

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

Úprava křižovatky ulic Těšínská - Okrajová - Frýdecká v Havířově

Adjustment of the Intersection Tesinska - Okrajova - Frydecka in Havirov

Student:

Bc. Karel Ježík

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Ivana Mahdalová, Ph.D.

Ostrava 2019

Zadání diplomové práce

Student:	Bc. Karel Ježík
Studijní program:	N3607 Stavební inženýrství
Studijní obor:	3607T036 Dopravní stavby
Specializace:	02 Dopravní inženýrství
Téma:	Úprava křižovatky ulic Těšínská - Okrajová - Frýdecká v Havířově Adjustment of the Intersection Tesinska - Okrajova - Frydecka in Havirov
Jazyk vypracování:	čeština

Zásady pro vypracování:

Předmětem diplomové práce je vypracování návrhu úprav stávající průsečné křižovatky ulic Těšínská (silnice I/11), Okrajová a Frýdecká v Havířově s cílem dosáhnout zvýšení kapacity a zlepšení plynulosti dopravy při současném zajištění bezpečného vedení všech druhů dopravy v souladu s územním plánem města. Součástí řešení bude i provedení potřebných dopravně inženýrských průzkumů a analýz, zhodnocení nehodovosti a kapacitní posouzení stávající křižovatky. Diplomant vypracuje návrh variant řešení a provede výběr nejvhodnější varianty. Výsledný návrh dopravuje na úroveň odpovídající technické studii.

Seznam doporučené odborné literatury:

České technické normy:

ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic

ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích

ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací

Resortní technické předpisy:

TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích

TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích

TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích

TP 169 Zásady pro označování dopravních situací na pozemních komunikacích

TP 188 Posuzování kapacity křižovatek a úseků pozemních komunikací

TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích

TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy

Další předpisy podle www.pjpk.cz

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

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Ivana Mahdalová, Ph.D.**

Datum zadání: 28.02.2019

Datum odevzdání: 29.11.2019



doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

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

V Ostravě 29. 11. 2019

.....

Bc. Karel Ježík

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou 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 diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové 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 – diplomovou 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 29.11.2019


Bc. Karel Ježík

Anotace

JEŽÍK, Karel. *Úprava křižovatky ulic Těšínská - Okrajová - Frýdecká v Havířově: diplomová práce*. Ostrava. VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra dopravního stavitelství, 2019. 99 s. Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Ivana Mahdalová, Ph.D.

Předmětem práce je posouzení stávajícího stavu a návrh nových řešení křižovatky ulic Těšínská, Okrajová a Frýdecká v Havířově v rozsahu technické studie. Pro posouzení stávajícího stavu jsou provedeny tyto dopravně inženýrské náležitosti: dopravní průzkum, prognóza dopravy, kapacitní posouzení, analýza nehodovosti a analýza konfliktních situací. Pro řešení nových variantních řešení byla vypracována jak textová, tak i výkresová část, která řeší hlavní technické požadavky. Závěrem je multikriteriálně vyhodnocena nejvhodnější varianta.

Annotation

JEŽÍK, Karel. *Adjustment of the Intersection Tesinska - Okrajova - Frydecka in Havirov: master's thesis*. Ostrava. VŠB-Technical University of Ostrava, Faculty of civil engineering, Department of Transport Constructions, 2019. 99 p. Thesis supervisor: doc. Ing. Ivana Mahdalová, Ph.D.

The subject of the thesis is the assessment of the current state and the design of two new solutions of the intersection of streets Těšínská, Okrajová and Frýdecká in Havířov in the extent of the technical study. For the assessment of the current situation, the following were carried out: traffic survey, traffic intensities for 2039, capacitive assessment, accident analysis, analysis of conflict situations. For solution of new variant solutions, both the text and the drawing part were developed, which evaluates the main technical requirements. In the end of the thesis was multicriterially selected the most appropriate variant.

Klíčová slova

Průsečná křižovatka, okružní křižovatka, úroveň kvality dopravy, dopravní průzkum, kapacitní posouzení, původní stav, konfliktní situace, dopravní intenzita, dopravní proud, úroveň kvality dopravy, turbo-okružní křižovatka, světelně řízená křižovatka

Key words

Cross intersection, roundabout, quality of traffic, traffic survey, capacitive assessment, original state, conflict situation, traffic intensity, traffic flow, turbo-roundabout, controlled intersections

Obsah

Seznam použitého značení.....	3
1. Úvod	4
2. Popis stávajícího stavu.....	5
2.1. Popis širších vztahů	5
2.3. Popis zájmové lokality	6
2.4. Popis ramen křižovatky	8
2.5. Světelně signalizační zařízení	11
3. Územní plánování.....	13
3.1. Popis území v kontextu územního plánování.....	13
3.1.1. Politika územního rozvoje ČR	14
3.1.2. Zásady územního rozvoje Moravskoslezského kraje.....	15
3.1.3. Územní plán	16
3.2. Obchvat Havířova – silnice I/11 Havířov-Třanovice.....	18
4. Dopravní průzkum.....	20
4.1. Metoda dopravního průzkumu	20
4.2. Analýza špičkové hodiny	22
4.3. Stanovení ročního průměru denních intenzit	26
4.4. Výhledová intenzita dopravy	28
5. Kapacitní posouzení světelně řízené průsečné křižovatky	30
5.1. Postup kapacitního výpočtu.....	30
5.1.1. Kapacitní výpočty	32
5.1.2. Kapacitní výpočet pro rameno A.....	34
5.1.3. Kapacitní výpočet pro rameno B.....	34
5.1.4. Kapacitní výpočet pro rameno C.....	34
5.1.5. Kapacitní výpočet pro rameno D.....	37
5.1.6. Závěr kapacitního výpočtu	38
5.2. Závěr kapacitního posouzení.....	41
6. Analýza dopravní nehodovosti.....	42
7. Analýza konfliktních situací.....	47
8. Návrh řešení	55
8.1. Popis variant	56
8.1.1. Popis varianty č. 1.....	56

8.1.2. Popis varianty č. 2.....	59
8.1.3. Popis varianty č. 3.....	63
8.2. Kapacitní posouzení	73
8.2.1. Kapacitní posouzení varianty č. 1.....	75
8.2.2. Kapacitní posouzení varianty č. 2.....	76
8.2.3. Kapacitní posouzení varianty č. 3.....	80
8.3. Orientační rozpočet navržených variant.....	81
10. Vyhodnocení variant.....	82
11. Simulační model vítězné varianty.....	84
12. Rozpracování vítězné varianty	86
A. PRŮVODNÍ ZPRÁVA.....	86
A.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	86
A.2. ZDŮVODNĚNÍ STUDIE	86
A.3. STANOVENÍ ZÁJMOVÉ OBLASTI.....	86
A.4. VÝCHOZÍ ÚDAJE PRO NÁVRH VARIANT	87
A.5. CHARAKTERISTIKY ÚZEMÍ.....	87
A.6. ZÁKLADNÍ ÚDAJE NAVRŽENÉ VARIANTY	87
A.7. CELKOVÉ POSOUZENÍ.....	90
A.8. EXPERTIZA	90
A.9. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ.....	90
13. Závěr.....	91
14. Seznam použitých zdrojů.....	93
14.1. České technické normy	93
14.2. Technické podmínky	93
14.3. Internetové zdroje.....	94
14.4. Ostatní	95
14.5. Použitý software	95
15. Seznam obrázků a tabulek	96
15.1. Seznam obrázků	96
15.2. Seznam tabulek	97
16. Seznam příloh	98
B. Výkresová dokumentace.....	98
C. Přílohy k textové části	99

Seznam použitého značení

MSK	Moravskoslezský kraj
MHD	městská hromadná doprava
ČSAD	Československá automobilová doprava a Československá státní automobilová doprava
ČSN	česká technická norma
TP	technické podmínky
voz	vozidlo
pvoz	přepočtené vozidlo
cykl	cyklista
voz/h	vozidlo/hodina
voz/den	vozidlo/den
pvoz/h	přepočtené vozidlo/hodina
km/h	kilometr za hodinu
m ²	metr čtvereční
m.n.m.	metrů nad mořem
m	metr
Kč	koruna česká
MJ	měrná jednotka
KS	konfliktní situace
OK	okružní křižovatka
TOK	turbo-okružní křižovatka
ÚKD	úroveň kvality dopravy
SFDI	státní fond dopravní infrastruktury
RPDI	roční průměr denních intenzit
JDVM	jednotná dopravní vektorová mapa
PÚR	politika územního rozvoje
ZÚR	zásady územního rozvoje

1. Úvod

Jako téma své diplomové práce jsem si vybral průsečnou světelně řízenou křižovatku ulic Těšínská, Frýdecká a Okrajová v Havířově – leží mezi Bludovickým kopcem a městskou částí Havířov-město. Tuto křižovatku jsem si zvolil zejména z důvodu tvorby kongescí a nevhodně navržených rozměrů pro plynulý průjezd těžkých vozidel.

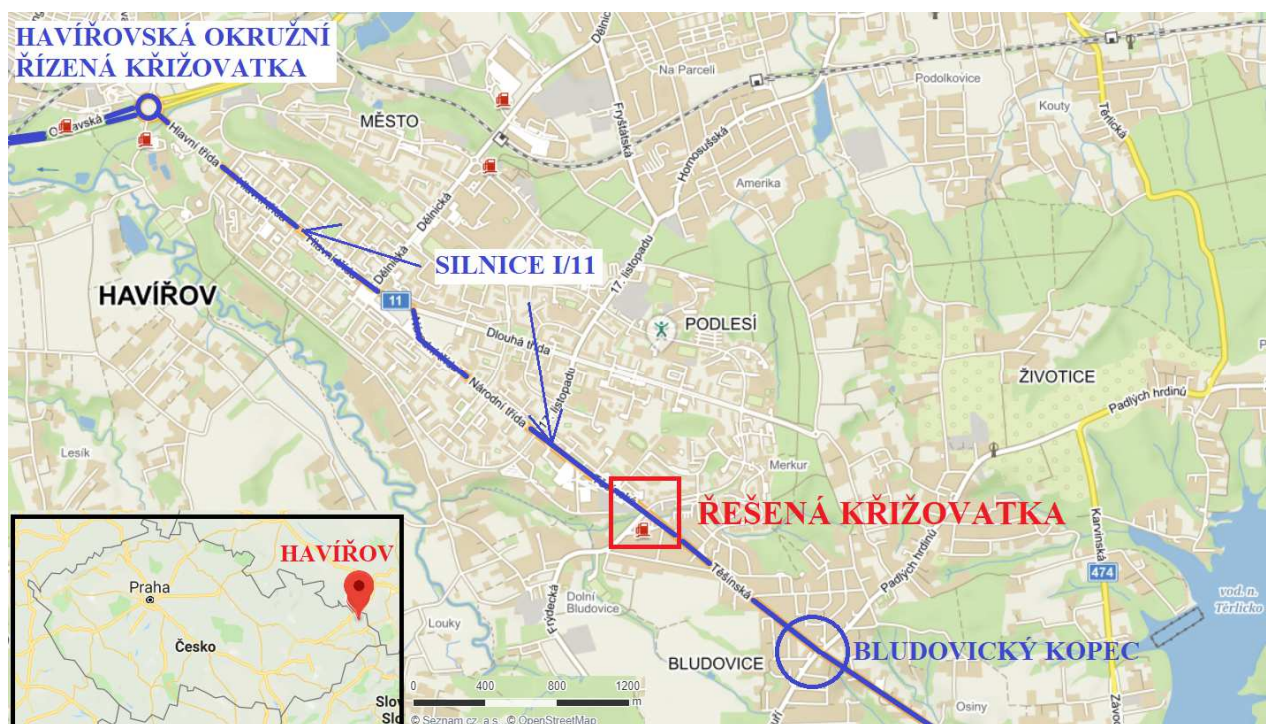
Proto v této práci bude provedena celková analýza stávajícího stavu a budou navržený tři způsoby řešení ke zlepšení současného stavu této křižovatky a jejich vzájemné porovnání dle multikriteriálního hodnocení.

Diplomová práce bude rozdělena do několika částí. V první úvodní části bude seznámení se stávajícím stavem křižovatky. V druhé části bude rozebrána dopravně-inženýrská problematika: dopravní průzkum, stanovení ročního průměru denních intenzit, výpočty výhledových intenzit, posouzení kapacit, analýza dopravní nehodovosti a analýza konfliktních situací. Ve třetí části budou navrženy tři varianty křižovatek, v souladu s územním plánem. Bude zpracována textová i výkresová část pokrývající všechny hlavní technické záležitosti. Varianty budou kapacitně posouzeny. Ve čtvrté závěrečné části budou tyto nově navržené řešení zhodnoceny a vybrána nejvhodnější varianta dle multikriteriálního hodnocení, následně bude vítězná varianta rozpracována. V programu PTV VISSIM 11 bude vypracován simulační model vítězné varianty. V závěru budou shrnuty všechny dosažené výsledky této práce.

2. Popis stávajícího stavu

2.1. Popis širších vztahů

Křižovatka ulic Těšínská, Okrajová a Frýdecká je součástí páteřní komunikace I/11, ve směru západ – východ ČR, propojující města Hradec Králové, Šumperk, Opava, Ostrava, Havířov a pokračující na Slovensko. Tato křižovatka leží ve městě Havířov v jižní části města. Havířov je statutární město v Moravskoslezském kraji, ležící v ostravské aglomeraci 11 km jihovýchodně od Ostravy. Havířov je nejmladším městem v České republice, byl vystavěn po druhé světové válce v souvislosti s rozmachem těžby černého uhlí a poptávce po ubytování příjíždějících přistěhovalců hledající práci. Jeden ze základních parametrů při budování města, bylo umístění, při kterém nebude docházet k deformacím zemního masivu v důsledku poddolování. V oblasti tedy nedochází k poklesům terénu a přibližná nadmořská výška se pohybuje kolem 270 m. Žije zde přibližně 75 tisíc obyvatel [18].



Obrázek 1 - Lokalizace křižovatky [19] - upraveno

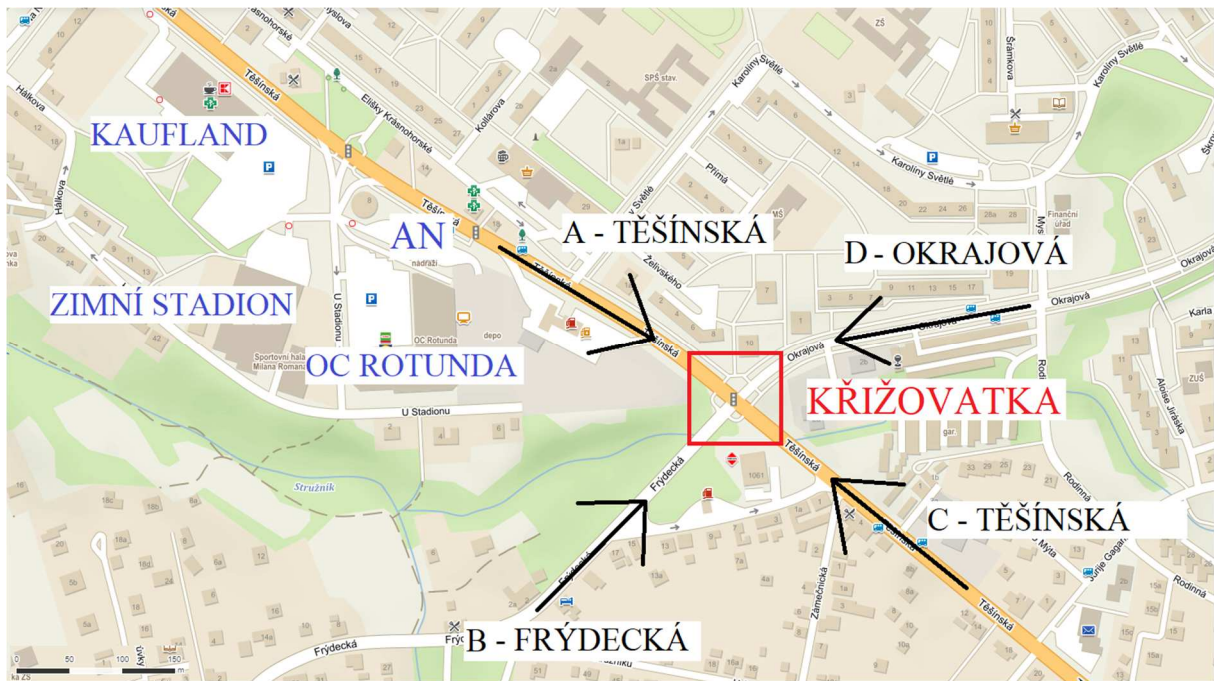
2.3. Popis zájmové lokality

Zájmová lokalita leží v městské části Havířov–Podlesí, ve které žije přibližně 15 tisíc obyvatel. Jedná se o důležitý dopravní uzel, je to jediné napojení jižní strany Havířova-Podlesí směrem z Bludovic, Těrlicka, Frýdku-Místku, nebo Českého Těšína. Ramena této křižovatky jsou tvořena průtahem významné silnice I/11 po ulici Těšínská, silnicí III/4735 na ulici Frýdecká a místní komunikací vedenou po ulici Okrajová.

Projíždějí zde linky MHD 402, 403, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 417, 420 a další významné meziměstské linky. Provozovatel autobusové dopravy je ČSAD, využívající nejdelší autobusy 15,0 metrů.

V odpoledních špičkách se zde vytváří kongesce zejména na ramenech křižovatky – ul. Frýdecká a ul. Okrajová. Ramena byly pojmenována A – ulice Těšínská (I/11, severozápad), B – ulice Frýdecká (jihozápad), C – ulice Těšínská (jihovýchod), D – ulice Okrajová (severovýchod).

Zájmová křižovatka je v období nejvyšších intenzit řízena nadřazenou světelnou signalizací. V období intenzit menších, tedy především ve večerních hodinách je řízena dopravním značením, jejichž rozpoložení je následující: ramena s předností v jízdě jsou A a C (průtah silnice I/11). Vedlejší ramena bez přednosti v jízdě jsou B a D a jsou označeny svislým dopravním značením P6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“. Všechny ramena se nacházejí v území obce, tudíž návrhová rychlost je 50 km/h.



Obrázek 2 - Bližší vztahy [21] - upraveno



Obrázek 3 - Bližší vztahy [21]

2.4. Popis ramen křižovatky

Ramena A a C jsou pozemní komunikace, s předností v jízdě, tvořící část významné silnice I/11. V rámci obce se jedná o místní sběrné komunikace. Rameno A se nachází ze směru z Havířova (severozápadu). Rameno C se nachází ze směru Bludovického kopce (jihovýchodu). Na tomto ramenu se nachází zhruba 300 m od křižovatky autobusová zastávka. Na těchto dvou ramenech se odehrává převážná část dopravy. Obě tyto ramena obsahují dopravní značení P2 – hlavní pozemní komunikace. Na všech ramenech křižovatky jsou přechody pro chodce s vodícím pásem o šířce 3,00 m. Šířka vozovky je na obou ramenech 10,50 m. Součástí vozovky jsou tři jízdní pruhy, z toho jsou dva pruhy vjezdové a jeden výjezdový. Vjezdové jízdní pruhy ramena A jsou pro směr vpravo a rovně 3,75 m široké a pro směr vlevo 3,25 m, výjezdový pruh má šířku 3,50 m. Rameno C a všechny jeho dopravní pruhy jsou 3,50 m široké se stejným uspořádáním jako rameno A.



Obrázek 2 - Rameno A (ul. Těšínská)

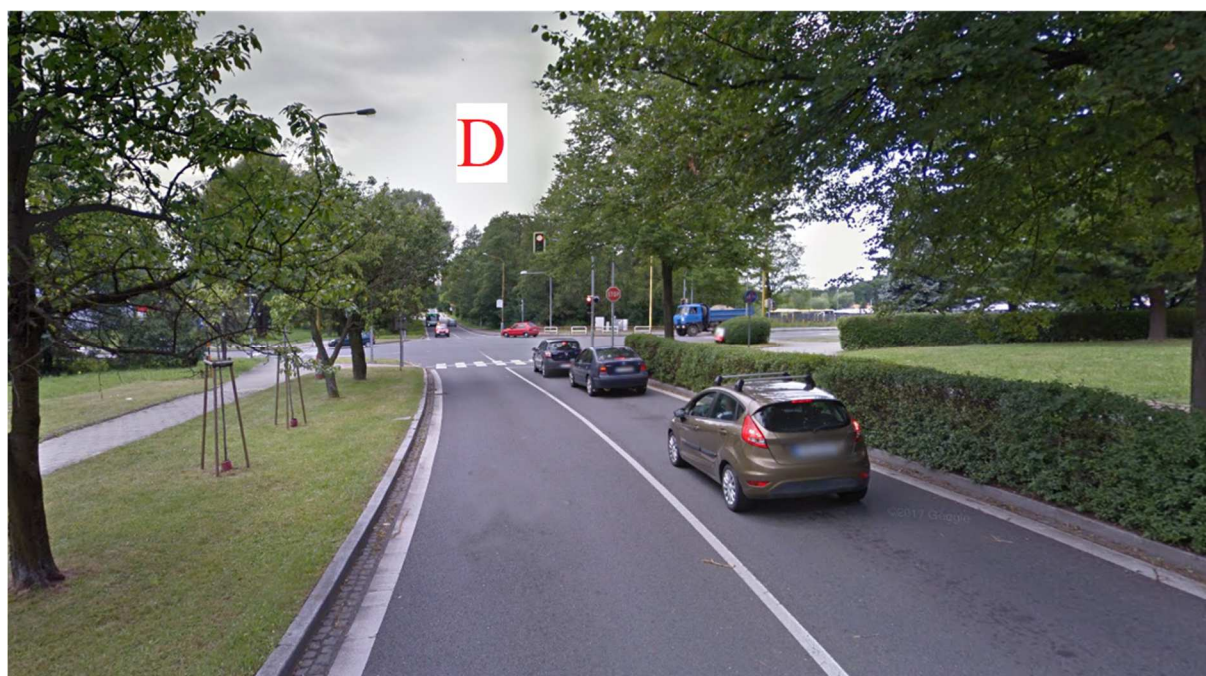


Obrázek 3 - Ramena C (ul. Těšínská)

Ramena B a D jsou pozemní komunikace bez přednosti v jízdě. V rámci obce se jedná o místní sběrné komunikace. Rameno B vede po ulici Frýdecká, směrem z Horních Bludovic, Bruzovic, nebo Frýdku-Místku (jihozápad), mimo obec se jedná o komunikace III. třídy s označením 4735. Rameno D vede po ulici Okrajová směrem z havířovského Merkuru (severovýchod). Na tomto rameni se zhruba 300 m od křižovatky nachází autobusová zastávka. Obě tyto ramena jsou osazeny dopravním značením P6 – stůj, dej přednost v jízdě. Na všech ramenech křižovatky jsou přechody pro chodce s vodícím pásem o šířce 3,00 m. Tyto ramena jsou nejméně zatížená, ovšem díky vysokým intenzitám na hlavních komunikacích, je zde velmi častá tvorba kongescí. Vzhledem ke špatně navrženým rozměrům je zde za normální situace těžké provádět dopravní manévry pro těžká vozidla. Rameno B má šířku vozovky 6,50 m, jeho dopravní pruhy mají šířku 3,00 m. Rameno D má šířku vozovky 7,00 m, jeho dopravní pruhy jsou 3,25 m široké.



Obrázek 4 - Ramena B (ul. Frýdecká)



Obrázek 5 - Rameno D (ul. Okrajová)

2.5. Světelně signalizační zařízení

Světelná signalizace křižovatky je řízená speciálním dynamickým režimem. Řízení a údržbu SSZ zajišťuje společnost PATRIOT, spol. s r.o., která zajišťuje dynamické řízení na většině světelně řízených křižovatkách v Havířově. SSZ pracuje v dopravně závislém režimu zajišťující obousměrnou koordinaci, který je zadán ve speciálním softwaru. Toto řízení umožňuje přizpůsobit průběh řízení v reálném čase okamžitým požadavkům dopravy, vzhledem k dané situaci na křižovatce. Tento způsob řízení je zejména vhodný při situaci, kdy se dopravní zatížení křižovatky blíží saturaci, v tomto případě je potřeba zvýšit kapacitu světelně řízené křižovatky. Nejedná se o klasický dynamický systém řízení dopravy, pracuje se v pouze se sledem pružných a štěpených fázových přechodů a s tabulkou mezičasů. Proto neexistuje grafická forma, jak takový dynamický režim srozumitelně vyjádřit ve formě signálního plánu.

Umístění zařízení pro správnou funkci signalizačního zařízení je následující: Rameno A má pro odbočení vlevo samostatnou signální skupinu, která je označena jako VE, signální skupina pro jízdu vpravo a rovně je označena jako VA. Na tomto rameni se tedy nachází návěstidla se signálem se směrovými šipkami pro odbočení rovně a vpravo a signálem pro odbočení vlevo. Rameno B obsahuje jeden řadící pruh pro všechny dopravní proudy, pro všechny dopravní proudy je zde jedna signální skupina VB a návěstidlo s plným kruhovým signálem. Je zde také umístěn signál doplňkové zelené šipky pro odbočení vpravo – signální skupina SB. Rameno C má pouze jednu signální skupinu VC pro oba vjezdové jízdní pruhy a návěstidlo s plným kruhovým signálem. Rameno D obsahuje jeden řadící pruh pro všechny dopravní proudy. Nachází se zde jak plný kruhový signál, tak doplňková zelená šipka pro odbočení vpravo. Tyto signální skupiny jsou označeny jako VD a SD. Světelná signalizace pro chodce je řízena poptávkovým řízením, signální skupiny pro přechody jsou označeny PA, pro rameno A, PB pro rameno B, atd. Řadič SSZ a další zařízení pro fungování dynamického zařízení se nacházejí mezi ramenem A a B za chodníkem. Na každém jízdním pruhu se nacházejí detektory, které zajišťují vstupní data pro řízení dynamického systému průsečné křižovatky. Tyto detektory jsou označeny pro každou signální skupinu jako DVA pro signální skupinu VA, DVB pro signální skupinu VB, atd. Poloha těchto signálních skupin je znázorněna ve výkresu *B.2.2 Situační plán světelné signalizace*.

Vzhledem k tomu, že současný stav je potřeba kapacitně posoudit a není možné vyjádřit přesný signální plán v žádné podobě, bude vhodně sestaven orientační signální plán, vyzozorovaný z videozáznamu z dopravního průzkumu a následně na tento plán bude křižovatka kapacitně posouzena dle TP 188 [14]. Signální plány lze nalézt v *Příloze 2 – Signální plány*.

3. Územní plánování

3.1. Popis území v kontextu územního plánování

Údaje o území:

Zájmová oblast se nachází ve středové části katastrálního území Bludovice, které je součástí statutárního města Havířova a Moravskoslezského kraje.



Obrázek 6 - Začlenění do katastrálního území [29] - upraveno

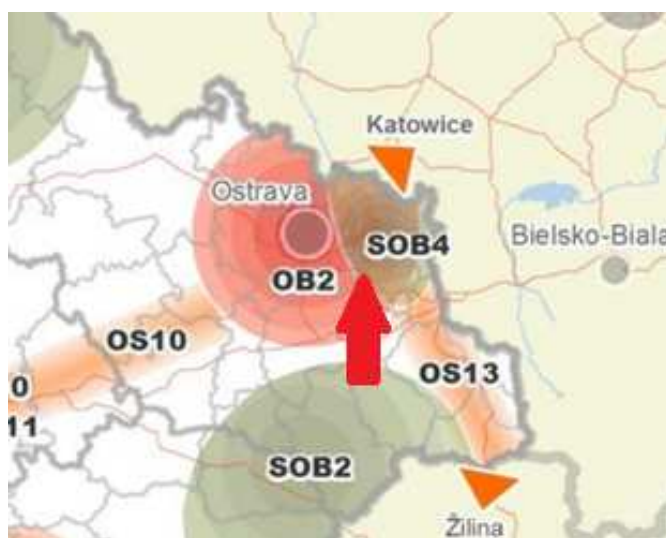
Název města: Havířov

Městská část: Havířov-Podlesí

Katastrální území: Bludovice, evidenční číslo 637696

3.1.1. Politika územního rozvoje ČR

- Zařazení dle PÚR ČR:**
- OB2 Metropolitní rozvojová oblast Ostrava,
 - SOB4 *Specifická oblast Karvinsko,*
 - OS13 Rozvojová osa Ostrava-Třinec-hranice ČR/Slovensko (-Čadca),
 - ŽD9 Koridor železnic Ostrava-Svinov-Havířov-Český Těšín,
 - S6 Koridor kapacitních silnic Bohumín-Havířov-Třanovice-Mosty u Jablunkova-hranice ČR/SR (-Žilina).



Obrázek 7 - Začlenění dle PÚR ČR [27] - upraveno

Politika územního rozvoje ČR ve znění Aktualizace č. 1, 2 a 3 je platná od 23.10.2019.

OB2 Metropolitní rozvojová oblast Ostrava

Vymezení: Území obcí z ORP Bílovec, Bohumín, Český Těšín, Frýdek-Místek, Havířov, Hlučín, Karviná, Kopřivnice, Kravaře, Orlová, Opava, Ostrava, Třinec, Frýdlant nad Ostravicí.

Důvody vymezení: Území ovlivněné rozvojovou dynamikou krajského města Ostravy a mnohostranným působením husté sítě vedlejších center a urbanizovaného osídlení. Jedná se o velmi silnou koncentraci obyvatelstva a ekonomických činností, pro kterou je charakteristický dynamický rozvoj mezinárodní spolupráce se sousedícím polským regionem Horního Slezska; výrazným předpokladem rozvoje je v současnosti budované napojení na dálniční síť ČR a Polska, jakož i poloha na II. a III. tranzitním železničním koridoru.

SOB4 Specifická oblast Karvinsko

Vymezení: Území obcí z ORP Bohumín, Havířov (severní část), Karviná, Orlová (jižní a východní část). Oblast je součástí Metropolitní rozvojové oblasti OB2 Ostrava.

Vzhledem k tomu, že zájmová oblast se nachází v jižní části Havířova, nepatří území křižovatky do SOB4 - Specifické oblasti Karvinsko.

OS13 Rozvojová osa Ostrava-Třinec-hranice ČR/Slovensko (-Čadca)

Vymezení: Obce mimo rozvojové oblasti, s výraznou vazbou na významné dopravní cesty, tj. silnici I/11, koridor připravované kapacitní silnice Bohumín–Havířov–Třanovice–Mosty u Jablunkova–hranice ČR/Slovensko a železniční trať č. 320.

Důvody vymezení: Území ovlivněné hustým urbanizovaným osídlením s centry Třinec a Jablunkov, železniční tratí č. 320 v úseku Český Těšín–Mosty u Jablunkova–hranice ČR/Slovensko (III. tranzitní železniční koridor); v úseku Třanovice–Jablunkov–hranice ČR/Slovensko je rozvojovým záměrem kapacitní silnice. Navazuje na rozvojovou osu v zahraničí.

S6 Koridor kapacitních silnic Bohumín-Havířov-Třanovice-Mosty u Jablunkova-hranice ČR/SR (-Žilina).

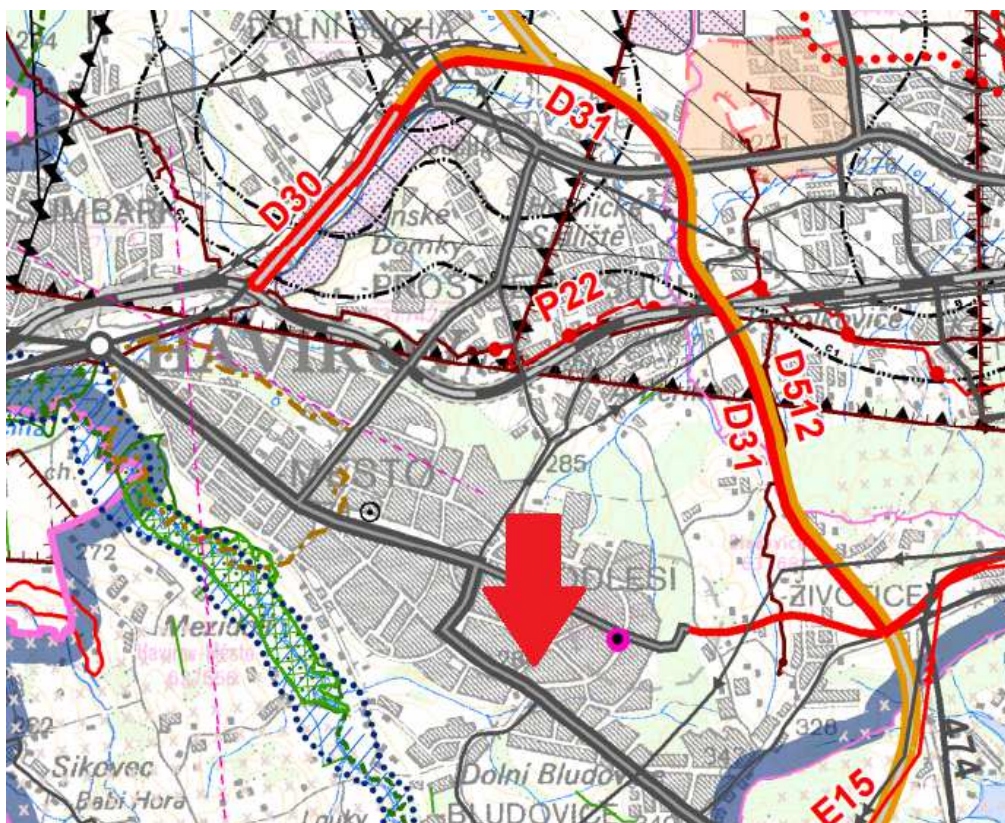
Vymezení: Bohumín–Havířov–Třanovice–Mosty u Jablunkova–hranice ČR/SR (-Žilina).

Důvody vymezení: Návaznost na rozvojový záměr kapacitní silnice na Slovensku ve směru od Čadce. Vazba na řešení průmyslové zóny Nošovice.

Kritéria a podmínky pro rozhodování o změnách v území: Při rozhodování a posuzování záměrů na změny v území přednostně sledovat posílení obsluhy území (propojení D47 a R48 a velkých měst Bohumín, Havířov a Třinec) a vazby na SR a její dálniční systém na severu při minimalizaci dopadu na životní prostředí.

3.1.2. Zásady územního rozvoje Moravskoslezského kraje

Zásady územního rozvoje Moravskoslezského kraje se shodují s politikou územního rozvoje ČR. Navíc jsou tyto zásady doplněny o plánovaný obchvat Havířova – silnice I/11 Havířov – Třanovice, který je popsán v kapitole 3.2.



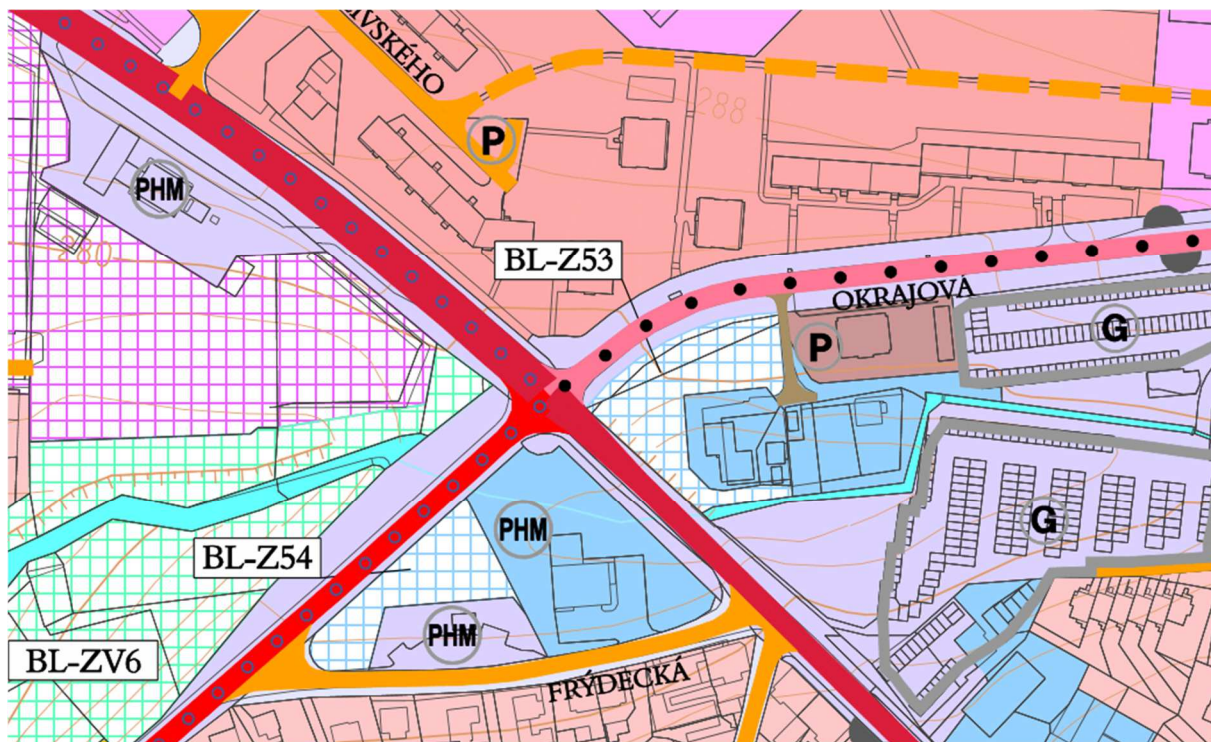
Obrázek 8 - Začlenění dle ZÚR MSK [28] – upraveno

Zásady územního rozvoje MSK ve znění Aktualizace č. 1, jsou platné od 21.11. 2018.

3.1.3. Územní plán

Dle územního plánu města Havířova, se jedná o styk komunikací I. třídy, III. třídy a místní sběrné komunikace. Na ulici Okrajová je již postavená cyklostezka o šířce 1,0 m. V návrhu je realizovaná cyklostezka i na severozápadní části, na ulici Těšínské – silnici I. třídy a na ulici Frýdecké – silnici III. třídy. Zhruba padesát metrů od bodů křížení křižovatky se nachází jižním směrem vodní tok Stružník. V rámci obce patří vozovky všech ramen křižovatky do kategorie místní sběrné komunikace.

Územní plán města Havířova je platný od 20.11.2018.



Obrázek 9 - Řešená křižovatka v územním plánu města Havířova [29]

PLOCHY S ROZDÍLNÝM ZPŮSOBEM VYUŽITÍ		STAV	NÁVRH	REZERVA	
STABILIZOVANÉ	ZMĚNY-NÁVRH				
					SILNICE I. TŘÍDY
					SILNICE II. A III. TŘÍDY
					MÍSTNÍ KOMUNIKACE SBĚRNÉ
					MÍSTNÍ KOMUNIKACE OBSLUŽNÉ A S OMEZENÝM PROVOZEM MOTOROVÝCH VOZIDEL
					ÚČELOVÉ KOMUNIKACE
					TRASY A ZAŘÍZENÍ CYKLISTICKÉ DOPRAVY
					LOKALITY PARKOVACÍCH A ODSTAVNÝCH PLOCH
					LOKALITY HROMADNÝCH GARÁŽÍ
					ČERPAČÍ STANICE POHONNÝCH HMOT

Obrázek 10 - Legenda k územnímu plánu (Obrázku 9)

3.2. Obchvat Havířova – silnice I/11 Havířov-Třanovice

Silnice I/11 je významnou trasou tvořící páteřní dopravu pro motorové vozidla ve směru západ-východ v tahu Praha – Poděbrady – Nové Město – Hradec Králové – Vamberk – Žamberk – Červená Voda – Štítý – Bludov – Šumperk – Rapotín – Rýmařov – Bruntál – Opava – Ostrava – Havířov – Český Těšín – Třinec – Jablunkov – Slovensko.

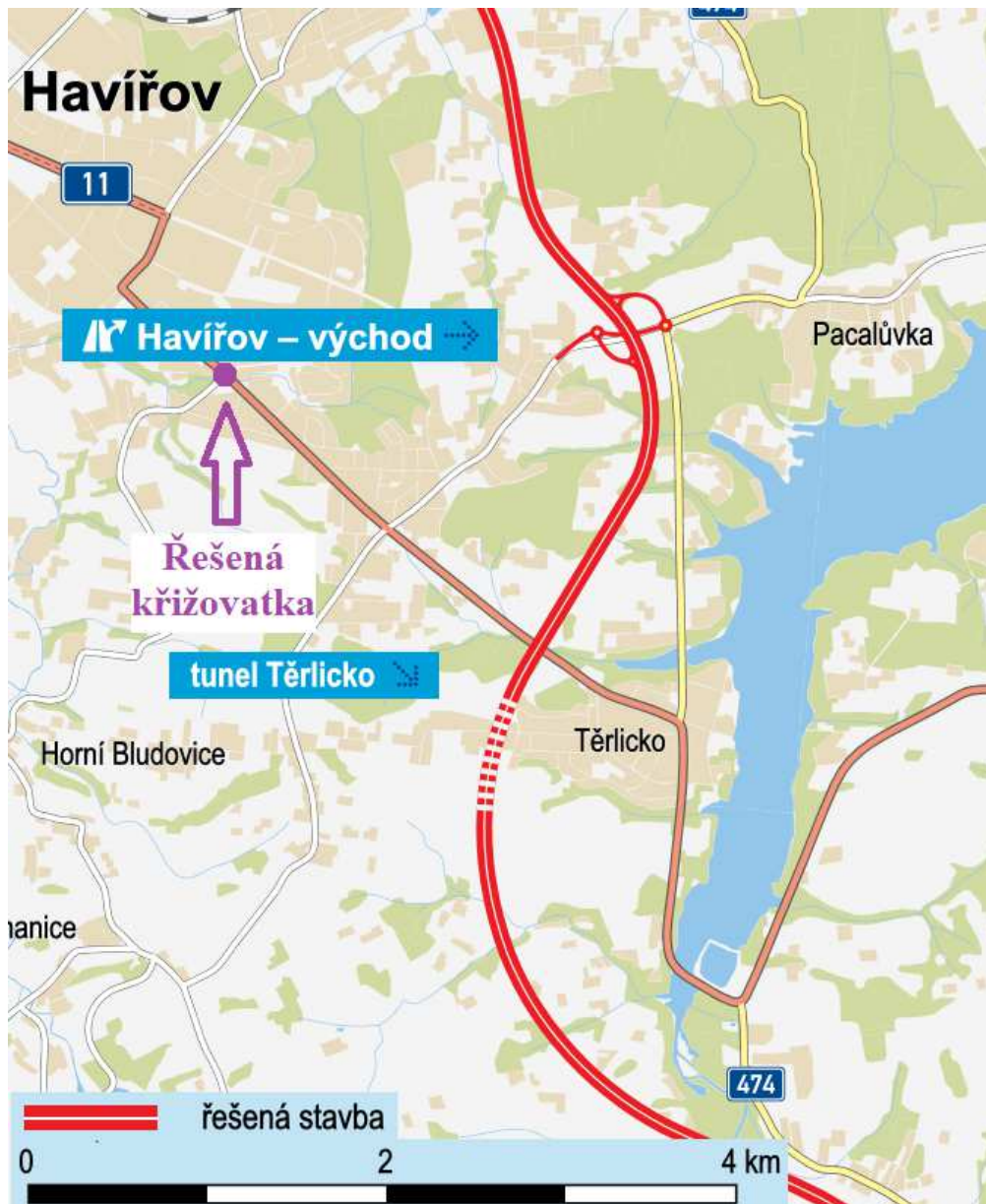
V současné době silnice I/11 na mnoha místech prochází řadou obcí a je uspořádaná jako dvoupruhová. Výjimkou není ani Havířov, jak lze vidět na *Obrázku 1 – Lokalizace křižovatky*. Z pohledu prognózy dopravy je nemožné zajistit patřičnou kvalitu úrovně dopravy v průtazích obcí jako je například Havířov. Proto za poslední řadu let bylo vypracováno množství studií zabývajících se touto problematikou. V srpnu 2019 ŘSD vydalo informační leták s názvem stavby Silnice I/11 Havířov-Třanovice [25], orientační uvedení do provozu se plánuje na rok 2032.

Přeložka silnice je navržena jako kategorie S 24,5/100 směrově rozdělená čtyř-pruhová silnice. Trasa má celkovou délku 19,7 km. Trasa přeložky začíná napojením na havířovskou světelně řízenou okružní křižovatku vedoucí severovýchodně, následně se stáčí směrem na Horní Suchou a Těrlicko a napojuje se jižně od obce Třanovice na dálnici D48. Studii proveditelnosti lze najít v *Příloze 3 – Silnice I/11 Havířov-Třanovice*.

EIA	ZP	UR	SP	VŘ	ZS	UP
2022	2020	2024	2027	2028	2028	2032

Význam zkratk: EIA: Stanovisko EIA • ZP: Schválení záměru projektu • UR: Vydání územního rozhodnutí • SP: Vydání stavebního povolení • VŘ: Vyhlášení výběrového řízení • ZS: Zahájení výstavby • UP: Uvedení do provozu

Obrázek 11 - Realizace silnice I/11 Havířov - Třanovice [23]



Obrázek 12 - Lokalizace obchvatu a křižovatky [23] - upraveno

Po uvedení do provozu této stavby by se měla snížit intenzita tranzitní dopravy ve směru Havířov – Těrlicko, tedy konkrétně snížení intenzit dopravních proudů 2 a 8 podle *Obrázku 13 – Schéma dopravních proudů*. Vzhledem k poloze nejbližšího napojení od zájmové křižovatky lze ovšem očekávat zvýšení intenzit směrem k napojení obchvatu a naopak. Jedná se o dopravní proudy č. 1,5,6,7,10,11. Další nejbližší napojení se nachází až v Třanovicích, nebo západu Horní Suché.

4. Dopravní průzkum

Dopravní průzkum je jeden z nejdůležitějších podkladů pro vypracování studie křižovatky. Z tohoto důvodu byl dopravní průzkum proveden v běžný pracovní den, tj. čtvrtek 26.9.2019 s očekáváním změřit nejvyšší intenzity dopravy. Průzkum byl proveden ve dvou dvouhodinových intervalech od 6:00 do 8:00 a 14:00 do 16:00. Provoz nebyl ovlivněn žádnými neobvyklými jevy. Za celou dobu měření se nevyskytla žádná dopravní nehoda, ale vyskytlo se několik kolizních situací. V tyto doby byla obloha mírně zatažená s mírným působením větru a teplota se pohybovala okolo 15 °C.

4.1. Metoda dopravního průzkumu

Dopravní průzkum byl natočen a následně byly intenzity dopravy dle osobního pozorování sečteny a zaneseny do excelu, např.: *Příloha 4 – Sčítací arch špičkové hodiny*. Intenzity byly pro přehlednost rozděleny do patnácti minutových intervalů. Nahrávání se odehrálo mezi rameny A a D, tj. severně od bodu křížení paprsků křižovatky. Dle doporučení TP 189 [14] byly vozidla rozdělena do těchto druhů:

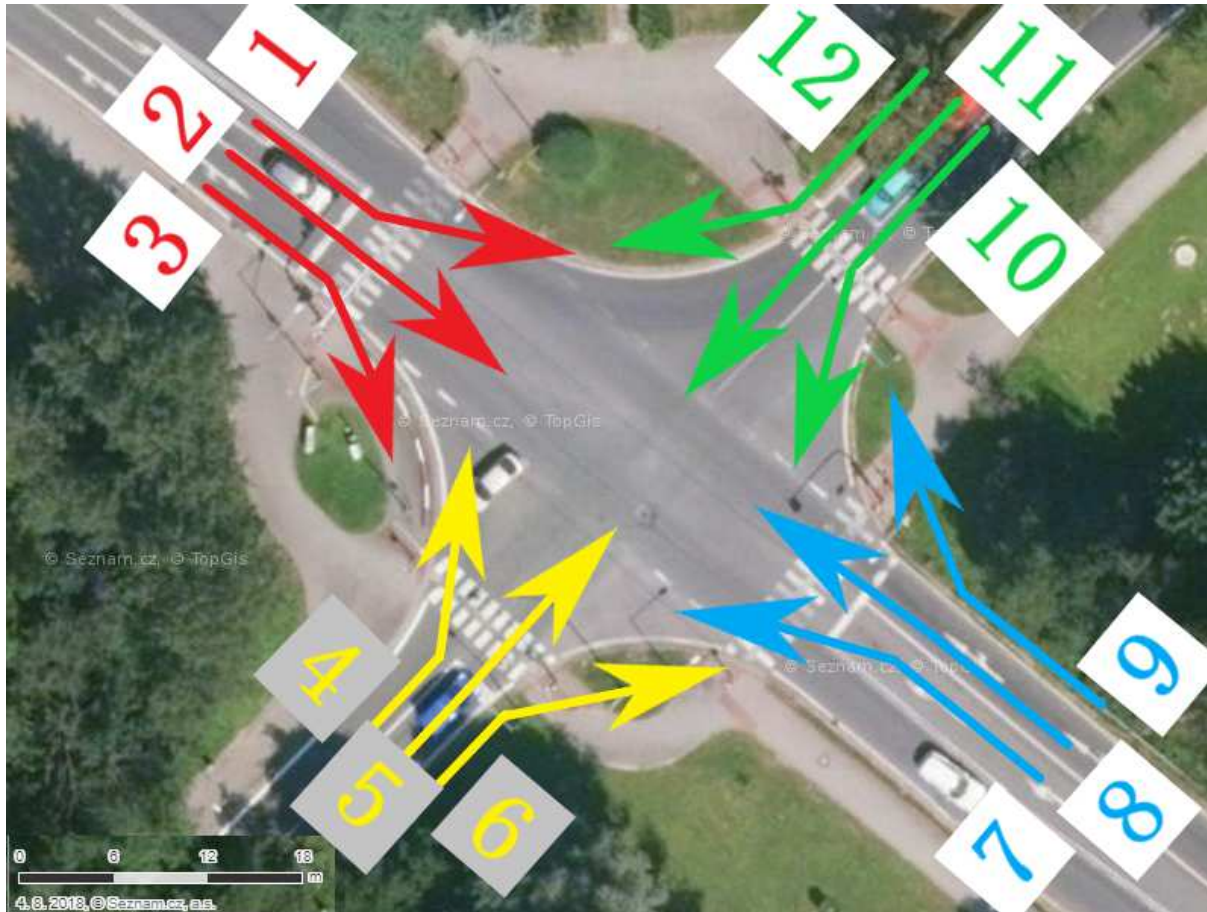
Tabulka 1 – Rozdělení vozidel [14]

Druh vozidla	Popis	Označení při celostátním sčítání dopravy	Ilustrační obrázek
O Osobní automobily	osobní automobily bez přívěsů i s přívěsy, dodávkové automobily	O, LN *	
M Motocykly	jednostopá motorová vozidla bez postranního vozíku i s postranním vozíkem	M	
N Nákladní automobily	lehké, střední a těžké nákladní automobily, traktory, speciální nákladní automobily	LN *, SN, TN, TR, TRP	
A Autobusy	vozidla určená pro přepravu osob a jejich zavazadel, která mají víc než 9 míst (včetně kloubových autobusů a autobusů s přívěsy)	A, AK	
K Nákladní soupravy	přívěsové a návěsové soupravy nákladních vozidel	SNP, TNP, NSN	
C Jízdní kola	všechny druhy jízdních kol - silniční, horská, ...	C	

* LN - podle celostátního sčítání dopravy se jedná o lehké nákladní automobily s užitečnou hmotností do 3,5t. Tuto definici však splňují i některé osobní automobily vybavené dělicí přepážkou za zadními sedadly. Jinak tyto automobily splňují všechny standardy osobního automobilu, tzn. není nijak homologačně snížen počet míst pro posádku. Při provádění dopravního průzkumu ručním způsobem se doporučuje z důvodu potřeby jednoznačného začlenění pro sčítače řadit dodávkové automobily bez ložného prostoru mezi osobní automobily a dodávkové automobily s ložným prostorem mezi automobily lehké nákladní.
Užitečnou hmotností vozidla se rozumí rozdíl mezi jeho maximální technicky přípustnou hmotností a hmotností v provozním stavu podle vyhlášky č. 341/2014 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů [5].

Navíc byly lehké nákladní automobily, s užitečnou hmotností do 3,5 t, zaznamenány do vlastní kategorie, kvůli jednoduššímu vypočítání výhledové intenzity, dle TP 225 [17] která nově rozděluje tyto typy vozidel.

Dopravní proudy byly dle doporučení TP 188 [14] označeny následujícím způsobem: rameno A (severozápad) dopravními proudy 1,2,3 a proti hodinovým ručičkám následuje 4,5,6,7,8,9,10,11,12 – *Obrázek 13 – Schéma dopravních proudů.*



Obrázek 13 - Schéma dopravních proudů [18] - upraveno

4.2. Analýza špičkové hodiny

Na základě dopravního průzkumu byla sestavena tabulka ranních a odpoledních intenzit, rozdělená podle typu vozidel a časového intervalu. Špičková hodina dopravního průzkumu je součet čtyř největších po sobě následujících intenzit patnáctiminutových intervalů.

Tabulka 2 - Ranní intenzity

TYP VOZIDLA	ČASOVÝ INTERVAL							
	6:00 - 6:15	6:15 - 6:30	6:30 - 6:45	6:45 - 7:00	7:00 - 7:15	7:15 - 7:30	7:30 - 7:45	7:45 - 8:00
Osobní automobily	253	275	307	340	349	279	287	276
Autobusy	19	12	8	20	21	15	12	16
Nákladní automobily	20	35	38	37	32	21	30	24
Nákladní soupravy	1	2	0	1	2	0	3	0
Kloubové autobusy	0	0	2	1	2	0	1	2
Motocykly	5	1	2	0	1	2	0	3
Jízdní kola	2	1	2	0	0	1	0	2
SOUČET [voz/h]	300	326	359	399	407	318	333	323
SOUČET ZA HODINU[voz/h]	1383							
			1490					
				1482				
					1456			
						1380		

Tabulka 3 - Odpolední intenzity

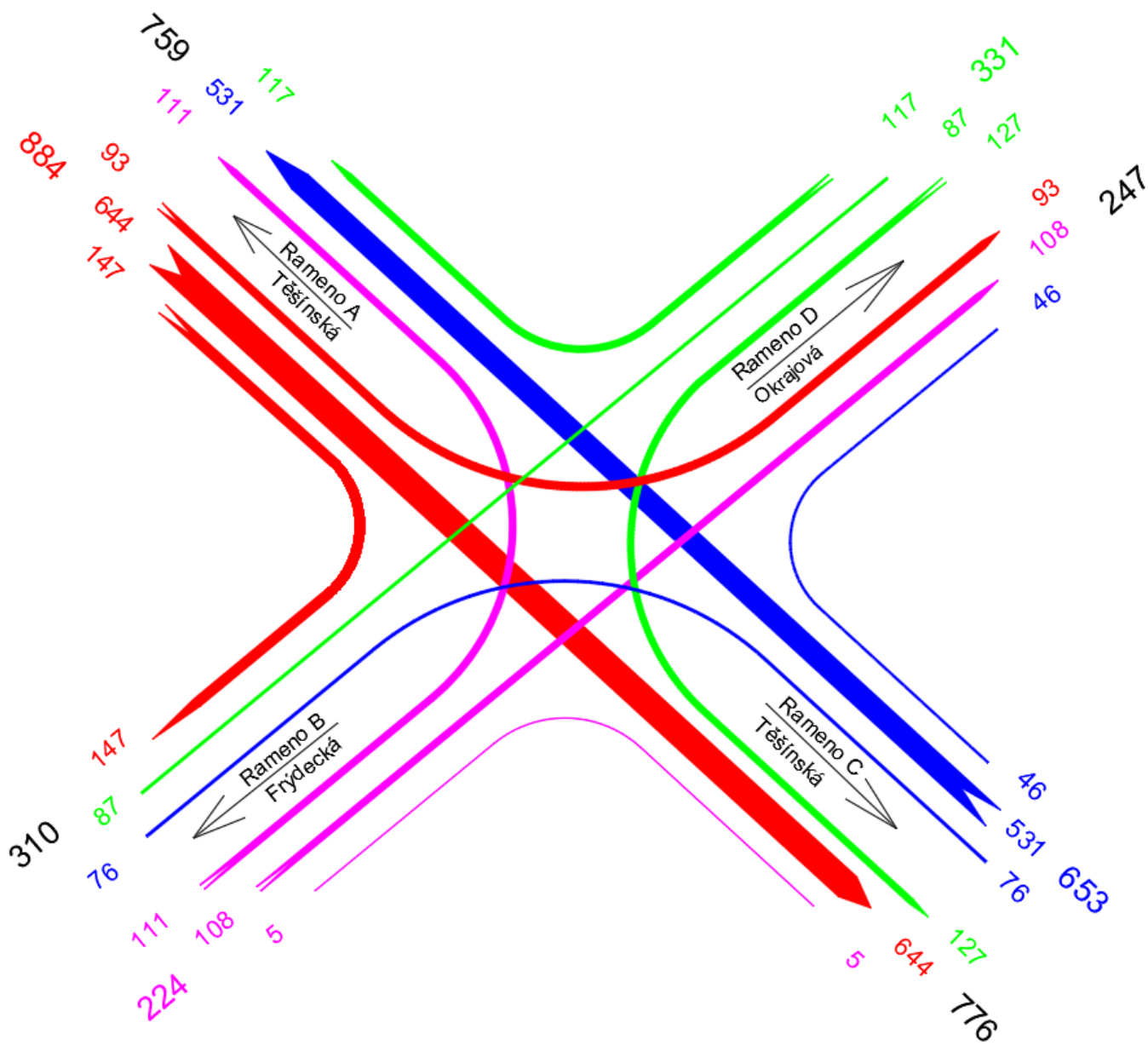
TYP VOZIDLA	ČASOVÝ INTERVAL							
	14:00 - 14:15	14:15 - 14:30	14:30 - 14:45	14:45 - 15:00	15:00 - 15:15	15:15 - 15:30	15:30 - 15:45	15:45 - 16:00
Osobní automobily	377	472	470	439	442	465	495	471
Autobusy	16	15	17	17	22	9	15	12
Nákladní automobily	19	31	28	38	41	34	30	34
Nákladní soupravy	4	3	0	1	0	0	1	1
Kloubové autobusy	1	0	2	1	1	0	1	1
Motocykly	1	6	1	3	6	2	1	4
Jízdní kola	1	0	0	2	1	1	1	1
SOUČET [voz/h]	419	527	518	501	513	511	544	524
SOUČET ZA HODINU[voz/h]	1965							
			2059					
				2043				
					2069			
						2092		

V odpoledních hodinách je křižovatka mnohem více zatížená než v hodinách ranních. Ranní špičková hodina dosahuje intenzit 1490 voz/h. Odpolední špičková hodina dosahuje intenzit 2092 voz/h. Špičková hodina dopravního průzkumu byla určena mezi 15:00 a 16:00.

Podle špičkové hodiny a sčítacího archu *Přílohy 4 – Sčítací arch špičkové hodiny*, byla provedena *Tabulka 4 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině – voz/h*. Skladba dopravních proudů byla také podle Tabulky 4 vypracována do grafické podoby ve formě pentlogramu – *Obrázek 14 Pentlogram špičkové hodiny*.

Tabulka 4 - Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině – voz/h

ŠPIČKOVÁ HODINA (15:00 - 16:00) - nepřečítaná vozidla - 2019													
TYP VOZIDLA	DOPRAVNÍ PROUD												SOUČET daných vozidel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Osobní vozidla	78	620	138	102	104	5	75	505	42	125	86	100	1980
Nákladní vozidla, autobusy	14	18	5	7	2	0	1	23	3	2	1	14	90
Nákladní soupravy, kloub. autobusy	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
Motocykly	0	4	1	1	2	0	0	3	1	0	0	1	13
Jízdní kola	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
SOUČET dopravních proudů [voz/h]	93	644	147	111	108	5	76	531	46	127	87	117	2092



Obrázek 14 - Pentlogram špičkové hodiny

4.3. Stanovení ročního průměru denních intenzit

Dle TP 189 [15] byl proveden odhad ročního průměru denních intenzit tzv. RPDI. Podle doporučení TP byla třída komunikace zvolena jako silnice I. třídy, vzhledem k tomu, že se jedná u průtah silnice I/11. Výpočet byl proveden pro celý dopravní průzkum, sčítající dohromady dvě ranní a dvě odpolední hodiny.

Z předešlých dopravních intenzit z *Tabulky 4 - Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině – voz/h* a přepočtových koeficientů z TP 189 [15] byl vypočítán RPDI pro každý druh vozidla, dle vzorce:

$$RPDI_x = I_m \cdot k_{m,d} \cdot k_{d,t} \cdot k_{t,RPDI} \quad [\text{voz/den}] \quad (1)$$

kde:

$RPDI$	odhad ročního průměru denních intenzit dopravy [voz/den],
I_m	intenzita dopravy daného druhu vozidla zjištěná v době průzkumu [voz/doba průzkumu],
$k_{m,d}$	přepočtový koeficient intenzity denních variací dopravy [-],
$k_{d,t}$	přepočtový koeficient intenzity týdenních variací dopravy [-],
$k_{t,RPDI}$	přepočtový koeficient intenzity ročních variací dopravy [-].

Na RPDI je aplikovaná odchylka dle vztahu:

$$\delta = 95 \cdot \left(\frac{I_m}{RPDI} \cdot 100 \right)^{-0,6} \quad [\%] \quad (2)$$

kde:

δ	odchylka odhadu ročního průměru denních intenzit [%],
I_m	intenzita dopravy v době průzkumu [voz/doba průzkumu],
$RPDI$	odhad ročního průměru denních intenzit dopravy [voz/den].

Dle tohoto postupu byl vypracován protokol o výpočtu odhadu denních intenzit
Příloha 6 – Protokol o výpočtu odhadu denních intenzit podle TP 189. Odchylka přesnosti určení RPDI byla vypočítána a zaokrouhlena na hodnotu 11,6 %. Intenzita špičkové hodiny vypočítána z RPDI se liší od špičkové hodiny dopravního průzkumu pouze o 4 voz/h. Odhad ročního průměru denních intenzit dopravy byl vypočítán na hodnotu 20 272 voz/den. Z toho zde projede 832 těžkých nákladních vozidel za den.

4.4. Výhledová intenzita dopravy

Prognóza výhledových intenzit dopravy byla provedena pomocí metody jednotného součinitele vývoje, podle TP 225 [17]. Metoda vychází ze statistického pozorování růstu dopravních intenzit na různých typech komunikací. Tento výpočet rozlišuje tři základní skupiny vozidel podle následující tabulky:

Tabulka 5 - Skupiny vozidel pro prognózu intenzit dopravy [17]

Skupina vozidel	Druhy vozidel
A – Osobní vozidla	O – Osobní a dodávková vozidla bez přívěsů i s přívěsy M – Jednostopá motorová vozidla
B – Lehká nákladní vozidla	LN – Lehká nákladní vozidla (užitečná hmotnost do 3,5 t) bez přívěsů i s přívěsy
C – Těžká vozidla	SN – Střední nákladní vozidla (užitečná hmotnost 3,5 – 10 t) bez přívěsů SNP – Střední nákladní vozidla (užitečná hmotnost 3,5 – 10 t) s přívěsy TN – Těžká nákladní vozidla (užitečná hmotnost nad 10 t) bez přívěsů TNP – Těžká nákladní vozidla (užitečná hmotnost nad 10 t) s přívěsy NSN – Návěsové soupravy nákladních vozidel A – Autobusy AK – Autobusy kloubové TR – Traktory bez přívěsů TRP – Traktory s přívěsy

Poté je třeba rozlišit důležitost dané komunikace, TP 225 [17] rozlišuje čtyři následující typy komunikací podle kategorie a třídy pozemní komunikace:

Tabulka 6 - Typy komunikací pro prognózu intenzit dopravy

Typ komunikace	Kategorie a třída pozemní komunikace
D	dálnice I. a II. třídy
I	silnice I. třídy
II	silnice II. třídy
III	silnice III. třídy

Ačkoliv místní komunikace se zde v tomto případě nevyskytuje, dle TP 225 [15] lze použít stejný postup pro místní komunikace, případně i účelové veřejně přístupné komunikace. Proto lze byla tato křižovatka spočítána jako úsek silnice III. třídy. Křižovatka je posuzována na 20 let, což znamená, že výchozí rok byl zvolen 2019 a výhledový rok 2039. Navíc se vypočítají intenzity pro výhledový rok 2032, kvůli změnám dopravního provozu po očekávaném uvedení obchvatu Havířova do provozu, viz. kapitoly 3.2. a 8.2. Vzdálenost od krajského města byla zvolena do 20 km.

V TP 225 [17] se vyhledají příslušné tabulkové koeficienty intenzit pro rok výchozí a rok výhledový a z nich se spočítají koeficienty prognózy dopravy pro danou skupinu vozidel podle vztahu:

$$k_{pi} = \frac{k_{vi}}{k_{oi}} \quad (3)$$

kde:

- k_{pi} koeficient prognózy intenzity dopravy pro danou skupinu vozidel [-],
- k_{vi} koeficient vývoje intenzit dopravy pro výhledový rok a pro danou skupinu voz. [-],
- k_{oi} koeficient vývoje dopravy pro výchozí rok a danou skupinu vozidel [-].

Dále spočítaný koeficient prognózy intenzity dopravy vynásobíme výchozí intenzitou pro danou skupinu vozidel, dle vzorce:

$$I_{vi} = I_{oi} \cdot k_{pi} \quad (4)$$

kde:

- I_{vi} výhledová intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h],
- I_{oi} výchozí intenzita pro danou skupinu vozidel [voz/h],
- k_{pi} koeficient prognózy intenzity dopravy pro danou skupinu vozidel [-].

Pro každý dopravní proud byl proveden samostatný výpočet, pro posouzení kapacit křižovatky pro výhledový rok. Po provedení tohoto výpočtu, lze vyhodnotit skladbu jednotlivých dopravních proudů pro výchozí rok, ve špičkové hodině od 15:00 do 16:00. Výchozí intenzita se rovná 2092 voz/h, výhledová intenzita pro rok 2032 se rovná 2373 voz/h a výhledová intenzita pro rok 2039 se rovná 2457 voz/h.

Celý postup výpočtu je zaznamenán v *Příloze 7 – Protokoly o výpočtech výhledových intenzit podle TP 225*. Z výsledků těchto protokolů jsou vytvořené skladby dopravních proudů pro výhledové roky v *Příloze 5 – Skladby dopravních proudů pro jednotlivé roky*.

5. Kapacitní posouzení světelně řízené průsečné křižovatky

Dalším významným bodem zpracování dopravního průzkumu je posouzení kapacity křižovatky. Pro posouzení je potřeba znát podrobné složení intenzit dopravy na daném úseku, které byly dříve zpracovány dle analýzy špičkové hodiny v předchozích bodech. V této kapitole bude posouzen stávající stav průsečné světelně řízené křižovatky. Závěrem kapacitního posudku je úroveň kvality dopravy, tzv.: ÚKD. Dle TP 188 [14] se rozděluje na tyto kategorie:

- **Stupeň A:** Doba zdržení je velmi malá
- **Stupeň B:** Podřazený dopravní proud je ovlivněný. Doba zdržení je malá.
- **Stupeň C:** Doba zdržení je citelná. Vznikají ojedinělé krátké fronty.
- **Stupeň D:** Fronta vozidel vyvolává výrazné časové ztráty. Dopravní situace je ještě stabilní.
- **Stupeň E:** Tvoří se fronta, která se při existujícím zatížení již nesnižuje. Charakteristická je citlivá závislost, kdy malé změny zatížení vyvolají prudký nárůst ztrát.
- **Stupeň F:** Kapacita je překročena. Fronta vozidel narůstá bez ohledu na dobu.

5.1. Postup kapacitního výpočtu

Pro náš případ, tj.: posuzujeme křižovatku křižující místní komunikace, což podle ČSN 73 6102 [2] znamená, že minimální úroveň kvality dopravy je stupně E.

Postup výpočtu byl proveden podle TP 188 [14]. Křižovatka byla posouzena na základě odpolední špičkové hodiny podle *Tabulky 4 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině*. Vliv chodců byl vynechán z důvodu malých intenzit, v tomto případě (u výpočtů kapacit světelně řízených křižovatek a velmi malých intenzit chodců), by chodci neovlivnili konečnou kapacitu zájmové oblasti. Intenzity byly přepočítány dle doporučených přepočtových koeficientů pro světelně řízenou křižovatku:

Tabulka 7 - Doporučené přepočtové koeficienty pro světelně řízené křižovatky [14]

Osobní vozidla a)	Nákladní vozidla, autobusy b)	Nákladní soupravy, kloubové autobusy	Motocykly	Jízdní kola
1,0	1,7	2,5	0,8	0,5
a) Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti. b) Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladní soupravy a autobusy mimo kloubové autobusy.				

Rozpoložení dopravních proudů již bylo blíže popsáno z – *Obrázku 13 – Schéma dopravních proudů*. Tato skladba dopravních proudů byla přepočítána podle Tabulky 7- na přepočítaná vozidla za hodinu – *Tabulka 8 - Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině – pvoz/h*.

Tabulka 8 - Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině – pvoz/h

ŠPIČKOVÁ HODINA (15:00 - 16:00) - přepočítaná vozidla - 2019													
TYP VOZIDLA	DOPRAVNÍ PROUD												SOUČET daných vozidel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Osobní vozidla	78	620	138	102	104	5	75	505	42	125	86	100	1980
Nákladní vozidla, autobusy	24	31	9	12	4	0	2	40	6	4	2	24	158
Nákladní soupravy, kloub. autobusy	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	13
Motocykly	0	4	1	1	2	0	0	3	1	0	0	1	13
Jízdní kola	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
SOUČET dop. proudů [pvoz/h]	105	660	150	116	110	5	77	548	49	129	88	130	2167

Co se týče postupu řešení, každé rameno křižovatky, vzhledem k jeho stavebnímu řešení se bude řešit jiným kapacitním výpočtem. Rameno A obsahuje dva řadící pruhy, jeden pro odbočení vpravo a jízdu přímo a druhý pro odbočení vlevo. Zároveň, pro odbočení vlevo je samostatná signální skupina, která je označená jako VE. Signální skupina pro řadící pruh pro jízdu vpravo a rovněž je označen jako VA. Na tomto rameni se tedy nachází návěstidla se signálem se směrovými šipkami a signálem pro odbočení vlevo. Rameno B obsahuje jeden řadící pruh pro všechny dopravní proudy, pro všechny dopravní proudy je zde jedna signální skupina VB a návěstidlo s plným kruhovým signálem. Signál doplňkové zelené šipky pro odbočení vpravo není ve výpočtu zakomponován vzhledem k téměř nulové intenzitě tohoto

dopravního proudu. Rameno C obsahuje dva řadící pruhy, jeden pro odbočení vpravo a jízdu přímo a druhý pro odbočení vlevo a je označován dle TP 188 [14] jako krátký řadící pruh. Pro oba tyto řadící pruhy, tedy celý společný vjezd, je zde jedna signální skupina VC a návěstidlo s plným kruhový signálem. Rameno D obsahuje jeden řadící pruh pro všechny dopravní proudy. Nachází se zde jak plný kruhový signál, tak doplňková zelená šipka pro odbočení vpravo. Tyto signální skupiny jsou označeny jako VD a SD. Poloha těchto signálních skupin je znázorněna ve výkresu *B.2.2 Situační plán světelné signalizace*.

5.1.1. Kapacitní výpočty

Pro každou signální skupinu, kromě signální skupiny pro doplňkovou zelenou šipku, je potřeba zvlášť vypočítat **kapacitu na stopčáře**:

$$C_s = \frac{z'}{t_c} \cdot S_v \quad (5)$$

kde:

- C_s kapacita na stopčáře [pvoz/h],
- S_v saturovaný tok vjezdu [pvoz/h],
- z' doba efektivní zelené [s],
- t_c doba cyklu [s].

Doba efektivní zelené se určí ze skutečné doby zeleného signálu. Vzhledem k tomu, že ve všech případech je doba zelené větší než jedenáct sekund, době efektivní zelené se rovná skutečné době zeleného signálu – $z = z'$.

Saturovaný tok vjezdu je součet saturovaných toků řadících pruhů, které společně tvoří jeden vjezd, vypočte se dle vztahu:

$$S_v = \sum_{i=1}^{n_p} S_i \quad (6)$$

kde:

- S_v saturovaný tok vjezdu [pvoz/h],
- S_i saturovaný tok řadícího pruhu [pvoz/h],

n_p počet řadicích pruhů, které společně tvoří jeden vjezd [-].

Saturovaný tok řadicího pruhu se stanoví podle vztahu:

$$S_i = S_g \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} \quad (7)$$

kde:

S_i saturovaný tok řadicího pruhu [pvoz/h],

S_g základní saturovaný tok = 2000 [pvoz/h],

k_{skl} koeficient podélného sklonu [-],

k_{obl} koeficient oblouku [-].

Koeficient sklonu vyjadřuje vliv podélného sklonu vjezdu na hodnotu saturovaného toku:

$$k_{skl} = 1 - 0,02 \cdot a_{skl} \quad (8)$$

kde:

k_{skl} koeficient podélného sklonu [-],

a_{skl} podélný sklon vjezdu [%].

Při stoupání větším než 10 % se zadává $a_{skl} = 10$. Při vodorovném vjezdu nebo vjezdu v klesání se zadává $a_{skl} = 0$.

Koeficient oblouku vyjadřuje vliv poloměru směrového oblouku při odbočování a podílu odbočujících vozidel na hodnotu saturovaného toku:

$$k_{obl} = \frac{R_{obl}}{R_{obl} + 1,5 \cdot f} \quad (9)$$

kde:

k_{obl} koeficient oblouku [-],

R_{obl} poloměr oblouku pro odbočení [-].

f podíl vozidel odbočujících z jízdního pruhu [1].

V případě, že je levé odbočení na společném řadicím pruhu s přímým směrem nebo pravým odbočením ovlivňováno protisměrem (ve stejné fázi jedou i protijedoucí vozidla a vozidla odbočující vlevo jim musejí dávat přednost), použije se místo skutečného poloměru oblouku pro levé odbočení poloměr fiktivní $R_{obl} = 1,5$ m.

V případě, že je levé odbočení (ovlivňované i neovlivňované protisměrem) na společném řadicím pruhu s pravým odbočením (nebo navíc i s přímým směrem), vypočítají se koeficienty oblouku zvlášť pro pravé i levé odbočení a pro výpočet saturovaného toku se použije nižší z obou koeficientů.

5.1.2. Kapacitní výpočet pro rameno A

Pro toto rameno bude pro každou signální skupinu (VA a VE) – tedy každý řadicí pruh zvlášť, vypočítána pouze kapacita na stopčáře.

5.1.3. Kapacitní výpočet pro rameno B

Vjezd na rameni B má pouze jednu signální skupinu a žádné zvláštní okolnosti. Zde se opět vypočítá pouze kapacita na stopčáře.

5.1.4. Kapacitní výpočet pro rameno C

Toto rameno má dva řadicí pruhy. Jeden pro přímou jízdu a odbočení vpravo a druhý pro odbočení vlevo. Řadicí pruh vlevo splňuje podmínky, proto aby byl označen jako „krátký řadicí pruh“ dle TP 188 [14]. Jedná se o stejný případ jako v rameni 2, příkladu č. 13 v TP 188 a stejným způsobem je i vyřešen. Pro oba dva řadicí pruhy bude vypočítána jedna základní kapacita na stopčáře podle vztahů v předchozím bodě – (5) až (9). Navíc zde bude vypočítána kapacita krátkého řadicího pruhu C_{kp} a kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem C_L . Kapacita na stopčáře C_S a kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem C_L se porovnají a vybere se menší z nich, ke které se následně připočte kapacita krátkého řadicího pruhu C_{kp} .

Kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem se vypočte jako součet dílčích kapacit:

$$C_L = C_{L1} + C_{L2} + C_{L3} \quad (10)$$

kde:

- C_L kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem [pvoz/h],
- C_{L1} dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru [pvoz/h],
- C_{L2} dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází [pvoz/h],
- C_{L3} dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem [pvoz/h].

Dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru

$$C_{L1} = \frac{(1400 - 1,2 \cdot I_p) \cdot (z_p \cdot S_p - I_p \cdot t_c)}{t_c \cdot (S_p - I_p)} \quad (11)$$

kde:

- C_{L1} dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru [pvoz/h],
- I_p intenzita dopravy v protisměru [pvoz/h],
- S_p saturovaný tok protisměru [pvoz/h],
- z_p doba zeleného signálu v protisměru [s], (pokud $z_p > z$, zadává se $z_p = z$),
- t_c doba cyklu [s].

Dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází se určí podle počtu vlevo odbočujících vozidel, která mohou najet do křižovatky, kde dávají přednost protijedoucím vozidlům:

$$C_{L2} = \frac{N_A \cdot 3600}{t_c} \quad (11.5)$$

kde:

- C_{L2} dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází [pvoz/h],

- N_A počet míst k najetí do křižovatky a zastavení vozidla při dávání přednosti protijedoucím vozidlům automobily odbočujícími vlevo [pvoz]; N_A se zadává ≥ 1 ,
- t_c doba cyklu [s].

Dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem se použije pouze v případě, že zelený signál pro levé odbočení trvá déle než zelený signál v protisměru (končí později, případně začíná dříve) a v tomto čase se levé odbočení realizuje bez ovlivnění protisměrem (zpravidla s pomocí signálu pro opuštění křižovatky).

$$C_{L3} = \frac{z_0}{t_c} \cdot S_V \quad (12)$$

kde:

- C_{L3} dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem [pvoz/h],
- z_0 doba části zeleného signálu neovlivněná protisměrem (zpravidla zbývající doba zeleného signálu po skončení zeleného signálu v protisměru) [s],
- S_V saturovaný tok vjezdu [pvoz/h],
- t_c doba cyklu [s].

Kapacita krátkého řadícího pruhu se vypočte podle vztahu:

$$C_{kp} = \frac{3600}{t_c} \cdot (N_{ob} - N_i) \quad (13)$$

kde:

- C_{kp} kapacita krátkého řadícího pruhu [pvoz/h],
- t_c doba cyklu [s],
- N_{ob} střední obsazenost obou řadících pruhů na začátku zelené [pvoz],
- N_i počet vozidel, která se vejdou do jednoho řadícího pruhu [pvoz].

5.1.5. Kapacitní výpočet pro rameno D

Vjezd na rameni D má pouze jeden řadící pruh pro všechny dopravní proudy. Pokud se vozidla pokračující ve směru doplňkové šipky před křižovatkou řadí ve společném pruhu s ostatními vozidly, je celková kapacita vjezdu dána jako součet kapacity na stopčáře po dobu plného zeleného signálu C_S a kapacity po dobu doplňkové zelené šipky C_{dz} . Pro vjezd je dána signální skupina VD a pro doplňkovou zelenou šipku signální skupina SD.

Navýšení kapacity po dobu doplňkové zelené šipky se spočítá podle vztahu:

$$C_{dz} = \frac{3600 \cdot (f_{dz} - f_{dz}^{(N_{dz}+1)})}{t_c \cdot (1 - f_{dz})} \quad (14)$$

kde:

- C_{dz} kapacita vjezdu po dobu doplňkové zelené šipky [pvoz/h],
- f_{dz} podíl vozidel jedoucích ve směru doplňkové zelené šipky [-],
- t_c doba cyklu [s],
- N_{dz} maximální počet vozidel, která teoreticky mohou využít doplňkovou zelenou šipku během jednoho cyklu [pvoz/h].

$$N_{dz} = \frac{z_{dz}}{3600} \cdot S_{dz} \quad (15)$$

kde:

- z_{dz} doba signálu doplňkové zelené šipky [s],
- S_{dz} teoreticky saturevaný tok pruhu, pokud by všechna auta jela ve směru signálu doplňkové zelené šipky [pvoz/h].

5.1.6. Závěr kapacitního výpočtu

Pro každý paprsek křižovatky se vypočítá stupeň vytížení a_v , rezerva kapacity Rez , délka fronty L_F a střední doba zdržení t_w .

Stupeň vytížení je dán následujícím vztahem:

$$a_v = \frac{I_v}{C_v} \quad (16)$$

kde:

a_v	stupeň vytížení [-],
I_v	návrhová intenzita vjezdu (signální skupiny) [pvoz/h],
C_v	celková kapacita vjezdu (signální skupiny) [pvoz/h].

Rezerva kapacity se vyjadřuje absolutní nebo relativní hodnotou. Rezerva kapacity vyjádřená absolutní hodnotou se stanoví podle vzorce:

$$Rez = C_v - I_v \quad (17)$$

kde:

I_v	návrhová intenzita vjezdu (signální skupiny) [pvoz/h],
C_v	celková kapacita vjezdu (signální skupiny) [pvoz/h].

Délka řadících pruhů na vjezdech do světelně řízené křižovatky by se měla dimenzovat na střední délku fronty vozidel na začátku zeleného signálu při nejdelším navrženém cyklu řízení. Současně má být délka pruhu pro odbočení větší než vypočtená délka fronty v sousedním pruhu (pro jízdu přímo), aby odbočující vozidla mohla do svého pruhu zajíždět bez omezení.

Délka fronty v řadicím pruhu na vjezdu do světelně řízené křižovatky se vypočte podle vztahu:

$$L_F = 6 \cdot (N_{GE} + N_{iR}) \quad (18)$$

kde:

L_F střední délka fronty na začátku zeleného signálu [m],

N_{GE} střední počet vozidel ve frontě na konci zeleného signálu (tzv. zbytková fronta) [pvoz/h],

N_{iR} střední počet příjezdů během červené [pvoz/h].

Střední počet vozidel ve frontě na konci zeleného signálu (zbytková fronta na konci zelené) se určí v našem případě pomocí dvou vztahů:

Tabulka 9 - Vzorce pro výpočet délky zbytkové fronty na konci zelené [10]

Stupeň vytížení a_v [-]	Zbytková fronta N_{GE} na konci zelené [pvoz]
$a_v \leq 0,65$	0
$0,65 < a_v \leq 0,90$	$\frac{a_v - 0,65}{0,25} \cdot \frac{1}{0,26 + \frac{N_{iC}}{150}}$

kde:

a_v stupeň vytížení [-],

N_{GE} střední počet vozidel ve frontě na konci zeleného signálu (tzv. zbytková fronta) [pvoz/h],

N_{iC} střední počet příjezdů za cyklus, počítaný podle vztahu:

$$N_{iC} = \frac{l_v \cdot t_c}{3600} \text{ [pvoz]}, \quad (19)$$

l_v návrhová intenzita vjezdu (signální skupiny) [pvoz/h],

t_c doba cyklu [s].

Výpočet délky fronty je proveden pouze v případě, kdy $a_V \leq 1,00$. V případech, kdy tato podmínka není splněna, je úroveň kvality dopravy na stupni F a délka fronty tak není klíčovým údajem kapacitního výpočtu.

Střední počet příjezdů během červené se vypočte ze vztahu:

$$N_{iR} = \frac{l_v \cdot (t_c - z')}{3600} \quad (20)$$

kde:

N_{iR}	střední počet příjezdů během červené [pvoz/h],
I_v	návrhová intenzita vjezdu (signální skupiny) [pvoz/h],
t_c	doba cyklu [s],
z'	doba efektivní zelené [s].

Střední doba zdržení na vjezdu do světelně řízené křižovatky se vypočte podle vztahu:

$$t_w = 0,45 \cdot \left(\frac{(t_c - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_c - I_v \cdot z'} + \frac{I_v \cdot 3600}{C_V^2 - I_v \cdot C_V} \right) \quad (21)$$

kde:

t_w	střední doba zdržení na vjezdu do světelně řízené křižovatky [s],
t_c	doba cyklu [s],
z'	doba efektivní zelené [s].
I_v	návrhová intenzita vjezdu (signální skupiny) [pvoz/h],
C_V	celková kapacita vjezdu (signální skupiny) [pvoz/h].

Výpočet střední doby zdržení na vjezdu do světelně řízené křižovatky je možný pouze za podmínky, že $C_V > I_v$. V případech, kdy tato podmínka není splněna, je úroveň kvality dopravy na stupni F.

5.2. Závěr kapacitního posouzení

Jako kritériem výkonnosti světelně řízené křižovatky je stupeň vytížení a střední doba zdržení. Na základě těchto dvou hodnot se určí úroveň kvality dopravy. Vzhledem k tomu, že se nacházíme v obci jsou paprsky křižovatky označeny jako místní. Limitní úroveň kvality dopravy je teda E na všech paprscích. Úroveň kvality dopravy má stupeň F, pouze pokud stupeň vytížení $a_v > 1,00$. ÚKD se určí podle střední doby zdržení, podle tabulky A.3 v ČSN 73 6102 [2].

Příslušné výsledky kapacitního posouzení, byly zaneseny do *Přílohy 8 – Protokol o kapacitním posouzení stávající křižovatky podle TP 188*.

Kapacitnímu posouzení vyhověli všechny vjezdy, kromě vjezdu se signální skupinou VC. Zde především kvůli vysoké intenzitě protisměrného dopravního proudu a vysoké intenzitě samostatného vjezdu vyšel stupeň vytížení $a_v = 1,16$. Intenzita vjezdu je větší než jeho kapacita a ÚKD tohoto vjezdu se hodnotí stupněm F. Celá křižovatka se hodnotí podle nejhoršího vjezdu křižovatky. Křižovatka tedy podle kapacitního posudku **nevyhověla**, její ÚKD je hodnoceno stupněm F.

6. Analýza dopravní nehodovosti

Dopravní nehoda je výjimečný jev, nepředvídatelná kolize jednoho nebo více dopravních prostředků, při níž dojde ke hmotné škodě nebo zranění. U posouzení dopravní nehodovosti je nutné hledět nejenom na příčinu, ale zároveň i na dané okolnosti, jako například dopravní zatíženost daného úseku. Je významný rozdíl, zdali se vyskytne deset nehod za rok na dálnici, či na účelové komunikace. Nejčastějším důvodem výskytu tohoto jevu je lidský faktor, zejména nedostatečné věnování pozornosti řízení, nepřiměřená rychlost, anebo také nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem. Jen málokdy se stává, že jiným činitelem dopravní nehody je něco jiného než lidský faktor, ačkoliv dopravní nehoda může být kombinace několika příčin, ale i tam můžeme hovořit o nepřiměřené rychlosti vzhledem ke stavu viditelnosti, venkovní vlhkosti, námraze apod. S lidským faktorem se musí počítat, a proto se v dopravních stavbách vyskytují vždy bezpečnostní zařízení zmírňující pravděpodobnost nebo následky dopravní nehody. U křižovatek můžeme pozorovat celkovou bezpečnost podle analýzy dopravní nehodovosti, která vzniká na základě pozorování stávajícího stavu křižovatky za dlouhý časový interval, většinou řadu let. Pokud se jedná o novostavbu, můžeme použít prognózu dopravních intenzit, psychologii v dopravě nebo také intuici. Mezi nejčastější opatření patří úpravy vodorovného a svislého značení, až změna stávajícího stavu křižovatky, podle závažnosti nehodovosti.

Přesnost o dopravních nehodách ztížila zavedená novela zákona o dopravních nehodách, která vešla v platnost 1. ledna 2009. Po této změně se musí hlásit pouze nehoda s hmotnou škodou nad 100 000 Kč a poškození majetku třetí osoby, nebo při újmě na zdraví.

Analýza dopravní nehodovosti byla zpracována na základě informací z veřejně přístupného systému Policie ČR o statistických údajích dopravní nehodovosti – *Příloha 9 – Statistické vyhodnocení nehodovosti v silničním provozu*. Tyto informace jsou přístupné na internetových stránkách provozující Centrum dopravního průzkumu [30]. Tento systém má právě přispět ke zvýšení bezpečnosti na pozemních komunikacích.

K analýze jsem zvolil to nejdelší možné období, které tento systém umožňuje: 1.1.2007 – 4.10.2019. V tomto období se stalo celkem třicet dva dopravních nehod. Ovšem kdybychom se podívali do časového úseku před změnou zákona o dopravních nehodách, tedy období 1.1. 2007 – 1.1. 2009, zjistíme, že za tyto dva roky došlo k deseti nehodám. Můžeme

se tedy domnívat, že zde došlo k výrazně vyššímu počtu skutečných a nenahlášených dopravních nehod.

Na Obrázku č. 15 je letecký snímek se statistickým vyhodnocením dopravní nehodovosti, vytvořený podle zmíněného systému. Z celkově třiceti dvou nehod, zde došlo k jedné nehodě s těžkým zraněním a osmnácti nehodám s lehkými zraněnými.

Období: 2007/01/01 - 2019/08/05

Správní území vybrané lokality: Havířov (Moravskoslezský kraj)



Všeobecný přehled o nehodách v zadané lokalitě	
Počet nehod celkem	32
Počet nehod s následky na zdraví	15
Počet usmrcených osob (stav do 24 hod.)	0
Počet těžce zraněných osob (stav do 24 hod.)	1
Počet lehce zraněných osob (stav do 24 hod.)	18

Obrázek 15 - Snímek dopravní nehodovosti (2007 - 2019) [30]

Statistika nehod dle hlavních příčin nehody uvádí, že z celkově třiceti dvou nehod, je nejčastější hlavní příčina v sedmi případech nehoda při odbočování vlevo. Dle dopravního průzkumu to odpovídá nejvíce problémovým dopravním proudům, které jsou nejvíce zatížené a při dopravní špičce je v některých případech velmi obtížné provést kompletní dopravní manévr.

Tabulka 10 - Statistika nehod podle hlavních příčin nehody [30]

Statistika nehod podle hlavních příčin nehody				
Druh nehody	Počet nehod	Usmrcené osoby	Těžce zraněné osoby	Lehce zraněné osoby
při odbočování vlevo	7	0	0	4
jízda na "červené světlo"	4	0	0	2
nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	3	0	0	1
nezvládnutí řízení vozidla	2	0	1	3
nepřízpůsobení rychlosti hustotě provozu	2	0	0	2
proti příkazu dopravní značky STŮJ DEJ PŘEDNOST	2	0	0	2
vyhýbání bez dostatečné boční vůle	2	0	0	1
jiný druh nesprávného způsobu jízdy	2	0	0	1
předjíždění vpravo	1	0	0	1
chodci na vyznačeném přechodu	1	0	0	1
chyby při udání směru jízdy	1	0	0	0
nehoda v důsledku použití (policij) prostředků k násilnému zastavení (zastavovací pásy atd.)	1	0	0	0
proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	1	0	0	0
nepř. rychlosti stavu vozovky (náledí, výtluky, bláto, mokry povrch apod.)	1	0	0	0
nezaviněná řidičem	1	0	0	0
nepř. rychlosti dopravně technickému stavu vozovky (zatačka, klesání, stoupání, šířka apod.)	1	0	0	0

Druh nehod je ve většině případů srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem. Dle mapového podkladu se můžeme domnívat, že všechny nehody s pevnou překážkou se udály v severní části křižovatky, způsobené pravděpodobně vozidly jedoucí nepřiměřenou rychlostí ze strmého Bludovického kopce – ramena C. Za třináct let se zde udála pouze jedna srážka s chodcem.

Tabulka 11 - Statistika nehod dle druhu dopravní nehody [30]

Statistika nehod podle druhu				
Druh nehody	Počet nehod	Usmrcené osoby	Těžce zraněné osoby	Lehce zraněné osoby
srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	24	0	0	12
srážka s pevnou překážkou	4	0	1	3
jiný druh nehody	2	0	0	2
srážka s chodcem	1	0	0	1
srážka s domácím zvířetem	1	0	0	0

Ve většině případů se dopravní nehody vyskytly ve dne s nezhoršenou viditelností, dobrými rozhledovými poměry a dobrým stavem komunikace.

Tabulka 12 - Statistika nehod podle viditelnosti [30]

Statistika nehod v zadané lokalitě podle viditelnosti				
Druh nehody	Počet nehod	Usmrcené osoby	Těžce zraněné osoby	Lehce zraněné osoby
ve dne, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek	21	0	1	14
v noci - s veřejným osvětlením, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek	5	0	0	2
v noci - s veřejným osvětlením, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, déšť, sněžení apod.)	3	0	0	1
ve dne, zhoršená viditelnost (svítání, soumrak)	2	0	0	0
ve dne, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, sněžení, déšť apod.)	1	0	0	1

Ve dvaceti pěti případech nehodu zavinil řidič osobní automobilu, ve čtyřech řidič autobusu, v jednom jízdní kolo a v jednom nákladní automobil.

Tabulka 13 - Statistika nehod podle druhu vozidla viníka nehody [30]

Statistika nehod podle druhu vozidla viníka nehody				
Druh nehody	Počet nehod	Usmrcené osoby	Těžce zraněné osoby	Lehce zraněné osoby
osobní automobil bez přívěsu	25	0	1	15
autobus	4	0	0	2
jízdní kolo	1	0	0	1
nezjištěno, řidič ujel	1	0	0	0
nákladní automobil (včetně multikáry, autojeřábu, cisterny atd.)	1	0	0	0

Pro vyhodnocení bezpečnosti křižovatky, je spočítána hodnota relativní nehodovosti. Je to běžný ukazatel nebezpečnosti komunikace. Konečné hodnoty tohoto ukazatele pro bezpečné křižovatky se pohybuje od 0,1 do 0,9, pro křižovatky s drobnými nedostatky 0,9 až 1,6 a pro křižovatky se zásadními nedostatky 1,6 a výše.

$$R = \frac{N_0}{365 \cdot I \cdot t} \cdot 10^6 \quad [\text{počet osobních nehod/mil. voz. a rok}] \quad (22)$$

kde:

- R ukazatel relativní nehodovosti [-],
- N_0 počet osobních nehod celkem ve sledovaném období,
- I průměrná denní intenzita provozu [voz/den],
- T délka sledovaného období [rok].

dosazení do vzorce:

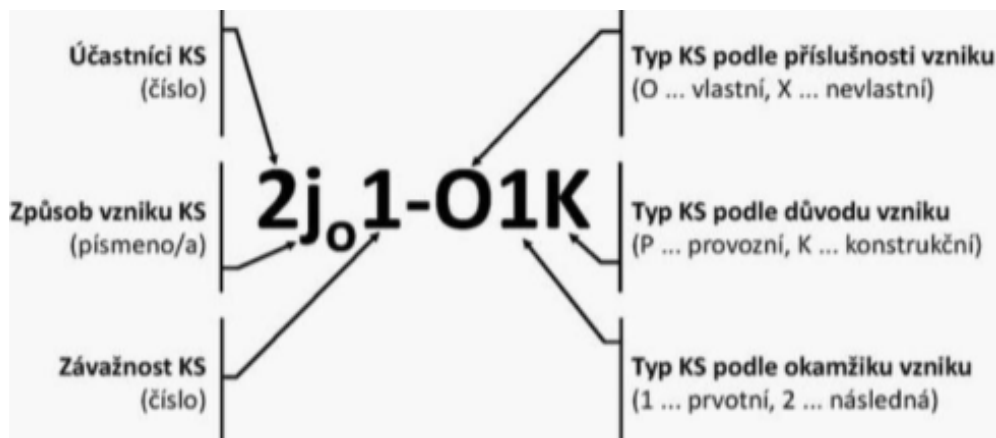
$$R = \frac{32}{365 \cdot 20201 \cdot 12,8} \cdot 10^6 = 0,34 \quad [\text{počet osobních nehod/mil. voz. a rok}] \quad (23)$$

Jedním z předních faktorů při vyhodnocení dopravní nehodovosti je hlavní příčina nehody. Vzhledem k výskytu různých dopravních příčin, v ne příliš vysoké četnosti z celkového počtu dopravních nehod, nelze efektivním způsobem zlepšit bezpečnost v křižovatce jedním jednoduchým řešením. Bezpečnost může být výrazně ovlivněna při úpravě stavebního řešení většího rozsahu, např. změnou typu křižovatky. Dle hodnoty relativní nehodovosti se jedná o křižovatku bezpečnou. Z analýzy dopravní nehodovosti lze vyvodit, že křižovatka nepatří mezi výrazně nehodové.

7. Analýza konfliktních situací

Konfliktní situaci (KS) lze definovat jako situaci, ve které se dva nebo více účastníků silničního provozu k sobě přiblíží v takovém prostoru a čase, že hrozí bezprostřední nebezpečí kolize, pokud jejich pohyb zůstane nezměněn. Definice vyjímá dopravní přestupky, situace, při nichž se jedná o parkující vozidla a nehody jednoho vozidla. Jsou to tedy potenciální nehodové situace - „skoronehody“ [34]. Každá pozemní komunikace by měla těmto situacím předcházet a minimalizovat tak výskyt nebezpečí.

Posouzení konfliktních situací jsem provedl podle metody doc. Folprechta, doplněnou o inovovaný klasifikační symbol:



Obrázek 16 - Inovovaný klasifikační symbol pro označení konfliktní situace [34]

První část klasifikačního symbolu se skládá ze tří částí – z číslice (udává účastníky KS), písmene (udává způsob vzniku KS) a opět číslice (udává závažnost KS) dle následujících tabulek:

Tabulka 14 - Účastníci konfliktní situace [34]

Kategorie	Znak
chodec	1
automobil	2
tramvaj	3
chodec x automobil	4
chodec x tramvaj	5
automobil x automobil	6
automobil x tramvaj	7
tramvaj x tramvaj	8
autobus	9

Tabulka 15 – Nově vysledované konfliktní situace dle způsobu konfliktu [34]

Kategorie	Znak
Nejasné chování bez zjevné příčiny	... b ...
Zavinil cyklista	... c ...
Zastavení motoru při rozjezdu	... d ...
Vlivem fronty na křižovatce	... f _k ...
Vlivem fronty před přechodem pro chodce	... f _p ...
Poskytnutí přednosti v jízdě (oproti povinnosti)	... g ...
Špatný způsob jízdy (obecně)	... j ...
Jízda v blízkosti obrubníku	... j _o ...
Najetí vozidla do protisměru	... j _p ...
Najetí vozidla do jiného řadícího pruhu	... j _ř ...
Najetí vozidla na dopravní stín	... j _s ...
Najetí vozidla na dopravní stín dopravního ostr.	... j _{so} ...
Vlivem odbočování na místo mimo křižovatku	... m ...
Nedání přednosti v jízdě	... n ...
Omezení (ohrožení) v jízdě	... o ...
Zavinil motocykl (jeho řidič)	... r ...
Nesprávné (předčasné) řazení před křižovatkou	... ř ...
Nebezpečná jízda	... t ...
Ostatní (nezařazeno)	... x ...
Chybné zastavení (stání)	... z ...

Tabulka 16 - Závažnost konfliktní situace [34]

Kategorie	Znak
Potenciální konfliktní situace (bez reakce) 1
Konfliktní situace (bez násilné reakce) 2
Konfliktní situace (s ostrou reakcí) 3
Dopravní nehoda 4

Závažnost konfliktních situací lze podrobněji vysvětlit takto [34]:

- 1. stupeň – situace, které lze považovat za potenciální konfliktní situace, 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, agresivitu či prostě chybné jednání je zřejmé a má za následek reakci dalších účastníků,
- 3. stupeň – situace, kdy jedině prudká úhybná akce (ostré brzdění nebo náhlé vybočení) zamezí střetu,
- 4. stupeň – ve všech ostatních případech dochází k dopravní nehodě.

Druhá část klasifikačního symbolu začíná pomlčkou. Následuje znova trojmístný symbol – písmeno (udává příslušnost vzniku KS), číslice (udává okamžik vzniku KS) a písmene (udává důvod vzniku KS)

Podrobněji tyto části trojmístného symbolu lze rozdělit takto:

Podle příslušnosti vzniku konfliktní situace [34]:

- *Vlastní konfliktní situace (O)* – konfliktní situace, která souvisí přímo s provozem na sledovaném místě, s jeho stavebním uspořádáním atp.,
- *Nevlastní konfliktní situace (X)* – konfliktní situace, které nesouvisí přímo s provozem na sledovaném místě, s jeho stavební uspořádáním atp. a vzniknou mimo sledované místo.

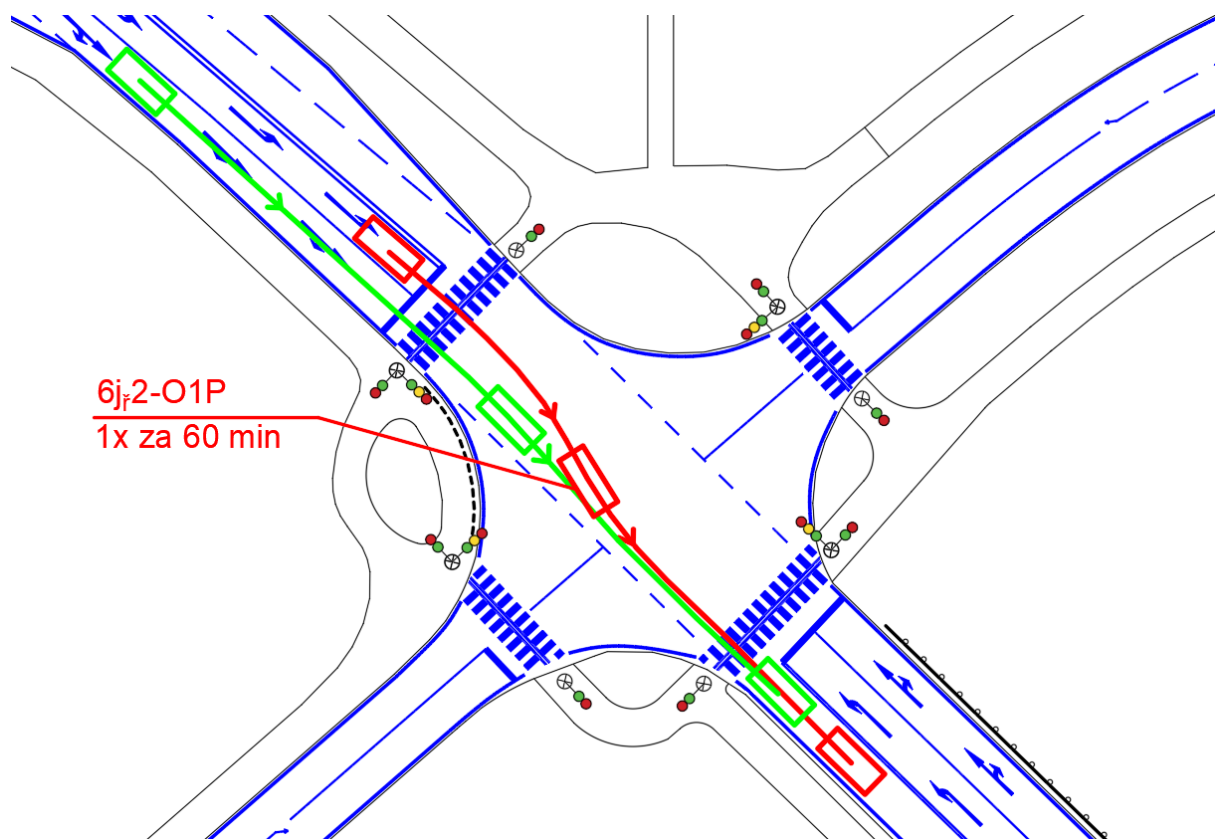
Podle okamžiku vzniku konfliktní situace [34]:

- *prvotní konfliktní situaci (1)* – konfliktní situace, které nejsou vyvolány jinou situací,
- *následné konfliktní situace (2)* – konfliktní situace, které jsou vyvolány jinou situací (zpravidla prvotní, nebo případně i jinou následující situací).

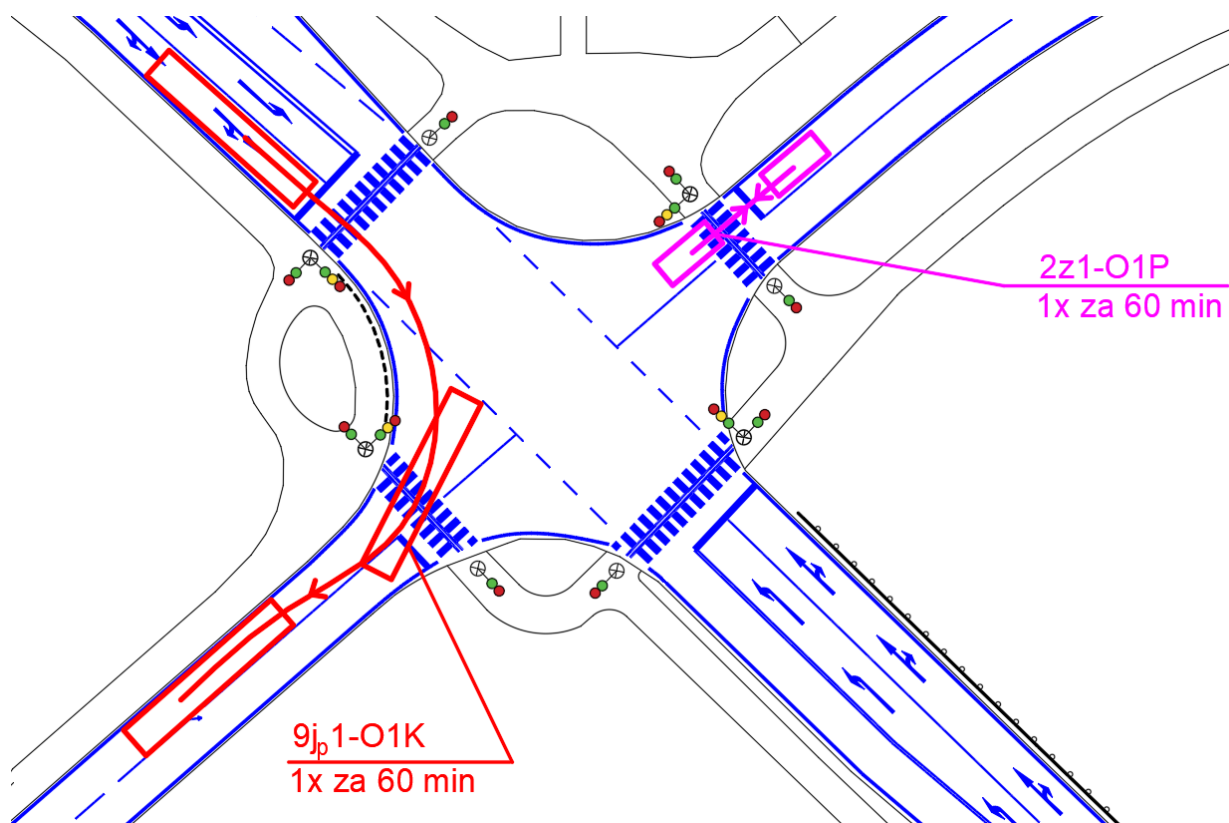
Podle důvodu vzniku konfliktní situace [34]:

- *provozní konfliktní situace (P)* – konfliktní situace zapříčiněná pouze samotným řidičem (resp. Jiným účastníkem silničního provozu),
- *konstrukční konfliktní situace (K)* – konfliktní situace zapříčiněná nejen samotným řidičem, ale také (mnohdy především) nevhodně navrženými stavebními prvky.

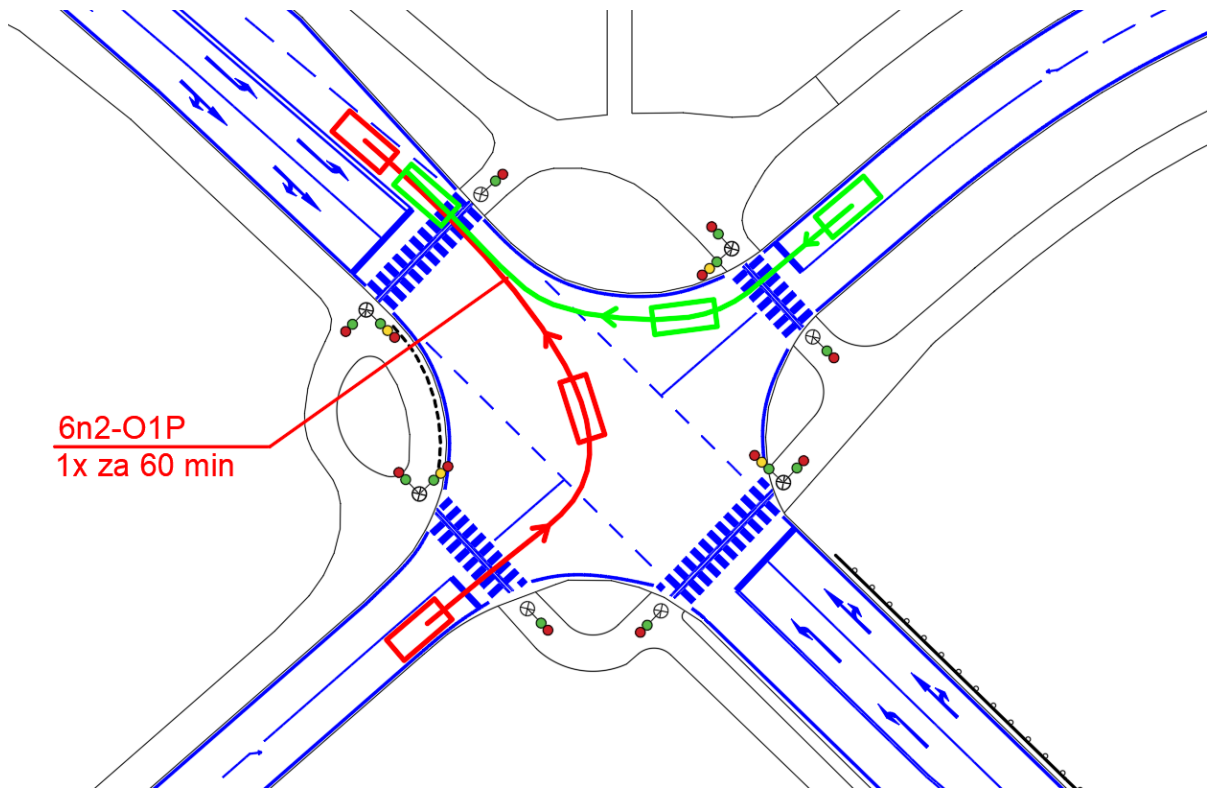
Videoanalýza konfliktních situací byla provedena dle pořízeného videozáznamu pro dopravní průzkum. V tomto čtyřhodinovém časovém úseku jsem nejenom zaznamenával dopravní intenzity, ale i sledoval chování účastníků silniční dopravy. Po zjištění hodinové dopravní špičky z videozáznamu, jsem se tuto hodinu rozhodl analyzovat z hlediska konfliktních situací. Z těchto údajů jsem vyhotovil schémata konfliktních situací:



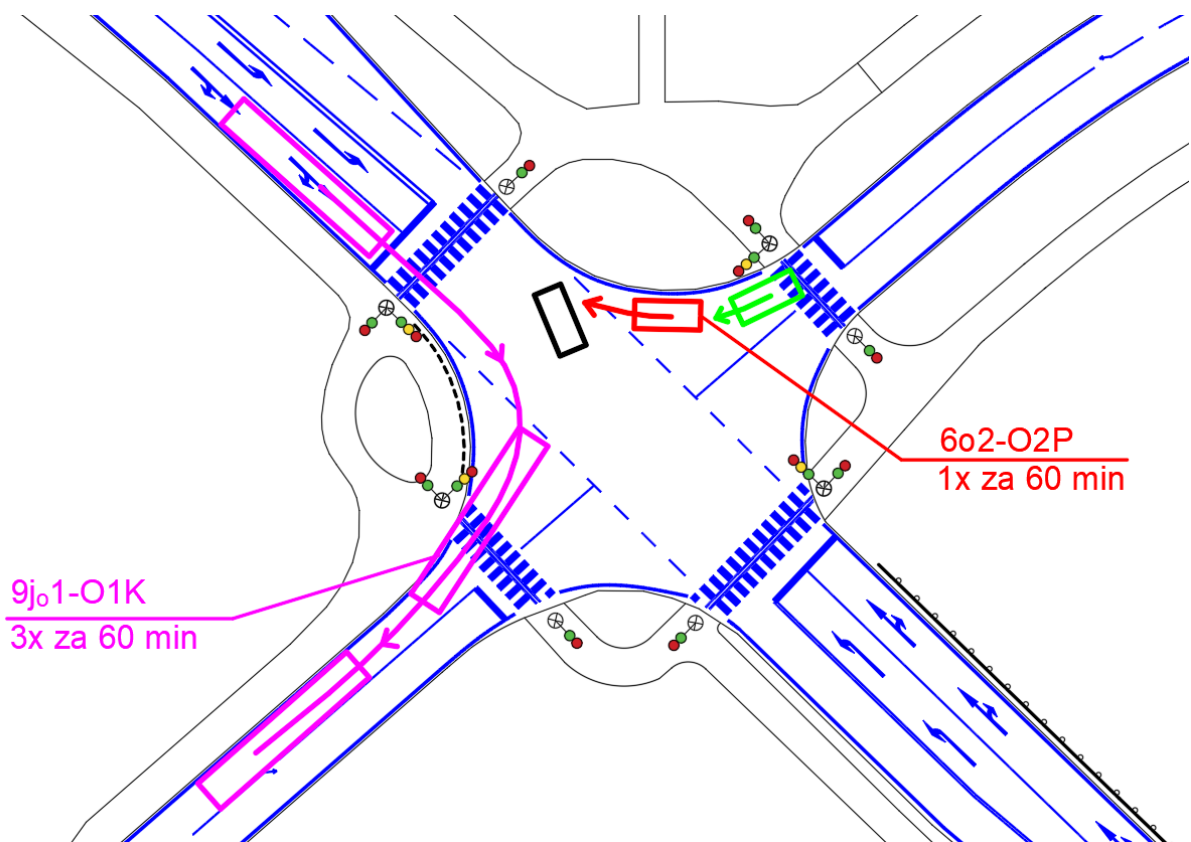
Obrázek 17 - Schéma konfliktních situací (část 1)



Obrázek 18 - Schéma konfliktních situací (část 2)



Obrázek 19 - Schéma konfliktních situací (část 3)



Obrázek 20 - Schéma konfliktních situací (část 4)

Za špičkovou hodinu se událo celkem osm konfliktních situací se závažností 1. a 2. stupně.

Nejčastější konfliktní situace (3x 9j_o1-O1K), a obdobná KS (1x 9j_p1-O1K), je způsobena řidiči autobusů, kteří mají problém s otočením do prostoru vedlejšího ramene, z důsledku nevhodně navržené komunikace – příliš malých směrových oblouků a úzkých jízdnicích pruhů. V případě, kdy je rameno, do kterého najíždí řidič autobusu obsazeno v protisměru čekajícími vozidly na zelený signál, je autobus nucen najet do blízkosti, nebo přímo na obrubník. V případě, kdy je rameno prázdné, řidič autobusu si pomůže vjetím do protisměru. Tyto konfliktní situace se z celkových osmi vyskytly čtyřikrát, se závažností 1. stupně ve všech případech. *Obrázek 18 - Schéma konfliktních situací (část 2) a Obrázek 20 - Schéma konfliktních situací (část 4).*

Další konfliktní situace byla způsobená řidičem osobního automobilu, který v době červeného signálu na světelně řízené signalizaci vjel do oblasti křižovatky, kde za přechodem pro chodce zastavil a vycouval zpět na původní místo. Tato KS se vyskytla pouze jednou a jedná se o KS 1. stupně. *Obrázek 18 - Schéma konfliktních situací (část 2).*

Konfliktní situace vyvolána špatným zařazením do řadicího pruhu (1x 6j_r2-O1P) vyústila v najetí vozidla do prostoru křižovatky a následného zařazení do správného jízdnicího pruhu (dopravního proudu). Při tomto dopravním manévru ovšem, vozidlo ovlivnilo ostatní vozidla jedoucí ze správného řadicího pruhu. Tato KS se vyskytla pouze jednou a jedná se o KS 2. stupně. *Obrázek 17 – Schéma konfliktních situací (část 1)*

Se závažností 2. stupně se vyskytly poté všechny ostatní konfliktní situace, vyvolané nedání přednosti v jízdě (1x 6n2-O1P a 1x 6o2-O2P). V prvním případě se jedná o nedání přednosti v jízdě vozidlem podřazeného dopravního proudu č. 4, vozidlu nadřazeného dopravního proudu č. 12. To zavinilo v zabrzdění vozidla v nadřazeném dopravním proudu č. 12 a následně vyvolalo další konfliktní situace (1x 6o2-O2P) pro vozidlo situované za brzdícím vozidlem, které reagovalo obdobně. *Obrázek 19 – Schéma konfliktních situací (část 3) a Obrázek 20 - Schéma konfliktních situací (část 4).*

Bezpečnost provozu na daném úseku je možné vyjádřit pomocí ukazatele, která udává počet konfliktních situací na sto vozidel – vážený ukazatel relativní konfliktnosti:

$$k_{RV} = \frac{P_{KS} \cdot K_Z}{I} \cdot 100 \quad (24)$$

kde:

k_{RV} vážený ukazatel relativní konfliktnosti [KS/100 vozidel],

P_{KS} počet konfliktních situací za hodinu (pouze KS s prvním znakem, který má hodnota 4 až 8) [KS.h⁻¹],

I hodinová intenzita vozidel [voz/h],

K_Z koeficient závažnosti konfliktní situace [-],

Koeficient závažnosti konfliktní situace K_Z lze dle potřeby určit subjektivně.

Zkušenosti ukazují, že jeho hodnotu lze stanovit na základě závažnosti konfliktní situace takto:

- pro závažnost konfliktní situace 1. stupně ... $K_Z = 1$,
- pro závažnost konfliktní situace 2. stupně ... $K_Z = 2$,
- pro závažnost konfliktní situace 3. stupně ... $K_Z = 3$,
- pro závažnost konfliktní situace 4. stupně ... $K_Z = 4$.

dosazení do vzorce:

$$k_r = \frac{5 \cdot 1 + 3 \cdot 2}{2092} \cdot 100 = 0,53 \quad [\text{KS}/100\text{voz}] \quad (25)$$

Řešenou křižovatkou na dvě stě projetých vozidel, připadá zhruba jedna konfliktní situace.

Zásadní problém se odehrává na rameni B, kde kvůli příliš úzkým jízdním pruhům a malému směrovému oblouku, mají těžká vozidla problém s bezpečným a plynulým najetím na tento výjezd bez najetí do protisměru, nebo najetí do blízkosti obrubníku (případně na obrubník). Dle ukazatele vážené relativní konfliktnosti, a předchozí analýzy konfliktních situací nebyl vysledován jiný závažný problém této křižovatky.

8. Návrh řešení

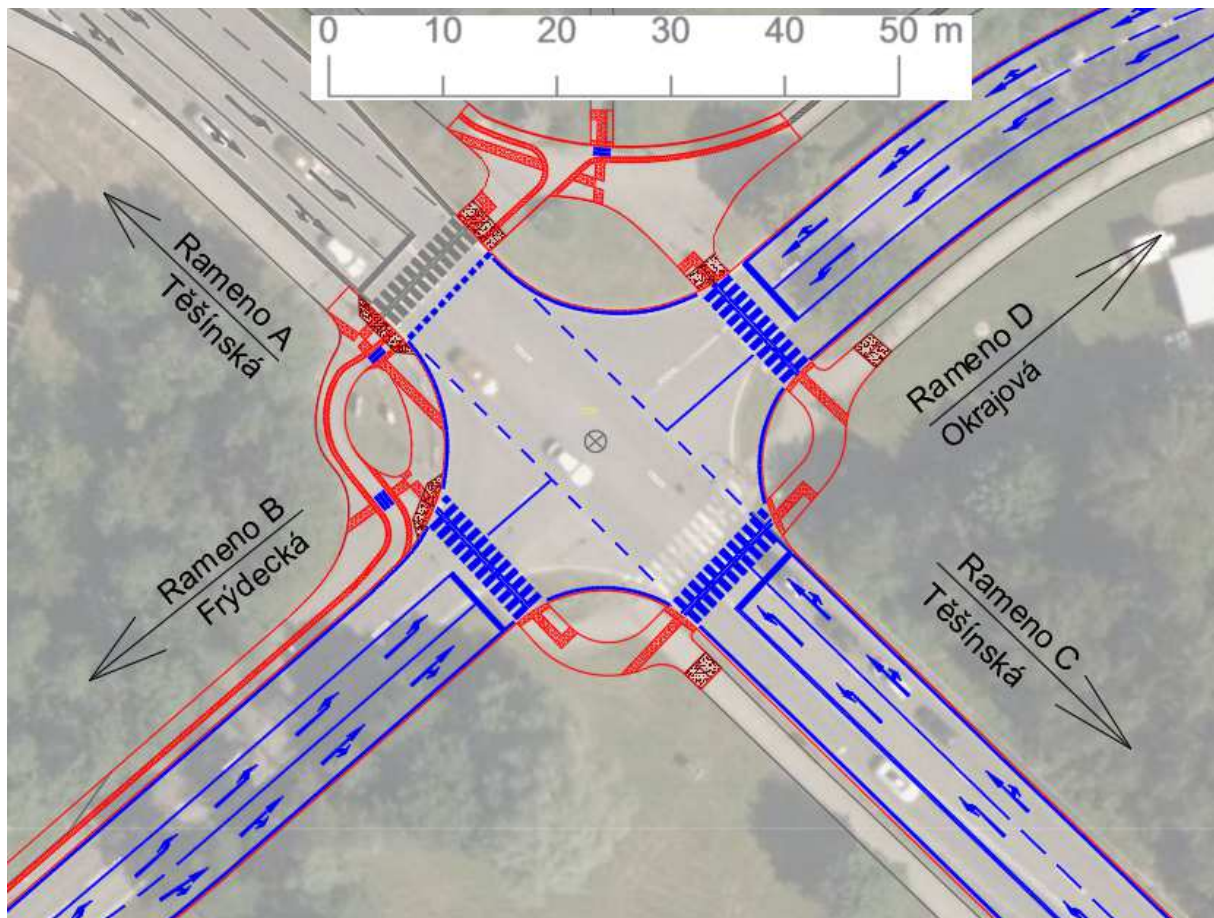
V této části je proveden návrh tří variantních řešení stávající světelně řízené průsečné křižovatky. Při řešení těchto variant je dbáno na zlepšení plynulosti a bezpečnosti provozu a rozšíření cyklostezky dle územního plánu. Hlavním problémem je zde vznik vzduť, a plynulý a bezpečný průjezd těžkých vozidel. Proto jsou navrženy tři variantní řešení spočívající ve stavební úpravě stávajícího stavu, přestavbě na okružní křižovatku, nebo přestavbě na turbo-okružní křižovatku. U všech variant jsou provedeny následující náležitosti: výkres stavebních úprav, výkres dopravního značení, kapacitní posudek, ověření vlečných křivek a ověření rozhledových poměrů.

Návrh křižovatek probíhal v souladu s platnými předpisy, včetně ČSN 73 6102 [2], ČSN 73 6110 [3], TP 14/2015 [4], TP 65 [5], TP 81 [7], TP 133 [9], TP 135 [10], TP 179 [13], TP 188 [14] a TP 192 [16].

8.1. Popis variant

8.1.1. Popis varianty č. 1

Návrhovém řešení č. 1 je navrženo se změnou stávajícího stavu stavebního uspořádání průsečné křižovatky. Toto řešení je navrženo, tak aby zde finanční nároky byly co nejmenší, ale aby zároveň vyřešilo stávající problémy zájmové oblasti. Na celé křižovatce je dodržena bezbariérovost a návaznost chodníků a cyklostezky na původní stav.



Obrázek 21 - Schéma varianty č. 1 [22] - upraveno

Dle územního plánu je zde navržena cyklostezka, navazující na původní stav o šířce cyklostezky 1,0 m, s hmatovou dlažbou o šířce 0,4 m. Tato cyklostezka je navržena jako sružená s chodníkem. Min. poloměr zaoblení je použit 2,50 m, s tím, že je zde provedeno rozšíření podle TP 179 [13], v tomto případě o 0,50 m, na celkovou šířku 1,50 m. Na cyklostezkách je navržen přechod pro chodce doplněný o signální pás o šířce 0,80 m a varovný (sloužící i jako hmatný pás) pás o šířce 0,40 m. Hmatný pás, o šířce 0,40, m se

nachází na celé délce cyklostezky na kontaktu s chodníkem. Výška obrubníků nad vozovkou činí 0,14 m, přechody jsou navrženy jako bezbariérové s výškou obrubníku vůči úrovni vozovky a samotnému přechodu maximálně +0,02 m.

Rameno A se skládá ze tří původních jízdních pruhů. Šířka jízdních pruhů je pro levé odbočení 3,25 m, pro odbočení vpravo a rovně 3,75 m a šířka vjezdového jízdního pruhu je 3,50 m. Původní délka přechodu pro chodce činí 11,35 m. Rameno A není téměř pozměněno, kromě doplnění přechodu pro chodce o přejezd pro cyklisty vodorovným dopravním značením V8b. Přejezd pro cyklisty přimknutý k přechodu pro chodce má celkovou šířku 4,80 m. Část pro chodce o šířce 3,0 m a část pro cyklisty o šířce 1,8 m.

Rameno B se nově skládá ze tří jízdních pruhů o šířce 3,50 m. Dva jízdní pruhy vjezdové a jeden jízdní pruh výjezdový. Vzdálenost obrub je 11,00 m. Původní vzdálenost obrub činila 6,50 m s dvěma jízdními pruhy o šířce 3,0 m. Čekací úsek má délku 35,0 m a úsek vyřazovací délku 40,0 m, je složen z náběhového klínu se zaoblením 80,4 m. Přechod pro chodce o šířce 3,0 m je prodloužen na délku 12,00 m.

Rameno C se skládá ze tří jízdních pruhů. Vzdálenost obrub je 11,0 m. Šířky jízdních pruhů jsou ponechány stejné jako původní – šířka výjezdového jízdního pruhu činí 3,50 m, šířka vjezdového jízdního pruhu pro odbočení vlevo činí 3,50 m a šířka vjezdového jízdního pruhu pro odbočení rovně a vpravo činí 3,75 m. Čekací úsek jízdní pruhu pro odbočení vlevo je prodloužen na 50,0 m z původních 20,0 m. Vyřazovací úsek je nově navržen z náběhového klínu se zaoblením 40,0 m a délkou 25,0 m. Min. délka vyřazovacího úseku ve stísněných poměrech a při návrhové rychlosti 50 km/h je 20,0 m.

Rameno D se skládá ze tří jízdních pruhů. Dvou jízdních pruhů vjezdových a jednoho jízdního pruhu výjezdového, šířky těchto pruhů jsou 3,50 m. Vzdálenost obrub je 11,0 m. Toto rameno je navrženo ve směrovém oblouku o poloměru 90,0 m, navazující na původní stav. Délka čekacího úseku činí 35,0 m a délka vyřazovacího úseku činí 35,0 m. Na tomto rameni se nachází původní cyklostezka, na kterou je dle územního plánu navázáno.

Řadič SSZ, ruční řízení SSZ a další fyzické zařízení pro fungování křižovatky bude ponecháno na původním místě, v oblasti mezi rameny A a B. Stožáry světelné signalizace budou přesunuty, nebo ponechány na původním místě. Polohu těchto zařízení lze nalézt ve výkresu *B.2.2 Situační plán světelné signalizace*.

Počítá se s provedením nového vodorovného a svislého dopravního značení. Nové vodorovné dopravní značení bude provedeno na všech paprscích křižovatky, kromě paprsku A, u kterého se v oblasti před přechodem pro chodce, naváže na značení stávající. Vodorovné dopravní značení bude nanášeno na stávající vozovku po vyfrézování a položení nové obrusné vrstvy. Část svislého dopravního značení bude přesunut podle podrobného výkresu o dopravním značením – *B.3.2 - Situace dopravního značení*. Seznam použitých druhů tohoto značení je výkresové dokumentaci následující:

- B13 – Zákaz vjezdu voz., jejichž okamžitá hmot. Přesahuje vyznačenou mez
 - C10a – Stezka pro chodce a cyklisty (dělená)
 - E12 – Dodatková tabule
 - IP19 – Řadící pruhy
 - P2 – Hlavní pozemní komunikace
 - P6 – Stůj, dej přednost v jízdě!
-
- V1a - Podélná čára souvislá šířky 0,125 m
 - V1b – Dvojitá podélná čára o šířce 2x 0,125 m
 - V2a – Podélná čára přerušovaná v provedení 1,5/1,5/0,125 m
 - V2b - Podélná čára přerušovaná v provedení 1,5/1,5/0,125 m
 - V4 - Vodící čára o šířce 0,25 m
 - V6b – Příčná čára souvislá, šířka 0,5 m, vzdálenost od V7a - 2,0 m
 - V7a – Přejezd pro chodce chodců, šířka čar 0,5 m, rozestupy 0,5 m
 - V8b – Přejezd pro cyklisty přimknutý k přechodu pro chodce
 - V9a – Směrové šipky, délka 5,0 m, rozestupy 5,0 m
 - V14 – Jízdní pruh pro cyklisty
 - V15 – Nápis na vozovce

K tomuto návrhu jsou vypracovány následující výkresové dokumentace:

B.3.1 Situace stavebních úprav,

B.3.2 Situace dopravního značení,

B.3.3 Situace vlečné křivek,

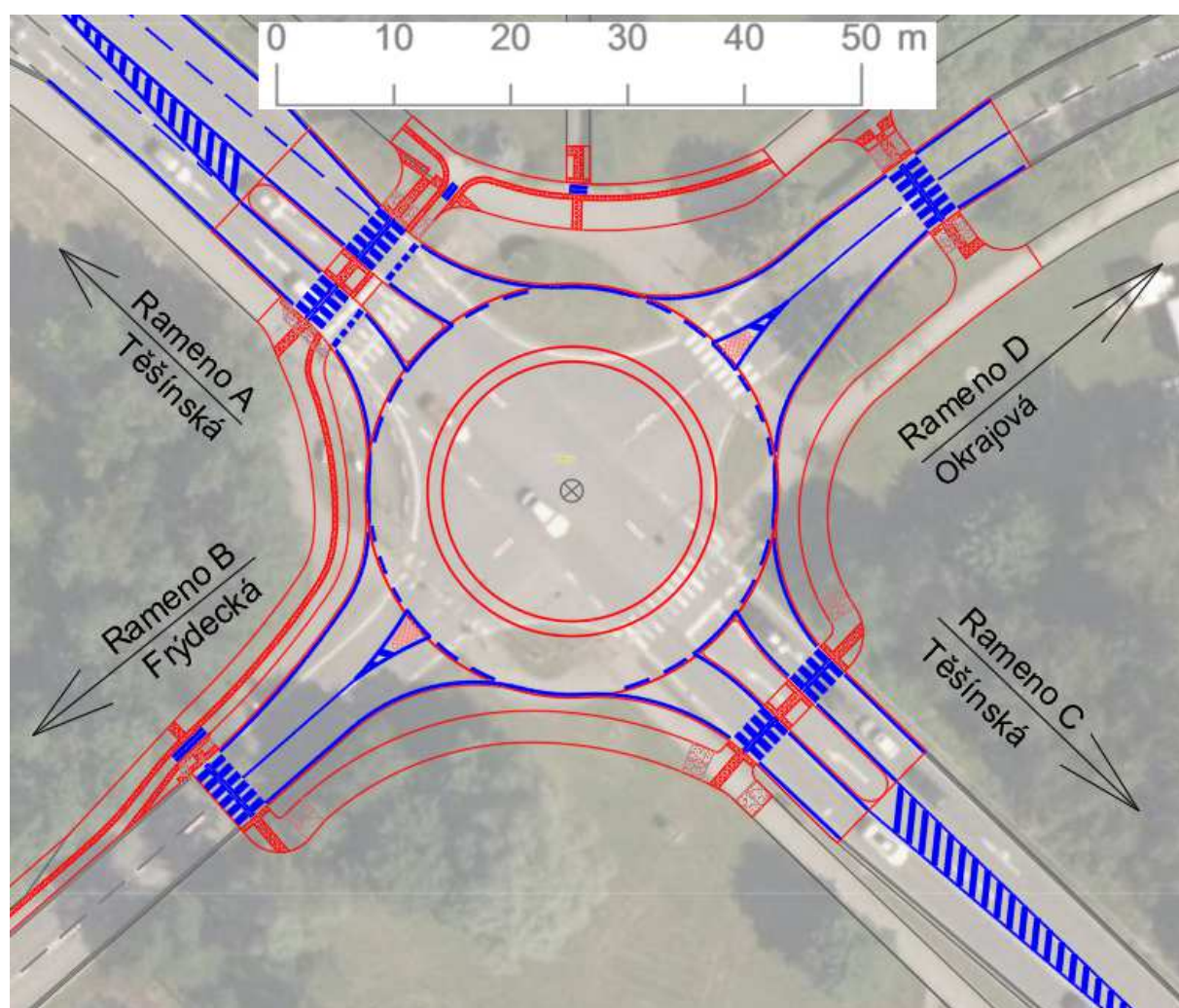
B.3.4 Situace rozhledových poměrů.

8.1.2. Popis varianty č. 2

Ve variantním návrhovém řešení č. 2 se počítá s celkovou přestavbou stávající průsečné křižovatky na jednoduchou křižovatku s jedním jízdním pruhem na okružním pásu. Bod křížení paprsků křižovatky se nachází v původním bodě, kopíruje původní stav.

Hlavní geometrické parametry této okružní křižovatky jsou následující:

- Vnější průměr 36,00 m
- Průměr středového ostrova 22,60 m
- Šířka okružního pásu 5,40 m
- Šířka prstence 1,30 m



Obrázek 22 - Schéma varianty č. 2 [22] - upraveno

Dle územního plánu je zde navržena cyklostezka, navazující na původní stav o šířce cyklostezky 1,0 m, s hmatovou dlažbou o šířce 0,4 m. Tato cyklostezka je navržena jako sdružená s chodníkem. Min. poloměr zaoblení je použit 2,50 m, s tím, že je zde provedeno rozšíření podle TP 179 [13], v tomto případě o 0,50 m na celkovou šířku 1,50 m. Na cyklostezkách je navržen přechod pro chodce doplněný o signální pás o šířce 0,80 m a varovný (sloužící i jako hmatný pás) pás o šířce 0,40 m. Hmatný pás, o šířce 0,40, m se nachází na celé délce cyklostezky na kontaktu s chodníkem. Výška obrubníků nad vozovkou činí 0,14 m, přechody jsou navrženy jako bezbariérové s výškou obrubníku vůči úrovni vozovky a samotnému přechodu maximálně +0,02 m. Na celé křižovatce je dodržena bezbariérovost a návaznost chodníků a cyklostezky na původní stav.

Vjezd na každém paprsku křižovatky je zaoblen na poloměr 16,0 m, výjezd je zaoblen na paprscích A a C na 20,0 m, na ostatních paprscích křižovatky je výjezd tvořen ze složeného oblouku se zaoblením v provedení 20/10/60 m. Mezi výjezdem a vjezdem každé větve je navržen dělicí ostrůvek. Na ramenech A a C o délce 20,0 m a na ramenech B a D je konstrukce dělicího ostrůvku navržena jako pojížděná plocha ze žulových kostek, zvýšena oproti okolní úrovni vozovky na max. +0,03 m o šířce 2,10 m a délce 3,40 m, zaoblení je provedeno o poloměru 0,50 m.

Rameno A se skládá z jednoho výjezdu o největší šířce 5,40 m a vjezdu o největší šířce 5,00 m. Dále se vjezd a výjezd napojuje na stávající jízdní pruhy o šířce 3,50 m. Mezi vjezdem a výjezdem se nachází přejezd pro cyklisty přimknutý k přechodu pro chodce s celkovou šířkou 4,80 m. Část pro chodce o šířce 3,0 m a část pro cyklisty o šířce 1,8 m. Tento přechod je veden přes dělicí ostrůvek o šířce 2,70 m. Délka přechodu na výjezdu činí 5,00 m a na vjezdu 4,00 m. Mezi tímto přechodem a okrajem okružního jízdního pásu je mezera 7,00 m pro zastavení jednoho vozidla za přechodem.

Rameno B se skládá z jednoho výjezdu o největší šířce 5,40 m a vjezdu o největší šířce 4,60 m. Dále se vjezd a výjezd napojuje na stávající jízdní pruhy o šířce 3,00 m. Na tomto rameni se nachází přechod pro chodce o šířce 3,00 m. Celková délka přechodu pro chodce činí 6,50 m. Mezi tímto přechodem a okrajem okružního jízdního pásu je mezera 20,00 m.

Rameno C se skládá z jednoho výjezdu o největší šířce 5,40 m a vjezdu o největší šířce 5,00 m. Dále se vjezd a výjezd napojuje na stávající jízdní pruhy o šířce 3,50 m. Na tomto rameni se nachází přechod pro chodce s šířkou 3,00 m. Tento přechod je veden přes

dělicí ostrůvek o šířce 3,00 m. Délka přechodu na výjezdu činí 4,20 m a na vjezdu 4,00 m. Mezi tímto přechodem a okrajem okružního jízdniho pásu je mezera 8,00 m pro zastavení jednoho vozidla za přechodem.

Rameno D se skládá z jednoho výjezdu o největší šířce 5,60 m a vjezdu o největší šířce 4,60 m. Dále se vjezd a výjezd napojuje na stávající jízdni pruhy o šířce 3,25 m. Na tomto rameni se nachází přechod pro chodce o šířce 3,00 m. Celková délka přechodu pro chodce činí 6,50 m, aby tato délka přechodu byla zajištěna, bylo nutné provést lokální zúžení vozovky na 7,00 m, tedy na šířku jízdni pruhů 3,00 m. Mezi tímto přechodem a okrajem okružního jízdniho pásu je mezera 20,00 m.

Počítá se s provedením nového vodorovného a svislého dopravního značení. Vzhledem k celkové přestavbě křižovatky bude nové vodorovné i svislé dopravní značení provedeno na všech paprscích křižovatky. Podrobný grafický popis této části lze najít ve výkresu *B.4.2 - Situace dopravního značení*. Seznam použitých druhů tohoto značení je ve výkresové dokumentaci následující:

- B13 – Zákaz vjezdu voz., jejichž okamžitá hmot. Přesahuje vyznačenou mez
- C1 - Kruhový objezd
- C4a - Prikázaný směr objíždění vpravo
- C4c - Prikázaný směr objíždění vpravo a vlevo
- C10a – Stezka pro chodce a cyklisty (dělená)
- E12 – Dodatková tabule
- IP6 - Přechod pro chodce
- IP7 – Přejezd pro cyklisty
- IP19 – Řadící pruhy
- P2 – Hlavní pozemní komunikace
- P4 - Dej přednost v jízdě!
- P6 – Stůj, dej přednost v jízdě!

- V1a - Podélná čára souvislá šířky 0,125 m
- V1b – Dvojitá podélná čára o šířce 2x 0,125 m
- V2a – Podélná čára přerušovaná v provedení 1,5/1,5/0,125 m
- V2b - Podélná čára přerušovaná v provedení 1,5/1,5/0,125 m

- V2b - Podélná čára přerušovaná v provedení 1,5/1,5/0,250 m
- V4 - Vodící čára o šířce 0,25 m
- V4 – Vodící čára přerušovaná v provedení 0,5/0,5/0,250 m
- V6b – Příčná čára souvislá, šířka 0,5 m, vzdálenost od V7a - 2,0 m
- V7a – Přejezd pro chodce chodců, šířka čar 0,5 m, rozestupy 0,5 m
- V8b – Přejezd pro cyklisty přimknutý k přechodu pro chodce
- V9a – Směrové šipky, délka 5,0 m, rozestupy 5,0 m
- V13a - Šikmé rovnoběžné čáry o šířce čar 0,5 m
- V14 – Jízdní pruh pro cyklisty
- V15 – Nápis na vozovce

K tomuto návrhu jsou vypracovány následující výkresové dokumentace:

B.4.1 Situace stavebních úprav,

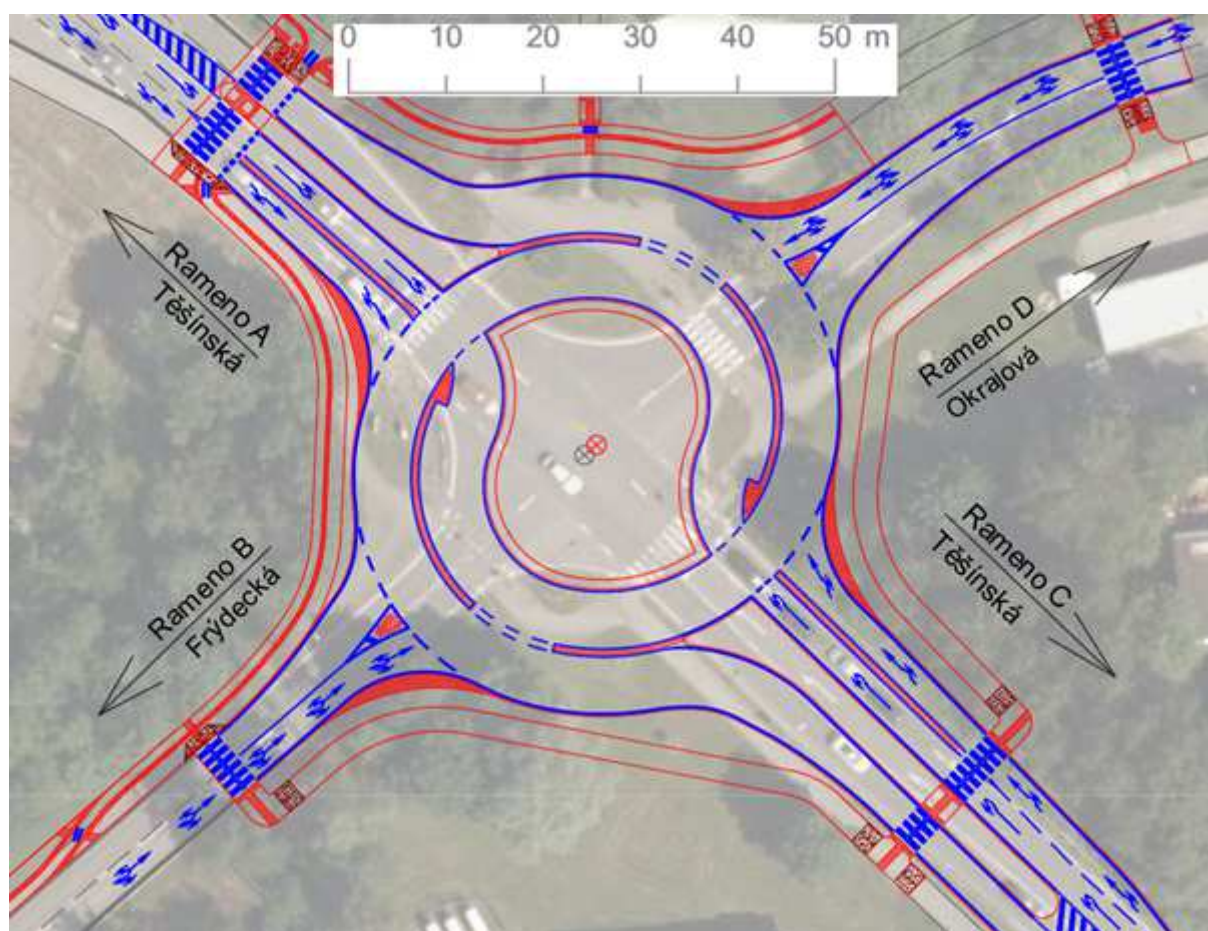
B.4.2 Situace dopravního značení,

B.4.3 Situace vlečné křivek,

B.4.4 Situace rozhledových poměrů

8.1.3. Popis varianty č. 3

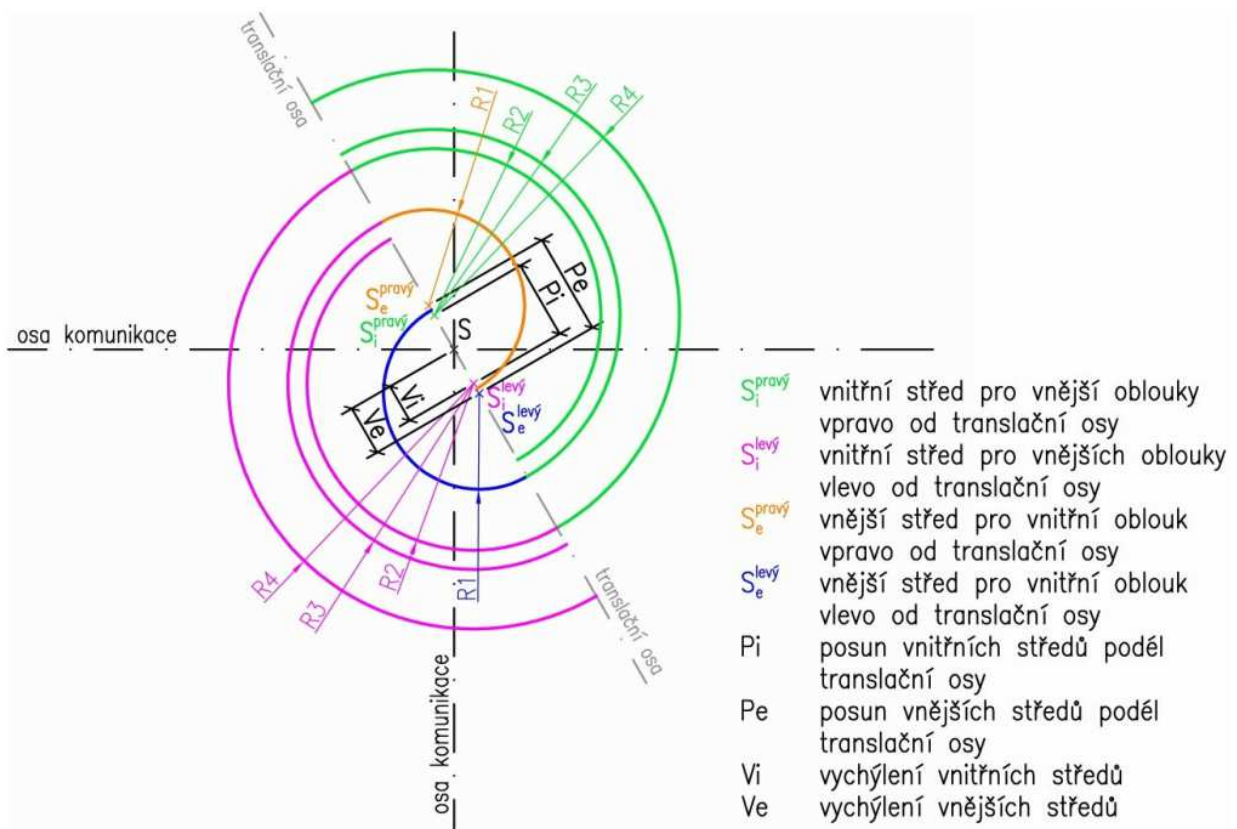
Ve variantním návrhovém řešení č. 3 se počítá s celkovou přestavbou stávající průsečné křižovatky na turbo-okružní křižovatku (dále jen TOK). TOK je zvláštní typ okružní křižovatky se dvěma a více spirálovitě uspořádanými jízdními pruhy na okružním jízdním pásu. Plynulejší průjezd oproti obyčejné okružní křižovatky zajišťují spirálovitě uspořádané jízdní pruhy na okružním jízdním pásu. Toto uspořádání zajišťuje rozdělení vozidel do jízdních pruhů pro jednotlivé dopravní proudy už před samotnou křižovatkou. Oproti již zastaralé dvoupruhové křižovatce na jízdním okružním pásu, má tato křižovatka menší počet kolizních bodů. Dvoupruhová okružní křižovatka má obvykle kolem třiceti kolizních bodů. Navrhovaná TOK má počet kolizních bodů pouze dvanáct. Další velkou výhodou je kromě orientačně vyšší bezpečnosti i zajištění vyšší kapacity, předpokládaná kapacita na TOK typu vejce je 2700 voz/h. Vnější průměr TOK neovlivňuje její kapacitu. Při konstrukci TOK je postupováno dle TP14/2015 [4] a TP 135 [10].



Obrázek 23 - Schéma varianty č. 3 [22] - upraveno

Geometrie TOK je tvořena ze spirál, které tvoří kruhové segmenty. (1/2, 1/3, nebo 1/4 kruhu dle typu křižovatky), kde má každý oblouk větší poloměr než ten předchozí. Vždy když se poloměr oblouku mění, posune se zároveň střed oblouku po translační ose o odpovídající hodnotu tak, aby křivka zůstávala spojitá. Základní částí geometrického uspořádání TOK je turboblok. Turboblok tvoří základ při konstrukci geometrie turbo-okružní křižovatky. Jedná se o uskupení všech oblouků potřebných poloměrů, které je nutné uspořádat tak, aby byly získány linie okrajů vozovek na okružním pásu.

Křižovatka je navržena jako malá TOK typu vejce, s největším a nejmenším vnějším průměrem 55,80 m a 50,00 m. Natočení translační osy je zvoleno standartní 30°.



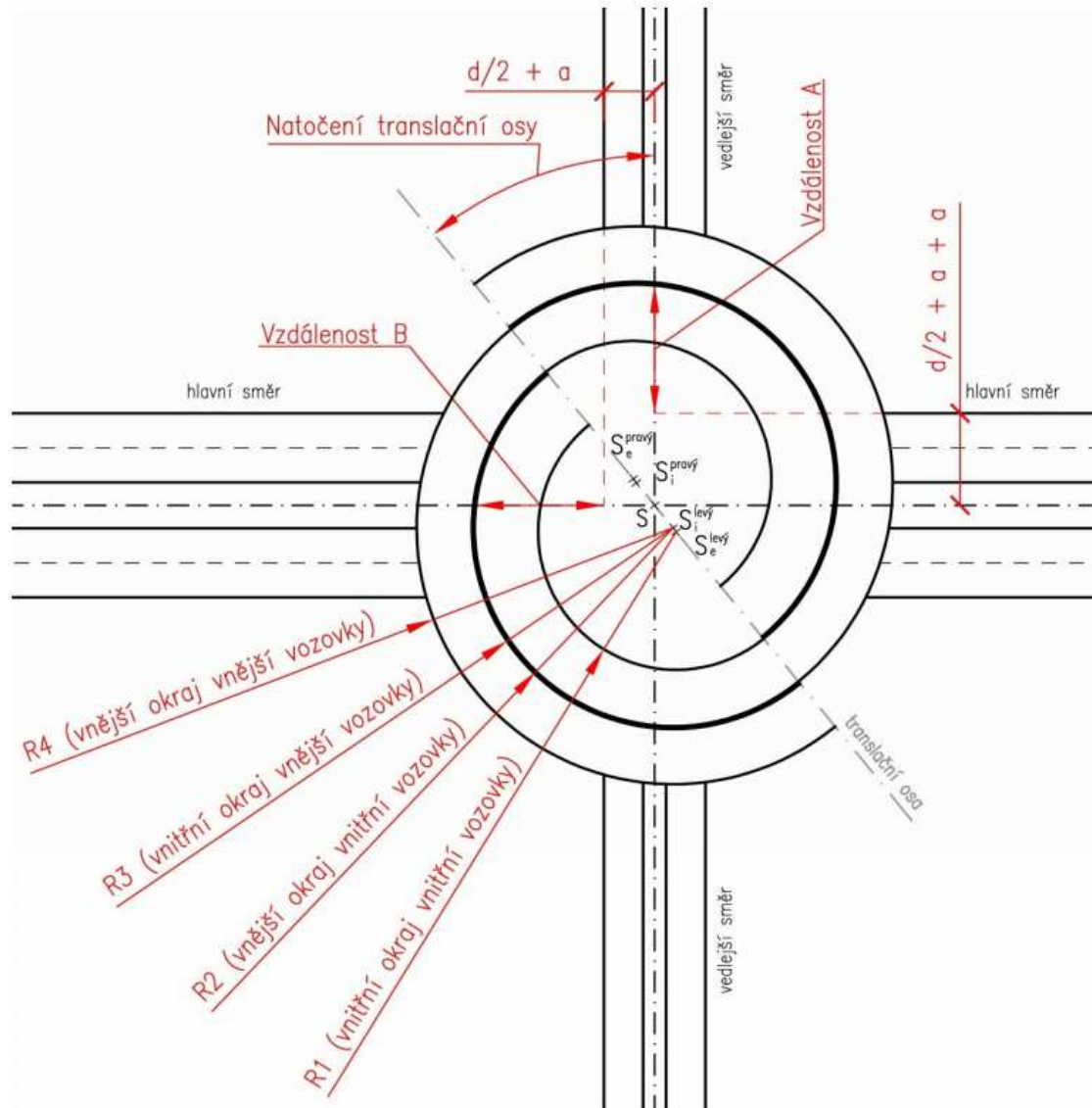
Obrázek 24 - Schéma geometrie TOK, tzv. turboblok. [10]

Hlavní navržené geometrické parametry této křižovatky a turbobloku jsou následující:

Tabulka 17 - Hlavní geometrické parametry TOK a turbobloku

Prvek TOK	Ozn.	Rozměry
		Malá TOK
Vnitřní vozovka, vnitřní okraj [m]	R1	10,500
Vnitřní vozovka, vnější okraj [m]	R2	17,850
Vnější vozovka, vnitřní okraj [m]	R3	18,150
Vnější vozovka, vnější okraj [m]	R4	24,550
Šířka vnitřní vozovky [m]	Š1	8,30
Šířka vnější vozovky [m]	Š2	6,40
Šířka vnitřního jízdního pruhu [m]	a ₁	7,80
Šířka vnějšího jízdního pruhu [m]	a ₂	5,90
Vodící proužek [m]	v	0,25
Fyzické oddělení jízdních pruhů [m]	d _f	0,30
Posun vnější (vzdálenost vnějších středů) [m]	Pe	8,60
Posun vnitřní (vzdálenost vnitřních středů) [m]	Pi	6,70
Poloměr zaoblení na vjezdu [m]	Ri	20,00
Poloměr zaoblení na výjezdu [m]	Re1	40,0; 20,0; 60,0
Poloměr zaoblení fyzického oddělení na výjezdu [m]	Re2	40,0; 20,0; 60,0
Dosahovaná rychlost průjezdu dle ČSN 73 6102 [km/h]	v1	19–27

Následně se sestrojený turboblok vloží do situace a napojí na zamýšlený, nebo v tomto případě na původní stav. Příklad lze vidět na následujícím obrázku:



Obrázek 25 - Příklad napojení turbobloku dle TP 135 [10]

Dále se kruhové segmenty turbobloku zaoblí podle doporučených poloměrů s vozovkou napojující se na TOK. Na nejvíce zatížených paprscích jsou navrženy dva vjezdy, jedná se o ramena A a C. Na ostatních ramenech je navržen pouze jeden vjezd. Na všech ramenech je navržen jeden výjezd. Na ramenech A a C je navržen střední dělicí pás, na ramenech B a D jsou navrženy dělicí ostrůvky z pojižděné plochy ze žulových kostek. Na všech ramenech TOK se nacházejí přechody pro chodce. Zpevněná část středového ostrova TOK je navržena z pojižděné plochy ze žulových kostek a šířkou 1,0 m.

Vjezd je tvořen na všech ramenech ze srpovité krajnice z pojížděné plochy ze žulových kostek zvýšené oproti okolní úrovni vozovky na max. +0,03 m. Vnější okraj srpovité krajnice je zaoblen na poloměr 20,0 m. Vnitřní okraj srpovité krajnice je zaoblen na poloměr 12,0 m.

Výjezd na všech ramenech je složen ze složeného kružnicového oblouku se zaoblením v provedení 20/10/60 m. Při konstrukci tohoto složeného oblouku je postupováno dle vlečných křivek patnáctimetrového autobusu.

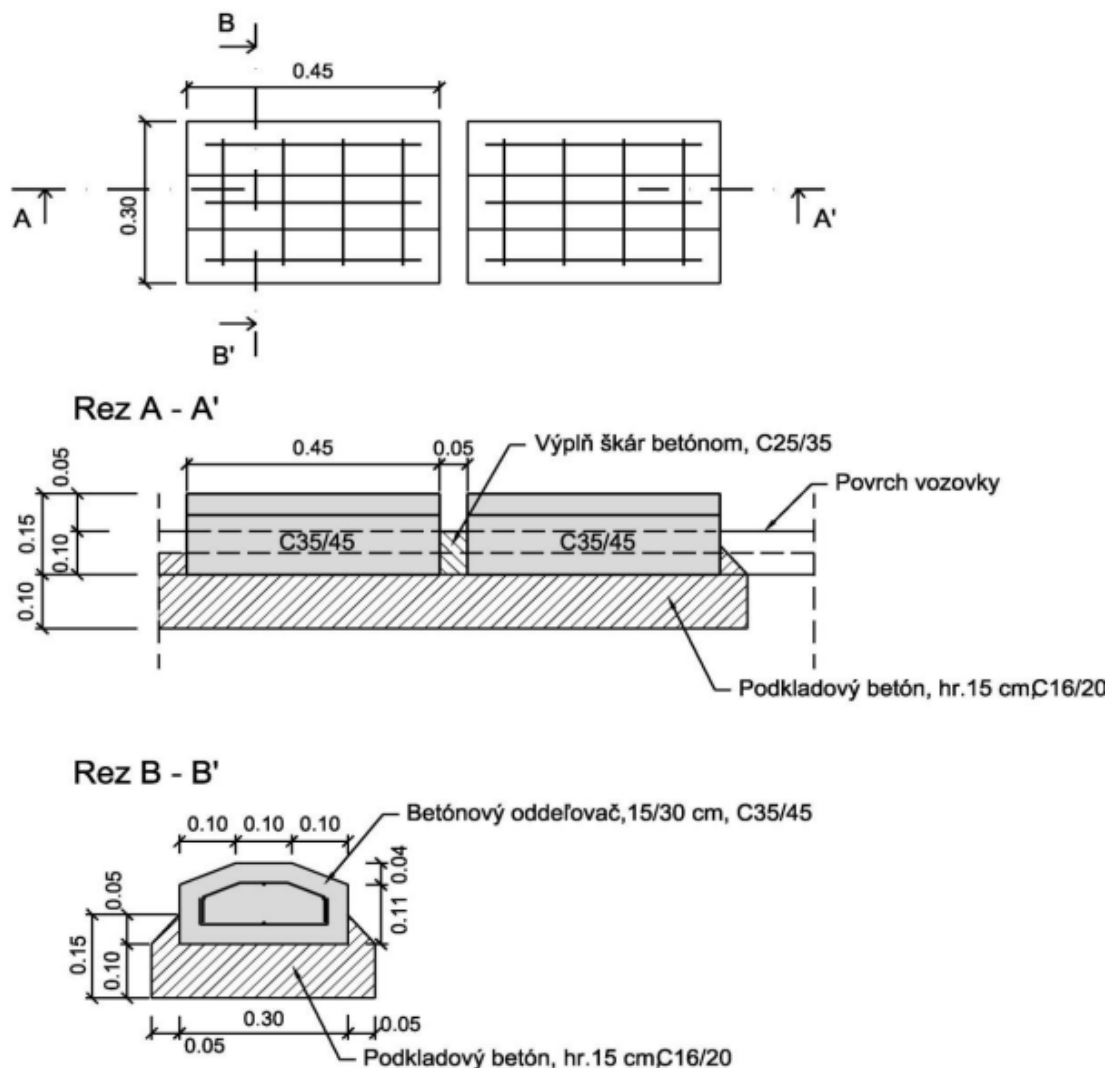
Rameno A je tvořeno ze středního dělicího pásu o šířce 2,0 m, z jednoho výjezdu a ze dvou vjezdů. Výjezd má největší šířku 6,50 m. Vjezd pro odbočení na třetím výjezdu z okružní křižovatky má největší šířku 3,85 m. Vjezd pro odbočení na první a druhém výjezdu z okružní křižovatky má největší šířku 5,60 m. Na tomto rameni se nachází přejezd pro cyklisty přimknutý k přechodu pro chodce. Přejezd pro cyklisty přimknutý k přechodu pro chodce má celkovou šířku 4,80 m. Část pro chodce o šířce 3,0 m a část pro cyklisty o šířce 2,2 m. Délka tohoto přechodu je 6,50 m na vjezdu do TOK, 2,00 m na středním dělicím pásu a 4,00 m na výjezdu z TOK.

Rameno B se skládá z jednoho výjezdu o největší šířce 5,70 m a vjezdu o největší šířce 4,85 m. Dále se vjezd a výjezd napojuje na stávající jízdní pruhy o šířce 3,00 m. Na tomto rameni se nachází přechod pro chodce o šířce 3,00 m. Celková délka přechodu pro chodce činí 6,50 m. Přechod pro chodce je vzdálen od okraje okružního pásu 22,00 m. Konstrukce dělicího ostrůvku je navržena jako pojížděná plocha ze žulových kostek, zvýšena oproti okolní úrovni vozovky na max. +0,03 m o šířce 2,10 m a délce 3,40 m, zaoblení je provedeno o poloměru 0,50 m.

Rameno C je tvořeno ze středního dělicího pásu o šířce 3,00 m, z jednoho výjezdu a ze dvou vjezdů. Výjezd má největší šířku 6,50 m. Vjezd pro odbočení na třetím výjezdu z okružní křižovatky má největší šířku 3,85 m. Vjezd pro odbočení na první a druhém výjezdu z okružní křižovatky má největší šířku 5,60 m. Na tomto rameni se nachází přechod pro chodce s šířkou 3,0 m. Délka tohoto přechodu je 6,50 m na vjezdu do TOK, 3,00 m na středním dělicím pásu a 4,00 m na výjezdu z TOK.

Rameno D se skládá z jednoho výjezdu o největší šířce 5,70 m a vjezdu o největší šířce 4,85 m. Dále se vjezd a výjezd napojuje na stávající jízdní pruhy o šířce 3,00 m. Na tomto rameni se nachází přechod pro chodce o šířce 3,00 m. Celková délka přechodu pro chodce činí 6,50 m, aby tato délka přechodu byla zajištěna, bylo nutné provést lokální zúžení vozovky na 7,00 m, tedy na šířku jízdních pruhů 3,00 m. Přechod pro chodce je vzdálen od okraje okružního pásu 22,00 m. Konstrukce dělicího ostrůvku je navržena jako pojížděná plocha ze žulových kostek, zvýšena oproti okolní úrovni vozovky na max. +0,03 m o šířce 2,10 m a délce 3,40 m, zaoblení je provedeno o poloměru 0,50 m.

Fyzické oddělení jízdních pruhů je zajištěno pomocí speciálních prefabrikovaných betonových prvků, tzv. liniových oddělovačů. Tento prvek má šířku 0,30 m s převýšením 0,04 m nad povrchem vozovky. Kvůli odvodnění nejsou tyto prvky spojené po celé délce, přerušují se v pravidelných intervalech o šířce 0,05 m.

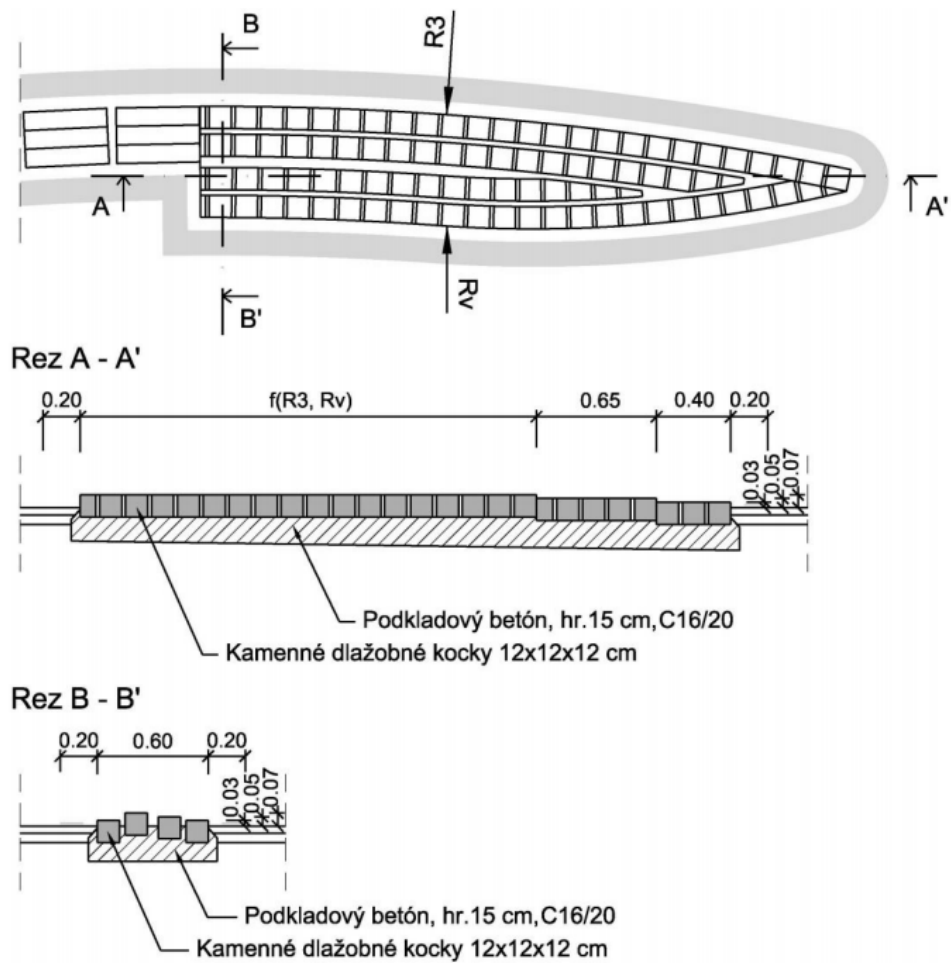


Obrázek 26 – Liniový oddělovač z TP 14 [4]



Obrázek 27 - Liniový oddělovač a středový ostrov TOK (příklad ze Slovinska) [4]

Dalším prvkem fyzického oddělení je tzv. „rozšířená část fyzického oddělení jízdnic pruhů“ za liniovým oddělovačem. Je to v podstatě rozšíření liniového oddělovače, které je mnohem vhodnější pro přejezd těžkých vozidel. Liniový oddělovač je mnohem více náchylnější na poškození. Dispozičně, rozměrově i materiálově prvek působí jako překážka přejezdu pro vozidla menších rozměrů. Stejný účel má srpovitá krajnice, zpevnění okraje středového ostrova, nebo dělicí ostrůvky z pojížděné plochy. Tento prvek je navržen s délkou 3,75 m a šířkou 1,50 m.



Obrázek 28 - Rozšířená část fyzického oddělení jízdních pruhů - TP 14 [4]



Obrázek 29 - Rozšířená část fyzického oddělení jízdních pruhů (Slovinsko) - TP 14 [4]

Dle územního plánu je zde navržena cyklostezka, navazující na původní stav o šířce cyklostezky 1,0 m, s hmatovou dlažbou o šířce 0,4 m. Tato cyklostezka je navržena jako sdružená s chodníkem. Min. poloměr zaoblení je použit 2,50 m, s tím, že je zde provedeno rozšíření podle TP 188, v tomto případě o 0,50 m na celkovou šířku 1,50 m. Na cyklostezkách je navržen přechod pro chodce doplněný o signální pás o šířce 0,80 m a varovný (sloužící i jako hmatný pás) pás o šířce 0,40 m. Hmatný pás, o šířce 0,40, m se nachází na celé délce cyklostezky na kontaktu s chodníkem. Výška obrubníků nad vozovkou činí 0,14 m, přechody jsou navrženy jako bezbariérové s výškou obrubníku vůči úrovni vozovky a samotnému přechodu maximálně +0,02 m. Na celé křižovatce je dodržena bezbariérovost a návaznost chodníků a cyklostezky na původní stav.

Počítá se s provedením nového vodorovného a svislého dopravního značení. Vzhledem k celkové přestavbě křižovatky bude nové vodorovné i svislé dopravní značení provedeno na všech paprscích křižovatky. Podrobný grafický popis této části lze najít ve výkresu *B.5.2 Situace dopravního značení*. Seznam použitých druhů tohoto značení je ve výkresové dokumentaci následující:

- A4 – Křižovatka s kruhovým objezdem
- B13 – Zákaz vjezdu voz., jejichž okamžitá hmot. Přesahuje vyznačenou mez
- C1 - Kruhový objezd
- C4a - Přikázaný směr objíždění vpravo
- C4c - Přikázaný směr objíždění vpravo a vlevo
- C10a – Stezka pro chodce a cyklisty (dělená)
- E12 – Dodatková tabule
- E13 – Text nebo symbol
- IP6 - Přechod pro chodce
- IP7 – Přejezd pro cyklisty
- IP19 – Řadící pruhy
- IS9b – Návěst před křižovatkou
- P2 – Hlavní pozemní komunikace
- P4 - Dej přednost v jízdě!
- P6 – Stůj, dej přednost v jízdě!

- V1a - Podélná čára souvislá šířky 0,125 m
- V1b – Dvojitá podélná čára o šířce 2x 0,125 m
- V2a – Podélná čára přerušovaná v provedení 1,5/1,5/0,125 m
- V2b - Podélná čára přerušovaná v provedení 1,5/1,5/0,125 m
- V2b - Podélná čára přerušovaná v provedení 1,5/1,5/0,250 m
- V4 - Vodící čára o šířce 0,25 m
- V4 – Vodící čára přerušovaná v provedení 0,5/0,5/0,250 m
- V6b – Příčná čára souvislá, šířka 0,5 m, vzdálenost od V7a - 2,0 m
- V7a – Přejezd pro chodce chodců, šířka čar 0,5 m, rozestupy 0,5 m
- V8b – Přejezd pro cyklisty přimknutý k přechodu pro chodce
- V9a – Směrové šipky, délka 5,0 m, rozestupy 5,0 m
- V13a - šikmé rovnoběžné čáry o šířce čar 0,5 m
- V14 – Jízdní pruh pro cyklisty
- V15 – Nápis na vozovce
- Z3 - Vodící tabule

K tomuto návrhu jsou vypracovány následující výkresové dokumentace:

B.5.1 Situace stavebních úprav,

B.5.2 Situace dopravního značení,

B.5.3 Situace vlečné křivek,

B.5.4 Situace rozhledových poměrů,

B.5.5 Příčný řez Y – Y',

B.5.6 Příčný řez Z – Z'.

8.2. Kapacitní posouzení

Posouzení křižovatek bylo provedeno dle TP 188 [14]. Navržené varianty byly posouzeny na výhledové intenzity pro roky 2032 a 2039. Vstupní hodnoty, byly vzaty z prognózy výhledových intenzit dopravy pro roky 2032 a 2039 - *Příloha 7 – Protokoly o výpočtu výhledových intenzit podle TP 225*. Na základě těchto prognóz byly vypracovány *Tabulky 18 a 19 – Skladby dopravních špičkových hodin pro roky 2032 a 2039*.

Dle kapitoly 3.2. se dá očekávat výrazná změna dopravního provozu v zájmové oblasti po uvedení obchvatu Havířova do provozu po roce 2032. Po uvedení obchvatu do provozu se dá očekávat výrazný pokles tranzitní dopravy, jedná se tedy o dopravní proudy č. 2 a 8, tedy provoz související pouze se současnou komunikací I/11, vedenou městem Havířov a také zájmovou křižovatkou. Tato křižovatka tvoří významný dopravní uzel, je to jediné blízké napojení z jižní části Havířova ze směrů z Bludovic, Těrlicka, České Těšína, nebo Frýdku Místku. Vzhledem k umístění obchvatu a jeho napojení, viz. *Příloha 3 – Silnice I/11 Havířov-Třanovice*, lze očekávat výrazné zvýšení intenzit dopravních proudů, které míří do tohoto obchvatu, nebo naopak. Jedná se o dopravní proudy č. 1,5,7,11,12. Dopravní proud č. 1 je veden z centra Havířova ve směru na ulici Okrajovou a dále ve směru napojení k obchvatu, směrem zpět je veden dopravní proud č. 2. Dopravní proud č. 5 propojuje okolní obce Havířova s daným obchvatem, přes ulici Okrajová, směrem zpět vede dopravní proud č. 11. Na těchto dvou dopravních proudech lze očekávat nejvyšší zvýšení intenzit, vzhledem k rozpoložení dopravní sítě (alternativní cesta, je příliš dlouhá). Dopravní proud č. 7 propojuje obchvat, přes Bludovický kopec, s obcemi Horní Bludovice, Dolní Datyně, Těrlicko a další. Dopravní proud č. 6, je používán v současné době minimálně, proto není ve výpočtu zakomponován. K určení prognózy intenzit dopravy, v závislosti na změnu dopravní situace zájmové oblasti, by bylo nutné vypracovat samostatnou práci a provést náročný plošný dopravní průzkum. Z těchto důvodů, u zmíněných dopravních proudů byl proveden osobní kvalifikovaný odhad, který pozměňuje vypočítané výhledové intenzity pro rok 2039, viz. *Tabulka 19 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině pro rok 2039 – voz/h*. Intenzity dopravních proudů č. 2 a 8 byly zmenšeny o 50 % - jedná se o 687 voz/h. Z těchto 687 voz/h, bylo přerozděleno 67 % - 450 voz/h na dopravní proudy, u kterých se očekává zvýšení intenzit v závislosti k poloze napojení na obchvat Havířova. Změnu intenzit dopravních proudů pro rok 2039 lze nalézt v *Tabulce 20 – Redukovaná skladba dopravních proudů ve špičkové hodině pro rok 2039 – voz/h*.

Tabulka 18 - Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině pro rok 2032 – voz/h

ŠPIČKOVÁ HODINA (15:00 - 16:00) - 2032													
TYP VOZIDLA	DOPRAVNÍ PROUD												SOUČET daných vozidel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Osobní vozidla	89	704	158	116	118	6	85	573	47	142	97	113	2248
Nákladní vozidla, autobusy	16	21	6	8	2	0	1	26	3	2	1	16	102
Nákladní soupravy, kloub. autobusy	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
Motocykly	0	5	1	1	2	0	0	3	1	0	0	1	14
Jízdní kola	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
SOUČET dopravních proudů. [voz/h]	106	732	168	126	122	6	86	602	51	144	98	132	2373

Tabulka 19 - Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině pro rok 2039 – voz/h

ŠPIČKOVÁ HODINA (15:00 - 16:00) - 2039													
TYP VOZIDLA	DOPRAVNÍ PROUD												SOUČET daných vozidel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Osobní vozidla	92	728	164	120	122	6	88	593	49	147	101	118	2328
Nákladní vozidla, autobusy	17	21	6	8	2	0	1	27	4	2	1	17	106
Nákladní soupravy, kloub. autobusy	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
Motocykly	0	5	1	1	2	0	0	3	1	0	0	1	14
Jízdní kola	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
SOUČET dopravních proudů. [voz/h]	110	756	174	130	126	6	89	623	54	149	102	138	2457

Tabulka 20 – Redukovaná skladba dopravních proudů ve špičkové hodině pro rok 2039 – voz/h

ŠPIČKOVÁ HODINA (15:00 - 16:00) - 2039 - ZMĚNA													
TYP VOZIDLA	DOPRAVNÍ PROUD												SOUČET daných vozidel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Změna intenzit dopravních p.	+50	50%	0	0	+150	0	+50	50%	0	0	+150	+50	-237
Redukovaná osobní vozidla	132	364	164	120	257	6	133	297	49	147	236	163	2068
Nákladní vozidla, autobusy	27	11	6	8	17	0	6	14	4	2	16	22	133
Nákladní soupravy, kloub. autobusy	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
Motocykly	0	3	1	1	2	0	0	2	1	0	0	1	11
Jízdní kola	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
SOUČET dopravních proudů. [voz/h]	160	379	174	130	276	6	139	313	54	149	252	188	2220

8.2.1. Kapacitní posouzení varianty č. 1

Kapacitní posouzení pro průsečné světelně řízené křižovatky je provedeno dle TP 188 [14] a je podrobně popsáno v předešlé kapitole - 5. *Kapacitní posouzení světelně řízené průsečné křižovatky*. Vzhledem ke změně stavebního řešení světelně řízené křižovatky, bude pozměněn i postup kapacitního výpočtu. Signální skupiny zůstanou stejné jako při výpočtu stávajícího stavu. Pouze rameno B a D je vyřešeno jiným způsobem, vzhledem k plánovanému rozšíření vozovky o jízdní pruh určený k odbočení vlevo. Kapacita těchto ramen je nyní vypočítána stejně jak udává kapitola 5.1.4. – *Kapacitní výpočet pro rameno C*. Ve stávajícím stavu se nacházel krátký řadící pruh pro odbočení vlevo pouze na rameni C, v novém návrhu, se již tento krátký řadící pruh pro odbočení vlevo nachází na všech třech ramenech, postup je tedy identický, to znamená: navíc je u těchto ramen vypočítána kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem a kapacita krátkého řadícího pruhu. Pro výhledový rok 2039 je změněn signální plán, vzhledem k očekávané změně dopravního provozu. Hlavní změna spočívá ve zkrácení zelených dob signálních skupin VA a VC a prodloužení zelených dob signálních skupin VB a VD. Signální plán pro výhledový rok 2039 lze najít v *Příloze 2 – Signální plány*.

Jako kritériem výkonnosti světelně řízené křižovatky je stupeň vytížení a střední doba zdržení. Na základě těchto dvou hodnot se určí úroveň kvality dopravy. Vzhledem k tomu, že se nacházíme v obci jsou paprsky křižovatky označeny jako místní. Limitní úroveň kvality dopravy je teda E na všech paprscích. Úroveň kvality dopravy má stupeň F, pouze pokud stupeň vytížení $a_v > 1,00$. ÚKD se určí podle střední doby zdržení, podle tabulky A.3 v ČSN 73 6102 [2].

Kapacitnímu posouzení vyhověly všechny paprsky křižovatky v obou případech (pro výhledové roky 2032 a 2039). Obě křižovatky jsou tedy vyhovující. Stupeň ÚKD celé křižovatky je dán, nejhorsím stupněm ÚKD paprsku křižovatky. Kapacitní posouzení pro výhledový rok 2032 vyšel s ÚKD stupněm C a pro výhledový rok 2039 s ÚKD stupněm D. Výsledky kapacitního posouzení jsou zaneseny v *Příloze 10 – Protokoly o kapacitním posouzení navržených variant podle TP 188*.

8.2.2. Kapacitní posouzení varianty č. 2

Kapacitní posouzení pro okružní křižovatky je provedeno dle TP 188 [14]. V tomto případě nelze v žádném případě postupovat obdobně jako u předchozího kapacitního posudku. Vstupní hodnoty (intenzity v pvoz/h) pro kapacitní posudek okružní křižovatky se budou také lišit, vzhledem k rozdílným přepočtovým koeficientům na přepočtené vozidla.

Rozpoložení dopravních proudů již bylo blíže popsáno z *Obrázku 13 – Schéma dopravních proudů*. Tato skladba dopravních proudů byla přepočítána podle *Tabulky 21 – Doporučené přepočtové koeficienty pro okružní křižovatky*.

Tabulka 21 – Doporučené přepočtové koeficienty pro okružní křižovatky dle TP 188 [14]

Osobní vozidla ^{a)}	Nákladní vozidla, autobusy ^{b)}	Nákladní soupravy, kloubové autobusy	Motocykly	Jízdní kola
1,0	2,0	3,0	0,8	0,5

a) Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti.
b) Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladní soupravy a autobusy mimo kloubové autobusy.

Geometrické parametry, důležité pro výpočet byly přidány do samotného protokolu. Jedná se především o typ uspořádání vjezdu, počet jízdnic pruhů na vjezdu a výjezdu a také počet jízdnic pruhů na okružním jízdnicím pásu křižovatky. Dalším významným bodem jsou poloměry vjezdů a výjezdů. Posledním geometrickým parametrem pro kapacitní posouzení okružní křižovatky jsou vzdálenosti kolizních bodů na jednotlivých ramenech.

Základní kapacita vjezdu je dána vztahem:

$$C_{g,v} = 3600 \cdot \left(1 - \frac{\Delta \cdot I_o}{n_o \cdot 3600} \right)^{n_o} \cdot \frac{k_{v,usp}}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_o}{3600} \left(t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta \right)} \quad (26)$$

kde:

$C_{g,v}$ základní kapacita vjezdu (bez vlivu přecházejících chodců) [pvoz/h],

I_o intenzita dopravy na okruhu v místě vjezdu [pvoz/h],

n_o počet jízdnic pruhů na okruhu v místě vjezdu [-],






$k_{v,usp}$ koeficient uspořádání jízdnic pruhů na vjezdu a okruhu [-],

t_g kritický časový odstup [s],

- t_f následný časový odstup [s],
 Δ minimální časový odstup mezi vozidly jedoucími na okruhu za sebou [s].

Hodnoty potřebné k výpočtu a typ uspořádání vjezdu lze najít v následující tabulce:

Tabulka 22 - Hodnoty proměnných pro výpočet kapacity vjezdu do okružní křižovatky – koeficient uspořádání jízdních pruhů na vjezdu a okruhu, kritický časový odstup, následný časový [14]

Typ uspořádání vjezdu a okruhu	Schematické znázornění	n_o	n_v	$k_{v,usp}$ [-]	t_g [s]	t_f [s]	Δ [s]
1/1		1	1	1,0	4,5 (pro $L_{kol} < 11$)	3,1 (pro $R_v < 8$)	2,1
					$5,6 - 0,1 \cdot L_{kol}$ (pro $11 \leq L_{kol} \leq 20$)	$3,6 - 0,0625 \cdot R_v$ (pro $8 \leq R_v \leq 16$)	
					3,6 (pro $L_{kol} > 20$)	2,6 (pro $R_v > 16$)	
2/1		2	1	1,0	3,7	2,6	2,1
2/2		2	2	1,5	3,7	2,6	2,1
S/2		1	2	1,8	4,5	2,7	2,1
M/1		1	1	1,0	4,5	3,1	2,8 (pro $D < 13$)
							$3,45 - 0,05 \cdot D$ (pro $13 \leq D \leq 23$)
							2,3 (pro $D > 23$)
D	vnější průměr okružní křižovatky [m]						
L_{kol}	vzdálenost mezi kolizním bodem na výjezdu z okružního jízdního pásu a kolizním bodem na vjezdu na okružní jízdní pás [m]; vynáší se v ose okružního jízdního pásu, resp. v ose vnějšího jízdního pruhu na okruhu						
R_v	poloměr vjezdu [m]						

Zohlednění přecházejících chodců se stanoví pomocí vzorce:

$$k_{v,ped} = \frac{1120 - 0,63 \cdot I_o - 0,63 \cdot \frac{I_{ped}}{k_{skup}} + 0,00071 \cdot I_o \cdot \frac{I_{ped}}{k_{skup}}}{1069,2 - 0,57 \cdot I_o} \quad (27)$$

kde:

$k_{v,ped}$ koeficient vlivu chodců na vjezdu do okružní křižovatky [-],

I_o intenzita dopravy na okruhu v místě vjezdu [pvoz/h],

I_{ped} intenzita přecházejících chodců [ch/h],

k_{skup} koeficient skupinovosti chodců [-]. Je určen takto:

$$\begin{aligned} k_{skup} &= 1,00 && \text{pro } I_{ped} < 200 \text{ ch/h,} \\ k_{skup} &= 0,04 * I_{ped} + 0,2 && \text{pro } I_{ped} > 200 \text{ ch/h.} \end{aligned} \quad (28)$$

Kapacita výjezdu z okružní křižovatky se zohledněním přecházejících chodců je dána vztahem:

$$C_e = 1219 \cdot e^{\frac{-I_{ped}}{1923}} + C_{re} \quad (29)$$

kde:

C_e kapacita výjezdu [pvoz/h],

I_{ped} intenzita přecházejících chodců [ch/h],

C_{re} navýšení kapacity výjezdu vlivem poloměru výjezdu [pvoz/h]; je určeno vzorcem:

$$C_{re} = C_{re0} - \frac{C_{re0}}{800} \cdot I_{ped} \quad \text{pro } I_{ped} \leq 800 \text{ ch/h,} \quad (30)$$

$$C_{re} = 0 \quad \text{pro } I_{ped} > 800 \text{ ch/h,}$$

C_{re0} navýšení kapacity výjezdu vlivem poloměru výjezdu při nulové intenzitě chodců [pvoz/h], je dáno vzorcem:

$$C_{re0} = (R_e - 12) \cdot 10 \quad (31)$$

R_e poloměr výjezdu z okružní křižovatky [m], (pro $R_e > 30$ m se dosazuje $R_e = 30$ m, pro $R_e < 12$ m se dosazuje $R_e = 12$ m),

e Eulerovo číslo [-].

Rezerva kapacity a stupeň vytížení se počítá stejně u všech běžných typů křižovatky, lze tedy použít postup z kapitoly 5.1.6. – *Závěr kapacitního výpočtu* – vztahy (16) a (17). Stupeň vytížení je vypočten dvakrát – jednou pro kapacitu vjezdu a podruhé pro kapacitu výjezdu. Výjezd kapacitně nevyhoví, pokud hodnota stupně vytížení je $a_v \leq 0,9$.

Střední doba zdržení se vypočte podle vztahu:

$$t_w = \frac{3600}{C_n} + \frac{T}{4} \cdot \left[(a_v - 1) + \sqrt{(a_v - 1)^2 + \frac{3600 \cdot 8 \cdot a_v}{C_n \cdot T}} \right] \quad (32)$$

kde:

t_w střední doba zdržení [s],

C_v kapacita podřazeného proudu [pvoz/h],

T délka intervalu špičkového provozu [s]; ($T = 3600$ s),

a_v stupeň vytížení [-],

Délka fronty čekajících vozidel do neřízené křižovatky se stanoví podle vztahu:

$$L_{95\%} = \frac{3}{2} C_n \left(a_v - 1 + \sqrt{(1 - a_v)^2 + 3,0 \frac{8 \cdot a_v}{C_n}} \right) \quad (33)$$

kde:

$L_{95\%}$ délka fronty čekajících vozidel [m],

a_v stupeň vytížení [-],

C_n kapacita pruhu dopravního proudu n [pvoz/h].

Jako kritériem výkonnosti okružní křižovatky je stupeň vytížení a střední doba zdržení. Na základě těchto dvou hodnot se určí úroveň kvality dopravy. Vzhledem k tomu, že se nacházíme v obci jsou paprsky křižovatky označeny jako místní. Limitní úroveň kvality dopravy je teda E na všech paprscích. Úroveň kvality dopravy má stupeň F, pouze pokud stupeň vytížení $av > 1,00$. Ostatní ÚKD se určí podle střední doby zdržení, podle tabulky A.2 v ČSN 73 6102 [2].

Kapacitnímu posouzení vyhověli všechny paprsky křižovatky v obou případech – pro výhledové roky 2032 a 2039. Všechny výjezdy kapacitně vyhovují. Obě křižovatky jsou tedy vyhovující. Stupeň ÚKD celé křižovatky je dán, nejhorším stupněm ÚKD paprsku křižovatky. Kapacitní posouzení pro výhledový rok 2032 vyšel s ÚKD stupněm D a pro výhledový rok 2039 se ÚKD stupněm B. Výsledky kapacitního posouzení jsou zaneseny v *Příloze 10 – Protokoly o kapacitním posouzení navržených variant podle TP 188*.

8.2.3. Kapacitní posouzení varianty č. 3

Vzhledem k tomu, že se jedná o kapacitní posouzení turbo-okružní křižovatky, druh okružní křižovatky, lze použít naprosto stejný postup z předchozí kapitoly – 8.2.3. *Kapacitní posouzení varianty č. 2*, ve kterém je podrobně popsán návod výpočtu obvyklých typů křižovatek nacházející se v TP 188 [14].

Jako kritériem výkonnosti okružní křižovatky je stupeň vytížení a střední doba zdržení. Na základě těchto dvou hodnot se určí úroveň kvality dopravy. Vzhledem k tomu, že se nacházíme v obci jsou paprsky křižovatky označeny jako místní. Limitní úroveň kvality dopravy je teda E na všech paprscích. Úroveň kvality dopravy má stupeň F, pouze pokud stupeň vytížení $av > 1,00$. Ostatní ÚKD se určí podle střední doby zdržení, podle tabulky A.2 v ČSN 73 6102 [2].

Kapacitnímu posouzení vyhověli všechny paprsky křižovatky v obou případech – pro výhledové roky 2032 a 2039. Všechny výjezdy kapacitně vyhovují. Obě křižovatky jsou tedy vyhovující. Stupeň ÚKD celé křižovatky je dán, nejhorším stupněm ÚKD paprsku křižovatky. Kapacitní posouzení pro výhledové roky 2032 a 2039 vyšly s ÚKD stupněm B. Výsledky kapacitního posouzení jsou zaneseny v *Příloze 10 – Protokoly o kapacitním posouzení navržených variant podle TP 188*.

8.3. Orientační rozpočet navržených variant

Pro každou navrženou variantu byl proveden orientační rozpočet. Ceny za měrné jednotky, které jsou v tabulce uvedeny jsou sestaveny podle cenové databáze SFDI [32]. Orientační cena 1. varianty je 2 300 000 Kč, 2. varianty je 4 300 000 Kč a 3. varianty je 8 500 500 Kč.

Tabulka 24 - Orientační rozpočet 1. varianty

Varianta č. 1 - Úprava světelně řízené křižovatky				
Položka	Cena MJ	MJ	Množství	Cena
Výměna obrusné vrstvy	423	kč/m ²	2059	870 957 Kč
Nová konstrukce vozovky	1756	kč/m ²	543	953 508 Kč
Nová konstrukce chodníku	431	kč/m ²	81	34 911 Kč
Nová konstrukce cyklistické stezky	495	kč/m ²	142	70 290 Kč
Předláždění chodníku	153	kč/m ²	301	46 053 Kč
Nové obrubníky	385	kč/m	645	248 325 Kč
Vodorovné dopravní značení	415	kč/m ²	156	64 740 Kč
SOUČET				2 300 000 Kč

Tabulka 23 - Orientační rozpočet 2. varianty

Varianta č. 2 - Přestavba na okružní křižovatku				
Položka	Cena MJ	MJ	Množství	Cena
Odstranění stávající vozovky	830	kč/m ²	1662	1 379 460 Kč
Nová konstrukce vozovky	1453	kč/m ²	1511	2 195 483 Kč
Nová konstrukce chodníku	431	kč/m ²	381	164 211 Kč
Nová konstrukce cyklistické stezky	495	kč/m ²	153	75 735 Kč
Předláždění chodníku	153	kč/m ²	87	13 311 Kč
Prstenec	844	kč/m ²	98	82 712 Kč
Nové obrubníky	400	kč/m	795	318 000 Kč
Vodorovné dopravní značení	415	kč/m ²	95	39 425 Kč
Svislé dopravní značení	2000	kč/ks	21	42 000 Kč
SOUČET				4 300 000 Kč

Tabulka 25 - Orientační rozpočet 3. varianty

Varianta č. 3 - Přestavba na turbo-okružní křižovatku				
Položka	Cena MJ	MJ	Množství	Cena
Odstranění stávající vozovky	830	kč/m ²	1905	1 581 150 Kč
Nová konstrukce vozovky	1453	kč/m ²	3895	5 659 435 Kč
Nová konstrukce chodníku	431	kč/m ²	601	259 031 Kč
Nová konstrukce cyklistické stezky	495	kč/m ²	209	103 455 Kč
Předláždění chodníku	153	kč/m ²	202	30 906 Kč
Prstenec	844	kč/m ²	86	72 584 Kč
Nové obrubníky	400	kč/m	1589	635 600 Kč
Vodorovné dopravní značení	415	kč/m ²	312	129 480 Kč
Svislé dopravní značení	1500	kč/ks	29	43 500 Kč
SOUČET				8 500 000 Kč

10. Vyhodnocení variant

Pro zvolení nejlepší varianty bylo provedeno multikriteriální hodnocení, které stanoví nejlepší možnou variantu. Každé hodnotící kritérium dostalo přidělený koeficient významnosti v rozsahu 1–3. Zároveň tyto kritéria budou bodově ohodnoceny. V obou případech platí, že větší číslo má větší důležitost. Bodové ohodnocení je sestaveno na základě porovnání s nulovou variantou, v této kapitole je postup podrobně popsán. Podle následujících tabulek byla zvolena varianta č. 3 – přestavba na turbo-okružní křižovatku:

Tabulka 26 - Multikriteriální hodnocení navržených variant

Varianty		Kritéria		Významnost
0	Stávající stav	1)	ÚKD v roce 2032	zásadní
1	Úprava světelně řízené křižovatky	2)	ÚKD v roce 2039	zásadní
2	Přestavba na okružní křižovatku	3)	Finanční náročnost	podstatná
3	Přestavba na turbo-okružní křižovatku	4)	Stavební úpravy	méně významná
		5)	Zábory zelených ploch	méně významná

Bodování se zohledněním váhy

5 bodů = nejlepší, 0 bodů = nejhorší

Kritérium	Jednotky	Varianta				Hodnocení				Kof. význam.	Celk. hodnocení			
		0	1	2	3	0	1	2	3		0	1	2	3
1) ÚKD v roce 2032	ÚKD	F	C	D	B	0	3	2	4	3	0	9	6	12
2) ÚKD v roce 2039	ÚKD	F	D	B	B	0	2	4	4	3	0	6	12	12
3) Finanční náročnost	mil. Kč	0,0	2,3	4,3	8,5	5	4	3	1	2	10	8	6	2
4) Stavební úpravy	1000 m ²	0,0	3,9	4,8	8,8	5	4	3	1	1	5	4	3	1
5) Podíl zelených ploch	%	3,9	5,1	13,3	18,1	0	0	3	5	1	0	0	3	5
Součet											15	27	30	32

Úroveň kvality dopravy:

Tento parametr uvádí plynulost dopravy v zájmové oblasti. Bodové hodnocení jednotlivých stupňů UKD je následující: F = 0 bodů, E = 1 bod, D = 2 body, C = 3 body, B = 4 body, A = 5 bodů.

Finanční náročnost

Bodové hodnocení jednotlivých intervalů finanční náročnosti je následující: náklady 0-2 mil. Kč = 5 body, náklady 2-4 mil. Kč = 4 body, náklady 4-6 mil. Kč = 3 body, náklady 6-8 mil. Kč = 2 body, náklady 8-10 mil. Kč = 1 bod, náklady víc jak 10 mil. Kč = 0 bodů.

Stavební úpravy

Bodové hodnocení je dáno podle rozsahu celkových stavebních prací: 0-2000 m² = 5 bodů, 2000-4000 m² = 4 body, 4000-6000 m² = 3 body, 6000-8000 m² = 2 body, 8000-10000 m² = 1 bod, rozsah větší než 10 000 m² = 0 bodů.

Podíl zelených ploch

Bodové hodnocení je dáno na základě porovnání s nulovou variantou, na stávajícím stavu se nachází 3,9 % zelených ploch z celkové výměry křižovatky. Rozdělení podle podílu zelených ploch je následující: 0-6 % = 0 bodů, 6-9 % = 1 bod, 9-12 % = 2 body, 12-15 % = 3 body, 15-18 % = 4 body, 18 % a více = 5 bodů.

11. Simulační model vítězné varianty

K vytvoření simulačního modelu byl použit program PTV VISSIM 11. Jako vstupní hodnoty ke zpracování simulačního modelu jsem použil výhledové intenzity pro rok 2032 a rok 2039 z Přílohy 4 – *Skladby dopravních proudů pro jednotlivé roky*. Byly vytvořeny celkově dva simulační modely, vítězné varianty turbo-okružní křižovatky, pro oba výhledové roky.

Z pozorování simulačních modelů, nebyly zjištěny žádné závažné problémy. Na vedlejších ramenech turbo-okružní křižovatky B a D vznikají v ojedinělých případech mírné vzdutě.

Model je uložen na příkládaném CD k diplomové práci a v elektronické podobě v části příloh. Součástí modelů jsou i dvě videonahrávky, každá o délce 10 minut, ve formátu wmv.



Obrázek 30 – Ukázka simulačního modelu vítězné varianty turbo-okružní křižovatky pro výhledový rok 2032 - PTV VISSIM 11



*Obrázek 31 - Ukázka simulačního modelu vítězné varianty turbo-okružní křižovatky pro
výhledový rok 2039 - PTV VISSIM 11*

12. Rozpracování vítězné varianty

Rozpracování vítězné varianty je provedeno v souladu směrnice pro dokumentaci staveb pozemních komunikací [31].

Tato kapitola nahrazuje písemnou část technické studie – A. PRŮVODNÍ ZPRÁVU. Výkresová část – B. VÝKRESY je obsažena v části příloh diplomové práce. Části C a D již byly dříve podrobně popsány v předchozích kapitolách a v části příloh diplomové práce.

A. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

A.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

- A.1.1. Stavba: Turbo-okružní křižovatka ulic Těšínská, Okrajová a Frýdecká v Havířově. Varianta č. 3.
- A.1.2. Zadavatel: VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra dopravního stavitelství
- A.1.3. Zhotovitel studie: Karel Ježík

A.2. ZDŮVODNĚNÍ STUDIE

Hlavním důvodem je častá tvorba kongescí na vedlejších ramenech křižovatky. Obzvláště vznikající v odpoledních hodinách, což taky dokazuje jak pořízený videozáznam, tak i kapacitní posouzení současného stávajícího stavu. Těžké vozidla jako nákladní soupravy mají problém s průjezdností této křižovatky.

A.3. STANOVENÍ ZÁJMOVÉ OBLASTI

Stávající křižovatka se nachází v intravilánu, na jižním okraji městské části Havířov-Podlesí. Přílehlé okolí je zastavěno. Začátek stavby od bodu křížení paprsků stávajícího stavu křižovatky je vzdálený na ramenech: A - 55 m, B – 50 m, C – 90 m, D – 80 m. Po ukončení stavby je nově navržená vozovka a chodník napojena na stávající stav.

A.4. VÝCHOZÍ ÚDAJE PRO NÁVRH VARIANT

Stávající komunikace jsou dvoupruhové a tří pruhové, směrově nerozdělené. Komunikace na ulici Těšínská je silnice I/11 – Rudná, v rámci obce se jedná o komunikaci místní sběrnou. Komunikace na ulici Frýdecká a Okrajová jsou funkční skupiny místní obslužné. Dopravně inženýrské údaje jsou podrobně popsány v předchozích kapitolách textové části diplomové práce.

A.5. CHARAKTERISTIKY ÚZEMÍ

Křižovatka ulic Těšínská, Okrajová a Frýdecká leží ve městě Havířov v městské části Havířov-Podlesí. Havířov je statutární město v Moravskoslezském kraji, ležící v ostravské aglomeraci 11 km jihovýchodně od Ostravy. Havířov je nejmladším městem v České republice, byl vystavěn po druhé světové válce v souvislosti s rozmachem těžby černého uhlí a poptávce po ubytování příjíždějících přistěhovalců hledající práci. Jeden ze základních parametrů při budování města, bylo umístění, při kterém nebude docházet k deformacím zemního masivu v důsledku poddolování. V oblasti tedy nedochází k poklesům terénu a přibližná nadmořská výška se pohybuje kolem 270 m. Žije zde přibližně 75 tisíc obyvatel, z toho v městské části Podlesí zhruba 15 tisíc obyvatel.

A.6. ZÁKLADNÍ ÚDAJE NAVRŽENÉ VARIANTY

Vítězná varianta počítá se celkovou přestavbou stávající světelně řízené průsečné křižovatky na turbo-okružní křižovatku. Křižovatka je navržena jako malá TOK typu vejce, s největším a nejmenším vnějším průměrem 55,80 m a 50,00 m. Natočení translační osy je zvoleno standartní 30°.

Základní geometrické parametry turbo-okružní křižovatky a turbobloku, včetně schémat, lze nalézt v kapitole 8.1.3 *Popis varianty č. 3*.

Skladba vozovky je provedena dle TP 170 [12] a skladba zpevněné části středového ostrova dle TP 192 [16]. Skladby jsou navrženy pro nejméně příznivý typ podloží PIII – nebezpečné namrzavé. Současná denní intenzita těžkých nákladních vozidel (dále jen TNV) podle *Přílohy 6 – Protokol výpočtu odhadu denních intenzit* je 832 voz/den. Koeficient prognózy intenzit dopravy (výhledový rok 2039) pro TNV podle *Přílohy 7 – Protokoly o výpočtu výhledových intenzit* je 1,18. Ve výhledovém období se dá tedy očekávat s nárůstem

TNV na 1000 voz/den. Dle TP 170 [12] se při pomalé (rychlosti nižší než 50 km/h) a zastavující dopravě dopravní zatížení zdvojnásobuje, účinek této dopravy má zvýšený vliv na porušování vozovek. S tímto předpokladem je třída dopravního zatížení pro výhledové období určena jako II (pohybuje se v intervalu 1501-3500 voz/den).

Konstrukce vozovky byla zvolena podle dodatku TP 170 [12] D0-N-1-II-PIII:

D0-N

TDZ	S			I			II			III			
TNV ₁ (TNV/24h)	10000			5000			2400			1200			441
TNV _k (TNV/24h)	23500			7500			3500			1500			501
TNV _{cd} (mil. TNV)	85			28			14.5			6.2			2.3
N _{cd} (mil. 10t náprav)	60			20			10			3.7			0.8

D0-N-1		Podloží			PI			PII			PIII		
SMA, ACL, ACP, MZK, ŠD	100		40		SMA 11S	40		SMA 11S	40		SMA 11S		
			80		ACL 22S	80		ACL 22S	70		ACL 16S		
	200		150 ⁷⁾		ACP 22S	110 ⁸⁾		ACP ⁸⁾	90		ACP 22S		
					▼150	▲150		▲150	▲150		▲150		
	300				MZK	250	200	200	MZK	250	200	200	MZK
					▼90	▼90		▼90	▼90		▼90		
	400		250	200	200	MZK	250	200	200	MZK	250	200	200
			90▼	90▼	90▼	90▼		90▼	90▼		90▼		
500		60▼	150		ŠDA	60▼	150	250	ŠDA	60▼	150	250	
		60▼	45▼		45▼		45▼	45▼		45▼			
600					ŠDA				ŠDA				
					60▼				60▼				
700					45▼				45▼				
					45▼				45▼				
	Ha	270	270	270		230	230	230		200	200	200	
	Hv	520	620	720		480	580	680		450	550	650	

Obrázek 32 - Návrh konstrukce vozovky dle dodatku TP 170 [12]

Konstrukce vozovky D1-N-1-II-PIII

Asfaltový koberec mastixový	SMA 11S	ČSN EN 13108-5	40 mm	
Asfaltový beton hrubozrnný	ACL 16S	ČSN EN 13108-1	70 mm	
Obalované kamenivo hrubozrnné	ACP 22S	ČSN EN 13108-1	90 mm	▲ 150 MPa
Mechanicky zpevněné kamenivo	MZK	ČSN 73 6126-1	200 mm	▼ 90 MPa
Štěrkodrt', třída A	ŠDA	ČSN 73 6126-1	250 mm	▼ 45 MPa
Celkem				min. 650 mm

Minimální modul přetvárnosti na pláni je uvažován 45 MPa.

Zpevněná část středového ostrova byla navržena podle TP 192 [16]:

Konstrukce zpevněné části středového ostrova

Dlažební kamenné kostky	DL	ČSN EN 73 6131-1	160 mm
Lože z prostého betonu C20/25	L	ČSN EN 73 6131-1	80 mm ▲ 70 MPa
<u>Mechanicky zpevněné kamenivo</u>	<u>MZK</u>	<u>ČSN 73 6126-1</u>	<u>250 mm ▼ 30 MPa</u>
Celkem			min. 490 mm

Minimální modul přetvárnosti na pláni je uvažován 30 MPa.

Konstrukce chodníku a cyklostezky je navržena ze stejné skladby podle TP 170 [12] D2-D-1-CH-PIII:

D2

TDZ	V	VI	O	CH
TNV _i (TNV/24h)	90	15		
TNV _k (TNV/24h)	100	15		
TNV _{cd} (tis. TNV)	460	70		
N _{cd} (tis. 10t náprav)	160	25		

D2-D-1	Podloží	PII PIII	PII PIII	PII PIII	PII PIII
DL, ŠD					
100		DL 80 L 40 ▲ 90 SD _A ▼ 60	DL 80 L 40 ▲ 70	DL 80 L 40 ▲ 60	DL 60 L 30 ▲ 50 min. ŠD _B ▼ 30
200	100▼	150	200	150	150
300	70▼	150	250	200	150
400	45▼	150	200	150	150
500		min. ŠD _B ▼ 30	min. ŠD _B ▼ 30	min. ŠD _B ▼ 30	min. ŠD _B ▼ 30

Obrázek 33 – Návrh konstrukce chodníku a cyklostezky dle dodatku TP 170 [12]

Konstrukce chodníku a cyklostezky D2-D-1-CH-PIII

betonová dlažba	DL	ČSN 73 6131-1	60 mm
lože z drceného kameniva fr. 4-8 mm	L	ČSN 73 6131-1	30 mm ▲ 50 MPa
<u>šterkodrt', třída B</u>	<u>ŠDB</u>	<u>ČSN 73 6126-1</u>	<u>200 mm ▼ 30 MPa</u>
Konstrukce celkem			min. 290 mm

Minimální modul přetvárnosti na pláni je uvažován 30 MPa.

Návrh neobsahuje křižovatky, mostní objekty, obslužná zařízení, přeložky pozemních komunikací nebo inženýrských sítí. Další údaje lze nalézt v kapitole 8.1.3 Popis varianty č. 3. a 8.3. Orientační rozpočet navržených variant

A.7. CELKOVÉ POSOUZENÍ

- A.7.1. Kapacitní posouzení bylo provedeno v kapitole 8.2.3. *Kapacitní posouzení varianty č. 3*
- A.7.2. Multikriteriální hodnocení bylo provedeno v kapitole 9. *Vyhodnocení variant*

A.8. EXPERTIZA

Expertiza není v této práci řešena.

A.9. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

Výherní varianta turbo-okružní křižovatky zajišťuje nejlepší plynulost dopravy. Zvyšuje kapacitu křižovatky a zmenšuje počet kolizních bodů oproti stávající světelně řízené křižovatce. U této studie nebylo možné provést analýzu stávajících inženýrských sítí, přesné zaměření současného stavu a složení skladby stávající vozovky. Proto v dalších stupních projektových dokumentací by bylo vhodné se prioritně věnovat těmto problematikám.

13. Závěr

Předmětem této diplomové práce je analýza problematiky stávajícího stavu průsečné světelně řízené křižovatky ulic Těšínská (silnice I/11), Okrajová a Frýdecká v Havířově a vypracování řešení, které efektivně eliminuje případně nalezené problémy současného stavu při současném zajištění bezpečného vedení všech druhů dopravy v souladu s územním plánem města.

V této práci byl podrobně popsán popis zájmové oblasti a fungování světelně signalizačního zařízení křižovatky. Území bylo popsáno v kontextu územního plánování, včetně plánovaného obchvatu Havířova – silnice I/11 Havířov-Třanovice. Pro posouzení stávajícího stavu byl proveden čtyřhodinový dopravní průzkum. Na základě tohoto průzkumu byly vypracovány další dopravně inženýrské průzkumy, analýzy a posouzení jako např.: stanovení špičkové hodiny, výpočet ročního průměru denních intenzit, prognóza dopravy, kapacitní posouzení světelně řízené křižovatky, analýza dopravní nehodovosti a konfliktních situací. Podle kapacitního posudku je současný stav nevyhovující. Podle analýzy dopravní nehodovosti a analýzy konfliktních situací nebyl nalezen žádný významný problém.

Byly vypracovány tři variantní řešení. V prvním návrhu byla provedena úprava stávajícího stavu průsečné světelně řízené křižovatky, spočívající v rozšíření vozovky na kapacitně nevyhovujících ramenech křižovatky. V druhém návrhu byla provedena celková přestavba na jednoduchou čtyř-paprskovou okružní křižovatku o jednom jízdním pruhu na jízdním okružním pásu. V třetím návrhu byla provedena celková přestavba na čtyř-paprskovou turbo-okružní křižovatku typu vejce. Na všech variantách byla navržena cyklostezka v souladu s územním plánem města. Varianty byly kapacitně posouzeny na výhledové roky 2032 a 2039. Ke všem variantám byl vypracován orientační rozpočet. Pro všechny varianty byla vypracována jak textová, tak i výkresová část, která řeší hlavní technické požadavky včetně dopravního značení, rozhledových poměrů a vlečných křivek.

Na základě multikriteriálního hodnocení byla za nejvhodnější variantu zvolena varianta č. 3 – přestavba na turbo-okružní křižovatku. Toto řešení je ze všech variant nejdražší, ale představuje nejvyšší zvýšení kapacity křižovatky.

Poděkování

Tímto děkuji doc. Ing. Ivaně Mahdalové, Ph.D. za věnovaný čas a vstřícnost při zpracování této diplomové práce. Poděkování také patří všem spolužákům za cenné rady a podporu.

14. Seznam použitých zdrojů

14.1. České technické normy

- [1] ČSN 73 6101 *Projektování silnic a dálnic 2018*; Praha: ČNI, 2018
- [2] ČSN 73 6102 *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích*; Praha: ČNI, 2012
- [3] ČSN 73 6110 *Projektování místních komunikací + změna Z1*; Praha: ČNI, 2006

14.2. Technické podmínky

- [4] TP 14/2015 *Projektovanie turbo-okružných križovatiek*, MDVRR SR, 2015
- [5] TP 65 *Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích*, MD ČR, 2013
- [6] TP 70 *Zásady pro provádění a zkoušení vodorovného dopravního značení na PK*, MD ČR, 2013
- [7] TP 81 *Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích*, MD ČR, 2018
- [8] TP 100 *Zásady pro orientační dopravní značení na pozemních komunikacích*, MD ČR, 2017
- [9] TP 133 *Zásady pro vodorovné dopravní značení na PK*, MD ČR. 2013
- [10] TP 135 *Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích*, MD ČR, 2017
- [11] TP 169 *Zásady pro označování dopravních situací na pozemních komunikacích*, MD ČR, 2005
- [12] TP 170 *Navrhování vozovek pozemních komunikací + dodatek č. 1 + dotisk*, MD ČR, 2010
- [13] TP 179 *Navrhování komunikací pro cyklisty*, MD ČR, 2006
- [14] TP 188 *Posuzování kapacity křižovatek a pozemních úseků*, MD ČR, 2018
- [15] TP 189 *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích*, MD ČR, 2018
- [16] TP 192 *Dlažby konstrukce PK*, MD ČR, 2008
- [17] TP 225 *Prognóza intenzit automobilové dopravy (II. vydání)*, MD ČR, 2012

14.3. Internetové zdroje

- [18] Oficiální stránky města Havířov. *Historie Města Havířov* [online]. 2015. [cit. 16.09.2019]. Dostupné z: <https://www.havirov-city.cz/historie-a-soucasnost/historie-havirova.html>
- [19] Havířovský zpravodaj. *Historie Havířova* [online]. 2018. [cit. 16.09.2019]. Dostupné z: <http://havirov-historie.cz/>
- [20] Google. *Mapová data* [online]. 2019. [cit. 20.09.2019]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/>
- [21] Mapy.cz. *Mapová data* [online]. 2019. [cit. 20.09.2019]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>
- [22] Geoportál ČUZK. *Mapová aplikace* [online]. 2019. [cit. 20.09.2019]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz>
- [23] ČSAD Havířov a.s. *Jízdní řády* [online]. 2019, [cit. 25.09.2019]. Dostupné z: <http://www.3csad.cz/primestska-hd/havirov/jizdni-rady/>
- [24] Státní správa zeměměřičství a katastru. *Katastrální mapa* [online]. 2019. [cit. 25.09.2019]. Dostupné z: <https://cuzk.cz/>
- [25] Ředitelství silnice a dálnic ČR. *Silnice I/11 Havířov - Třanovice* [online]. 2019. [cit. 15.10.2019]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/wps/portal/>
- [26] Správa silnic Moravskoslezského kraje, příspěvková organizace. *Silniční síť* [online]. [cit. 15.10.2019]. Dostupné z: <http://www.ssmsk.cz/index.php/silnicni-sit>
- [27] Ministerstvo pro místní rozvoj ČR. *Politika územního rozvoje ČR, ve znění Aktualizací 1,2 a 3* [online]. 2019. [cit. 18.10.2019.] Dostupné z: <https://www.mmr.cz/>
- [28] Zastupitelstvo Moravskoslezského kraje. *Zásady územního rozvoje Moravskoslezského kraje* [online]. 2018. [cit. 18.10.2019]. Dostupné z: <https://www.msk.cz/>
- [29] Magistrát města Havířova, odbor územního rozvoje. *Územně analytické podklady ORP Havířov* [online]. 2018. [cit. 18.10.2019]. Dostupné z: <https://www.havirov-city.cz/>
- [30] Policie ČR. *Statistické vyhodnocení nehod v mapě* [online]. [cit. 20.10.2019]. Dostupné z: <http://maps.jdvm.cz/cdv2/apps/nehodyvmapa/Search.aspx>

- [31] Ministerstvo dopravy ČR. *Směrnice pro dokumentaci staveb pozemních komunikací* [online]. 2017. [cit. 15.11.2019]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz/>
- [32] Státní fond dopravní infrastruktury. *Cenové databáze* [online]. 2019. [cit. 15.11.2019]. Dostupné z: <https://www.sfdi.cz/>

14.4. Ostatní

- [33] KŘIVDA, Vladislav. *Využití videoanalýzy konfliktních situací při hodnocení nevhodně navržených stavebních prvků na křižovatkách*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební, 2012. 158 s.
- [34] KŘIVDA, Vladislav. *Konfliktní situace v silniční dopravě*. Studijní materiály pro obor Dopravní inženýrství a Dopravní stavby Fakulty stavební. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, Univerzita Pardubice, 2014. 25 s.
- [35] SMĚLÝ, Martin. *Metodika pro navrhování turbo-okružních křižovatek*, Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2015. 41 s.
- [36] Vyhláška č. 398/2009 Sb., o technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové využívání staveb, 2009.

14.5. Použitý software

- AutoCAD
- Vehicle Tracking
- AutoTurn
- PTV VISSIM
- Microsoft Office
- Microsoft Excel

15. Seznam obrázků a tabulek

15.1. Seznam obrázků

Obrázek 1 - Lokalizace křižovatky [19] - upraveno.....	5
Obrázek 2 - Rameno A (ul. Těšínská).....	8
Obrázek 3 - Ramena C (ul. Těšínská).....	9
Obrázek 4 - Ramena B (ul. Frýdecká).....	10
Obrázek 5 - Rameno D (ul. Okrajová).....	10
Obrázek 6 - Začlenění do katastrálního území [29] - upraveno.....	13
Obrázek 7 - Začlenění dle PÚR ČR [27] - upraveno.....	14
Obrázek 8 - Začlenění dle ZÚR MSK [28] – upraveno.....	16
Obrázek 9 - Řešená křižovatka v územním plánu města Havířova [29].....	17
Obrázek 10 - Legenda k územnímu plánu (Obrázku 9).....	17
Obrázek 11 - Realizace silnice I/11 Havířov - Třanovice [23].....	18
Obrázek 12 - Lokalizace obchvatu a křižovatky [23] - upraveno.....	19
Obrázek 13 - Schéma dopravních proudů [18] - upraveno.....	22
Obrázek 14 - Pentlogram špičkové hodiny.....	25
Obrázek 15 - Snímek dopravní nehodovosti (2007 - 2019) [30].....	43
Obrázek 16 - Inovovaný klasifikační symbol pro označení konfliktní situace [34].....	47
Obrázek 17 - Schéma konfliktních situací (část 1).....	51
Obrázek 18 - Schéma konfliktních situací (část 2).....	51
Obrázek 19 - Schéma konfliktních situací (část 3).....	52
Obrázek 20 - Schéma konfliktních situací (část 4).....	52
Obrázek 21 - Schéma varianty č. 1 [22] - upraveno.....	56
Obrázek 22 - Schéma varianty č. 2 [22] - upraveno.....	59
Obrázek 23 - Schéma varianty č. 3 [22] - upraveno.....	63
Obrázek 24 - Schéma geometrie TOK, tzv. turboblok. [10].....	64
Obrázek 25 - Příklad napojení turbobloku dle TP 135 [10].....	66
Obrázek 26 – Liniový oddělovač z TP 14 [4].....	68
Obrázek 27 - Liniový oddělovač a středový ostrov TOK (příklad ze Slovinska) [4].....	69
Obrázek 28 - Rozšířená část fyzického oddělení jízdních pruhů - TP 14 [4].....	70
Obrázek 29 - Rozšířená část fyzického oddělení jízdních pruhů (Slovinsko) - TP 14 [4].....	70
Obrázek 30 – Ukázka simulačního modelu vítězné varianty turbo-okružní křižovatky pro výhledový rok 2032 - PTV VISSIM 11.....	84
Obrázek 31 - Ukázka simulačního modelu vítězné varianty turbo-okružní křižovatky pro výhledový rok 2039 - PTV VISSIM 11.....	85
Obrázek 32 - Návrh konstrukce vozovky dle dodatku TP 170 [12].....	88
Obrázek 33 – Návrh konstrukce chodníku a cyklostezky dle dodatku TP 170 [12].....	89

15.2. Seznam tabulek

Tabulka 1 – Rozdělení vozidel [14]	21
Tabulka 2 - Ranní intenzity	23
Tabulka 3 - Odpolední intenzity.....	23
Tabulka 4 - Skladba dopravních proudů ve špičkově hodině – voz/h.....	24
Tabulka 5 - Skupiny vozidel pro prognózu intenzit dopravy [17]	28
Tabulka 6 - Typy komunikací pro prognózu intenzit dopravy	28
Tabulka 7 - Doporučené přepočtové koeficienty pro světelně řízené křižovatky [14].....	31
Tabulka 8 - Skladba dopravních proudů ve špičkově hodině – pvoz/h.....	31
Tabulka 9 - Vzorce pro výpočet délky zbytkové fronty na konci zelené [10]	39
Tabulka 10 - Statistika nehod podle hlavních příčin nehody [30].....	44
Tabulka 11 - Statistika nehod dle druhu dopravní nehody [30]	44
Tabulka 12 - Statistika nehod podle viditelnosti [30].....	45
Tabulka 13 - Statistika nehod podle druhu vozidla viníka nehody [30].....	45
Tabulka 14 - Účastníci konfliktní situace [34]	48
Tabulka 15 – Nově vysledované konfliktní situace dle způsobu konfliktu [34]	48
Tabulka 16 - Závažnost konfliktní situace [34].....	49
Tabulka 17 - Hlavní geometrické parametry TOK a turbobloku	65
Tabulka 18 - Skladba dopravních proudů ve špičkové hodiny pro rok 2032 – voz/h.....	74
Tabulka 19 - Skladba dopravních proudů ve špičkové hodiny pro rok 2039 – voz/h.....	74
Tabulka 20 – Redukovaná skladba dopravních proudů ve špičkové hodiny pro rok 2039 – voz/h.....	74
Tabulka 21 – Doporučené přepočtové koeficienty pro okružní křižovatky dle TP 188 [14]	76
Tabulka 22 - Hodnoty proměnných pro výpočet kapacity vjezdu do okružní křižovatky – koeficient uspořádání jízdních pruhů na vjezdu a okruhu, kritický časový odstup, následný časový [14] ...	77
Tabulka 24 - Orientační rozpočet 2. varianty	81
Tabulka 25 - Orientační rozpočet 1. varianty	81
Tabulka 23 - Orientační rozpočet 3. varianty	81
Tabulka 26 - Multikriteriální hodnocení navržených variant.....	82

16. Seznam příloh

B. Výkresová dokumentace

B.1	Situace širších vztahů	
B.2.1	Situace stávajícího stavu	
B.2.2	Situační plán světelné signalizace	
B.3.1	Situace stavebních úprav	VARIANTA 1
B.3.2	Situace dopravního značení	VARIANTA 1
B.3.3	Situace vlečné křivek	VARIANTA 1
B.3.4	Situace rozhledových poměrů	VARIANTA 1
B.4.1	Situace stavebních úprav	VARIANTA 2
B.4.2	Situace dopravního značení	VARIANTA 2
B.4.3	Situace vlečné křivek	VARIANTA 2
B.4.4	Situace rozhledových poměrů	VARIANTA 2
B.5.1	Situace stavebních úprav	VARIANTA 3
B.5.2	Situace dopravního značení	VARIANTA 3
B.5.3	Situace vlečné křivek	VARIANTA 3
B.5.4	Situace rozhledových poměrů	VARIANTA 3
B.5.5	Příčný řez Y – Y´	VARIANTA 3
B.5.6	Příčný řez Z – Z´	VARIANTA 3

C. Přílohy k textové části

Příloha 1 – Fotodokumentace

Příloha 2 – Signální plány

Příloha 3 – Silnice I/11 Havířov-Třanovice

Příloha 4 – Sčítací arch špičkové hodiny

Příloha 5 – Skladby dopravních proudů pro jednotlivé roky

Příloha 6 – Protokol o výpočtu odhadu denních intenzit dopravy podle TP 189

Příloha 7 – Protokoly o výpočtech výhledových intenzit podle TP 225

Příloha 8 – Protokol o kapacitním posouzení stávající křižovatky podle TP 188

Příloha 9 – Statistické vyhodnocení nehodovosti v silničním provozu

Příloha 10 – Protokoly o kapacitním posouzení navržených variant podle TP 188