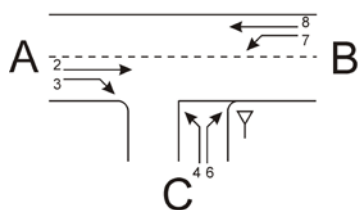
Poloha: v obci
 mimo obce mimo aglomerácie v aglomerácii

Dopravná značka:

Stanovený cieľ: Stredná doba čakania: ___s Stupeň kvality: ___

Geometrické podmienky								
Rameno	Dopravný prúd	Jazdné pruhy		Trojuholníkový ostrovček (áno/nie)				
		Počet (0/1/2)	Dĺžka n [j.v.]					
A	2							
	3							
C	4							
	6							
B	7							
	8							
Dopravné zaťaženie								
Rameno	Dopravný prúd	q_{OA} [OA/h]	q_{NA} [NA/h]	q_{NA+P} [NA+P/h]	q_M [M/h]	q_{cykl} [cykl/h]	q_{Fz} [voz/h]	q_{PE} [j.v./h]
A	2							
	3							
C	4							
	6							
B	7							
	8							

Formulár 1b: posúdenie stykovej križovatky



Križovatka: A-B _____ /C _____

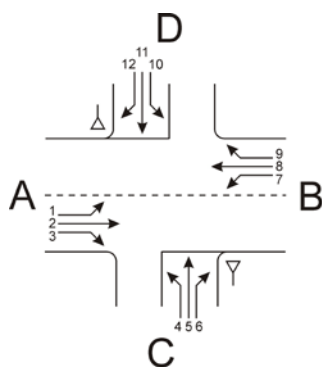
Údaje: Dátum: _____ Čas: _____

 Projekt AnalýzaPoloha: v obcimimo obce mimo aglomerácie v aglomeráciiDopravná značka: STOP

Stanovený cieľ: Stredná doba čakania: ___ s Stupeň kvality: ___

Kapacita dopravných prúdov prvého stupňa					
Dopravný prúd	Intenzita dopravy $q_{PE,i}$ [j.v./h]	Kapacita C_i [j.v./h]	Stupeň saturácie g_i [-]		
8		1800			
Základná kapacita podriadených dopravných prúdov					
Dopravný prúd	Intenzita dopravy $q_{PE,i}$ [j.v./h]	Smerodajné zaťaženie $q_{p,i}$ [voz/h]	Základná kapacita G_i [j.v./h]		
7					
6					
4					
Kapacita dopravných prúdov druhého stupňa					
Dopravný prúd	Kapacita C_i [j.v./h]	Stupeň saturácie g_i [-]	95 %-kolóna N_{95} [j.v.]	Pravdepodobnosť, že nevznikne kolóna $p_{0,7}$, $p_{0,7}^*$ alebo $p_{0,7}^{**}$ [-]	
7					
6					
Kapacita dopravných prúdov tretieho stupňa					
Dopravný prúd	Kapacita C_4 [j.v./h]	Stupeň saturácie g_4 [-]			
4					
Kapacita zmiešaných prúdov					
Rameno	Čiastkové prúdy	Stupeň saturácie g_i [-]	Možný počet miest na zastavenie n [j.v.]	Intenzita dopravy $\Sigma q_{PE,i}$ [j.v./h]	Kapacita C_m [j.v./h]
B	7				
	8				
C	4				
	6				
Posúdenie kvality dopravných prúdov					
Dopravný prúd	Rezerva kapacity R_i a R_m [j.v./h]	Priemerný čas čakania w_i a w_m [s] a/alebo QSV	Porovnanie s požadovanou dobou čakania w		
7					
6					
4					
7+8					
4+6					

Formulár 2a: posúdenie priesečnej križovatky



Križovatka: A-B _____ /C-D _____

Údaje: Dátum: _____ Čas: _____

Projekt Analýza

Poloha: v obci
 mimo aglomerácie v aglomerácii

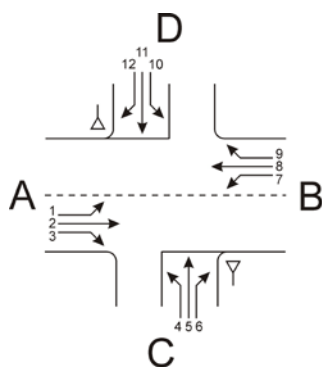
Dopravná značka: vjazd C
 vjazd D

Stanovený cieľ: Stredná doba čakania: ___s Stupeň kvality: ___

Geometrické podmienky								
Rameno	Dopravný prúd	Jazdné pruhy		Trojuholníkový ostrovček (áno/nie)				
		Počet (0/1/2)	Dĺžka n [j.v.]					
A	1							
	2							
	3							
C	4							
	5							
	6							
B	7							
	8							
	9							
D	10							
	11							
	12							

Dopravné zaťaženie								
Rameno	Dopravný prúd	q_{OA} [OA/h]	q_{NA} [NA/h]	q_{NA+P} [NA+P/h]	q_M [M/h]	q_{cycl} [cykl/h]	q_{Fz} [voz/h]	q_{PE} [j.v./h]
A	1							
	2							
	3							
C	4							
	5							
	6							
B	7							
	8							
	9							
D	10							
	11							
	12							

Formulár 2b: posúdenie priesečnej križovatky



Križovatka: A-B _____ /C-D _____

Údaje: Dátum: _____ Čas: _____

Projekt Analýza

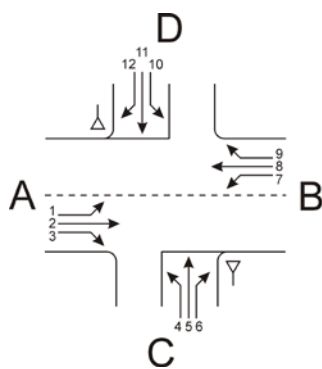
Poloha: v obci
 mimo obce mimo aglomerácie v aglomerácii

Dopravná značka: vjazd C
 vjazd D

Stanovený cieľ: Stredná doba čakania: _____ s Stupeň kvality: _____

Kapacita dopravných prúdov prvého stupňa				
Dopravný prúd	Intenzita dopravy $q_{PE,i}$ [j.v./h]	Kapacita C_i [j.v./h]	Stupeň saturácie g_i [-]	
2+3		1800		
8+9		1800		
Základná kapacita podriadených dopravných prúdov				
Dopravný prúd	Intenzita dopravy $q_{PE,i}$ [j.v./h]	Smerodajné zaťaženie $q_{p,i}$ [voz/h]	Základná kapacita G_i [j.v./h]	
1				
7				
6				
12				
5				
11				
4				
10				
Kapacita dopravných prúdov druhého stupňa				
Dopravný prúd	Kapacita C_i [j.v./h]	Stupeň saturácie g_i [-]	95 %-ná kolóna N_{95} [j.v.]	
			Pravdepodobnosť, že nevznikne kolóna	
			$p_{0,7}, p_{0,7}^*$ alebo $p_{0,7}^{**}$ [-]	p_x [-]
1				
7				
6				
12				
Kapacita dopravných prúdov tretieho stupňa				
Dopravný prúd	Kapacita C_i [j.v./h]	Stupeň saturácie g_i [-]	Pravdepodobnosť, že nevznikne kolóna	
			$p_{0,i}$ [-]	$p_{z,i}$ [-]
5				
11				
Kapacita dopravných prúdov štvrtého stupňa				
Dopravný prúd	Kapacita C_i [j.v./h]		Stupeň saturácie g_i [-]	
4				
10				

Formulár 2c: posúdenie priesečnej križovatky



Križovatka: A-B _____ /C-D _____

Údaje: Dátum: _____ Čas: _____

Projekt Analýza

Poloha: v obci
 mimo obce mimo aglomerácie v aglomerácii

Dopravná značka: vjazd C
 vjazd D

Stanovený cieľ: Stredná doba čakania: _____s Stupeň kvality: _____

Kapacita zmiešaných prúdov					
Rameno	Čiastkové prúdy	Stupeň saturácie g_i [-]	Možný počet miest na zastavenie n [j.v.]	Intenzita dopravy $\Sigma q_{PE,i}$ [j.v./h]	Kapacita C_m [j.v./h]
A	1				
	2+3				
C	4				
	5				
	6				
B	7				
	8+9				
D	10				
	11				
	12				
Posúdenie kvality dopravných prúdov					
Dopravný prúd	Rezerva kapacity R_i a R_m [j.v./h]	Priemerný čas čakania w_i a w_m [s] a/alebo QSV	Porovnanie s požadovanou dobou čakania w		
1					
7					
6					
12					
5					
11					
4					
10					
1+(2+3)					
7+(8+9)					
4+5+6					
10+11+12					

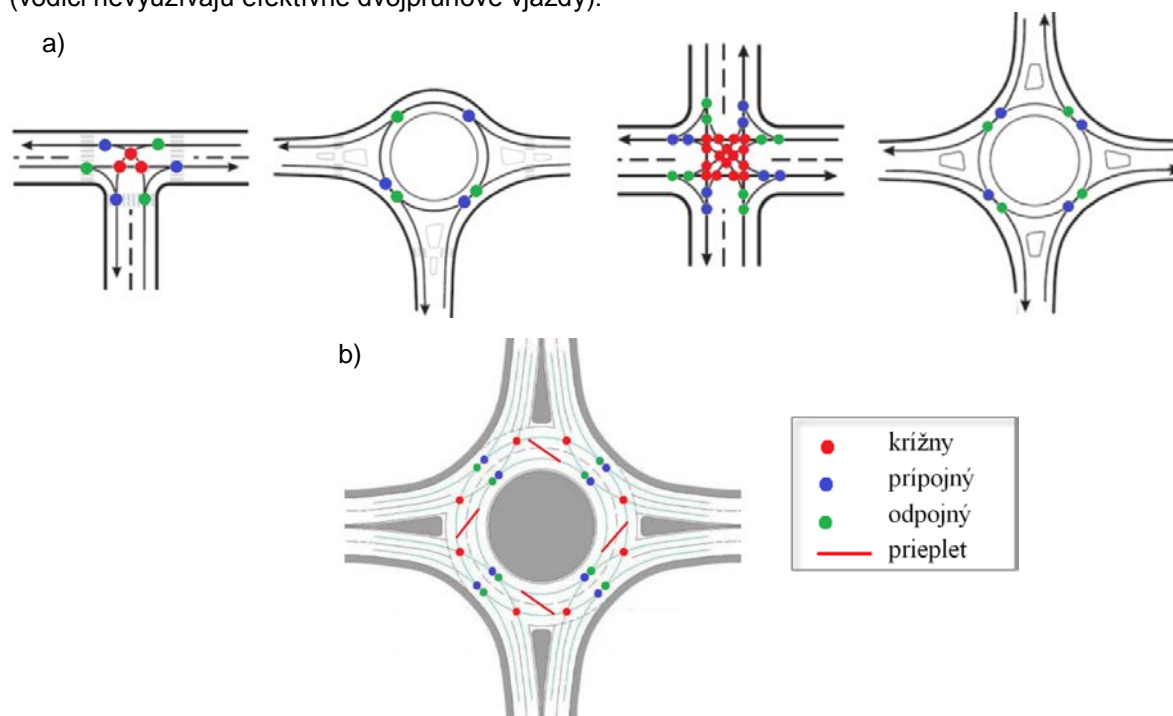
8 Okružné križovatky

8.1 Úvod

Okružná križovatka je križovatka, do ktorej všetky vozidlá vchádzajú s odbočením vpravo a pohybujú sa jednosmerným objazdom okolo stredového ostrovčeka až k požadovanému výjazdu, na ktorom odbočujú taktiež vpravo.

Okružné križovatky v porovnaní s klasickými neriadenými križovatkami zabezpečujú vyššiu bezpečnosť cestnej premávky a kapacitu. Dôvodom sú nízke rýchlosti vozidiel pri prejazde križovatkou (20 km/h – 40 km/h), eliminovanie ľavých odbočení a priameho prejazdu (len pravé odbočenia) a zníženie počtu kolíznych bodov (obrázok 8.1a).

Nízky počet kolíznych bodov je hlavne na okružných križovatkách s jednopruhovým okružným jazdným pásom a jednopruhovými vjazdmi a výjazdmi. Zvýšením počtu pruhov na okružnom jazdnom páse sa umožní prieplet vozidiel a taktiež sa zvyšuje počet kolíznych bodov (obrázok 8.1b). Uvedené má negatívny dopad na bezpečnosť cestnej premávky a tiež kapacitu takýchto okružných križovatiek (vodiči nevyužívajú efektívne dvojpruhové vjazdy).



Obrázok 8.1 Kolízne body na: a) trojramenných a štvoramenných neriadených križovatkách a jednopruhových okružných križovatkách, b) dvojpruhovej okružnej križovatkke

8.1.1 Rozdelenie okružných križovatiek

Moderné okružné križovatky sa rozdeľujú podľa ich charakteristiky, veľkosti (vonkajšieho priemeru) a počtu pruhov na okružnom jazdnom páse na:

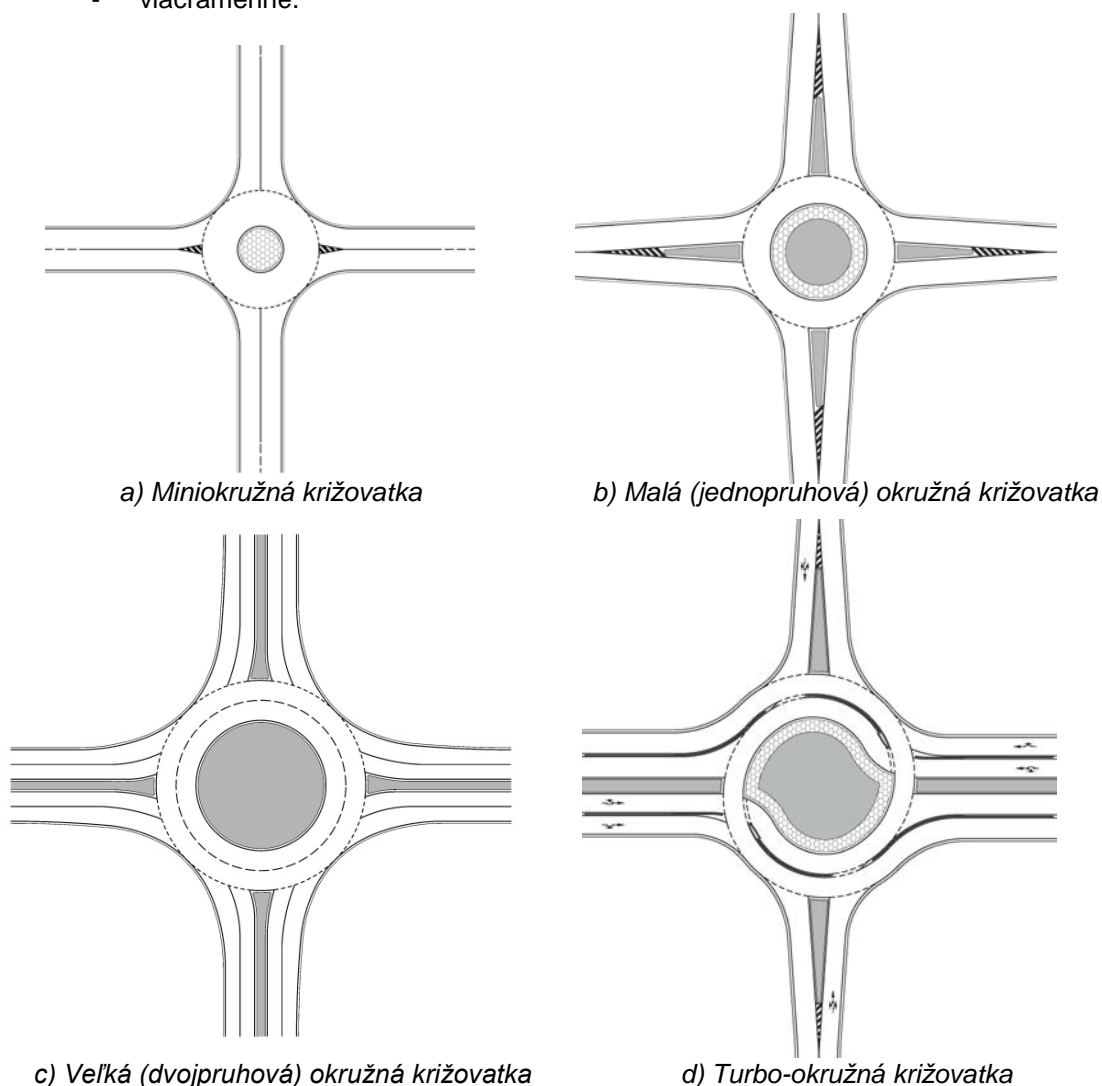
- **miniokružné križovatky** (obrázok 8.2a) - okružné križovatky vždy so spevneným stredovým ostrovčekom s plným prístupom dopravy pre výnimočný prejazd väčších vozidiel, s odporúčaným vonkajším priemerom D v rozpätí 14 m až 22 m,
- **malé (jednopruhovú) okružné križovatky** (obrázok 8.2b) - okružné križovatky s jedným pruhom na okružnom jazdnom páse a jedným jazdným pruhom na vjazde a výjazde, neumožňujúce prieplet vozidiel na okruhu medzi vjazdmi a výjazdmi, s odporúčaným vonkajším priemerom D v rozpätí 25 m až 40 m (v extraviláne v rozpätí 30 m až 45 m),
- **veľké (dvojpruhové) okružné križovatky** (obrázok 8.2c) - okružné križovatky s dvomi jazdnými pruhmi na okruhu oddelenými pozdĺžnou prerušovanou čiarou, umožňujúce zmenu jazdného pruhu (prieplet) v celej dĺžke okružného jazdného pásu, s jednopruhovými alebo dvojpruhovými vjazdmi a výjazdmi, s odporúčaným vonkajším priemerom D nad 40 m,
- **turbo-okružné križovatky** (obrázok 8.2d) - špeciálne okružné križovatky s dvomi alebo viacerými špirálovito usporiadanými jazdnými pruhmi na okružnom jazdnom páse, ktoré

spolu s fyzickým oddelením pruhov neumožňujú prieplet vozidiel na okruhu, s odporúčaným vonkajším priemerom D v rozpätí 45 m až 65 m

Špeciálnym typom sú veľké (viacpruhové) okružné križovatky - klasické (STN 73 6102, Príloha F.1) s dvomi a viac pruhmi na okružnom jazdnom páse a s krátkymi priepletovými úsekmi (s odporúčanou dĺžkou najmenej 30 m až 40 m), na ktorých je zaistené prepletanie vozidiel, t.j. nadväzné pripájanie a odbočovanie, príp. križovanie vozidiel pod malým uhlom a pri relatívne rovnakej rýchlosti. Z dôvodu bezpečnosti sa ich návrh neodporúča. Možnosť uplatnenia je v kombinácii s riadením svetelným signalizačným zariadením.

Podľa počtu ramien rozlišujeme okružné križovatky:

- trojramenné,
- štvoramenné alebo
- viacramenné.



Obrázok 8.2 Typy moderných okružných križovatiek

Pre predbežnú voľbu typu okružnej križovatky možno použiť tabuľku 8.1. s uvedeným rozpätím priemerných denných intenzít dopravy (suma vozidiel na všetkých vjazdoch do križovatky), kde daný typ okružnej križovatky funguje pri priaznivých dopravných podmienkach so zodpovedajúcou úrovňou kvality dopravy. Pri priemernej dennej intenzite dopravy pod dolnou hranicou bude zabezpečená dostatočná kapacita okružnej križovatky aj pri nepriaznivom rozložení intenzít dopravy. Horná hranica predstavuje maximálne možnú kapacitu okružnej križovatky pri priaznivých dopravných podmienkach.

Spresenie návrhu typu okružnej križovatky musí vychádzať zo znalosti intenzít všetkých pohybov dopravných prúdov a posúdenia schopnosti okružnej križovatky dosiahnuť požadovanú úroveň kvality dopravy v zmysle týchto TP.

Tabuľka 8.1 Kapacita okružných križovatiek daná priem. dennou intenzitou dopravy (podľa [T11] a [L6])

Typ okružnej križovatky	Priemerná denná intenzita dopravy [voz/24h]
Miniokružná križovatka	8 000 – 20 000
Malá (jednopruhová) okružná križovatka	15 000 – 25 000
Veľká (dvojpruhová) okružná križovatka	16 000 – 32 000
Turbo-okružná križovatka	25 000 – 40 000

8.1.2 Účel a rozsah pôsobnosti TP

Výpočtové postupy slúžia na zdokumentovanie, že okružná križovatka prepustí očakávané dopravné zaťaženie s požadovanou kvalitou pohybu dopravy. Používa sa v prípade, ak návrhová intenzita dopravy na križovatke zistená súčtom všetkých vozidiel vchádzajúcich do okružnej križovatky prekročí hodnotu:

- 8 000 voz/deň pri miniokružných križovatkách,
- 15 000 voz/deň pri ostatných typoch okružných križovatiek.

V odôvodnených prípadoch treba posúdiť kapacitu okružnej križovatky aj pri nižšej intenzite, a to pri vysokom zaťažení v špičkovej hodine (napr. výrobné a obytné zóny, školy a pod.), alebo pre potrebu preverenia vzniku kolón vozidiel na vjazde do okružnej križovatky, ktorá by mohla obmedzovať kapacitu susediacej križovatky.

Výpočtová metóda platí pre okružné križovatky bez riadenia SSZ, s prednosťou v jazde na okruhu s:

- maximálne dvomi jazdnými pruhmi na okružnom jazdnom páse,
- najviac dvomi vstupnými pruhmi na každom ramene,
- iba jednopruhovou spojovacou vetvou OK na každom ramene.

Metodika je platná na kapacitné posúdenie nasledujúcich nových, existujúcich aj rekonštruovaných okružných križovatiek:

- **miniokružné križovatky** s vonkajším priemerom D maximálne 25 m,
- **malé (jednopruhové) okružné križovatky** s jedným jazdným pruhom na okružnom jazdnom páse, vjazde a výjazde, s vonkajším priemerom D maximálne 50 m,
- **veľké (dvojpruhové) okružné križovatky** s dvomi jazdnými pruhmi na okružnom jazdnom páse a jedným alebo dvomi vstupnými pruhmi na každom ramene, s vonkajším priemerom D maximálne 80 m.

Kapacitné posúdenie turbo-okružných križovatiek sa vykoná podľa [T6].

Kapacitné posúdenie klasických veľkých (viacpruhových) okružných križovatiek sa vykoná individuálne podľa špecifických podmienok konkrétnej križovatky.

8.2 Podklady na kapacitné posúdenie okružnej križovatky

8.2.1 Návrhové intenzity dopravných prúdov

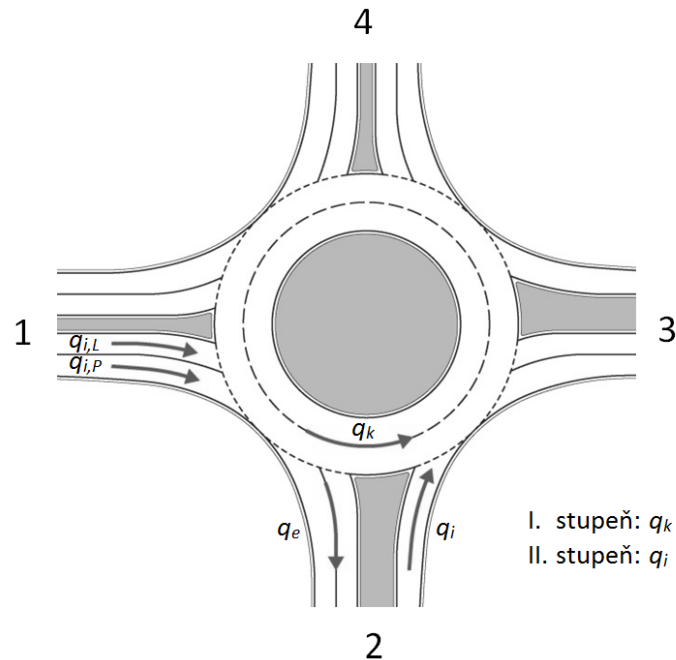
Nevyhnutným podkladom na posúdenie kapacity okružnej križovatky sú návrhové intenzity všetkých dopravných prúdov v križovatke počas špičkovej hodiny (maximálne hodnoty súčasne sa stretajúcich dopravných prúdov), a to v rozlíšení podľa skladby dopravného prúdu. Intenzita dopravy sa stanovuje podľa princípov uvedených v kapitole 3 a má byť rozdelená na osobné vozidlá, nákladné vozidlá (vrátane autobusov), nákladné súpravy, motocykle a bicykle. Cyklisti môžu byť cez okružnú križovatku v hlavnom dopravnom priestore vedení len za podmienok uvedených v [T5].

Na posúdenie stupňa kvality pohybu dopravy treba pre všetky dopravné prúdy prepočítať návrhové intenzity dopravy na jednotkové vozidlá s použitím koeficientov podľa tabuľky 3.3.

Analýza súčasného stavu vychádza zo smerovania intenzít dopravných prúdov zistených dopravným prieskumom.

Pre návrh okružnej križovatky sa použije predpokladané dopravné zaťaženie a smerovanie intenzít dopravných prúdov vo výhľadovom období.

Dopravný prúd na okruhu je nadradený dopravný prúd (I. stupeň) dopravnému prúdu vstupujúcemu na okruh (II. stupeň) - pozri obrázok 8.3.



Obrázok 8.3 Označenie dopravných prúdov na okružnej križovatke

Na výpočet kapacity treba stanoviť intenzitu dopravy na vjazde (resp. na jednotlivých jazdných pruhoch vstupujúcich do okružnej križovatky), okružnom jazdnom páse a výjazde. Definované sú intenzity dopravných prúdov a ich označenie (obrázok 8.3):

- q_k – intenzita rozhodujúceho dopravného prúdu na okružnom jazdnom páse medzi výjazdom a nasledujúcim (posudzovaným) vjazdom [j.v./h],
- q_i – intenzita dopravného prúdu na vjazde [j.v./h],
- $q_{i,L}$ – intenzita dopravného prúdu v ľavom jazdnom pruhu na dvojpruhovom vjazde [j.v./h],
- $q_{i,P}$ – intenzita dopravného prúdu v pravom jazdnom pruhu na dvojpruhovom vjazde [j.v./h],
- q_e – intenzita dopravného prúdu na výjazde [j.v./h].

Z dôvodu nerovnomerného vyťaženia ľavého (vnútorného) a pravého (vonkajšieho) jazdného pruhu na dvojpruhových vjazdoch treba intenzitu dopravy prerozdeliť na každý jazdný pruh samostatne.

Pri kapacitnom posúdení existujúcich okružných križovatiek s dvojpruhovými vjazdami sa prerozdelenie intenzít na ľavý a pravý jazdný pruh na každom dvojpruhovom vjazde okružnej križovatky určí dopravným prieskumom.

Ak nemožno dopravným prieskumom stanoviť prerozdelenie intenzít dopravy (pri novom návrhu okružnej križovatky s dvojpruhovými vjazdami alebo pri rekonštrukcii iného typu križovatky) a vodorovným dopravným značením nie je jednoznačne určené radenie vozidiel na vjazde (na oboch jazdných pruhoch sú povolené všetky dopravné pohyby), prerozdelenie intenzít dopravy na ľavý a pravý jazdný pruh je podľa vzťahov (8.1) a (8.2):

$$q_{i,L} = 0,3 \cdot q_i \quad (8.1)$$

a

$$q_{i,P} = 0,7 \cdot q_i \quad (8.2)$$

kde:

- q_i je intenzita dopravy na vjazde [j.v./h], $q_i = q_{i,L} + q_{i,P}$
- $q_{i,L}$ intenzita dopravy na ľavom jazdnom pruhu na dvojpruhovom vjazde [j.v./h],
- $q_{i,P}$ intenzita dopravy na pravom jazdnom pruhu na dvojpruhovom vjazde [j.v./h].

V praxi to znamená, že na dvojpruhovom vjazde do okružnej križovatky sa predpokladá z celkovej vstupujúcej intenzity dopravy 30 % na ľavom jazdnom pruhu a 70 % na pravom jazdnom pruhu. Uvedené vychádza z prieskumov na existujúcich okružných križovatkách s dvomi jazdnými pruhmi na vjazde.

Ak je na dvojpruhových vjazdoch do okružnej križovatky vyčlenený pre určitý dopravný prúd len jeden jazdný pruh na vjazde, predpokladá sa intenzita dopravy pre daný smer len na tomto jazdnom pruhu. V praxi to môže byť vyčlenený dopravným značením pravý jazdný pruh pre dopravný prúd vpravo a ľavý pruh pre dopravné prúdy priamo a vľavo.

Pokiaľ je na vjazde navrhnutá spojovacia vetva OK medzi susednými ramenami pre pravé odbočenie, intenzita vpravo odbočujúcich vozidiel sa odpočíta od intenzity dopravy na vjazde do okružnej križovatky.

8.2.2 Intenzity pešej dopravy

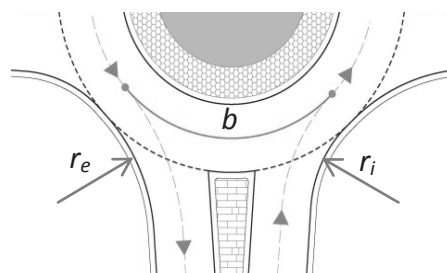
Ak sa na jednotlivých ramenách okružnej križovatky nachádzajú priechody pre peších, na ktorých majú chodci podľa [Z6] prednosť pred vozidlami, môže vysoká intenzita pešej dopravy ovplyvniť kapacitu vjazdu do okružnej križovatky a tiež kapacitu výjazdu z okružnej križovatky. Z toho dôvodu treba intenzitu pešej dopravy na jednotlivých priechodoch poznať. Ak sú na úrovňovom priechode vedení aj cyklisti, ich intenzita sa započíta do intenzity chodcov.

Vplyv chodcov na kapacitu je zohľadnený v čl. 8.4.2 a 8.6.1. Ak nie je intenzita peších známa, môže sa odhadnúť.

8.2.3 Geometrické usporiadanie okružnej križovatky

Na výpočet a posúdenie kapacity treba poznať geometrické usporiadanie okružnej križovatky:

- D vonkajší priemer okružnej križovatky [m], (povinný údaj pri miniokružných križovatkách),
- n_i počet jazdných pruhov na vjazde do okružnej križovatky [-],
- n_k počet jazdných pruhov na okružnom jazdnom páse [-],
- n_e počet jazdných pruhov na výjazde z okružnej križovatky [-],
- r_i polomer vjazdu [m],
- r_e polomer výjazdu [m],
- b vzdialenosť medzi kolíznymi bodmi na výjazde z okružného jazdného pásu a vjazdom na okružný jazdný pás [m], pozri obrázok 8.4,
- L_p dĺžka radiaceho pruhu na vjazde [m],
- L_{ch} dĺžka priechodu pre chodcov na výjazde z okružnej križovatky [m].



Obrázok 8.4 Vzdialenosť medzi kolíznym bodom vjazdu a výjazdu na posudzovanom ramene okružnej križovatky

Ak sa na okružnej križovatkách nachádza spojovacia vetva OK, treba poznať vstupné údaje:

- vzdialenosť odpojenia spojovacej vetvy OK na vjazde do okružnej križovatky, L_{SP} [m], pozri obrázok 8.12,
- typ spojovacej vetvy OK podľa napojenia na výjazde, pozri obrázok 8.11.

8.3 Kvalita dopravného prúdu

8.3.1 Kritériá kvality

Navrhovaná okružná križovatka musí vyhovovať pre predpokladané dopravné zaťaženie a smerovanie dopravných prúdov na križovatke pre celé výhľadové obdobie, t.j. minimálne 20 rokov od jej uvedenia do prevádzky. Musí zabezpečiť:

- požadovanú úroveň kvality dopravy na všetkých jazdných pruhoch na vjazde do okružnej križovatky vrátane overenia dĺžky vznikajúcich kolón podľa čl. 8.5,
- dostatočnú kapacitu výjazdov z okružnej križovatky podľa čl. 8.6 a
- dostatočnú kapacitu spojovacích vetiev OK v prípade ich existencie podľa čl. 8.7.

Kritériom pre stanovenie stupňa kvality dopravy na okružnej križovatke je **priemerný čas čakania** na vstupných pruhoch do okružnej križovatky (w).

Vhodným doplnkom posudzovania kapacity okružných križovatiek je mikrosimulácia (hlavne v prípade zložitejších situácií a blízkosti ovplyvňujúcich faktorov z pohľadu kapacity, napr. susediacich križovatiek s nižšou kapacitou alebo zastávok MHD). Mikrosimulácia však nenahradzuje kapacitný výpočet.

8.3.2 Stupne kvality dopravného prúdu

Hraničné hodnoty priemerného času čakania sú pre jednotlivé stupne kvality dopravy v tabuľke 8.2.

Požadovaná funkčná úroveň môže byť pre jednotlivé vstupné ramená okružnej križovatky rôzna, podľa dopravného významu križujúcich sa ciest v zmysle STN 73 6101 alebo podľa kategórie MK v zmysle STN 73 6110. **Pri požadovanom stupni kvality dopravy E však nesmie priemerný čas čakania presiahnuť hodnotu 60 s.**

Tabuľka 8.2. Prípustné hodnoty času čakania pre jednotlivé stupne kvality dopravy

Stupeň kvality dopravy - QSV		Priemerný čas čakania - w [s]
Označenie	Charakteristika doby čakania	
A	Čakacia doba je veľmi krátka	≤ 10
B	Krátka čakacia doba bez vytvárania kolón	≤ 20
C	Prijateľná doba čakania a ojedinele krátke kolóny	≤ 30
D	Stabilný stav s vysokými časovými stratami	≤ 45
E	Nestabilný stav	> 45
F	Prekročená kapacita	--- ¹⁾

¹⁾ Stupeň F sa dosahuje len vtedy, ak je stupeň saturácie väčší ako 1

Jednotlivé stupne kvality znamenajú:

Stupeň A: Väčšia časť účastníkov premávky môže bez ovplyvnenia prejsť križovatkou. Čakacia doba je veľmi krátka.

Stupeň B: Vozidlá na vjazde do okružnej križovatky sú čiastočne ovplyvnené. Čakacia doba je krátka.

Stupeň C: Čas čakania je citeľný, ale ešte prijateľný. Vznikajú ojedinelé krátke kolóny.

Stupeň D: Výrazné časové straty. Stav dopravného prúdu je ešte stabilný, aj keď na vjazde vznikajú dočasne výrazné kolóny.

Stupeň E: Tvorí sa kolóna, ktorá sa pri existujúcom zaťažení už neznižuje, preto sú časy čakania veľmi vysoké. Charakteristická je citlivá závislosť, kedy malé zmeny dopravného zaťaženia vyvolajú prudký nárast časových strát.

Stupeň F: Počet vozidiel, ktoré prichádzajú za časovú jednotku ku križovatke je po dlhší čas väčší ako je kapacita vjazdu. Tvorí sa dlhé rady vozidiel, čas čakania sa stáva neúnosným, križovatka je preťažená.

8.4 Výpočet kapacity okružných križovatiek

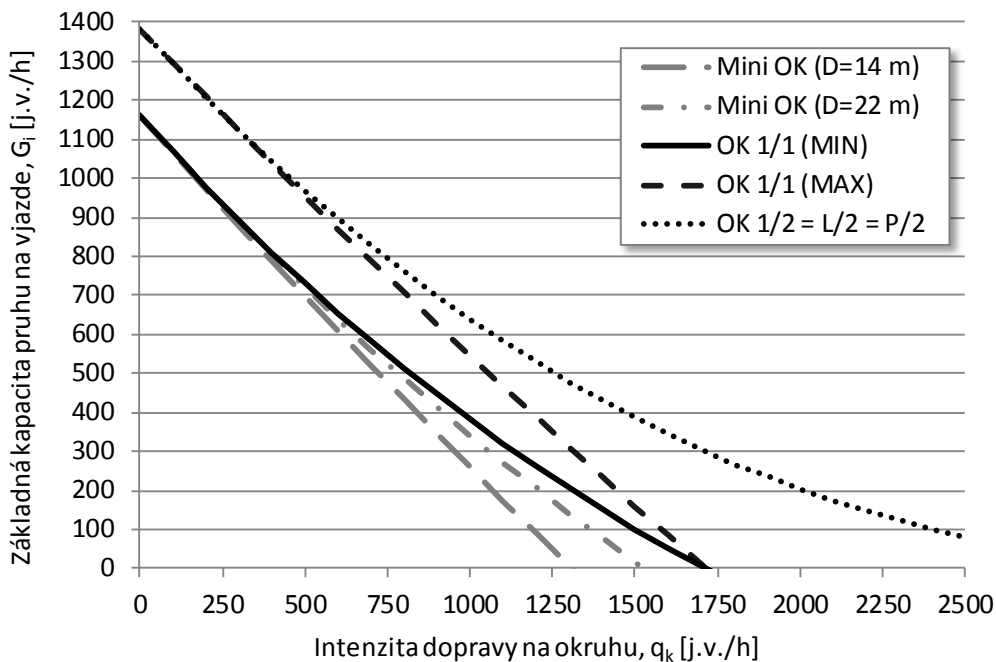
8.4.1 Základná kapacita jazdných pruhov na vjazde

Pri posúdení kapacity okružnej križovatky sa vychádza zo základnej kapacity každého jazdného pruhu na vjazde do okružnej križovatky samostatne. Teoretický model na výpočet základnej kapacity jazdného pruhu vychádza z metodiky [T8] založenej na teórii prijatých časových odstupov. Hodnoty časových odstupov vychádzajú z [T13].

Základná kapacita jazdného pruhu na vjazde G_i predstavuje maximálny počet prichádzajúcich vozidiel, ktoré využijú vhodné časové odstupy medzi vozidlami na okružnom jazdnom páse za jednotku času (hodinu) a je závislá od intenzity dopravy na okruhu bezprostredne pred vjazdom a geometrického usporiadania okružnej križovatky uvedeného v čl. 8.2.3. Hodnota základnej kapacity sa vypočíta podľa vzťahu 8.3 alebo orientačne z grafickej závislosti na obrázku 8.5.

Označenie kriviek na obrázku 8.5 znamená:

- Mini OK (D=14 m) – miniokružné križovatky s vonkajším priemerom $D = 14 \text{ m}$,
- Mini OK (D=22 m) – miniokružné križovatky s vonkajším priemerom $D = 22 \text{ m}$,
- OK 1/1 (MIN) – malé (jednopruhové) okružné križovatky s jedným jazdným pruhom na vjazde a na okruhu s minimálnymi parametrami (polomer na vjazde $R_i \leq 8,0 \text{ m}$ a vzdialenosť $b \leq 11,0 \text{ m}$),
- OK 1/1 (MAX) – malé (jednopruhové) okružné križovatky s jedným jazdným pruhom na vjazde a na okruhu s maximálnymi parametrami (polomer na vjazde $R_i \geq 16,0 \text{ m}$ a vzdialenosť $b \geq 20,0 \text{ m}$),
- OK 1/2 – veľké (dvojpruhové) okružné križovatky s jedným jazdným pruhom na vjazde a dvomi jazdnými pruhmi na okruhu,
- L/2 – ľavý jazdný pruh na dvojpruhovom vjazde do veľkej (dvojpruhovej) okružnej križovatky s dvomi jazdnými pruhmi na okruhu,
- P/2 – pravý jazdný pruh na dvojpruhovom vjazde do veľkej (dvojpruhovej) okružnej križovatky s dvomi jazdnými pruhmi na okruhu.



Obrázok 8.5 Základná kapacita jazdného pruhu na vjazde do okružnej križovatky

Základná kapacita jazdného pruhu na vjazde do okružnej križovatky je daná vzťahom:

$$G_i = \left(1 - \frac{t_{\min} \cdot q_k}{3600 \cdot n_k} \right)^{n_k} \cdot \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{q_k}{3600} \left(t_g \frac{t_f}{2} - t_{\min} \right)} \quad (8.3)$$

kde:

G_i je základná kapacita jazdného pruhu na vjazde do okružnej križovatky [j.v./h],

- q_k intenzita rozhodujúceho dopravného prúdu na okružnom jazdnom páse pred posudzovaným vjazdom [j.v./h],
- t_g kritický časový odstup [s], podľa tabuľky 8.3,
- t_f priemerný následný časový odstup [s], podľa tabuľky 8.3,
- t_{min} minimálny časový odstup medzi vozidlami na okružnom jazdnom páse [s], podľa tabuľky 8.3,
- n_k počet jazdných pruhov na okružnom jazdnom páse pred posudzovaným vjazdom [-].

Podľa vzťahu 8.3 sa vypočíta základná kapacita každého jazdného pruhu na vjazde do okružnej križovatky:

- základná kapacita jednopruhového vjazdu (G_i) alebo
- základná kapacita ľavého jazdného pruhu na dvojpruhovom vjazde ($G_{i,L}$) a
- základná kapacita pravého jazdného pruhu na dvojpruhovom vjazde ($G_{i,P}$).

Hodnoty časových odstupov t_g , t_f a t_{min} závisia od typu okružnej križovatky a jej geometrického usporiadania. Uvedené sú v tabuľke 8.3.

Tabuľka 8.3 Hodnoty časových odstupov t_g , t_f a t_{min} na výpočet kapacity vjazdu do okružnej križovatky

Typ okružnej križovatky	t_g [s]	t_f [s]	t_{min} [s]
Miniokružná križovatka	4,5	3,1	$t_{min} = 3,45 - 0,05 \cdot D$
Malá (jednopruhová) okružná križovatka	$t_g = 5,6 - 0,1 \cdot b$ ¹⁾	$t_f = 3,6 - 0,0625 \cdot r_i$ ²⁾	2,1
Veľká (dvojpruhová) okružná križovatka	3,7	2,6	2,1

¹⁾ Platí pre $11 \leq b \leq 20$; pre $b < 11$ sa použije $b = 11$; pre $b > 20$ sa použije $b = 20$
²⁾ Platí pre $8 \leq r_i \leq 16$; pre $r_i < 8$ sa použije $r_i = 8$; pre $r_i > 16$ sa použije $r_i = 16$

D – vonkajší priemer okružnej križovatky [m]
 r_i – polomer vjazdu [m]
 b – vzdialenosť medzi kolíznymi bodmi na výjazde z okružného jazdného pásu a vjazdom na okružný jazdný pás [m]

8.4.2 Vplyv chodcov

Chodci na úrovňovom priechode križujúcom vjazd alebo výjazd z okružného jazdného pásu môžu obmedziť jeho kapacitu. Obmedzenie kapacity vjazdu z dôvodu rušenia prúdu vozidiel chodcami sa vypočíta použitím koeficientu f_f . Koeficient f_f sa určí podľa tabuľky 8.4 alebo odčíta z grafu na obrázku 8.6 (koeficient f_{f1}), resp. 8.7 (koeficient f_{f2}). Hodnoty na obrázku 8.6 platia pre jednopruhové vjazdy a jednopruhový okružný jazdný pás. Ak sa intenzita rozhodujúceho dopravného prúdu na jednopruhovom okružnom jazdnom páse blíži k 900 j.v./h, možnosti vjazdu prichádzajúcich vozidiel sú tak obmedzené, že zníženie kapacity križujúcimi chodcami sa neuvažuje. Naopak, pri nízkych intenzitách dopravy na okružnom jazdnom páse predstavujú chodci ďalší konfliktný prúd a dochádza k zníženiu kapacity na vjazde.

Tabuľka 8.4 Koeficient f_f pre jednopruhové a dvojpruhové okružné jazdné pásy [T12]

Jednopruhový okružný jazdný pás	
pre $q_k > 881$	$f_{f1} = 1,0$
pre $q_{ch} \leq 101$	$f_{f1} = 1 - 0,000137 \cdot q_{ch}$
v ostatných prípadoch	$f_{f1} = \frac{1119,5 - 0,715 \cdot q_k - 0,644 \cdot q_{ch} + 0,00073 \cdot q_k \cdot q_{ch}}{1068,6 - 0,654 \cdot q_k}$
Dvojpruhový okružný jazdný pás	
pre $q_{ch} < 100$	$f_{f2} = \min \left[1 - \frac{q_{ch}}{100} \cdot \left(1 - \frac{1260,6 - 0,329 \cdot q_k - 0,381 \cdot 100}{1380 - 0,5 \cdot q_k} \right); 1,0 \right]$
v ostatných prípadoch	$f_{f2} = \min \left[\frac{1260,6 - 0,329 \cdot q_k - 0,381 \cdot q_{ch}}{1380 - 0,5 \cdot q_k}; 1,0 \right]$

f_{f1} – koeficient obmedzujúceho vplyvu chodcov pre jednopruhový okružný jazdný pás [-]
 f_{f2} – koeficient obmedzujúceho vplyvu chodcov pre dvojpruhový okružný jazdný pás [-]
 q_{ch} – intenzita chodcov (a cyklistov) na priechode [ch/h]
 q_k – intenzita rozhodujúceho dopravného prúdu na okružnom jazdnom páse pred posudzovaným vjazdom [j.v./h]

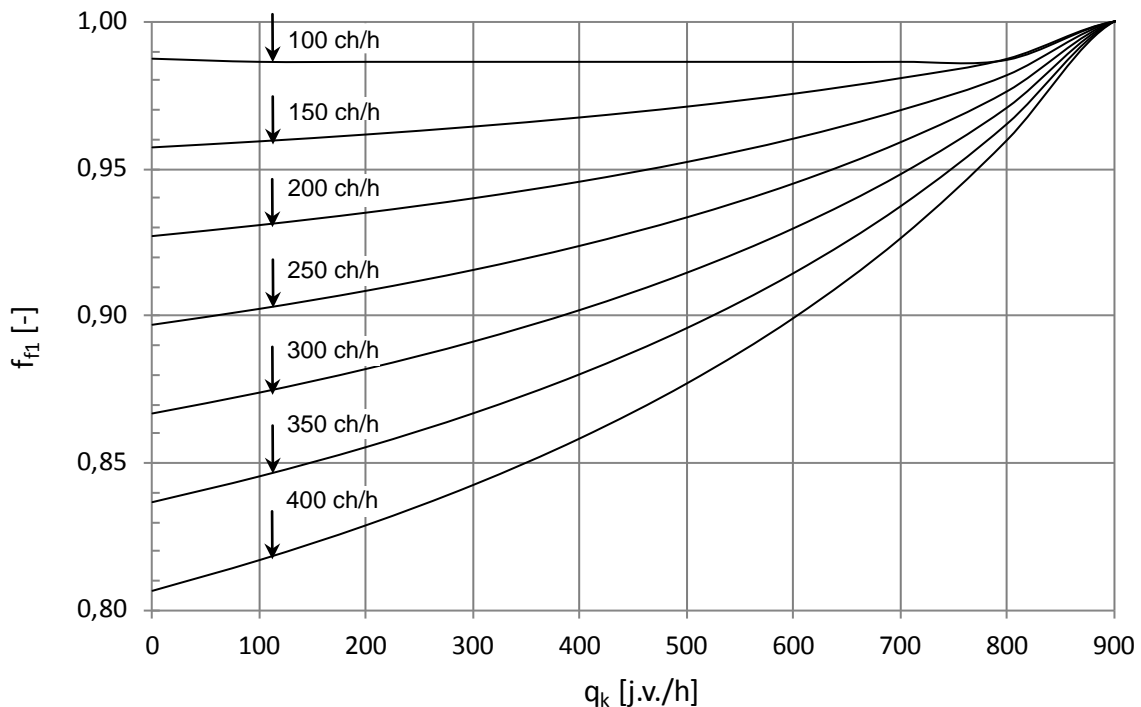
Kapacita jednopruhového vjazdu na **jednopruhovú okružný jazdný pás** zohľadňujúca vplyv chodcov sa vypočíta vynásobením základnej kapacity koeficientom f_{f1} :

$$C_i = G_i \cdot f_{f1} \quad (8.4)$$

kde:

C_i je kapacita jednopruhového vjazdu na jednopruhovú okružný jazdný pás zohľadňujúca obmedzujúci vplyv chodcov [j.v./h],

G_i základná kapacita jednopruhového vjazdu na jednopruhovú okružný jazdný pás [j.v./h].



Obrázok 8.6 Koeficient f_{f1} obmedzujúceho vplyvu chodcov na jednopruhových vjazdoch na jednopruhovú okružný jazdný pás

Pre jednopruhovú aj dvojpruhovú vjazdy na **dvojpruhový okružný jazdný pás** sa použijú hodnoty f_{f2} určené podľa tabuľky 8.4 alebo z grafu na obrázku 8.7. Kapacita jednopruhového vjazdu alebo ľavého a pravého jazdného pruhu na dvojpruhovom vjazde zohľadňujúca vplyv chodcov sa vypočíta vynásobením základnej kapacity koeficientom f_{f2} :

$$C_i = G_i \cdot f_{f2} \quad (8.5)$$

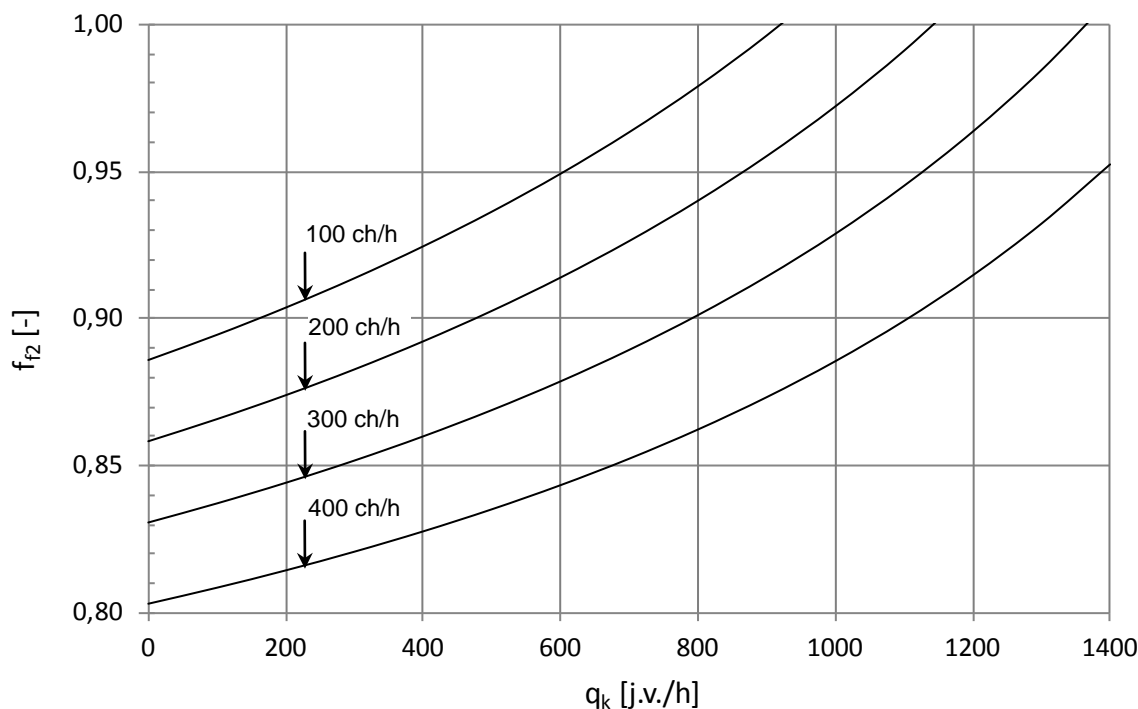
kde:

C_i je kapacita jazdného pruhu na vjazde na dvojpruhový okružný jazdný pás zohľadňujúca obmedzujúci vplyv chodcov [j.v./h],

G_i základná kapacita jazdného pruhu na vjazde na dvojpruhový okružný jazdný pás [j.v./h],

Podľa vzťahu 8.5 sa vypočíta kapacita každého jazdného pruhu na vjazde na dvojpruhový okružný jazdný pás zohľadňujúca obmedzujúci vplyv chodcov:

- kapacita jednopruhového vjazdu (C_i) alebo
- kapacita ľavého jazdného pruhu na dvojpruhovom vjazde ($C_{i,L}$) a
- kapacita pravého jazdného pruhu na dvojpruhovom vjazde ($C_{i,P}$).



Obrázok 8.7 Koeficient f_{f2} obmedzujúceho vplyvu chodcov na jednopruhových a dvojpruhových vjazdoch na dvojpruhový okružný jazdný pás

8.5 Hodnotenie pohybu dopravy

8.5.1 Rezerva kapacity, stupeň saturácie a priemerný čas čakania

Rezerva kapacity

Rezerva kapacity R_i sa vypočíta pre každý jazdný pruh na vjazde do okružnej križovatky podľa základného vzťahu:

$$R_i = C_i - q_i \quad (8.6)$$

kde:

- R_i je rezerva kapacity príslušného jazdného pruhu na vjazde (R_i alebo $R_{i,L}$ a $R_{i,P}$) [j.v./h],
- q_i intenzita dopravy na príslušnom jazdnom pruhu na vjazde (q_i alebo $q_{i,L}$ a $q_{i,P}$) [j.v./h],
- C_i kapacita príslušného jazdného pruhu na vjazde (C_i alebo $C_{i,L}$ a $C_{i,P}$) [j.v./h].

Rezerva kapacity sa podľa vzťahu 8.6 vypočíta pre každý jednopruhovú vjazd (R_i) a pre každý ľavý a pravý jazdný pruh na dvojpruhovom vjazde do okružnej križovatky ($R_{i,L}$, $R_{i,P}$). Čím je hodnota rezervy kapacity príslušného jazdného pruhu na vjazde vyššia, tým je kvalita dopravy lepšia.

Stupeň saturácie

Stupeň saturácie g_i sa vypočíta pre každý jazdný pruh na vjazde do okružnej križovatky podľa základného vzťahu:

$$g_i = \frac{q_i}{C_i} \quad (8.7)$$

kde:

- g_i je stupeň saturácie na príslušnom jazdnom pruhu na vjazde (g_i alebo $g_{i,L}$ a $g_{i,P}$) [-],
- q_i intenzita dopravy na príslušnom jazdnom pruhu na vjazde (q_i alebo $q_{i,L}$ a $q_{i,P}$) [j.v./h],
- C_i kapacita príslušného jazdného pruhu na vjazde (C_i alebo $C_{i,L}$ a $C_{i,P}$) [j.v./h].

Stupeň saturácie sa podľa vzťahu 8.7 vypočíta pre každý jednopruhovú vjazd (g_i) a pre každý ľavý a pravý jazdný pruh na dvojpruhovom vjazde do okružnej križovatky ($g_{i,L}$, $g_{i,P}$).

Priemerný čas čakania

Priemerný čas čakania vozidiel na posudzovanom jazdnom pruhu na vjazde do okružnej križovatky w_i je závislý od kapacity C_i a od rezervy kapacity príslušného jazdného pruhu R_i . Táto závislosť je zobrazená na obrázku 7.17 (čl. 7.6.1).

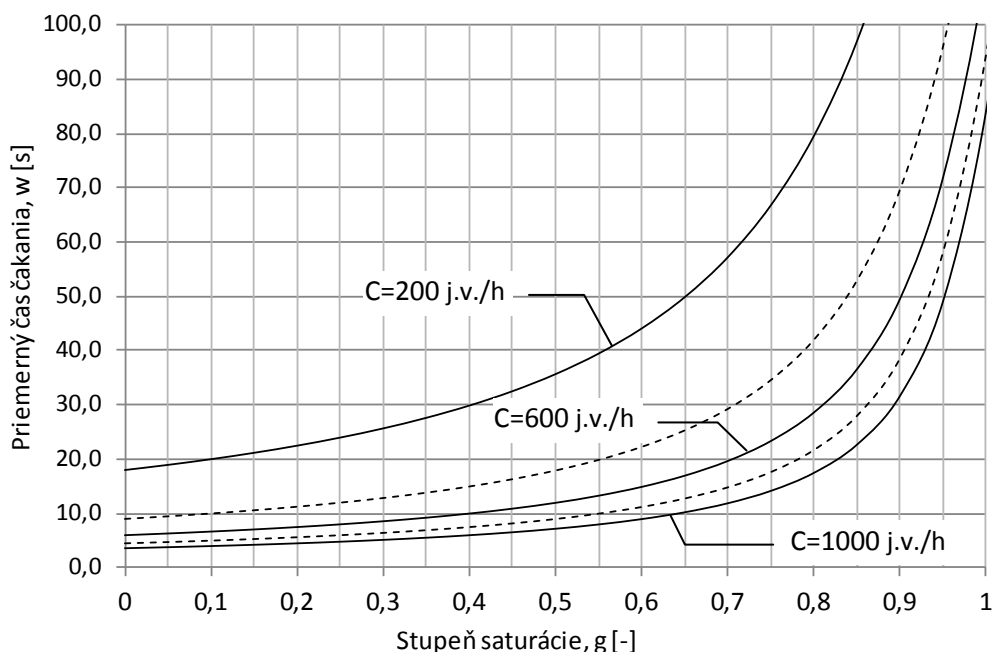
Priemerný čas čakania vozidiel w_i závisí aj od stupňa saturácie g_i a kapacity príslušného jazdného pruhu C_i (pozri obrázok 8.8) a stanoví sa podľa vzťahu vychádzajúceho zo zjednodušenej rovnice Akçelika/Troutbecka (1991) [L1]:

$$w_i = \frac{3600}{C_i} + 900 \cdot \left((g_i - 1) + \sqrt{(g_i - 1)^2 + \frac{8 \cdot g_i}{C_i}} \right) \quad (8.8)$$

kde:

- w_i je priemerný čas čakania vozidla na posudzovanom jazdnom pruhu na vjazde (w_i alebo $w_{i,L}$ a $w_{i,P}$) [s],
- g_i stupeň saturácie na príslušnom jazdnom pruhu na vjazde (g_i alebo $g_{i,L}$ a $g_{i,P}$) [-],
- C_i kapacita príslušného jazdného pruhu na vjazde (C_i alebo $C_{i,L}$ a $C_{i,P}$) [j.v./h].

Priemerný čas čakania sa podľa vzťahu 8.8 vypočíta pre každý jednopruhovú vjazd (w_i) a pre každý ľavý a pravý jazdný pruh na dvojpruhovom vjazde do okružnej križovatky ($w_{i,L}$, $w_{i,P}$).



Obrázok 8.8 Priemerný čas čakania v závislosti od stupňa saturácie a kapacity jazdného pruhu

8.5.2 Posúdenie kvality pohybu dopravy

Kritériom na posúdenie úrovne kvality dopravy na okružných križovatkách je priemerný čas čakania stanovený pre jednotlivé jazdné pruhy na vjazde. Overuje sa, či pri dimenzačnej intenzite dopravy na posudzovanom jazdnom pruhu na vjazde do okružnej križovatky stanovenej podľa čl.8.2.1 nie je prekročená hodnota priemerného času čakania w , ktorá určuje požadovanú kvalitu pohybu dopravy:

$$w_i \leq w \quad (8.9)$$

kde:

- w_i je priemerný čas čakania vozidiel na jednopruhovom vjazde alebo na ľavom a pravom jazdnom pruhu na dvojpruhovom vjazde ($w_{i,L}$, $w_{i,P}$) [s],
- w priemerný čas čakania pre zadaný stupeň kvality dopravy [s].

Príslušný priemerný čas čakania sa môže odčítať z kriviek na obrázku 7.17 (čl. 7.6.1) v závislosti od rezervy kapacity a kapacity príslušného jazdného pruhu na vjazde alebo výpočtom podľa vzťahu 8.8 v závislosti od stupňa saturácie a kapacity príslušného jazdného pruhu na vjazde. Následným porovnaním s požadovaným časom čakania w sa preukáže dosiahnutie požadovaného stupňa kvality dopravy.

Stupeň kvality dopravy na základe priemerného času čakania sa určí pre každý jednopruhovú vjazd a pre ľavý a pravý jazdný pruh samostatne na dvojpruhových vjazdoch do okružnej križovatky. Pre celkové hodnotenie okružnej križovatky výsledným stupňom kvality QSV (A až F) je rozhodujúce najmenej priaznivé hodnotenie s najvyššou priemernou dobou čakania.

Hraničné hodnoty času čakania sú pre jednotlivé stupne kvality dopravy v tabuľke 8.1. Pre hodnoty priemerného času čakania w nad 45 s je pre prúdy s vysokou kapacitou charakteristický vysoký stupeň saturácie a vznik dlhých kolón. Citlivosť rastu priemernej čakacej doby na poklese rezervy kapacity je pri tomto stave výraznejšia pre dopravné prúdy s menšou kapacitou. Z toho dôvodu nesmie priemerný čas čakania pri požadovanom stupni kvality dopravy E presiahnuť hodnotu 60 s. Dochádzalo by tak k neúmernému nárastu čakacej doby alebo dĺžky kolóny.

Kapacitu okružných križovatiek možno zvýšiť, v závislosti od rozloženia intenzít dopravy, návrhom jedného z typov turbo-okružných križovatiek podľa [T6] alebo spojovacích vetiev OK. Podľa typu spojovacej vetvy OK treba preveriť ich kapacitu podľa čl. 8.7.

8.5.3 Posúdenie dĺžky kolón

Pri posudzovaní okružných križovatiek môže byť rozhodujúcim kritériom vznik kolón v jednotlivých jazdných pruhoch na vjazde do okružnej križovatky. Stanovuje sa dĺžka kolóny $N_{95,i}$. $N_{95,i}$ znamená, že v 95 % času meraného intervalu je kolóna kratšia ako $N_{95,i}$ [m], v zostávajúcich 5 % času je kolóna dlhšia.

Dĺžku kolóny treba preveriť hlavne na dvojpruhových vjazdoch, kde jeden z pruhov má obmedzenú dĺžku. Pri preťažení jedného z pruhov na dvojpruhových vjazdoch potom dochádza k vzájomnému obmedzovaniu vozidiel na vjazde.

V prípade jednopruhových vjazdov alebo dvojpruhových vjazdov s dvomi priebežnými jazdnými pruhmi treba preveriť dĺžku kolón najmä ak sa v blízkosti posudzovanej okružnej križovatky nachádza iná križovatka a vzniknuté kolóny by tak mohli obmedzovať jej výkonnosť.

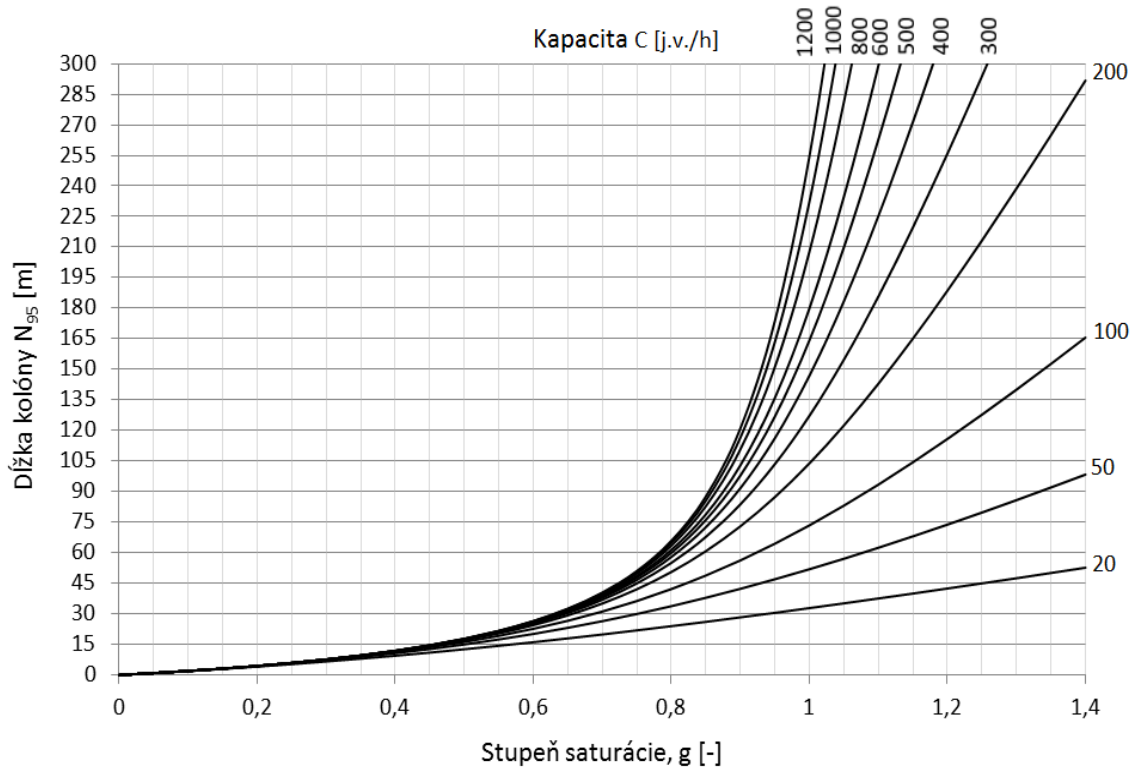
$N_{95,i}$ sa vypočíta pre každý jazdný pruh na vjazde podľa vzťahu:

$$N_{95,i} = \frac{3 \cdot C_i}{2} \left((g_i - 1) + \sqrt{(g_i - 1)^2 + \frac{8 \cdot g_i}{C_i} \cdot [-\ln(0,05)]} \right) \quad (8.10)$$

kde:

- $N_{95,i}$ je dĺžka kolóny, v 95% času intervalu (hodiny) je kolóna kratšia ako $N_{95,i}$ [m],
- C_i kapacita príslušného vstupujúceho pruhu (C_i alebo $C_{i,L}$ a $C_{i,P}$) [j.v./h],
- g_i stupeň saturácie na príslušnom jazdnom pruhu na vjazde (g_i alebo $g_{i,L}$ a $g_{i,P}$) [-].

Dĺžku kolóny na jednopruhovom vjazde ($N_{95,i}$), na ľavom a pravom jazdnom pruhu na dvojpruhovom vjazde do okružnej križovatky ($N_{95,i,L}$ a $N_{95,i,P}$) možno stanoviť aj z grafu na obrázku 8.9. Vstupnými hodnotami sú stupeň saturácie g_i (resp. $g_{i,L}$ a $g_{i,P}$) a kapacita príslušného jazdného pruhu C_i (resp. $C_{i,L}$ a $C_{i,P}$). Dĺžky kolón sú v metroch.

Obrázok 8.9 95 % dĺžka kolóny N_{95}

8.6 Posúdenie kapacity výjazdu z okružnej križovatky

Základná kapacita jazdného pruhu na výjazde sa uvažuje v hodnote 1200 j.v./h až 1500 j.v./h. Ak sa na výjazde z okružnej križovatky nachádza priechod pre chodcov, kapacita výjazdu môže byť ovplyvnená. V prípade, že intenzita prechádzajúcich chodcov (a cyklistov) q_{ch} je vyššia ako 250 ch/h alebo súčet intenzít prechádzajúcich chodcov a intenzity na výjazde $q_{ch}+q_e$ je vyšší ako 1000 (j.v.+ch)/h, kapacitu jazdného pruhu na výjazde treba posúdiť.

8.6.1 Kapacita výjazdu

Metodika výpočtu kapacity výjazdu vychádza z [T13]. Kapacita výjazdu zohľadňujúca vplyv prechádzajúcich chodcov sa stanoví podľa vzťahu:

$$C_e = \frac{3600 \cdot n_{e,koef}}{t_f} \cdot e^{-\frac{q_{ch}}{3600} \left(t_g - \frac{t_f}{2} \right)} \quad (8.11)$$

kde:

C_e je kapacita výjazdu [j.v./h],

$n_{e,koef}$ koeficient zohľadňujúci počet jazdných pruhov na výjazde [-]

$n_{e,koef} = 1,0$ pre jednopruhový výjazd,

$n_{e,koef} = 1,5$ pre dvojpruhový výjazd,

q_{ch} intenzita prechádzajúcich chodcov (a cyklistov) [ch/h],

t_f priemerný následný časový odstup vozidiel na výjazde z okružnej križovatky [s], podľa tabuľky 8.5,

t_g kritický časový odstup vozidiel na výjazde z okružnej križovatky [s], ktorý sa vypočíta podľa vzťahu:

$$t_g = L_{ch}/v_{ch} + L_{voz}/v_{voz} + t_{bezp} \quad (8.12)$$

kde:

L_{ch} je dĺžka priechodu pre chodcov na príslušnom výjazde [m],

v_{ch} rýchlosť chodcov [m/s], uvažuje sa $v_{ch} = 1,6$ m/s,

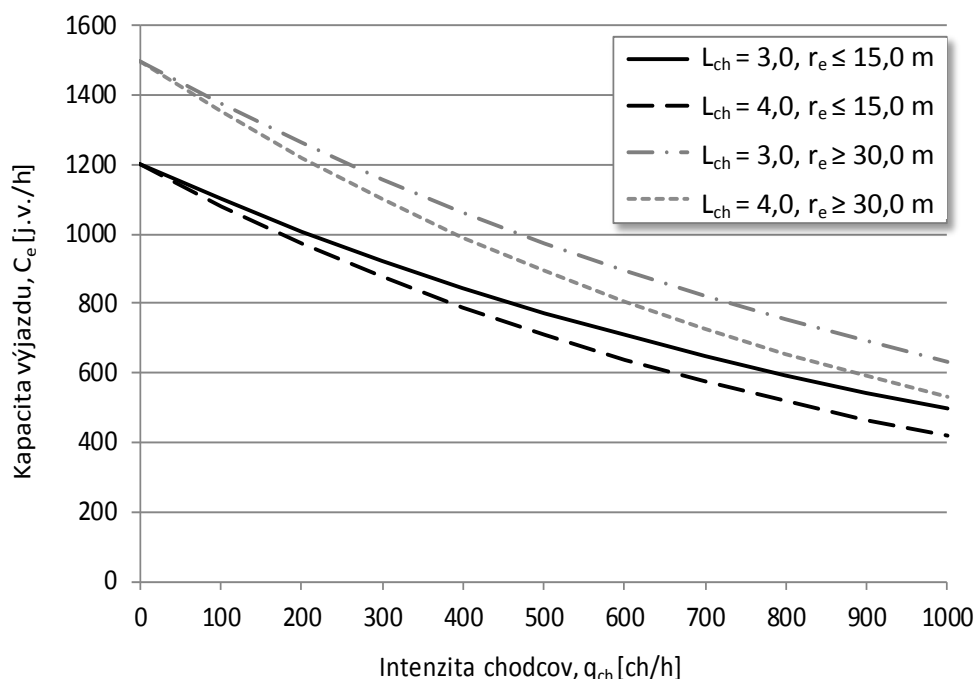
L_{voz} dĺžka vozidla [m], uvažuje sa $L_{voz} = 6,0$ m,
 v_{voz} rýchlosť vozidla [m/s], uvažuje sa pre $r_e \leq 15$ m..... $v_{voz} = 5,56$ m/s (20 km/h),
 $r_e > 15$ m..... $v_{voz} = 8,33$ m/s (30 km/h),
 t_{bezp} bezpečnostný odstup vozidla a chodca [s], uvažuje sa $t_{bezp} = 1,7$ s.

Tabuľka 8.5 Hodnoty priemerného následného časového odstupe podľa polomeru výjazdu r_e

r_e [m]	$\leq 15,0$	18,0	21,0	24,0	27,0	$\geq 30,0$
t_f [s]	3,0	2,9	2,8	2,6	2,5	2,4

Pozn.: medziľahlé hodnoty sa interpolujú

Orientačné hodnoty kapacity výjazdu v závislosti od intenzity chodcov a dĺžky priechodu pre chodcov na príslušnom výjazde je na obrázku 8.10.



Obrázok 8.10 Orientačná kapacita výjazdu z okružnej križovatky v závislosti od intenzity chodcov

8.6.2 Posúdenie kapacity výjazdu

Pre každý posudzovaný výjazd z okružnej križovatky sa vypočíta stupeň saturácie g_e :

$$g_e = \frac{q_e}{C_e} \quad (8.13)$$

kde:

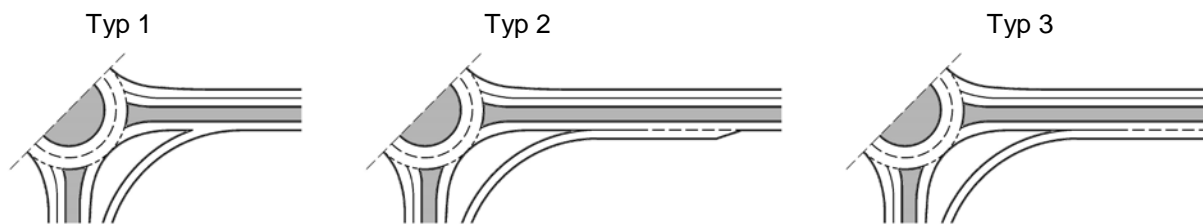
- g_e je stupeň saturácie [-],
- C_e kapacita výjazdu [j.v./h],
- q_e intenzita dopravy na výjazde [j.v./h].

Výjazd kapacitne vyhovuje, ak je stupeň saturácie na posudzovanom výjazde $g_e < 0,9$. Výjazd kapacitne nevyhovuje, ak je $g_e \geq 0,9$.

8.7 Posúdenie kapacity spojovacej vetvy OK

Kapacita spojovacej vetvy OK závisí od navrhovaného typu. Tri základné typy podľa spôsobu napojenia na výjazde sú zobrazené na obrázku 8.11:

- Typ 1 – s priamym napojením na výjazd,
- Typ 2 – s pripájacím pruhom na priebežný jazdný pruh na výjazde,
- Typ 3 – samostatným jazdným pruhom.



Obrázok 8.11 Tri základné typy spojovacích vetiev OK podľa spôsobu napojenia na vjazd

Z kapacitného hľadiska treba preveriť:

1. vzdialenosť miesta odpojenia spojovacej vetvy OK na vjazde a
2. kapacitu napojenia spojovacej vetvy OK na výjazde.

8.7.1 Posúdenie na vjazde

Kapacita spojovacej vetvy OK so samostatným jazdným pruhom sa predpokladá postačujúca. Vznikajúce kolóny v priebežnom jazdnom pruhu na vjazde do okružnej križovatky však môžu zablokovať miesto odpojenia spojovacej vetvy OK, čím sa znemožní odbočenie vozidiel na spojovaciu vetvu OK. Z toho dôvodu treba preveriť, či dĺžka kolóny vozidiel na posudzovanom vjazde ($N_{95,i}$) je kratšia, ako miesto odpojenia spojovacej vetvy OK podľa obrázku 8.12:

$$N_{95,i} \leq L_{SP} \quad (8.14)$$

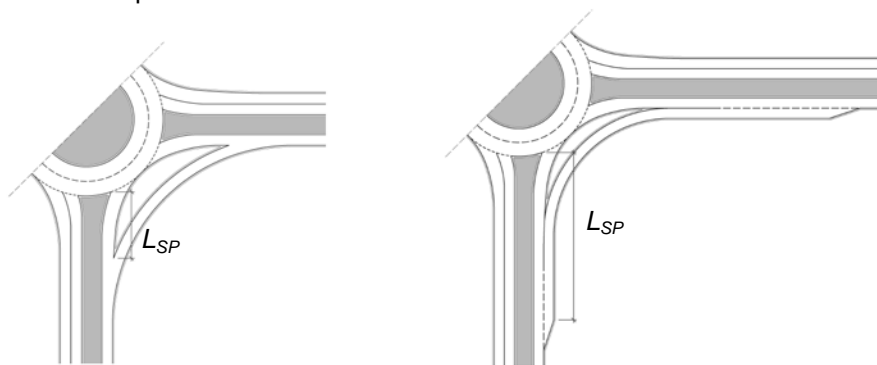
kde:

L_{SP} je vzdialenosť odpojenia spojovacej vetvy OK od hrany vjazdu na okružný jazdný pás [m], pozri obrázok 8.12,

$N_{95,i}$ dĺžka kolóny na jednopruhovom vjazde (príp. pravom jazdnom pruhu na dvojpruhovom vjazde) do okružnej križovatky [m].

Ak neplatí podmienka (8.14), dochádza k obmedzovaniu vozidiel odbočujúcich na spojovaciu vetvu OK, čím sa počas špičkového intervalu znižuje účinnosť takéhoto návrhu.

V prípade spojovacej vetvy OK navrhnutej na vjazde a výjazde samostatným jazdným pruhom netreba podmienku 8.14 preverovať.

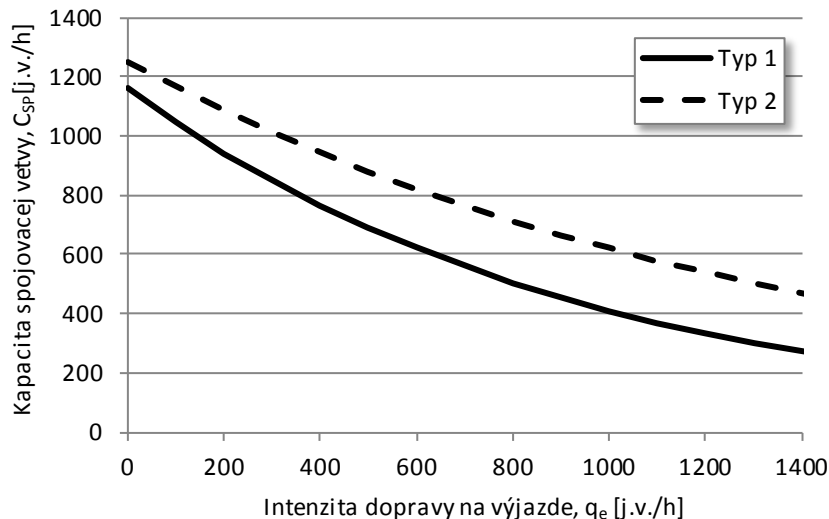


Obrázok 8.12 Vzdialenosť odpojenia spojovacej vetvy OK na vjazde do okružnej križovatky

8.7.2 Posúdenie na výjazde

Kapacita spojovacej vetvy OK na výjazde závisí od typu pripojenia na výjazd. Najvyššia kapacita je v prípade napojenia samostatným jazdným pruhom (Typ 3). Kapacita sa v takom prípade neposudzuje. Kapacitu spojovacej vetvy OK s priamym napojením (Typ 1) a tiež kapacitu spojovacej vetvy OK s pripájacím pruhom (Typ 2) treba posúdiť.

Na orientačné stanovenie kapacity spojovacej vetvy OK Typu 1 a Typu 2 sa môže využiť graf na obrázku 8.13.



Obrázok 8.13 Kapacita jednoruhovej spojovacej vetvy OK

Výpočet kapacity jednoruhovej spojovacej vetvy OK s priamym napojením na výjazd (Typ 1) vychádza z [L4] a vypočíta sa podľa vzorca:

$$C_{SP} = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{q_e}{3600} \left(t_g \frac{t_f}{2} \right)} \quad (8.15)$$

kde:

- C_{SP} je kapacita jednoruhovej spojovacej vetvy OK Typu 1 [j.v./h],
- q_e intenzita dopravy na výjazde [j.v./h], (v prípade dvojpruhového výjazdu sa uvažuje len s intenzitou dopravy na vonkajšom pruhu výjazdu),
- t_g kritický časový odstup [s], uvažuje sa s konštantnou hodnotou $t_g = 5,3$ s,
- t_f následný časový odstup [s], uvažuje sa s konštantnou hodnotou $t_f = 3,1$ s,

Výpočet kapacity jednoruhovej spojovacej vetvy OK s pripájacím pruhom na výjazde (Typ 2) vychádza z [T12] a vypočíta sa podľa vzorca:

$$C_{SP} = 1250 \cdot e^{-0,0007 \cdot q_e} \quad (8.16)$$

kde:

- C_{SP} je kapacita jednoruhovej spojovacej vetvy OK Typu 2 [j.v./h],
- q_e intenzita dopravy na výjazde [j.v./h], (v prípade dvojpruhového výjazdu sa uvažuje len s intenzitou dopravy na vonkajšom jazdnom pruhu výjazdu).

Pre posudzovanú spojovaciu vetvu OK sa vypočíta stupeň saturácie g_{SP} :

$$g_{SP} = \frac{q_{SP}}{C_{SP}} \quad (8.17)$$

kde:

- g_{SP} je stupeň saturácie [-],
- C_{SP} kapacita spojovacej vetvy OK [j.v./h],
- q_{SP} intenzita dopravy na spojovacej vetve OK [j.v./h].

Ak je stupeň saturácie $g_{sp} < 0,9$, spojovacia vetva OK vyhovuje. Ak je $g_{sp} \geq 0,9$, spojovacia vetva OK kapacitne nevyhovuje.

Ak je kapacita spojovacej vetvy OK nepostačujúca, treba navrhnúť iný typ pripojenia na výjazde s vyššou kapacitou.

8.8 Výpočtové formuláre

Formulár 1a: Kapacitné posúdenie okružnej križovatky							1a			
Názov križovatky										
Posudzovaný stav (rok, variant)										
Typ okružnej križovatky										
Vonkajší priemer OK (D)										
Dátum: Čas:										
Vstupné parametre										
Rameno	Názov komunikácie	Požadovaný stupeň kvality dopravy, QSV	Priemerný čas čakania w [s]							
1										
2										
3										
4										
5										
Geometrické podmienky							Spojovacia vetva OK			
Rameno	Počet pruhov			Polomer		Vzdialenosť	Dĺžka prechodu na vjazde, L_{ch}	Dĺžka pruhu, L_p	Odpojenie L_{SP}	Typ
	vjazd - n_i	okruh - n_k	vjazd - n_e	vjazd - r_i	vjazd - r_e	b	[m]	[m]	[m]	1 / 2 / 3 ^{*1}
1				[m]	[m]	[m]				
2										
3										
4										
5										
Matica smerovania dopravných prúdov [j.v./h]							Intenzita chodcov q_{ch}			
Rameno	1	2	3	4	5	Spolu	[ch/h]			
1										
2										
3										
4										
5										
Spolu										
Kapacita pruhov na vjazde										
Rameno	Konfigurácia pruhov na vjazde	Intenzita na vjazde q_i	Intenzita na okruhu q_k	Základná kapacita G_i	Vplyv chodcov, f_f	Kapacita C_i				
	1/1, 1/2, L/2, P/2 ^{*2}	[j.v./h]	[j.v./h]	[j.v./h]	[-]	[j.v./h]				
1										
2										
3										
4										
5										
*1 Pozn.: 1/2/3 - Typ 1 / Typ 2 / Typ 3 podľa čl. 8.7										
*2 Pozn.: 1/1 - 1 pruh na vjazde a 1 pruh na okruhu							1/2 - 1 pruh na vjazde a 2 pruhy na okruhu			
L/2 - ľavý pruh na 2-pruhovom vjazde a 2 pruhy na okruhu							P/2 - pravý pruh na 2-pruhovom vjazde a 2 pruhy na okruhu			

Formulár 1b: Kapacitné posúdenie okružnej križovatky						1b
Posúdenie kapacity vjazdu						
Rameno	Rezerva kapacity R_i [j.v./h]	Stupeň saturácie g_i [-]	Dĺžka kolón N_{95} [m]	Porovnanie N_{95} s dĺžkou pruhu [m]	Priemerný čas čakania, w_i [s]	Stupeň kvality dopravy, QSV [-]
1						
2						
3						
4						
5						
Stanovený stupeň kvality dopravy pre okružnú križovatku						
Posúdenie kapacity výjazdu <i>Pozn: Neposudzuje sa ak: $q_{ch} \leq 250$ ch/h alebo $q_e + q_{ch} \leq 1000$ (j.v.+ch)/h</i>						
Rameno	Intenzita na výjazde, q_e [j.v./h]	Intenzita chodcov, q_{ch} [ch/h]	Kapacita výjazdu, C_e [j.v./h]	Stupeň saturácie, g_e [-]	Porovnanie s požadovaným g [-]	Posúdenie výjazdu V / N
1						
2						
3						
4						
5						
Kvalita dopravy na výjazdoch vyhovuje?						
Posúdenie kapacity spojovacej vetvy OK						
Rameno	Intenzita na spoj. vetve, q_{SP} [j.v./h]	Vzdialenosť odpojenia, L_{SP} [m]	Porovnanie N_{95} s L_{SP} [j.v./h]	Kapacita spoj. vetvy, C_{SP} [j.v./h]	Stupeň saturácie g_{SP} [-]	Posúdenie spoj. vetvy V / N
1						
2						
3						
4						
5						
Kvalita dopravy na spojovacích vetvách OK vyhovuje?						
Záver:						

9 Svetelne riadené križovatky

9.1 Úvod

9.1.1 Úloha a rozsah použitia

Svetelne riadené križovatky tvoria nadstavbu k základnej kostre organizácie dopravy v mestách. V rozhodujúcej miere určujú pohyb dopravných prúdov po hlavnej dopravnej sieti. V rámci extravilánu je riadenie dopravy svetlenou signalizáciou používané len na ojedinelých, dopravou silno zaťažených križovatkách.

Riadenie svetelnou signalizáciou sa využíva najmä na zlepšenie bezpečnosti cestnej premávky a/alebo na zlepšenie kvality pohybu dopravy na križovatkách. Oproti neriadeným križovatkám má svetelne riadená križovatka značne vyššiu kapacitu.

Postup výpočtu uvedený v tejto kapitole poskytuje možnosť overiť, či a s akou kvalitou dopravného prúdu prepustí križovatka v rámci návrhovej hodiny očakávané dopravné zaťaženie.

V kapitole je zahrnuté:

- plánovanie a navrhovanie riadenia dopravy svetelnou signalizáciou s postupmi na výpočet a zostavenie riadiacich programov, ako aj pokyny na výber spôsobu riadenia,
- posúdenie kvality navrhnutých programov,
- posúdenie kapacity,
- návrh svetelne riadenej križovatky (počet pruhov, priestory pre kolóny vozidiel).

9.2 Podklady

9.2.1 Intenzita dopravy

Intenzita dopravy je nevyhnutným podkladom pri navrhovaní svetelne riadenej križovatky a stanovenia potrebného počtu vstupných pruhov. Stanovuje sa podľa princípov uvedených v kapitole č. 3.

Pri zostavovaní riadiacich programov signalizácie na existujúcich križovatkách musia byť k dispozícii hodnoty dopravy pre typické dopravné situácie v určitých časových intervaloch. Treba zistiť rozhodujúce časové intervaly pre prúdy križovatky (rozdelené podľa 15 minútových, ako aj hodinových intervaloch). Okrem toho sa odporúča dopravným prieskumom zistiť priebeh zmien intenzít dopravy hlavných smerov. Riadiace programy sa potom vypracujú pre charakteristické časy dňa, zvyčajne pre:

- rannú dopravnú špičku,
- predpoludňajšie a popoludňajšie dopravné sedlo,
- popoludňajšiu špičku,
- večerné sedlo, resp. nočnú dopravu.

Z údajov prieskumu je zrejmé, či sú pre určité časové intervaly dňa potrebné samostatné programy. Okrem toho treba zostaviť riadiace programy víkendovej premávky, prípadne pre špeciálne udalosti (podujatia).

Pretože v dopravných špičkách je úroveň intenzity dopravy väčšinou relatívne rovnomerne vysoká, netreba robiť žiadne úpravy jej hodnôt. Pri výrazných zmenách intenzity dopravy počas špičky sa nutnosť úpravy posúdi na základe štvrt hodinových intervaloch.

Pri navrhovaní počtu a dĺžky predradovacích pruhov sa vychádza z rozhodujúcich intenzít dopravy v čase špičkovej hodiny.

Pri dopravných prieskumoch treba rozlišovať druhy vozidiel. Je potrebné uvádzať podiel ťažkých vozidiel (nákladné vozidlá, ťahače s prívesmi, autobusy a pod.) z celkového objemu dopravy ako podiel ŤV. Osobitne treba zaznamenávať cyklistov. Prepočet na jednotkové vozidlá sa nevykonáva, aby boli dopravné pomery realisticky vyobrazené.

Údaje o intenzite dopravy električiek a autobusov sa získavajú priamo zo sčítania alebo z platných cestovných poriadkov. Okrem toho sú dôležité aj poznatky o čase státia prostriedkov MHD na zástavkách, najmä ak sa tieto nachádzajú na vjazdoch ku križovatke.

9.2.2 Spôsoby riadenia

Používajú sa rozdielne spôsoby riadenia dopravy na makroskopickej a mikroskopickej úrovni.

Makroskopická úroveň riadenia

Na makroskopickej úrovni je riadenie zamerané na celkový pohyb dopravy po komunikačnej sieti mesta alebo po jej častiach.

Na výber programu podľa času, alebo v závislosti od zmien celkovej intenzity dopravy na križovatke, sa testuje vhodnosť jednotlivých navrhnutých riadiacich programov tak, že sa ponechajú v prevádzke dlhší čas. Sledovaním úspešnosti riadenia sa zvolia najvhodnejšie kritéria na výber ktoréhokoľvek programu.

Pre podobné dopravné zaťaženia, ktoré možno očakávať pravidelne v rovnakom čase dňa, stačí ako kritériom na výber programu určiť deň v týždni a hodinu.

Na výber riadiaceho programu v závislosti od dopravy sa použijú na charakterizovanie dopravnej situácie nasledujúce údaje:

- intenzity dopravy, získané dopravným prieskumom,
- pomery intenzít,
- stupeň obsadenia,
- namerané hodnoty priemerných rýchlostí.

Mikroskopická úroveň riadenia

Spôsoby riadenia používané na mikroskopickej úrovni zohľadňujú (ak nie sú použité programy s pevným cyklom) krátkodobé zmeny v dopravnom zaťažení. Sú aktivované z makroskopickej úrovne.

Riadenie dopravy s pevným riadiacim cyklom

Zvláštny význam má riadenie s pevným cyklom, pri ktorom dĺžka cyklu, poradie a dĺžky zelených zostávajú nezmenené, t.j. program sa rovnakým spôsobom opakuje každý cyklus.

Riadenie s pevným cyklom má význam pri zriaďovaní líniových a plošných koordinácií, pri ktorých sa musí pracovať väčšinou s pevnými programovými štruktúrami. Okrem toho takéto programy s pevnou dĺžkou cyklu tvoria základ väčšiny riadení ovládaných samotnou dopravou.

Riadenie dopravy ovládané dopravou (dynamické riadenie)

Riadenie ovládané dopravou reaguje na krátkodobé zmeny dopravnej situácie na križovatke, prípadne uprednostňuje jednotlivé dopravné prúdy.

Poznáme riadenie s:

- jednoduchým predĺžovaním zelených signálov a celého cyklu,
- zmenou poradia riadiacich fáz,
- preskokom nepožadovanej fázy,
- tvorbou signálneho programu.

9.3 Kvalita dopravných prúdov

9.3.1 Kritéria kvality

Zmenou signálov VOLNO a STOJ sa pred križovatkami a riadenými prechodmi pre chodcov zastavuje pohyb dopravného prúdu, čo sa prejavuje čakaním pre jednotlivých účastníkov dopravy.

Čas čakania je preto dôležitým kritériom na hodnotenie kvality pohybu dopravného prúdu. Čas čakania jednotlivých účastníkov dopravy je rôzny, je to náhodná veličina. Z praktických dôvodov sa preto uvažuje s jeho priemernou hodnotou.

Okrem času čakania možno na hodnotenie kvality dopravy použiť ďalšie údaje, napr. počet vozidiel v kolóne, počet zastavení alebo prejazdov, stupeň saturácie, či podiel preťažených cyklov. Pri vyhodnotení jednotlivých veličín je dôležité, aby sa mohli:

- analyticky vypočítať (musí byť k dispozícii model výpočtu) a/alebo
- podľa možnosti jednoducho zmerať.

9.3.2 Stupeň kvality dopravných prúdov

Na určenie kvality pohybu dopravného prúdu (QSV) A až F platí tabuľka 9.2, definovaná strednou dobou čakania.

Tabuľka 9.2 Hraničné hodnoty strednej doby čakania pre určenie stupňa kvality - rôzne skupiny účastníkov cestnej premávky a rôzne druhy dopravy.

Doprava - motorové vozidlá			
Nekoordinované vjazdy		Koordinované vjazdy a úseky	
QSV	Stredná doba čakania [s]	QSV	Percentuálny podiel počtu prechádzajúcich vozidiel bez zastavenia [%]
A	≤ 20	A	> 95
B	≤ 35	B	> 85
C	≤ 50	C	> 75
D	≤ 70	D	> 65
E	≤ 100	E	> 50 ¹⁾
F	> 100	F	≤ 50 ¹⁾

¹⁾ koordinácia nie je v činnosti, alebo pracuje len čiastočne

MHD	
QSV	Stredný čas čakania [s]
A	≤ 5
B	≤ 15
C	≤ 25
D	≤ 40
E	≤ 60
F	> 60

Cyklistická doprava	
QSV	Stredný čas čakania [s]
A	≤ 15
B	≤ 25
C	≤ 35
D	≤ 45
E	≤ 60
F	>60

Pohyb chodcov		
QSV	Stredný čas čakania [s]	
	Jeden priechod	Viac priechodov za sebou
A	≤ 15	≤ 20
B	≤ 20	≤ 25
C	≤ 25	≤ 30
D	≤ 30	≤ 35
E	≤ 35	≤ 40
F	> 35	> 40

Jednotlivé stupne kvality znamenajú:

Stupeň A: Väčšina účastníkov dopravy môže prejsť križovatkou bez obmedzenia. Čakacie doby sú veľmi krátke.

Stupeň B: Všetci účastníci dopravy, prichádzajúci v čase červenej, môžu počas nasledujúcej zelenej pokračovať v jazde. Časy čakania sú krátke.

Stupeň C: Väčšina účastníkov dopravy prichádzajúcich počas červenej môže počas nasledujúcej zelenej pokračovať v jazde. Časy čakania sú väčšie. Vozidlá vytvárajú nepatrné zostávajúce kolóny na konci zelenej.

Stupeň D: Vozidlá neustále vytvárajú zostávajúcu kolónu. Časy čakania všetkých účastníkov dopravy sú veľké. Pohyb dopravy je ešte stabilný.

Stupeň E: Účastníci dopravy sa správajú ako súper. Vozidlá vytvárajú postupne narastajúcu kolónu. Časy čakania sú veľmi dlhé. Dosiahla sa kapacita.

Stupeň F: Dopyt je väčší ako kapacita. Vozidlá sa musia pred križovatkou posúvať. Kolóna neustále narastá. Časy čakania sú extrémne dlhé. Križovatka je preťažená.

Kvalita dopravných prúdov sa pre motorovú dopravu na nekoordinovaných vjazdoch posudzuje podľa veľkosti strednej doby čakania.

Pri koordinovaných vjazdoch sa kvalita dopravných prúdov posudzuje podľa percentuálneho podielu prechádzajúcich vozidiel, alebo zhodnotením počtu zastavení.

Posúdenie čakacích dôb vozidiel MHD na križovatkách so svetelnou signalizáciou je často závislé aj od vývoja prevádzky na zástavkách.

Pri chodcoch môže byť dodatočne udaná aj maximálna čakacia doba, ktorá presne zodpovedá dĺžke červenej pre peších pri riadení pevným cyklom, keď je potreba prejsť len jeden prechod. Ak musia chodci prejsť viacero priechodov za sebou, môže sa časová signalizácia nastaviť tak, aby sa dalo rameno križovatky prejsť na jeden krát. Pri prechádzaní viacerých prechodov sa môže príslušná stredná doba čakania jednotlivých stupňov kvality zvýšiť o 5 s (tabuľka 9.2).

9.4 Dopravno – technický výpočet riadenia

9.4.1 Všeobecne

Dopravno-technický výpočet riadenia dopravy na križovatke so svetelnou signalizáciou zásadne obsahuje:

- stanovenie medzičasov,
- určenie dĺžky cyklu a dĺžok jednotlivých zelených signálov,
- preukázanie stupňa kvality jednotlivých skupín účastníkov dopravy,
- preukázanie kapacity križovatky.

Na výpočet riadiacich programov s pevnou dĺžkou cyklu sú v nasledujúcich častiach uvedené moduly a postupy výpočtu. Pretože riadenie dopravy ovládané dopravou prechádza pri vysokých zaťaženiach na riadenie s pevným cyklom, treba takéto riadenie na križovatke preveriť.

Pre výpočet svetelne riadenej križovatky treba poznať:

- smerodajné intenzity dopravy,
- riadiace fázy s potrebnými medzičasmi na vytvorenie fázových prechodov,
- hodnoty saturovaných intenzít na jednotlivých vstupných pruhoch.

9.4.2 Rozdelenie dopravných pohybov do riadiacich fáz (časová segregácia)

Funkčná úroveň (kvalita) pohybu dopravy a bezpečnosť jej účastníkov závisí od stupňa časovej segregácie pohybov (počtu riadiacich fáz).

Pri rozdeľovaní dopravných pohybov do riadiacich fáz treba rozlišovať nekolízne, podmienene nekolízne a kolízne dopravné prúdy. Nekolízne dopravné prúdy nemajú – na rozdiel od podmienene nekolíznych a kolíznych dopravných prúdov – žiadne spoločné konfliktné plochy. Pri podmienene nekolíznych prúdoch ide o odbočujúce prúdy, ktoré nie sú riadené samostatnými signálmi. Signál VOLNO majú súčasne s protismernými prúdmi a platia pre ne pravidlá o prednosti v jazde podľa [Z6].

Časovou segregáciou sa vymedzuje pohyb dopravných prúdov tak, aby sa súčasne uskutočňoval len pohyb nekolíznych, alebo podmienene nekolíznych prúdov.

Časovú segregáciu rozdeľujeme do troch úrovní:

- základná, ktorou sú vzájomne oddelené priečne pohyby dopravných prúdov; nie sú vylúčené pohyby podmienene nekolíznych prúdov; príkladom je dvojfázové riadenie,
- čiastočná, pri ktorej je vylúčený pohyb kolíznych a podmienene nekolíznych pohybov s výnimkou odbočovania vozidiel vpravo do priechodu pre chodcov,
- úplná, pri ktorej v rovnakom čase sa po križovatke vykonávajú len navzájom plne nekolízne pohyby.

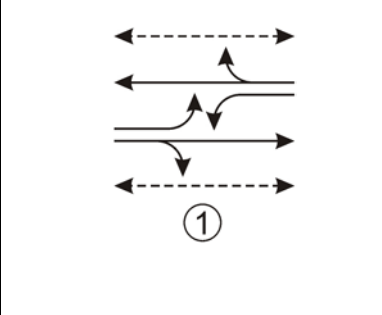
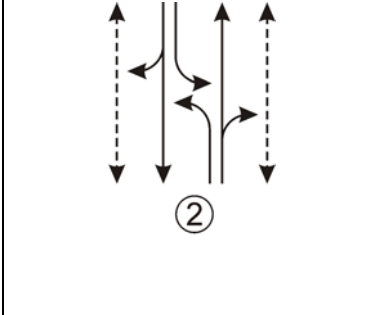
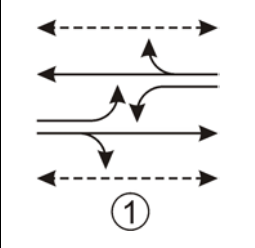
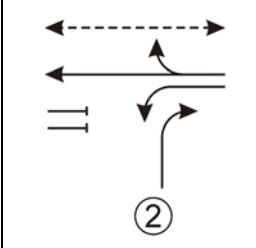
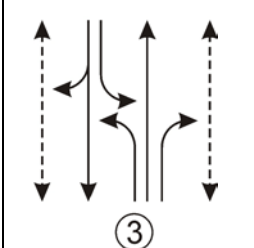
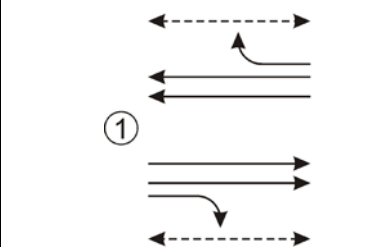
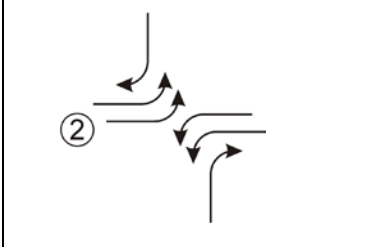
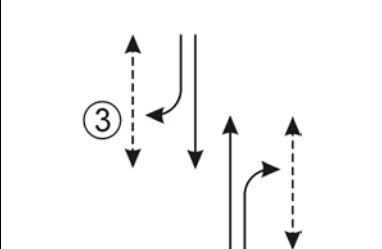
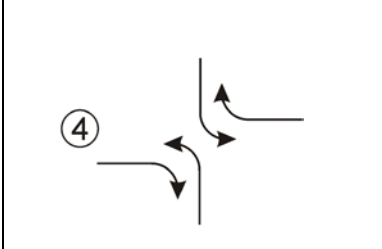
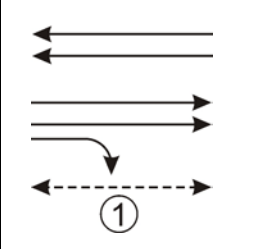
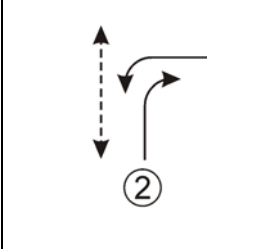
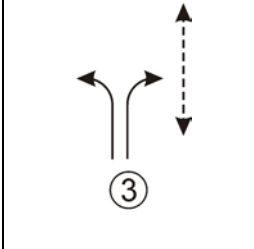


Počet riadiacich fáz by mal byť čo možno najmenší a závisí od požadovaného stupňa segregácie (úroveň bezpečnosti), celkového stavebného usporiadania križovatky, počtu vstupných pruhov a intenzity jednotlivých dopravných smerov.. Príklady usporiadania riadiacich fáz sú zobrazené na obrázku 9.1. Jednoduché dvojfázové riadenie je zobrazené na obrázku 9.1a.

Pri dvojfázovom riadení možno časovým posunom zelených signálov pre protismerné priame dopravné prúdy vytvoriť čas, kedy môžu vozidlá odbočujúce vľavo bezkolízne opustiť križovatku po ukončení alebo pred začiatkom zelenej príslušného protismeru (z hľadiska bezpečnosti sa však neodporúča).

Bezkolíznosť dokončenia pohybu je signalizovaná smerovým návěstidlom umiestneným po uhlopriečke za križovatkou („vyprázdňovacia zelená šípka“). Takéto riadenie je zobrazené na obrázku 9.1b - na konci fázy 1 je protismerná doprava zastavená, čím sa umožní bezkolízny výjazd vozidiel odbočujúcich vľavo.

Ak má byť na križovatke zaistené bezkolízne odbočovanie vľavo, alebo ak je na odbočovanie viac jazdných pruhov, musí sa vytvoriť samostatná fáza (pozri obrázok 9.1c).

Príklad rozdelenia pohybov do riadiacich fáz na stykovej križovatke je zobrazený na obrázku 9.1d.

	Vyobrazenie fáz		Vysvetlenie	
a			<p>Dvojfázové riadenie</p> <p>Naraz sa pohybuje maximálny počet dopravných prúdov. Vozidlá odbočujúce vľavo využívajú odstupy v protismerných prúdoch. Používa sa pri malých križovatkách a nízkych intenzitách prúdov odbočujúcich vľavo (do 150 voz/h)</p>	
b				<p>Vyprázdňovacia zelená šípka</p> <p>Po skončení zelenej z jedného priameho smeru je umožnený bezkolízny odjazd vozidiel odbočujúcich vľavo</p>
c			<p>Štvorfázové riadenie</p> <p>Vozidlá odbočujúce vľavo sú riadené samostatnými signálmi. Návestidlá sú so smerovými šípkami. Riadenie je vhodné pre veľké križovatky</p>	
				
d				<p>Trojfázové riadenie pre stykovú križovátku</p> <p>Pri nízkej intenzite dopravného prúdu odbočujúceho vľavo možno uvažovať len s využívaním medzier v protismernom prúde, alebo s vyprázdňovacou zelenou šípkou</p>
 chodci		 automobilová doprava		

Obrázok 9.1 Rozdelenie pohybov do fáz

Možnosť bezproblémového odbočenia vpravo, resp. vľavo pri súčasnom zelenom signáli pre súbežný pohyb chodcov treba preukázať odpovedajúcim spôsobom (napr. výpočet, mikrosimulácia,...).

Medzičas

Nutná dopravná bezpečnosť pri zmene fáz je tvorená medzičasom. Medzičas je doba trvania medzi koncom zelenej vyprázdňujúceho sa dopravného prúdu a začiatkom nasledujúcej zelenej vstupujúceho dopravného prúdu za podmienky, že oba dopravné prúdy v rámci jednej konfliktnéj oblasti pôjdu za sebou.

Medzičas t_Z je stanovený podľa vzťahu:

$$t_Z = t_{Ue} + t_r - t_e \quad (9.1)$$

kde:

t_{Ue} je prejazdový čas (časť prejazdu na žltú) [s].

Medzičas sa zaokrúhľuje nahor na celé sekundy. Medzičas musí byť určený pre všetky nekolízne prúdy a zapísaný do medzičasovej matice. Pre výpočet signálneho programu môže byť (ako orientačná hodnota) použitý medzičas určený podľa tabuľky 9.3. Pre zostavenie signálneho plánu je však potrebné určiť presné medzičasy.

Tabuľka 9.3 Orientačné hodnoty medzičasov

	Vchádzajúca doprava													
	Malá križovatka (max. 2 pruhy na vjazd)						Veľká križovatka (max. 5 pruhov na vjazd)							
Odchádzajúca doprava	vozidlo idúce priamo + vpravo	vozidlo odbočujúce vľavo	vozidlo MHD, bez „H“	vozidlo MHD, s „H“	cyklista	chodec (vstupujúci)	chodec (odchádzajúci)	vozidlo idúce priamo + vpravo	vozidlo odbočujúce vľavo	vozidlo MHD, bez „H“	vozidlo MHD, s „H“	cyklista	chodec (vstupujúci)	chodec (odchádzajúci)
vozidlo idúce priamo + vpravo	6	5	6	3	5	5	7	8	4	7	4	6	5	9
vozidlo odbočujúce vľavo	7	6	6	3	5	5	8	9	7	10	7	9	5	10
vozidlo MHD, bez „H“	8	7	7	4	6	6	9	9	6	8	5	7	6	10
vozidlo MHD, s „H“	9	8	8	5	7	7	10	11	8	10	7	9	7	12
cyklista	8	7	7	4	-	-	-	13	10	12	9	-	-	-
chodec (vstupujúci)	7	7	7	7	-	-	-	12	12	12	12	-	-	-
chodec (odchádzajúci)	7	7	7	7	-	-	-	4	4	4	1	-	-	-

9.4.3 Odjazd vozidiel a kapacita

Počet n vozidiel, ktoré môžu na jazdnom pruhu križovatky pri zelenej t_F odísť, sa zjednodušene vypočíta podľa rovnice 9.2:

$$n = \frac{t_F + t_{Ue}}{t_B} \quad (9.2)$$

kde:

t_B je stredný „najkratší“ následný odstup medzi dvomi odchádzajúcimi vozidlami; t_B je cca čas potrebný pre 1 vozidlo [s/voz].

Na základe hodnoty času t_B môže byť stanovená saturovaná intenzita q_S [voz/h], určujúca, koľko vozidiel môže teoreticky prejsť za „zelenú hodinu“:

$$q_S = \frac{3600}{t_B} \quad (9.3)$$

Pokiaľ je dĺžka zelenej pre motorovú dopravu > 10 s, môže byť pre osobné vozidlá uvažovaná spotreba času $t_B = 1,8$ s na jedno vozidlo, čo zodpovedá saturovanej intenzite $q_S = 2000$ j.v./h. Pri kratších zelených < 10 s a vyššom vyťažení sú saturované intenzity výrazne vyššie, pretože pri takýchto dopravných podmienkach sa doprava pohybuje aj pri žltej. V tabuľke 9.4 sú uvedené saturované intenzity v závislosti od očakávanej zelenej.

Po uvedení riadiaceho programu do prevádzky musí byť určený saturovaný tok z dôvodu kratších zelených skontrolovaný.

Tabuľka č. 9.4 Hodnoty saturovaných intenzít v závislosti od očakávanej dĺžky zelenej

Očakávaná zelená t_F ¹⁾ [s]	Saturovaná intenzita q_S ²⁾ [j.v./h]	Spotreba času na jedno vozidlo t_B [s/voz]
> 10	2000	1,8
10	2400	1,5
6	3000	1,2

¹⁾ pre medziľahlé hodnoty interpolovať
²⁾ q_S [j.v./h] alebo [voz/h] pri podiele $\check{T}V < 2\%$

Na saturovanú intenzitu má silný vplyv podiel ťažkých vozidiel. Saturovaná intenzita klesá so stúpajúcim podielom $\check{T}V$.

Príslušný korekčný koeficient sa určuje v závislosti od podielu $\check{T}V$:

$f_{SV} =$

$$\begin{array}{ll} 1 & \text{pre } \check{T}V < 2\% \\ 1 - 0,0083 \cdot e^{0,21 \cdot \check{T}V} & \text{pre } \check{T}V = 2 \dots 15\% \\ 1 / (1 + 0,015 \cdot \check{T}V) & \text{pre } \check{T}V > 15\% \end{array} \quad (9.4)$$

Mimo vyššie uvedeného má na saturovanú intenzitu vplyv (alebo na veľkosť spotreby času na 1 vozidlo) aj:

- šírka jazdného pruhu

Saturovaná intenzita 2000 j.v./h platí pre jazdné pruhy šírky 3,00 m – 3,50 m (iné hodnoty pozri tabuľka 9.5).

- počet jazdných pruhov

Pokiaľ je v jednom smere jazdy viac jazdných pruhov, môžu byť pri rozdielnom využití $\check{T}V$ jednotlivých pruhov stanovené rozdielne saturované intenzity.

- smerovanie vozidiel

Pre odbočujúce vozidlo je v závislosti od polomeru odbočenia počítané s nižšími saturovanými intenzitami, ako pre vozidlá idúce priamo.

- podmienky sklonu

Pri stúpaní sa saturovaná intenzita redukuje. Pri spáde sa, naopak, zvyšuje.

- poveternostné podmienky

Za nepriaznivých poveternostných podmienok (dážď, no najmä podmienky v zime) je oproti normálnym poveternostným podmienkam možné očakávať výrazne nižšie saturované intenzity. Tento efekt sa však pri výpočte signálnych plánov nezohľadňuje.

- miestna doprava

Saturovaná intenzita sa môže v závislosti od polohy v území líšiť. Obvykle v strede mesta sú saturované intenzity vyššie, ako na okraji mesta.

V tabuľke 9.5 sú uvedené korekčné koeficienty pre saturované intenzity pre rozličné podmienky a vplyvy pri svetelne riadených križovatkách.

Na prispôsobenie saturovaného toku na skutočné podmienky treba vybrať dva najväčšie korekčné koeficienty, ktorými sa vynásobia hodnoty z tabuľky 9.4, a to aj napriek tomu, že formálne je saturovaná intenzita ovplyvnená ešte viacerými faktormi (existencia iných korekčných koeficientov). Platí teda:

$$q_S = f_1 * f_2 * q_{S,st} \quad (9.5)$$

kde:

q_S je saturovaný tok pre konkrétne podmienky [voz/h],

$q_{S,st}$ saturovaná intenzita pri štandardných podmienkach podľa tabuľky 9.4 [j.v./h],

f_1, f_2 sú korekčné koeficienty [-].

Tabuľka 9.5 Korekčné koeficienty saturovanej intenzity pre rôzne podmienky

Vplyv - veľkosť		Korekčný koeficient	
Šírka jazdného pruhu	2,60 m	$f_b = 0,85$	
	2,75 m	$f_b = 0,90$	
	$\geq 3,00$ m	$f_b = 1,00$	
Podiel ŤV	SV < 2 %	$f_{SV} = 1,00$	
	SV = 2...15 %	$f_{SV} = 1 - 0,0083 * e^{0,21 * SV}$	
	SV > 15 %	$f_{SV} = 1 / (1 + 0,0125 * SV)$	
Pozdĺžny sklon jazdného pásu	Stúpanie	5 %	$f_S = 0,85$
		3 %	$f_S = 0,90$
	Rovina	0 %	$f_S = 1,00$
	Klesanie	-3 %	$f_S = 1,10$
		-5 %	$f_S = 1,15$
Polomer odbočovania	R	≤ 10 m	$f_R = 0,85$
		≤ 15 m	$f_R = 0,90$
		> 15 m	$f_R = 1,00$
Križovanie pohybom chodcov	Pohyb chodcov	silný	$f_F = 0,80$
		stredný	$f_F = 0,90$
		slabý	$f_F = 1,00$

Poznámka: Slabý pohyb chodcov možno definovať, že v čase zelenej (zamýšľaného odbočovacieho manévru) prejdú všetky vozidlá bez akýchkoľvek problémov.

Keď sa s ohľadom na vyššie uvedené zistí saturovaná intenzita q_S , určí sa časová spotreba jedného vozidla t_B :

$$t_B = \frac{3600}{q_S} \quad (9.6)$$

pri určitom počte vozidiel n sa zelená určí:

$$t_F = n * \frac{3600}{q_S} \quad (9.7a)$$

Potrebná zelená, pri ktorej je zabezpečená kapacita, vychádza zo stredného počtu vjazdov za cyklus:

$$t_{F_{erf}} = m * \frac{3600}{q_S} \quad (9.7b)$$

kde:

$t_{F,erf}$ je potrebná zelená [s],
 m stredný počet vjazdov = $q * t_U / 3600$ [voz].

Kapacita C jedného jazdného pruhu na vjazde svetelnej križovatky, z ktorého môžu vozidlá bez problémov odísť, je určená vzťahom:

$$C = f * q_S \quad (9.8)$$

kde:

C je kapacita jazdného pruhu [voz/h],
 f podiel času zelenej; $f = t_F / t_U$ [-].

9.4.4 Cyklus

Pri určovaní cyklu sa zohľadňujú záujmy všetkých účastníkov dopravy. Na veľkosť cyklus majú vplyv dopravné, organizačné a stavebné podmienky (napr. križovatka v extra/intraviláne, typ riadenia, intenzity, počet jazdných pruhov na vjazde).

V praxi sa navrhuje dĺžka cyklu od 60 s do 90 s. Pre veľké križovatky môžu byť potrebné väčšie dĺžky cyklu. Dĺžky cyklu > 120 s sa nepoužívajú (napr. to znamená dlhý čakací čas pre peších).

Cyklus sa pre konkrétne dopravné podmienky najprv určí len orientačne, pričom časy čakania budú pre automobilovú dopravu minimálne. Pre automobilovú dopravu sa optimálny čakací čas vypočíta podľa 9.9a:

$$t_U = \frac{1,5 * T_Z + 5}{1 - \sum_{i=1}^p q_{massg,i} / q_{Si}} \quad (9.9a)$$

kde:

$$T_Z = \sum_{i=1}^p t_{Zi}$$

t_U je čakací čas optimálneho cyklu [s],
 p počet fáz [-],
 $q_{massg,i}$ smerodajná intenzita jazdného pruhu pre fázu i [voz/h],
 q_{Si} príslušná saturovaná intenzita pre smerodajný jazdný pruh fázy i [voz/h],
 t_{Zi} smerodajný medzičas pre konkrétnu zmenu fáz [s].

Kvociant $q_{massg,i} / q_{Si}$ je pomer dopravných podmienok prúdu prízjazdu/odjazdu:

$$b_{massg,i} = q_{massg,i} / q_{Si} \quad (9.10)$$

Pre celkové dopravné podmienky B všetkých p fáz je potom dané:

$$B = \sum_{i=1}^p b_{massg,i} \quad (9.11)$$

Rovnicu 9.9a možno zjednodušené napísať:

$$t_U = \frac{1,5 * T_Z + 5}{1 - B} \quad (9.9b)$$

Príliš silná odchýlka od čakacieho času optimálneho cyklu (viac ako +/- 15 %) má pre dopravu za následok vyšší čakací čas. Vo všeobecnosti platí, že menšie cykly sú z pohľadu čakacích časov nepriaznivejšie, ako cykly väčšie. Je vhodné si všimnúť, že vozidlá v slabších smerodajných prúdoch

musia (v prospech silnejšieho prúdu) dlhšie čakať z dôvodu dosiahnutia celkového optima, pričom môžu byť pridelené iba krátke zelené.

Pri križovatkách s ťahom zelenej vlny je cyklus počítaný na základe stupňa saturácie g (pozri tiež čl. 9.4.8):

$$t_U = \frac{T_Z}{1 - \sum_{i=1}^p q_{massg,i} / (g_i * q_{Si})} \quad (9.12)$$

kde:

$q_{massg,i}$ je smerodajná intenzita jazdného pruhu fázy i [voz/h],
 g_i stupeň saturácie pre smerodajný jazdný pruh príslušnej fázy (pozri taktiež tabuľku 9.9 a rovnicu 9.27) [-],
 q_{Si} saturovaná intenzita pre smerodajný jazdný pruh fázy i [voz/h].

Pri stupni saturácie = 1 sa pre všetky smerodajné dopravné vzťahy určí minimálna doba cyklu:

$$t_U = \frac{T_Z}{1 - \sum_{i=1}^p q_{massg,i} / q_{Si}} \quad (9.13)$$

ktorá by mala byť použitá len vo výnimočných prípadoch (napr. pri meraní).

9.4.5 Zelená

Potrebné zelené pre automobilovú dopravu sa podľa smerodajných dopravných podmienok určia:

$$t_{F1} : t_{F2} : t_{F3} : \dots = \frac{q_{massg1}}{q_{S1}} : \frac{q_{massg2}}{q_{S2}} : \frac{q_{massg3}}{q_{S3}} : \dots \quad (9.14)$$

kde:

t_{Fi} je zelená pre smerodajný jazdný pruh fázy i [s],
 $q_{massg,i}$ smerodajná intenzita fázy i [voz/h],
 q_{Si} saturovaná intenzita pre smerodajný jazdný pruh fázy i [voz/h].

Potrebná zelená pre smerodajný jazdný pruh signálnej skupiny sa určí podľa:

$$t_{Fi} = \frac{b_{massg,i}}{B} * (t_U - T_Z) \quad (9.15)$$

kde:

t_{Fi} je zelená pre smerodajný jazdný pruh fázy i [s],
 B suma dopravných podmienok smerodajných fáz (pozri rovnica 9.11) [-],
 t_U zvolený cyklus [s],
 $b_{massg,i}$ sú dopravné podmienky smerodajného jazdného pruhu fázy i (pozri rovnica 9.10) [-].

Pre slabšie zaťažený dopravný prúd sa musí overiť, či vypočítaná zelená nie je menšia, než je minimálna zelená $t_{F,min}$.

Pre automobilovú dopravu je minimálna zelená 10 s (možná aj dĺžky 8 s). Pri veľmi slabej intenzite dopravného prúdu sa môže zelená znížiť na 5 s.

Pokiaľ v jednej smerodajnej signálnej skupine (fáze) je smerodajná minimálna zelená, je cyklus predĺžovaný. V tomto prípade sa optimálny čakací čas (automobilovej dopravy) cyklu t_U vypočíta podľa vzťahu:

$$t_U = \frac{1,5 * T_Z + t_{F \min} + 5}{1 - B'} \quad (9.16)$$

kde:

$$B' = \sum_{i=1}^{p'} q_{massg,i} / q_{Si}$$

t_U je cyklus [s],
 $t_{F \min}$ minimálna zelená [s],
 p' počet fáz, ktorých zelená je dlhšia ako minimálna zelená,
 B' suma dopravných podmienok fáz, ktorých zelené sú dlhšie ako minimálna zelená.

Zelené t_{Fi} , ktoré závisia od záťaže smerodajných prúdov, sa určia podľa vzťahu:

$$t_{Fi} = \frac{b_{massg,i}}{B'} * (t_U - T_Z - t_{F \min}) \quad (9.17)$$

Ak sa pri zostavovaní cyklu vychádza zo stupňa saturácie (pozri rovnicu 9.12), bude zelená určená podľa 9.18:

$$t_{Fi} = \frac{q_{massg,i} * t_U}{q_{Si} * g_i} = \frac{b_{massg,i} * t_U}{g_i} \quad (9.18)$$

kde:

t_{Fi} je zelená [s],
 $q_{massg,i}$ smerodajná intenzita jazdného pruhu fázy i [voz/h],
 t_U zvolený cyklus [s],
 $b_{massg,i}$ sú smerodajné dopravné podmienky (podľa 9.10) [-].

9.4.6 Stredná doba čakania

Čakacia doba predstavuje podľa čl. 9.3 najdôležitejšiu mernú hodnotu pre kvalitu plynulosti premávky v príjazdoch do križovatky riadenej signalizáciou. V premávke motorových vozidiel zahŕňa celkovú časovú stratu, ktorú treba zohľadniť v prípade plynulého prejazdu vozidiel. Čakacia doba pozostáva z dvoch častí:

Základný čas čakania w_i je čakací čas, ako prirodzený efekt červenej pri svetlene riadenej križovatke, bez ohľadu na dĺžku zostávajúcej kolóny vozidiel.

Čakací čas zostávajúcej kolóny w_{II} - doba, ktorá vzniká pri vozidlách, ktoré pri zelenej nestihli odísť (zostatková kolóna) a obmedzujú nasledujúce vozidlá.

Stredná čakacia doba vozidla w , vzťahujúca sa na jazdný pruh, je vypočítaná pri fixnom riadení križovatky ako:

$$w = w_I + w_{II} \quad (9.19a)$$

$$w = \frac{t_U * (1 - f)^2}{2 * (1 - q / q_s)} + \frac{3600 * N_{GE}}{f * q_s} \quad (9.19b)$$

kde:

w je stredná doba čakania vozidiel [s],
 t_U cyklus [s],
 f podiel zelenej; $f = t_F / t_U$ [-],
 q intenzita na príslušnom jazdnom pruhu [voz/h],
 q_s odpovedajúca saturovaná intenzita pre príslušný jazdný pruh [voz/h].

Veľkosť 2. časti (w_{II}) v rovnici 9.19a výrazne závisí od zostávajúcej kolóny vozidiel na konci zelenej. Pri náhodných dopravných podmienkach je veľkosť strednej zostávajúcej kolóny vozidiel pri stupni saturácie $g \leq 0,65$ zanedbateľná, tzn. môže byť považovaná za nulovú.

Pri stupni saturácie, kde $g > 0,65$ až 0,9 je zostávajúca kolóna vozidiel konštantná.

Od $g > 0,9$ zostávajúca kolóna vozidiel narastá s časom, tzn. musí byť buď presne určený uvažovaný čas T , alebo uvažovaný cyklus $U = T / t_U$ (U je počet cyklov).

Rovnice pre určenie zostávajúcej kolóny vozidiel pre náhodné dopravné podmienky sú uvedené v tabuľke 9.6. S rovnicami možno určiť zo stupňov saturácie $> 0,9$ strednú zostávajúcu kolónu vozidiel pre celé analyzované obdobie, ako aj pre ľubovoľný cyklus.

Rovnica určujúca dobu čakania (9.19a,b) nemôže byť použitá na koordinované riadenie vjazdu svetelne riadenej križovatky, pokiaľ nie je presaturovaný. Pri zisťovaní čakacej doby, v ktorej sa vyskytuje podmienené odbočenie vľavo a vpravo, s daním prednosti chodcom rieši čl. 9.4.9.

Tabuľka 9.6 Vzťahy na výpočet strednej veľkosti kolóny vozidiel zostávajúcej na konci zelenej

Stupeň saturácie	Rovnice pre určenie strednej zostávajúcej kolóny vozidiel na konci zelenej pre analyzované obdobie T , obsahujúce cykly U	Poznámka
$g_1 \leq 0,65$	$N_{GE} = 0$	Zostávajúca kolóna vozidiel časovo nezávislá, konštantná
$g_2 = 0,90$	$N_{GE} = \frac{1}{0,26 + m/150}$	
$g_3 = 1,00$	$N_{GE} = 0,3476 * \sqrt{n_C} * U^{0,565}$	Zostávajúca kolóna vozidiel časovo závislá, narastá od cyklu k cyklu
$g_4 = 1,20$	$N_{GE} = [n_C * (g - 1) * U + 25 - 20 * g] / 2$ $N_{GE} = 0,1 * n_C * U + 0,5$	
$g_5 > 1,20$	$N_{GE} = n_C * (g - 1) * U / 2$	
Rovnice pre určenie strednej zostávajúcej kolóny na konci zelenej, pri zadanom cykle U		
$g_1 \leq 0,65$	$N_{GE} = 0$	Zostávajúca kolóna vozidiel časovo nezávislá, konštantná
$g_2 = 0,90$	$N_{GE} = \frac{1}{0,26 + m/150}$	
$g_3 = 1,00$	$N_{GE,U} = 0,545 * \sqrt{n_C} * U^{0,565}$	Zostávajúca kolóna vozidiel časovo závislá, narastá od cyklu k cyklu
$g_4 = 1,20$	$N_{GE,U} = [n_C * (g - 1) * U + 25 - 20 * g]$ $N_{GE,U} = 0,2 * n_C * U + 1$	
$g_5 > 1,20$	$N_{GE,U} = n_C * (g - 1) * U$	
Medzihodnoty	$N_{GE,g} = N_{GE,g_i} + \frac{N_{GE,g_{i+1}} - N_{GE,g_i}}{g_{i+1} - g_i} * (g - g_i)$	Medzihodnoty sa získajú lineárnou interpoláciou

kde:

N_{GE} je stredná zostávajúca kolóna vozidiel na konci zelenej [voz],

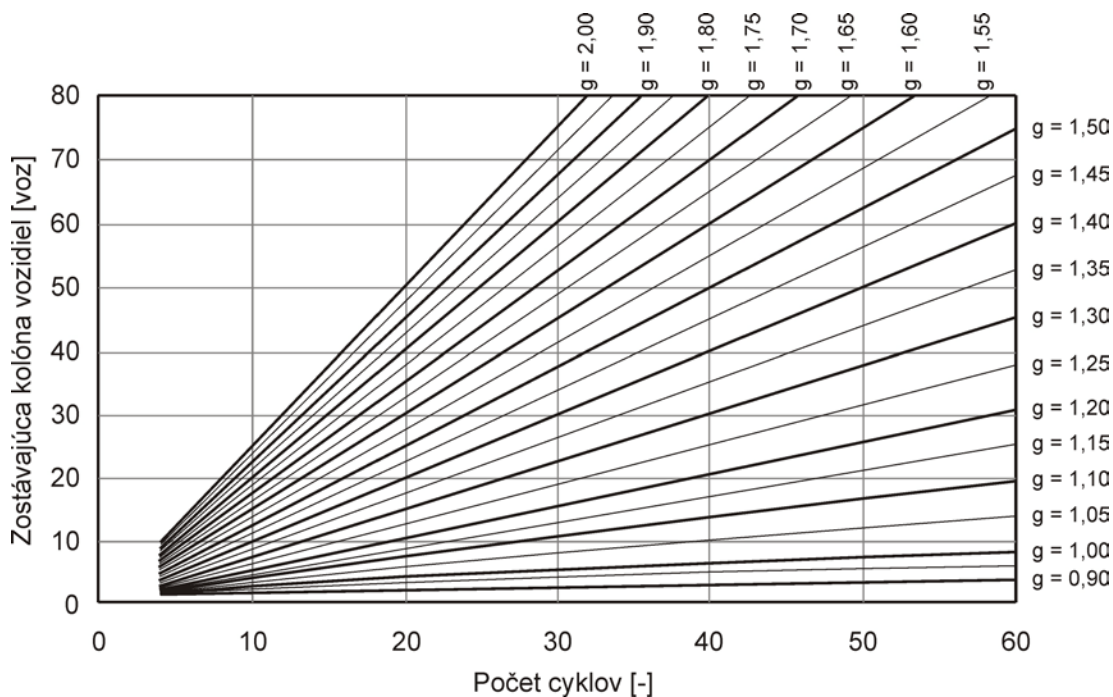
n_C maximálny počet vozidiel, ktoré môžu počas zelenej v rámci cyklu odísť; $n_C = t_F * q_S / 3600$ [voz],

m priemerný počet vjazdov; $m = q * t_U / T$ [voz],

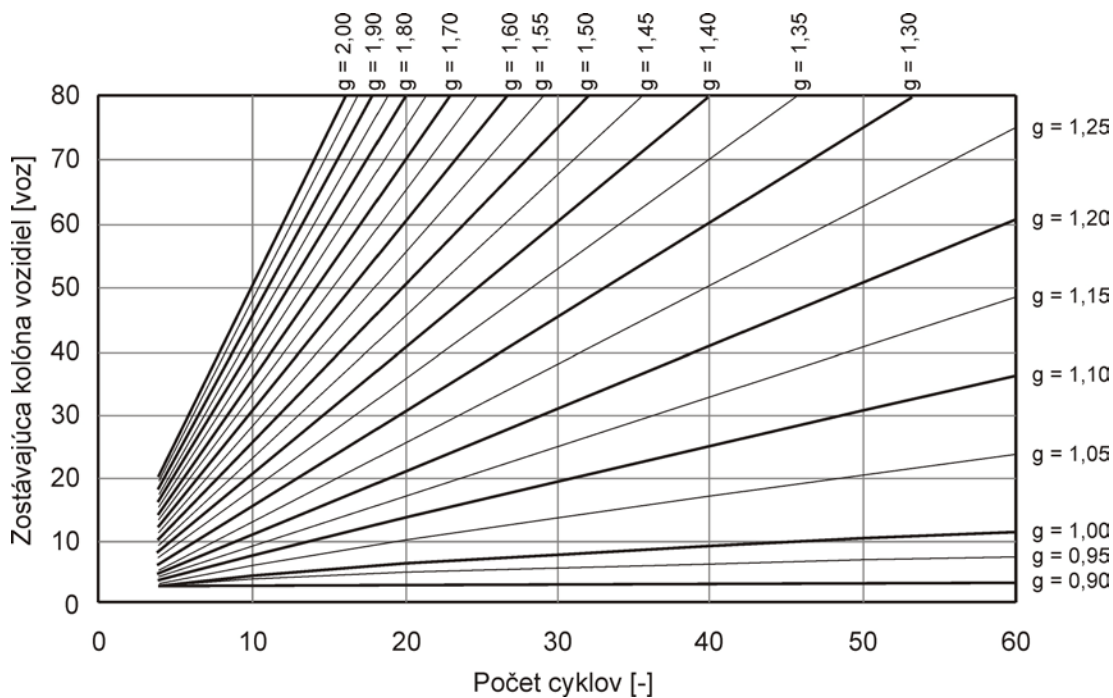
U počet cyklov, ktoré zahrňuje analyzovaná doba,

T analyzovaná doba; $T = U * t_U$ [s],

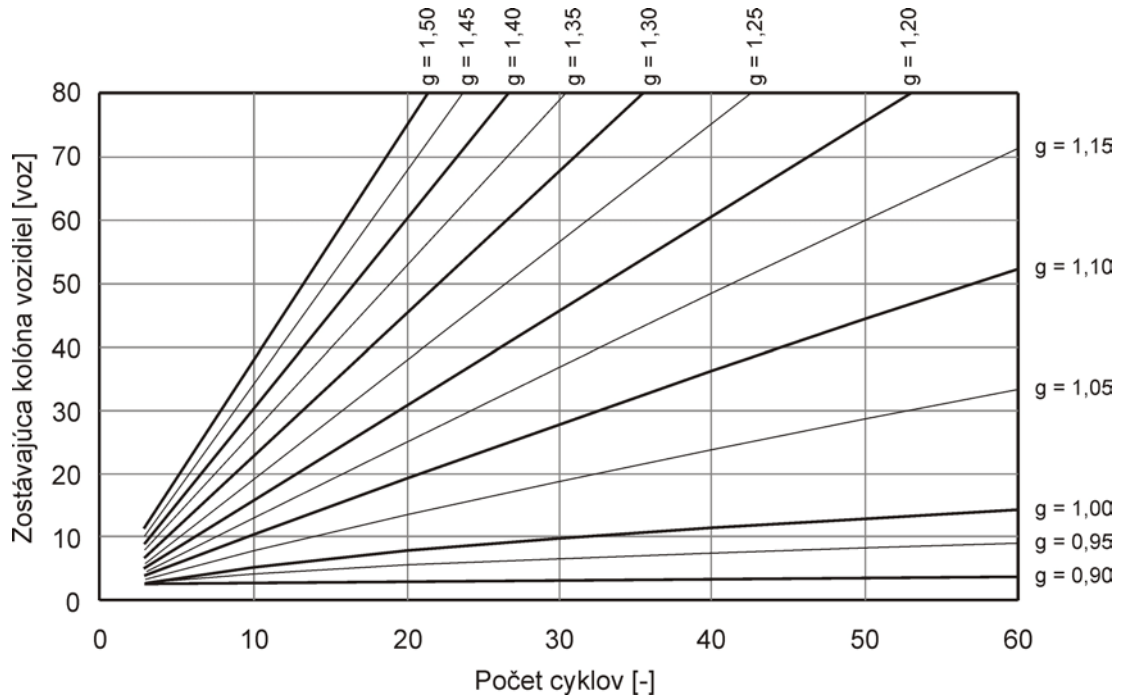
q intenzita [voz/T].



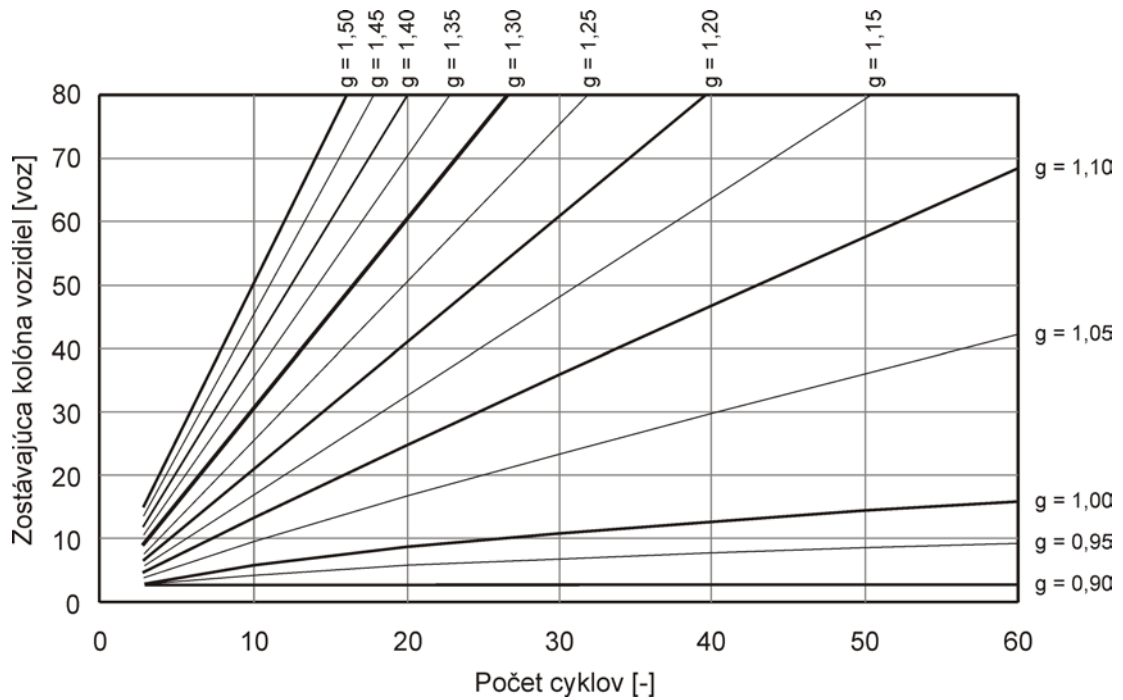
Obrázok 9.2a Stredná zostávajúca kolóna vozidiel na konci zelenej v závislosti od počtu cyklov pre maximálny počet vozidiel, ktoré môžu počas zelenej v rámci cyklu odísť - $n_C = 5$ voz



Obrázok 9.2b Stredná zostávajúca kolóna vozidiel na konci zelenej v závislosti od počtu cyklov pre maximálny počet vozidiel, ktoré môžu počas zelenej v rámci cyklu odísť - $n_C = 10$ voz



Obrázok 9.2c Stredná zostávajúca kolóna vozidiel na konci zelenej v závislosti od počtu cyklov pre maximálny počet vozidiel, ktoré môžu počas zelenej v rámci cyklu odísť - $n_C = 15$ voz



Obrázok 9.2d Stredná zostávajúca kolóna vozidiel na konci zelenej v závislosti od počtu cyklov pre maximálny počet vozidiel, ktoré môžu počas zelenej v rámci cyklu odísť - $n_C = 20$ voz

Stredný čakací čas pre MHD so zvláštnym, alebo vlastným jazdným pruhom je pri izolovane riadenej križovatke bez zastávky:

$$w = \frac{t_S}{t_U} * \left(\frac{t_S}{2} + t_{az} \right) \quad (9.20)$$

kde:

w je stredný čas čakania MHD,
 t_{az} prídavok k dobe rozjazdu [s] (cca 9 s pri rýchlosti 50 km/h).

Vychádza sa z toho, že z dôvodu dostačujúcej zelenej vozidlá MHD nestoja (nevytvára sa zostávajúca kolóna).

Pokiaľ MHD nemá žiadny samostatný jazdný pruh, platí podľa rovnice 9.19b vypočítaná stredná čakacia doba.

Stredná čakacia doba pre peších:

$$w = \frac{t_S^2}{2 * t_U} \quad (9.21)$$

kde:

w je stredný čakací čas pre peších [s]

a maximálny čakací čas $w_{max} = t_S$.

K červenej môžu byť pridané 1s – 2s ako dôsledok toho, že peší nevstupujú hneď na zelenú. Stredná doba čakania peších je vždy menšia ako polovica červenej. Dokonca aj pri dlhých červených (pri vysokých maximálnych čakacích časoch) platí relatívne nízka stredná čakacia doba peších (napr. $t_U = 90$ s, $t_S = w_{max} = 80$ s $w = 36$ s).

Pre prípad, že rameno križovatky je križované prechodom bez ostrovčekov, je určenie doby čakania jednoduché (rovnica 9.21). Čas čakania chodcov pri pobyte na stredovom alebo trojuholníkovom ostrovčeku, závisí od odsadenia zelenej jednotlivých prechodov. Tieto čakacie časy sú analyzované na základe detailného signálneho plánu.

Stredná doba čakania pre cyklistov na prechode, používanom výhradne len v jednom smere, sa približne určí podľa rovnice 9.22:

$$w = \frac{t_U * (1 - f)^2}{2 * (1 - q / (s_B * 3000))} \quad (9.22)$$

kde:

w je stredná doba čakania cyklistov [s],

f podiel zelenej; $f = t_F / t_U$ [-],

q intenzita cyklistov [cykl/h],

s_B šírka prechodu pre cyklistov ($s_B \geq 1$ m) [m].

Vychádza sa z predpokladu, že zostávajúca kolóna sa pri cyklistoch nevyskytuje.

Pokiaľ nie je známa intenzita cyklistov, môže byť stredná čakacia doba pre cyklistu pri zanedbaní šírky cyklistického prechodu počítaná podľa 9.21.

9.4.7 Počet zastavení motorových vozidiel

Počet zastavení vozidiel, ktoré sa musia počas jedného cyklu zdržať, sa môže (približne) určiť:

$$n_H = \begin{matrix} n'_H & \text{pre } n'_H < m \\ m & \text{ostatné} \end{matrix} \quad (9.23)$$

kde:

$$n'_H = \frac{q * (t_U - t_F + N_{GE} * t_B) / 3600}{1 - q / q_S}$$

m je priemerný počet vjazdov za cyklus [voz]; $m = q * t_U / 3600$,
 n_H počet zdržaných vozidiel v jednom cykle [voz],
 q intenzita na posudzovanom jazdnom pruhu [voz/h].

Pri vysokých stupňoch saturácie $g \geq 0,95$ zastavujú všetky vozidlá. Pri fixnom časovom riadení križovatky sa počas jednej hodiny zdrží v jednom jazdnom pruhu q_H vozidiel:

$$q_H = n_H * U \quad (9.24)$$

kde:

q_H je počet zdržaných vozidiel za hodinu [voz/h],
 n_H počet zdržaných vozidiel za cyklus [voz],
 U počet cyklov za hodinu [1/h].

Podiel zastavenia h je:

$$h = n_H / m = q_H / q \quad (9.25)$$

Pri značnej strednej zostávajúcej kolóne vozidiel N_{GE} musia prichádzajúce vozidlá (pri svetelne riadenej križovatke) na vjazde niekoľko krát postupovať dopredu, než prejdú stop čiarou. Maximálny počet posúvajúcich procesov r sa vypočíta:

$$r = \begin{cases} 0 & \text{pre } r' \leq 1 \\ r' & \text{ostatné} \end{cases} \quad (9.26)$$

kde:

$$r' = \frac{N_{GE} + m}{n_C}$$

n_C maximálny počet vozidiel, ktoré počas zelenej cyklu môžu odísť [voz].

Počet zastavení má rozhodujúci vplyv na vyššiu spotrebu paliva, vytvára sa dodatočným zastavením a potrebným zrýchlením v porovnaní s plynulým prejazdom.

9.4.8 Stupeň saturácie

Stupeň saturácie je pomer intenzity ku kapacite pre časť (jazdný pruh, vjazd) a pre celé dopravné zariadenie. Pri križovatkách môže vzniknúť > 1 (presaturovanie). Stupeň saturácie sa určí podľa vzťahu:

$$g = \frac{q * t_U}{q_S * t_F} = \frac{q}{f * q_S} \quad (9.27)$$

kde:

f je podiel zelenej; $f = t_F / t_U$ [-]

a môže byť použitý na určenie stupňa kvality.

Je potrebné si všimnúť tieto súvislosti:

- veľmi rozdielne stupne saturácie pre smerodajné fázové prúdy poukazujú na to, že rozdelenie zelených je nepriaznivé a malo by byť zmenené (kontrola a použitie podľa rovnice 9.14).
- iba približne rovnaké stupne saturácie pre smerodajné fázové prúdy dokážu minimalizovať čas čakania; stupeň saturácie, ktorý zodpovedá minimálnemu času čakania sa určí:

$$g = \frac{2 * B}{1 + B} \quad (9.28)$$

kde:

B je suma dopravných podmienok pre smerodajné fázové prúdy [-].

$$B = \sum_{i=1}^p b_{massg,i} = \sum_{i=1}^p q_{massg,i} / q_{Si}$$

- stupeň saturácie > 1 (presaturovanie vjazdu) znamená extrémne dlhé čakacie doby pre vozidlá (stupeň kvality F). Pokiaľ sú všetky vjazdy presaturované, čo sa bežne stáva na dopravu vysokozaťažovaných križovatkách počas špičkových hodín, musia sa pre smerodajné prúdy upraviť zelené, aby sa dosiahli približne rovnaké stupne saturácie.

Všeobecne platí, že ak sú stupne saturácie veľmi nízke, bola zvolená príliš dlhá dĺžka cyklu.

Pre vjazd alebo celú križovátku sa stredný stupeň vyťaženia g určí ako vážený aritmetický priemer:

$$\bar{g} = \frac{\sum_{i=1}^k g_i * q_i}{\sum_{i=1}^k q_i} \quad (9.29)$$

kde:

\bar{g} je stredný stupeň vyťaženia [-],

k počet jazdných pruhov, ktoré sú uvažované pri výpočte [-],

g_i stupeň saturácie pre jazdný pruh i [-],

q_i intenzita jazdného pruhu i [voz/h],

$\sum_{i=1}^k q_i$ celková intenzita [voz/h].

Ako výrazne virohodnejší parameter sa ešte odporúča stanoviť stredný stupeň vyťaženia smerodajného fázového prúdu:

$$\bar{g}_{mass} = \frac{\sum_{i=1}^p g_{massg,i} * q_{massg,i}}{\sum_{i=1}^p q_{massg,i}} \quad (9.29b)$$

kde:

\bar{g}_{massg} je priemerný stupeň saturácie smerodajného fázového prúdu [-],

p počet fáz,

$g_{massg,i}$ stupeň saturácie smerodajného fázového prúdu [-],

$q_{massg,i}$ intenzita smerodajného fázového prúdu [voz/h].

Stredný stupeň saturácie smerodajného fázového prúdu \bar{g}_{massg} leží vždy nad priemerným stupňom saturácie pri zohľadnení všetkých jazdných pruhov \bar{g} .

9.4.9 Odbočujúca doprava

Prúdy bezkolízne odbočujúce v jednej fáze sa môžu v rámci dopravno-technických výpočtov považovať za prúdy pohybujúce sa v priamom smere.

Je však potrebné zohľadniť, že v závislosti na miestnych podmienkach (napr. polomer zatáčania) sa musia použiť správne hodnoty saturovaného toku (pozri tabuľku 9.5).

Pri nasledujúcich situáciách - určenia čakacej doby, kolóny, kapacity - musí byť ešte zvažované:

1. podmienene nekolízne prúdy odbočujúce vpravo, ktoré musia dávať prednosť chodcom,
2. podmienene nekolízne prúdy, odbočujúce vľavo, ktoré musia dávať prednosť v jazde vozidlám z protismeru a chodcom s prednosťou v pohybe.

Podmienene nekolízne prúdy odbočujúce vpravo

Podmienene nekolízne prúdy odbočujúce vpravo s paralelne idúcimi chodcami. Aby bola zabezpečená prednosť chodca, majú chodci daný časový predstih (zelená) $t_{vor} = (1 \text{ až } 2) \text{ s}$, aby už boli na prechode, skôr než sa tam objaví vozidlo. Pre výpočet kapacity pre vpravo odbočujúcich vodičov treba určiť zelenú bez chodcov t_{Fu} . Určí sa ako:

$$t_{Fu} = \max \begin{matrix} t_F - t_{fuss} - N_A * t_B \\ 0 \end{matrix} \quad (9.30)$$

kde:

- t_{Fu} je zelená bez chodcov, resp. nesaturovaná [s],
 t_F zelená pre vpravo odbočujúce vozidlá [s],
 t_{fuss} čas prechádzania chodcami prechodu, pravé odbočenie nie je možné [s],
 t_B priemerná spotreba času jedného vpravo odbočujúceho vozidla [s/voz].

Blokovanie priechodu chodcami je väčšinou priamo na začiatku zelenej. Pri nízkych peších dopravných prúdoch môže byť očakávané s blokovaním $t_{fuss} = 4 \text{ s až } 8 \text{ s}$. V závislosti na počte chodcov za cyklus P sa môže blokovací čas t_{fuss} vypočítať podľa rovnice 9.31:

$$t_{fuss} = \frac{P}{0,024 * P + 0,48} - t_{vor} \quad (9.31)$$

kde:

P je počet chodcov za cyklus [ch].

Blokovací čas t_{fuss} môže byť priamo určený meraním.

Kapacita vpravo odbočujúcich vozidiel C_{RA} sa určí podľa:

$$C_{RA} = \min \begin{matrix} q_S * t_{Fu} / t_U + N_A * U \\ q_S * t_F / t_U \end{matrix} \quad (9.32)$$

kde:

- C_{RA} je kapacita pravého odbočenia [voz/h],
 t_F zelená pre pravé odbočenie [s],
 U počet cyklov za hodinu [-],
 t_{Fu} zelená bez chodcov pre pravé odbočenie [s].

Výpočet stredného času čakania pre vpravo odbočujúcich vodičov môže byť určený len na základe zelenej bez chodcov (nenasýtenej) t_{Fu} a podiele zelenej (nenasýtenej).

V prípade "odbočenia na červenú" vzniká dodatočná čiastková kapacita C_{RAROT} .

Štúdie ukazujú, že pri okolnostiach, keď existuje samostatný odbočovací pruh na odbočenie vpravo, tak v priemere odbočí polovica všetkých vozidiel, ktoré chcú odbočiť vpravo pri takejto červenej. Pri povolení odbočenia vpravo na červenú sa určí podiel:

$$a_{RAROT} = q_{RAROT} / q \quad (9.33)$$

"voľnej" červenej ako dodatočná stredná zelená

$$\Delta t_F = a_{RAROT} * t_U * q / q_S \quad (9.34)$$

kde:

Δt_F je dodatočná zelená (voľná červená) [s],
 a_{RAROT} podiel vpravo odbočujúcich pri červenej [-],
 q intenzita celkovej vpravo odbočujúcej dopravy [voz/h],
 q_S saturovaná intenzita pravého odbočenia [voz/h],

ktorá sa pripočíta k zelenej pre chodcov, ak treba zohľadniť strednú čakaciu dobu pre odbočujúcich vpravo. Podiel odbočujúcich vpravo a_{RAROT} , ktorý sa nachádza medzi 20 % až 70 % môže byť odhadnutý, alebo najlepšie určený jednoduchým počítaním dopravy (počítanie q a q_{RAROT}).

Podmienene nekolízne odbočujúce prúdy vľavo

Kapacita podmienene odbočujúcich prúdov vľavo C_{LA} pozostáva z dvoch častí:

- vľavo odbočujúcich vozidiel, ktoré nájdu v protismere dostatočne veľké časové odstupy na prejazd C_D ,

- vľavo odbočujúce, ktoré zastavia v križovatke a tú opustia až pri zmene fázy C_{PW} .

To znamená

$$C_{LA} = C_D + C_{PW} \quad (9.35)$$

kde:

C_{LA} je kapacita podmienene nekolízneho odbočenia vľavo [voz/h],
 C_D kapacita - čo prejde cez protiprúd [voz/h],
 C_{PW} kapacita - čo prejde pri zmene fáz [voz/h].

Kapacita C_D sa určí:

- ak je protiprúd v jednom jazdnom pruhu:

$$C_D = \frac{3600 * f - q * t_C * e^{-q * (t_0 - t_C) / (3600 * f - q * t_C)}}{t_f} \quad (9.36)$$

kde:

C_D je kapacita - čo prejde cez protiprúd [voz/h],
 q intenzita protiprúdu pri zelenej pre odbočenie vľavo [voz/h],
 f podiel zelenej pre ľavé odbočenie; $f = t_f / t_U$ [-],
 t_g priemerný kritický časový odstup [s]; $t_g = 5,7$ s,
 t_f priemerný následný časový odstup [s]; $t_f = 3,0$ s,
 t_0 nulový časový odstup [s]; $t_0 = t_g - t_f / 2 = 4,2$ s,
 t_C minimálny časový odstup v jednopruhovom protiprúde [s]; $t_C = 1,8$ s

- a pri viacpruhovom protiprúde

$$C_D = \frac{3600 * f}{t_f} * e^{-q * t_0 / (3600 * f)} \quad (9.37)$$

kde:

q je celková doprava protiprúdu [voz/h].

Kapacity - čo prejde cez protiprúd - v závislosti od intenzity protismeru a podielu zelenej sú uvedené v tabuľke 9.7.

Kapacita C_D je už pri strednej intenzite protiúdeho dopraného prúdu relatívne malá. Najskôr až pri konci zelenej sa môžu nájsť časové odstupy na prejde.

Tabuľka 9.7 kapacity C_D pre podmienene nekolízne prúdy odbočenia vľavo pri daní prednosti protiprúdu a pre rozdielny podiel zelenej f

Protiprúd q [voz/h]	Podiel zelenej f					
	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4
jednoprúh						
100	60	115	170	230	290	350
150	25	65	120	175	230	285
200	5	30	75	125	175	230
250	-	10	40	80	130	180
300	-	-	15	45	90	135
350	-	-	5	25	55	95
400	-	-	-	10	30	65
viacprúh						
200	40	75	120	165	215	270
250	25	55	95	135	185	230
300	15	40	75	110	155	200
350	10	30	60	90	130	175
400	10	25	45	75	110	150
450	5	15	35	65	95	130
500	5	15	30	50	80	110
550	-	10	25	40	65	95
600	-	5	20	35	55	80

priemerný kritický časový odstup $t_g = 5,7$ s
 nulový časový odstup $t_0 = 4,2$ s
 priemerný následný časový odstup $t_r = 3,0$ s
 minimálny časový odstup v protiprúde $t_c = 1,8$ s
 kapacity C_D sú zaokrúhlené na 5

Kapacita C_{PW} sa určí:

$$C_{PW} = N_A * U \quad (9.38)$$

kde:

C_{PW} je kapacita - čo prejde pri zmene fáz [voz/h],
 N_A počet možných státí vnútri križovatky [voz],
 U počet cyklov za hodinu; $U = 3600 / t_U$ [-],
 t_U dĺžka cyklu [s].

Ak je určený čakací čas pre ľavé odbočenie, možno pri vychádzaní z rovnice kapacity (9.35) na základe vzťahu

$$C_{LA} = f * q_S = q_S * t_F / t_U \quad (9.39)$$

kde:

C_{LA} je kapacita podmienene nekolízneho ľavého odbočenia [voz/h],
 f podiel zelenej; $f = t_F / t_U$ [-],
 q_S saturovaná intenzita pre ľavé odbočenie [voz/h]

stanoviť podiel zelenej pre v strede odbočujúce vozidlá vľavo ako $f = C_{LA} / q_S$, alebo sa zelená t_F vypočíta:

$$t_F = C_{LA} * t_U / q_S \quad (9.40)$$

a pre čas čakania sa použije rovnica 9.19. Zvyšok fronty je za pomoci rovnice podľa tabuľky 9.8 určený.

Ľavo odbočujúcich vodičov s priamo idúcimi vodičmi možno aplikovať len pri malých križovatkách riadených SSZ a slabým ľavým odbočením (približne menej ako 180 voz/h).

9.4.10 Špeciálne situácie

Zmiešané jazdné pruhy

Pokiaľ musia 2 alebo viac dopravných prúdov používať spoločný jazdný pruh, saturovaná intenzita zmiešaných jazdných pruhov q_{SM} sa vypočíta:

$$q_{SM} = \frac{1}{\sum_{i=1}^k a_i / q_{Si}} \quad (9.41)$$

kde:

q_{SM} je saturovaná intenzita pre zmiešaný pruh [voz/h],

a_i podiel intenzity prúdu i na zmiešanom jazdnom pruhu [-],

q_{Si} saturovaná intenzita prúdu i [voz/h],

k počet prúdov na zmiešanom jazdnom pruhu [-].

Kapacita zmiešaných jazdných pruhov C_M sa vypočíta:

$$C_M = f * q_{SM} \quad (9.42)$$

kde:

C_M je kapacita zmiešaného pruhu [voz/h],

f podiel zelenej pre zmiešaný jazdný pruh [-]

a jeho stupeň saturácie ako:

$$g_M = \frac{q_M}{C_M} = \frac{\sum_{i=1}^k q_i}{f * q_{SM}} \quad (9.43)$$

kde:

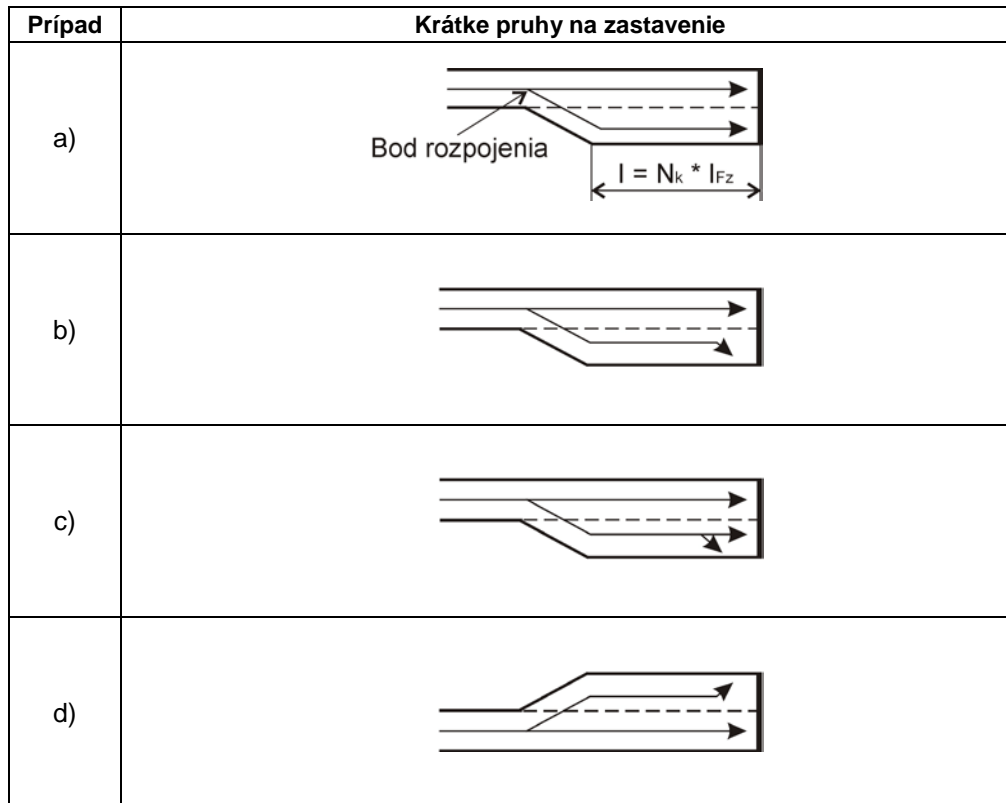
g_M je stupeň saturácie pre zmiešaný jazdný pruh [-],

q_M celková intenzita na zmiešanom jazdnom pruhu [voz/h],

q_i intenzita pruhu i (voz/h).

Krátke predaťovacie pruhy

Často z dôvodov obmedzeného priestoru sú pre niektoré smery k dispozícii len krátke predaťovacie pruhy. Tieto pruhy nemôžu dosiahnuť svoju plnú kapacitu, pokiaľ odjazd vozidiel za cyklus je väčší, ako je počet možných státi N_K na takomto krátkom predaťovacom pruhu ($t_F / t_B > N_K$). Ich kapacita závisí najmä na tom, ako rýchlo sa vozidlá počas zelenej dokážu rozpojiť do jednotlivého pruhu. Situácie pre krátke jazdné pruhy sú vyobrazené na obrázku 9.3.



prípád a) – d) všeobecne možno použiť rovnaký čas zelenej
prípád b) + d) možno použiť rôzne časy zeleného signálu

Obrázok 9.3 Schematické zobrazenie prípadov krátkych predařovacích pruhov

Pre výpočet sú dohodnuté tieto označenia:

N_K je	počet miest na zastavenie na krátkom predařovacom pruhu dĺžky l (pozri obrázok 9.3); $N_K = l / l_{Fz} [-]$,
l_{Fz}	dĺžka jedného vozidla ¹⁾ [m]; $l_{Fz} = 6$ m,
q_{S1} a q_{S2}	saturovaná intenzita na oboch skráteneých pruhoch [voz/h],
U	počet cyklov za hodinu; $U = 3600 / t_U [-]$,
t_U	čas cyklu [s],
f	podiel zelenej; $f = t_F / t_U [-]$.
q_1 a q_2 sú	intenzity na skráteneých pruhoch 1 a 2 [voz/h],
C_1 a C_2	kapacity skráteneých pruhov 1 a 2 [voz/h],

Približne sa môže pre priamo smerujúci jazdný pruh počítať s kapacitou ako $f * q_{S1}$ a pre krátky pruh $N_K * U$, takže celková kapacita je keď:

- oba jazdné pruhy majú rovnako zelenú:

$$C = C_1 + C_2 = f * q_{S1} + N_K * U \quad (9.44)$$

Vzťah 9.44 platí pri podmienke, že $q_1 > q_2$. Pre opačný prípad $q_2 > q_1$ sa vo vzťahu 9.44 počíta s $f * q_{S2}$. Pri podmienene nekolíznom odbočení vľavo sa musí ešte preveriť (vzťah 9.35), či kapacita $N_K * U$ vôbec môže vzniknúť.

- oba jazdné pruhy nemajú spoločnú zelenú:

$$C = C_1 + C_2 = 2 * N_K * U \quad (9.45)$$

¹⁾ Pri dĺžke predařovacích pruhov treba brať do úvahy zloženie dopravného prúdu

Deľba dopravy na predraďovacie pruhy

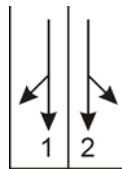
Pre návrh signálneho programu musia byť k dispozícii údaje o jednotlivých dopravných smeroch. Na existujúcich križovatkách sa získajú z dopravného prieskumu intenzity a smerovania vozidiel na ploche križovatky. Ak je známa len celková hodnota intenzity prúdu, určí sa jej približné rozdelenie na jednotlivé pruhy.

Vozidlá v rámci jednej fázy sa rozdeľujú na jednotlivé jazdné pruhy tak, aby museli rovnako dlho čakať (rovnováha čakacieho času).

To znamená, že na jednotlivých jazdných pruhoch budú približne rovnaké podmienky dopravného prúdu:

$$\frac{q_1}{q_{S1}} : \frac{q_2}{q_{S2}} : \dots = \text{konšt.} \quad (9.46)$$

Toto môže byť použité na určenie hodnôt dopravných prúdov pre každý jazdný pruh. V jednej fáze budú oba zmiešané pruhy obsluhované (obrázok 9.4...intenzita q_g (priamo smerujúci dopravný prúd), q_r (doprava) a q_l (doľava)).



Obrázok 9.4 Schéma rozdelenia intenzity dopravy na jazdné pruhy

- zadané dopravné prúdy q_r , q_g , q_l
- q_{g1} , q_{g2} treba určiť.

Aby platilo $q_1 / q_{S1} = q_2 / q_{S2}$ pri $q_g = q_{g1} + q_{g2}$, $q_1 = q_r + q_{g1}$ a $q_2 = q_l + q_{g2}$, dostaneme vzťah:

$$\frac{q_r + q_{g1}}{q_{S1}} = \frac{q_l + q_g - q_{g1}}{q_{S2}} \quad (9.47a)$$

ak sa prehodí q_{g1} , dostaneme

$$q_{g1} = \frac{(q_g + q_l) * q_{S1} - q_r * q_{S1}}{q_{S1} + q_{S2}} \quad (9.47b)$$

a

$$q_{g2} = q_g - q_{g1} \quad (9.48)$$

Najprv môžeme počítať s $q_{S1} = (q_{Sg} + q_{Sl}) / 2$ a $q_{S2} = (q_{Sg} + q_{Sl}) / 2$. Ak už máme prvé riešenie, možno hodnoty saturovanej intenzity pre zmiešaný jazdný pruh vypočítať podľa rovnice 9.41

$$q_{SM} = \frac{1}{\sum_i a_i / q_{Si}}$$

kde:

- q_{SM} je saturovaná intenzita zmiešaných jazdných pruhov [voz/h],
- a_i podiel intenzity prúdu i [-]

a dosadiť do rovnice 9.47a,b. Spravidla už pri prvej iterácii sa dopracujeme k užitočnému riešeniu.

9.4.11 Priestor dĺžky fronty

Pri dimenzovaní dĺžky priestoru na vzduť vozidiel (kolónu) v predradovacom pruhu sa vychádza z tzv. maximálnej kolóny, ktorá sa vyskytuje krátko po konci času červenej. Pretože počet vozidiel v kolóne je náhodná veličina, ktorá sa od cyklu k cyklu mení, musí sa počítať s určitou bezpečnosťou prekročenia dĺžky kritickej kolóny.

Dimenzovanie priestoru kolóny sa navrhuje pre rozhodujúcu hodinu dopravnej špičky. Jeho posúdenie sa má počítať aj pre časy normálnej dopravy. Pri posudzovaní sa musí zohľadniť, aby:

- odbočujúce vozidlá nevytvorili kolónu v priebežných jazdných pruhoch, lebo by blokovali vjazd k týmto pruhom,
- sa pruh na odbočovanie neblokoval vozidlami z priebežného jazdného pruhu a tak umožňoval vozidlám zaradiť sa do neho.

V čase normálnej intenzity sa má vždy zabezpečiť bezproblémový prejazd pre prípady a) a b). Avšak pri špičkovej hodine je postačujúce, pokiaľ je zabezpečený dostatočný priestor pre odbočujúce vozidlá (teda len prípad a)). Za normálnych okolností sa má pre dopravnú špičku zabezpečiť 90 %-ná pravdepodobnosť neprekročenia maximálnej dĺžky kolóny (90 %-ná kolóna na konci červeného signálu). Vyššia bezpečnosť oproti prekročeniu maximálnej kolóny si vyžaduje vytvorenie väčšieho priestoru, ktorý sa však v praxi nie vždy darí zrealizovať.

Na preťaženom jazdnom pruhu na vjazde sa počas stavu preťaženia neustále vytvára narastajúca kolóna. Hoci sa takéto prípady v praxi často vyskytujú počas dopravnej špičky, dimenzovanie priestoru pre ne nie je možné. Pri dimenzovaní priestoru na vzduť sa môže uvažovať maximálne so stupňom nasýtenosti $g = 0,95$. Dimenzovanie priestoru na vzduť, ako aj stanovenie priemernej zostávajúcej kolóny, sa robia následne príslušným spôsobom s adekvátne zníženou intenzitou.

Pretože kvôli vytváraniu sa kolón nie je k dispozícii dostatok miesta, musí sa poprípade započítať aj poistka proti preplneniu. V tabuľke 9.8 sú uvedené rôzne bezpečnostné hodnoty proti preplneniu pri preťaženej doprave v špičke, pričom v špičke sa vychádza z dlhej dĺžky cyklov.

Tabuľka 9.8 Počet nepreťažených (a) a preťažených (b) cyklov počas jednej hodiny pri určitej bezpečnosti oproti vytvoreniu kritickej kolóny

Dĺžka cyklu [s]	72	80	90	100	120
Počet cyklov za hodinu	50	45	40	36	30
Bezpečnosť S proti vytvoreniu kritickej kolóny	a) počet nepreťažených cyklov za hodinu¹⁾				
95 %	47,5	42,8	38	34,2	28,5
90 %	45	40,5	36	32,4	27
85 %	42,5	38,3	34	30,6	25,5
80 %	40	36	32	28,8	24
	b) počet preťažených cyklov za hodinu¹⁾				
95 %	2,5	2,2	2	1,8	1,5
90 %	5	4,5	4	3,6	3
85 %	7,5	6,7	6	5,4	4,5
80 %	10	9	8	7,2	6

¹⁾ hodnoty nie sú zaokrúhľované

S pomocou nasledujúceho vzťahu môže byť (v závislosti na S) určený počet vozidiel v kolóne na konci červenej $N_{RE,S}$:

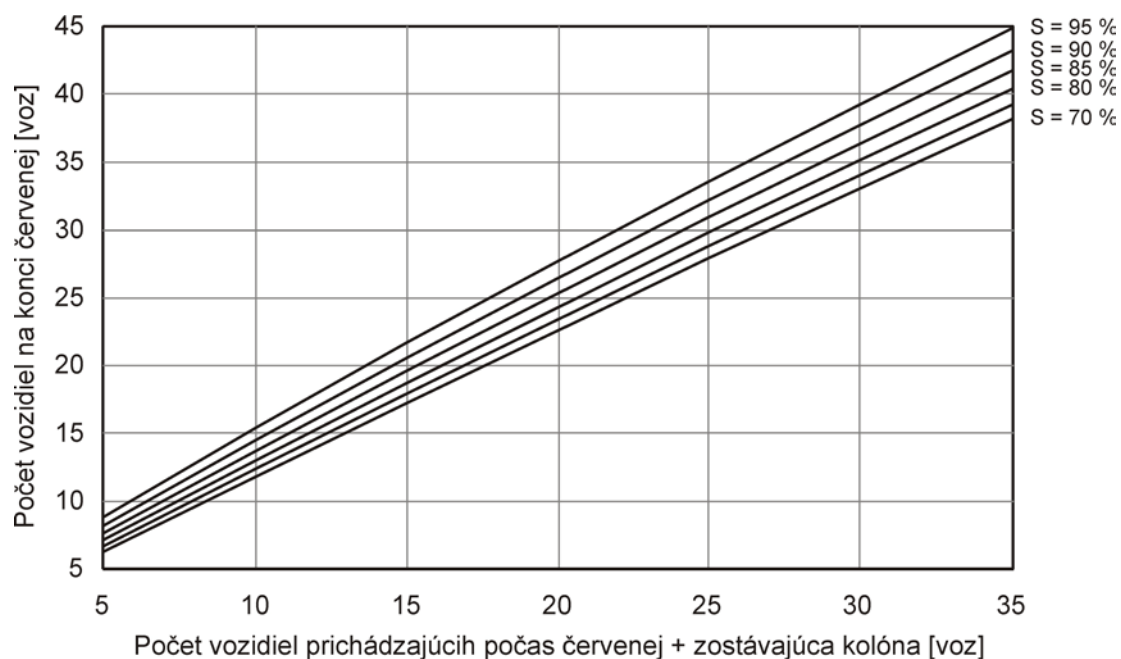
$$N_{RE,S} = (e^{0,022*(S-50)} - 1) * \sqrt{m_R + N_{GE}} + (m_R + N_{GE}) \quad (9.49)$$

pre $S = 50 \dots 95$ %

kde:

- $N_{RE,S}$ je počet zastavených vozidiel na konci červenej [voz],
 m_R stredný počet vjazdov pri červenej; $m_R = q * t_S / 3600$ [voz],
 q intenzita na príslušnom jazdnom pruhu [voz/h],
 N_{GE} stredná zostávajúca kolóna vozidiel pri konci zelenej [voz] (určí sa podľa tabuľky 9.6).

Pre praktické určenie miest zabratých kolónou je rovnica 9.49 vyobrazená na obrázku 9.5.



Obrázok 9.5 Počet zastavených vozidiel na konci červenej v závislosti od prichádzajúcich vozidiel

Zásady výpočtu miest zabratých kolónou sú na obrázku 9.6.

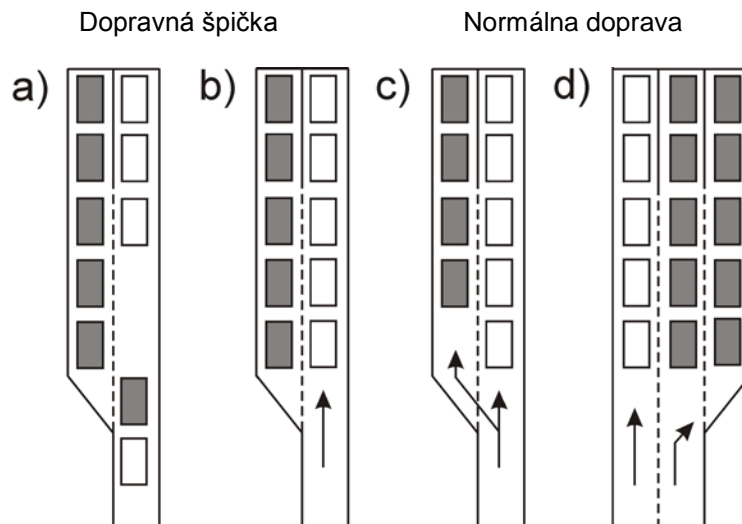
Dĺžka potrebných miest pre kolónou sa určí:

$$L = N * l_{Fz} \quad (9.50)$$

N počet zastavených vozidiel na konci červenej podľa rovnice 9.49, alebo maximálny výjazd n_c podľa rovnice 9.2 [voz]

pričom môže byť uvažované $l_{Fz} = 6 \text{ m}^1$.

¹⁾ Pri dĺžke predradovacích pruhov treba brať do úvahy zloženie dopravného prúdu



- a) blokovanie základného jazdného pruhu odbočujúcim vozidlom
 b) zabezpečenie vjazdu do základného jazdného pruhu
 c) zabezpečenie vjazdu do oboch jazdných pruhov
 d) zdvojenie jazdného pruhu pre vozidlá odbočujúce vpravo

Obrázok 9.6 Pokyny na dimenzovanie priestoru kolóny

Dimenzovanie priestoru vzdutia sa vypočíta na základe hodinových intenzít dopravy [voz/h]. Uvažuje sa s dĺžkou vozidla 6 m¹⁾.

1. V čase dopravnej špičky sa odbočujúce vozidlá nesmú zhromažďovať v susednom (základnom) jazdnom pruhu (zabezpečenie prípadu b), alebo snaha o čo najväčšie možné vylúčenie vzniku prípadu a). Uvažuje sa s 90 % bezpečnosťou ($S = 90\%$) proti vytvoreniu kritickej kolóny, pričom pre odbočujúce vozidlá treba vychádzať maximálne zo stupňa nasýtenia dopravy $g = 0,95$.
2. V čase normálnej dopravy sa musí zabezpečiť vjazd do odbočovacieho pruhu (príklad c), t.j. odbočovací pruh sa nesmie blokovat' vozidlami pokračujúcimi v základnom jazdnom pruhu. Bezpečnosť proti vytvoreniu kritickej kolóny musí byť $S = 95\%$.
3. Pri viacerých pruhoch na odbočovanie možno vychádzať z rovnomerného vyťaženia jednotlivých jazdných pruhov, pokiaľ nie sú k dispozícii žiadne iné údaje.
4. Ak je k dispozícii obmedzená plocha, musíme sa uspokojiť s menšou bezpečnosťou proti vzniku kritickej kolóny. Treba však preukázať jej vplyv na priebeh dopravy (uviesť dosiahnutú bezpečnosť proti vzniku kritickej kolóny).
5. Pri zdvojení predačovacích pruhov (prípad d) sa navrhne dĺžka priestoru kolóny v prídavnom pruhu na maximálny počet vozidiel, ktoré môžu počas fázy zelenej prejsť križovatkou.

9.4.12 Kapacita križovatky

Kapacita svetelne riadenej križovatky C_K sa rovná súčtu kapacít jednotlivých vstupných pruhov C_i :

$$C_K = \sum_{i=1}^n C_i \quad (9.51)$$

kde:

- C_K je celková kapacita svetelne riadenej križovatky [voz/h],
 n počet jazdných pruhov [-],
 C_i kapacita jazdného pruhu [voz/h].

¹⁾ Pri dĺžke predačovacích pruhov treba brať do úvahy zloženie dopravného prúdu

Kapacita jazdného pruhu C_i , z ktorého vozidlá môžu v priebehu jednej fázy bez obmedzenia prejsť križovatkou, sa vypočíta v súlade so vzťahom 9.8.

$$C_i = f_i * q_{Si}$$

Pri určovaní kapacity treba zohľadniť:

- odbočovanie vľavo v medzerách protismerného prúdu (9.35); pokiaľ je zelená protismernej dopravy plne vyťažená, bude kapacita pre protiprúd C_D rovná nule, ostane len kapacita pri striedaní fáz C_{PW} ;
- odbočenie vpravo pri súčasnom zelenom signáli pre súbežný pohyb chodcov (použitie rovnice 9.32);
- k normálnej kapacite na odbočovanie vpravo (podľa rovnice 9.32) treba ešte pripočítať množstvo vozidiel, ktoré odbočia vpravo počas červeného signálu C_{RAROT} ;
- krátke predaťovacie pruhy (použitie rovníc 9.44 alebo 9.45).

9.4.13 Navrhovanie svetelne riadených križovatiek

Ak treba vypracovať návrh stavebných úprav križovatky so svetelnou signalizáciou, musí sa na základe dimenzačných hodnôt intenzity dopravy stanoviť potrebný počet vstupných pruhov pre jednotlivé, na križovatke povolené dopravné smery tak, aby sa dosiahol dostačujúci stupeň kvality pohybu dopravy.

Pritom treba, aby suma existujúcich smerodajných intenzít q_{Kvorh} pre jednotlivé fázy neprekročila prípustnú konfliktnú intenzitu dopravy q_{Kzul} :

$$q_{Kvorh} \leq q_{Kzul} \quad (9.52)$$

kde:

q_{Kvorh} je suma existujúcich smerodajných intenzít [voz/h],

q_{Kzul} prípustná konfliktná intenzita dopravy [voz/h].

Prípustná konfliktná intenzita dopravy q_{Kzul} sa dá zistiť, keď sa zohľadní stredný prípustný stupeň saturácie \bar{q}_s a stredný stupeň nasýtenia \bar{q}_{zul} :

$$q_{Kzul} = \bar{g}_{zul} * \bar{q}_s * (1 - T_z / t_U) \quad (9.53)$$

kde:

q_{Kzul} je prípustná konfliktná intenzita dopravy [voz/h],

\bar{q}_s stredná saturovaná intenzita [voz/h],

\bar{g}_{zul} stredný prípustný stupeň saturácie [-].

Pritom sa môže počítať so stupňom saturácie $\bar{g}_{zul} = 0,90$ (výnimka 0,95). Prípustná konfliktná intenzita dopravy q_{Kzul} je približne v rozsahu od (1100 – 1300) voz/h.

Maximálna konfliktná intenzita dopravy q_{Kmax} s $\bar{g} = 1$

$$q_{Kmax} = \bar{q}_s * (1 - T_z / t_U) \quad (9.54)$$

kde:

q_{Kmax} je maximálna konfliktná intenzita [voz/h].

Prakticky treba pri navrhovaní svetelne riadenej križovatky postupovať tak, že sa vypracuje rozšírenie návrhu a následne preverí, v akom pomere sa nachádza q_{Kvorh} ku q_{Kmax} a q_{Kzul} . Ak je $q_{Kvorh} > q_{Kzul}$ musí sa na vjazde zvýšiť počet jazdných pruhov, v opačnom prípade tento počet zase znížiť.

9.5 Koordinácia

9.5.1 Všeobecne

Ak je na cestnom ťahu navrhnuté riadenie dopravy svetlenou signalizáciou (prípadne je už priamo v činnosti) na viacerých križovatkách, sú časy zelených fáz zosúladené tak, aby väčšina vozidiel pri dodržaní určitej rýchlosti jazdy mohla prejsť cestným ťahom bez zastavenia ("zelená vlna").

Koordinácia programov svetelnej signalizácie na susedných križovatkách predstavuje z hľadiska dopravnej techniky účinné opatrenie, ktorým sa zabezpečuje plynulý pohyb dopravných prúdov. Pri komplikovaných križovatkách môže byť cieľom koordinácie aj rezervovanie voľných priestorov kolóny.

9.5.2 Líniová koordinácia

Podmienkou na koordinované riadenie svetelnou križovatkou je jednotná doba cyklu na všetkých križovatkách. Pre križovátku na cestnom ťahu sa najprv vypočítajú jednotlivé cykly podľa rovnice 9.12.

$$t_U = \frac{T_Z}{1 - \sum_{i=1}^p q_{massg,i} / (g_i * q_{Si})}$$

kde:

t_U je potrebný čas cyklu [s],

$q_{massg,i}$ smerodajná intenzita jazdného pruhu fázy i [voz/h],

q_{Si} príslušná saturovaná intenzita pre smerodajný jazdný pruh fázy i [voz/h],

g_i prípustný stupeň saturácie pre smerodajný jazdný pruh fázy i [-]

Smerodajná je tá križovátka, ktorá má najdlhší riadiaci cyklus. Tento cyklus nemôže byť zmenšený, pričom väčšie cykly pre koordinovaný systém môžu byť použité:

$$t_{UGW} = \max(t_{Uj}) \quad (9.55)$$

kde:

t_{Uj} je potrebný cyklus pre križovátku $j = 1$ (1) k [s],

k počet križovatiek na ťahu [-],

t_{UGW} možný cyklus pre zelenú vlnu [s].

S týmto ohraničením cyklu je zaistené, že bez obmedzených podmienok koordinácie, ako aj všetkých dopravných prúdov na jednotlivých križovatkách, budú vozidlá odbavené.

Pri stanovení zelenej pre koordinovaný dopravný prúd by mali byť stupne saturácie $g < 0,85$ (max. 0,90). Pre priečne idúce a odbočujúce vozidlá môže byť $g < 0,9$ (max. 0,95).

Potrebná dĺžka zelenej pre jednu fázu sa určí na základe stupňa saturácie podľa rovnice 9.18:

$$t_{Fi} = \frac{q_{mass,i} * t_{UGW}}{g_i * q_{Si}}$$

kde:

t_{Fi} je potrebná zelená pre fázu i [s],

t_{UGW} cyklus zelenej vlny [s],

$q_{mass,i}$ smerodajná intenzita jazdného pruhu fázy i [voz/h],

g_i zvolený stupeň saturácie [-].

S vypočítanými zelenými pre koordinované dopravné prúdy a progresívnu rýchlosť je navrhnutá aj zelená „stuha“ (pre priamo vedenú dopravu), obvykle zobrazená v diagrame čas - vzdialenosť.

Medzi cyklom, progresívnou rýchlosťou v smere a protismere jazdy, ako aj vzdialenosti deliacich bodov (križovatiek) je dôležitý nasledujúci vzťah – základný vzťah pre zelenú vlnu:

$$t_U = \frac{3,6 * l_{TP} * (V_1 + V_2)}{V_1 * V_2} \quad (9.56)$$

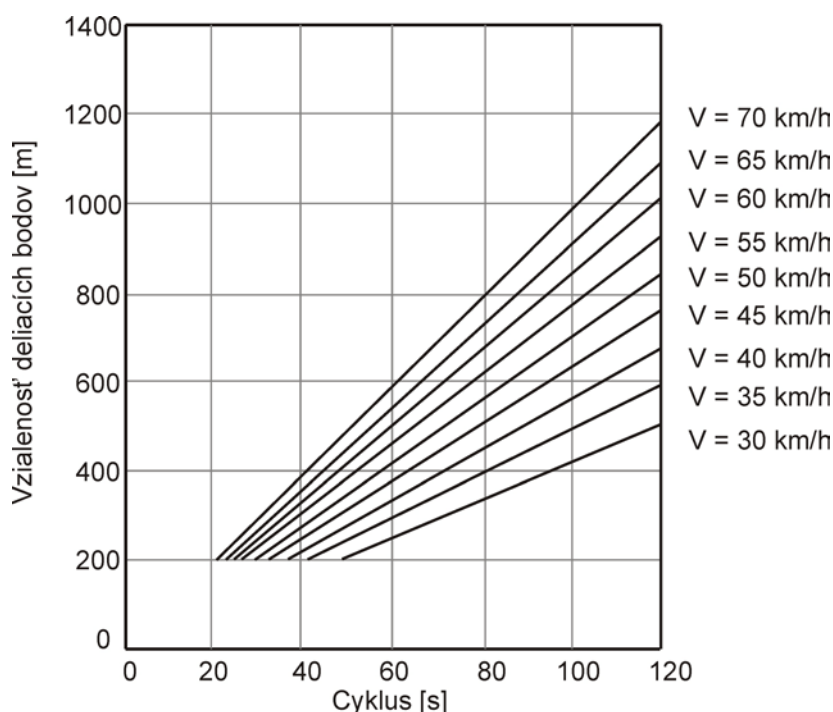
kde:

t_U je dĺžka cyklu [s],
 V_1, V_2 progresívna rýchlosť oboch smerov [km/h],
 l_{TP} vzdialenosť deliacich bodov (križovatiek) [m].

Pokiaľ sú obe progresívne rýchlosti v smere a protismere rovnakej veľkosti ($V_1 = V_2 = V$), môže byť rovnica zjednodušená na

$$t_U = \frac{7,2 * l_{TP}}{V} \quad (9.57)$$

Základná rovnica pre zelenú vlnu je vyhodnotená na obrázku 9.8. Kvôli existencii základnej rovnice 9.56 a 9.57 sa nemôžu tri veličiny - cyklus, vzdialenosť priesečných bodov a progresívna rýchlosť ľubovoľne meniť.



Obrázok 9.8 Vzdialenosť deliacich bodov v závislosti od cyklu pre rôzne progresívne rýchlosti

Progresívna rýchlosť sa uvažuje v rozmedzí $0,85 * V_{zul}$ až V_{zul} , pretože nižšie rýchlosti vodiči neakceptujú. Vyššie rýchlosti sa nepripúšťajú kvôli zníženiu bezpečnosti dopravy. Je vhodné zobraziť koordinačnú rýchlosť jazdy na rýchlostnom návěstidle.

Pri zelenej vlnu má byť vzdialenosť medzi susediacimi (koordinovanými) križovatkami - vzhľadom na možnosť rozpadu kolóny - nie väčšia ako 750 m (maximálne 1000 m).

Ak sa má použiť koordinované riadenie pri väčších vzdialenostiach križovatiek, musí sa na zachovanie celistvosti kolóny zobrazovať rýchlosť, ktorá sa má dodržať na voľnom úseku vozovky pomocou rýchlostných návěstidiel.

Pri návrhu koordinovaného systému riadenia dopravy sa musí posudzovať vyváženosť požiadaviek priečnej dopravy, odbočujúcich prúdov a koordinovaných smerov. Zmenou hodnôt koordinačnej rýchlosti sa môžu zohľadniť všetky požiadavky a navrhnúť koordinácia pre oba smery dopravy.

Ak existujú podmienky, ktoré nemôžu byť splnené, musí sa koordinácia navrhnuť pre viac zaťažený smer („hlavný smer“). Pri takomto riešení zostane počet zastavení minimálny a tým aj minimálna spotreba paliva. Podmienky a pokyny na zriadenie koordinovaného riadenia sú zhrnuté v tabuľke 9.9.

Tabuľka 9.9 Podmienky a pokyny na zriadenie koordinovaného riadenia

Vzdialenosť dopravných uzlov	< 750 m (výnimočne max. 1000 m) vhodné 500 m
Dĺžka cyklu	70 až 120 s
Rýchlosť jazdy	$0,85 * V_{zul}$ až V_{zul}
Stupeň saturácie dopravných prúdov, ktoré majú byť koordinované	< 0,85 (0,90)
	< 0,90 (0,95)
Čas predstihu zelenej pre vozidlá vstupujúce do koordinovaného smeru na predchádzajúcej križovatke a/alebo pre zaostávajúce vozidlá rozpadnutej kolóny	> 4 s; pri intenzívnej doprave vstupujúcej z priečného smeru treba predĺžiť zelenú na nasledujúcej križovatke
Stavebné podmienky	viac ako jeden jazdný pruh v každom smere
	potrebné pruhy na odbočovanie vľavo
	obmedziť čo najviac státie vozidiel v jazdnom páse

Účinnosť koordinácie na jednotlivých vjazdoch sa určí sčítaním prechádzajúcich vozidiel q_D , vozidiel zastavených q_H a následným výpočtom percenta prejazdov bez zastavenia D :

$$D = \frac{q_D}{q_D + q_H} * 100 \quad (9.58)$$

kde:

q_D je počet prechádzajúcich vozidiel [voz/h],
 q_H počet zastavených vozidiel [voz/h].

Vyhodnotenie kvality dopravy na koordinovaných vjazdoch sa robí podľa tabuľky 9.2a (pravá polovica).

Funkčná schopnosť zelenej vlny a príslušného koordinovaného programu sa v praktickej prevádzke môže zisťovať na príslušnom hodnotenom cestnom ťahu len s dostatočne veľkým počtom meracích jász (≥ 5) pri nepresaturovaných dopravných podmienkach.

Percentuálna miera koordinácie k_i pre jeden smer dopravy sa potom stanoví ako kritérium kvality (kvality pohybu) podľa vzťahu:

$$k_i = \frac{D_i}{(N_{K,LSA} - 1) * n} * 100 \quad (9.59)$$

kde:

k_i je miera koordinácie pre dopravný smer i ,
 D_i počet zaznamenaných prejazdov na svetelne riadenej križovatke (okrem vozidiel zo vstupujúcich ramien križovatiek, nekoordinovaných) pre jazdný smer i všetkých testovacích jász,
 $N_{K,LSA}$ počet svetelne riadených križovatiek na cestnom ťahu [-],
 n počet testovacích jász.

Ak sa chce zistiť miera koordinácie pre celý cestný ťah (oba smery), potom je:

$$k = (k_1 + k_2) / 2$$

Vyhodnotenie kvality sa vykoná podľa tabuľky 9.2a (pravá polovica).

9.5.3 Plošná koordinácia

Jednotlivé líniové koordinácie začlenené do plošnej koordinácie musia mať rovnaké dĺžky cyklov.

Najprv sa vyriešia izolovane jednotlivé líniové koordinácie.

Ak sa nedá na niektorej križovatke zabezpečiť prejazd vozidiel bez prerušenia z oboch líniových koordinácií, prerušenie pohybu sa vykoná len pre slabšie dopravné prúdy.

Pretože dnes sú väčšinou prvoradá požiadavky na preferenciu prostriedkov MHD, od budovania plošnej koordinácie sa upúšťa.

9.6 Pracovné kroky a formuláre

Na uľahčenie praktického využitia postupov výpočtov uvedených v čl. 9.2 až 9.5 sú v tomto článku uvedené pracovné listy a formuláre s postupom prác:

1. zostavenie potrebných podkladov a východiskových údajov (čl. 9.2.1):
 - vyskytujúca sa skladba dopravného prúdu (skupiny účastníkov dopravy),
 - intenzita dopravných prúdov motorových vozidiel s počtom a priradením k jazdným pruhom.
2. stanovenie rozhodujúcich intenzít dopravy motorových vozidiel pre riešenú križovatku:
 - napr. čas dopravnej špičky s udaním skladby dopravného prúdu (podiel ŤV),
 - určenie príslušných hodnôt saturovaných dopravných intenzít (čl. 9.2.1 + 9.4.3).
3. určenie spôsobu riadenia:
 - rozdelenie pohybov do riadiacich fáz a ich následnosť,
 - počet signálnych skupín a ich priradenie jednotlivým druhom dopravy,
 - výpočet medzičasov.
4. výpočet signálneho plánu:
 - výpočet optimálnej dĺžky cyklu z hľadiska časov čakania motorových vozidiel,
 - určenie dĺžky cyklu pri zohľadnení požiadaviek MHD, cyklistov a chodcov,
 - stanovenie dĺžok zelených signálov,
 - kontrola dodržania minimálnych dĺžok zelených signálov, prípadne korektúra dĺžky cyklu,
 - zostavenie signálneho plánu.
5. výpočet kapacity a stanovenie stupňov saturácie.
6. vyhodnotenie stupňa kvality dopravy:
 - zistenie časov čakania jednotlivých druhov dopravy,
 - zaradenie podľa kvality dopravných prúdov.
7. dimenzovanie priestoru kolóny motorových vozidiel.

Pre dopravno-technické výpočty možno použiť tieto formuláre:

Formulár 1: východiskové údaje

Formulár 2: výpočet časov zelenej fázy pre dopravu motorových vozidiel

Formulár 3:

- a - preukázanie kvality pohybu motorových vozidiel,
- b - preukázania chodci,
- c - cyklisti,
- d - MHD.

Formulár 1		Križovatka so svetelnou signalizáciou											
		Východiskové údaje											
Projekt:							Mesto:						
Križovatka:							Dátum:						
Časový úsek:							Spracovateľ:						
							Poznámky						
P.č.	Označ./Symbol	q_{massg} [voz/h]	$q_{S,st}$ [j.v./h]	ŤV [%]	f_1 [-]	index faktora	f_2 [-]	index faktora	q_S [voz/h]	q_{massg} / q_S	g_{gew} [-]	$q_{massg} / q * q_S$	Poznámky
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
Priebeh fáz													
Fáza:	Fáza:	Fáza:	Fáza:	Fáza:	Fáza:	Fáza:	Fáza:	Fáza:	Fáza:	Fáza:	Fáza:	Fáza:	Fáza:
$\sum_{i=1}^p \frac{q_{massg,i}}{q_{S_i}} = \text{---} \quad \sum_{i=1}^p \frac{q_{massg,i}}{g_i * q_{S_i}} = \text{---} \quad T_Z = \text{---} \text{ s} \quad t_U = \text{---} \text{ s} \quad t_{Ugew} = \text{---} \text{ s}$													

Formulár 2		Križovatka so svetelnou signalizáciou										
		Výpočet dĺžok zelených pre automobilovú dopravu										
Projekt:							Mesto:					
Križovatka:							Dátum:					
Časový úsek:							Spracovateľ:					
$t_U =$		s		$T_Z =$		s		B				
P.č.	Označ.	smerodaj. vo fáze:	q_{massg} [voz/h]	m [voz]	q_s [voz/h]	t_B [s/voz]	b_{massg} [-]	g_{gew} [-]	$t_{F_{erf}}$ [s]	t_F [s]	$t_{F_{gew}}$ [s]	Poznámky
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

Formulár 3		Križovatka so svetelnou signalizáciou																			
		a) Preukázanie kvality dopravy - motorové vozidlá																			
Projekt:												Mesto:									
Križovatka:												Dátum:									
Časový úsek:												Spracovateľ:									
$t_U =$		s		$T =$		min															
P.č.	Označ.	t_F [s]	f [-]	t_S [s]	q [voz/h]	m [voz]	q_S [voz/h]	t_B [s/voz]	n_C [voz]	C [voz/h]	g [-]	N_{GE} [voz]	n_H [voz]	h [%]	S [%]	N_{RE} [voz]	l_{Stau} [m]	w [s]	QSV		
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
		$q_K =$		voz/h		$C_K =$		voz/h		$\bar{g} =$		$\bar{g}_{mass} =$									

Formulár 3		Križovatka so svetelnou signalizáciou							
Projekt:						Mesto:			
Križovatka:						Dátum:			
Časový úsek:						Spracovateľ:			
$t_U =$ s									
b) Preukázanie kvality dopravy - chodci									
P.č.	Označ.	t_F [s]	w_{max} [s]	P [voz]	t_{vor} [s]	t_{fuss} [s]	Poznámka	w [s]	QSV
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
c) Preukázanie kvality dopravy - cyklisti									
P.č.	Označ.	t_F [s]	f [-]	t_S [s]	q [cykl/h]	S_b [m]	Poznámka	w [s]	QSV
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
d) Preukázanie kvality dopravy - MHD									
P.č.	Označ.	t_F [s]	t_S [s]	t_S / t_U [s]	t_{az} [s]	Poznámka	w [s]	QSV	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

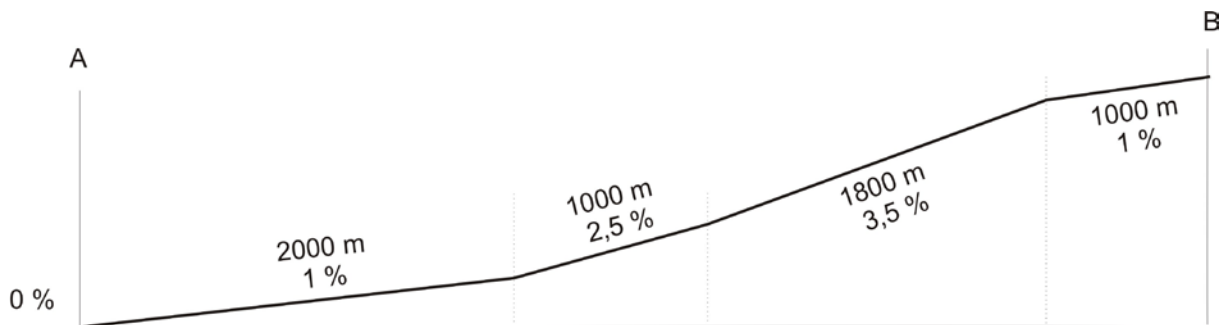
10 Prílohy

10.1 Príklad - diaľničné úseky

Je daný 5,8 km dlhý úsek diaľnice (úsek medzi križovatkou A a B).

Na základe funkcie diaľnice v rámci dopravnej siete je požadovaná kvalita dopravného prúdu stupňa C a stredná cestovná rýchlosť V_B minimálne 100 km/h.

Úsek možno rozdeliť do 4 čiastkových úsekov ako dôsledok rôznych pozdĺžnych sklonov (pozri obrázok 10.1). Bude zvolený profil D 22,5. Diaľnica je vedená mimo aglomerácie.



Obrázok 10.1 Pozdĺžny rez úsekom

Úloha:

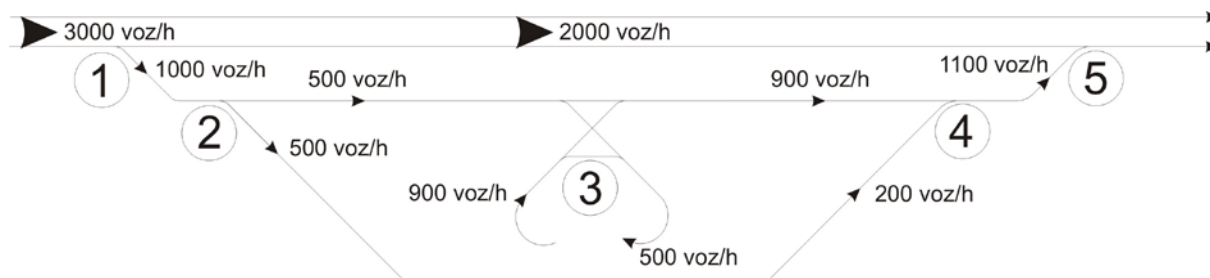
V rámci plánovaného rozvoja dopravy je stanovená prognóza očakávaného zaťaženia v rámci riešeného úseku diaľnice v smere z A do B v množstve 2500 voz/h. Podiel ŤV bude 10 %. Preukážte, či bude mať na danom úseku dopravný prúd postačujúcu kvalitu.

Riešenie príkladu - kompletne vyplnený formulár:

Formulár 1: Dosiahnuteľnosť kvality dopravného prúdu pri dimenzačnej intenzite						
Diaľničný úsek:						
1	Čiastkový úsek č. i		1	2	3	4
2	Kategória cesty		Diaľnica			
3	Požadovaná cestovná rýchlosť	V_B [km/h]	100	100	100	100
4	Profil		D 22,5	D 22,5	D 22,5	D 22,5
5	Požadovaná úroveň kvality (tabuľka 4.1)	QSV [-]	C			
6	Dimenzačná intenzita dopravy	q_B [voz/h]	2500			
7	Pozdĺžny sklon o dĺžke L_i	s_i [%]	1,0	2,5	3,5	1,0
8	Dĺžka	L_i [m]	2000	1000	1800	1000
9	Počet jazdných pruhov na smer	n [-]	2	2	2	2
10	Poloha úseku		mimo aglomerácie			
11	Podiel ŤV	b_{SV} [%]	10			
12	Obmedzenie rýchlosti	[km/h]	-	-	-	-
13	Dodatková dĺžka úseku i (obrázok 4.7)	ZL_i [m]	-	0	337	1805
14	Ekvivalentná dĺžka úseku i (obrázok 4.7)	$L_{AQ,i}$ [m]	2000	1000	2137	2805
15	Ekvivalentný sklon úseku i (obrázok 4.7)	$s_{AQ,i}$ [%]	1,0	2,18	3,1	2,32
16	Výsledný ekvivalentný sklon (rovnica 4.2)	$s_{AQ,i}^*$ [%]	1,0	2,18	3,27	1,0
17	Dosiahnuteľná kapacita (v závislosti od $s_{AQ,i}$) (tabuľka 4.2 a 4.3)	C_i [voz/h]	3500	3455	3142	3500
18	Stupeň saturácie (rovnica 4.1)	a [-]	0,714	0,724	0,796	0,714
19	Dosiahnuteľná úroveň kvality (tabuľka 3.1)	QSV $_i$ [-]	C	C	D	C
20	Zhodnotenie QSV (tabuľka 4.9)	B_i [-]	3	3	2	3
21	Dosiahnuteľná rýchlosť (obrázok 4.1 až 4.6)	$V_{R,i}$ [km/h]	116,9	115,4	104,4	116,9
22	OA-cestovná rýchlosť (úsek diaľnice) (rovnica 4.4)	$V_{R,Ges}$ [km/h]	112,5			
23	Zhodnotenie QSV (úsek diaľnice) (rovnica 4.3)	B_{Ges} [-]	3			
24	QSV podľa B_{Ges} (úsek diaľnice) (tabuľka 4.9)	QSV $_{Ges}$ [-]	C			

10.2 Príklad - mimoúrovňové križovatky

Pre diaľničnú križovatku v prevedení štvorlístok treba posúdiť kvalitu dopravných prúdov. Sledovaný jazdný pás je dvojpruhový, ležiaci v aglomerácii. Povolená rýchlosť nie je obmedzená. Priepletový pás, ako aj vjazdová a výjazdová rampa sú jednopruhovú.



Obrázok 10.2 Schéma vedenia jazdných prúdov pre výpočtový príklad

Predpokladané dopravné zaťaženie činí 3000 voz/h na jednosmernom jazdnom páse pred križovatkou. 1000 odbočujúcich vozidiel sa rovnomerne rozdeľuje na obe výjazdové rampy. V rámci priepletového úseku vchádza 900 voz/h, z iného smeru ďalších 200 voz/h. Intenzita pripájajúcich sa vozidiel na jednosmernom jazdnom páse celkovo činí 1100 voz/h. Podiel ŤV je 10 % . Dokážte, že je dosiahnutá požadovaná kvalita dopravných prúdov.

Riešenie príkladu - kompletne vyplnený formulár:

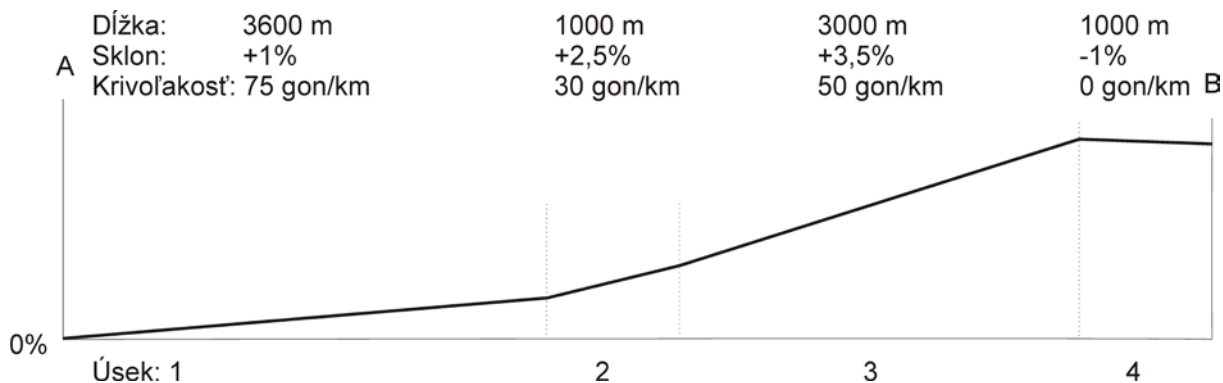
Formulár 1: dosiahnuteľná kvalita dopravných prúdov pri danom návrhovom zaťažení							
Mimoúrovňová križovatka:							
1	Čiastková križovatka č. j		1	2	3	4	5
2	Typ čiastkovej križovatky (napr. výjazd)		výjazd	výjazd	prieplet	vjazd	vjazd
3	Typ (napr. A1)		A 1	A 1	VR 1	E 1	E 1
4	Stupeň kvality (tabuľka 5.1)		D	D	D	D	D
Výjazd							
5	Návrhová intenzita	q_A [voz/h]	1000	500	500		
6	Podiel ŤV	$b_{SV,A}$ [%]	10	10	10		
7	Dosiahnuteľná kapacita (tabuľka 5.9)	$C_{A,j}$ [voz/h]	1500	1500	1500		
8	Dosiahnuteľný stupeň kvality (tabuľka 5.9)	$QSV_{A,j}$ [-]	C	B	B		
Hlavný-/priepletový jazdný pás pred čiastkovou križovatkou							
9	Návrhová intenzita	q_H / q_V [voz/h]	3000	1000	500	900	2000
10	Podiel ŤV	$b_{SV,H} / b_{SV,V}$ [%]	10	10	10	10	10
11	Smerodajná intenzita	q_H / q_V [j.v./h]	3300	1100	550	990	2200
Vjazd							
12	Návrhová intenzita	q_E [voz/h]			900	200	1100
13	Podiel ŤV	$b_{SV,E}$ [%]			10	10	10
14	Ekvivalent v [j.v.] (časť 5.3.4)	[j.v.]			2,0	2,0	2,0
15	Smerodajná intenzita	q_E [j.v./h]			990	220	1210
Pribeh zaraďovania/priepletu							
16	Návrhová intenzita	q_M [j.v./h]			1540	1210	
17	Dosiahnuteľná kapacita (tabuľka 5.4/tabuľka 5.8)	[j.v./h]			2300	2200	2200
18	Dosiahnuteľný stupeň kvality (tabuľka 5.4, obrázok 5.3 až 5.5 a obrázok 5.8 až 5.9)	$QSV_{E,j}$ [-]			C	B	E
Hlavný-/priepletový pás za čiastkovou križovatkou							
19	Návrhová intenzita	q_{HU} / q_{VU} [voz/h]			900	1100	3100
20	Podiel ŤV	$b_{SV,HU} / b_{SV,VU}$ [%]			10	10	10
21	Počet jazdných pruhov	n [-]			1	1	2
22	Obmedzenie rýchlosti	[km/h]			-	-	-
23	Poloha a funkcia	[-]			-	-	AGL
24	Dosiahnuteľná kapacita (odsek 5.5.4)	$C_{Hn,j}$ [voz/h]			1800	1800	3800
25	Dosiahnuteľný stupeň kvality (odsek 5.5.4)	$QSV_{Hn,j}$ [-]			B	C	D
26	Dosiahnuteľný stupeň kvality čiastkových križovatiek	QSV_j [-]	C	B	C	C	E
27	Hodnotenie QSV_j (tabuľka 5.10)	B_j [-]	3	4	3	3	1
28	Hodnotenie QSV (rovnica 5.5)	B_{Ges} [-]	2,22				
29	Dosiahnuteľný stupeň kvality podľa B_{Ges}	QSV_{Ges} [-]	D				

Poznámka: Po zhodnotení súčasných dopravných pomerov v rámci Slovenskej republiky treba použiť tabuľku 3.3.

10.3 Príklad - úseky dvojpruhových ciest

Medzi križovatkami A a B je daný 8,6 km dlhý 2-pruhový úsek cesty kategórie C 11,5. Požadovaná cestovná rýchlosť $V_B = 60$ km/h, požadovaná úroveň kvality dopravného prúdu je C (tzn. buď C, B, alebo A).

Úsek možno rozdeliť do 4 čiastkových úsekov, vyznačujúcich sa rôznym sklonom a krivolakosťou (pozri obrázok C). Veličiny vplyvu každého čiastkového úseku sú k nájdeniu vo vyplnenom formulári.



Obrázok 10.3 Náčrt pozdĺžneho profilu úseku pre príklad

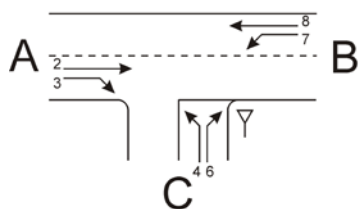
Prognózovaná intenzita vozidiel v predmetnom úseku je 1050 voz/h s podielom $\check{T}V = 5$ %. Dokážte, že dopravný prúd v rámci riešeného úseku bude požadovaného stupňa kvality.

Riešenie príkladu / vyplnenie formuláru:

Formulár 1: Dosiachnuteľnosť kvality dopravného prúdu pri dimenzačnej intenzite						
Cestný úsek:						
1	Čiastkový úsek č. i		1	2	3	4
2	Kategória cesty		Cesta I. triedy			
3	Požadovaná cestovná rýchlosť	V_B [km/h]	60	60	60	60
4	Profil		C 11,5	C 11,5	C 11,5	C 11,5
5	Požadovaná úroveň kvality (tabuľka 6.3)	QSV [-]	C			
6	Dimenzačná intenzita dopravy	q_B [voz/h]	1050			
7	Podiel ŤV	b_{SV} [%]	5			
8	Dĺžka	L_i [m]	3600	1000	3000	1000
9	Pozdĺžny sklon o dĺžke L_i	s_i [%]	1	2,5	3,5	-1
10	Najmenšia „stredná“ rýchlosť ŤV	[km/h]	80	73,5	57	63,5
11	Trieda stúpania (tabuľka 6.1)	[-]	1	1	2	2
12	Krivolakosť	KU [gon/km]	75	30	50	0
13	Úsek so zákazom predbiehania	[%]	15	20	10	0
14	Prídavok ku krivolakosti (tabuľka 6.2)	[gon/km]	75	100	50	0
15	Rozsah krivolakosti (tabuľka 6.4)	[gon/km]	75 - 150	75 - 150	75 - 150	0 - 75
16	Dosiachnuteľná cestovná rýchlosť OA (obrázky 6.2 až 6.6)	$V_{R,i}$ [km/h]	60,5	60,5	60,5	77,5
17	Hustota dopravného prúdu ($q_{B,i} / V_{R,i}$) (rovnica 6.2)	k_i [voz/km]	17,4	17,4	17,4	13,6
18	Úroveň kvality čiastkového úseku (tabuľka 6.3 alebo obrázkov 6.2 až 6.6)	QSV $_i$ [-]	C	C	C	C
19	Cestovná rýchlosť OA (rovnica 6.5)	V_R [km/h]	62			
20	Hustota dopravného prúdu (rovnica 6.4)	k [voz/km]	17			
21	Úroveň kvality dopravného prúdu (tabuľka 6.3)	QSV $_{Ges}$ [-]	C			

10.4 Príklad - neriadené križovatky – styková

Formulár 1a: posúdenie stykovej križovatky



Križovatka: A-B hlavná cesta /C vedľajšia cesta

Údaje: Dátum: 20.4.2010 Čas: ranná špička

Projekt Analýza

Poloha: v obci
mimo obce mimo aglomerácie v aglomerácii

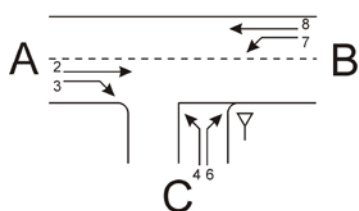
Dopravná značka:

Stanovený cieľ: Stredná doba čakania: 45 s Stupeň kvality: D

Geometrické podmienky								
Rameno	Dopravný prúd	Jazdné pruhy		Trojuholníkový ostrovček (áno/nie)				
		Počet (0/1/2)	Dĺžka n [j.v.]					
A	2	1						
	3	0		nie				
C	4	1	1					
	6	1		nie				
B	7	0	0					
	8	1						
Dopravné zaťaženie								
Rameno	Dopravný prúd	q_{OA} [OA/h]	q_{NA} [NA/h]	q_{NA+P} [NA+P/h]	q_M [M/h]	q_{Bic} [bic/h]	q_{Fz} [voz/h]	q_{PE} [j.v./h]
A	2	400	20	5	5	10		
	3	150	20	10	0	10		
C	4	65	6	0	0	0		74
	6	260	10	4	10	5		296
B	7	150	5	0	10	0		168
	8	200	10	5	5	5		233

Poznámka: Po zhodnotení súčasných dopravných pomerov v rámci Slovenskej republiky požadujeme použiť tabuľku 3.3.

Formulár 1b: posúdenie stykovej križovatky



Križovatka: A-B hlavná cesta /C vedľajšia cesta

Údaje: Dátum: 20.4.2010 Čas: ranná špička

Projekt Analýza

Poloha: v obci
mimo obce mimo aglomerácie v aglomerácii

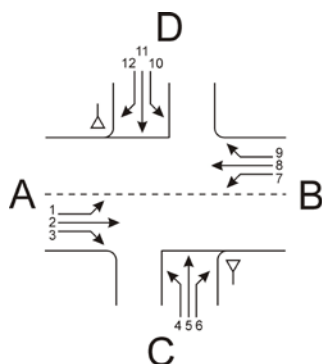
Dopravná značka:

Stanovený cieľ: Stredná doba čakania: 45 s Stupeň kvality: D

Kapacita dopravných prúdov prvého stupňa					
Dopravný prúd	Intenzita dopravy $q_{PE,i}$ [j.v./h]	Kapacita C_i [j.v./h]	Stupeň saturácie g_i [-]		
8	233	1800	0,13		
Základná kapacita podriadených dopravných prúdov					
Dopravný prúd	Intenzita dopravy $q_{PE,i}$ [j.v./h]	Smerodajné zaťaženie $q_{p,i}$ [voz/h]	Základná kapacita G_i [j.v./h]		
7	168	630	660		
6	296	535	490		
4	74	925	280		
Kapacita dopravných prúdov druhého stupňa					
Dopravný prúd	Kapacita C_i [j.v./h]	Stupeň saturácie g_i [-]	95%-kolóna N_{95} [j.v.]	Pravdepodobnosť, že nevznikne kolóna $p_{0,7}, p_{0,7}^*$ alebo $p_{0,7}^{**}$ [-]	
7	660	0,25	-	0,62	
6	490	0,60			
Kapacita dopravných prúdov tretieho stupňa					
Dopravný prúd	Kapacita C_4 [j.v./h]	Stupeň saturácie g_4 [-]			
4	173	0,43			
Kapacita zmiešaných prúdov					
Rameno	Čiastkové prúdy	Stupeň saturácie g_i [-]	Možný počet miest na zastavenie n [j.v.]	Intenzita dopravy $\Sigma q_{PE,i}$ [j.v./h]	Kapacita C_m [j.v./h]
B	7	0,25	0	401	1055
	8	0,13			
C	4	0,43	1	370	501
	6	0,60			
Posúdenie kvality dopravných prúdov					
Dopravný prúd	Rezerva kapacity R_i a R_m [j.v./h]	Priemerný čas čakania w_i a w_m [s] a/alebo QSV	Porovnanie s požadovanou dobou čakania w		
7	492	< 10 (A)	<< 45		
6	194	= 18 (B)	< 45		
4	99	= 36 (D)	< 45		
7+8	654	< 10 (A)	<< 45		
4+6	131	= 27 (C)	< 45		

10.5 Príklad - neriadené križovatky – priesečná

Formulár 2a: posúdenie priesečnej križovatky



Križovatka: A-B hlavná cesta /C-D vedľajšia cesta

Údaje: Dátum: 20.4.2010 Čas: poobedná špička

Projekt Analýza

Poloha: v obci
mimo obce mimo aglomerácie v aglomerácii

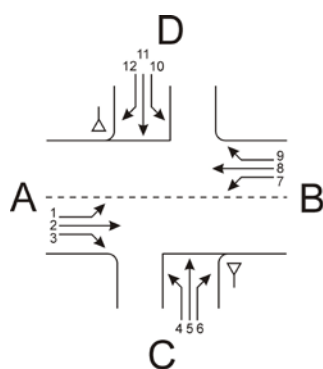
Dopravná značka: vjazd C

vjazd D

Stanovený cieľ: Stredná doba čakania: 45 s Stupeň kvality: D

Geometrické podmienky								
Rameno	Dopravný prúd	Jazdné pruhy		Trojuholníkový ostrovček (áno/nie)				
		Počet (0/1/2)	Dĺžka n [j.v.]					
A	1	1	5					
	2	1						
	3	0		nie				
C	4	0						
	5	1	1					
	6	1		nie				
B	7	1	5					
	8	1						
	9	0		nie				
D	10	0						
	11	1	1					
	12	1		nie				
Dopravné zaťaženie								
Rameno	Dopravný prúd	q_{OA} [OA/h]	q_{NA} [NA/h]	q_{NA+P} [NA+P/h]	q_M [M/h]	q_{Bic} [bic/h]	q_{Fz} [voz/h]	q_{PE} [j.v./h]
A	1	/	/	/	/	/	50	55
	2	/	/	/	/	/	350	385
	3	/	/	/	/	/	50	55
C	4	/	/	/	/	/	50	55
	5	/	/	/	/	/	5	6
	6	/	/	/	/	/	300	330
B	7	/	/	/	/	/	50	55
	8	/	/	/	/	/	400	440
	9	/	/	/	/	/	10	11
D	10	/	/	/	/	/	5	6
	11	/	/	/	/	/	5	6
	12	/	/	/	/	/	20	22

Formulár 2b: posúdenie priesečnej križovatky



Križovatka: A-B hlavná cesta /C-D vedľajšia cesta

Údaje: Dátum: 20.4.2010 Čas: poobedná špička

Projekt Analýza

Poloha: v obci
mimo obce mimo aglomerácie v aglomerácii

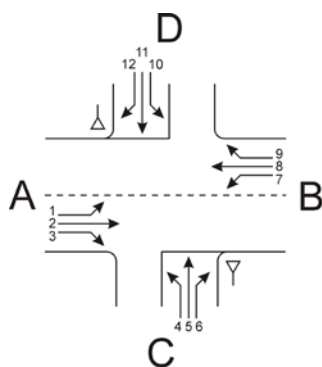
Dopravná značka: vjazd C

vjazd D

Stanovený cieľ: Stredná doba čakania: 45 s Stupeň kvality: D

Kapacita dopravných prúdov prvého stupňa					
Dopravný prúd	Intenzita dopravy $q_{PE,i}$ [j.v./h]	Kapacita C_i [j.v./h]	Stupeň saturácie g_i [-]		
2+3	440	1800	0,24		
8+9	451	1800	0,25		
Základná kapacita podriadených dopravných prúdov					
Dopravný prúd	Intenzita dopravy $q_{PE,i}$ [j.v./h]	Smerodajné zaťaženie $q_{D,i}$ [voz/h]	Základná kapacita G_i [j.v./h]		
1	55	410	820		
7	55	400	830		
6	330	375	550		
12	22	405	530		
5	6	885	260		
11	6	905	250		
4	55	880	250		
10	6	880	250		
Kapacita dopravných prúdov druhého stupňa					
Dopravný prúd	Kapacita C_i [j.v./h]	Stupeň saturácie g_i [-]	95%-kolóna N_{95} [j.v.]	Pravdepodobnosť, že nevznikne kolóna	
				$\rho_{0,7}, \rho_{0,7}^*$ alebo $\rho_{0,7}^{**}$ [-]	ρ_x [-]
1	820	0,07	1 < 5	0,93	0,86
7	830	0,07	1 < 5	0,93	
6	550	0,60		0,40	
12	530	0,04		0,96	
Kapacita dopravných prúdov tretieho stupňa					
Dopravný prúd	Kapacita C_i [j.v./h]	Stupeň saturácie g_i [-]	Pravdepodobnosť, že nevznikne kolóna		
			$\rho_{0,i}$ [-]	$\rho_{z,i}$ [-]	
5	223	0,03	0,97	0,84	
11	215	0,03	0,97	0,84	
Kapacita dopravných prúdov štvrtého stupňa					
Dopravný prúd	Kapacita C_i [j.v./h]	Stupeň saturácie g_i [-]			
4	201	0,27			
10	84	0,07			

Formulár 2c: posúdenie priesečnej križovatky

Križovatka: A-B hlavná cesta /C-D vedľajšia cestaÚdaje: Dátum: 20.4.2010 Čas: poobedná špička Projekt AnalýzaPoloha: v obci
mimo obce mimo aglomerácie v aglomeráciiDopravná značka: vjazd C vjazd D Stanovený cieľ: Stredná doba čakania: 45 s Stupeň kvality: D

Kapacita zmiešaných prúdov					
Rameno	Čiastkové prúdy	Stupeň saturácie g_i [-]	Možný počet miest na zastavenie n [j.v.]	Intenzita dopravy $\Sigma q_{PE,i}$ [j.v./h]	Kapacita C_m [j.v./h]
A	1	0,07	5	495	1800
	2+3	0,24			
C	4	0,27	1	391	578
	5	0,03			
	6	0,60			
B	7	0,07	5	506	1800
	8+9	0,25			
D	10	0,07	1	34	329
	11	0,03			
	12	0,04			
Posúdenie kvality dopravných prúdov					
Dopravný prúd	Rezerva kapacity R_i a R_m [j.v./h]	Priemerný čas čakania w_i a w_m [s] a/alebo QSV	Porovnanie s požadovanou dobou čakania w		
1	765	< 10 (A)	<< 45		
7	775	< 10 (A)	<< 45		
6	220	= 16 (B)	< 45		
12	508	< 10 (A)	<< 45		
5	217	= 16 (B)	< 45		
11	209	= 17 (B)	< 45		
4	146	= 24 (C)	< 45		
10	78	= 44 (D)	< 45		
1+(2+3)	1305	< 10 (A)	<< 45		
7+(8+9)	1294	< 10 (A)	<< 45		
4+5+6	187	= 18 (B)	< 45		
10+11+12	295	= 12 (B)	< 45		

10.6 Príklad - okružné križovatky – malá jednopruhová

Formulár 1a: Kapacitné posúdenie okružnej križovatky							1a			
Názov križovatky	ul. Hlavná a ul. Vedľajšia									
Posudzovaný stav (rok, variant)	2015, súčasný stav									
Typ okružnej križovatky	Malá jednopruhová OK									
Vonkajší priemer OK (D)	35 m									
Dátum: 14.5.2015 Čas: ranná špičk. hodina (07:30 - 08:30)										
Vstupné parametre										
Rameno	Názov komunikácie	Požadovaný stupeň kvality dopravy, QSV	Priemerný čas čakania w [s]							
1	Hlavná ul.	D	≤ 45							
2	Vedľajšia ul.	E	≤ 60							
3	Hlavná ul.	D	≤ 45							
4	Vedľajšia ul.	E	≤ 60							
5										
Geometrické podmienky							Spojovacia vetva OK			
Rameno	Počet pruhov			Polomer		Vzdialenosť b [m]	Dĺžka priechodu na vjazde, L _{ch} [m]	Dĺžka pruhu, L _p [m]	Odpojenie L _{sp} [m]	Typ
	vjazd - n _i 1/2	okruh - n _k 1/2	výjazd - n _e 1/2	vjazd - r _i [m]	výjazd - r _e [m]					
1	1	1	1	13,0	15,0	16,0	3,75	-	-	-
2	1	1	1	11,0	13,0	13,0	3,5	-	-	-
3	1	1	1	13,0	15,0	17,0	3,75	-	-	-
4	1	1	1	12,0	13,0	13,0	3,5	-	-	-
5										
Matica smerovania dopravných prúdov [j.v./h]							Intenzita chodcov q_{ch} [ch/h]			
Rameno	1	2	3	4	5	Spolu				
1	-	110	710	85		905	75			
2	95	-	160	55		310	90			
3	610	175	-	65		850	100			
4	210	80	75	-		365	60			
5							-			
Spolu	915	365	945	205		2430				
Kapacita pruhov na vjazde										
Rameno	Konfigurácia pruhov na vjazde	Intenzita na vjazde q _i [j.v./h]	Intenzita na okruhu q _k [j.v./h]	Základná kapacita G _i [j.v./h]	Vplyv chodcov, f _f [-]	Kapacita C _i [j.v./h]				
	1/1, 1/2, L/2, P/2 *2									
1	1/1	905	330	995	0,990	985				
2	1/1	310	870	509	0,988	503				
3	1/1	850	235	1084	0,986	1069				
4	1/1	365	880	509	0,992	505				
5										
*1 Pozn.: 1/2/3 - Typ 1/Typ 2/Typ 3 podľa čl. 8.7										
*2 Pozn.: 1/1 - 1 pruh na vjazde a 1 pruh na okruhu							1/2 - 1 pruh na vjazde a 2 pruhy na okruhu			
L/2 - ľavý pruh na 2-pruhovom vjazde a 2 pruhy na okruhu							P/2 - pravý pruh na 2-pruhovom vjazde a 2 pruhy na okruhu			

Formulár 1b: Kapacitné posúdenie okružnej križovatky						1b
Posúdenie kapacity vjazdu						
Rameno	Rezerva kapacity R_i [j.v./h]	Stupeň saturácie g_i [-]	Dĺžka kolón N_{95} [m]	Porovnanie N_{95} s dĺžkou pruhu [m]	Priemerný čas čakania, w_i [s]	Stupeň kvality dopravy, QSV [-]
1	80	0,92	131,5	-	37,3	D
2	193	0,62	27,6	-	18,5	B
3	219	0,79	63,6	-	16,0	B
4	140	0,72	42,7	-	25,1	C
5						
Stanovený stupeň kvality dopravy pre okružnú križovatku						D
Posúdenie kapacity výjazdu Pozn: Neposudzuje sa ak: $q_{ch} \leq 250 \text{ ch/h}$ alebo $q_e + q_{ch} \leq 1000 \text{ (j.v.+ch)/h}$						
Rameno	Intenzita na výjazde, q_e [j.v./h]	Intenzita chodcov, q_{ch} [ch/h]	Kapacita výjazdu, C_e [j.v./h]	Stupeň saturácie, g_e [-]	Porovnanie s požadovaným g [-]	Posúdenie výjazdu V / N
1	915	75	-			
2	365	90	-			
3	945	100	1085	0,87	0,87 < 0,9	V
4	205	60	-			
5						
Kvalita dopravy na výjazdoch vyhovuje?						vyhovuje
Posúdenie kapacity spojovacej vetvy OK						
Rameno	Intenzita na spoj. vetve, q_{SP} [j.v./h]	Vzdialenosť odpojenia, L_{SP} [m]	Porovnanie N_{95} s L_{SP} [j.v./h]	Kapacita spoj. vetvy, C_{SP} [j.v./h]	Stupeň saturácie g_{SP} [-]	Posúdenie spoj. vetvy V / N
1						
2						
3						
4						
5						
Kvalita dopravy na spojovacích vetvách OK vyhovuje?						
<p>Záver: Okružná križovatka vyhovuje požadovanému stupňu kvality dopravy. Najvyššia doba čakania je na ramene č. 1 ul. Hlavná s priemerným časom čakania cca 38 s, čo zodpovedá funkčnej úrovni D. Počas špičkovej hodiny sa predpokladá vznik kolóny dĺžky približne 132 m, ktorá nezasahuje do susediacej križovatky vzdialenej 300 m od okružnej križovatky. Všetky výjazdy z okružnej križovatky vyhovujú.</p>						

10.7 Príklad - okružné križovatky – veľká dvojpruhová

Formulár 1a: Kapacitné posúdenie okružnej križovatky							1a			
Názov križovatky:		ul. Hlavná a ul. Vedľajšia								
Posudzovaný stav (rok, variant)		2035, variant 2								
Typ okružnej križovatky		Veľká dvojpruhová OK								
Vonkajší priemer OK (D):		65 m								
Dátum:		Čas: ranná špičková hodina								
Vstupné parametre										
Rameno	Názov komunikácie	Požadovaný stupeň kvality dopravy, QSV	Priemerný čas čakania w [s]							
1	Hlavná ul.	D	≤ 45							
2	Vedľajšia ul.	D	≤ 45							
3	Hlavná ul.	D	≤ 45							
4	Vedľajšia ul.	D	≤ 45							
5										
Geometrické podmienky							Spojovacia vetva OK			
Rameno	Počet pruhov			Polomer		Vzdialenosť b [m]	Dĺžka priechodu na vjazde, L _{ch} [m]	Dĺžka pruhu, L _p [m]	Odpojenie L _{sp} [m]	Typ
	vjazd - n _i	okruh - n _k	výjazd - n _e	vjazd - r _i [m]	výjazd - r _e [m]					
	1/2	1/2	1/2	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	1/2/3 ^{*1}
1	2	2	2	-	21,0	-	7,5	58,0	-	-
2	1	2	1	-	15,0	-	3,5	-	22,0	2
3	2	2	1	-	19,0	-	3,75	-	-	-
4	1	2	1	-	15,0	-	3,5	-	-	-
5										
Matica smerovania dopravných prúdov [j.v./h]							Intenzita chodcov q _{ch}			
Rameno	1	2	3	4	5	Spolu	[ch/h]			
1	-	115	750	120		985	50			
2	95	-	350	55		500	150			
3	930	280	-	165		1375	100			
4	145	80	140	-		365	30			
5							-			
Spolu	1170	475	1240	340		3225				
Kapacita pruhov na vjazde										
Rameno	Konfigurácia pruhov na vjazde	Intenzita na vjazde q _i [j.v./h]	Intenzita na okruhu q _k [j.v./h]	Základná kapacita G _i [j.v./h]	Vplyv chodcov, f _f [-]	Kapacita C _i [j.v./h]				
	1/1, 1/2, L/2, P/2 ^{*2}									
1	L/2	296	500	969	0,968	938				
	P/2	689	500	969	0,968	938				
2	1/2	150	1010	633	0,996	631				
	-									
3	L/2	413	270	1149	0,911	1047				
	P/2	962	270	1149	0,911	1047				
4	1/2	365	1305	476	1,000	476				
	-									
5										
^{*1} Pozn.: 1/2/3 - Typ 1 / Typ 2 / Typ 3 podľa čl. 8.7 ^{*2} Pozn.: 1/1 - 1 pruh na vjazde a 1 pruh na okruhu L/2 - ľavý pruh na 2-pruhovom vjazde a 2 pruhy na okruhu P/2 - pravý pruh na 2-pruhovom vjazde a 2 pruhy na okruhu										

Formulár 1b: Kapacitné posúdenie okružnej križovatky						1b
Posúdenie kapacity vjazdu						
Rameno	Rezerva kapacity R_i [j.v./h]	Stupeň saturácie g_i [-]	Dĺžka kolón N_{95} [m]	Porovnanie N_{95} s dĺžkou pruhu [m]	Priemerný čas čakania, w_i [s]	Stupeň kvality dopravy, QSV [-]
1	642 249	0,32 0,73	8,3 46,8	8,2 < 58 46,8 < 58	5,6 14,2	A B
2	481	0,24	5,6	-	7,5	A
3	634 85	0,39 0,92	11,6 133,7	-	5,7 35,5	A D
4	111	0,77	51,1	-	31,0	D
5						
Stanovený stupeň kvality dopravy na vjazdoch do okružnej križovatky						D
Posúdenie kapacity výjazdu Pozn: $q_{ch} \leq 250 \text{ ch/h}$ alebo $q_e + q_{ch} \leq 1000 \text{ (j.v.+ch)/h}$						
Rameno	Intenzita na výjazde, q_e [j.v./h]	Intenzita chodcov, q_{ch} [ch/h]	Kapacita výjazdu, C_e [j.v./h]	Stupeň saturácie, g_e [-]	Porovnanie s požadovaným g [-]	Posúdenie výjazdu V / N
1	1170	50	1782	0,66	0,66 < 0,9	V
2	475	150	-			
3	890	100	-			
4	340	30	-			
5						
Kvalita dopravy na výjazdoch vyhovuje?						vyhovuje
Posúdenie kapacity spojovacej vetvy OK						
Rameno	Intenzita na spoj. vetve, q_{SP} [j.v./h]	Vzdialenosť odpojenia, L_{SP} [m]	Porovnanie N_{95} s L_{SP} [j.v./h]	Kapacita spoj. vetvy, C_{SP} [j.v./h]	Stupeň saturácie g_{SP} [-]	Posúdenie spoj. vetvy V / N
1						
2	350	22,0	5,6 < 22,0	670	0,5	V
3						
4						
5						
Kvalita dopravy na spojovacích vetvách OK vyhovuje?						vyhovuje
<p>Záver: Navrhovaná dvojpruhová okružná križovatka vyhovuje požadovanému stupňu kvality D. Najvyššia doba čakania je na pravom pruhu na Hlavnej ul. rameno č. 3 s priemerným časom čakania cca. 36 s. Počas špičkovej hodiny sa predpokladá vznik kolóny v dĺžke cca. 134 m, ktorá nezasahuje do susediacej križovatky. Kolóna na pravom pruhu na Hlavnej ul. na vjazde č. 1 v predpokladanej dĺžke cca. 47 m je kratšia ako navrhovaná dĺžka radiaceho pruhu (58 m). Všetky výjazdy z okružnej križovatky vyhovujú. Spojovacia vetva OK s navrhovaným usporiadaním na vjazde aj výjazde vyhovuje.</p>						

10.8 Príklad - svetelne riadené križovatky

Pre väčšiu štvoramennú križovatku treba navrhnuť statické riadenie s pevnou dĺžkou riadiaceho cyklu ako základ riadenia v závislosti od dopravy. Pritom treba vychádzať z intenzít dopravy a rozdelenia dopravy počas rannej dopravnej špičky (prognózované hodnoty). Jazdné pásy sú fyzicky oddelené. Cez všetky štyri ramená sú vedené priechody pre chodcov. Riadenie bude 4-fázové s poradím fáz:

1. vozidlá prechádzajúce priamo a odbočujúce vpravo z vjazdov zo severu a z juhu,
2. vozidlá odbočujúce vľavo z vjazdu zo severu
3. vozidlá prechádzajúce priamo a odbočujúce vpravo z vjazdov zo západu a z východu,
4. vozidlá odbočujúce vľavo z vjazdu zo západu a z východu.

Suma rozhodujúcich medz ičasov činí 20 sekúnd. Výskyt cyklistov je len veľmi malý, takže možno odôvodniť vedenie bicyklovej dopravy po jazdnom pruhu motorových vozidiel. Rovnako pohyb chodcov je nepatrný, takže možno zanedbať ich vplyv na podmienené nekolízne dopravné prúdy vozidiel odbočujúcich vpravo. Na vjazdoch a vjazdoch nie sú situované zastávky vozidiel MHD.

Formulár 1		Križovatka so svetelnou signalizáciou											
		Východiskové údaje											
Projekt:	Príklad	Mesto:											
Križovatka:	Väčšia 4-ramenná križovatka	Dátum:											
Časový úsek:	Ranná špička	Spracovateľ:											
		<p>Poznámky</p> <p style="text-align: center;">Poznámka: minimálny podiel cyklistickej dopravy; cyklisti využívajú jazdné pruhy pre motorové vozidlá</p>											
P.č.	Označ./Symbol	q_{massg} [voz/h]	$q_{s,st}$ [j.v./h]	ŤV [%]	f_1 [-]	index faktora	f_2 [-]	index faktora	q_s [voz/h]	q_{massg} / q_s	g_{gew} [-]	q_{massg} / q^*q_s	Poznámky
1	K1	562	2000	5	0,976	ŤV			1916	0,2933			Zmieš.
2	K2a	187	2000	5	0,976	ŤV	0,95	R	1854	0,1009			Fáza 2
3	K2b	187	2000	5	0,976	ŤV	0,95	R	1854	0,1009			
4	K3a	631	2000	7	0,964	ŤV			1856	0,3400			Zmieš.
5	K3b	657	2000	7	0,964	ŤV			1928	0,3408			Fáza 3
6	K3c	657	2000	7	0,964	ŤV			1928	0,3408			
7	K4	260	2000	7	0,964	ŤV	0,95	R	1832	0,1419			
8	K5a	364	2000	4	0,981	ŤV	0,90	R	1766	0,2061			
9	K5b	520	2000	4	0,981	ŤV			1962	0,2650			Fáza 1
10	K6a	52	2000	10	0,932	ŤV	0,90	R	1678	0,0310			
11	K6b	432	2000	10	0,932	ŤV			1864	0,2318			
12	K6c	431	2000	10	0,932	ŤV			1864	0,2312			
13	K7	260	2000	10	0,932	ŤV	0,95	R	1771	0,1468			Fáza 4
14													
15													
16													

Pribeh fáz					
Fáza: 1	Fáza: 2	Fáza: 3	Fáza: 4	Fáza:	Fáza:
$\sum_{i=1}^p \frac{q_{massg,i}}{q_{s_i}} = 0,8535 \quad \sum_{i=1}^p \frac{q_{massg,i}}{g_i * q_{s_i}} = / \quad T_Z = 20 \text{ s} \quad t_U \geq 120 \text{ s} \quad t_{U_{gew}} = 120 \text{ s}$					

Formulár 2		Križovatka so svetelnou signalizáciou										
		Výpočet dĺžok zelených pre automobilovú dopravu										
Projekt:	Príklad	Mesto:										
Križovatka:	Väčšia 4-ramenná	Dátum:										
Časový úsek:	Ranná špička	Spracovateľ:										
$t_U = 120 \text{ s} \quad T_Z = 20 \text{ s} \quad B = 0,8535$												
P.č.	Označ.	smerodaj. vo fáze:	q_{massg} [voz/h]	m [voz]	q_s [voz/h]	t_B [s/voz]	b_{massg} [-]	g_{gew} [-]	t_{fert} [s]	t_F [s]	$t_{F_{gew}}$ [s]	Poznámky
1	K1		562	18,7	1916	1,88			36			
2	K2a	Fáza 2	187	6,2	1854	1,94	0,1009		13	11,8	12	
3	K2b		187	6,2	1854	1,94			13			
4	K3a		631	21,0	1856	1,94			41			
5	K3b	Fáza 3	657	21,9	1928	1,87	0,3408		41	39,9	40	
6	K3c		657	21,9	1928	1,87			41			
7	K4		260	8,7	1832	1,97			18			
8	K5a		364	12,1	1766	2,04			25			
9	K5b	Fáza 1	520	17,3	1962	1,83	0,2650		32	31,1	31	
10	K6a		52	1,7	1678	2,15			10			$t_{Fmin} = 10s!$
11	K6b		432	14,4	1864	1,93			28			
12	K6c		431	14,4	1864	1,93			28			
13	K7	Fáza 4	260	8,7	1771	2,03	0,1468		18	17,2	17	
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

Formulár 3		Križovatka so svetelnou signalizáciou																		
		a) Preukázanie kvality dopravy - motorové vozidlá																		
Projekt:		Príklad									Mesto:									
Križovatka:		Väčšia 4 ramenná									Dátum:									
Časový úsek:		Ranná špička									Spracovateľ:									
$t_U = 120$ s		$T = 60$ min																		
P.č.	Označ.	t_f [s]	f [-]	t_s [s]	q [voz/h]	m [voz]	q_s [voz/h]	t_b [s/voz]	n_c [voz]	C [voz/h]	g [-]	N_{GE} [voz]	n_H [voz]	h [%]	S [%]	N_{RE} [voz]	I_{Stau} [m]	w [s]	QSV	
1	K1	39	0,325	81	562	18,7	1916	1,88	20,8	623	0,903	2,81	18,7	100				54,9	D	
2	K2a	12	0,100	108	187	6,2	1854	1,94	6,2	185	1,009	6,47	6,2	100				179,7	F	
3	K2b	12	0,100	108	187	6,2	1854	1,94	6,2	185	1,009	6,47	6,2	100				179,7	F	
4	K3a	40	0,333	80	631	21,0	1856	1,94	20,6	619	1,020	15,93	21,0	100				133,1	F	
5	K3b	40	0,333	80	657	21,9	1928	1,87	21,4	643	1,022	16,99	21,9	100				135,6	F	
6	K3c	40	0,333	80	657	21,9	1928	1,87	21,4	643	1,022	16,99	21,9	100				135,6	F	
7	K4	17	0,142	103	260	8,7	1832	1,97	8,7	260	1,002	7,16	8,7	100				150,8	F	
8	K5a	31	0,258	89	364	12,1	1766	2,04	15,2	456	0,798	1,74	11,8	97				55,3	D	
9	K5b	31	0,258	89	520	17,3	1962	1,83	16,9	507	1,026	15,14	17,3	100				152,4	F	
10	K6a	35	0,292	85	52	1,7	1678	2,15	16,3	489	0,106	0,00	1,3	73				31,1	B	
11	K6b	35	0,292	85	432	14,4	1864	1,93	18,1	544	0,795	1,62	13,8	96				49,9	C	
12	K6c	35	0,292	85	431	14,4	1864	1,93	18,1	544	0,793	1,61	13,7	95				49,8	C	
13	K7	17	0,142	103	260	8,7	1771	2,03	8,4	251	1,036	10,27	8,7	100				199,1	F	
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
					$q_k =$ 5200	voz/h				$C_k =$ 5948	voz/h				$\bar{g} =$ 0,9453	$\bar{g}_{max} =$ 1,0241				

Formulár 3		Križovatka so svetelnou signalizáciou							
Projekt:	Príklad	Mesto:							
Križovatka:	Väčšia 4-ramenná	Dátum:							
Časový úsek:	Ranná špička	Spracovateľ:							
b) Preukázanie kvality dopravy - chodci									
P.č.	Označ.	t_F [s]	w_{max} [s]	P [voz]	t_{vor} [s]	t_{fuss} [s]	Poznámka	w [s]	QSV
1	F1 – F2		70					28,8	C
2	F2 – F1		74					20,5	B
3	F3 – F4		86					39,2	E
4	F4 – F3		86					32,1	D
5	F5 – F6		89					27,6	C
6	F6 – F5		89					33,0	D
7	F7 – F8		68					25,0	B
8	F8 – F7		68					17,5	A
9									
10									