

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra dopravního stavitelství

Křižovatka silnic II/472 a III/4712 v obci Rychvald
Intersection of Roads II/472 and III/4712 in Rychvald

Student:

Jakub Fábry

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Ostrava 2015

Zadání bakalářské práce

Student: **Jakub Fábry**

Studijní program: B3607 Stavební inženýrství

Studijní obor: 3607R042 Dopravní inženýrství

Téma: **Křižovatka silnic II/471 a III/4712 v obci Rychvald**
Intersection of Roads II/471 and III/4712 in Rychvald

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je analyzovat bezpečnost silničního provozu na křižovatce silnic II/471 a III/4712 v obci Rychvald a navrhnout potřebná opatření na zvýšení plynulosti a bezpečnosti. Práce bude obsahovat výsledky provedených dopravních průzkumů (průzkum intenzit, směrový průzkum, analýzu dopravní nehodovosti, videoanalýzu konfliktních situací atp.). Budou provedeny potřebné kapacitní výpočty (současného i výhledového stavu), návrhy úprav zadané křižovatky a simulační modely v programu PTV VISSIM.

Seznam doporučené odborné literatury:

Folprecht, Jan; Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy I*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006. 158 s. ISBN 80-248-1030-1

Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy II*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2009. 154 s. ISBN 978-80-248-2123-8

TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení na pozemních komunikacích: Technické podmínky. 2. vyd. Brno: CDV Brno, 2006, 124 s. ISBN 80-86502-30-9.

TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích: Technické podmínky. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2005, 54 s.

TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek: Technické podmínky. Liberec: EDIP, 2007, 64 s. ISBN 978-80-902527-6-9.

TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek: Technické podmínky. Liberec: EDIP, 2011, 56 s. ISBN 978-80-87394-02-01.

TP 235 Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek: Technické podmínky. Liberec: EDIP, 2011, 52 s. ISBN 978-80-87394-03-8.

ČSN 73 6102. *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* (vč. změn)

Uživatelský manuál k programu PTV VISSIM

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2014

Datum odevzdání: 04.05.2015



doc. Ing. Ivana Mahdalová, Ph.D.
vedoucí katedry





prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

.....

Podpis studenta

ANOTACE

FÁBRY, Jakub. *Křižovatka Silnic II/472 a III/4712 v obci Rychvald*. Bakalářská práce. VŠB - TU Ostrava, Fakulta stavební 2015, 50 S. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou bezpečnosti silničního provozu na křižovatce silnic II/471 a III/4712 v obci Rychvald v Moravskoslezském kraji a návrhem potřebných opatření na zvýšení plynulosti a bezpečnosti. První část práce je věnována popisu lokality, zjištěným problémům, videoanalýze a vyhodnocením konfliktních situací ze získaného dopravně - inženýrského průzkumu. Dopravně - inženýrský průzkum sloužil ke zjištění intenzit, skladbě dopravních proudů a konfliktních situací. Druhá část bakalářské práce se zabývá návrhem na zlepšení plynulosti a bezpečnosti a kapacitními výpočty. Tato část zahrnuje úpravu stávajícího stavu křižovatky do dvou variant. V poslední části jsou vytvořeny simulační modely křižovatky v programu PTV VISSIM.

Anotation

FÁBRY, Jakub. *Intersection of Roads II/472 and III/4712 in Rychvald*. Bachelor's thesis. VŠB - TU Ostrava, Faculty of Civil Engineering, 2015, 50 p. Supervisor doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

This Bachelor's thesis deals with the analysis of the road traffic safety at the crossroads of the II/471 road and the III/4712 road in the village Rychvald in the Moravian-Silesian Region and also with the proposal of necessary measures to increase the traffic flow and safety. The first part is devoted to the locality description, ascertained problems, the video analysis and the evaluation of conflict situations obtained from the road transport - engineering survey. The road transport - engineering survey was used to determine the intensity, the structure of traffic flows and conflict situations. The second part of the thesis focuses on the proposal to improve the traffic flow and safety and looks into capacity calculations. This section includes a landscaping of the current state of the crossroads in two variants. In the last part there are simulation models of the crossroads in the program PTV VISSIM.

Klíčová slova

křižovatka, Rychvald, video analýza, kapacitní výpočet, nehodovost, bezpečnost, PTV VISSIM

Keywords

Intersection, Rychvald, Video Analysis, capacity calculation, accidents, Safety, PTV VISSIM

Obsah

1. ÚVOD	1
1.1 Popis křižovatky	1
1.2 Zjištěné problémy	3
2. KONFLIKTNÍ SITUACE A VIDEOANALÝZA KONFLIKTNÍCH SITUACÍ	4
2.1 Dělení konfliktních situací	4
2.2 Historie dopravních nehod na dané křižovatce	5
2.4 Klasifikace konfliktních situací	6
2.5 Výsledky videoanalýzy konfliktních situací	6
3. DOPRAVNĚ – INŽENÝRSKÝ PRŮZKUM	9
3.1 Metodika dopravního průzkumu	9
3.2 Označení ramen	10
3.3 Sčítání dopravy	10
3.4 Grafické výsledky	12
3.5 Určení špičkové hodiny	13
4. KAPACITNÍ VÝPOČET KŘIŽOVATKY DLE TP 188	14
4.1 Přepočet na přepočtená vozidla	14
4.2 Určení stupně podřazenosti dopravních proudů	15
4.3 Kritické mezery	17
4.4 Následné mezery	17
4.5 Základní kapacita dopravních proudů	18
4.6 Kapacita dopravních proudů	19
4.7 Rezerva kapacity	21
4.8 Rezerva kapacity vyjádřená v procentech	21
4.9 Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy (ÚKD)	22
4.10 Délka fronty na vjezdech	22
4.11 Zhodnocení výpočtu	23

5.	KAPACITNÍ VÝPOČET KŘÍŽOVATKY DLE TP 188 - NÁVRHOVÉ OBDOBÍ.....	24
5.1	Přepočet na přepočtená vozidla	24
5.2	Určení stupně podřazenosti dopravních proudů	25
5.3	Kritické mezery	27
5.4	Následné mezery.....	27
5.5	Základní kapacita dopravních proudů	28
5.6	Kapacita dopravních proudů.....	29
5.7	Rezerva kapacity.....	31
5.8	Rezerva kapacity vyjádřená v procentech	31
5.9	Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy (ÚKD).....	32
5.10	Délka fronty na vjezdech	32
5.11	Zhodnocení výpočtu.....	33
6.	KAPACITNÍ VÝPOČET NÁVRHU OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKY DLE TP 234.....	34
6.1	Kapacitní posouzení vjezdů	35
6.2	Rezerva kapacity.....	35
6.3	Střední doby zdržení a ÚKD	35
6.4	Stupeň vytížení a délka fronty na vjezdech	36
6.5	Kapacita výjezdu	36
6.6	Posouzení kapacity	36
6.7	Kapacitní výpočet ramene A	37
6.8	Kapacitní výpočet ramene B.....	38
6.9	Kapacitní výpočet ramene C.....	39
6.10	Zhodnocení výpočtu.....	39
7.	KAPACITNÍ VÝPOČET NÁVRHU OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKY DLE TP 234 - NÁVRHOVÉ OBDOBÍ.....	40
7.1	Kapacitní posouzení vjezdů.....	41
7.2	Rezerva kapacity.....	41

7.3	Střední doby zdržení a ÚKD	42
7.4	Stupeň vytížení a délka fronty na vjezdech	42
7.5	Kapacita výjezdu	42
7.6	Posouzení kapacity	42
7.7	Kapacitní výpočet ramene A	43
7.8	Kapacitní výpočet ramene B.....	44
7.9	Kapacitní výpočet ramene C.....	45
7.10	Zhodnocení výpočtu.....	45
8.	SIMULACE PROVOZU V PTV VISSIM	46
8.1	Vizualizace v programu PTV VISSIM.....	46
9.	VYHODNOCENÍ A NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ PLYNULOSTI A BEZPEČNOSTI PROVOZU.....	48
9.1	Návrh 1	48
9.2	Návrh 2	48
10.	ZÁVĚR	49
11.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	50

Přílohy a výkresová část

Použité zkratky

JDVM	jednotná dopravní vektorová mapa
KS	konfliktní situace
OK	okružní křižovatka
PK	pozemní komunikace
TP	technické podmínky
ÚKD	úroveň kvality dopravy

Seznam veličin

a_v	stupeň vytižení [-]
b	vzdálenost mezi kolizními body [m]
C	kapacita dopravního proudu [pvoz/h]
C_e	kapacita výjezdu [pvoz/h]
C_i	kapacita vjezdu [pvoz/h]
C_n	základní kapacita jízdního pruhu [pvoz/h]
d_p	délka přechodu pro chodce na výjezdu [m]
d_v	délka vozidla [m]
G_n	základní kapacita dopravních proudů [pvoz/h]
I	intenzita dopravního proudu [pvoz/h]
I_e	intenzita dopravy na výjezdu [pvoz/h]
I_H	rozhodující intenzita nadřazených proudů [pvoz/h]
I_{ch}	Intenzita přecházejících chodů [ch/h]
I_i	intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h]
I_k	intenzita dopravy na okružním pásu [pvoz/h]
I_n	intenzita dopravního proudu n [pvoz/h]
I_v	výhledová intenzita dopravy [pvoz/den]
k_v	koeficient vývoje intenzit dopravy pro výhledový rok [-]
n_e	počet jízdních pruhů na výjezdu [-]
$n_{e,koef}$	koeficient zohledňující počet pruhů na výjezdu [-]
n_i	počet jízdních pruhů na vjezdu [-]
$n_{i,koef}$	koeficient zohledňující počet pruhů na vjezdu [-]
n_k	počet jízdních pruhů na okružním páse [-]
$N_{95\%}$	délka fronty na vjezdech [m]

p_o	pravděpodobnost nevzdutí dopravního proudu [-]
p_x	pravděpodobnost současného nevzdutého stavu nadřazeného dopravního proudu [-]
p_z	pravděpodobnost současného nevzdutého stavu dopravního proudu [-]
Rez	rezerva kapacity [pvoz/h]
R_e	poloměr výjezdu [m]
R_i	poloměr vjezdu [m]
t_{bezp}	bezpečnostní odstup vozidla a chodce [s]
t_f	následná mezera [s]
t_g	kritická mezera [s]
t_w	střední doba zdržení [s]
Δ	minimální časový odstup mezi vozidly jedoucími po okružním pásu [s]
v_p	rychlost chodce přecházejícího výjezd okružního pásu [m/s]
v_v	rychlost vozidla na výjezdu z okružního pásu [m/s]
$v_{85\%}$	rychlost kterou nepřekračuje 85% vozidel [km/h]

1. ÚVOD

1.1 Popis křižovatky

Křižovatka se nachází v zastavěném území v okrese Karviná v Moravskoslezském kraji mezi obcemi Bohumín, Rychvald a Dolní Lutyně. Jedná se o průsečnou křižovatku, která je vedena v zastavěném území a není ovlivněna pohybem chodců. Vychází ze styku ulic Bohumínská a Rychvaldská (vedeny jako hlavní pozemní komunikace) a ulic Zábłatská a hraniční (vedeny jako vedlejší komunikace). Je využívána osobní, nákladní, autobusovou dopravou a cyklisty. V prostoru křižovatky jsou dvě autobusové zastávky pod názvem „Rychvald, rozcestí“ a které zde slouží pro autobusy i jako obratiště. Je zde zařazen pravidelný provoz linek č. 23, 546, 505, 557, a 558.



Obr. 1: Křižovatka Bohumínská - Rychvaldská – Zábłatská - Hraniční [6]

Křižovatka vychází ze styku dvou komunikací, silnice II/471 a silnice III/4712.

Silnice II/471 je spojnicí mezi Bohumínem a Rychvaldem v návaznosti na Ostravu a Orlovou, v katastrálním území Bohumín. Koridor dvoupruhové, směrově nedělené silnice II. třídy, vychází od stávající silnice II/471 (k.ú. Nový Bohumín), po západní straně míjí Zábblatský rybník a přes okrajové území obce Rychvald směřuje do prostoru Starého Dvora. Zde kříží stávající silnici II/470 (ul. Orlovská). [1]

Silnice III/4712 Je napojena na silnici II/472 a směřuje na obec Dolní Lutyně, resp. Dětmárovice. Vedena je v katastrálním území města Dolní Lutyně. Řešeným územím je vedena z jižního směru od Rychvaldu a Orlové v trasách ul. Rychvaldská a Koperníkova. Uspořádání komunikace odpovídá dvoupruhové kategorii. Z urbanisticko - dopravního hlediska ji lze charakterizovat jako obslužnou komunikaci funkční skupiny C. Trasa silnice III/4712 je v řešeném území stabilizovaná. Směrově nevyhovující úseky v centru obce nejsou vzhledem k nízkému významu komunikace řešeny. [2]

Nedaleko křižovatky se nachází město Ostrava ve vzdálenosti 11 km. Dalšími většími městy poblíž křižovatky jsou města Orlová ve vzdálenosti 6 km a Karviná, která je vzdálená 15 km.



Obr. 2: Mapa širších vztahů [6]

1.2 Zjištěné problémy

Za nejzávažnější problém na křižovatce vidím umístění autobusových zastávek. Během dopravního průzkumu jsem byl svědkem zablokování středu křižovatky autobusem, který zastavoval na zastávce ve směru do obce Bohumín. Nejvíce je tím postiženo rameno křižovatky vedené z obce Dolní Lutyně, kdy je ovlivněn přehled o křižovatce. Rozhledy vozidel jedoucích ze směru od obce Bohumín jsou zhoršeny, a tím dochází k velkým časovým prodávám při odbočování ve středu křižovatky. Na křižovatce také chybí vodorovné dopravní značení.



Obr. 3: Pohled na zablokovanou křižovatku autobusem z ramene D

2. KONFLIKTNÍ SITUACE A VIDEOANALÝZA KONFLIKTNÍCH SITUACÍ

Konfliktními situacemi se rozumí takové okamžiky a situace v silničním provozu, kdy vzniká (nebo může vzniknout) pro některé jeho účastníky větší než obvyklá míra nebezpečí.[3]

Každé dopravní nehodě musí standardní KS předcházet. V tomto smyslu lze chápat dopravní nehodu jako důsledek takové KS, kdy se nepodařilo míru nebezpečí střetu vozidla s okolím odvrátit. KS jsou tedy potenciální nehodové situace a jejich typ proto předurčuje typ z toho rezultující dopravní nehody. Z toho vyplývá, že na základě pozorování a analýzy KS lze činit závěry o míře nebezpečnosti dotyčného místa a tedy činit opatření ke zvýšení bezpečnosti. Souvislost KS s dopravními nehodami je tedy zřejmá. Je vcelku logické, že konfliktní situace se odehrávají zejména v **kolizních bodech**, tj. v místech průniků možných trajektorií vozidel. [4]

2.1 Dělení konfliktních situací

Inspirován výše uvedenou metodikou vyvinul v roce 1972 vlastní metodiku sledování KS doc. Ing. Jan Folprecht, Ph.D. Zvolil tři **stupeň** závažnosti konfliktních situací. [3]

- **1. nejnižší stupeň** – situace, které lze považovat za potenciální KS, tj., kdy jde o porušování dopravních předpisů v té chvíli osamoceným účastníkem dopravy (tzn. bez přítomnosti jiných, které by mohla taková akce ohrozit)
- **2. stupeň** – situace, kdy lze pozorovat narušení plynulosti provozu, tzn. anomálie, které nevyvolávají násilnou reakci, ale váhání, agresivita či prosté chybné jednání je zřejmé a má za následek reakci dalších účastníků
- **3. nejvyšší stupeň** – situace, kdy jedině prudká úhybná akce (ostré brzdění nebo náhlé vybočení) zamezí střetu

V ostatních případech již dojde k dopravní nehodě, což je mnohdy označováno jako **4. stupeň** závažnosti.

Podle příslušnosti k místu vzniku byly KS rozděleny následovně:

- **Vlastní** - KS, které souvisí přímo s provozem na křižovatce (resp. sledovaném místě), s její stavebním uspořádáním apod.
- **Nevlastní** - KS, které jsou ovlivněny jinými situacemi vzniklými mimo sledované místo a nesouvisejícími přímo se samotným místem (např. vliv jiné blízké křižovatky).

Mnohé situace byly takového rozsahu, že vyvolaly další (svým charakterem mnohdy odlišné) KS, které by se za normálních okolností vůbec neudály. [3]

KS bylo tedy potřeba rozčlenit dále na:

- **prvotní** - které nejsou vyvolány jinou situací
- **následné** - které jsou vyvolány jinou situací (zpravidla prvotní nebo jinou následnou).

2.2 Historie dopravních nehod na dané křižovatce

K získání přehledu o dopravní nehodovosti na dané křižovatce jsem použil webovou stránku Policie ČR - jednotná dopravní vektorová mapa. (dále jen JDVM). Na těchto stránkách jsou uvedeny informace o nehodách na dané křižovatce od roku 2008. Od této doby došlo na křižovatce silnic k deseti dopravním nehodám. V osmi případech šlo o srážku vozidla s nekolejovým vozidlem. V jednom případě ke srážce s pevnou překážkou, a jednou došlo k nezaviněné havárii. Jelikož JDVM vychází z informací dopravní policie ČR, tak jsou ve statistikách uvedeny nehody menšího rozsahu.



Obr. 4: Schéma dopravních nehod [5]

Pokud předpokládáme, že body zobrazené na snímku poskytnuté JDVM jsou skutečné, lze vyčíst, že na křižovatce dochází hlavně ke kolizním situacím zejména v odbočných a přípojných kolizních bodech.

2.4 Klasifikace konfliktních situací

Pozorované KS začal doc. Folprecht zaznamenávat trojmístným klasifikačním symbolem, který je složen z číslice (udává účastníky KS), písmene (resp. písmen – udává způsob vzniku KS) a opět číslice (udává závažnost KS). [3]

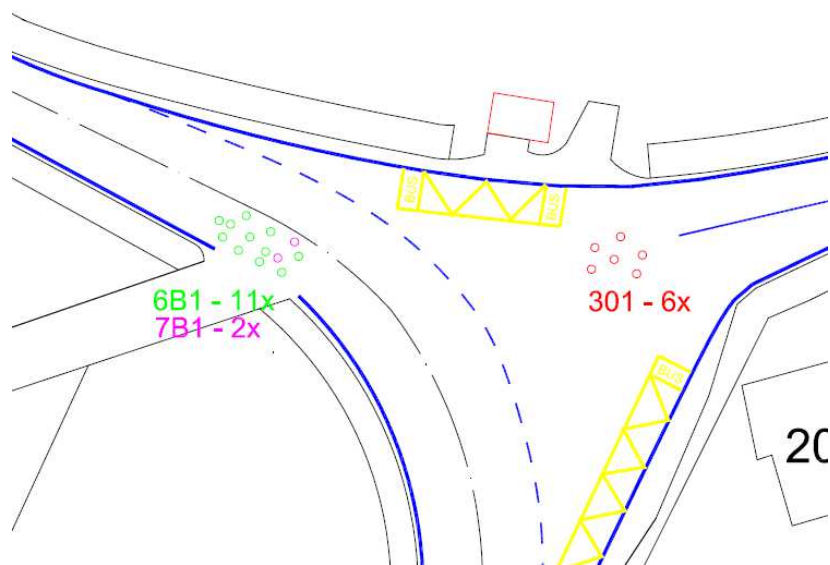
V příloze č. 1 se nacházejí tabulky tří kategorií se znaky trojmístných klasifikačních symbolů.

2.5 Výsledky videoanalýzy konfliktních situací

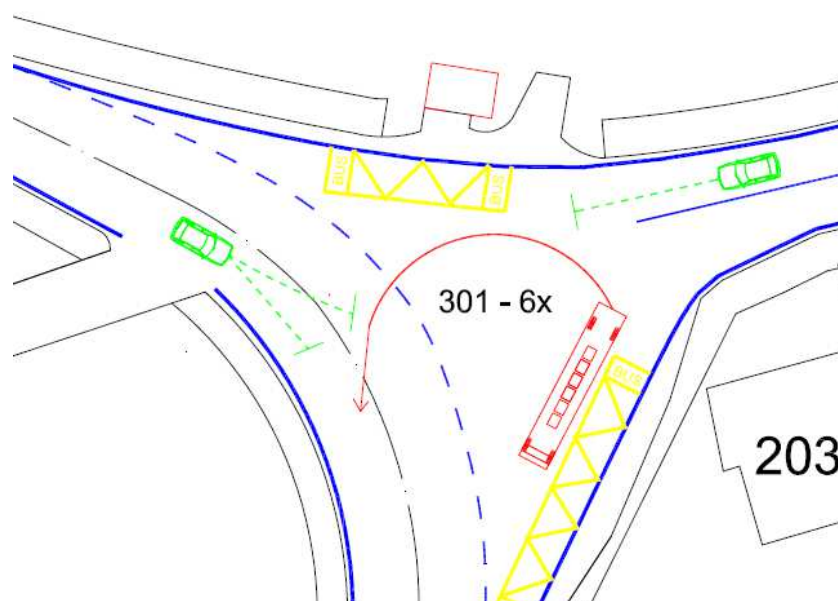
Při provádění videoanalýzy jsem byl svědkem několika KS. Většinou šlo o případy, kdy se protijedoucí vozidlo na hlavní komunikaci nevešlo do jízdního pruhu a muselo sjet ze zpevněné části vozovky. Dále kdy autobus zastavil na autobusové zastávce a ovlivnil vozidla jedoucí na hlavní komunikaci nebo za ním. Posledním případem bylo otáčení autobusů ve středu křižovatky. Druhy konkrétních KS jsem zapsal do tabulky č. 1 a zobrazil na obrázcích č. 5, 6 a 7.

Tab. 1: Konfliktní situace na křižovatce

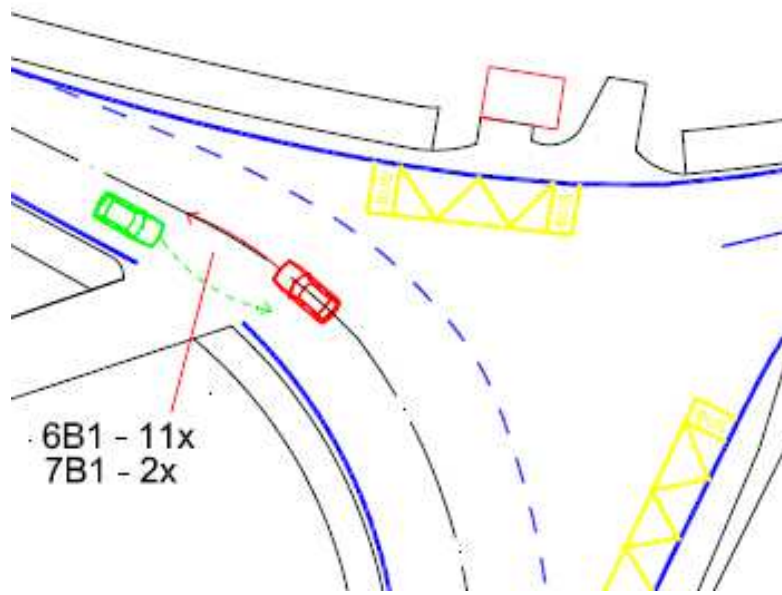
Symbol KS	Počet
6B1	11
7B1	2
3O1	6
CELKEM	21



Obr. 5: Schéma konfliktních situací na křižovatce



Obr. 6: Schéma konfliktních situací na křižovatce



Obr. 7: Schéma konfliktních situací na křižovatce

3. DOPRAVNĚ – INŽENÝRSKÝ PRŮZKUM

Jelikož jsem nikde nenašel výsledky dopravních průzkumů sledované lokality, tak jsem provedl vlastní dopravně - inženýrský průzkum, který vyhodnotil aktuální intenzity dopravy na sledované křižovatce.

3.1 Metodika dopravního průzkumu

Dopravní průzkum byl vyhotoven dne 16. 11. 2014 v běžný pracovní den (čtvrtek) v době od 14:30 do 15:30. Teplota se pohybovala mezi 15 °C, viditelnost byla zhoršena občasným deštěm a zataženou oblohou. Průzkum byl proveden formou natočení videozáznamu na kameru v odpoledních hodinách v časech doporučených dle TP 189 *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích*. [7]

Čas průzkumu jsem zvolil na základě vlastních zkušeností z důvodu častější dopravy lidí do přílehlých pracovních firem na odpolední směnu. Zejména do firem Viadrus a.s., Bonatrans, a.s. a Rockwool a.s. situovaných na území města Bohumín.

Vhodnou časovou dobou by mohl být i časový úsek provedený okolo 6 hodiny ránní. Křižovatka je však nedostatečně osvětlena a zhoršená viditelnost by mi neumožnila pořídít dostatečně kvalitní záznam.

3.2 Označení ramen

Značení ramen jsem provedl následovně:

Rameno A - směr z obce Dolní Lutyně

Rameno B - směr z obce Rychvald

Rameno C - vjezd na křižovatku z obytné zástavby

Rameno D - směr z obce Bohumín



Obr. 8: Značení ramen [6]

3.3 Sčítání dopravy

Sčítání dopravy jsem provedl po 15-ti minutových intervalech z natočeného videozáznamu.

Skupiny vozidel jsou značeny následovně [7]

automobily (A)	automobily s přívěsem i bez přívěsu, dodávkové automobily
Nákladní automobily (N)	lehké, střední a těžké nákladní automobily
Autobusy (B)	vozidla určená pro přepravu osob a jejich zavazadel
Jízdní kola (K)	jednostopá nemotorová vozidla

Tab. 2: Sčítání dopravy od 13:30 do 14:30 (voz)

typ dopravního prostředku	Osobní	autobus	nákladní	cyklisté	celkem
čas					
13:30 - 13:45	116	3	4	3	126
13:45 - 14:00	114	0	4	4	122
14:00 - 14:15	111	6	1	0	118
14:15 - 14:30	193	1	4	9	207
součet	534	10	13	16	573

Tab. 3: Sčítání dopravy od 14:30 do 15:30 (voz)

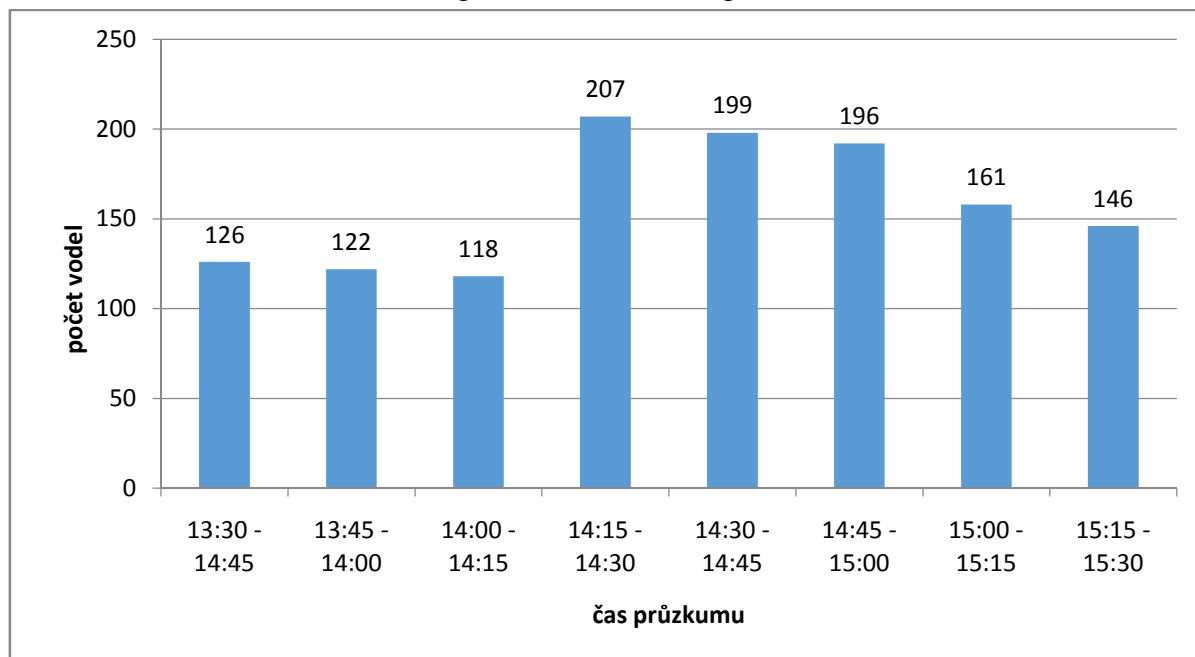
typ dopravního prostředku	Osobní	autobus	nákladní	cyklisté	celkem
čas					
14:30 - 14:45	185	5	3	6	199
14:45 - 15:00	181	6	2	7	196
15:00 - 15:15	147	3	3	8	161
15:15 - 15:30	136	3	2	5	146
součet	649	17	10	26	702

Tab. 4: Sčítání dopravy celkem (voz)

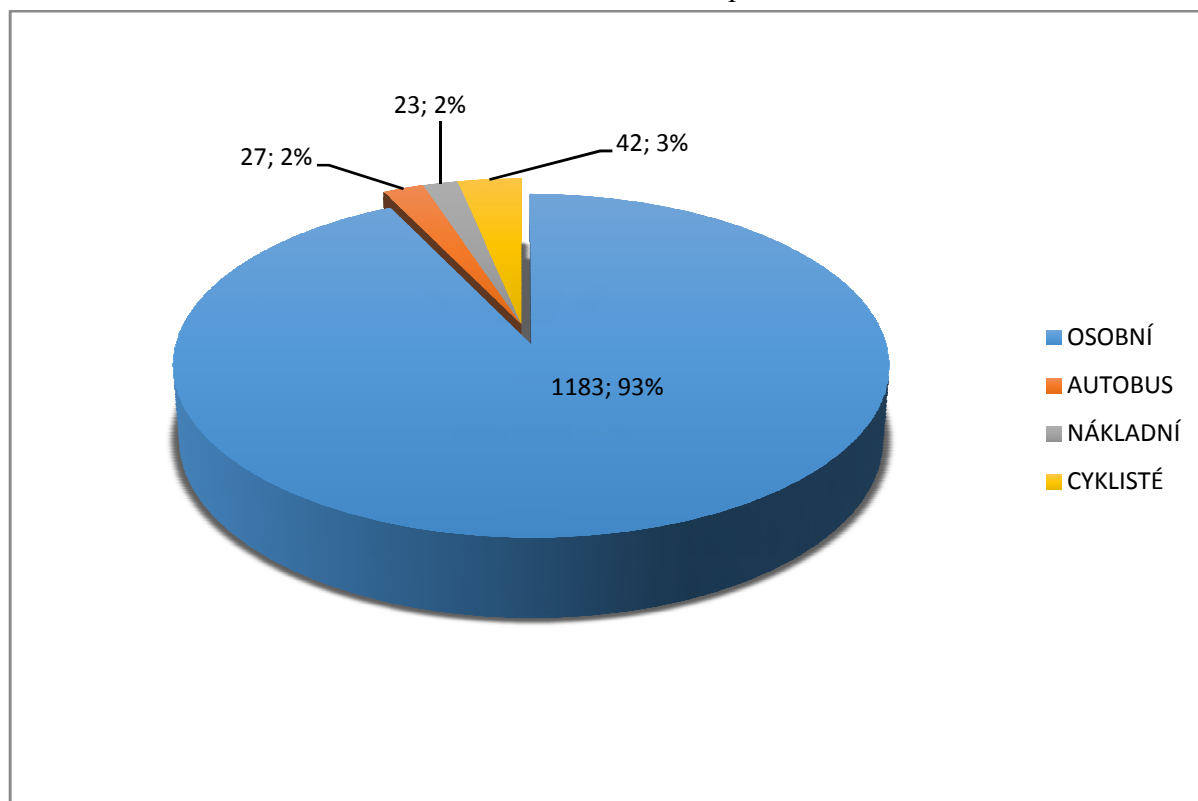
typ dopravního prostředku	Osobní	autobus	nákladní	cyklisté	celkem
čas					
13:30 – 14:30	534	10	13	16	573
14:30 – 15:30	649	17	10	26	702
součet	1183	27	23	42	1275

3.4 Grafické výsledky

Graf 1: počet vozidel za čas průzkumu



Graf 2: Počet vozidel za čas průzkumu



3.5 Určení špičkové hodiny

Špičková hodina – nejvyšší hodinová intenzita dopravy

Pro potřeby kapacitního výpočtu bylo nutné zjistit špičkovou hodinu. Pro zjištění špičkové hodiny jsem vytvořil tabulku, do které sem zapsal počet vozidel projíždějících křižovatkou v časových patnáctiminutových intervalech a následně jsem sečetl vozidla za každý časový úsek. Za špičkovou hodinu je tedy označen hodinový úsek s největším počtem vozidel.

Tab. 5: Špičková hodina

Špičková hodina (voz/h)	
13:30 - 14:45	126
13:45 - 14:00	122
14:00 - 14:15	118
14:15 - 14:30	207
14:30 - 14:45	199
14:45 - 15:00	196
15:00 - 15:15	161
15:15 - 15:30	146
13:30 - 15:30	1275

Vyhodnocení hodinových úseků

13:30 – 14:30 = 573 voz/h

13:45 – 14:45 = 646 voz/h

14:00 – 15:00 = 720 voz/h

14:15 – 15:15 = 763 voz /h

14:30 – 15:30 = 702 voz/h

Za špičkovou hodinu určen časový úsek v době od **15:15 do 16:15** kdy projelo křižovatkou 763 vozidel. Tento počet vozidel je výchozí hodnotou pro kapacitní výpočet průsečné a okružní křižovatky.

4. KAPACITNÍ VÝPOČET KŘÍŽOVATKY DLE TP 188

Pro výpočet kapacity dané průsečné křižovatky jsem použil *Technické podmínky TP 188*.

Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek [8]

4.1 Přepoččet na přepočtená vozidla

Pro účely kapacitního výpočtu jsem provedl přenásobení skladby dopravních proudů koeficienty podle tabulky v TP 188. Výsledné hodnoty přepočtených vozidel z jednotlivých ramen jsem uvedl v tabulce č. 7.

Tab. 6: Přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu průsečné křižovatky [8]

Typ křižovatky	Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla ¹	Nákladní vozidla, autobusy ²	Nákladní vozidla, kloubové autobusy
Průsečné a stykové	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0

¹ Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti
² Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy

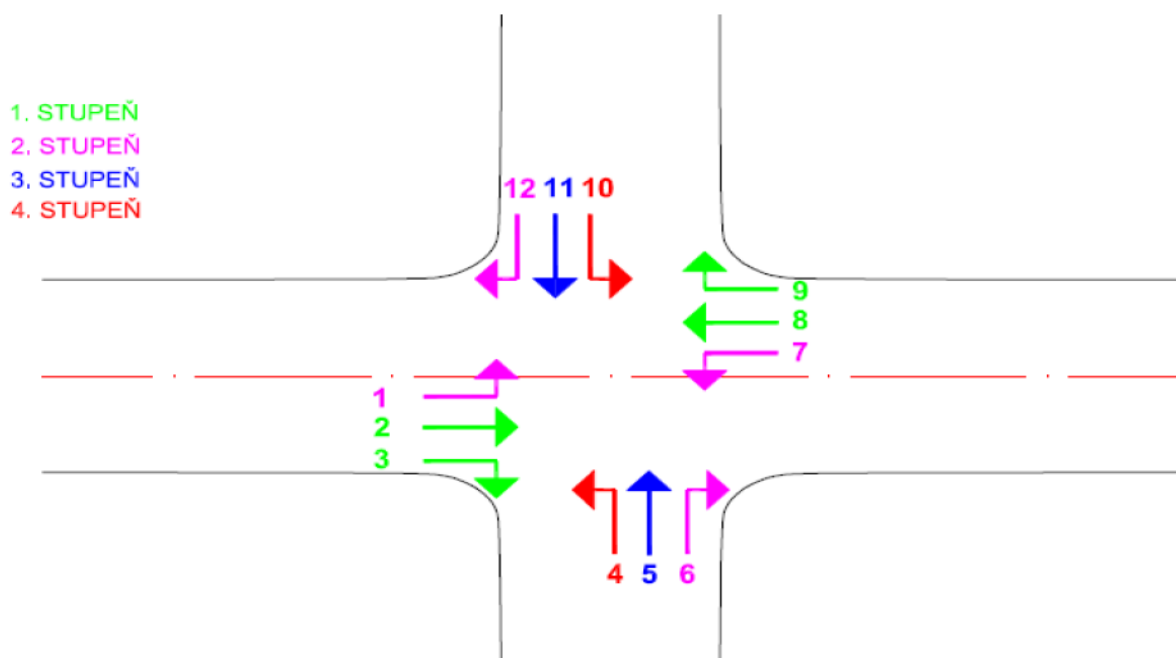
Tab. 7: Přepočtená vozidla v době špičkové hodiny

Rameno		Osobní	BUS	cyklisté	Nákladní	celkem	přepoččet (pvoz/h)
A do	B	76	0	0	3	79	82
	C	0	0	1	0	1	1
	D	34	3	1	2	40	43
B do	A	125	4	1	1	131	134
	C	0	0	1	0	1	1
	D	153	2	1	5	161	167
C do	A	2	0	1	0	3	3
	B	0	0	0	0	0	0
	D	2	0	5	0	7	5
D do	A	74	1	8	0	83	80
	B	240	5	7	1	253	253
	C	0	0	4	0	4	2
SOUČET		706	15	30	12	763	771

4.2 Určení stupně podřazenosti dopravních proudů

Na **průsečných** neřízených úroňových křižovatkách jsou **čtyři** stupně podřazenosti jednotlivých dopravních proudů. [3] Schematické zobrazení číslování je zobrazeno v obrázku č. 8.

- **1. stupeň podřazenosti** řadíme dopravní proudy, které jsou nad ostatními dopravními proudy nadřazený
- **2. stupeň podřazenosti** řadíme dopravní proudy, které dávají přednost v jízdě dopravním proudům 1. stupně
- **3. stupeň podřazenosti** řadíme dopravní proudy, které dávají přednost v jízdě jednak dopravním proudům 1. stupně a jednak dopravním proudům 2. stupně
- **4. stupeň podřazenosti** Jsou to ty dopravní proudy, které musí dát přednost v jízdě dopravním proudům 1., 2. a také 3. stupně



Obr. 8: Stupně podřazenosti dopr. proudů

1. stupeň

Mezi proudy prvního stupně patří průběžný proud na hlavní komunikaci a odbočení doprava na hlavní komunikaci. Proudů 1. stupně ale nedávají nikomu přednost a proto se **neposuzují**. [3]

2. stupeň

Mezi proudy 2. stupně patří odbočení vlevo z hlavní komunikace a odbočení vpravo z vedlejší komunikace [3]

$$I_{H1} = I_8 + I_9 = 167 + 134 = \mathbf{301 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H6} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 = 253 + 0,5 \cdot 2 = \mathbf{254 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H12} = I_8 + 0,5 \cdot I_9 = 167 + 0,5 \cdot 134 = \mathbf{234 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H7} = I_2 + I_3 = 253 + 2 = \mathbf{255 \text{ pvoz/h}}$$

3. stupeň

Mezi proudy 3. stupně patří přímý průjezd rovně z vedlejší komunikace. [3]

$$I_{H5} = I_1 + I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_7 + I_8 + I_9 = \\ 80 + 253 + 0,5 \cdot 2 + 1 + 167 + 134 = \mathbf{636 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H11} = I_7 + 0,5 \cdot I_9 + I_8 + I_1 + I_2 + I_3 = \\ 1 + 0,5 \cdot 134 + 167 + 80 + 253 + 2 = \mathbf{570 \text{ pvoz/h}}$$

4. stupeň

Mezi proudy 4. stupně patří odbočení vlevo z vedlejší komunikace. [3]

$$I_{H4} = I_1 + I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_7 + I_8 + 0,5 \cdot I_9 + I_{11} + I_{12} = \\ 80 + 253 + 0,5 \cdot 2 + 1 + 167 + 0,5 \cdot 134 + 1 + 43 = \mathbf{613 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H10} = I_1 + I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8 + 0,5 \cdot I_9 = \\ 80 + 253 + 0,5 \cdot 2 + 3 + 0 + 1 + 167 + 0,5 \cdot 134 = \mathbf{572 \text{ pvoz/h}}$$

4.3 Kritické mezery

Neboli **kritický časový odstup** - je střední hodnota přijatelných časových odstupů na křižovatce (všech řidičů) v daných vnějších podmínkách. [3]

Velikost střední hodnoty **kritické mezery** se určuje podle druhu dopravního proudu a podle rychlosti $v_{85\%}$, která je stanovena na hlavní pozemní komunikaci sledované křižovatky. [3]

Střední hodnota kritické mezery se označuje symbolem t_g a určí se z upravené tabulky z TP 188, který jsem uvedl v příloze 2.

$$t_{g,1} = 3,4 + 0,021 \cdot v_{85\%} = 4,45s$$

$$t_{g,7} = 3,4 + 0,021 \cdot v_{85\%} = 4,45s$$

$$t_{g,6} = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%} = 4,7s$$

$$t_{g,12} = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%} = 4,7s$$

$$t_{g,5} = 4,4 + 0,036 \cdot v_{85\%} = 6,2s$$

$$t_{g,11} = 4,4 + 0,036 \cdot v_{85\%} = 6,2s$$

$$t_{g,4} = 5,2 + 0,022 \cdot v_{85\%} = 6,3s$$

$$t_{g,10} = 5,2 + 0,022 \cdot v_{85\%} = 6,3s$$

4.4 Následné mezery

Neboli **následný časový odstup** - je střední hodnota časových odstupů mezi dvěma následujícími vozidly podřazeného dopravního proudu, které se nacházejí ve frontě za sebou a zařazují se do stejné časové mezery (odstupů) v nadřazeném dopravním proudu nebo v této mezeře (odstupu) nadřazené dopravní proudy křižují. [3]

Pro určení střední hodnoty **následné mezery** t_f je rozhodující jednak opět druh dopravního proudu a jednak konkrétní úprava přednosti v jízdě na vedlejší pozemní komunikaci (tzn., je-li zde použita svislá dopravní značka č. P 4 „Dej přednost v jízdě!“ nebo č. P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“). [3]

Velikosti následných mezer se určí z upravené tabulky z TP 188, který jsem uvedl v příloze 3.

$$t_{f,1} = 2,6 \text{ s}$$

$$t_{f,7} = 2,6 \text{ s}$$

$$t_{f,6} = 3,1 \text{ s}$$

$$t_{f,12} = 3,1 \text{ s}$$

$$t_{f,5} = 3,3 \text{ s}$$

$$t_{f,11} = 3,3 \text{ s}$$

$$t_{f,4} = 3,5 \text{ s}$$

$$t_{f,10} = 3,5 \text{ s}$$

4.5 Základní kapacita dopravních proudů

Jedná se o maximální počet vozidel z podřazeného dopravního proudu, která mohou projet křižovatkou v časové mezeře mezi vozidly nadřazených dopravních proudů. Základní kapacita se pak určuje v závislosti na stupni podřizenosti. [3]

$$G_1 = \frac{3600}{t_{f1}} \cdot e^{-\frac{lh_1}{3600} \cdot (tg_1 - \frac{tf_1}{2})} = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{301}{3600} \cdot (4,45 - \frac{2,6}{2})} = \mathbf{1064 \text{ pvoz/h}}$$

$$G_7 = \frac{3600}{t_{f7}} \cdot e^{-\frac{lh_7}{3600} \cdot (tg_7 - \frac{tf_7}{2})} = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{255}{3600} \cdot (4,45 - \frac{2,6}{2})} = \mathbf{1108 \text{ pvoz/h}}$$

$$G_6 = \frac{3600}{t_{f6}} \cdot e^{-\frac{lh_6}{3600} \cdot (tg_6 - \frac{tf_6}{2})} = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{254}{3600} \cdot (4,7 - \frac{3,1}{2})} = \mathbf{930 \text{ pvoz/h}}$$

$$G_{12} = \frac{3600}{t_{f12}} \cdot e^{-\frac{lh_{12}}{3600} \cdot (tg_{12} - \frac{tf_{12}}{2})} = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{234}{3600} \cdot (4,7 - \frac{3,1}{2})} = \mathbf{947 \text{ pvoz/h}}$$

$$G_5 = \frac{3600}{t_{f5}} \cdot e^{-\frac{lh_5}{3600} \cdot (tg_5 - \frac{tf_5}{2})} = \frac{3600}{3,3} \cdot e^{-\frac{636}{3600} \cdot (6,2 - \frac{3,3}{2})} = \mathbf{489 \text{ pvoz/h}}$$

$$G_{11} = \frac{3600}{t_{f11}} \cdot e^{-\frac{lh_{11}}{3600} \cdot (tg_{11} - \frac{tf_{11}}{2})} = \frac{3600}{3,3} \cdot e^{-\frac{570}{3600} \cdot (6,2 - \frac{3,3}{2})} = \mathbf{531 \text{ pvoz/h}}$$

$$G_4 = \frac{3600}{t_{f4}} \cdot e^{-\frac{lh_4}{3600} \cdot (tg_4 - \frac{tf_4}{2})} = \frac{3600}{3,5} \cdot e^{-\frac{613}{3600} \cdot (6,3 - \frac{3,5}{2})} = \mathbf{474 \text{ pvoz/h}}$$

$$G_{10} = \frac{3600}{t_{f10}} \cdot e^{-\frac{lh_{10}}{3600} \cdot (tg_{10} - \frac{tf_{10}}{2})} = \frac{3600}{3,5} \cdot e^{-\frac{572}{3600} \cdot (6,3 - \frac{3,5}{2})} = \mathbf{499 \text{ pvoz/h}}$$

4.6 Kapacita dopravních proudů

V případě **dopravních proudů 1. stupně** se kapacita těchto dopravních proudů rovná kapacitě volně se pohybujících dopravních proudů. Obecně se udává hodnotou **1 800 pvoz/h**. [3]

$$C_2, C_3, C_8, C_9 = 1800 \text{ pvoz/h}$$

Pro kapacitu **dopravních proudů 2. stupně** platí rovnost se základní kapacitou, tzn.:

$$C_n = G_n$$

$$C_1 = G_1 = 1064 \text{ pvoz/h}$$

$$C_7 = G_7 = 1108 \text{ pvoz/h}$$

$$C_6 = G_6 = 930 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{12} = G_{12} = 947 \text{ pvoz/h}$$

Kapacita **dopravních proudů 3. a 4. stupně** bývá vždy nižší než základní kapacita vlivem nadřazených proudů, u kterých s rostoucím stupněm vytížení roste přímo úměrně pravděpodobnost výskytu vzniku fronty vozidel: [3]

- pro **dopravní proudy 3. stupně** podřazenosti se pak zohledňuje tzv. pravděpodobnost nevzdutí dopravních proudů 2. stupně
- pro **dopravní proudy 4. stupně** podřazenosti (vyskytující se jen u průsečných křižovatek) zohledňujeme pravděpodobnost nevzdutí dopravních proudů 2. stupně a současně také dopravních proudů 3. stupně.

3.stupeň

$$p_{01} = \max \{ {}_0^{1-av} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{I_1}{C_1}} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{80}{1064}} \} = \max \{ {}_0^{0,925} \} = 0,925$$

$$p_{07} = \max \{ {}_0^{1-av} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{I_7}{C_7}} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{1}{1108}} \} = \max \{ {}_0^1 \} = 0,999$$

$$p_x = p_{01} \cdot p_{07} = 0,925 \cdot 0,999 = 0,924$$

$$C_5 = p_x \cdot G_5 = 0,924 \cdot 489 = \mathbf{452 \text{ pvoz/h}}$$

$$C_{11} = p_x \cdot G_{11} = 0,924 \cdot 531 = \mathbf{491 \text{ pvoz/h}}$$

4. stupeň

$$p_x = p_{01} \cdot p_{07} = 0,878 \cdot 1 = 0,924$$

$$P_{z,11} = \frac{1}{1 + \frac{1-P_x + 1-P_{011}}{P_x + P_{011}}} = \frac{1}{1 + \frac{1-0,924 + 1-0,997}{0,924 + 0,997}} = 0,921$$

$$P_{z,5} = \frac{1}{1 + \frac{1-P_x + 1-P_{05}}{P_x + P_{05}}} = \frac{1}{1 + \frac{1-0,924 + 1-0,993}{0,924 + 0,993}} = 0,918$$

$$p_{011} = \max \{ {}_0^{1-av} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{I_{11}}{C_{11}}} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{1}{491}} \} = \max \{ {}_0^{0,997} \} = 0,997$$

$$p_{012} = \max \{ {}_0^{1-av} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{I_{12}}{C_{12}}} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{43}{947}} \} = \max \{ {}_0^{0,887} \} = 0,954$$

$$p_{05} = \max \{ {}_0^{1-av} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{I_5}{C_5}} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{3}{452}} \} = \max \{ {}_0^{0,977} \} = 0,993$$

$$p_{06} = \max \{ {}_0^{1-av} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{I_6}{C_6}} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{0}{930}} \} = \max \{ {}_0^1 \} = 1$$

$$C_4 = P_{z,11} \cdot P_{012} \cdot G_4 = 0,921 \cdot 0,954 \cdot 474 = \mathbf{417 \text{ pvoz/h}}$$

$$C_{10} = P_{z,5} \cdot P_{06} \cdot G_{10} = 0,918 \cdot 1 \cdot 499 = \mathbf{458 \text{ pvoz/h}}$$

4.7 Rezerva kapacity

Rezerva kapacity R jízdního pruhu vychází vždy z kapacity příslušného jízdního pruhu, který by měl být větší než intenzita dopravního proudu v tomto jízdním pruhu. [3]

$$R_1 = C_1 - I_1 = 1064 - 80 = \mathbf{984 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_7 = C_7 - I_7 = 1108 - 1 = \mathbf{1107 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_6 = C_6 - I_6 = 930 - 0 = \mathbf{930 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_{12} = C_{12} - I_{12} = 947 - 43 = \mathbf{904 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_5 = C_5 - I_5 = 452 - 3 = \mathbf{449 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_{11} = C_{11} - I_{11} = 491 - 1 = \mathbf{490 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_4 = C_4 - I_4 = 417 - 5 = \mathbf{412 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_{10} = C_{10} - I_{10} = 458 - 82 = \mathbf{376 \text{ pvoz/h}}$$

4.8 Rezerva kapacity vyjádřená v procentech

$$R_1 = 1 - \frac{I_1}{C_1} \cdot 100 = 1 - \frac{80}{1064} \cdot 100 = \mathbf{92,48\%}$$

$$R_7 = 1 - \frac{I_7}{C_7} \cdot 100 = 1 - \frac{1}{1108} \cdot 100 = \mathbf{99,9\%}$$

$$R_6 = 1 - \frac{I_6}{C_6} \cdot 100 = 1 - \frac{0}{930} \cdot 100 = \mathbf{100\%}$$

$$R_{12} = 1 - \frac{I_{12}}{C_{12}} \cdot 100 = 1 - \frac{43}{947} \cdot 100 = \mathbf{95,46\%}$$

$$R_5 = 1 - \frac{I_5}{C_5} \cdot 100 = 1 - \frac{3}{452} \cdot 100 = \mathbf{93,34\%}$$

$$R_{11} = 1 - \frac{I_{11}}{C_{11}} \cdot 100 = 1 - \frac{1}{491} \cdot 100 = \mathbf{99,79\%}$$

$$R_4 = 1 - \frac{I_4}{C_4} \cdot 100 = 1 - \frac{5}{417} \cdot 100 = \mathbf{98,8\%}$$

$$R_{10} = 1 - \frac{I_{10}}{C_{10}} \cdot 100 = 1 - \frac{82}{458} \cdot 100 = \mathbf{82,1\%}$$

4.9 Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy (ÚKD)

Střední doba zdržení t_w je závislá především na rezervě kapacity příslušného jízdního pruhu. Vzhledem k tomu, že výpočet střední doby zdržení t_w je poměrně komplikovaný, lze pro orientační určení této doby a ÚKD použít graf, který jsem uvedl v příloze 4.

$$t_{w1} = 2s \quad \Rightarrow \quad \mathbf{ÚKD = A}$$

$$t_{w7} = 1s \quad \Rightarrow \quad \mathbf{ÚKD = A}$$

$$t_{w6} = 2s \quad \Rightarrow \quad \mathbf{ÚKD = A}$$

$$t_{w12} = 2s \quad \Rightarrow \quad \mathbf{ÚKD = A}$$

$$t_{w5} = 8s \quad \Rightarrow \quad \mathbf{ÚKD = A}$$

$$t_{w11} = 7s \quad \Rightarrow \quad \mathbf{ÚKD = A}$$

$$t_{w4} = 9s \quad \Rightarrow \quad \mathbf{ÚKD = A}$$

$$t_{w10} = 11s \quad \Rightarrow \quad \mathbf{ÚKD = A}$$

4.10 Délka fronty na vjezdech

Délka fronty na vjezdech $N_{95\%}$ do neřízené křižovatky se dimenzuje na 95% pravděpodobnosti uvažované délky T_0 znamená, že v 95% času během špičkové hodiny je fronta kratší než udává hodnota $N_{95\%}$, ve zbývajících 5 % času se přípouští fronta vozidel delší. [3] Délku fronty $N_{95\%}$ lze určit ze stupně vytížení a grafu, uvedeném v příloze 5.

$$a_{v,1} = \frac{I_1}{C_1} = \frac{80}{1064} = \mathbf{0,0751} \quad \mathbf{N_{95\%} \Rightarrow 2 \text{ m}}$$

$$a_{v,7} = \frac{I_7}{C_7} = \frac{1}{1108} = \mathbf{0,0009} \quad \mathbf{N_{95\%} \Rightarrow 1 \text{ m}}$$

$$a_{v,6} = \frac{I_6}{C_6} = \frac{0}{930} = \mathbf{0} \quad \mathbf{N_{95\%} \Rightarrow 0 \text{ m}}$$

$$a_{v,12} = \frac{I_{12}}{C_{12}} = \frac{43}{947} = \mathbf{0,0454} \quad \mathbf{N_{95\%} \Rightarrow 2 \text{ m}}$$

$$a_{v,5} = \frac{I_5}{C_5} = \frac{3}{452} = \mathbf{0,006} \quad \mathbf{N_{95\%} \Rightarrow 1 \text{ m}}$$

$$a_{v,11} = \frac{I_{11}}{C_{11}} = \frac{1}{491} = \mathbf{0,002} \quad \mathbf{N_{95\%} \Rightarrow 1 \text{ m}}$$

$$a_{v,4} = \frac{I_4}{C_4} = \frac{5}{417} = \mathbf{0,01} \quad \mathbf{N_{95\%} \Rightarrow 2 \text{ m}}$$

$$a_{v,10} = \frac{I_{10}}{C_{10}} = \frac{82}{458} = \mathbf{0,18} \quad \mathbf{N_{95\%} \Rightarrow 3 \text{ m}}$$

4.11 Zhodnocení výpočtu

Výpočet průsečné křižovatky II/471 a III/4712 vyhoví pro kapacitní posouzení dle TP 188. Výsledkem je úroveň kvality dopravy typu A, doba zdržení na křižovatce v maximální délce 11 s, a délkou front na vjezdech v maximální délce 3 m.

5. KAPACITNÍ VÝPOČET KŘÍŽOVATKY DLE TP 188 - NÁVRHOVÉ OBDOBÍ

Pro výpočet kapacity dané průsečné křižovatky jsem použil TP 188. *Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek*

5.1 Přepočítání na přepočtená vozidla

Pro účely kapacitního výpočtu jsem provedl přenásobení skladby dopravních proudů koeficienty podle tabulky v TP 188. Výsledné hodnoty přepočtených vozidel z jednotlivých ramen jsem uvedl v tabulce č. 9. Pro výpočet návrhového období se musí zohlednit koeficienty pro přepočítání na rok 2035 dle TP 225. [9]

Tab. 8: Přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu průsečné křižovatky [8]

Typ křižovatky	Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla ¹	Nákladní vozidla, autobusy ²	Nákladní vozidla, kloubové autobusy
Průsečné a stykové	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0

¹ Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti
² Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy

Tab. 9: Přepočtená vozidla pro výhledový stav

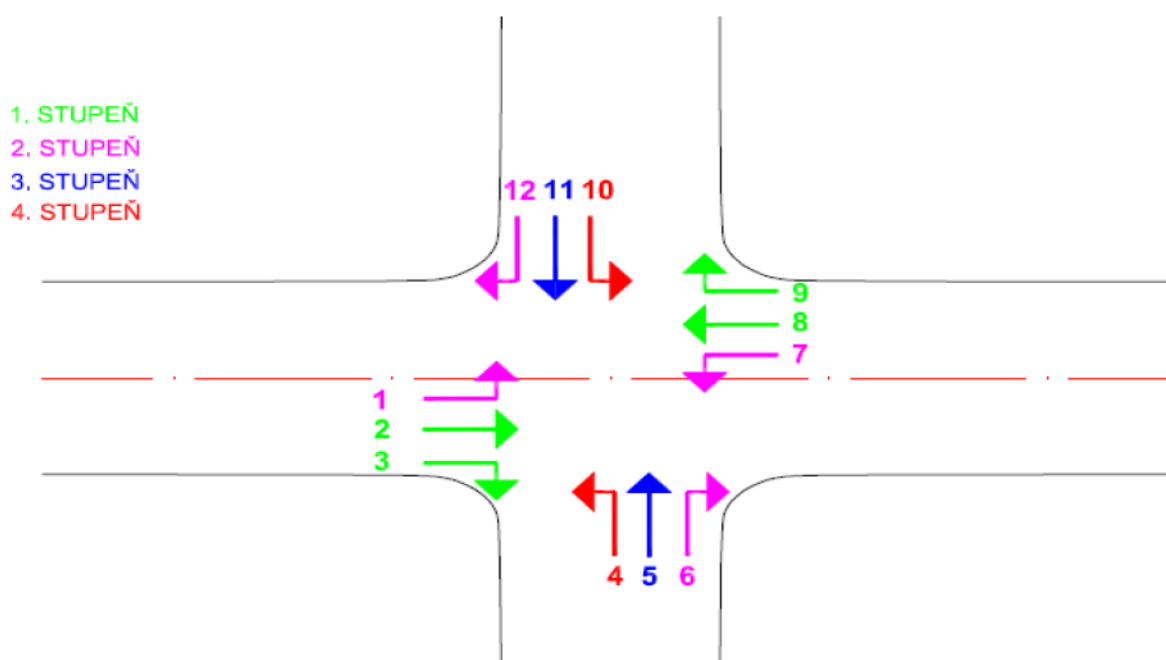
Rameno		Osobní	BUS	cyklisté	Nákladní	celkem	přepočítání (pvoz/h)	výhledový stav 2035 (pvoz/h)
A do	B	76	0	0	3	79	82	121
	C	0	0	1	0	1	1	2
	D	34	3	1	2	40	43	64
B do	A	125	4	1	1	131	134	197
	C	0	0	1	0	1	1	2
	D	153	2	1	5	161	167	246
C do	A	2	0	1	0	3	3	5
	B	0	0	0	0	0	0	0
	D	2	0	5	0	7	5	8
D do	A	74	1	8	0	83	80	118
	B	240	5	7	1	253	253	372
	C	0	0	4	0	4	2	3
SOUČET		706	15	30	12	763	771	1138

5.2 Určení stupně podřazenosti dopravních proudů

Na **průsečných** neřízených úroňových křižovatkách jsou **čtyři** stupně podřazenosti jednotlivých dopravních proudů. [3]

Schematické zobrazení číslování je zobrazeno v obrázku č. 9.

- **1. stupeň podřazenosti** řadíme dopravní proudy, které jsou nad ostatními dopravními proudy nadřazený
- **2. stupeň podřazenosti** řadíme dopravní proudy, které dávají přednost v jízdě dopravním proudům 1. stupně
- **3. stupeň podřazenosti** řadíme dopravní proudy, které dávají přednost v jízdě jednak dopravním proudům 1. stupně a jednak dopravním proudům 2. stupně
- **4. Stupeň podřazenosti** Jsou to ty dopravní proudy, které musí dát přednost v jízdě dopravním proudům 1., 2. a také 3. stupně



Obr. 9: Stupně podřazenosti dopr. proudů

1. stupeň

Mezi proudy prvního stupně patří průběžný proud na hlavní komunikaci a odbočení do prava na hlavní komunikaci. Proudů 1. stupně ale nedávají nikomu přednost a proto se **neposuzují**. [3]

2. stupeň

Mezi proudy 2. stupně patří odbočení vlevo z hlavní komunikace a odbočení vpravo z vedlejší komunikace. [3]

$$I_{H1} = I_8 + I_9 = 246 + 197 = \mathbf{443 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H6} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 = 372 + 0,5 \cdot 3 = \mathbf{374 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H12} = I_8 + 0,5 \cdot I_9 = 246 + 0,5 \cdot 197 = \mathbf{345 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H7} = I_2 + I_3 = 372 + 3 = \mathbf{375 \text{ pvoz/h}}$$

3. stupeň

Mezi proudy 3. stupně patří přímý průjezd rovně z vedlejší komunikace. [3]

$$I_{H5} = I_1 + I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_7 + I_8 + I_9 = \\ 118 + 372 + 0,5 \cdot 3 + 2 + 246 + 197 = \mathbf{937 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H11} = I_7 + 0,5 \cdot I_9 + I_8 + I_1 + I_2 + I_3 = \\ 2 + 0,5 \cdot 197 + 246 + 118 + 372 + 3 = \mathbf{840 \text{ pvoz/h}}$$

4. stupeň

Mezi proudy 4. stupně patří odbočení vlevo z vedlejší komunikace. [3]

$$I_{H4} = I_1 + I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_7 + I_8 + 0,5 \cdot I_9 + I_{11} + I_{12} = \\ 118 + 372 + 0,5 \cdot 3 + 2 + 246 + 0,5 \cdot 197 + 2 + 64 = \mathbf{1003 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H10} = I_1 + I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8 + 0,5 \cdot I_9 = \\ 118 + 372 + 0,5 \cdot 3 + 5 + 0 + 2 + 246 + 0,5 \cdot 197 = \mathbf{843 \text{ pvoz/h}}$$

5.3 Kritické mezery

Neboli **kritický časový odstup** - je střední hodnota přijatelných časových odstupů na křižovatce (všech řidičů) v daných vnějších podmínkách. [3]

Velikost střední hodnoty **kritické mezery** se určuje podle druhu dopravního proudu a podle rychlosti $v_{85\%}$, která je stanovena na hlavní pozemní komunikaci sledované křižovatky. [3]

Střední hodnota kritické mezery se označuje symbolem t_g a určí se z upravené tabulky z TP 188, který jsem uvedl v příloze č. 2.

$$t_{g,1} = 3,4 + 0,021 \cdot V_{85\%} = 4,45s$$

$$t_{g,7} = 3,4 + 0,021 \cdot V_{85\%} = 4,45s$$

$$t_{g,6} = 2,8 + 0,038 \cdot V_{85\%} = 4,7s$$

$$t_{g,12} = 2,8 + 0,038 \cdot V_{85\%} = 4,7s$$

$$t_{g,5} = 4,4 + 0,036 \cdot V_{85\%} = 6,2s$$

$$t_{g,11} = 4,4 + 0,036 \cdot V_{85\%} = 6,2s$$

$$t_{g,4} = 5,2 + 0,022 \cdot V_{85\%} = 6,3s$$

$$t_{g,10} = 5,2 + 0,022 \cdot V_{85\%} = 6,3s$$

5.4 Následné mezery

Neboli **následný časový odstup** - je střední hodnota časových odstupů mezi dvěma následujícími vozidly podřazeného dopravního proudu, které se nacházejí ve frontě za sebou a zařazují se do stejné časové mezery (odstupů) v nadřazeném dopravním proudu nebo v této mezeře (odstupu) nadřazené dopravní proudy křižují. [3]

Pro určení střední hodnoty **následné mezery** t_f je rozhodující jednak opět druh dopravního proudu a jednak konkrétní úprava přednosti v jízdě na vedlejší pozemní komunikaci (tzn., je-li zde použita svislá dopravní značka č. P 4 „Dej přednost v jízdě!“ nebo č. P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“). [3]

Velikosti následných mezer se určí z upravené tabulky z TP 188, kterou jsem uvedl v příloze č. 3.

$$t_{f,1} = 2,6 \text{ s}$$

$$t_{f,7} = 2,6 \text{ s}$$

$$t_{f,6} = 3,1 \text{ s}$$

$$t_{f,12} = 3,1 \text{ s}$$

$$t_{f,5} = 3,3 \text{ s}$$

$$t_{f,11} = 3,3 \text{ s}$$

$$t_{f,4} = 3,5 \text{ s}$$

$$t_{f,10} = 3,5 \text{ s}$$

5.5 Základní kapacita dopravních proudů

Jedná se o maximální počet vozidel z podřazeného dopravního proudu, která mohou projet křižovatkou v časové mezeře mezi vozidly nadřazených dopravních proudů. Základní kapacita se pak určuje v závislosti na stupni podřizenosti. [3]

$$G_1 = \frac{3600}{t_{f1}} \cdot e^{-\frac{lh_1}{3600} \cdot (tg_1 - \frac{tf_1}{2})} = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{443}{3600} \cdot (4,45 - \frac{2,6}{2})} = \mathbf{940 \text{ pvoz/h}}$$

$$G_7 = \frac{3600}{t_{f7}} \cdot e^{-\frac{lh_7}{3600} \cdot (tg_7 - \frac{tf_7}{2})} = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{375}{3600} \cdot (4,45 - \frac{2,6}{2})} = \mathbf{998 \text{ pvoz/h}}$$

$$G_6 = \frac{3600}{t_{f6}} \cdot e^{-\frac{lh_6}{3600} \cdot (tg_6 - \frac{tf_6}{2})} = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{374}{3600} \cdot (4,7 - \frac{3,1}{2})} = \mathbf{838 \text{ pvoz/h}}$$

$$G_{12} = \frac{3600}{t_{f12}} \cdot e^{-\frac{lh_{12}}{3600} \cdot (tg_{12} - \frac{tf_{12}}{2})} = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{345}{3600} \cdot (4,7 - \frac{3,1}{2})} = \mathbf{858 \text{ pvoz/h}}$$

$$G_5 = \frac{3600}{t_{f5}} \cdot e^{-\frac{lh_5}{3600} \cdot (tg_5 - \frac{tf_5}{2})} = \frac{3600}{3,3} \cdot e^{-\frac{937}{3600} \cdot (6,2 - \frac{3,3}{2})} = \mathbf{334 \text{ pvoz/h}}$$

$$G_{11} = \frac{3600}{t_{f11}} \cdot e^{-\frac{lh_{11}}{3600} \cdot (tg_{11} - \frac{tf_{11}}{2})} = \frac{3600}{3,3} \cdot e^{-\frac{840}{3600} \cdot (6,2 - \frac{3,3}{2})} = \mathbf{378 \text{ pvoz/h}}$$

$$G_4 = \frac{3600}{t_{f4}} \cdot e^{-\frac{lh_4}{3600} \cdot (tg_4 - \frac{tf_4}{2})} = \frac{3600}{3,5} \cdot e^{-\frac{1003}{3600} \cdot (6,3 - \frac{3,5}{2})} = \mathbf{290 \text{ pvoz/h}}$$

$$G_{10} = \frac{3600}{t_{f10}} \cdot e^{-\frac{lh_{10}}{3600} \cdot (tg_{10} - \frac{tf_{10}}{2})} = \frac{3600}{3,5} \cdot e^{-\frac{843}{3600} \cdot (6,3 - \frac{3,5}{2})} = \mathbf{355 \text{ pvoz/h}}$$

5.6 Kapacita dopravních proudů

V případě **dopravních proudů 1. stupně** se kapacita těchto dopravních proudů rovná kapacitě volně se pohybujících dopravních proudů. Obecně se udává hodnotou **1 800 pvoz/h**. [3]

$$C_2, C_3, C_8, C_9 = 1800 \text{ pvoz/h}$$

Pro kapacitu **dopravních proudů 2. stupně** platí rovnost se základní kapacitou, tzn.:

$$C_n = G_n,$$

$$C_1 = G_1 = 940 \text{ pvoz/h}$$

$$C_7 = G_7 = 998 \text{ pvoz/h}$$

$$C_6 = G_6 = 838 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{12} = G_{12} = 858 \text{ pvoz/h}$$

Kapacita **dopravních proudů 3. a 4. stupně** bývá vždy nižší než základní kapacita vlivem nadřazených proudů, u kterých s rostoucím stupněm vytížení roste přímo úměrně pravděpodobnost výskytu vzniku fronty vozidel [3]:

- pro **dopravní proudy 3. stupně** podřazenosti se pak zohledňuje tzv. pravděpodobnost nevzdutí dopravních proudů 2. stupně
- pro **dopravní proudy 4. stupně** podřazenosti (vyskytující se jen u průsečných křižovatek) zohledňujeme pravděpodobnost nevzdutí dopravních proudů 2. stupně a současně také dopravních proudů 3. stupně

3. stupeň

$$p_{01} = \max \{ {}_0^{1-av} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{I_1}{C_1}} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{118}{940}} \} = \max \{ {}_0^{0,925} \} = 0,875$$

$$p_{07} = \max \{ {}_0^{1-av} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{I_7}{C_7}} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{2}{998}} \} = \max \{ {}_0^1 \} = 0,998$$

$$p_x = p_{01} \cdot p_{07} = 0,875 \cdot 0,998 = 0,874$$

$$C_5 = p_x \cdot G_5 = 0,874 \cdot 334 = \mathbf{292 \text{ pvoz/h}}$$

$$C_{11} = p_x \cdot G_{11} = 0,874 \cdot 378 = \mathbf{331 \text{ pvoz/h}}$$

4. stupeň

$$p_x = p_{01} \cdot p_{07} = 0,875 \cdot 0,998 = 0,874$$

$$P_{z,11} = \frac{1}{1 + \frac{1-P_x + 1-P_{011}}{P_x + P_{011}}} = \frac{1}{1 + \frac{1-0,874 + 1-0,994}{0,874 + 0,994}} = 0,869$$

$$P_{z,5} = \frac{1}{1 + \frac{1-P_x + 1-P_{05}}{P_x + P_{05}}} = \frac{1}{1 + \frac{1-0,874 + 1-0,983}{0,874 + 0,983}} = 0,861$$

$$p_{011} = \max \{ {}_0^{1-av} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{I_{11}}{C_{11}}} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{2}{331}} \} = \max \{ {}_0^{0,994} \} = 0,994$$

$$p_{012} = \max \{ {}_0^{1-av} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{I_{12}}{C_{12}}} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{64}{858}} \} = \max \{ {}_0^{0,925} \} = 0,925$$

$$p_{05} = \max \{ {}_0^{1-av} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{I_5}{C_5}} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{5}{292}} \} = \max \{ {}_0^{0,983} \} = 0,983$$

$$p_{06} = \max \{ {}_0^{1-av} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{I_6}{C_6}} \} = \max \{ {}_0^{1-\frac{0}{838}} \} = \max \{ {}_0^1 \} = 1$$

$$C_4 = P_{z,11} \cdot P_{012} \cdot G_4 = 0,869 \cdot 0,925 \cdot 290 = \mathbf{234 \text{ pvoz/h}}$$

$$C_{10} = P_{z,5} \cdot P_{06} \cdot G_{10} = 0,861 \cdot 1 \cdot 355 = \mathbf{306 \text{ pvoz/h}}$$

5.7 Rezerva kapacity

Rezerva kapacity R jízdního pruhu vychází vždy z kapacity příslušného jízdního pruhu, který by měl být větší než intenzita dopravního proudu v tomto jízdním pruhu. [3]

$$R_1 = C_1 - I_1 = 940 - 118 = \mathbf{822 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_7 = C_7 - I_7 = 998 - 2 = \mathbf{996 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_6 = C_6 - I_6 = 838 - 0 = \mathbf{838 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_{12} = C_{12} - I_{12} = 858 - 64 = \mathbf{794 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_5 = C_5 - I_5 = 292 - 5 = \mathbf{287 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_{11} = C_{11} - I_{11} = 331 - 2 = \mathbf{329 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_4 = C_4 - I_4 = 234 - 8 = \mathbf{226 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_{10} = C_{10} - I_{10} = 306 - 121 = \mathbf{185 \text{ pvoz/h}}$$

5.8 Rezerva kapacity vyjádřená v procentech

$$R_1 = 1 - \frac{I_1}{C_1} \cdot 100 = 1 - \frac{118}{940} \cdot 100 = \mathbf{87,45\%}$$

$$R_7 = 1 - \frac{I_7}{C_7} \cdot 100 = 1 - \frac{2}{998} \cdot 100 = \mathbf{99,8\%}$$

$$R_6 = 1 - \frac{I_6}{C_6} \cdot 100 = 1 - \frac{0}{838} \cdot 100 = \mathbf{100\%}$$

$$R_{12} = 1 - \frac{I_{12}}{C_{12}} \cdot 100 = 1 - \frac{64}{858} \cdot 100 = \mathbf{92,54\%}$$

$$R_5 = 1 - \frac{I_5}{C_5} \cdot 100 = 1 - \frac{5}{292} \cdot 100 = \mathbf{98,28\%}$$

$$R_{11} = 1 - \frac{I_{11}}{C_{11}} \cdot 100 = 1 - \frac{2}{331} \cdot 100 = \mathbf{99,39\%}$$

$$R_4 = 1 - \frac{I_4}{C_4} \cdot 100 = 1 - \frac{8}{234} \cdot 100 = \mathbf{96,6\%}$$

$$R_{10} = 1 - \frac{I_{10}}{C_{10}} \cdot 100 = 1 - \frac{121}{306} \cdot 100 = \mathbf{60,46\%}$$

5.9 Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy (ÚKD)

Střední doba zdržení t_w je závislá především na rezervě kapacity příslušného jízdního pruhu. Vzhledem k tomu, že výpočet střední doby zdržení t_w je poměrně komplikovaný, lze pro orientační určení této doby a ÚKD použít graf, který jsem uvedl v příloze č. 4.

$$t_{w1} = 3s \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w7} = 2s \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w6} = 3s \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w12} = 4s \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w5} = 14s \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{B}$$

$$t_{w11} = 12s \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{B}$$

$$t_{w4} = 17s \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{B}$$

$$t_{w10} = 19s \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{B}$$

5.10 Délka fronty na vjezdech

Délka fronty na vjezdech $N_{95\%}$ do neřízené křižovatky se dimenzuje na 95% pravděpodobnosti uvažované délky. To znamená, že v 95% času během špičkové hodiny je fronta kratší než udává hodnota $N_{95\%}$, ve zbývajících 5 % času se připouští fronta vozidel delší. [3] Délku fronty $N_{95\%}$ lze určit ze stupně vytížení a grafu, uvedeném v příloze č. 5.

$$a_{v,1} = \frac{I_1}{C_1} = \frac{118}{940} = \mathbf{0,126} \quad N_{95\%} \Rightarrow \mathbf{4 \text{ m}}$$

$$a_{v,7} = \frac{I_7}{C_7} = \frac{2}{998} = \mathbf{0,002} \quad N_{95\%} \Rightarrow \mathbf{1 \text{ m}}$$

$$a_{v,6} = \frac{I_6}{C_6} = \frac{0}{838} = \mathbf{0} \quad N_{95\%} \Rightarrow \mathbf{0 \text{ m}}$$

$$a_{v,12} = \frac{I_{12}}{C_{12}} = \frac{64}{858} = \mathbf{0,0746} \quad N_{95\%} \Rightarrow \mathbf{2 \text{ m}}$$

$$a_{v,5} = \frac{I_5}{C_5} = \frac{5}{292} = \mathbf{0,0171} \quad N_{95\%} \Rightarrow \mathbf{2 \text{ m}}$$

$$a_{v,11} = \frac{I_{11}}{C_{11}} = \frac{2}{331} = \mathbf{0,006} \quad N_{95\%} \Rightarrow \mathbf{1 \text{ m}}$$

$$a_{v,4} = \frac{I_4}{C_4} = \frac{8}{234} = \mathbf{0,0034} \quad N_{95\%} \Rightarrow \mathbf{1 \text{ m}}$$

$$a_{v,10} = \frac{I_{10}}{C_{10}} = \frac{121}{306} = \mathbf{0,395} \quad N_{95\%} \Rightarrow \mathbf{7 \text{ m}}$$

5.11 Zhodnocení výpočtu

Výpočet průsečné křižovatky II/471 a III/4712 pro návrhové období na rok 2035 vyhoví pro kapacitní posouzení dle TP 188. Výsledkem je snížení úrovně kvality dopravy z typu A z původního stavu na typ B. Doby zdržení na křižovatce se zhorší, ne však do délky větší než 19 s. Délka front na vjezdech je v maximální délce 7 m.

6. KAPACITNÍ VÝPOČET NÁVRHU OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKY DLE TP 234

Pro výpočet kapacity okružní křižovatky jsem použil TP 234. *Posuzování kapacity okružních křižovatek* [10]

Analýza současného stavu křižovatky se provádí na intenzity dopravy zjištěné dopravním průzkumem. Zohlednění skladby dopravních proudů se provede přenásobením intenzit dopravy přepočtovými koeficienty. [10]

Tab. 10: Přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu pro OK [10]

Typ křižovatky	Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla ¹	Nákladní vozidla, autobusy ²	Nákladní vozidla, koubové autobusy
Okružní křižovatky	0,5 pvoz	0,8 pvoz	1,0 pvoz	2,0 pvoz	3,0 pvoz

¹ Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti
² Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy

Tab. 11: Intenzity vozidel z dopravního průzkumu upravené pro OK

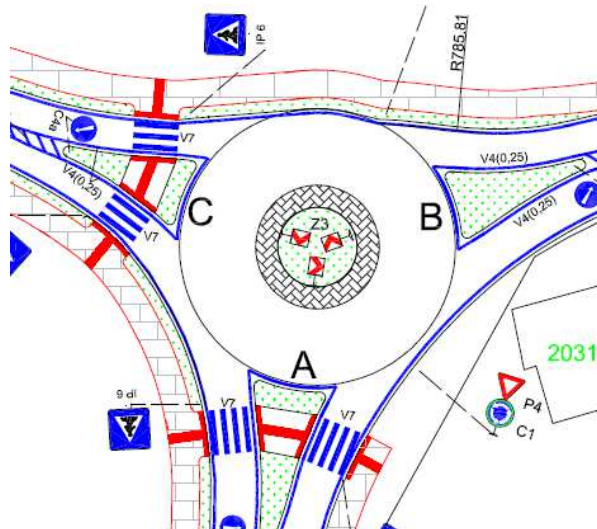
Rameno		Osobní	BUS	cyklisté	Nákladní	celkem	přepočet (pvoz/h)
A do	B	76	0	0	3	79	85
	C	34	3	2	2	41	47
B do	A	125	4	1	1	131	137
	C	153	2	2	5	162	176
C do	A	76	1	9	0	86	86
	B	240	5	11	1	257	258
SOUČET		704	15	25	12	761	785

Pro označení ramen jsem použil písmena A, B a C. Jelikož jsem zhotovil návrh na tři ramennou OK vypadlo oproti původnímu stavu jedno rameno. Značení jsem provedl následovně:

Rameno A - směr z obce Rychvald

Rameno B - směr z obce Dolní Lutyně

Rameno C - směr z obce Bohumín



Obr. 10: Značení ramen OK

6.1 Kapacitní posouzení vjezdů

Kapacita vjezdu do okružní křižovatky je dána vztahem [10]:

$$C_i = 3600 \cdot \left(1 - \frac{\Delta \cdot I_{k,i}}{n_k \cdot 3600}\right)^{n_k} \cdot \frac{n_{i,koef}}{t_f} \cdot e^{\frac{-I_{k,i}}{3600} \cdot (t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta)}$$

- Δ Minimální časový odstup mezi vozidly jedoucími na okruhu za sebou
- I_k Intenzita dopravy na okruhu
- n_k Počet jízdnic pruhů na okružním páse
- $n_{i,koef}$ Koeficient zohledňující počet pruhů na vjezdu (jeden pruh = 1, dva pruhu = 1,5)
- t_f Následná mezera (závisí na poloměru vjezdu)
- t_g Kritický časový odstup (závisí na vzdálenosti kolizních bodů)

6.2 Rezerva kapacity

Před stanovením hodnoty t_w vyjadřované v sekundách se ze znalosti návrhové intenzity dopravních proudů a vypočtené kapacity pruhu stanoví rezerva kapacity podle vztahu [10]:

$$R_{ez} = C_i - I_i$$

- C_i kapacita vjezdu [pvoz/h]
- I_i intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h]

6.3 Střední doby zdržení a ÚKD

Vzhledem k tomu, že výpočet střední doby zdržení t_w je poměrně komplikovaný, lze pro orientační určení této doby a ÚKD použít graf, který jsem uvedl v příloze č. 4.

6.4 Stupeň vytížení a délka fronty na vjezdech

Délka fronty na vjezdech do neřízené křižovatky se dimenzuje na 95% pravděpodobnost uvažované délky fronty. Stupeň vytížení je dán následujícím vztahem[10]:

$$av = \frac{I_n}{C_n}$$

a_v je stupeň vytížení [-]

I_n návrhová intenzita dopravního proudu n [pvoz/h],

C_n kapacita pruhu dopravního proudu n [pvozlh].

6.5 Kapacita výjezdu

Základní kapacita výjezdu z okružní křižovatky je dána vztahem [10] :

$$C_e = \frac{3600 \times n_{e,koef}}{t_f}$$

C_e kapacita výjezdu [voz/h],

$n_{e,koef}$ koeficient zohledňující počet pruhů na výjezdu [-]

6.6 Posouzení kapacity

Pro každý výjezd okružní křižovatky se vypočte stupeň vytížení av [10]

$$av = \frac{I_n}{C_n}$$

a_v je stupeň vytížení [-]

I_n návrhová intenzita dopravního proudu n [pvoz/h],

C_n kapacita pruhu dopravního proudu n [pvozlh].

Pokud je $av < 0,9$ výjezd kapacitně vyhovuje, pro $av \sim 0,9$ výjezd kapacitně nevyhovuje.

6.7 Kapacitní výpočet ramene A

Kapacita vjezdu

$$I_{kA} = I_{B-C} = 176 \text{ pvoz}$$

$$n_k = 1$$

$$n_{i,koef} = 1$$

$$t_g = 5,6 - 0,1 \cdot b = 5,6 - 0,1 \cdot 14 = 4,2 \text{ s}$$

$$t_f = 2,6 \text{ s}$$

$$\Delta = 2,1 \text{ s}$$

$$C_i = 3600 \cdot \left(1 - \frac{\Delta \cdot I_{k,i}}{n_k \cdot 3600}\right)^{n_k} \cdot \frac{n_{i,koef}}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_{k,i}}{3600} \cdot (t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta)}$$

$$C_{iA} = 3600 \cdot \left(1 - \frac{2,1 \times 176}{1 \times 3600}\right)^1 \cdot \frac{1}{2,6} \cdot e^{-\frac{176}{3600} \cdot (4,2 - \frac{2,6}{2} - 2,1)} = \mathbf{1194 \text{ pvoz/h}}$$

Rezerva kapacity

$$R_A = C_{iA} - I_{iA} = 1194 - 132 = \mathbf{1062 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_A = 1 - \frac{I_{iA}}{C_{iA}} \times 100 = 1 - \frac{132}{1062} \times 100 = \mathbf{88,13\%}$$

Střední doba zdržení a ÚKD

$$t_w = 2 \text{ s} \Rightarrow \mathbf{\dot{U}KD = A}$$

Stupeň vytížení a délka fronty na vjezdech

$$av_{iA} = \frac{I_{iA}}{C_{iA}} = \frac{132}{1194} = \mathbf{0,11} \quad \mathbf{N_{95\%} \Rightarrow 6 \text{ m}}$$

Kapacita výjezdu

$$C_{eA} = \frac{3600 \times n_{e,koef}}{t_f} = \frac{3600 \times 1}{2,4} = \mathbf{1500 \text{ voz/h}}$$

Stupeň vytížení výjezdu

$$av_{eA} = \frac{I_{eA}}{C_{eA}} = \frac{223}{1500} = \mathbf{0,148}$$

Pro vjezd i pro výjezd rameno kapacitně vyhoví.

6.8 Kapacitní výpočet ramene B

Kapacita vjezdu

$$I_{k,B} = I_{C-A} = 86 \text{ pvoz}$$

$$n_k = 1$$

$$n_{i,koef} = 1$$

$$t_g = 5,6 - 0,1 \cdot b = 5,6 - 0,1 \cdot 15 = 4,1 \text{ s}$$

$$t_f = 2,6 \text{ s}$$

$$\Delta = 2,1 \text{ s}$$

$$C_i = 3600 \cdot \left(1 - \frac{\Delta \cdot I_{k,i}}{n_k \cdot 3600}\right)^{n_k} \cdot \frac{n_{i,koef}}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_{k,i}}{3600} \cdot (t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta)}$$

$$C_{iB} = 3600 \cdot \left(1 - \frac{2,1 \times 86}{1 \times 3600}\right)^1 \cdot \frac{1}{2,6} \cdot e^{-\frac{86}{3600} \cdot (4,1 - \frac{2,6}{2} - 2,1)} = \mathbf{1290 \text{ pvoz/h}}$$

Rezerva kapacity

$$R_B = C_B - I_B = 1290 - 313 = \mathbf{977 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_B = 1 - \frac{I_B}{C_B} \times 100 = 1 - \frac{313}{1290} \times 100 = \mathbf{75,73\%}$$

Střední doba zdržení a ÚKD

$$t_w = 4 \text{ s} \Rightarrow \quad \mathbf{\text{ÚKD} = A}$$

délka fronty na vjezdech

$$av_{iB} = \frac{I_B}{C_B} = \frac{313}{1290} = \mathbf{0,24} \quad \mathbf{N_{95\%} \Rightarrow 10 \text{ m}}$$

Kapacita výjezdu

$$C_{eB} = \frac{3600 \times n_{e,koef}}{t_f} = \frac{3600 \times 1}{2,4} = \mathbf{1500 \text{ voz/h}}$$

Stupeň vytížení výjezdu

$$av_{eB} = \frac{I_{eB}}{C_{eB}} = \frac{343}{1500} = \mathbf{0,228}$$

Pro vjezd i pro výjezd rameno kapacitně vyhoví.

6.9 Kapacitní výpočet ramene C

Kapacita vjezdu

$$I_{kC} = I_{B-A} = 137 \text{ pvoz}$$

$$n_k = 1$$

$$n_{i,koef} = 1$$

$$t_g = 5,6 - 0,1 \cdot b = 5,6 - 0,1 \cdot 14 = 4,2 \text{ s}$$

$$t_f = 2,6 \text{ s}$$

$$\Delta = 2,1 \text{ s}$$

$$C_i = 3600 \cdot \left(1 - \frac{\Delta \cdot I_{k,i}}{n_k \cdot 3600}\right)^{n_k} \cdot \frac{n_{i,koef}}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_{k,i}}{3600} \cdot (t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta)}$$

$$C_{iB} = 3600 \cdot \left(1 - \frac{2,1 \times 85}{1 \times 3600}\right)^1 \cdot \frac{1}{2,6} \cdot e^{-\frac{137}{3600} \cdot (4,2 - \frac{2,6}{2} - 2,1)} = \mathbf{1235 \text{ pvoz/h}}$$

Rezerva kapacity

$$R_C = C_{iC} - I_{iC} = 1235 - 344 = \mathbf{891 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_C = 1 - \frac{I_{iC}}{C_{iC}} \times 100 = 1 - \frac{344}{1235} \times 100 = \mathbf{72,14\%}$$

Střední doba zdržení a ÚKD

$$t_{w1} = 4 \text{ s} \Rightarrow \mathbf{\dot{U}KD = A}$$

Stupeň vytížení a délka fronty na vjezdech

$$av_{iC} = \frac{I_{iC}}{C_{iC}} = \frac{344}{1235} = \mathbf{0,278} \quad \mathbf{N_{95\%} \Rightarrow 10 \text{ m}}$$

Kapacita výjezdu

$$C_{eC} = \frac{3600 \times n_{e,koef}}{t_f} = \frac{3600 \times 1}{2,4} = \mathbf{1500 \text{ voz/h}}$$

Stupeň vytížení výjezdu

$$av_{eC} = \frac{I_{eC}}{C_{eC}} = \frac{223}{1500} = \mathbf{0,148}$$

Pro vjezd i pro výjezd rameno kapacitně vyhoví.

6.10 Zhodnocení výpočtu

Všechna ramena okružní křižovatky vyhoví pro vjezd i pro výjezd dle TP 234 s úrovní kvality dopravy typu A.

7. KAPACITNÍ VÝPOČET NÁVRHU OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKY DLE TP 234 - NÁVRHOVÉ OBDOBÍ

Pro výpočet kapacity dané průsečné křižovatky jsem použil *Technické podmínky TP 234. Posuzování kapacity okružních křižovatek* [10]

Analýza současného stavu křižovatky se provádí na intenzity dopravy zjištěné dopravním průzkumem. Zohlednění skladby dopravních proudů se provede přenásobením intenzit dopravy přepočtovými koeficienty. [10]

Tab. 12: Přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu pro OK [10]

Typ křižovatky	Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla ¹	Nákladní vozidla, autobusy ²	Nákladní vozidla, kloubové autobusy
Okružní křižovatky	0,5 pvoz	0,8 pvoz	1,0 pvoz	2,0 pvoz	3,0 pvoz

¹ Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti
² Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy

Pro výpočet návrhového období se musí zohlednit koeficienty pro přepočet na rok 2035 dle TP 225. [9]

Tab. 13: Intenzity vozidel z dopravního průzkumu upravené pro OK

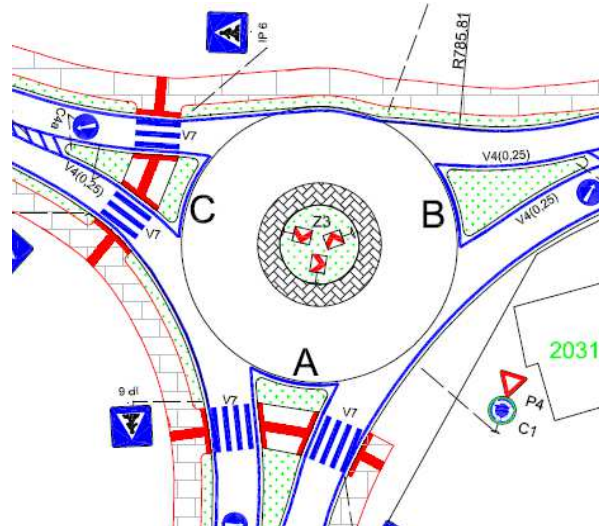
Rameno		Osobní	BUS	cyklisté	Nákladní	celkem	přepočet (pvoz/h)	výhledový stav 2035 (pvoz/h)
A do	B	76	0	0	3	79	85	125
	C	34	3	2	2	41	47	69
B do	A	125	4	1	1	131	137	202
	C	153	2	2	5	162	176	255
C do	A	76	1	9	0	86	86	127
	B	240	5	11	1	257	258	380
SOUČET		704	15	25	12	761	785	1154

Pro označení ramen jsem použil písmena A, B a C. Jelikož jsem zhotovil návrh na tři ramennou OK vypadlo oproti původnímu stavu jedno rameno. Značení jsem provedl následovně:

Rameno A - směr z obce Rychvald

Rameno B - směr z obce Dolní Lutyně

Rameno C - směr z obce Bohumín



Obr. 11: Značení ramen OK

7.1 Kapacitní posouzení vjezdů

Kapacita vjezdu do okružní křižovatky je dána vztahem [10]:

$$C_i = 3600 \cdot \left(1 - \frac{\Delta \cdot I_{k,i}}{n_k \cdot 3600}\right)^{n_k} \cdot \frac{n_{i,koef}}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_{k,i}}{3600} \cdot (t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta)}$$

Δ Minimální časový odstup mezi vozidly jedoucími na okruhu za sebou

I_k Intenzita dopravy na okruhu

n_k Počet jízdnicích pruhů na okružním páse

$n_{i,koef}$ Koeficient zohledňující počet pruhů na vjezdu (jeden pruh = 1, dva pruhu = 1,5)

t_f Následná mezera (závisí na poloměru vjezdu)

t_g Kritický časový odstup (závisí na vzdálenosti kolizních bodů)

7.2 Rezerva kapacity

Před stanovením hodnoty t_w vyjadřované v sekundách se ze znalosti návrhové intenzity dopravních proudů a vypočtené kapacity pruhu stanoví rezerva kapacity podle vztahu [10]:

$$R_{ez} = C_i - I_i$$

C_i kapacita vjezdu [pvoz/h]

I_i intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h]

7.3 Střední doby zdržení a ÚKD

Vzhledem k tomu, že výpočet střední doby zdržení t_w je poměrně komplikovaný, lze pro orientační určení této doby a ÚKD použít graf, který jsem uvedl v příloze 4.3.

7.4 Stupeň vytížení a délka fronty na vjezdech

Délka fronty na vjezdech do neřízené křižovatky se dimenzuje na 95% pravděpodobnost uvažované délky fronty. Stupeň vytížení je dán následujícím vztahem [10]:

$$av = \frac{I_n}{C_n}$$

a_v je stupeň vytížení [-]

I_n návrhová intenzita dopravního proudu n [pvoz/h],

C_n kapacita pruhu dopravního proudu n [pvozlh].

7.5 Kapacita výjezdu

Základní kapacita výjezdu z okružní křižovatky je dána vztahem [10] :

$$C_e = \frac{3600 \times n_{e,koef}}{t_f}$$

C_e kapacita výjezdu [voz/h],

$n_{e,koef}$ koeficient zohledňující počet pruhů na výjezdu [-]

7.6 Posouzení kapacity

Pro každý výjezd okružní křižovatky se vypočte stupeň vytížení av [10]

$$av = \frac{I_n}{C_n}$$

a_v je stupeň vytížení [-]

I_n návrhová intenzita dopravního proudu n [pvoz/h],

C_n kapacita pruhu dopravního proudu n [pvozlh].

Pokud je $av < 0,9$ výjezd kapacitně vyhovuje, pro $av \sim 0,9$ výjezd kapacitně nevyhovuje.

7.7 Kapacitní výpočet ramene A

Kapacita vjezdu

$$I_{kA} = I_{B-C} = 255 \text{ pvoz}$$

$$n_k = 1$$

$$n_{i,koef} = 1$$

$$t_g = 5,6 - 0,1 \cdot b = 5,6 - 0,1 \cdot 14 = 4,2 \text{ s}$$

$$t_f = 2,6 \text{ s}$$

$$\Delta = 2,1 \text{ s}$$

$$C_i = 3600 \cdot \left(1 - \frac{\Delta \cdot I_{k,i}}{n_k \cdot 3600}\right)^{n_k} \cdot \frac{n_{i,koef}}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_{k,i}}{3600} \cdot (t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta)}$$

$$C_{iA} = 3600 \cdot \left(1 - \frac{2,1 \times 255}{1 \times 3600}\right)^1 \cdot \frac{1}{2,6} \cdot e^{-\frac{255}{3600} \cdot (4,2 - \frac{2,6}{2} - 2,1)} = 1113 \text{ pvoz/h}$$

Rezerva kapacity

$$R_A = C_{iA} - I_{iA} = 1113 - 194 = 919 \text{ pvoz/h}$$

$$R_A = 1 - \frac{I_{iB}}{C_{iB}} \times 100 = 1 - \frac{194}{919} \times 100 = 78,89\%$$

Střední doba zdržení a ÚKD

$$t_w = 4 \text{ s} \Rightarrow \text{ÚKD} = A$$

Stupeň vytížení a délka fronty na vjezdech

$$av_{iA} = \frac{I_{iA}}{C_{iA}} = \frac{194}{919} = 0,211 \quad N_{95\%} \Rightarrow 10 \text{ m}$$

Kapacita výjezdu

$$C_{eA} = \frac{3600 \times n_{e,koef}}{t_f} = \frac{3600 \times 1}{2,4} = 1500 \text{ voz/h}$$

Stupeň vytížení výjezdu

$$av_{eA} = \frac{I_{eA}}{C_{eA}} = \frac{329}{1500} = 0,22$$

Pro vjezd i pro výjezd rameno kapacitně vyhoví.

7.8 Kapacitní výpočet ramene B

Kapacita vjezdu

$$I_{k,B} = I_{C-A} = 127 \text{ pvoz}$$

$$n_k = 1$$

$$n_{i,koef} = 1$$

$$t_g = 5,6 - 0,1 \cdot b = 5,6 - 0,1 \cdot 15 = 4,1 \text{ s}$$

$$t_f = 2,6 \text{ s}$$

$$\Delta = 2,1 \text{ s}$$

$$C_i = 3600 \cdot \left(1 - \frac{\Delta \cdot I_{k,i}}{n_k \cdot 3600}\right)^{n_k} \cdot \frac{n_{i,koef}}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_{k,i}}{3600} \cdot (t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta)}$$

$$C_{iB} = 3600 \cdot \left(1 - \frac{2,1 \times 127}{1 \times 3600}\right)^1 \cdot \frac{1}{2,6} \cdot e^{-\frac{127}{3600} \cdot (4,1 - \frac{2,6}{2} - 2,1)} = \mathbf{1251 \text{ pvoz/h}}$$

Rezerva kapacity

$$R_B = C_B - I_B = 1251 - 457 = \mathbf{794 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_B = 1 - \frac{I_B}{C_B} \times 100 = 1 - \frac{457}{1251} \times 100 = \mathbf{63,46\%}$$

Střední doba zdržení a ÚKD

$$t_w = 5 \text{ s} \Rightarrow \quad \mathbf{\dot{U}KD = A}$$

Stupeň vytížení a délka fronty na vjezdech

$$av_{iB} = \frac{I_B}{C_B} = \frac{457}{1251} = \mathbf{0,365} \quad \mathbf{N_{95\%} \Rightarrow 12 \text{ m}}$$

Kapacita výjezdu

$$C_{eB} = \frac{3600 \times n_{e,koef}}{t_f} = \frac{3600 \times 1}{2,4} = \mathbf{1500 \text{ voz/h}}$$

Stupeň vytížení výjezdu

$$av_{eB} = \frac{I_{eB}}{C_{eB}} = \frac{505}{1500} = \mathbf{0,336}$$

Pro vjezd i pro výjezd rameno kapacitně vyhoví.

7.9 Kapacitní výpočet ramene C

Kapacita vjezdu

$$I_{kC} = I_{A-B} = 202 \text{ pvoz}$$

$$n_k = 1$$

$$n_{i,koef} = 1$$

$$t_g = 5,6 - 0,1 \cdot b = 5,6 - 0,1 \cdot 14 = 4,2 \text{ s}$$

$$t_f = 2,6 \text{ s}$$

$$\Delta = 2,1 \text{ s}$$

$$C_i = 3600 \cdot \left(1 - \frac{\Delta \cdot I_{k,i}}{n_k \cdot 3600}\right)^{n_k} \cdot \frac{n_{i,koef}}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_{k,i}}{3600} \cdot (t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta)}$$

$$C_{iB} = 3600 \cdot \left(1 - \frac{2,1 \times 202}{1 \times 3600}\right)^1 \cdot \frac{1}{2,6} \cdot e^{-\frac{202}{3600} \cdot (4,2 - \frac{2,6}{2} - 2,1)} = \mathbf{1167 \text{ pvoz/h}}$$

Rezerva kapacity

$$R_C = C_{iC} - I_{iC} = 1167 - 507 = \mathbf{660 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_C = 1 - \frac{I_{iC}}{C_{iC}} \times 100 = 1 - \frac{507}{1167} \times 100 = \mathbf{56,55\%}$$

Střední doba zdržení a ÚKD

$$t_{w1} = 7 \text{ s} \Rightarrow \mathbf{\text{ÚKD} = A}$$

Stupeň vytížení a délka fronty na vjezdech

$$av_{iC} = \frac{I_{iC}}{C_{iC}} = \frac{507}{1167} = \mathbf{0,43} \quad \mathbf{N_{95\%} \Rightarrow 15 \text{ m}}$$

Kapacita výjezdu

$$C_{eC} = \frac{3600 \times n_{e,koef}}{t_f} = \frac{3600 \times 1}{2,4} = \mathbf{1500 \text{ voz/h}}$$

Stupeň vytížení výjezdu

$$av_{eC} = \frac{I_{eC}}{C_{eC}} = \frac{324}{1500} = \mathbf{0,216}$$

Pro vjezd i pro výjezd rameno kapacitně vyhoví.

7.10 Zhodnocení výpočtu

Všechna ramena okružní křižovatky pro návrhové období na rok 2035 vyhoví pro vjezd i pro výjezd dle TP 234 s úrovní kvality dopravy typu A.

8. SIMULACE PROVOZU V PTV VISSIM

Software PTV VISSIM je simulační program, který je určen k tvorbě simulačních procesů jak individuální, tak i veřejné hromadné dopravy. Pomocí tzv. linek a konektorů jsem vytvořil ramena průsečné, resp. okružní křižovatky a stanovil jejich šířky. Každý jízdní pás má svou vlastní definici identifikovanou číslem, písmenem, šířkou, délkou apod.

Je nastaveno složení dopravních proudů na všech vjezdech do křižovatky a nadefinovány všechny vjezdy a příslušné hodinové intenzity. Je možné zde také nadefinovat, pro jaký typ účastníků silničního provozu je konkrétní jízdní pás určen (osobní vozidla, nákladní vozidla, autobusy, tramvaje, cyklisty a chodce). Poté jsem provedl rozdělení intenzit do jednotlivých směrů. Pro každý dopravní proud lze procentuálně rozdělit, o jaký dopravní prostředek se jedná a jakou pojede rychlostí.

V posledním kroku jsem určil přednosti v jízdě v tzv. „kolizních plochách“. Přednost v jízdě je v softwaru zobrazena zelenou barvou. Pro vozidla, která přednost v jízdě dávají, platí zobrazení barvou červenou.

Výsledkem je ale pouze zjednodušená simulaci provozu na dané křižovatce. Pro přesnější a propracovanější simulaci by bylo třeba z dopravního průzkumu určit mnohem více faktorů, které se můžou na křižovatce vyskytnout. Mezi takovými faktory můžeme zařadit například rychlost jízdy jednotlivých vozidel, chování řidičů v různých fázích provozu apod.

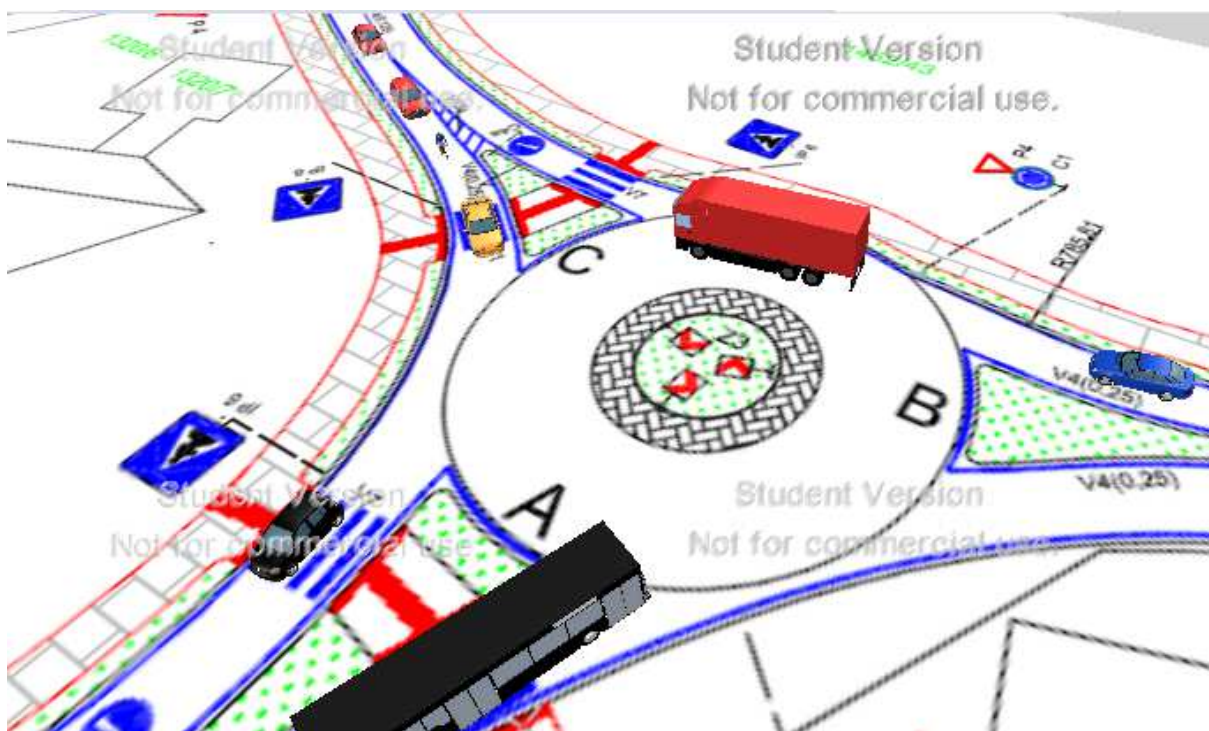
8.1 Vizualizace v programu PTV VISSIM

Pro potřeby bakalářské práce jsem provedl dvě vizualizace potřebné pro ověření správnosti bezpečnosti a plynulosti dopravy na křižovatce. V prvním případě jsem zobrazil současný stav křižovatky včetně současných intenzit špičkové hodiny mého vlastního dopravně – inženýrského průzkumu. V druhé vizualizaci se nachází můj návrh okružní křižovatky s přihlédnutím na současné intenzity křižovatky. Pro oba případy jsem dle *TP 225 – Prognóza intenzit automobilové dopravy*, provedl i simulaci pro výhledové období na rok 2035. Všechny simulace se nacházejí v příloženém DVD.

Ověření správnosti návrhu je možné přiblížit ve 2D i ve 3D zobrazení.



Obr. 12: Vizualizace současného stavu průsečné křižovatky – 3D zobrazení



Obr. 13: Vizualizace návrhu OK – 3D zobrazení

9. VYHODNOCENÍ A NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ PLYNULOSTI A BEZPEČNOSTI PROVOZU

V bakalářské práci jsem zhotovil dva návrhy na zvýšení plynulosti a bezpečnosti provozu na dané křižovatce. V návrhu číslo 1 jsem se zaměřil na posun a přestavbu autobusových zastávek. V návrhu 2 na přestavbu celé průsečné křižovatky na křižovatku okružní. Výkresy obou variant se vyskytují v přílohách a jsou ověřeny vlečnými křivkami v programu AUTOTURN (výkresy č. 4, 5, 6).

9.1 Návrh 1

Řešení vychází ze současného stavu kdy za nejpodstatnější problém na dané křižovatce považuji umístění autobusových zastávek ve středu křižovatky s nedostatečně viditelným vodorovným značením. Autobusy zde mají za následek ovlivnění plynulosti dopravy ze 2 směrů. Z tohoto důvodu jsem zhotovil návrh na posun autobusových zastávek včetně jejich přestavby do zastávkového zálivu typu II dle ČSN 736425. Současně jsem provedl záliv pro odstavování vozidel v místě křižovatky vyhrazené pouze pro vozidla ČSAD. Návrh je zobrazen ve výkrese č 02.

9.2 Návrh 2

Druhou variantou řešení je přestavba na okružní křižovatku, která by měla vést ke snížení počtu konfliktních situací plynoucích z šířkového uspořádání hlavní pozemní komunikace a zabránit otáčení autobusů uvnitř této křižovatky. Autobusové zastávky v blízkosti OK jsou posunuty a zhotoveny tak, aby byla obslužnost daného území v souladu se současnou přepravní poptávkou. Návrh je zobrazen ve výkrese č 03.

10. ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo analyzovat bezpečnost silničního provozu na křižovatce silnic II/471 a III/4712 v obci Rychvald v Moravskoslezském kraji a navrhnout potřebná opatření na zvýšení plynulosti a bezpečnosti.

Ke zpracování této práce jsem musel provést vlastní, dopravně - inženýrský průzkum. Průzkum byl vyhotoven v běžný pracovní den formou natočení videozáznamu na kameru v časech doporučených dle TP 189 – Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích.

Provedl jsem posouzení konfliktních situací, kapacitní výpočty současného stavu a výhledového stavu stávající křižovatky pro rok 2035. Kapacitní výpočty jsem provedl i pro návrh okružní křižovatky pro intenzity vozidel současného stavu i stavu výhledového pro rok 2035. Všechny tyto návrhy vyhověly kapacitnímu posouzení dle příslušných technických podmínek. Všechny varianty jsem ověřil simulací PTV VISSIM. Konfliktní situace jsem podrobně popsal a zobrazil na daných schématech.

Ze získaných dat, výpočtů a následných simulací bych za nejlepší možné řešení zvýšení plynulosti a bezpečnosti zvolil druhý návrh na výstavbu OK. Nově vytvořená OK by svými stavebními úpravami zlepšila celkovou plynulost provozu a z důvodu snížení počtu kolizních bodů by vedla ke zvýšení bezpečnosti.

11. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ZÁSADY ÚZEMNÍHO ROZVOJE MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE: Plochy a koridory veřejné infrastruktury, ÚSES, územní rezervy. In: *Příloha č. 1 opatření obecné povahy ZÚR MSK*. 2010.
- [2] Územní plán: DOLNÍ LUTYNĚ. In: Urbanistické středisko Ostrava s.r.o. 2010.
- [3] KŘIVDA, Vladislav a Václav ŠKVAIN. Městské komunikace a křižovatky. *Městské komunikace a křižovatky* [online]. 2011-2013 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/>
- [4] FOLPRECHT, Jan a Vladislav KŘIVDA. *Organizace a řízení dopravy I*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2006, 105 s., [50] s. příl. ISBN 80-248-1030-1.
- [5] Statistické vyhodnocení nehod na trase. *Jednotná dopravní vektorová mapa* [online]. © 2006 [cit. 2015-04-23]. Dostupné z: <http://maps.jdvm.cz/cdv2/apps/nehodynatrase/Search.aspx>
- [6] *Mapy.cz* [online]. Copyright © 1996-2015 [cit. 2015-04-23]. Dostupné z: <http://mapy.cz/zakladni?x=18.1778133&y=49.8367179&z=18&source=stre&id=110959>
- [7] BARTOŠ, Luděk a Jan MARTOLOS. Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích, Technické podmínky 189. 2. vyd. Plzeň: EDIP s.r.o., 2012, 76 s. ISBN
- [8] BARTOŠ, Luděk, Aleš RICHTER, Jan MARTOLOS a Martin HÁLA. *Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek: TP [technické podmínky] 188*. 1. vyd. Mariánské Lázně: Koura publishing, 2007, 61 s. ISBN 978-80-902527-6-9.
- [9] BARTOŠ, Luděk, Aleš RICHTER, Jan MARTOLOS a Martin HÁLA. *Prognóza intenzit automobilové dopravy: TP 225*. 2. vyd. Plzeň: EDIP, 2012, 26 s. ISBN 978-80-87394-07-6.
- [10] BARTOŠ, Luděk. *Posuzování kapacity okružních křižovatek: TP 234*. 1. vyd. Liberec: 2011, 56 s. ISBN 978-80-902527-6-9.

Poděkování

Rád bych zde poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Vladislavovi Křivdovi, Ph.D. a Ing. Janu Petřů, Ph.D za poskytnutí odborných rad, věcné připomínky, ochotu a vstřícný přístup během zpracování této práce. Mé poděkování patří také Ing. Tomášovi Danihlíkovi z firmy Správa silnic Moravskoslezského kraje, příspěvková organizace. Velké poděkování náleží také celé mé rodině za podporu, trpělivost a povzbuzování po dobu mého studia.

Přílohy
a výkresová
část

Seznam příloh

Příloha 1

Příloha 2

Příloha 3

Příloha 4

Příloha 5

Seznam výkresů

Výkres č. 1 – Současný stav křižovatky 1:500

Výkres č. 2 – Návrh přestavby autobusových zastávek 1:500

Výkres č. 3 – Návrh okružní křižovatky 1:500

Výkres č. 4 – č. 7 – Vlečné křivky 1:500

Příloha 1

Klasifikace podle účastníků [4]

Chodec	1
Automobil	2
autobus	3
Chodec x automobil	4
Chodec x autobus	5
Automobil x automobil	6
Automobil x autobus	7
Autobus x autobus	8
Jiné	9

Klasifikace podle způsobu konfliktu [4]

Možnost střetu s příčnějedoucím	... A ...
Možnost střetu s protijedoucím	... B ...
Možnost střetu ve stykovém bodě	... C ...
Možnost střetu s najetím zezadu	... D ...
Možnost střetu se souběžně jedoucím	... E ...
Možnost střetu vlivem parkov. manévru	... P ...
Možnost střetu vlivem otáčení	... O ...
Vjezd (vstup) na červenou	... č ...
Zavinil chodec	... ch ...
Zavinilo vozidlo	... v ...
Agresivita	... a ...
Pasivita	... p ...
Vlivem fronty na křižovatce	... f ...
Pokyn	... g ...

Klasifikace podle závažnosti [4]

Konfliktní situace bez reakce 1
Konfliktní situace bez násilné reakce 2
Konfliktní situace s ostrou reakcí 3
Dopravní nehoda 4

Příloha 2

hodnoty kritických mezer t_g [8]

dopravní proud	číslo proudu	závislost kritického odstupu na rychlosti na hlavní komunikaci [s]
Levé odbočení z hlavní	7, 1	$t_g = 3,4 + 0,021 \cdot v_{85\%}$
Pravé odbočení z vedlejší	6, 12	$t_g = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%}$
Přímý průjezd z vedlejší	5, 11	$t_g = 4,4 + 0,036 \cdot v_{85\%}$
Levé odbočení z vedlejší	4, 10	$t_g = 5,2 + 0,022 \cdot v_{85\%}$

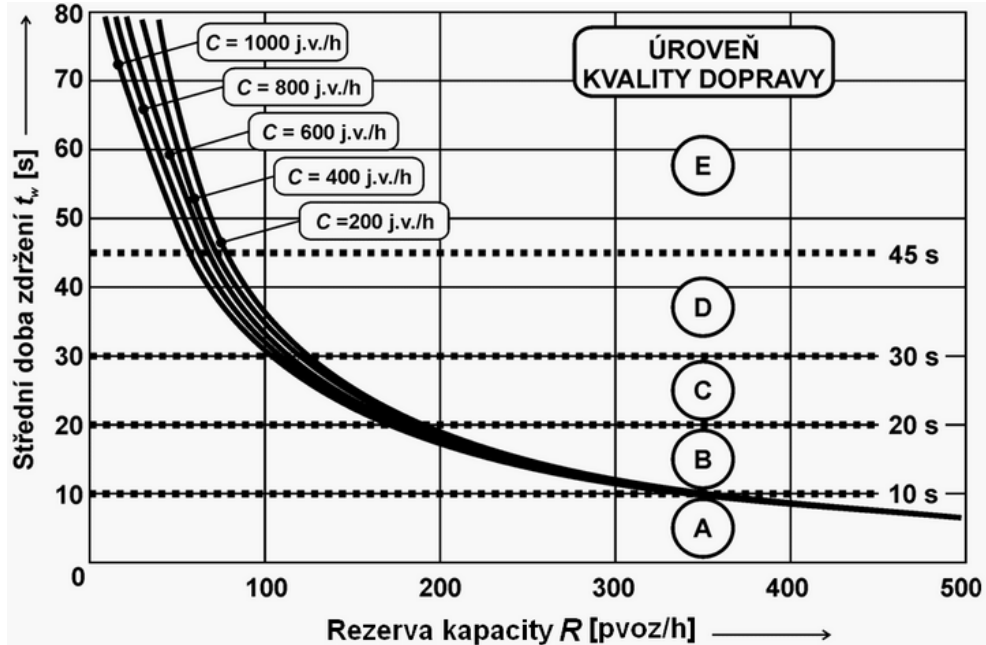
Příloha 3

hodnoty následných mezer t_f [3]

dopravní proud	následná mezera t_f	
	P4 "dej přednost v jízdě!"	P6 "stůj, dej přednost v jízdě!"
Levé odbočení z hlavní pozemní komunikace (dopravní proudy č. 1 a 7)	2,6 s	2,6 s
Pravé odbočení z vedlejší pozemní komunikace (dopravní proudy č. 6 a 12)	3,1 s	3,7 s
přímý průjezd z vedlejší pozemní komunikace (dopravní proudy č. 5 a 11)	3,3 s	3,9 s
Levé odbočení z vedlejší pozemní komunikace (dopravní proudy č. 4 a 10)	3,5 s	4,1 s

Příloha 4

Určení střední doby zdržení t_w a úrovně kvality dopravy v závislosti na rezervě kapacity R a kapacitě C [3]



Příloha 5

Určení délky fronty $N_{95\%}$ v závislosti na stupni vytížení α a kapacitě C [3].

