

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

**Křižovatka ulic Opavská / Studentská v Ostravě – Porubě**

**Intersection of streets Opavská / Studentská in Ostrava – Poruba City**

Student:

Petr Kříž

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ivan Fencel, Ph.D.

Ostrava 2018

## Zadání bakalářské práce

Student:

**Petr Kříž**

Studijní program:

B3607 Stavební inženýrství

Studijní obor:

3647R020 Dopravní stavby

Téma:

Křižovatka ulic Opavská / Studentská v Ostravě - Porubě  
Intersection of streets Opavská / Studentská in Ostrava - Poruba City

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

Bakalářská práce výše uvedené křižovatky bude řešena ve dvou variantách, kdy alespoň jedna z nich bude obsahovat stavební úpravy. Bude pořízeno video a na jeho základě bude proveden rozbor konfliktních situací. Práce bude zahrnovat kapacitní výpočty řešené křižovatky a simulační modely zpracované ve vhodném SW nástroji pro modelování dopravy dle prognózy vývoje dopravního zatížení.

Bakalářská práce bude obsahovat tyto části:

1. Úvod
2. Průzkum nehodovosti
3. Dopravní průzkumy (průzkum intenzit, směrový průzkum atp.)
4. Prognóza intenzit dopravy
5. Video – analýza konfliktních situací
6. Kapacitní výpočty
7. Návrh úprav ve 2 variantách
8. Simulační modely ve vhodném softwarovém prostředí pro mikrosimulace
9. Zhodnocení návrhů a simulačních modelů
10. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

1. Uživatelský manuál k programům pro mikrosimulace
2. TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení na pozemních komunikacích: Technické podmínky. 2. vyd. Brno: CDV Brno, 2006, 124 s. ISBN 80-86502-30-9

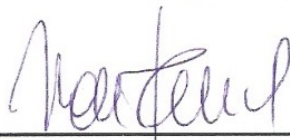
3. TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích: Technické podmínky. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2005, 54 s.
4. TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek: Technické podmínky. Liberec: EDIP, 2007, 64 s. ISBN 978-80-902527-6-9
5. TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek: Technické podmínky. Liberec: EDIP, 2011, 56 s. ISBN 978-80-87394-02-01
6. TP 235 Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek: Technické podmínky. Liberec: EDIP, 2011, 52 s. ISBN 978-80-87394-03-8
7. FOLPRECHT, Jan a Vladislav KŘIVDA. Organizace a řízení dopravy I., Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006. 158 s. ISBN 80-248-1030-1
8. KŘIVDA, Vladislav. Organizace a řízení dopravy II. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2009. 154 s. ISBN 978-80-248-2123-8
9. ČSN 73 6102. Projektování křižovatek na pozemních komunikacích (vč. změn)
10. DOLEŽALOVÁ, Jarmila a Lubomír PAVELKA. Pravděpodobnost a statistika, Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2005, 176 s. ISBN 80-248-0948-6

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

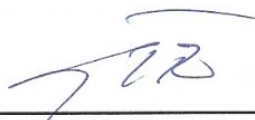
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivan Fencl, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2017

Datum odevzdání: 04.05.2018



Ing. Ivan Fencl, 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:

- 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 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**

KŘÍŽ, Petr. *Křižovatka ulic Opavská / Studentská v Ostravě – Porubě*. Bakalářská práce. VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra dopravního stavitelství, 2018, 65 s. Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ivan Fencl, Ph.D.

Předmětem bakalářské práce „Křižovatka ulic Opavská / Studentská v Ostravě – Porubě“ je analýza dopravní situace na této křižovatce a navržení dvou variant řešení vedoucí ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu. Součástí práce je provedení dopravně inženýrského průzkumu včetně video-analýzy konfliktních situací, prognóza intenzity dopravy a kapacitní výpočty. V poslední části jsou vytvořeny vizualizace křižovatky v programu PTV VISSIM a výkresová dokumentace.

## **Klíčová slova**

křižovatka, styková křižovatka, dopravní průzkum, nehodovost, intenzita dopravy, okružní křižovatka

## **Annotation**

KŘÍŽ, Petr. *Intersection of streets Opavská / Studentská in Ostrava – Poruba City*. Bachelor thesis. VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Civil Engineering, Department of Transport Engineering, 2018, 65 p. Thesis supervisor: Ing. Ivan Fencl, Ph.D.

The topic of bachelor work „Intersection of streets Opavská / Studentská in Ostrava – Poruba City“ is analysis of the traffic situation at the intersection and proposal of two variants of solutions leading to increasing safety and fluency of traffic. Part of this thesis is the implementation of traffic survey including video analysis of conflict situations, a prognosis of traffic intensity and capacitive calculations. Lastly, intersection visualizations created in the PTV Vissim program and the drawing documentation will be presented.

## **Key words**

intersection, cover intersection, traffic survey, accidents, traffic intensity, roundabout

# Obsah

Seznam použitého značení .....	1
1. Úvod .....	2
2. Stávající stav křižovatky .....	3
2.1 Popis lokality.....	3
2.2 Popis křižovatky .....	3
2.2.1 Hlavní komunikace .....	4
2.2.2 Vedlejší komunikace .....	5
2.3 Problematika křižovatky .....	6
3. Dopravní nehodovost na křižovatce .....	7
3.1 Analýza dopravní nehodovosti.....	7
3.2 Relativní nehodovost.....	10
4. Dopravní průzkum.....	11
4.1 Výsledné intenzity dopravy.....	12
4.2 Špičková hodina .....	13
4.3 Přepočtené intenzity dopravy .....	13
4.4 Video – analýza konfliktních situací .....	14
4.5 Prodloužená Rudná .....	15
4.5.1 Problematika prodloužené Rudné .....	16
4.5.2 Ovlivnění výpočtu .....	17
4.6 Výsledné intenzity dopravy po otevření prodloužené Rudné .....	17
4.7 Roční průměr denních intenzit .....	17
4.7.1 Denní intenzita dopravy .....	18
4.7.2 Týdenní intenzita dopravy.....	19
4.7.3 Výpočet ročního průměru denních intenzit .....	20
4.8 Denní intenzita pěší dopravy.....	20
5. Prognóza intenzit dopravy.....	21

6. Kapacitní výpočty .....	23
7. Návrhy úprav křižovatky.....	29
7.1 Varianta A – Řízená křižovatka .....	29
7.1.1 Návrhové parametry .....	29
7.1.2 Návrh signálního plánu .....	32
7.1.3 Kapacitní posouzení .....	37
7.1.4 Ověření vlečných křivek .....	39
7.1.5 Rozhledové poměry.....	40
7.2 Varianta B – Okružní křižovatka .....	40
7.2.1 Návrhové parametry .....	41
7.2.2 Kapacitní posouzení .....	44
7.2.3 Ověření vlečných křivek .....	47
7.2.4 Rozhledové poměry.....	47
8. Simulace v programu PTV Vissim.....	48
9. Zhodnocení variant.....	49
10. Závěr.....	51
Použitá literatura .....	53
Seznam tabulek .....	55
Seznam obrázků .....	56
Seznam grafů.....	57
Seznam příloh.....	57
Seznam výkresů.....	57



## Seznam použitého značení

VŠB – TUO	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
DN	dopravní nehoda
M	motocykly
O	osobní automobily
N	nákladní vozidla
K	nákladní soupravy
A	autobusy
ÚKD	úroveň kvality dopravy
TP	technické podmínky
SSZ	světelně signalizační zařízení
MMO	Magistrát města Ostravy

# 1. Úvod

Předmětem této bakalářské práce je variantní návrh řešení křižovatky Opavská – Studentská, která se nachází v severozápadní části Ostravy v městském obvodu Poruba.

Hlavním problémem řešené křižovatky je stále se zvyšující intenzita dopravy vedoucí k četným nehodám a dopravním kongescím.

Celá práce je rozdělena do několika částí. V první části práce se popisuje stávající stav křižovatky, její okolí a problematika. Základním prvkem je dopravně – inženýrský průzkum, který byl proveden v listopadu 2017. Na jeho základu byly zjištěny dopravní intenzity a poté vypočtena výhledová intenzita dopravy a kapacitní posouzení.

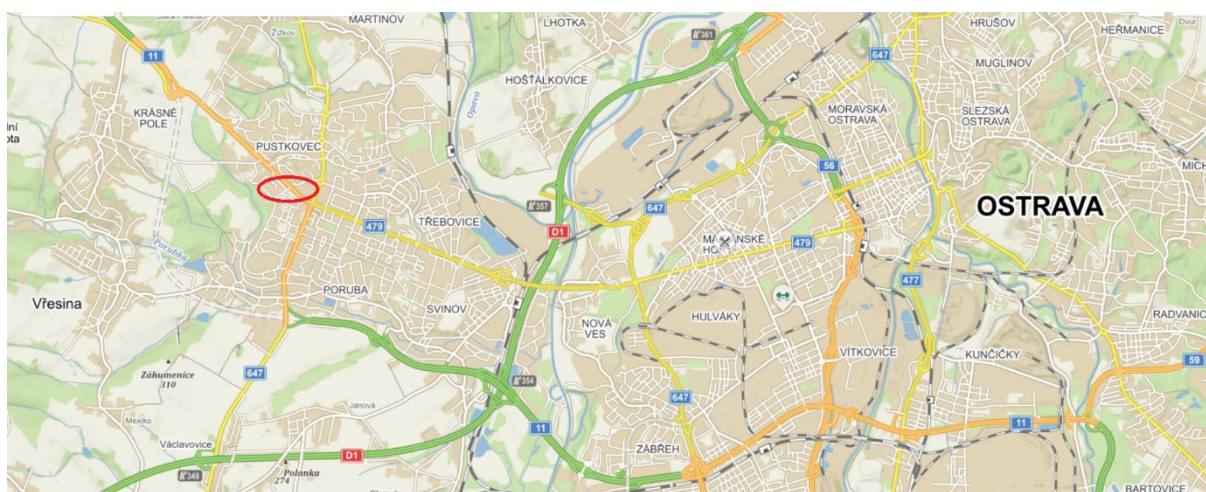
Druhá část je zaměřena na návrh dvou variant přestavby křižovatky. První varianta spočívá v přidání odbočovacích pruhů na hlavní a vedlejší komunikaci a zřízení SSZ. Druhá varianta je navržena jako jednopruhová okružní křižovatka.

Závěrečná část zahrnuje multikriteriální zhodnocení obou řešených variant a výběr té nejvhodnější pro rekonstrukci křižovatky.

## 2. Stávající stav křižovatky

### 2.1 Popis lokality

Řešená křižovatka ulic Opavská - Studentská se nachází v severozápadní části Ostravy-Poruby. Městský obvod Poruba je jedním z 23 městských obvodů statutárního města Ostravy. Území má rozlohu 1317 ha a skládá se z celých katastrálních území Poruba a Poruba-sever. Se svými téměř 70 tisíci obyvateli je druhým nejlidnatějším obvodem Ostravy. [1]



Obrázek 1 – Mapa širších vztahů [2]

### 2.2 Popis křižovatky

Křižovatka je tříramenná, styková, světelně neřízená, vedená v intravilánu. Je řešena jako dvoupruhová směrově nerozdělená komunikace. Tvoří ji silnice I/11 Opavská a místní sběrná komunikace Studentská. Ulice Opavská je hlavní pozemní komunikace a tvoří hlavní dopravní spojení mezi Ostravou a Opavou. Před otevřením dlouho očekávaného úseku silnice I/11 - tzv. Prodloužené Rudné je křižovatka zatěžována velkou dopravní intenzitou. Vedlejší komunikace Studentská vede k vysokoškolským kolejím, VŠB – TUO a Fakultní nemocnici Ostravy. V blízkosti křižovatky se nenachází žádný přechod pro chodce. Maximální dovolená rychlost je na obou komunikacích 50 km/h. Pouze na vedlejší komunikaci ve směru ke kolejím je maximální rychlost snížena na 40 km/h.



Obrázek 2 – Křižovatka Opavská – Studentská [3]

### 2.2.1 Hlavní komunikace

Hlavní silnice Opavská je vedena jako dvoupruhová pozemní komunikace v násypu s prostorovou šířkou komunikace 9 m. Jízdní pruhy mají šířku 3,75 m a zpevněné krajnice 0,5 m. Svodidla jsou vedena po vnější straně křižovatky a na vnitřní straně pouze nad propustkem.

Z vodorovného dopravního značení se zde nachází vodící proužky (V4) o šířce 0,25 m, souvislá dělicí čára dopravních směrů (V1a) šířky 0,125 m, podélná čára přerušovaná (V2b) šířky 0,125 m a směrové šipky (V9a).

Přednost je znázorněna svislou dopravní značkou P2 „Hlavní pozemní komunikace“, pouze ve směru do Ostravy. Značka B21a „Zákaz předjíždění“ se nachází v obou směrech.



Obrázek 3 – Hlavní silnice (směr Ostrava)



*Obrázek 4 – Hlavní silnice (směr Opava)*

### **2.2.2 Vedlejší komunikace**

Vedlejší komunikace Studentská je vedena jako dvoupruhová pozemní komunikace šířky 7 m. Jednotlivé jízdní pruhy mají šířku 3,5 m. Zpevněné krajnice, svodidla, ani směrové sloupky se zde nenacházejí. Podél komunikace vede chodník o šířce 1,25 m, který je ukončen před křižovatkou.

Jízdní pruhy jsou rozděleny souvislou podélnou čarou (V1a) o šířce 0,125 m a délce 35 m. Poté navazuje přerušovaná podélná čára (V2b). Vodičí proužky se zde nenachází.

Přednost je znázorněna svislou dopravní značkou č. P4 „Dej přednost v jízdě“. Ve směru výjezdu z křižovatky se zde nachází značka B20a „Nejvyšší povolená rychlost“ a značka B12 „Zákaz vjezdu vyznačených vozidel“.



*Obrázek 5 – Vedlejší komunikace*

## 2.3 Problematika křižovatky

Hlavní problém řešené křižovatky nastává při výjezdu z vedlejší komunikace, a to hlavně při odbočení vlevo. Vlivem vysoké intenzity dopravy je ve špičkových hodinách téměř nemožné odbočit z vedlejší komunikace a záleží jen na ohleduplnosti řidičů, jedoucích po hlavní komunikaci, zdali jim to navzdory jejich přednosti umožní.

Problém nastává také při odbočování z hlavní komunikace vlevo. Z důvodu nedostatečné šířky komunikace není vždy možné auto objet a tvoří se kolony.

Dalším důležitým problémem je přecházení chodců přes hlavní komunikaci. Nejbližší přechod pro chodce je vzdálen 280 m od řešené křižovatky. Za čtyřhodinovou dobu dopravního průzkumu přešlo přes hlavní silnici celkem 21 chodců.



*Obrázek 6 – Kolona na vedlejší komunikaci*

### 3. Dopravní nehodovost na křižovatce

#### 3.1 Analýza dopravní nehodovosti

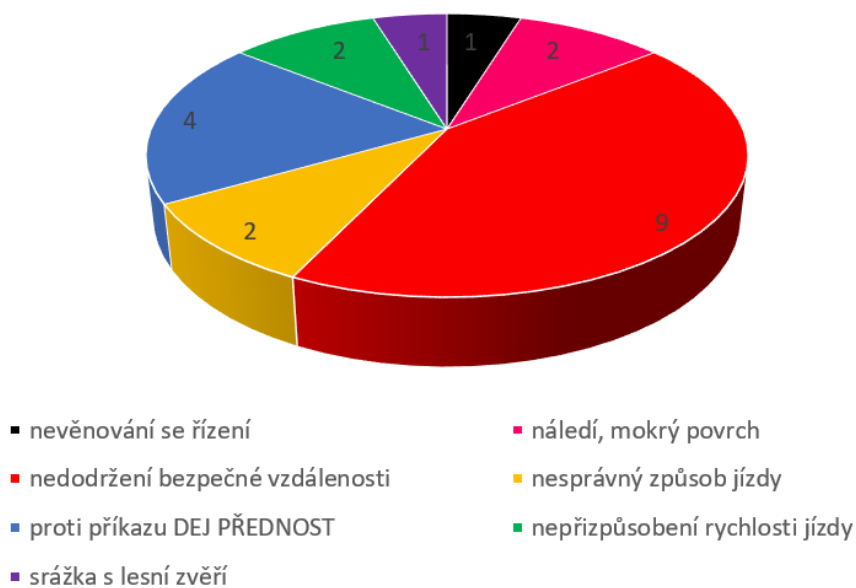
Pro zjištění základních informací na řešené křižovatce o dopravních nehodách jsou použity webové stránky Ministerstva dopravy a mapa geografického informačního systému jednotné dopravní vektorové mapy. [4] Posuzované období bylo zvoleno od 1.1.2010 do 31.12.2017.



Obrázek 3 – Mapa dopravní nehodovosti [4]

Musíme brát v potaz, že dle zákona o silničním provozu č. 274/2008 platného od 1.1.2009 se nehody, u kterých nevznikne hmotná škoda vyšší než 100.000,- Kč, poškození majetku třetí osoby, nebo nedojde-li ke zranění, nemusí hlásit Policii ČR. A tím pádem nemusí být zaznamenány v geoinformačním systému. Skutečná hodnota počtu nehod bude proto vyšší. [5]

Během zkoumaného období bylo na posuzované křižovatce nahlášeno celkem 21 nehod, u nichž došlo ve třech případech k lehkému zranění. Celková hmotná škoda je 2.313.500,- Kč. Nejčastějším důvodem vzniku nehody bylo nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem, celkem v devíti případech. Ve čtyř případech řidič nedodržel příkaz dopravní značky „Dej přednost v jízdě!“. Další příčiny nehod byly nepřizpůsobení rychlosti hustotě provozu, nevěnování se řízení, srážka s lesní zvěří, nebo hrálo roli nepříznivé počasí. [4]



*Graf 1 – Příčiny dopravních nehod za roky 2010-2017*



Tabulka 1 – Specifikace dopravních nehod

Rok	Datum	Druh DN	Zranění	Hmotná škoda [Kč]
2010	24.5.	Srážka s lesní zvěří	-	15 000
	11.11.	řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	-	90 000
2011	23.11.	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	-	105 000
2012	4.1.	nepřízpůsobení rychlosti stavu vozovky	-	120 000
	27.2.	nedodržení příkazu značky DEJ PŘEDNOST	lehké zranění	155 000
	21.5.	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	-	195 000
	21.9.	nedodržení příkazu značky DEJ PŘEDNOST	-	170 000
2014	24.1.	nedodržení příkazu značky DEJ PŘEDNOST	-	23 000
	29.4.	řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	-	15 100
	1.9.	nepřízpůsobení rychlosti stavu vozovky	-	200 000
2015	25.3.	nepřízpůsobení rychlosti hustotě provozu	-	80 000
2016	20.6.	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	-	20 000
	9.8.	nepřízpůsobení rychlosti hustotě provozu	lehké zranění	132 000
	6.10.	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	-	220 000
	19.12.	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	-	80 000
2017	22.1.	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	-	130 000
	16.3.	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	lehké zranění	1 500
	30.5.	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	-	140 000
	18.10.	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	-	180 000
	8.11.	nepřízpůsobení rychlosti hustotě provozu	-	60 000
	30.12.	nesprávný způsob jízdy	-	45 000

### 3.2 Relativní nehodovost

Ukazatel relativní nehodovosti je nejběžněji používaným kritériem pro hodnocení bezpečnosti na pozemních komunikacích a vypovídá o pravděpodobnosti vzniku nehody na daném úseku nebo křižovatce. [6]

$$\text{Obecný vzorec: } R = \frac{N_O}{365 \cdot I \cdot t} \cdot 10^6 \quad (1)$$

- kde:  $R$  ukazatel relativní nehodovosti [počet nehod / mil. vozkm a rok],  
 $N_O$  celkový počet nehod za sledované území [-],  
 $I$  průměrná denní intenzita provozu [voz/24 hod],  
 $t$  sledované období [roky],

Hodnoty relativní nehodovosti se obvykle pohybují v rozmezí 0,1 – 0,9. Pokud jsou hodnoty vyšší, poukazují na drobné nedostatky bezpečnosti provozu. Hodnoty vyšší než 1,6 znamenají, že bezpečnostní nedostatky na křižovatce jsou zásadní. [6]

Tabulka 2 – Relativní nehodovost

Rok	Počet DN	Relativní nehodovost [počet nehod / mil vozkm a rok]
2010	2	0,279
2011	1	0,14
2012	4	0,558
2013	0	0
2014	3	0,419
2015	1	0,14
2016	4	0,558
2017	6	0,837

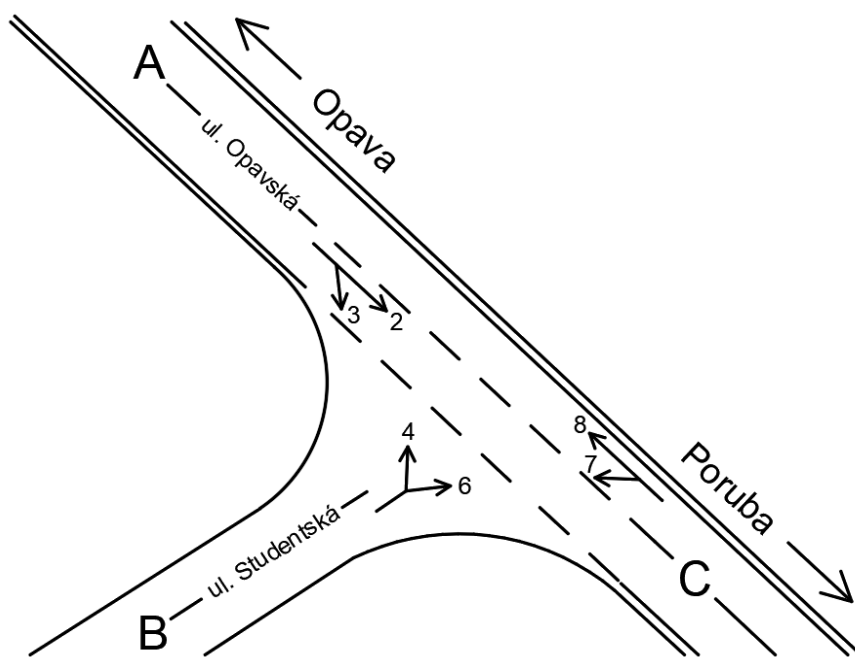
Podle vypočtených hodnot v tabulce č. 2, kde nejvyšší hodnota relativní nehodovosti je 0,837, lze říci, že se jedná o relativně bezpečnou křižovatku.

## 4. Dopravní průzkum

Dopravní průzkum probíhal podle pravidel stanovených v *TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích [7]* v běžný pracovní den, ve čtvrtek 2.11.2017, v době od 6:00 do 8:00 hod. a od 14:00 do 16:00 hod. Časy odpovídají ranní a odpolední dopravní špičce.

Počasí bylo příznivé. Teplota v ranních hodinách byla okolo 9 °C a v odpoledních hodinách okolo 13 °C. Obloha zatažená.

Sčítání vozidel bylo provedeno z domova podle videonahrávky pořízené na řešení křižovatce. Měření bylo zaznamenáváno v 15–ti minutových intervalech. Vozidla jsou rozdělena na motocykly, osobní automobily, nákladní vozidla, autobusy a nákladní soupravy.



Obrázek 8 - Označení ramen a dopravních proudů

## Rozdělení vozidel:

M – motocykly – jednostopá motorová vozidla bez přívěsu i s přívěsy

O – osobní automobily – bez přívěsu i s přívěsy, dodávkové automobily

N – nákladní vozidla – lehké, střední, těžké a speciální nákladní automobily

K – nákladní soupravy – přívěsové a návěsové soupravy nákladních vozidel

A – autobusy – vozidla určená pro přepravu osob a jejich zavazadel, která mají víc než 9 míst, včetně kloubových autobusů a autobusů s přívěsy

## 4.1 Výsledné intenzity dopravy

Výsledné hodnoty intenzity dopravy za dobu dopravního průzkumu jsou zobrazeny v tabulce č. 3 a č. 4. Vstupní hodnoty pro výpočet intenzity dopravy jsou k nalezení v příloze č. 1.

Tabulka 3 – Intenzita dopravy v době od 6:00 do 8:00

Rameno	Dopravní proud	Intenzity dopravy						
		M [voz/2h]	O [voz/2h]	N [voz/2h]	K [voz/2h]	A [voz/2h]	Celkem [voz/2h]	
A	2	2	1456	48	27	16	1549	3355
	3	0	311	3	0	1	315	
B	4	0	38	3	0	1	42	
	6	0	80	1	0	5	86	
C	7	1	217	2	0	2	222	
	8	0	1055	57	21	8	1141	

Tabulka 4 – Intenzita dopravy v době od 14:00 do 16:00

Rameno	Dopravní proud	Intenzity dopravy						
		M [voz/2h]	O [voz/2h]	N [voz/2h]	K [voz/2h]	A [voz/2h]	Celkem [voz/2h]	
A	2	0	1345	32	31	12	1420	4006
	3	0	239	3	0	1	243	
B	4	0	146	1	0	0	147	
	6	0	287	6	0	4	297	
C	7	0	132	2	1	1	136	
	8	0	1688	33	29	13	1763	

## 4.2 Špičková hodina

Tabulka 5 – Hodinové intenzity po 15 minutách v době od 6:00 do 8:00

6:00 – 7:00	1527 voz/h
6:15 – 7:15	1651 voz/h
6:30 – 7:30	1731 voz/h
6:45 – 7:45	1779 voz/h
7:00 – 8:00	1828 voz/h

Tabulka 6 – Hodinové intenzity po 15 minutách v době od 14:00 do 16:00

14:00 – 15:00	1883 voz/h
14:15 – 15:15	2022 voz/h
14:30 – 15:30	2079 voz/h
14:45 – 15:45	2154 voz/h
15:00 – 16:00	2123 voz/h

Jako špičková hodina byla dle tabulek č. 5 a č. 6 vybrána hodina v době od 14:45 do 15:45 hod. V tomto intervalu projelo křižovatkou celkem 2154 vozidel.

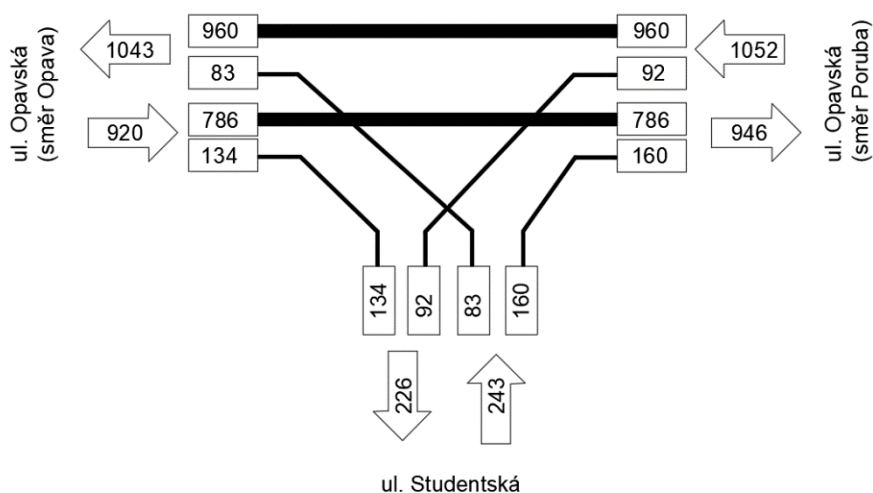
## 4.3 Přepočtené intenzity dopravy

Tabulka 7 – Přepočtové koeficienty dopravních vozidel [7]

Jízdní kola	Motocykly	Osobní automobily	Nákladní vozidla, autobusy	Jízdní soupravy, kloubové autobusy
0,5	0,8	1,0	1,5	2,0

Tabulka 8 – Přepočtené hodinové intenzity dopravy ve špičkové hodině

Rameno	Dopravní proud	Intenzity dopravy					Přepočtené intenzity [pvoz/h]
		M [pvoz/h]	O [pvoz/h]	N [pvoz/h]	K [pvoz/h]	A [pvoz/h]	
A	2	0	725	12	17	6	786
	3	0	132	1	0	0	134
B	4	0	83	0	0	0	83
	6	0	152	3	0	2	160
C	7	0	89	2	0	0	92
	8	0	888	16	18	8	960



Obrázek 9 – Pentlogram přepočtených intenzit ve špičkové hodině

#### 4.4 Video – analýza konfliktních situací

Analýza konfliktních situací je provedena na základě videozáznamu, který byl pořízen při dopravním průzkumu.

Většina konfliktních situací je spjata s vysokou intenzitou dopravy na hlavní silnici. Nejčastějším problémem bylo neodhadnutí či nerespektování dostatečné vzdálenosti vozidel jedoucích po hlavní silnici při výjezdu z vedlejší komunikace. Řidiči na hlavní silnici byli nuceni snížit rychlost a v mnohých případech i úplně zastavit. Z tohoto důvodu je zde nejčastějším typem nehody srážka vozidel způsobená neočekávaným snížením rychlosti a nedodržením bezpečné vzdálenosti vozidel mezi sebou.

Dalším důležitým problémem je přecházení chodců přes hlavní silnici. V blízkosti křižovatky se nenachází žádný přechod pro chodce. Z důvodu velké intenzity zde musí chodci na vhodný okamžik k přejití čekat poměrně dlouhou dobu, čímž se vystavují riziku a způsobují nejistotu v očích řidičů.

#### 4.5 Prodloužená Rudná

Úsek silnice I/11, nazývaný tzv. Prodloužená Rudná je pokračováním silnice I/11 z města Ostravy směrem na Opavu. Stavba po svém dokončení naváže na mimoúrovňovou křižovatku Rudná – 17. listopadu na stávající čtyřpruhové úseky silnice I/11 vedoucí z Ostravy a napojí se na úsek silnice I/11 Ostrava, Mokré Lazce. [8]



Obrázek 10 – Prodloužená Rudná [9]

#### 4.5.1 Problematika prodloužené Rudné

Projekt silnice I/11 Ostrava, prodloužená Rudná – hranice okresu Opava se začal realizovat již v roce 2001 a ani po 16 letech není dokončen. Nyní je stavba pozastavena a chybějící 400 m dlouhý úsek silnice ve staničení 14,486 – 14,900 km není zrealizován. Dosud není jasné, kdy by spojka mezi Ostravou a Opavou mohla být hotová. [8]

Pozemky pod komunikací musí být ve vlastnictví ČR a bez dalších závazků. Pozemek č. 2915/10 v k. ú. Poruba je však zatížen věcným břemenem ve prospěch sousedních pozemků (celkem 18), z nichž polovina je ve vlastnictví ŘSD ČR. Konkrétně věcným břemenem volného příchodu a odchodu, příjezdu a odjezdu osobními i nákladními automobily, právo volného pohybu. Nyní probíhají vyvlastňovací řízení. [8]

Od 1.4.2015 platí nový zákon č. 39/2015 Sb., na jehož základě je potřeba znovu posoudit vliv stavby na životní prostředí tzv. EIA. Dne 30.11.2017 obdržel záměr stavby „Silnice I/11, prodloužená Rudná – hranice okresu Opava“ od Ministerstva životního prostředí souhlasné stanovisko EIA. Stanovisko obsahuje několik podmínek. Tou hlavní je provedení měření hlukové zátěže ve zkušebním provozu. Dále výstavba protihlukové stěny, výsadba zeleně a podmínky k zamezení znečištění půdy, vody, ovzduší a veřejných komunikací. [8]



Obrázek 11 – Nedokončený úsek Prodloužené Rudné [8]



#### 4.5.2 Ovlivnění výpočtu

Podle podkladů, poskytnutými projekční firmou SHB a.s. a MMO, lze předpokládat, že po otevření Prodloužené Rudné se sníží intenzita dopravy na ulici Opavská až o 50 %. Reálné snížení intenzity dopravy bude 30 %.

Z tohoto jsou následné výpočty počítány s o 30 % nižší intenzitou dopravy, než jaká byla určena z dopravního průzkumu. Tento postup upraví intenzity dopravy do přibližné podoby, jaká nastane po otevření Prodloužené Rudné.

#### 4.6 Výsledné intenzity dopravy po otevření prodloužené Rudné

Tabulka 9 – Špičková intenzita dopravy po otevření Prodloužené Rudné

Rameno	Dopravní proud	Intenzity dopravy						
		M [voz/h]	O [voz/h]	N [voz/h]	K [voz/h]	A [voz/h]	Celkem [voz/h]	Celkem [pvoz/h]
A	2	0	508	8	12	4	532	550
	3	0	92	1	0	0	93	94
B	4	0	58	0	0	0	58	58
	6	0	106	2	0	1	109	111
C	7	0	62	1	0	0	63	64
	8	0	622	11	13	6	652	674

#### 4.7 Roční průměr denních intenzit

Stanovení ročního průměru denních intenzit se provádí pomocí *TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích*. [7] Požadovanou hodnotu vypočteme pomocí přepočtových koeficientů, které zohledňují denní, týdenní a roční variace intenzit dopravy.

Dopravní průzkum byl proveden ve čtvrtek 2.11.2017 v době od 6:00 do 8:00 hod. a od 14:00 do 16:00 hod. Křižovatka se skládá z hlavní silnice I. stupně a vedlejší místní komunikace.

$$\text{Obecný vzorec: } RPDI_x = I_m \cdot k_{m,d} \cdot k_{d,t} \cdot k_{t,RPDI} \quad (2)$$

$I_m$  intenzita dopravy daného druhu vozidla zjištěná za dobu dopravního průzkumu [voz/doba průzkumu],

$k_{m,d}$  přepočtový koeficient intenzity dopravy zjištěné v době průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu [-],

$k_{d,t}$  přepočtový koeficient denní intenzity dopravy na týdenní průměr denních intenzit dopravy [-],

$k_{t,RPDI}$  přepočtový koeficient týdenního průměru denních intenzit na roční průměr denních intenzit dopravy [-],

Výslednou hodnotu RPDI získáme součtem ročních průměrů denních intenzit pro jednotlivé druhy vozidel.

$$\text{Obecný vzorec: } RPDI = \sum_x RPDI_x \quad (3)$$

#### 4.7.1 Denní intenzita dopravy

$$\text{Obecný vzorec: } I_d = I_m \cdot k_{m,d} \quad (4)$$

kde:  $I_d$  denní intenzita dopravy v den průzkumu [voz/den],

$I_m$  intenzita dopravy v době průzkumu [voz/doba průzkumu],

$k_{m,d}$  přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu [-],

Hodnoty přepočtových koeficientů  $k_{m,d}$  a výpočty denní intenzity dopravy nalezneme v příloze č. 2.

Tabulka 10 – Denní intenzita dopravy

Rameno	Dopravní proud	Druhy vozidel [voz/den]					I <sub>d</sub> [voz/den]
		M	O	N	K	A	
A	2	6	7627	199	144	70	8046
	3	0	1498	15	0	5	1518
B	4	0	506	8	0	3	517
	6	0	1010	17	0	23	1050
C	7	3	950	10	3	8	971
	8	0	7469	224	141	53	7887

19989

#### 4.7.2 Týdenní intenzita dopravy

$$\text{Obecný vzorec: } I_t = I_d \cdot k_{d,t} \quad (5)$$

kde:  $I_t$  týdenní průměr denních intenzit [voz/den],

$I_d$  denní intenzita dopravy dne průzkumu [voz/den],

$k_{d,t}$  přepočtový koeficient denní intenzity dopravy dne průzkumu na týdenní průměr denních intenzit dopravy [-],

Hodnoty přepočtových koeficientů  $k_{d,t}$  a výpočty týdenního průměru denních intenzit dopravy nalezneme v příloze č. 2.

Tabulka 11 – Týdenní průměr denních intenzit

Rameno	Dopravní proud	Druhy vozidel [voz/den]					I <sub>t</sub> [voz/den]
		M	O	N	K	A	
A	2	6	7322	157	114	59	7658
	3	0	1438	12	0	4	1454
B	4	0	455	7	0	3	465
	6	0	909	14	0	19	942
C	7	3	912	8	2	7	929
	8	0	7170	177	111	45	7503

18951

### 4.7.3 Výpočet ročního průměru denních intenzit

$$\text{Obecný vzorec: } RPD I = I_t \cdot k_{t,RPDI} \quad (6)$$

kde:  $RPDI$  roční průměr denních intenzit [voz/den],

$I_t$  týdenní průměr denních intenzit dopravy v týdnu průzkumu [voz/den],

$k_{t,RPDI}$  přepočtový koeficient týdenního průměru denních intenzit v týdnu průzkumu na roční průměr denních intenzit dopravy [-],

Hodnoty přepočtových koeficientů  $k_{t,RPDI}$  a výpočty ročního průměru denních intenzit dopravy nalezneme v příloze č. 2.

Tabulka 12 – Roční průměr denních intenzit

Rameno	Dopravní proud	Druhy vozidel [voz/den]					RPDI [voz/den]	
		M	O	N	K	A		
A	2	25	7615	154	115	61	7970	19633
	3	0	1496	12	0	4	1512	
B	4	0	451	7	0	3	461	
	6	0	900	14	0	20	934	
C	7	13	949	8	2	7	966	
	8	0	7457	174	112	47	7790	

### 4.8 Denní intenzita pěší dopravy

$$\text{Obecný vzorec: } I_d = I_m \cdot k_{m,d} \quad (7)$$

kde:  $I_d$  denní intenzita pěší dopravy v den průzkumu [ch/den],

$I_m$  intenzita pěší dopravy v době průzkumu [ch/doba průzkumu],

$k_{m,d}$  přepočtový koeficient intenzity dopravy během doby průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu [-],

Během dopravního průzkumu přešlo přes hlavní komunikaci 21 chodců. Přepočtový koeficient  $k_{m,d}$  má hodnotu 3,98. Odhadovaná denní intenzita pěší dopravy je 84 ch/den.

## 5. Prognóza intenzit dopravy

Při návrhu nových křižovatek a komunikací je třeba počítat se stále se zvyšující intenzitou dopravy. Z tohoto důvodu se pozemní komunikace navrhuji na výhledové intenzity 20 až 30 let. Dopravní průzkum proběhl v roce 2017, což je výchozí rok. Prognózu stanovují na 20 let. Výhledovým rokem je tedy rok 2037.

Výhledová intenzita se počítá zvlášť pro lehká (LV) a těžká (TV) vozidla. Mezi lehká vozidla patří motocykly a osobní automobily, do těžkých vozidel patří autobusy, nákladní vozidla a nákladní soupravy.

Výpočet výhledových intenzit probíhal podle *TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy*. [10]

$$\text{Obecný vzorec: } I_{vi} = I_{0i} \cdot k_{pi} \quad (8)$$

kde:  $I_{vi}$  výhledová intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h],

$I_{0i}$  výchozí intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h],

$k_{pi}$  koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-],

$$\text{Obecný vzorec: } k_{pi} = \frac{k_{vi}}{k_{0i}} \quad (9)$$

kde:  $k_{vi}$  koeficient vývoje intenzit dopravy pro výhledový rok a pro danou skupinu vozidel [-],

$k_{0i}$  koeficient vývoje intenzit dopravy pro výchozí rok a pro danou skupinu vozidel [-],

$$\text{LV: } k_{pi} = \frac{1,64}{1,16} = 1,41$$

$$\text{TV: } k_{pi} = \frac{1,16}{1,04} = 1,12$$

Tabulka 13 – Výhledová denní intenzita dopravy

Rameno	Dopravní proud	LV [voz/den]		TV [voz/den]			RPDI [voz/den]
		M	O	N	K	A	
A	2	35	10737	173	129	68	11142
	3	0	2109	13	0	5	2127
B	4	0	636	8	0	3	647
	6	0	1269	16	0	22	1307
C	7	13	1338	9	2	8	1370
	8	0	10514	195	125	53	10887

27480

Tabulka 14 – Výhledová intenzita dopravy špičkové hodiny

Rameno	Dopravní proud	LV [voz/h]		TV [voz/h]			I <sub>SH,2037</sub> [voz/h]
		M	O	N	K	A	
A	2	0	716	9	13	5	743
	3	0	130	1	0	0	131
B	4	0	82	0	0	0	82
	6	0	150	2	0	1	153
C	7	0	87	1	0	0	88
	8	0	877	12	15	7	911

2108

Norma ČSN 73 6102 *Projektování křižovatek na místních komunikacích* [11] udává, že maximální hodinová kapacita neřízených průsečných a stykových křižovatek je 1 500 – 2 000 voz/h. Maximální denní kapacita je 18 000 – 24 000 voz/den.

Výsledkem je zjištění, že stávající stav křižovatky nevyhoví výhledové intenzitě dopravy, která nastane za 20 let. Kapacitní výpočty pro výhledový stav jsou k nalezení v příloze č. 3.

## 6. Kapacitní výpočty

Kapacitní výpočet stávajícího stavu křižovatky je proveden podle *TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek*. [12]

### Stupeň podřazenosti dopravních proudů:

1. stupeň – dopravní proudy č. 2, 3, 8
2. stupeň – dopravní proudy č. 6, 7
3. stupeň – dopravní proudy č. 4

### Rozhodující intenzity dopravního proudu:

$$I_{H7} = I_2 + I_3 = 532 + 93 = 625 \text{ voz/h} \quad (10)$$

$$I_{H6} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 = 532 + 0,5 \cdot 93 = 579 \text{ voz/h}$$

$$I_{H4} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_7 + I_8 = 532 + 0,5 \cdot 93 + 63 + 652 = 1294 \text{ voz/h}$$

### Hodnoty kritických odstupů

Střední hodnoty kritických časových odstupů závisí na druhu dopravního proudu a rychlosti na hlavní komunikaci.  $V_{85\%} = 50 \text{ km/h}$ .

$$t_{g7} = 3,4 + 0,021 \cdot V_{85\%} = 3,4 + 0,021 \cdot 50 = 4,5 \text{ s} \quad (11)$$

$$t_{g6} = 2,8 + 0,038 \cdot V_{85\%} = 2,8 + 0,038 \cdot 50 = 4,7 \text{ s}$$

$$t_{g4} = 5,2 + 0,022 \cdot V_{85\%} = 5,2 + 0,022 \cdot 50 = 6,3 \text{ s}$$

### Hodnoty následných odstupů

Hodnoty následných odstupů  $t_f$  jsou časové mezery mezi vozidly podřazeného dopravního proudu při vjezdu do křižovatky. Na řešené křižovatce je přednost určena dopravní značkou P4 „Dej přednost v jízdě“.

$$t_{f7} = 2,6 \text{ s}$$

$$t_{f6} = 3,1 \text{ s}$$

$$t_{f4} = 3,5 \text{ s}$$

### Základní kapacita

Základní kapacita volně se pohybujících dopravních proudů 1. stupně udává hodnotou 1800 pvoz/h.

Pro stanovení základní kapacity 2. a 3. stupně se využívá vztah:

$$\text{Obecný vzorec: } G_n = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H}{3600} \cdot \left(t_g - \frac{t_f}{2}\right)} \quad (12)$$

kde:  $G_n$  základní kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$I_H$  rozhodující intenzita nadřazených proudů [voz/h],

$t_g$  kritický časový odstup [s],

$t_f$  následný časový odstup [s],

$$G_2 = G_3 = G_8 = 1800 \text{ pvoz/h}$$

$$G_7 = \frac{3600}{t_{f7}} \cdot e^{-\frac{I_{H7}}{3600} \cdot \left(t_{g7} - \frac{t_{f7}}{2}\right)} = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{625}{3600} \cdot \left(4,5 - \frac{2,6}{2}\right)} = 794 \text{ pvoz/h}$$

$$G_6 = \frac{3600}{t_{f6}} \cdot e^{-\frac{I_{H6}}{3600} \cdot \left(t_{g6} - \frac{t_{f6}}{2}\right)} = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{579}{3600} \cdot \left(4,7 - \frac{3,1}{2}\right)} = 700 \text{ pvoz/h}$$

$$G_4 = \frac{3600}{t_{f4}} \cdot e^{-\frac{I_{H4}}{3600} \cdot \left(t_{g4} - \frac{t_{f4}}{2}\right)} = \frac{3600}{3,5} \cdot e^{-\frac{1294}{3600} \cdot \left(6,3 - \frac{3,5}{2}\right)} = 200 \text{ pvoz/h}$$

### Výsledná kapacita

Výsledná kapacita dopravního proudu 1. a 2. stupně se shoduje se základní kapacitou.

$$\text{Obecný vzorec: } C_n = G_n \quad (13)$$



kde:  $C_n$  kapacita jízdniho pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$G_n$  základní kapacita jízdniho pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

dopravní proud 1. stupně  $C_2 = C_3 = C_8 = 1800 \text{ pvoz/h}$

dopravní proud 2. stupně  $C_6 = G_6 = 700 \text{ pvoz/h}$

$C_7 = G_7 = 794 \text{ pvoz/h}$

U výpočtů výsledných kapacit dopravních proudů 3. stupně je nutné zohlednit pravděpodobnost nevzdutí nadřazených dopravních proudů, která snižují jejich základní kapacitu. Jelikož dopravní proud č. 7 nemá samostatný odbočovací pruh, hodnota  $p_{0,7}^{**}$  se vypočte podle vzorce:

$$p_{0,7}^{**} = \max \left\{ \frac{1 - (a_{v7} + a_{v8})}{0} \right\} = \max \left\{ \frac{1 - (0,08 + 0,37)}{0} \right\} = \max \left\{ \frac{0,55}{0} \right\} = 0,55 \quad (14)$$

$$a_{v7} = \frac{I_7}{C_7} = \frac{64}{794} = 0,08 \quad (15)$$

$$a_{v8} = \frac{I_8}{C_8} = \frac{674}{1800} = 0,37$$

kde:  $a_{v7}$  stupeň vytížení pro dopravní proud č. 7,

$a_{v8}$  stupeň vytížení pro dopravní proud č. 8,

dopravní proud 3. stupně  $C_4 = p_{0,7}^{**} \cdot G_4 = 0,55 \cdot 200 = 110 \text{ pvoz/h}$  (16)

### Výpočet kapacity se společným řazením a rozšířeným vjezdem

Na řešené křižovatce mohou čekající vozidla, která odbočují vlevo a vpravo, zastavovat vedle sebe v místě rozhledu. Kapacita společného pruhu  $C_{n,n}$  se pro 4. a 6. dopravní proud vypočte podle vzorce:

$$\text{Obecný vzorec: } C_{n,n} = \min \left\{ \frac{I_j + I_k}{\frac{l_u}{6} + 1 \sqrt{a_{vj}^{\frac{l_u}{6} + 1} + a_{vk}^{\frac{l_u}{6} + 1}}} \right\} \quad (17)$$

- kde:  $j$  dopravní proud č. 4 [-],  
 $k$  dopravní proud č. 6 [-],  
 $l_u$  délka úseku společného pruhu pro zastavení v rozšířeném vjezdu [m],  
 $I_j, I_k$  intenzita dopravy dopravního proudu  $j, k$  [pvoz/h],  
 $av_j, av_k$  stupeň vytížení dopravního proudu  $j, k$  [-],

$$C_{4,6} = \min \left\{ \frac{I_4 + I_6}{\frac{l_u}{6} + 1 \sqrt{a_{v4}^{\frac{l_u}{6} + 1} + a_{v6}^{\frac{l_u}{6} + 1}}} \right\} = \left\{ \frac{58 + 111}{\frac{11}{6} + 1 \sqrt{0,53^{\frac{11}{6} + 1} + 0,16^{\frac{11}{6} + 1}}} \right\} = 315 \text{ pvoz/h}$$

$$a_{v4} = \frac{I_4}{C_4} = \frac{58}{110} = 0,53$$

$$a_{v6} = \frac{I_6}{C_6} = \frac{111}{700} = 0,16$$

### Na hlavní komunikaci není samostatný pruh pro odbočování vlevo

Na hlavní komunikaci chybí samostatný pruh pro odbočování vlevo. Z tohoto důvodu dochází ke stavu vzduť a tvoří se překážka pro proudy 1. stupně (proud č. 8). Kapacita společného pruhu  $C_{n,n}$  se pro 7. a 8. dopravní proud vypočte podle vzorce:

$$\text{Obecný vzorec: } C_{7,8} = \min \left\{ \frac{I_i + I_j}{a_{vi} + a_{vj}} \right\} \quad (18)$$

- kde:  $i$  dopravní proud č. 7 [-],  
 $j$  dopravní proud č. 8 [-],  
 $I_i, I_j$  intenzita dopravy dopravního proudu  $i, j$  [pvoz/h],  
 $avi, avj$  stupeň vytížení dopravního proudu  $i, j$  [-],

$$C_{7,8} = \min \left\{ \frac{I_i + I_j}{a_{vi} + a_{vj}} \right\} = \min \left\{ \frac{64 + 674}{0,08 + 0,37} \right\} = \min \left\{ \frac{1640}{1800} \right\} = 1640 \text{ pvoz/h}$$

## Rezerva kapacity

Obecný vzorec:  $Rez = C_n - I_n$  (19)

kde:  $C_n$  kapacita pruhu [pvoz/h],

$I_n$  intenzita dopravních proudů nebo smíšených dopravních proudů [pvoz/h],

$$Rez_2 = C_2 - I_2 = 1800 - 550 = 1250 \text{ pvoz/h}$$

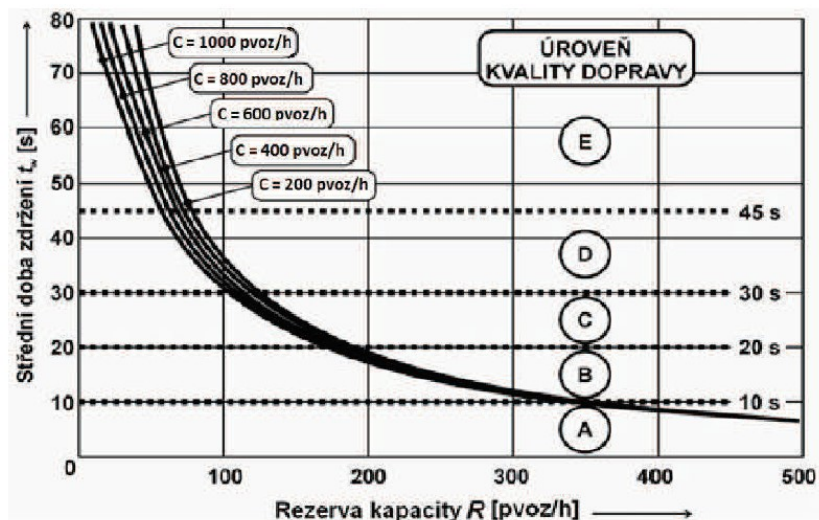
$$Rez_3 = C_3 - I_3 = 1800 - 94 = 1706 \text{ pvoz/h}$$

$$Rez_{4,6} = C_{4,6} - I_{4,6} = 315 - 169 = 146 \text{ pvoz/h}$$

$$Rez_{7,8} = C_{7,8} - I_{7,8} = 1640 - 738 = 902 \text{ pvoz/h}$$

## Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy

Střední doba zdržení závisí na rezervě kapacity příslušného dopravního proudu, nebo smíšených proudů a výsledné kapacity daného proudu. Její hodnotu určíme z obrázku č. 12.



Obrázek 12 – Určení úrovně kvality dopravy [12]

tw <sub>2</sub>	<	10 s	→	ÚKD A
tw <sub>3</sub>	<	10 s	→	ÚKD A
tw <sub>4,6</sub>	<	30 s	→	ÚKD C
tw <sub>7,8</sub>	<	10 s	→	ÚKD A

### Stanovení délky fronty

Délka fronty na vjezdech se u neřízených křižovatek dimenzuje na 95% pravděpodobnost uvažované délky. To znamená, že 95 % času špičkové hodiny je kratší, než udává vypočtená hodnota N<sub>95%</sub>. Délka fronty N<sub>95%</sub> vypočteme ze vzorce:

$$\text{Obecný vzorec: } N_{95\%} = \frac{3}{2} C_n \left( a_v - 1 + \sqrt{(1 - a_v)^2 + 3,0 \cdot \frac{8 \cdot a_v}{C_n}} \right) \quad (20)$$

$$\text{Obecný vzorec: } a_v = \frac{I_n}{C_n} \quad (21)$$

kde:  $a_v$  stupeň vytížení [-],

$C_n$  kapacita pruhu dopravního proudu n [pvoz/h],

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

$$a_{v2} = \frac{I_2}{C_2} = \frac{550}{1800} = 0,29 \quad N_{95\%,2} = 7,34 \text{ m}$$

$$a_{v3} = \frac{I_3}{C_3} = \frac{94}{1800} = 0,05 \quad N_{95\%,3} = 0,95 \text{ m}$$

$$a_{v4,6} = \frac{I_{4,6}}{C_{4,6}} = \frac{169}{315} = 0,54 \quad N_{95\%,4,6} = 20,19 \text{ m}$$

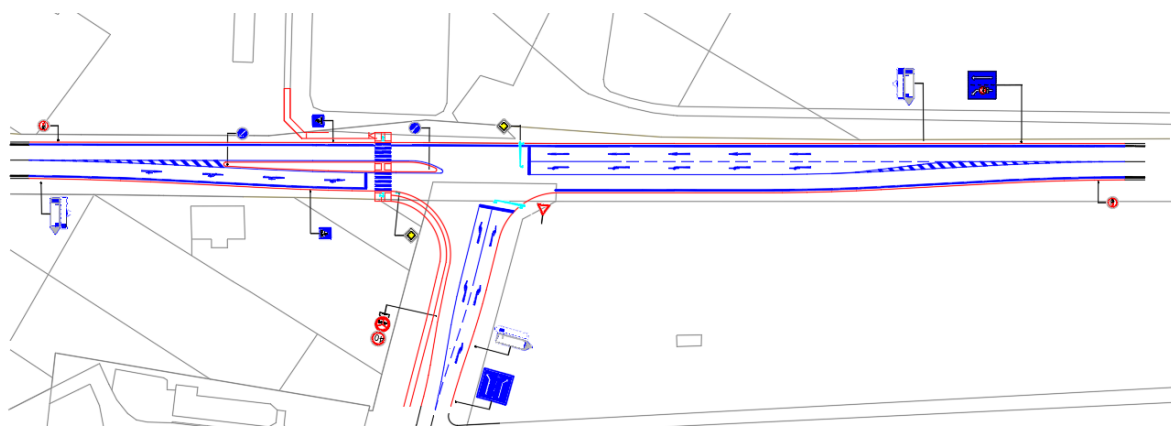
$$a_{v7,8} = \frac{I_{7,8}}{C_{7,8}} = \frac{738}{1640} = 0,45 \quad N_{95\%,7,8} = 14,65 \text{ m}$$

Podle ČSN 73 6102 *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* [11] je na silnicích I. třídy požadován minimální stupeň úrovně kvality dopravy C a na místních komunikacích stupeň ÚKD E. Stávající stav křižovatky tedy vyhoví současné intenzitě dopravy, ale nevyhoví výhledovým intenzitám roku 2037. Kapacitní výpočty pro výhledové intenzity dopravy jsou přiloženy v příloze č. 3.

## 7. Návrhy úprav křižovatky

### 7.1 Varianta A – Řízená křižovatka

První variantou řešení křižovatky je zřízení světelně signalizačních zařízení a vytvoření tak řízené křižovatky. Z důvodu velké intenzity dopravy je nutné přidat odbočovací pruh vlevo na hlavní silnici. Na vedlejší komunikaci je navržen zkrácený odbočovací pruh vlevo. Součástí této varianty je zřízení přechodu pro chodce a výstavba nového chodníku.



Obrázek 13 – Varianta A

#### 7.1.1 Návrhové parametry

Návrh řešení křižovatky je proveden podle ČSN 73 6102 *Projektování křižovatek na místních komunikacích*. [11]

Návrhové parametry řízené křižovatky jsou popsány zvlášť pro každé rameno. Při návrhu křižovatky je respektován stávající stav komunikace, proto šířky dopravních pruhů a zpevněných krajnic zůstanou zachovány.

#### Rameno A

Jedná se o silnici I/11 směrem do Ostravy-Poruby. Z hlediska stavebních úprav je toto rameno nejnáročnější. Silnice je rozšířena o ochranný dopravní stín šířky 3,25 m a délky 91 m.

Navržený ostrůvek má ochrannou a dělicí funkci. Je navržen v délce 53 m. Tvar je dán odsazením o 0,5 m od dopravního stínu. Ostrůvek je oproti vozovce vyvýšen o 0,15 m. V místě přechodu pro chodce jsou obrubníky sníženy na výšku 0,02 m. Nároží jsou zaoblena poloměrem 0,5 m. Povrch ostrůvku je vegetačně upraven.

Přechod pro chodce je navržen o šířce 4 m. Délka mezi zvýšenými obrubami chodníku a dopravního ostrůvku je 5 m. V místě přechodu pro chodce je ostrůvek široký 2,25 m.

Stožár SSZ s návěstidlem je umístěn ve vzdálenosti 1 m od okraje pozemní komunikace a 2 m od stopčáry. Opakovací návěstidlo je umístěno na výložníku délky 5 m.

### **Rameno B**

Na vedlejší komunikaci je navržen zkrácený odbočovací pruh vlevo šířky 3,25 m a délky 52 m. Odbočovací pruh se skládá z čekacího úseku  $L_c$  dlouhého 20 m a poloviny délky rozšiřovacího klínu  $L_{r/2}$  o délce 32 m.

Stožár se základním návěstidlem je umístěn ve vzdálenosti 2 od stopčáry. Opakovací návěstidlo je umístěno na výložníku délky 7 m.

### **Rameno C**

Jedná se o silnici I/11 směrem do Opavy. Na tomto rameni hlavní komunikace je navržen odbočovací pruh vlevo šířky 3,25 m a délky 142,5 m. Odbočovací pruh se skládá z čekacího úseku  $L_c$  dlouhého 20 m, zpomalovacího úseku  $L_d$  o délce 37 m, vyřazovacího úseku  $L_v$  o délce 40 m a poloviny délky rozšiřovacího klínu  $L_{r/2}$  o délce 45,5 m.

Stožár se základním návěstidlem je umístěn ve vzdálenosti 2 od stopčáry. Opakovací návěstidlo je umístěno na výložníku délky 5 m.

### **Odvodnění křižovatky**

Řešená křižovatka se nachází v údolí, je proto nutné dbát na vhodný návrh odvodnění. Podél komunikace je nutné zřídit odvodňovací příkopy. Podélný sklon komunikace na rameni A je větší než 3 %. Z toho důvodu je zde navržen zpevněný příkop.

Jsou navrženy dva propustky. První propustek délky 20 m převádí vodu přes rameno B. Druhý propustek délky 10 m je nutné napojit na již stávající propustek, který odvádí vodu do kanalizace. Detailní návrh propustků bude předmětem vyšších částí projektové dokumentace.

### Svislé a vodorovné dopravní značení

Výpis svislého dopravního značení nalezneme v tabulce č. 15.

*Tabulka 15 – Svislé dopravní značení – varianta A*

Označení	Název	Přemístěné značky [ks]	Nové značky [ks]
B 12	Zákaz vjezdu vyznačených vozidel	1	-
B 20a	Nejvyšší dovolená rychlost	1	-
B 21a	Zákaz předjíždění	2	-
C 4a	Přikázaný směr objíždění vpravo	-	2
IP 6	Přechod pro chodce	-	2
IP 19	Řadící pruhy	-	2
IS 3a	Směrová tabule s cílem vpřed	-	2
IS 3c	Směrová tabule s jedním cílem	-	1
IS 3d	Směrová tabule s dvěma cíli	-	3
P 2	Hlavní pozemní komunikace	1	1
P 4	Dej přednost v jízdě!	1	-

Výpis vodorovného dopravního značení nalezneme v tabulce č. 16.

*Tabulka 16 – Vodorovné dopravní značení – varianta A*

Označení	Název	Rozměr [m]
V 1a	Podélná čára souvislá	0,125
V 2b	Podélná čára přerušovaná	3/1,5/0,125
V 4	Vodící čára	0,25
V 5	Příčná čára souvislá	0,50
V 7	Přechod pro chodce	0,50/0,50
V 9a	Směrové šipky	5
V 13a	Šikmé rovnoběžné čáry	0,50/1

Výkres vodorovného a svislého značení je součástí výkresu č. 3 – *Situace nového stavu – varianta A*.

## 7.1.2 Návrh signálního plánu

Návrh signálního plánu je proveden podle *TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích*. [13] Signální plán je vypočten metodou saturovaného toku.

Je navrženo podmíněně kolizní dvoufázové řízení provozu s tříbarevnou soustavou s plnými signály. V první fázi mají volno všechny jízdní směry na hlavní silnici. Jelikož intenzity dopravního proudu ve směru C7, tj. při odbočování vlevo z hlavní komunikace, jsou malé, je vhodné zde využít podmíněně kolizní řešení. V tomto případě musí vozidla, jedoucí ve směru C7, dávat přednost protijedoucím vozidlům. V druhé fázi mají volno řidiči vyjíždějící z vedlejší komunikace a chodci na přechodu pro chodce.

### Výpočet mezičasů

Mezičas je časový interval od konce signálu volno signální skupiny po začátek signálu volno kolizní skupiny. V této době musí poslední vozidlo, které projíždí v končící době signálu volno, bezpečně opustit kolizní plochu dříve, než najíždějící vozidlo v době signálu volno další fáze této kolizní plochy dosáhne.

Tabulka 17 – Výpočtová tabulka mezičasů

Vjezd	Směr	Najížděcí dráha $L_n$	Najížděcí rychlost $V_n$	Najížděcí doba $t_n$	Vjezd	Směr	Vyklizovací dráha $L_v$	Délka vozidla $l_{voz}$	Vyklizovací rychlost $V_v$	Vyklizovací doba $t_v$	Bezpečnostní doba $t_b$	Vypočtený mezičas $t_m$	Zaokrouhlený mezičas
		m	m/s	s			m	m	m/s	s	s	s	s
Najíždí					Vyklizuje								
VA2	Přímo	22,0	9,7	2,27	VB4	Vlevo	6,5	5	7	1,64	2	1,37	2
		40,1	9,7	4,13	VB6	Vpravo	15,5	5	7	2,93	2	0,79	1
		24,0	9,7	2,47	VC7	Vlevo	10,9	5	7	2,27	2	1,80	2
VA3	Vprav.	22,6	7	3,23	VC7	Vlevo	24,1	5	7	4,16	2	2,93	3
VB4	Vlevo	6,5	7	0,93	VA2	Přímo	22,0	5	9,7	2,78	2	3,86	4



		5,4	7	0,77	VC7	Vlevo	12,3	5	7	2,47	2	3,70	4
		20,6	7	2,94	VC8	Přímo	22,3	5	9,7	2,81	2	1,87	2
VB6	Vprav.	15,5	7	2,21	VA2	Přímo	40,1	5	9,7	4,65	2	4,44	5
VC7	Vlevo	10,9	7	1,56	VA2	Přímo	24,0	5	9,7	2,99	2	3,43	4
		24,1	7	3,44	VA3	Vpravo	22,6	5	7	3,94	2	2,50	3
		12,3	7	1,76	VB4	Vlevo	5,4	5	7	1,49	2	1,73	2
VC8	Přímo	22,3	9,7	2,30	VB4	Vlevo	20,6	5	7	3,66	2	3,36	4

$L_n$  dráha najíždějícího vozidla od místa zastavení v křižovatce do kolizního bodu na začátku kolizní plochy [m],

$V_n$  při odbočování je hodnota rovna 7 m/s, ve směru rovně 9,7 m/s,

$t_n$  doba potřebná k projetí vozidla od místa zastavení v křižovatce do kolizního bodu na začátku kolizní plochy [s],

$$t_n = \frac{L_n}{V_n} \quad (22)$$

$L_v$  dráha vyklizujícího vozidla od místa zastavení v křižovatce do kolizního bodu na konci kolizní plochy [m],

$V_v$  při odbočování je hodnota rovna 7 m/s, ve směru rovně 9,7 m/s,

$l_{voz}$  délka vozidla, pro motorová vozidla se používá hodnota 5 m,

$t_v$  doba potřebná k projetí vozidla od místa zastavení v křižovatce do kolizního bodu na konci kolizní plochy [s],

$$t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v} \quad (23)$$

$t_b$  zohledňuje dobu, ve které mohou vjet do křižovatky vozidla, které nemohou bezpečně zastavit před křižovatkou v době signálu pozor, pro motorová vozidla je hodnota 2 s,

$t_m$  mezičas [s],

$$t_m = t_v - t_n + t_b \quad (24)$$

	VA2	VA3	VB4	VB6	VC7	VC8
VA2	X	-	4	5	4	-
VA3	-	X	-	-	3	-
VB4	2	-	X	-	2	4
VB6	1	-	-	X	-	-
VC7	2	3	4	-	X	-
VC8	-	-	2	-	-	X

Obrázek 14 – Rozhodující mezičas při změně fázi (z 1. na 2.)

	VA2	VA3	VB4	VB6	VC7	VC8
VA2	X	-	4	5	4	-
VA3	-	X	-	-	3	-
VB4	2	-	X	-	2	4
VB6	1	-	-	X	-	-
VC7	2	3	4	-	X	-
VC8	-	-	2	-	-	X

Obrázek 15 – Rozhodující mezičas při změně fázi (z 2. na 1.)

### Výpočet délky cyklu:

Výpočet délky cyklu metodou saturovaného toku je velmi obsáhlý. Z tohoto důvodu je pro výpočty použit program Microsoft Excel.

Tabulka 18 – Výpočet délky cyklu

Vjezd	Fáze	Intenzita $I$	Saturovaný tok základní $S_{zaki}$	Pod. sklon vjezdu $s$	Koeficient $a$	Poloměr oblouku $R$	Podíl odbočujících vozidel $f$	Koeficient sklonu $k_{skl}$	Koeficient oblouku $k_{obl}$	Saturovaný tok vjezdu $S$	Stupeň saturace $y$	$max y$
-	-	[j.v./h]	[j.v./h]	[%]	-	[m]	-	-	-	[j.v./h]	-	-
VA2+VA3	1	901	1900	4	0	16,1	0,15	1	0,99	1874	0,48	0,50
VC7	1	89	1900	2	0	15,9	1	1	0,91	1736	0,05	
VC8	1	947	1900	2	0	1000	0	1	1	1900	0,50	
VB4	2	82	1900	1	0	12	1	1	0,89	1689	0,05	0,09
VB6	2	156	1900	1	0	17,5	1	1	0,92	1750	0,09	

Tabulka 19 – Výpočet délky cyklu (pokračování tabulky č. 18)

Vjezd	Fáze	Celkový stupeň saturace $Y$	Rozhodující mezičas $t_m$	Ztrátový čas ve fázi $l$	Celkový ztrátový čas za cyklus $L$	Optimální délka cyklu $t_{C,opt}$	Minimální délka cyklu $t_{C,min}$	Maximální délka cyklu $t_{C,max}$	Reálná délka cyklu $t_c$	Délka zelené pro kritický vjezd $z$	Délka zelené zaokrouhleno $z_z$	Efektivní délka zelené $z'$
-	-	-	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]
VA2+VA3	1	0,59	5	5	9	32,7	24,6	49,1	40,0	26,3	26	26
VC7	1											
VC8	1											
VB4	2		4	4						4,7	5	6
VB6	2											

$I$  výhledová intenzita dopravy přepočtená na jednotková vozidla [j.v./h],

$S_{zaki}$  základní saturovaný tok závisející na počtu řadičích pruhů [j.v./h],

$s$  podélný sklon zobrazující klesání či stoupání komunikace [s],

$a$  podélný sklon stoupání, při klesání nebo vodorovné se použije hodnota 0 [-],

$R$  poloměr odbočení měřící se v ose dráhy vozidla, pro vozidla jedoucí přímo se užije poloměr mnohonásobně větší (např. 1000) [m],

$f$  podíl odbočujících vozidel z vjezdu, v případě samostatného odbočovacího pruhu  $f=1$ , u směru přímých se  $f=0$  [-],

$k_{skl}$  koeficient vlivu podélného sklonu na saturovaný tok [-],

$$k_{skl} = 1 - 0,02 \cdot a \quad (25)$$

$k_{obl}$  koeficient vlivu odbočování na saturovaný tok [-],

$$k_{obl} = \frac{R}{R+1,5 \cdot f} \quad (26)$$

$S$  saturovaný tok vjezdu udávající maximální počet vozidel, která mohou projet místem zastavení na křižovatce při ideálních dopravních podmínkách [j.v./h],

$$S = S_{zakl} \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} \quad (27)$$

$y$  stupeň saturace vjezdu [-],

$$y = \frac{I}{S} \quad (28)$$

$Y$  součet stupňů saturace kritických vjezdů pro jednotlivé fáze [-],

$l$  neproduktivní doba mezi koncem efektivní zelené jedné fáze a začátkem efektivní zelené další fáze [s],

$$l = t_m \quad (29)$$

$L$  součet ztrátových časů jednotlivých fází [s],

$t_{C,opt}$  optimální délka cyklu pro izolovanou křižovatku a s minimálním celkovým zdržením vozidel [s],

$$t_{C,opt} = \frac{1,5 \cdot L}{1 - Y} \quad (30)$$

$t_C$  reálná délky cyklu, pro izolovanou křižovatku se stanoví zaokrouhlením na desítky [s],

$$0,75 \cdot t_{C,opt} < t_C < 1,5 \cdot t_{C,opt} \quad (31)$$

$z$  délka doby zelené kritického vjezdu pro jednotlivé fáze [s],

$$z = \frac{\max y \times (t_C - l)}{Y} \quad (32)$$

$z'$  produktivní doba ve fázi, po kterou vozidla projíždějí místem pro zastavení v křižovatce v saturovaném toku [s],

$$\text{pro } z = 5-7 \text{ s} \quad z' = z - l + 2 = z + l \quad (33)$$

$$\text{pro } z > 11 \text{ s} \quad z' = z$$

Signální plán (délka cyklu = 40 s)																																									
návěstidlo	1. fáze = 31 s																														2. fáze = 9 s										
	z <sub>1</sub> = 26 s																										t <sub>m</sub> = 5 s				z <sub>2</sub> = 5 s			t <sub>m</sub> = 4 s							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
VA, VA'	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	
VB, VB'	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená
VC, VC'	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená	
PA, PA'	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená	červená

Obrázek 16 – Signální plán

Navržený signální plán je znázorněn na obrázku č. 16. První fáze trvá 31 s. Doba zelené je 26 s a poté následuje mezičas délky 5 s. Druhá fáze má dobu 9 s. Doba zelené je zde 5 s a následný mezičas trvá 4 s. Délka doby zelené přechodu pro chodce je 5 s.

### 7.1.3 Kapacitní posouzení

Kapacitní posouzení navrhované řízené křižovatky je provedeno podle *TP 235 Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek* [14] pro výhledový rok 2037.

Tabulka 20 – Výpočet kapacity pruhu ovlivněným protisměrem

Levé odbočení ovlivněné protisměrem							
Vjezd	I <sub>p</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>L1</sub>	C <sub>L2</sub>	C <sub>L3</sub>	C <sub>L</sub>	C <sub>v</sub>
-	[j.v./h]	[j.v./h]	[j.v./h]	[j.v./h]	[j.v./h]	[j.v./h]	[j.v./h]
VC7	990	1128	104	180	-	284	284

C<sub>s</sub> kapacita na stopčáře [j.v./h],

$$C_s = S \cdot \frac{z'}{t_c} \quad (34)$$

C<sub>L</sub> kapacita levého odbočení ovlivněná protisměrem [j.v./h],

$$C_L = C_{L1} + C_{L2} + C_{L3} \quad (35)$$

C<sub>L1</sub> dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru [j.v./h],

$$C_{L1} = \frac{(1400 - 1,2 \cdot I_p) \cdot (z_p \cdot S_p - I_p \cdot t_c)}{t_c \cdot (S_p - I_p)} \quad (36)$$

I<sub>p</sub> návrhová intenzita dopravy v protisměru [j.v./h],

$S_P$  saturovaný tok protisměru [j.v./h],

$z_P$  délka zeleného signálu v protisměru [j.v./h],

$C_{L2}$  dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fáze [j.v./h],

$$C_{L2} = \frac{N_A \times 3600}{t_C} \quad (37)$$

$N_A$  počet míst k najetí do křižovatky pro vozidla dávající přednost protijedoucím vozidlům [pvoz/h],

$C_{L3}$  dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem; jelikož zelený signál pro levé odbočení netrvá déle než zelený signál v protisměru,  $C_{L3}$  nepočítáme [j.v./h],

Tabulka 21 – Kapacitní posouzení řízené křižovatky

Vjezd	Fáze	Kapacita vjezdu $C_V$	Rezerva kapacity vjezdu $Rez$	Střední doba zdržení $t_w$	Délka fronty $l_{F1}$	Stupeň ÚKD
-	-	[j.v./h]	%	s	m	-
VA2+VA3	1	1218	26,1	4,01	21,0	A
VC7	1	284	68,7	2,80	2,08	A
VC8	1	1235	23,3	4,63	22,1	A
VB4	2	253	67,6	3,51	4,7	A
VB6	2	263	40,6	9,49	8,8	A

$C_V$  kapacita vjezdu pro automobilovou dopravu [j.v./h],

$$C_V = S_V \cdot \frac{z'}{t_C} \quad (38)$$

$Rez$  rezerva kapacity vjezdu pro automobilovou dopravu [%],

$$Rez = \left(1 - \frac{I}{C_V}\right) \cdot 100 \quad (39)$$

$t_w$  střední doba zdržení na vjezdu světelně řízené křižovatky [s],

$$t_w = 0,45 \cdot \left( \frac{(t_C - z') \cdot C_V}{C_V \cdot t_C - I \cdot z'} + \frac{I \cdot 3600}{C_V^2 - I \cdot C_V} \right) \quad (40)$$

$l_{F1}$  průměrná délka fronty v řadicím pruhu na vjezdu do křižovatky [m],

$$l_{FI} = 6,0 \cdot \frac{(t_C - z) \cdot l}{n_P \cdot 3600} \quad (41)$$

$n_P$  počet řadících pruhů, které společně tvoří jeden vjezd [-],

Podle ČSN 73 6102 *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* [11] je na silnicích I. třídy požadován minimální stupeň úrovně kvality dopravy C a na místních komunikacích stupeň ÚKD E.

Úroveň kvality dopravy		Střední doba zdržení $t_w$ [s]
Označení	Charakteristiky kvality dopravy	
A	Velmi dobrá	$\leq 20$
B	Dobrá	$\leq 35$
C	Uspokojivá	$\leq 50$
D	Dostatečná	$\leq 70$
E	Nestabilní stav	$> 70$
F	Překročená kapacita	- (Rez $\leq 0$ )

Obrázek 17 – Úroveň kvality dopravy řízených křižovatek [14]

Navržená řízená křižovatka vyhoví požadovanému stupni úrovně kvality dopravy pro výhledový rok 2037. U obou fází dosáhne střední doba zdržení hodnot menších než 20 s. Stupeň ÚKD je tudíž A.

#### 7.1.4 Ověření vlečných křivek

Ověření vlečných křivek je provedeno v programu AutoTURN. Pro průjezd křižovatkou je zvoleno vozidlo s nejnáročnějšími křivkami, tj. nákladní souprava NS. Důraz je kladen především na dráhu předních a zadních kol. Navržená křižovatka bezpečně vyhoví.

Ověření vlečnými křivkami je znázorněno na výkrese č. 3.3 - *Vlečné křivky – Varianta A*.

### 7.1.5 Rozhledové poměry

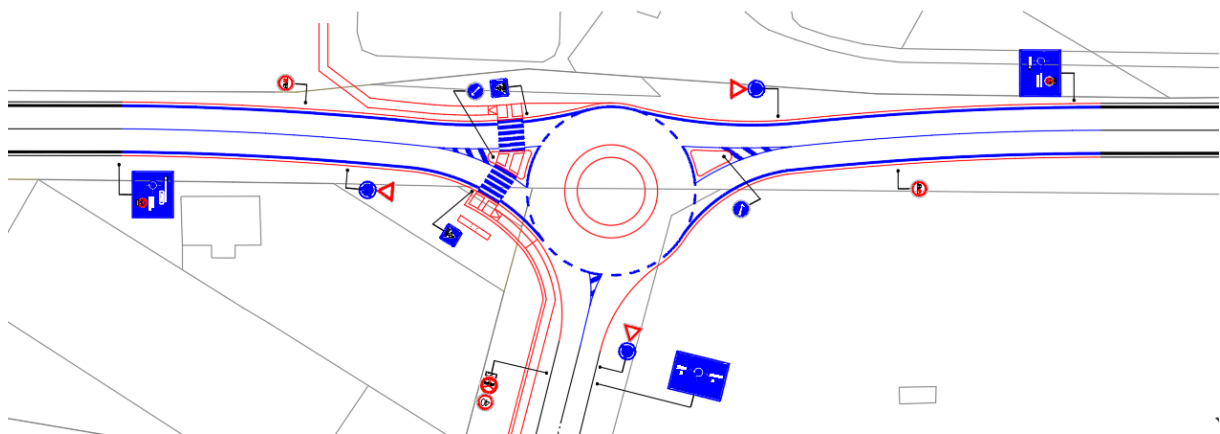
Rozhledové poměry jsou posouzeny pro vozidla vyjíždějící z vedlejší komunikace s předností určenou svíslou dopravní značkou „Dej přednost v jízdě“. Ověřena je také včasná rozlišitelnost přechodu pro chodce a chodců, přecházejících po přechodu pro chodce.

Rozhledové poměry jsou znázorněny na výkrese č. 3.2 – *Rozhledové poměry – Varianta A*.

### 7.2 Varianta B – Okružní křižovatka

Druhou variantou úpravy křižovatky Opavská – Studentská je zřízení jednopruhové okružní křižovatky. Součástí je návrh nového chodníku a přechodu pro chodce přes hlavní silnici.

Návrh okružní křižovatky je proveden podle ČSN 73 6102 *Projektování křižovatek na místních komunikacích* [11] a TP 135 *Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích*. [15]



Obrázek 18 – Varianta B



### 7.2.1 Návrhové parametry

Návrhové parametry jsou popsány zvlášť pro jednotlivé větve a stavební prvky okružní křižovatky.

Okružní křižovatka není umístěna v ose hlavní silnice. Silnice ramene A a C se proto musí vést v oblouku délky 50 m a o poloměru 520 m. Úprava započne ve vzdálenosti 82 m od středu okružní křižovatky.

#### Větev A

Stavební úprava této větve okružní křižovatky spočívá v rozšíření komunikace ve vjezdu a výjezdu a zřízení přechodu pro chodce spolu s dělicím ostrůvkem.

Vjezd do křižovatky je navržen v šířce 5,5 m a s poloměrem 30 m. Výjezd z křižovatky má šířku 5,5 m a poloměr 75 m. Šířka vjezdu a výjezdu je měřena mezi zvýšenými obrubami.

Navržený ostrůvek má ochranou a dělicí funkci. Tvar je vytvořen odsazením 0,5 m od vodícího proužku okružní křižovatky a odsazením 0,5 m od jízdnic pruhů na vjezdu a výjezdu. Délka ostrůvku je 6,75 m. Nároží jsou zaoblena poloměrem 0,5 m na hranici okružní křižovatky a poloměrem 1 m na opačné straně ostrůvku. Plocha je 21,2 m<sup>2</sup>. Ostrůvek je vydlážděn betonovou zámkovou dlažbou v šířce přechodu, tj. 4 m. Plocha zahrnuje nutné hmatové úpravy pro pohyb nevidomých chodců. Zbývající povrch je vegetačně upraven.

Přechod pro chodce má šířku 4 m. Délka mezi zvýšenými obrubami na vjezdu i výjezdu je 5,5 m.

#### Větev B

Větev okružní křižovatky B není třeba až po rozšíření vjezdu a výjezdu upravovat. Rozšíření započne ve vzdálenosti 26 m od středu okružní křižovatky. Vjezd je navržen v šířce 5,5 m a s poloměrem 25 m. Výjezd má šířku 5,5 m a poloměr 20 m. Šířka vjezdu a výjezdu je měřena od zvýšené obruby po dopravní stín.

Navržený dopravní stín má délku 5,6 m a šířku 2,2 m. Plocha je 6,2 m<sup>2</sup>.

## **Větev C**

Komunikaci na větvi C je nutno, stejně jako v případě u větve A, rozšířit pro vjezd a výjezd, spolu se zřízením dopravního ostrůvku.

Vjezd je navržen v šířce 5,5 m a s poloměrem 75 m. Výjezd má šířku 5,5 m a poloměr 25 m. Šířka vjezdu a výjezdu je měřena mezi zvýšenými obrubami.

Navržený dělicí ostrůvek má pouze dělicí funkci. Tvarově i rozměrově je shodný s ostrůvkem na větvi A. Ostrůvek je vyvýšený a plně upraven vegetací.

## **Vnější průměr okružní křižovatky**

Okružní křižovatka je navržena v průměru 28 m. Při návrhu byl brán ohled na zábor pozemků a zajišťuje pohodlný průjezd všem vozidlům.

## **Středový ostrov a prstenec**

Průměr středového ostrova je 11,4 m. Ostrov je vyvýšený a povrch upraven vegetací. Plocha ostrova je 102 m<sup>2</sup>.

Kolem středového ostrova je navržen pojízdný prstenec o šířce 2,10 m.

## **Jízdní pruh na okružní křižovatce**

Šířka jízdního pruhu mezi prstencem a zpevněnou krajnicí je 6,20 m.

## **Odvodnění křižovatky**

Odvodnění okružní křižovatky je řešeno stejným způsobem, jaký je popsán u varianty A. Liší se pouze délkou propustků. Propustek, vedoucí přes větev B, je navržen v délce 17 m. Druhý propustek, který se napojuje na stávající propustek, má délku 11 m.

## Svislé a vodorovné dopravní značení

Výpis svislého dopravního značení nalezneme v tabulce č. 22.

*Tabulka 22 – Svislé dopravní značení – varianta B*

Označení	Název	Přemístěné značky [ks]	Nové značky [ks]
B 12	Zákaz vjezdu vyznačených vozidel	1	-
B 20a	Nejvyšší dovolená rychlost	1	-
B 21a	Zákaz předjíždění	2	-
C 1	Kruhový objezd	-	3
C 4a	Přikázaný směr objíždění vpravo	-	2
IP 6	Přechod pro chodce	-	2
IS 9b	Návěst před křižovatkou	-	3
P 4	Dej přednost v jízdě!	-	3

Výpis vodorovného dopravního značení nalezneme v tabulce č. 23.

*Tabulka 23 – Vodorovné dopravní značení – varianta B*

Označení	Název	Rozměr [m]
V 1a	Podélná čára souvislá	0,125
V 2b	Podélná čára přerušovaná	1,5/1,5/0,25
V 4	Vodící čára	0,25
V 7	Přechod pro chodce	0,50/0,50
V 13a	Šikmé rovnoběžné čáry	0,50/1

Výkres vodorovného a svislého značení je součástí výkresu č. 4 – *Situace nového stavu – varianta B*.

## 7.2.2 Kapacitní posouzení

Kapacitní posudek navrhované okružní křižovatky je proveden podle *TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek*. [16] Pro výpočet byly použity výhledové intenzity dopravy pro rok 2037.

Tabulka 24 – Vstupní geometrické hodnoty

Rameno	$n_{i,koef}$ [-]	$n_{e,koef}$ [-]	$n_k$ [-]	$R_i$ [m]	$R_e$ [m]	$b$ [m]	$d_p$ [m]	$t_{fi}$ [s]	$t_{fe}$ [s]	$t_{gi}$ [s]	$t_{ge}$ [s]	$\Delta$ [s]
A	1	1	1	30	75	21,2	5,5	2,6	2,4	3,6	5,9	2,1
B	1	1	1	25	20	17,7	-	2,6	2,8	3,83	-	2,1
C	1	1	1	25	75	21,2	-	2,6	2,4	3,6	-	2,1

Tabulka 25 – Vstupní intenzity vozidel

Rameno	$I_i$ [pvoz/h]	$I_e$ [pvoz/h]	$I_k$ [pvoz/h]
A	915	1042	89
B	238	221	783
C	1049	939	82

- kde:  $n_{i,koef}$  počet jízdnic pruhů na vjezdu [-],  
 $n_{e,koef}$  počet jízdnic pruhů na výjezdu [-],  
 $n_k$  počet jízdnic pruhů na okruhu [-],  
 $R_i$  poloměr vjezdu [m],  
 $R_e$  poloměr výjezdu [m],  
 $b$  vzdálenost kolizních bodů [m],  
 $d_p$  délka přechodu pro chodce na výjezdu [m],  
 $t_f$  následný časový odstup [s],  
 $t_g$  kritický časový odstup [s],  
 $\Delta$  minimální časový odstup mezi vozidly jedoucími po okruhu [s],  
 $I_i$  intenzity vozidel na vjezdu [pvoz/h],

$I_e$  intenzity vozidel na výjezdu [pvoz/h],

$I_k$  intenzita vozidel na okruhu [pvoz/h],

$I_{CH}$  intenzita chodců [ch/h],

### Posouzení vjezdů do křižovatky

#### Kapacita vjezdu

$$\text{Obecný vzorec: } C_i = 3600 \cdot \left(1 - \frac{\Delta \cdot I_k}{n_k \cdot 3600}\right) \cdot \frac{n_{i,koef}}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_k}{3600} \cdot \left(t_g - \frac{t_f}{2} \cdot \Delta\right)} \quad (42)$$

$$C_{iA} = 3600 \cdot \left(1 - \frac{2,1 \cdot 89}{1 \cdot 3600}\right) \cdot \frac{1}{2,6} \cdot e^{-\frac{89}{3600} \cdot \left(3,6 - \frac{2,6}{2} \cdot 2,1\right)} = 1306,26 = 1306 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{iB} = 3600 \cdot \left(1 - \frac{2,1 \cdot 783}{1 \cdot 3600}\right) \cdot \frac{1}{2,6} \cdot e^{-\frac{783}{3600} \cdot \left(3,83 - \frac{2,6}{2} \cdot 2,1\right)} = 685,03 = 685 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{iC} = 3600 \cdot \left(1 - \frac{2,1 \cdot 82}{1 \cdot 3600}\right) \cdot \frac{1}{2,6} \cdot e^{-\frac{82}{3600} \cdot \left(3,6 - \frac{2,6}{2} \cdot 2,1\right)} = 1312,39 = 1312 \text{ pvoz/h}$$

#### Rezerva kapacity

$$\text{Obecný vzorec: } Rez = C_i - I_i \quad (43)$$

$$Rez_A = 1306 - 915 = 391 \text{ pvoz/h} \quad Rez_A(\%) = 29,9 \%$$

$$Rez_B = 685 - 238 = 447 \text{ pvoz/h} \quad Rez_B(\%) = 65,3 \%$$

$$Rez_C = 1312 - 1049 = 263 \text{ pvoz/h} \quad Rez_C(\%) = 20,1 \%$$

#### Střední doba zdržení, úroveň kvality dopravy

$$t_{WiA} < 10 \text{ s} \quad \rightarrow \quad \text{ÚKD A}$$

$$t_{WiB} < 10 \text{ s} \quad \rightarrow \quad \text{ÚKD A}$$

$$t_{WiC} < 20 \text{ s} \quad \rightarrow \quad \text{ÚKD B}$$

## Stupeň vytížení

$$\text{Obecný vzorec: } a_{v,A} = \frac{I_{iA}}{C_{iA}} \quad (44)$$

$$a_{v,A} = \frac{915}{1306} = 0,70$$

$$a_{v,B} = \frac{238}{685} = 0,35$$

$$a_{v,C} = \frac{1049}{1312} = 0,80$$

## Délka fronty

$$\text{Obecný vzorec: } N_{95\%} = \frac{3}{2} \cdot C_i \cdot \left( a_v - 1 + \sqrt{(1 - a_v)^2 + \frac{24 \cdot a_v}{C_i}} \right) \quad (45)$$

$$N_{95\%A} = \frac{3}{2} \cdot 1306 \cdot \left( 0,7 - 1 + \sqrt{(1 - 0,7)^2 + \frac{24 \cdot 0,7}{1306}} \right) = 40,6 \text{ m}$$

$$N_{95\%B} = \frac{3}{2} \cdot 685 \cdot \left( 0,35 - 1 + \sqrt{(1 - 0,35)^2 + \frac{24 \cdot 0,35}{685}} \right) = 9,6 \text{ m}$$

$$N_{95\%C} = \frac{3}{2} \cdot 1312 \cdot \left( 0,8 - 1 + \sqrt{(1 - 0,8)^2 + \frac{24 \cdot 0,8}{1312}} \right) = 66,6 \text{ m}$$

## Posouzení výjezdů z křižovatky

### Kapacita výjezdu

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

$$C_{eB} = \frac{3600 \cdot n_{e,koef}}{t_f} = \frac{3600 \cdot 1}{2,8} = 1286 \text{ pvoz/h}$$

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

## Stupeň vytížení

$$a_A = \frac{I_{eA}}{C_{eA}} = \frac{1042}{1500} = 0,69 < 0,9 \rightarrow \text{výjezd vyhoví}$$

$$a_B = \frac{I_{eB}}{C_{eB}} = \frac{221}{1286} = 0,17 < 0,9 \rightarrow \text{výjezd vyhoví}$$

$$a_A = \frac{I_{eA}}{C_{eA}} = \frac{1049}{1500} = 0,70 < 0,9 \rightarrow \text{výjezd vyhoví}$$

Podle ČSN 73 6102 *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* [11] je na silnicích I. třídy požadován minimální stupeň úrovně kvality dopravy C a na místních komunikacích stupeň ÚKD E.

Navržená okružní křižovatka vyhoví požadovanému stupni úrovně kvality dopravy pro výhledový rok 2037. Na rameni A, B se předpokládá střední doba zdržení menší než 10 s a tím pádem stupeň ÚKD A. Na rameni C bude doba zdržení menší než 20 s a stupeň ÚKD B.

### 7.2.3 Ověření vlečných křivek

Ověření vlečných křivek je provedeno v programu AutoTURN. Pro průjezd křižovatkou je zvoleno vozidlo s nejnáročnějšími křivkami, nákladní souprava NS. Důraz je kladen především na dráhu předních a zadních kol. Navržená okružní křižovatka bezpečně vyhoví.

Ověření vlečnými křivkami je znázorněno na výkrese č. 4.4 – *Vlečné křivky – varianta B*.

### 7.2.4 Rozhledové poměry

Rozhledové poměry jsou provedeny podle *TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích*. [15]

Na všech paprscích okružní křižovatky jsou ověřeny rozhledy pro zastavení na vjezdu a rozhledy pro průjezd bez zastavení na vjezdu. Navržená křižovatka bezpečně vyhoví.

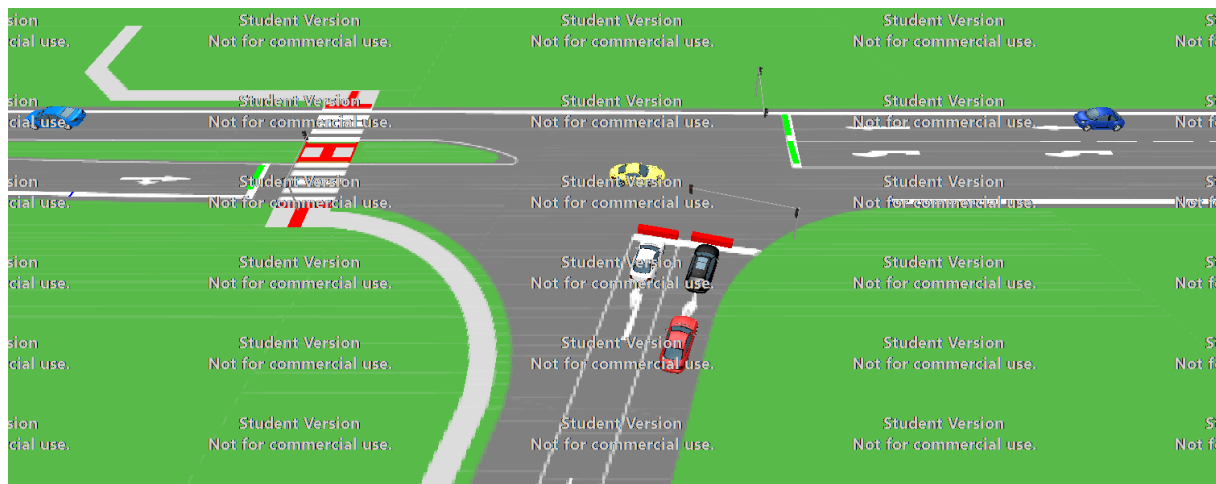
Rozhledové poměry jsou znázorněny na výkrese č. 4.3 – *Rozhledové poměry – varianta B*.

## 8. Simulace v programu PTV Vissim

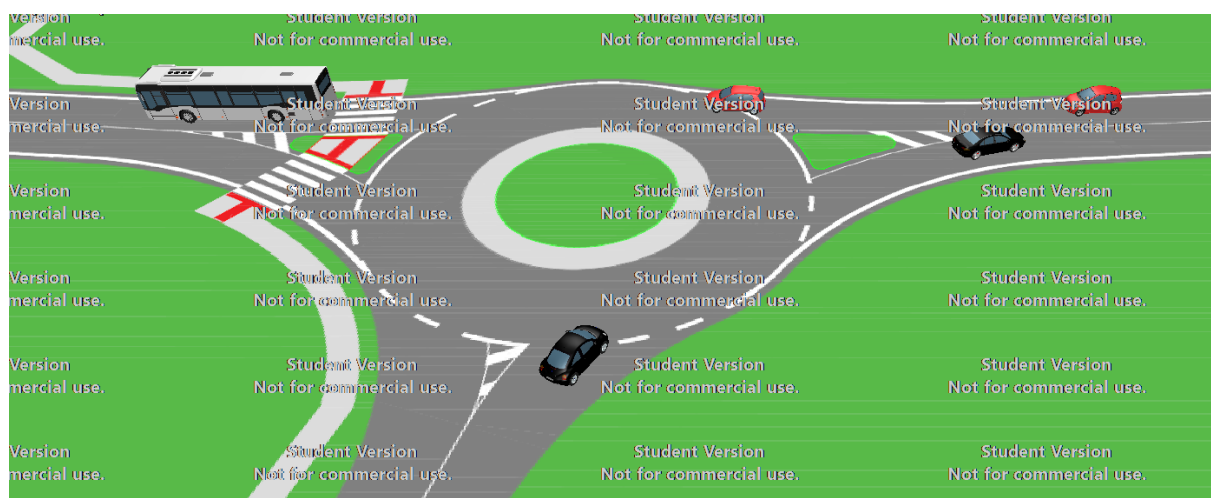
Součástí této bakalářské práce jsou simulační modely jednotlivých variant vytvořené v programu PTV Vissim. Tento software je schopen simulovat individuální i veřejnou hromadnou dopravu na pozemních komunikacích, včetně cyklistů a pěších.

Simulační modely obou variant jsou vytvořeny pro výhledový rok 2037. Během simulací nedocházelo k žádným problémům, ani se netvořily kolony.

Simulační modely se nacházejí na příloženém CD.



Obrázek 19 – Vizualizace varianty A



Obrázek 20 – Vizualizace varianty B



## **9. Zhodnocení variant**

Výběr efektivnější varianty je provedeno pomocí multikriteriálního hodnocení. Hlavními kritérii jsou bezpečnost, ekonomická náročnost, stavební náročnost, úroveň kvality dopravy a estetika.

### **Bezpečnost**

U navržené varianty s SSZ je velkou výhodou, že kolizní body se zde nenacházejí, vyjma noční doby, kdy jsou SSZ v nečinnosti.

### **Ekonomická náročnost**

Pořizovací cena je vždy jedním z klíčových faktorů výběru varianty. Z důvodů velkého záboru plochy a nákladného zřízení SSZ, není první varianta z ekonomického hlediska vhodná k realizaci.

### **Stavební náročnost**

Stavebně náročnější je varianta A z důvodu velkých ploch a náročného zřízení SSZ.

### **Úroveň kvality dopravy**

Obě navrhované varianty bezpečně vyhoví výhledovým intenzitám dopravy. Nejlepšího výsledku a nejlepších stupňů ÚKD dosáhla varianta A. Na variantě B nastane na jednom paprsku stupeň ÚKD B.

### **Estetika**

Estetika je jedno z méně důležitých kritérií. Pro začlenění do krajiny je vhodnější okružní křižovatka.

Jednotlivé váhy kritérií jsou určeny metodou preferenčního pořadí. Pořadí jsou zvolena podle významu kritérií. První místo zaujme nejvýznamnější kritérium a poslední místo má právě to nejméně významné.

K jednotlivým kritériím jsou přiřazeny body na stupnici od 1 do 5 (5 – nejlepší, 1 – nejhorší). Poté jsou body vynásobeny normovanou váhou daných kritérií.

*Tabulka 26 – Zhodnocení variant*

Kritérium				Varianta	
Název	Pořadí	$k_i$ [-]	$v_i$ [-]	A	B
Bezpečnost	1	5	0,33	4	3
Ekonomická náročnost	2	4	0,27	1	3
Stavební náročnost	3	3	0,20	2	4
Úroveň kvality dopravy	4	2	0,13	5	4
Estetika	5	1	0,07	2	4
Součet			1,00	2,78	3,4

$k_i$  nenormovaná váha [-],

$v_i$  normovaná váha [-],

Nejvíce bodů, a tudíž nejlepšího výsledku, dosáhla varianta B. Dle pěti vybraných nejdůležitějších kritérií lze říci, že varianta B dosáhla podstatně lepších výsledků, a proto je vhodnější k realizaci.

## 10. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout dvě varianty řešení vedoucí ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu na křižovatce Opavská – Studentská v Ostravě – Porubě.

Při návrhu jednotlivých variant byl kladen důraz na odstranění problémů současného stavu. První varianta úpravy křižovatky spočívá ve zřízení odbočovacích pruhů vlevo na hlavní a vedlejší komunikaci a přidání světelně signalizačních zařízení. Druhou variantou je návrh na přestavbu stávající stykové křižovatky na jednopruhovou okružní křižovatku. Z hlediska kapacitního posouzení výhledového stavu, rozhledových poměrů a vlečných křivek, obě varianty vyhoví.

Na základě multikriteriálního zhodnocení, kde byla posuzována nejdůležitější kritéria, dosáhla znatelně lepších výsledků druhá varianta, tedy okružní křižovatka. Pro případnou rekonstrukci křižovatky je proto doporučena k realizaci.

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval mému vedoucímu Ing. Ivanovi Fenclovi, Ph.D. za věnovaný čas, cenné rady a vstřícnost při konzultacích bakalářské práce.

## Použitá literatura

- [1] *Ostrava.cz: Základní údaje* [online]. OVANET, 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://poruba.ostrava.cz/cs/o-porube/zakladni-udaje>
- [2] *Mapy.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=18.2341075&y=49.8244119&z=13&l=0>
- [3] *Maps.google.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/@49.8370419,18.1620583,223m/data=!3m1!1e3>
- [4] *Jednotná dopravní vektorová mapa: Statistika nehod v mapě* [online]. 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://maps.jdvm.cz/cdv2/apps/nehodyvmape/Search.aspx>
- [5] *Zákony pro lidi: Zákon č. 274/2008 Sb.* [online]. AION CS, 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-274/zneni-20170701?porov=20170531>
- [6] *Kapitola V. Dopravní nehodovost* [online]. 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://projekt150.ha-vel.cz/node/97>
- [7] BARTOŠ, Luděk. *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích: TP 189*. 2. vyd. Plzeň: EDIP, 2012. ISBN 978-80-97394-06-09.
- [8] *Sdružení pro výstavbu komunikace I/11 - I/57* [online]. 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://www.prodlouzena-rudna.cz/>
- [9] *Stavby v MS kraji: Prodloužená Rudná* [online]. 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://www.msstavby.cz/projekty/prodlouzena-rudna/>
- [10] BARTOŠ, Luděk, Aleš RICHTR, Jan MARTOLOS a Martin HÁLA. *Prognóza intenzit automobilové dopravy: TP 225*. 2. vyd. Plzeň: EDIP, 2012. ISBN 978-80-87394-07-06.
- [11] ČSN 73 6102. *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích: +Z2*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012. 2.
- [12] BARTOŠ, Luděk. *Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek: TP 188*. 1. vyd. Mariánské Lázně: Pro EDIP vydalo nakl. Koura, 2007. ISBN 978-80-902527-6-9.
- [13] MARTOLOS, Jan. *Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích: TP 81*. 3. vyd. EDIP, 2015.

- [14] MARTOLOS, Jan. *Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek: TP 235*. 1. vyd. Liberec: EDIP, 2011. ISBN 978-80-873940-3-8.
- [15] SMĚLÝ, Martin, Michal RADIMSKÝ a Miroslav PATOČKA. *Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích: TP 135*. 3. vyd. EDIP, 2017.
- [16] BARTOŠ, Luděk. *Posuzování kapacity okružních křižovatek: TP 234*. 1. vyd. Liberec: EDIP, 2011. ISBN 978-80-902527-6-9.

## **Seznam tabulek**

Tabulka 1 – Specifikace dopravních nehod

Tabulka 2 – Relativní nehodovost

Tabulka 3 – Intenzita dopravy v době od 6:00 do 8:00

Tabulka 4 – Intenzita dopravy v době od 14:00 do 16:00

Tabulka 5 – Hodinové intenzity po 15 minutách v době od 6:00 do 8:00

Tabulka 6 – Hodinové intenzity po 15 minutách v době od 14:00 do 16:00

Tabulka 7 – Přepočtové koeficienty dopravních vozidel

Tabulka 8 – Přepočtené hodinové intenzity dopravy ve špičkové hodině

Tabulka 9 – Špičková intenzita dopravy po otevření Prodloužené Rudné

Tabulka 10 – Denní intenzita dopravy

Tabulka 11 – Týdenní intenzita dopravy

Tabulka 12 – Roční průměr denních intenzit

Tabulka 13 – Výhledová denní intenzita dopravy

Tabulka 14 – Výhledová intenzita špičkové hodiny

Tabulka 15 – Svislé dopravní značení – varianta A

Tabulka 16 – Vodorovné dopravní značení – varianta A

Tabulka 17 – Výpočtová tabulka mezičasů

Tabulka 18 – Výpočet délky cyklu

Tabulka 19 – Výpočet délky cyklu (pokračování tabulky č. 18)

Tabulka 20 – Výpočet kapacity pruhu ovlivněným protisměrem

Tabulka 21 – Kapacitní posouzení řízené křižovatky

Tabulka 22 – Svislé dopravní značení – varianta B

Tabulka 23 – Vodorovné dopravní značení – varianta B

Tabulka 24 – Vstupní geometrické hodnoty

Tabulka 25 – Vstupní intenzity vozidel

Tabulka 26 – Zhodnocení variant

## **Seznam obrázků**

Obrázek 1 – Mapa širších vztahů

Obrázek 2 – Křižovatka Opavská – Studentská

Obrázek 3 – Hlavní silnice (směr Ostrava)

Obrázek 4 – Hlavní silnice (směr Opava)

Obrázek 5 – Vedlejší komunikace

Obrázek 6 – Kolona na vedlejší komunikaci

Obrázek 7 – Mapa dopravní nehodovosti

Obrázek 8 – Označení ramen a dopravních proudů

Obrázek 9 – Pentlogram přepočtených intenzit ve špičkové hodině

Obrázek 10 – Prodloužená Rudná

Obrázek 11 – Nedokončený úsek Prodloužené Rudné

Obrázek 12 – Určení úrovně kvality dopravy

Obrázek 13 – Varianta A

Obrázek 14 – Rozhodující mezičas při změně fáze (z 1. na 2.)

Obrázek 15 – Rozhodující mezičas při změně fáze (z 2. na 1.)

Obrázek 16 – Signální plán

Obrázek 17 – Úroveň kvality dopravy řízených křižovatek

Obrázek 18 – Varianta B

Obrázek 19 – Vizualizace varianty A



Obrázek 20 – Vizualizace varianty B

## **Seznam grafů**

Graf 1 – Příčiny dopravních nehod za roky 2010 – 2017

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 – Hodnoty získané z dopravního průzkumu

Příloha č. 2 – Přepočtové koeficienty pro výpočet ročního průměru denních intenzit

Příloha č. 3 – Kapacitní posouzení výhledového stavu křižovatky

## **Seznam výkresů**

Výkres 1 – Situace širších vztahů

Výkres 2 – Situace původního stavu, M 1:250

Výkres 3 – Situace nového stavu – varianta A, M 1:250

Výkres 3.1 – Řez A-A', M 1:50

Výkres 3.2 – Rozhledové poměry – varianta A, M 1:500

Výkres 3.3 – Vlečné křivky – varianta A, M 1:500

Výkres 4 – Situace nového stavu – varianta B, M 1:250

Výkres 4.1 – Řez B-B', M 1:50

Výkres 4.2 – Řez C-C', M 1:50

Výkres 4.3 – Rozhledové poměry – varianta B, M 1:500

Výkres 4.4 – Vlečné křivky – varianta B, M 1:500

## Příloha č. 1

### Hodnoty získané z dopravního průzkumu

Označení		Druh vozidla				
Čas	Směr	M	O	N	K	A
6:00 – 6:15	A2	0	149	3	1	1
6:00 – 6:15	A3	0	21	0	0	0
6:00 – 6:15	C4	0	2	0	0	0
6:00 – 6:15	C6	0	4	0	0	0
6:00 – 6:15	B7	0	6	0	0	0
6:00 – 6:15	B8	0	98	4	1	1

Označení		Druh vozidla				
Čas	Směr	M	O	N	K	A
6:15 – 6:30	A2	0	188	3	3	1
6:15 – 6:30	A3	0	42	0	0	0
6:15 – 6:30	C4	0	4	0	0	0
6:15 – 6:30	C6	0	6	1	0	1
6:15 – 6:30	B7	0	11	0	0	1
6:15 – 6:30	B8	0	111	7	1	1

Označení		Druh vozidla				
Čas	Směr	M	O	N	K	A
6:30 – 6:45	A2	2	205	6	1	2
6:30 – 6:45	A3	0	48	0	0	0
6:30 – 6:45	C4	0	6	1	0	0
6:30 – 6:45	C6	0	13	0	0	1
6:30 – 6:45	B7	0	27	0	0	1
6:30 – 6:45	B8	0	112	5	3	2

Označení		Druh vozidla				
Čas	Směr	M	O	N	K	A
6:45 – 7:00	A2	0	180	6	1	1
6:45 – 7:00	A3	0	33	0	0	1
6:45 – 7:00	C4	0	5	0	0	0
6:45 – 7:00	C6	0	10	0	0	1
6:45 – 7:00	B7	0	41	0	0	0
6:45 – 7:00	B8	0	132	6	2	1

Označení		Druh vozidla				
Čas	Směr	M	O	N	K	A
7:00 – 7:15	A2	0	178	7	4	5
7:00 – 7:15	A3	0	40	0	0	0
7:00 – 7:15	C4	0	6	1	0	1
7:00 – 7:15	C6	0	5	0	0	0
7:00 – 7:15	B7	0	24	0	0	0
7:00 – 7:15	B8	0	130	11	2	1

Označení		Druh vozidla				
Čas	Směr	M	O	N	K	A
7:15 – 7:30	A2	0	193	8	5	2
7:15 – 7:30	A3	0	39	0	0	0
7:15 – 7:30	C4	0	7	0	0	0
7:15 – 7:30	C6	0	12	0	0	0
7:15 – 7:30	B7	0	30	0	0	0
7:15 – 7:30	B8	0	158	3	3	1

Označení		Druh vozidla				
Čas	Směr	M	O	N	K	A
7:30 – 7:45	A2	0	202	5	3	1
7:30 – 7:45	A3	0	45	1	0	0
7:30 – 7:45	C4	0	3	0	0	0
7:30 – 7:45	C6	0	14	0	0	1
7:30 – 7:45	B7	1	31	2	0	0
7:30 – 7:45	B8	0	156	11	6	1

Označení		Druh vozidla				
Čas	Směr	M	O	N	K	A
7:45 – 8:00	A2	0	161	10	9	3
7:45 – 8:00	A3	0	43	2	0	0
7:45 – 8:00	C4	0	5	1	0	0
7:45 – 8:00	C6	0	16	0	0	1
7:45 – 8:00	B7	0	47	0	0	0
7:45 – 8:00	B8	0	158	10	3	0

Označení		Druh vozidla				
Čas	Směr	M	O	N	K	A
14:00 – 14:15	A2	0	137	3	3	1
14:00 – 14:15	A3	0	23	0	0	0
14:00 – 14:15	C4	0	15	0	0	0
14:00 – 14:15	C6	0	30	1	0	0
14:00 – 14:15	B7	0	10	0	0	0
14:00 – 14:15	B8	0	185	5	3	1

Označení		Druh vozidla				
Čas	Směr	M	O	N	K	A
14:15 – 14:30	A2	0	150	4	5	1
14:15 – 14:30	A3	0	27	0	0	0
14:15 – 14:30	C4	0	14	0	0	0
14:15 – 14:30	C6	0	33	2	0	1
14:15 – 14:30	B7	0	13	0	1	1
14:15 – 14:30	B8	0	227	4	2	0

Označení		Druh vozidla				
Čas	Směr	M	O	N	K	A
14:30 – 14:45	A2	0	163	4	3	3
14:30 – 14:45	A3	0	32	1	0	1
14:30 – 14:45	C4	0	19	1	0	0
14:30 – 14:45	C6	0	35	0	0	1
14:30 – 14:45	B7	0	11	0	0	0
14:30 – 14:45	B8	0	184	5	3	2

Označení		Druh vozidla				
Čas	Směr	M	O	N	K	A
14:45 – 15:00	A2	0	186	4	4	0
14:45 – 15:00	A3	0	41	0	0	0
14:45 – 15:00	C4	0	11	0	0	0
14:45 – 15:00	C6	0	28	1	0	1
14:45 – 15:00	B7	0	19	1	0	0
14:45 – 15:00	B8	0	219	3	4	1

Označení		Druh vozidla				
Čas	Směr	M	O	N	K	A
15:00 – 15:15	A2	0	171	3	5	2
15:00 – 15:15	A3	0	27	1	0	0
15:00 – 15:15	C4	0	23	0	0	0
15:00 – 15:15	C6	0	40	0	0	0
15:00 – 15:15	B7	0	21	0	0	0
15:00 – 15:15	B8	0	240	4	4	5

Označení		Druh vozidla				
Čas	Směr	M	O	N	K	A
15:15 – 15:30	A2	0	202	3	5	3
15:15 – 15:30	A3	0	29	0	0	0
15:15 – 15:30	C4	0	27	0	0	0
15:15 – 15:30	C6	0	23	2	0	1
15:15 – 15:30	B7	0	25	1	0	0
15:15 – 15:30	B8	0	209	6	5	1

Označení		Druh vozidla				
Čas	Směr	M	O	N	K	A
15:30 – 15:45	A2	0	166	2	3	1
15:30 – 15:45	A3	0	35	0	0	0
15:30 – 15:45	C4	0	22	0	0	0
15:30 – 15:45	C6	0	61	0	0	0
15:30 – 15:45	B7	0	24	0	0	0
15:30 – 15:45	B8	0	220	3	5	1

Označení		Druh vozidla				
Čas	Směr	M	O	N	K	A
15:45 – 16:00	A2	0	170	9	3	1
15:45 – 16:00	A3	0	25	1	0	0
15:45 – 16:00	C4	0	15	0	0	0
15:45 – 16:00	C6	0	37	0	0	0
15:45 – 16:00	B7	0	19	0	0	0
15:45 – 16:00	B8	0	204	3	3	2

## Příloha č. 2

### Přepočtové koeficienty pro výpočet ročního průměru denních intenzit

#### Denní intenzita dopravy

##### Pro silnici 1. třídy:

Doba průzkumu	Přepočtové koeficienty pro jednotlivé druhy vozidel				
	M	O	N	K	A
6:00 – 7:00	4,07	5,34	6,06	5,21	6,89
7:00 – 8:00	4,52	6,33	7,64	6,07	7,08
13:00 – 14:00	7,42	6,63	7,50	6,84	6,55
14:00 – 15:00	8,75	7,39	6,99	6,73	7,36
$\sum p_i^d$	24,76	25,69	28,19	24,85	27,88
$k_{m,d}$	4,04	3,89	3,55	4,02	3,59

##### Pro místní komunikaci:

Doba průzkumu	Přepočtové koeficienty pro jednotlivé druhy vozidel				
	M	O	N	K	A
6:00 - 7:00	4,07	4,81	6,19	5,43	6,86
7:00 - 8:00	4,52	6,76	7,68	6,34	7,08
13:00 - 14:00	7,42	6,51	7,29	6,98	6,55
14:00 - 15:00	8,75	7,36	6,99	6,72	7,36
$\sum p_i^d$	24,76	25,44	28,15	25,47	27,88
$k_{m,d}$	4,04	3,93	3,55	3,93	3,59

##### Průměrná denní intenzita dopravy:

Rameno	Dopravní proud	Druhy vozidel [voz/den]					I <sub>d</sub> [voz/den]
		M	O	N	K	A	
A	2	6	7627	199	144	70	8046
	3	0	1498	15	0	5	1518
B	4	0	506	8	0	3	517
	6	0	1010	17	0	23	1050
C	7	3	950	10	3	8	971
	8	0	7469	224	141	53	7887

### Týdenní průměr denních intenzit

Pro silnici I:

-	Přepočtové koeficienty pro jednotlivé druhy vozidel				
	M	O	N	K	A
$p_i^t$	93,9	104,6	125,9	127,4	118,8
$k_{d,t}$	1,07	0,96	0,79	0,79	0,84

Pro místní komunikaci:

-	Přepočtové koeficienty pro jednotlivé druhy vozidel				
	M	O	N	K	A
$p_i^t$	93,9	110,6	120,1	128,4	118,8
$k_{d,t}$	1,07	0,90	0,83	0,78	0,84

Týdenní průměr denních intenzit:

Rameno	Dopravní proud	Druhy vozidel [voz/den]					I <sub>t</sub> [voz/den]
		M	O	N	K	A	
A	2	6	7322	157	114	59	7658
	3	0	1438	12	0	4	1454
B	4	0	455	7	0	3	465
	6	0	909	14	0	19	942
C	7	3	912	8	2	7	929
	8	0	7170	177	111	45	7503

### Roční průměr denních intenzit

Pro silnici I. třídy:

-	Přepočtové koeficienty pro jednotlivé druhy vozidel				
	M	O	N	K	A
$p_i^r$	23,6	96,0	102,6	98,8	96,2
$k_{r,RPDI}$	4,24	1,04	0,98	1,01	1,04

Pro místní komunikaci:

-	Přepočtové koeficienty pro jednotlivé druhy vozidel				
	M	O	N	K	A
$p_i^r$	26,3	100,8	100,8	100,8	96,2
$k_{r,RPDI}$	4,26	0,99	0,99	0,99	1,04

### Roční průměr denních intenzit:

Rameno	Dopravní proud	Druhy vozidel [voz/den]					RPDI [voz/den]	
		M	O	N	K	A		
A	2	25	7615	154	115	61	7970	19633
	3	0	1496	12	0	4	1512	
B	4	0	451	7	0	3	461	
	6	0	900	14	0	20	934	
C	7	13	949	8	2	7	966	
	8	0	7457	174	112	47	7790	

### Příloha č. 3

#### Kapacitní posouzení výhledového stavu křižovatky

#### Stupeň podřazenosti dopravních proudů:

1. stupeň – dopravní proudy č. 2, 3, 8
2. stupeň – dopravní proudy č. 6, 7
3. stupeň – dopravní proudy č. 4

#### Rozhodující intenzity dopravního proudu:

$$I_{H7} = I_2 + I_3 = 743 + 131 = 874 \text{ voz/h}$$

$$I_{H6} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 = 743 + 0,5 \cdot 131 = 809 \text{ voz/h}$$

$$I_{H4} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_7 + I_8 = 743 + 0,5 \cdot 131 + 88 + 911 = 1808 \text{ voz/h}$$

#### Hodnoty kritických odstupů

$$t_{g7} = 3,4 + 0,021 \cdot V_{85\%} = 3,4 + 0,021 \cdot 50 = 4,5 \text{ s}$$

$$t_{g6} = 2,8 + 0,038 \cdot V_{85\%} = 2,8 + 0,038 \cdot 50 = 4,7 \text{ s}$$

$$t_{g4} = 5,2 + 0,022 \cdot V_{85\%} = 5,2 + 0,022 \cdot 50 = 6,3 \text{ s}$$



## Hodnoty následných odstupů

$$t_{f7} = 2,6 \text{ s}$$

$$t_{f6} = 3,1 \text{ s}$$

$$t_{f4} = 3,5 \text{ s}$$

## Základní kapacita

$$G_2 = G_3 = G_8 = 1800 \text{ pvoz/h}$$

$$G_7 = \frac{3600}{t_{f7}} \cdot e^{-\frac{I_{H7}}{3600} \cdot (t_{g7} - \frac{t_{f7}}{2})} = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{874}{3600} \cdot (4,5 - \frac{2,6}{2})} = 637 \text{ pvoz/h}$$

$$G_6 = \frac{3600}{t_{f6}} \cdot e^{-\frac{I_{H6}}{3600} \cdot (t_{g6} - \frac{t_{f6}}{2})} = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{809}{3600} \cdot (4,7 - \frac{3,1}{2})} = 572 \text{ pvoz/h}$$

$$G_4 = \frac{3600}{t_{f4}} \cdot e^{-\frac{I_{H4}}{3600} \cdot (t_{g4} - \frac{t_{f4}}{2})} = \frac{3600}{3,5} \cdot e^{-\frac{1808}{3600} \cdot (6,3 - \frac{3,5}{2})} = 105 \text{ pvoz/h}$$

## Výsledná kapacita

$$\text{dopravní proud 1. stupně} \quad C_2 = C_3 = C_8 = 1800 \text{ pvoz/h}$$

$$\text{dopravní proud 2. stupně} \quad C_6 = G_6 = 572 \text{ pvoz/h}$$

$$C_7 = G_7 = 637 \text{ pvoz/h}$$

$$p_{0,7}^{**} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - (a_{v7} + a_{v8}) \\ 0 \end{matrix} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - (0,14 + 0,52) \\ 0 \end{matrix} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 0,34 \\ 0 \end{matrix} \right\} = 0,34$$

$$a_{v7} = \frac{I_7}{C_7} = \frac{89}{637} = 0,14$$

$$a_{v8} = \frac{I_8}{C_8} = \frac{934}{1800} = 0,52$$

$$\text{dopravní proud 3. stupně} \quad C_4 = p_{0,7}^{**} \cdot G_4 = 0,34 \cdot 105 = 36 \text{ pvoz/h}$$

### Výpočet kapacity se společným řazením a rozšířeným vjezdem

$$C_{4,6} = \min \left\{ \frac{\frac{I_4 + I_6}{6}}{\sqrt{\frac{I_4}{a_{v4}^6} + \frac{I_6}{a_{v6}^6}}} \right\} = \left\{ \frac{\frac{82+155}{6}}{\sqrt{2,28^{\frac{11}{6}+1} + 0,24^{\frac{11}{6}+1}}} \right\} = 103 \text{ pvoz/h}$$

$$a_{v4} = \frac{I_4}{C_4} = \frac{82}{36} = 2,28$$

$$a_{v6} = \frac{I_6}{C_6} = \frac{155}{637} = 0,24$$

### Na hlavní komunikaci není samostatný pruh pro odbočování vlevo

$$C_{7,8} = \min \left\{ \frac{I_i + I_j}{a_{vi} + a_{vj}} \right\} = \min \left\{ \frac{89+934}{0,14 + 0,52} \right\} = \min \left\{ \frac{1550}{1800} \right\} = 1550 \text{ pvoz/h}$$

### Rezerva kapacity

$$Rez_2 = C_2 - I_2 = 1800 - 763 = 1037 \text{ pvoz/h} \quad \rightarrow \quad \text{ÚKD A}$$

$$Rez_3 = C_3 - I_3 = 1800 - 132 = 1668 \text{ pvoz/h} \quad \rightarrow \quad \text{ÚKD A}$$

$$Rez_{4,6} = C_{4,6} - I_{4,6} = 103 - 237 = -134 \text{ pvoz/h} \quad \rightarrow \quad \text{ÚKD F}$$

$$Rez_{7,8} = C_{7,8} - I_{7,8} = 1550 - 1023 = 902 \text{ pvoz/h} \quad \rightarrow \quad \text{ÚKD A}$$