# Optimalizace vybrané křižovatky

Michal Slavík

Bakalářská práce
2019

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav krizového řízení
akademický rok: 2018/2019

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

| | |
|---|---|
| Jméno a příjmení: | **Michal Slavík** |
| Osobní číslo: | **L16144** |
| Studijní program: | **B3909 Procesní inženýrství** |
| Studijní obor: | **Ovládání rizik** |
| Forma studia: | **prezenční** |
| Téma práce: | **Optimalizace vybrané křižovatky** |

Zásady pro vypracování:

1. **Proveďte analýzu vybraného dopravního uzlu.**
2. **Proveďte simulace pomocí softwaru PTV Vissim.**
3. **Navrhněte nové řešení, které povede ke zvýšení propustnosti daného úseku.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**[1] ČSN 73 6102 ED. 2. ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA: Projektování místních komunikací. Praha, 2012.**

**[2] TP 135. Technické podmínky: PROJEKTOVÁNÍ OKRUŽNÍCH KŘIŽOVATEK NA SILNICÍCH A MÍSTNÍCH KOMUNIKACÍCH. Praha: Ministerstvo dopravy, 2017.**

**[3] BARTOŠ, Luděk. Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích: TP 189. 2. vyd. Plzeň: EDIP, 2012. ISBN 978-80-87394-06-9.**

**Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.**

| | |
|---|---|
| Vedoucí bakalářské práce: | **Ing. Pavel Viskup, Ph.D.**<br>Ústav krizového řízení |
| Datum zadání bakalářské práce: | **30. listopadu 2018** |
| Termín odevzdání bakalářské práce: | **15. května 2019** |

V Uherském Hradišti dne 30. listopadu 2018

UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ
Fakulta logistiky a krizového řízení
L.S.
③

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
*děkanka*

Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
*ředitel ústavu*

# PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 15.5.2019

Jméno a příjmení studenta: Michal Slavík

.....

podpis studenta

## ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá simulací dopravní situace na křižovatce ulic Třídy Vítězství a Obchodní na okraji obce Kunovice. Je provedena analýza a simulace současné problematické dopravní situace spolu se statistikou nehodovosti na zkoumané křižovatce. Posléze je vytvořen návrh nového řešení, který by mohl vést ke zvýšení propustnosti. Všechny tyto poznatky jsou podloženy simulacemi v softwaru PTV Vissim.



Klíčová slova: Intenzita dopravy, křižovatka, nehodovost, dopravní zácpy, simulace



## ABSTRACT

This bachelor's paper looks into a simulation of a traffic on the intersection of Třídy Vítězství and Obchodní at the outskirts of the town of Kunovice. Firstly, an analysis and simulation of current problematic traffic situation is provided with the statistical analysis of accident rate. Followed by proposed solution for improving traffic and alleviating bottlenecks. Everything is based by the simulations created in PTV Vissim software.



Keywords: Traffic intensity, intersection, accident rate, congestion, simulation

Na tomto místě bych chtěl hlavně poděkovat vedoucímu své bakalářské práce panu Ing. Pavlu Viskupovi, Ph.D., za velkou vstřícnost a ochotu při odborných konzultacích, při tvorbě této práce.

Děkuji také své rodině a nejbližším za podporu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

**ÚVOD** ..... **8**
**I TEORETICKÁ ČÁST** ..... **10**
**1 MĚSTO KUNOVICE** ..... **11**
1.1 Doprava ..... 12
**2 POPIS ZKOUMANÉ KŘIŽOVATKY** ..... **13**
2.1 Rameno A ..... 14
2.2 Rameno B ..... 15
2.3 Rameno C ..... 16
2.4 Rameno D ..... 17
**3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU** ..... **18**
3.1 Sčítání dopravy ..... 19
3.2 Stanovení ročního průměru denních intenzit (RPDI) ..... 20
3.3 Rozložení druhů dopravních prostředků na ul. Třída Vítězství ..... 25
3.4 Výrazné dopravní zácpy ..... 26
**4 STATISTIKA NEHODOVOSTI** ..... **27**
**5 SOFTWARE PTV VISSIM** ..... **31**
**II PRAKTICKÁ ČÁST** ..... **32**
**6 SIMULACE SOUČASNÉHO STAVU** ..... **33**
6.1 Vissim – konfliktní zóny ..... 35
6.2 Hypotéza H1: „Vstupní data intenzit dopravy, použitá v simulaci, jsou v souladu s reálnou situací.“ ..... 36
**7 NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ** ..... **37**
7.1 Nehodovost na malých okružních křižovatkách ..... 38
7.2 Turbo-okružní křižovatka ..... 39
7.3 Simulace navrhovaného řešení ..... 40
7.4 Hypotéza H2: „Turbo-okružní křižovatka přinese zvýšení propustnosti a zkrácení délky dopravních zácp na daném úseku.“ ..... 42
**ZÁVĚR** ..... **45**
**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY** ..... **46**
**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK** ..... **47**
**SEZNAM OBRÁZKŮ** ..... **48**
**SEZNAM TABULEK** ..... **49**
**SEZNAM PŘÍLOH** ..... **50**

# ÚVOD

Kvalitní doprava a její plynulost je jedním z hlavních předpokladů efektivně fungující společnosti a zejména v dnešním světě, kdy nejdražší komoditou je čas, je záhodno se touto problematikou zabývat.

S rozšiřující se globalizací, možnostmi automatizace výroby, rozvojem logistiky a logistických systémů se staly osobní a nákladní automobily přímo symbolem naší doby. Rychlost technologické evoluce a dostupnost dopravních prostředků se však dostala na takovou úroveň, že vznikají problémy, se kterými se před několika desítkami let nepočítalo.

Hlavním z těchto problémů v dopravě je zejména kongesce neboli dopravní zácpy, což je hlavní téma této práce.

Pro účely této bakalářské práce byl vybrán dopravní uzel nacházející se na ulici tř. Vítězství a Obchodní u nájezdu na silnici první třídy E50 na začátku města Kunovice, ležící na jih od Uherského Hradiště. Jedná se o velmi kritický dopravní úsek zabezpečující jediné přímé spojení mezi zmíněnými obcemi. Nejen, že samotná křižovatka je komplikovaná a nepřehledná, ale také je v hodinách dopravní špičky extrémně zatížena, díky čemuž je ideální případovou studií pro modelování zatížení provozu a návrhu zlepšení stávající situace. K dopravním zácpám dochází zejména v odpoledních hodinách mezi 14:00 až 16:00, kdy se kolony táhnou zpravidla až do středu města Kunovice.

Tento dopravní uzel funguje jako jediné spojení mezi Uherským Hradištěm na severu a Kunovicemi na jižní straně. Ze západu se napojuje zmíněný nájezd na silnici E50 a na východě se nachází supermarket COOP a Hypermarket Albert.

Křižovatka byla vybrána z důvodu vlastních znalostí a zkušeností o její špatné průjezdnosti. Jedná se o velmi diskutované téma mezi řidiči, kteří jsou ve všedních dnech neustále vystavování kolonám táhnoucím se stovky metrů. Přestože minulý rok proběhl veřejný průzkum dopravního chování obyvatel, zlepšení situace je stále v nedohlednu. Proto chci ve své práci na tento dlouholetý dopravní problém poukázat a nabídnout jedno z možných řešení.

Nejprve je v teoretické části popsána obec, území a dopravní vztahy s okolím, intenzita dopravy na vybraném úseku a zejména je také v práci rozebrána statistika nehodovosti na dopravním uzlu od roku 2010 po současnost.

Výrazného zlepšení dopravní situace by se mohlo dosáhnout vybudováním okružní křižovatky, avšak toto řešení je podle vyjádření rady obce v nedohlednu. Nicméně Ředitelství silnic a dálnic ČR uvažuje o výstavbě nového obchvatu vedoucího mimo obec, který by měl dopravu částečně odklonit z tohoto vytíženého úseku.

Nejprve je potřeba si v samotném simulačním prostředí ověřit, zda zjištěné a použité údaje o intenzitě dopravy jsou v souladu s realitou a simulace je nastavena tak, že plně odráží reálný stav dopravní situace na vybraném úseku. Teprve až bude exaktnost vstupních proměnných ověřena, můžeme přejít k samotnému návrhu zlepšení stávající nekvalitní dopravní situace, vybudování tzv. „turbo-okružní křižovatky“. V praktické části jsou tedy zodpovězeny dvě hypotézy. První zní: „Vstupní data intenzit dopravy, použitá v simulaci, jsou v souladu s reálnou situací.“ a druhá hypotéza týkající se zvýšení propustnosti dopravního uzlu zní „Turbo-okružní křižovatka přinese zvýšení propustnosti a zkrácení délky dopravních zácp na daném úseku.“ Obě tyto hypotézy jsou v praktické části pomocí simulace v softwaru Vissim testovány.

Avšak samotné přiložené statické snímky a screenshoty simulace nemají vysokou vypovídající hodnotu. Z tohoto důvodu bylo sestříháno video z mnoha úhlů zapnuté běžící simulace, díky kterému jsou výsledky práce mnohem názornější a pochopitelnější.

K modelování a simulaci dopravních uzlů byla využita studentská verze softwaru PTV Vissim 11.

# I. TEORETICKÁ ČÁST

# 1 MĚSTO KUNOVICE

Kunovice jsou město ležící v okrese Uherské Hradiště ve Zlínském kraji. Město se nachází tři kilometry jižně od Uherského Hradiště. Má rozlohu 28,54 km$^2$ a k 1. 1. 2018 zde žije 5646 obyvatel. Spolu se Starým Městem a zmíněným Uherským Hradištěm tvoří městskou aglomeraci s 38 tisíci obyvateli. [1]

Historie města sahá hluboko do doby kamenné, o čemž svědčí řada archeologických nálezů. V době velkomoravské zde leželo několik osad, jejichž funkcí bylo střežit přístup k centru Velkomoravské říše. Vojensko-strategická poloha Kunovic, ležících na křižovatce prastarých obchodních cest, hrála vždy v jejich dějinách podstatnou roli. První písemná zmínka o Kunovicích pochází z 13. ledna 1196, kdy zde byla datována listina olomouckého knížete Břetislava pro klášter Hradisko u Olomouce. V listině je uváděn název Cunovicz. V této době zde již nepochybně stál hrad, který sloužil jako opěrný bod proti Uhrům. Toto stoleté dominantní postavení Kunovic bylo ukončeno v polovině 13.stol. založením města Uherské Hradiště. Avšak jako řemeslnicko-obchodní středisko brzy získávají zpět svá privilegia bez ohledu na blízkost nově vzniklého města (obnoveny trhy, várečné právo, řemesla, vlastní špitál aj.). Od začátku 15. stol. jsou titulovány jako městečko, mají svoji samosprávu vč. soudní pravomoci s právem hrdelním. [3]

Městem protéká řeka Olšava, která při povodních v létě roku 2010 zatopila desítky rodinných domů, na začátku letošního roku byla zahájena výstavba nových protipovodňových opatření podél kritických částí toku. Tato opatření by měla být hotova v září 2021. [2]

Město disponuje bohatým kulturním a sociálním zázemím, nachází se zde 6 školních institucí od mateřské školy až po Evropský polytechnický institut, s.r.o.

Obrázek 1: Logo města Kunovice (zdroj: https://www.mesto-kunovice.cz/)

## 1.1 Doprava

Kunovice jsou důležitým dopravním uzlem. Leží na silnici 1.třídy I/55 propojující Olomoucký, Zlínský a Jihomoravský kraj, která také zabezpečuje spojení se sousedním Rakouskem.

V rámci analyzování a zlepšení dopravní situace podniklo město Kunovice spolu se společností Stem/Mark, a. s. na konci roku 2018 „Průzkum dopravního chování obyvatel měst Uherské Hradiště, Staré Město a Kunovice“, který navazoval na Koncepci veřejné dopravy. Do průzkumu bylo zapojeno 1000 domácností, z nichž 600 bylo osloveno v Uherském Hradišti, 200 ve Starém Městě a 200 v Kunovicích. Výzkum dopravního chování umožní vytvořit kvalitní plán dopravy celého souměstí, kvalitnější autobusovou městskou hromadnou dopravu a nové autobusové zastávky. [4]

Nedaleko zkoumané křižovatky se nachází dvě zastávky MHD a VHD pro oba směry s názvem „Kunovice, rozc. k žel.st. 0.5“. Konkrétně zde svou trasu vede MHD dopravce ČSAD BUS Uherské Hradiště a.s. na linkách 1, 2 a 6. Je zde také vedeno devět pravidelných linek VHD.

V Kunovicích se také nachází železniční stanice „Kunovice“ a zastávka s názvem „Kunovice zastávka“ s pravidelnými vlakovými spoji směrem na jih na Veselí nad Moravou, na východ na Uherský Brod a severně na sousední Uherské Hradiště a dále do železničního uzlu ve Starém Městě.

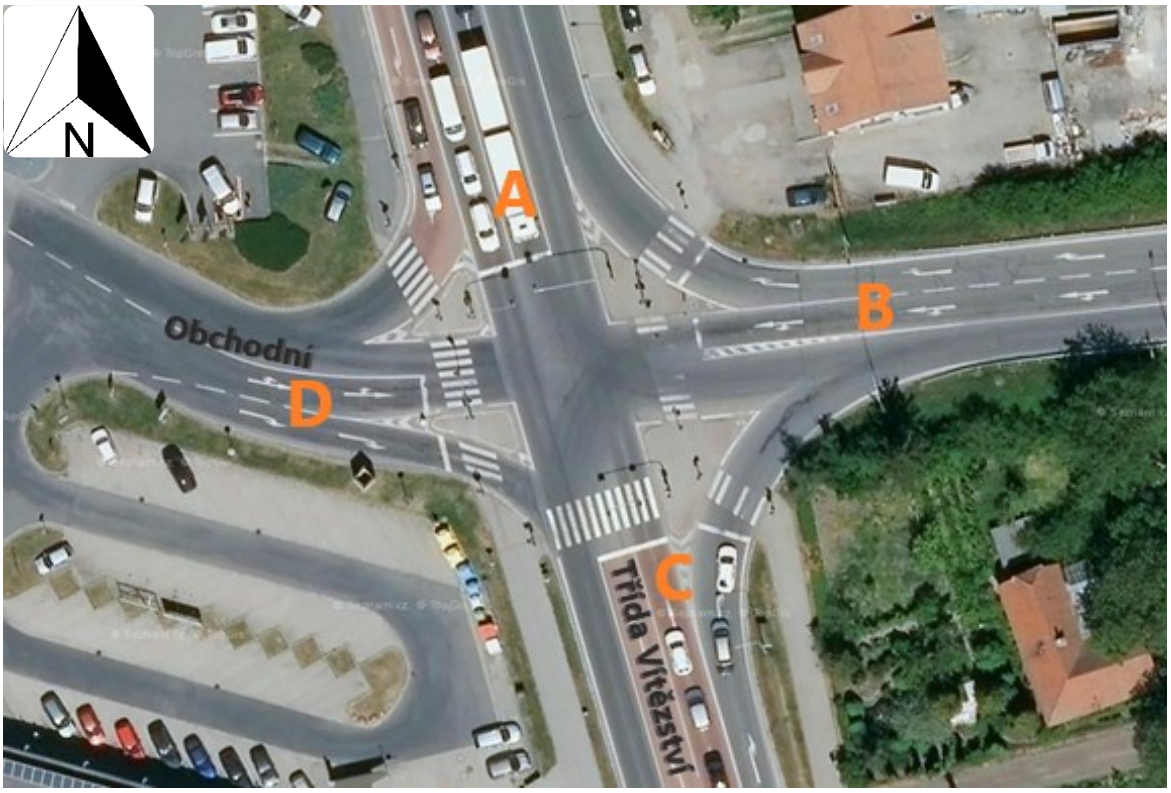
Obrázek 2: Poloha Kunovic v rámci České republiky (zdroj: mapy.cz)

# 2 POPIS ZKOUMANÉ KŘIŽOVATKY

Křižovatka ulic Obchodní a Třídy Vítězství se nachází na okraji města, necelých 800 metrů od centra Kunovic v nepříliš osídlené oblasti u nájezdu na rychlostní silnici E50. Jedná se o poměrně komplikovanou průsečnou čtyřramennou úrovňovou křižovatku s přímou hlavní komunikací. Doprava je řízena světelnými semafory ve všech směrech i na všech odbočovacích pruzích s výjimkou jednoho. V křižovatce se nachází čtyři dělící ostrůvky, mezi nimiž vede sedm přechodů pro chodce, z nichž jsou některé z důvodu vysoké intenzity dopravy poněkud málo viditelné, což teoreticky může vyvolat konfliktní situace a nehody. Na východní straně od křižovatky se nachází pouze deset rodinných domů, takže z pohledu chodců není tato křižovatka velmi frekventovaná.

Pro větší názornost popisu křižovatky jsou ramena označena písmeny A až D viz. obrázek č. 3. Rameno A je severní část Ulice Vítězství, Rameno B je část komunikace s nájezdem a sjezdem z E50, Rameno C je jižní část Ulice Vítězství, Rameno D je součástí ulice Obchodní.

Ramena A a C zde tvoří hlavní komunikaci a jsou zároveň součástí silnice 1.třídy I/55.




Obrázek 3: Letecký pohled na křižovatku s označeními (zdroj: mapy.cz, upraveno autorem)

## 2.1 Rameno A

Rameno A táhnoucí se od Uherského Hradiště je čtyřproudé, přičemž 80 metrů před křižovatkou se od něj dělí řadící pruh pro odbočení vpravo. Podél tohoto odbočovacího pruhu se nachází autosalon LION CAR, s.r.o. Doprava na ramenu A je řízena třemi světelnými semafory, pro každý pruh zvlášť. Podél obou stran ramena A jsou vymezeny plochy pro pohyb chodců a cyklistů, nicméně chodců se v této oblasti vyskuje poměrně málo. Ve vzdálenosti 100 metrů od křižovatky prochází rameno A pod mimoúrovňovou rychlostní silnicí E50. Výše zmiňované zastávky MHD a VHD se nachází 200 metrů směrem od křižovatky. Tato část křižovatky je spolu s ramenem C nejvíce zatížená v době dopravní špičky a vznikají zde dopravní zácpy táhnoucí se až stovky metrů za zmiňované zástavky MHD. Není neobvyklým stavem, že se kolony táhnou až téměř jeden kilometr k další nejbližší křižovatce u čerpací stanice OMW, katastrálně již v Uherském Hradišti. Na fotografii níže je zachycena dopravní zácpa při pohledu do tohoto ramena křižovatky.

Obrázek 4: Dopravní zácpa při pohledu do ramena A (zdroj: google.maps.com)

## 2.2 Rameno B

Rameno B je součástí nájezdu na komunikaci E50. Napojuje se na rameno A rychlým odbočovacím pruhem, kde poté tvoří samostatný pruh, po celé délce komunikace až do Uherského Hradiště. Na tomto odbočení tedy není potřeba dávat přednost v jízdě. Avšak tudy prochází právě jeden z méně frekventovaných přechodů pro chodce, proto je zde z tohoto důvodu kromě svislých dopravních značek, přechodu pro chodce, také jedno-světelný semafor s blikajícím výstražným světlem pro upozornění řidičů na možné konfliktní situace. Rameno B od křižovatky mírně stoupá z důvodu napojení na mimoúrovňovou komunikaci E50. Část vozovky před křižovatkou u sjezdu z E50 měří pouze necelých 50 metrů, tudíž zde za ideálních podmínek může stát pouze osm až deset osobních automobilů čekajících na semaforu. A tím pádem se i na tomto rameni tvoří kolony a dopravní zácpy. Zejména nepřehledná situace vzniká pro řidiče sjíždějící z E50 od Brna, kteří musí dát přednost vozidlům sjíždějícím od Uherského Brodu. Rameno B svírá s hlavní komunikací křižovatky (Rameny A/C) 90° úhel. Na fotografii níže je zachycena tvořící se dopravní zácpa na tomto ramenu B.

Obrázek 5: Pohled do ramena B (zdroj: google.maps.com)

## 2.3 Rameno C

Rameno C neboli jižní část ulice Třídy Vítězství táhnoucí se od Kunovic se 90 metrů před křižovatkou dělí na dva odbočovací pruhy a jeden přímý. Spolu s ramenem A tvoří hlavní dopravní komunikaci na této světelné křižovatce. Doprava je zde korigována třemi světelnými semafory ve všech třech pruzích zvlášť. Na rozdíl od ramena B, kde odbočovací pruh doprava pokračuje za křižovatkou jako samostatný přímý pruh, zde u ramena C se odbočovací pruh doprava pouze napojuje na existující přímý pruh, tudíž je potřeba toto odbočení korigovat světelnými semafory a svislou značkou „Dej přednost v jízdě!“. Podél obou stran ramena C jsou vymezeny plochy pro pohyb chodců a cyklistů. Na fotografii níže je zachycena obvyklá situace dopravní zácpy táhnoucí se stovky metrů až do centra města Kunovice.

Obrázek 6: Dopravní zácpa při pohledu do ramena C (zdroj: google.maps.com)

## 2.4 Rameno D

Rameno D, ležící na ulici Obchodní, je nejméně vytížená část křižovatky. Toto rameno pokračuje po slepé pozemní komunikaci směrem od křižovatky pouze k supermarketu COOP, hypermarketu Albert, autosalonu LION CAR s.r.o. a maloobchodu se stavebninami. Na tomto úseku se nenachází žádné obytné budovy. Doprava je zde řízena dvěma světelnými semafory, přičemž řidiči odbočující směrem na Uherské Hradišti musí dát vždy přednost v jízdě protijedoucím vozidlům z ramena B. Toto rameno svírá s hlavní komunikací křižovatky (Rameny A/C) 90° úhel.

Obrázek 7: Pohled do ramena D (zdroj: google.maps.com)

# 3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Zkoumaná křižovatka podléhá zejména v odpoledních hodinách silným dopravním zácpám. Nekvalitní dopravní situace na tomto úseku je velmi diskutovaným tématem nejen mezi občany a řidiči, ale také zástupci měst. K dopravním zácpám dochází zejména v odpoledních hodinách mezi 14:00 a 16:00, kdy se kolony táhnou až do středu města Kunovice, k další nejbližší křižovatce u Panského dvora. Řidiči zde v dopravní špičce stráví zpravidla až desítky minut. Tato nedostatečná propustnost na křižovatce také negativně ovlivňuje městkou a veřejnou hromadnou autobusovou dopravu, jelikož aktuálně nelze přesně určit čas jaký autobusy ztratí v dopravní zácpě na křižovatce. Dochází tak k nedodržování jízdních řádů a klesá ochota občanů používat tyto dopravní prostředky. Lidé tedy jezdí raději vlastním automobilem, čímž se ještě více zhoršuje už tak velmi špatná situace na tomto velmi vytíženém dopravním uzlu.

Řidiči se nyní snaží částečně vyhnout zácpám v Kunovicích, tím že využívají postranní úzké jednosměrné uličky, například ulice Pod Valy nebo ulice Úvoz, které nejsou na tento nápor stavěné. Což se samozřejmě také nelíbí obyvatelům těchto klidných oblastí, u kterých dochází v hodinách dopravní špičky ke zvýšenému pohybu motorových vozidel a s tím spojenému hluku. Může taktéž docházet k dopravním nehodám, neboť už tak velmi úzké uličky mají svou průjezdnost sníženou parkujícími auty obyvatel. Avšak zkoumané křižovatce se úplně vyhnout nelze, zmiňované postranní uličky se napojují na hlavní komunikaci pár set metrů před křižovatkou, takže řidiči v nejlepším případě ušetří pár minut a hlavní část dopravní zácpy je zastihne stejně.

V září 2018 bylo v Luhačovicích představiteli měst Uherské Hradiště a Kunovice podepsáno memorandum o výstavbě nové mimoúrovňové křižovatky na silnici I/50. Společným cílem signatářů memoranda je příprava budoucí spolupráce mezi městem Uherské Hradiště, městem Kunovice, Ředitelstvím silnic a dálnic ČR, Ministerstvem dopravy ČR a Zlínským krajem, která by vedla ke zlepšení dopravní situace v obou městech, především pak v místě křížení silnic I/50 a I/55. [5]

## 3.1 Sčítání dopravy

Ředitelství silnic a dálnic ČR (ŘSD ČR) na pravidelné pětileté bázi realizuje podrobnou celorepublikovou statistiku sčítání dopravy. Nejaktuálnější sčítání proběhlo v roce 2016.

Celostátní sčítání dopravy je základní informací o intenzitách automobilové dopravy. Probíhá v pětiletém cyklu na vybrané komunikační síti, která zahrnuje všechny dálnice, silnice I. a II. třídy, vybrané silnice III. třídy a vybrané místní komunikace. Objednatelem celostátního sčítání dopravy je Ředitelství silnic a dálnic ČR. Výsledné hodnoty jsou stanoveny na základě několika krátkodobých průzkumů (po dobu čtyř hodin) prováděných ručním způsobem na sledovaném úseku komunikace. Intenzity jsou uváděny jako odhad ročního průměru denních intenzit (RPDI) pro 12 druhů vozidel. Ve výsledcích jsou uváděny další hodnoty intenzit dopravy: roční průměr denních intenzit dopravy v pracovní den a o víkendech, špičková hodinová a padesátirázová intenzita dopravy a intenzity dopravy ve struktuře potřebné pro hlukové a emisní výpočty. Intenzity a ostatní charakteristiky jsou uváděny pro úseky pozemní komunikace (nejčastěji úsek mezi křižovatkami dalších významných pozemních komunikací). V zastavěných územích, kde bývají připojeny další pozemní komunikace a zdroje a cíle dopravy, se skutečná intenzita dopravy na sledovaném úseku výrazně mění a využití údajů je nutno zvážit se znalostí konkrétního umístění stanoviště ručního měření na profilu komunikace. [6]

Výsledky Celostátního sčítání dopravy (CSD) na dálniční a silniční síti poskytují informace o průměrných intenzitách automobilové dopravy na dálniční a silniční síti ČR v roce 2016, metodicky navazují na výsledky z předchozích sčítání z roku 2010. Na silnicích jsou intenzity dopravy stanoveny z výsledků ručních průzkumů a pomocí přepočtových koeficientů variací intenzit dopravy. Stejně jako v minulých letech, byly koeficienty zpřesněny a diferencovány, dle charakteru provozu na komunikaci. Výstupy z CSD jsou jedním ze základních podkladů pro zpracování prognózy rozvoje dopravy, pro dopravní plánování, technický návrh silnic, výpočty ekonomické efektivnosti, hodnocení negativních vlivů automobilové dopravy na okolí silnice atd. Uváděné hodnoty jsou ročním průměrem denních intenzit dopravy (RPDI) ve vozidlech za 24 hodin. [6]

## 3.2 Stanovení ročního průměru denních intenzit (RPDI)

Technické podmínky „Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích“ – TP 189 poskytují postup výpočtu ročních průměrných intenzit dopravy, dle druhu vozidla a charakteru provozu na komunikaci.

Stanovení odhadu RPDI se provádí přepočtem intenzity dopravy získané během průzkumu, pomocí přepočtových koeficientů zohledňující denní, týdenní a roční variace intenzit dopravy. [6]

Výpočet se provádí odděleně pro každý druh vozidel v těchto krocích:

- Stanovení odhadu denní intenzity v den průzkumu (zohlednění denních variací)
- Přepočet intenzity zjištěné za dobu průzkumu na hodnotu denní intenzity v den průzkumu.
- Stanovení odhadu týdenního průměru intenzit (zohlednění týdenních variací)
- Přepočet denní intenzity v den průzkumu na hodnotu týdenního průměru denních intenzit.
- Stanovení odhadu ročního průměru denních intenzit – přepočet týdenního průměru denních intenzit na RPDI. [6]

Stanovení odhadu hodnoty RPDI z výsledku krátkodobého průzkumu se provede pro každý druh vozidla x podle daného vztahu [6]:

$$RPDI_x = I_m * k_{m,d} * k_{d,t} * k_{t,RPDI}$$

kde:

$I_m$ intenzita dopravy daného druhu vozidla zjištěná v době průzkumu

$k_{m,d}$ přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu (zohlednění denních variací intenzit dopravy)

$k_{d,t}$ přepočtový koeficient denní intenzity dopravy dne průzkumu na týdenní průměr denních intenzit dopravy (zohlednění týdenních variací intenzit dopravy)

$k_{t,RPDI}$ přepočtový koeficient týdenního průměru denních intenzit dopravy na roční průměr denních intenzit dopravy (zohlednění ročních variací intenzit dopravy) [6]

Výsledná hodnota RPDI se určí součtem RPDI pro jednotlivé druhy vozidel. [6]

**Přepočet na denní intenzitu dopravy v den průzkumu:**

Denní intenzita se určí pro jednotlivé druhy vozidel podle vzorce [6]:

$$\mathbf{I_d} = \boldsymbol{I_m} * \boldsymbol{k_{m,d}}$$

kde:

$\mathbf{I_d}$ denní intenzita dopravy v den průzkumu (voz/den)

$\boldsymbol{I_m}$ intenzita dopravy v době průzkumu (voz/doba průzkumu)

$\boldsymbol{k_{m,d}}$ přepočtový koeficient v době průzkumu na denní intenzitu dopravy v den průzkumu

Hodnoty přepočtových koeficientů $k_{m,d}$ pro libovolně zvolenou dobu průzkumu se určí pomocí vztahu [6]:

$$\boldsymbol{k_{m,d} = 100\% / \Sigma p^d_i}$$

kde:

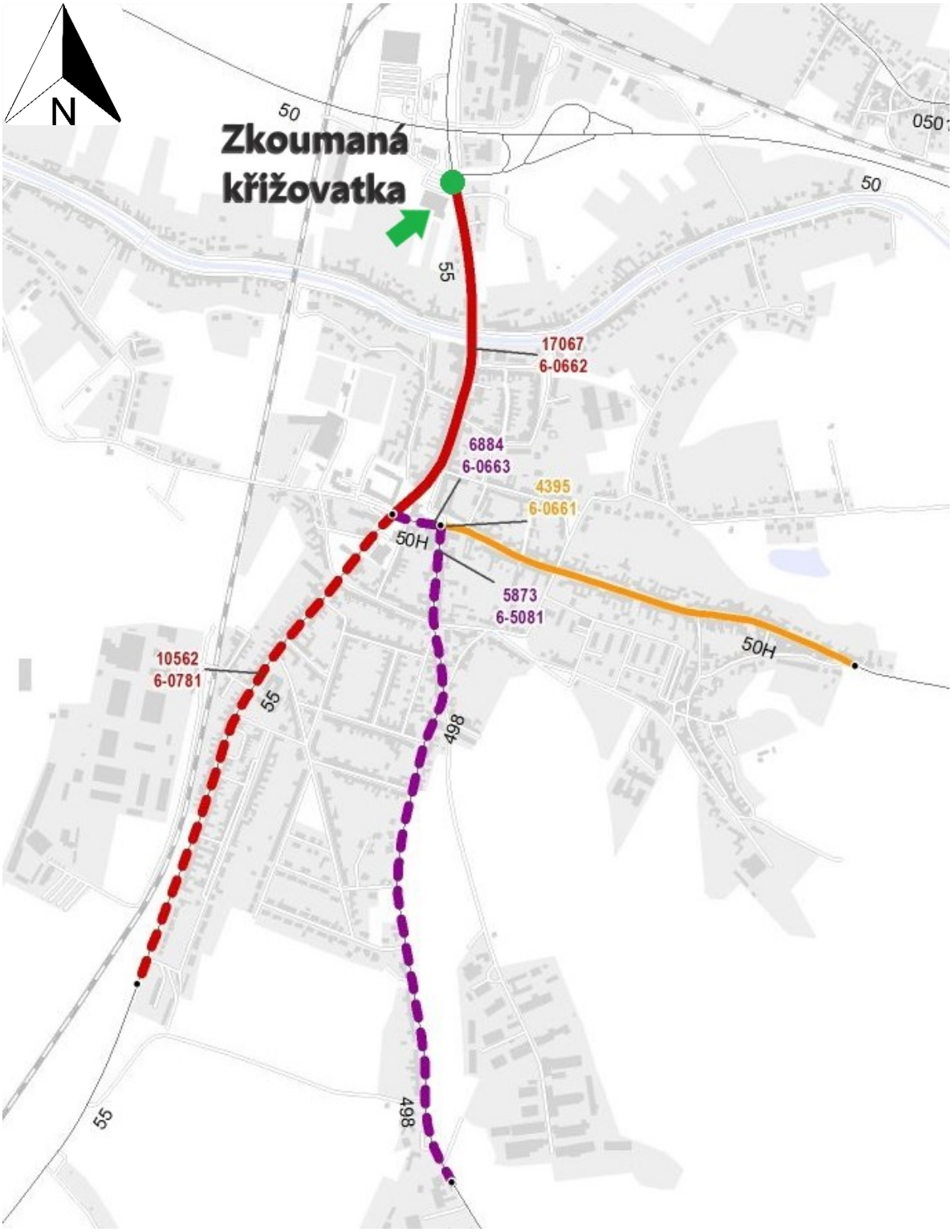
$\mathbf{\Sigma p^d_i}$ je součet podílů hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitě dopravy [%].

Konkrétní hodnoty $p^d_i$ pro druhy vozidel, charakter provozu na komunikaci a období roku jsou uvedeny ve veřejně dostupných přílohách TP 189.

Dále dokument obsahuje hodnoty přepočtových koeficientů $k_{m,d}$ pro doporučené doby průzkumu.

Podrobný výzkum ročních průměrných dopravních intenzit na zkoumaném úseku byl proveden naposled v roce 2016, který je dále rozebrán níže.

Na následující mapě je zaznamenán roční průměr denních intenzit všech motorových vozidel na komunikacích napojujících se přímo na vytíženou ulici Třídy Vítězství. Tato ulice poté tvoří výše znázorněné rameno C na velmi vytížené zkoumané křižovatce.




Obrázek 8: Mapa sčítání dopravy na silniční síti v Kunovicích 2016 (zdroj: rsd.cz, upraveno autorem)

Přerušovanou červenou čarou je vyznačena část silnice I/55 vedoucí z obce Ostrožská Nová Ves, na které byl naměřen RPDI v počtu 10 562 vozidel/den. Jedná se o část před křižovatkou u Panského dvora, která poté přímo pokračuje ke zkoumanému dopravnímu uzlu.

Přerušovanou fialovou čarou je vyznačena ulice Osvobození ležící na silnici druhé třídy II/498 spojující Kunovice s městem Hluk na jihovýchodě. RPDI dopravy byla na tomto úseku naměřena v hodnotě 5 873 vozidel/den.

Plnou oranžovou čarou je vyznačena ulice Lidická ležící na silnici 50H, která dále pokračuje do obce Podolí na západě. Na tomto úseku byl naměřen a vypočítán roční průměr denních intenzit dopravy 4 395 vozidel/den.

Tyto tři úseky se na křižovatce v centru obce spojují a pokračují na silnici I/55 po ulici Třídy Vítězství a dále ke zkoumané křižovatce. Kde dle ŘSD ČR tvoří RPDI dopravy v hodnotě 17 067. Na mapě vyznačeno plnou červenou čarou. Hustota a barva těchto čar určuje vytíženost daného uzlu, kompletní legenda vizuálního značení s korespondujícími hustotami se nachází v Příloze 2.

V následující tabulce je zaznamenána kompletní statistika ročních průměrných denních intenzit dopravy na ulici Třídy Vítězství za rok 2016.

RPDI jsou rozděleny do skupin dle typů dopravních prostředků. Jsou zde také zaznamenány intenzity dopravy v určitou denní dobu, konkrétně se jedná o skupinu denního, večerního a nočního provozu, které jsou dále v kapitole nehodovosti zavedeny do širšího kontextu.

**Sčítání dopravy 2016 (sč.úsek: 6-0662)**

| **Roční průměr denních intenzit dopravy** | | ***LN*** | ***SN*** | ***SNP*** | ***TN*** | ***TNP*** | ***NSN*** | ***A*** | ***AK*** | ***TR*** | ***TRP*** | ***TV*** | ***O*** | ***M*** | ***SV*** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RPDI - všechny dny | voz/den | 977 | 356 | 35 | 106 | 37 | 412 | 220 | 1 | 15 | 3 | 2 162 | 14 794 | 111 | 17 067 |
| | | ***LN*** | ***SN*** | ***SNP*** | ***TN*** | ***TNP*** | ***NSN*** | ***A*** | ***AK*** | ***TR*** | ***TRP*** | ***TV*** | ***O*** | ***M*** | ***SV*** |
| RPDI - pracovní den (Po-Pá) | voz/den | 1 248 | 455 | 45 | 135 | 48 | 535 | 255 | 1 | 19 | 4 | 2 745 | 15 799 | 103 | 18 647 |
| RPDI - volné dny (mimo svátky) | voz/den | 300 | 109 | 9 | 33 | 9 | 105 | 134 | 0 | 5 | 1 | 705 | 12 281 | 130 | 13 116 |
| **Hodinová intenzita dopravy** | | | | | | | | | | | | ***TV*** | | | ***SV*** |
| Padesátirázová intenzita dopravy | voz/h | | | | | | | | | | | 200 | | | 1 939 |
| Špičková hodinová intenzita dopravy | voz/h | | | | | | | | | | | 194 | | | 1 833 |
| **Těžká nákladní vozidla - TNV** | | | | | | | | | | | | | | | ***TNV*** |
| Hodnota TNV | voz/den | | | | | | | | | | | | | | 1 833 |
| **Intenzita dopravy pro hlukové a emisní výpočty** | | | | | | | | | | | | ***OA*** | ***NA*** | ***NS*** | ***Celkem*** |
| Roční průměr intenzit, den (06-18) | voz/den | | | | | | | | | | | 11 795 | 1 403 | 353 | 13 551 |
| Roční průměr intenzit, večer (18-22) | voz/den | | | | | | | | | | | 2 176 | 114 | 64 | 2 354 |
| Roční průměr intenzit, noc (22-06) | voz/den | | | | | | | | | | | 934 | 161 | 67 | 1 162 |
| **Emise** | | | | | | | | | | ***OA*** | ***LNA*** | ***TNA*** | ***NS*** | ***BUS*** | ***Celkem*** |
| Roční špičková hodinová intenzita dopravy | voz/h | | | | | | | | | 2 415 | 158 | 78 | 78 | 36 | 2 765 |
| **Koeficienty nerovnoměrnosti dopravy** | | | | | | | | | | | | ***alfa*** | ***beta*** | ***gama*** | ***PS*** |
| Koeficient nerovnoměrnosti dopravy | - | | | | | | | | | | | 0.94 | 0.90 | 1.04 | 52:48 |
| **Intenzita cyklistické dopravy** | | | | | | | | | | | | | | | ***C*** |
| Cyklistická doprava | cyklo/den | | | | | | | | | | | | | | 258 |

Tabulka 1: Sčítání dopravy 2016, úsek ulice Třída Vítězství (zdroj: rsd.cz)

## 3.3 Rozložení druhů dopravních prostředků na ul. Třída Vítězství

Statistika denní intenzity dopravy na dané komunikaci je dále rozdělena podle typů vozidel konkrétně na:

- **LN**: Lehká nákladní vozidla (užitečná hmotnost do 3,5 t) bez přívěsů i s přívěsy
- **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
- **TV**: Těžká motorová vozidla celkem
- **M**: Jednostopá motorová vozidla
- **C**: Cyklisté [cyklo/den]
- **O**: Osobní a dodávková vozidla bez přívěsů i s přívěsy
- **SV**: Všechna motorová vozidla celkem (součet vozidel)

Kompletní legenda použitých zkratek se nachází v Příloze 1. [6]

Na přiložené Tabulce 1 – *Sčítání dopravy 2016, úsek ulice Třída Vítězství* můžeme vidět, že celkový roční průměr denních intenzit, pro všechna motorová vozidla, byl naměřen v hodnotě 17 067.

Při posouzení pouze pracovních dnů (Po-Pá) se průměrný počet motorových vozidel, které projedou tímto úsekem, zvýšil o 9,5 % na hodnotu 18 647. Protože doprava ve víkendové dny (So-Ne) je méně intenzivní, a tudíž se průměr pouze pracovních dnů vůči průměru všech dnů zvedá, následující rozbor typů dopravních prostředků se bude odvíjet pouze od více směrodatné statistiky průměru všech dnů.

Nejvíce zastoupenou kategorií s průměrným počtem 14 794 jsou „osobní a dodávková vozidla bez přívěsů i s přívěsy“, což představuje 86,7 % všech vozidel.

Skupina těžkých vozidel se dělí na deset podskupin, které jsou popsány a rozděleny výše. Celkový součet všech těžkých vozidel, které denně dopravním úsekem v průměru projedou je 2 162.

Nejvytíženější část dne je bezpochyby rozmezí mezi šestou a osmnáctou hodinou, které ŘSD ve své statistice uvádí jako „den“. V této denní době zde projede celkem 13 551 vozidel, což je 79,3 % celkové průměrné denní intenzity dopravy.

Cyklistická doprava je zde předpokládána v průměrné intenzitě 258 cyklistů za den.

Co se týče zajímavostí, na tomto úseku byl zaznamenán i jeden kloubový autobus, i přesto, že se na okrese Uherské Hradiště pro městkou hromadnou dopravu nevyužívají.

## 3.4 Výrazné dopravní zácpy

Zejména na výše zkoumaném úseku ulice Třídy Vítězství (ramena křižovatky A/C) se v dopravních špičkách tvoří stovky metrů dlouhé kolony a dopravní zácpy oběma směry, což je velmi diskutovanou problematikou. Dokonce i regionální televize „*Televize Slovácko“* se v roce 2017 zabývala touto dlouho neutěšenou situací v jedné ze svých reportáží. V rozhovoru s bývalou starostkou Kunovic, Ivanou Majíčkovou, bylo poukázáno na aktuální problémy propustnosti zkoumané křižovatky a možná řešení, která jsou stále jen v koncepční fázi. [9]

Obrázek 9: Dopravní zácpy na ramenech A/C (zdroj: televizetvs.cz)

# 4 STATISTIKA NEHODOVOSTI

Ministerstvo dopravy ve spolupráci s Policií ČR vytvořilo Geografický informační systém obsahující mimo jiné i Jednotnou dopravní vektorovou mapu (JDVM), ve které jsou zaznamenány údaje o dopravních nehodách v silničním provozu. V této mapě jsou zaznačeny všechny dopravní nehody nahlášeny Policii ČR za období od 1. 1. 2007 do 3. 4. 2019.

JDVM slouží ke statistickému vyhodnocení nehodovosti v silničním provozu ve stanoveném správním území, lokalitě, na vybrané pozemní komunikaci a v okolí vybraného železničního přejezdu. [7]

Pro pracovní účely byl vybrán úsek 80 metrů v okolí křižovatky ve všech směrech za období 1. 1. 2010 – 3. 4. 2019, viz. obr. č. 9.

Obrázek 10: Mapa nehodovosti v okolí křižovatky 2010-2019 (zdroj: jvdm.cz)

Celkem bylo za sledované období zaznamenáno 34 dopravních nehod, přičemž nehod s následky na zdraví bylo 16. Při těchto šestnácti nehodách došlo u 19 ti osob k lehkým zraněním. Nehody, při nichž došlo k lehkému zranění osob jsou zaznačeny žlutou barvou. Šedou barvou jsou označeny nehody, při kterých nedošlo k žádné újmě na zdraví.

Vzhledem k tomu, že na zkoumané křižovatce dochází velmi často k dopravním zácpám a kolonám, se zde vozidla pohybují poměrně nízkou rychlostí a nedochází tedy ke střetnutím s těžkými či fatálními následky. Což potvrzuje statistika nehod na zkoumaném úseku, neboť v daném časovém horizontu nedošlo k žádným těžkým zraněním ani úmrtím v důsledku dopravních nehod.

V blízkosti středu křižovatky (kruh s poloměrem 10 metrů) došlo přesně k 50 % nehod, tedy sedmnácti ze zaznamenaných nehod.

V následující tabulce jsou zachyceny hlavní příčiny 34 zaznamenaných nehod.

| Statistika nehod podle hlavních příčin nehody | | |
|---|---|---|
| Druh nehody | Počet nehod | Lehce zraněné osoby |
| řidič se plně nevěnoval řízení vozidla | 12 | 6 |
| při odbočování vlevo | 6 | 5 |
| nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem | 4 | 1 |
| proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST | 3 | 1 |
| nezvládnutí řízení vozidla | 2 | 2 |
| při vjíždění na silnici | 2 | 2 |
| nezaviněná řidičem | 2 | 0 |
| jiný druh nepřiměřené rychlosti | 1 | 1 |
| nepř. rychlosti stavu vozovky (náledí, výtluky, bláto, mokrý povrch apod.) | 1 | 1 |
| nepř. rychlosti dopravně technickému stavu vozovky (zatáčka,klesání,stoupání,šířka apod.) | 1 | 0 |

Tabulka 2: Statistika nehod podle hlavních opřičin nehody (zdroj: jdvm.cz)

Nejčastější příčina nehod, zastoupena ve dvanácti případech, je klasickým příkladem selhání lidského faktoru, tedy nedostatečné věnování se řízení vozidla, při nichž bylo lehce zraněno celkem šest osob. K těmto druhům lehkých nehod dochází zejména ve zmiňovaných kolonách, kdy řidič po určité době ztrácí koncentraci, nevěnuje potřebnou pozornost

vozidlu před sebou a například zapomene zabrzdit včas, čímž dojde ke kontaktu za sebou jedoucích vozidel a možným lehkým zraněním.

Následující tabulka obsahuje statistiku nehod podle druhu vozidla, které zavinilo danou dopravní nehodu.

| Statistika nehod podle druhu vozidla viníka nehody | | |
|---|---|---|
| Druh nehody | Počet nehod | Lehce zraněné osoby |
| osobní automobil bez přívěsu | 21 | 8 |
| nákladní automobil (včetně multikáry, autojeřábu, cisterny atd.) | 4 | 4 |
| jízdní kolo | 4 | 4 |
| nákladní automobil s návěsem | 2 | 0 |
| nákladní automobil s přívěsem | 1 | 1 |
| osobní automobil s přívěsem | 1 | 1 |
| motocykl (včetně sidecarů, skútrů apod.) | 1 | 1 |

Tabulka 3: Statistika nehod podle druhu vozidla viníka nehody (zdroj: jdvm.cz)

Nejvíce zastoupenou skupinou vozidel z pohledu intenzity dopravy na křižovatce jsou osobní automobily viz. kapitola 3.2. A tedy není překvapující, že nejvíce nehod bylo způsobeno právě řidiči osobních automobilů, kteří na této komunikaci způsobili 65 % dopravních nehod ve sledovaném období.

Poměrně zajímavé zjištění vyplývá z počtu nehod způsobených nákladními automobily. Pokud sečteme nehody způsobené všemi druhy nákladních automobilů, vypsanými v Tabulce 3, dojdeme k celkovému počtu nehod 7, což je 20,5 % všech způsobených nehod na tomto úseku. Avšak z RPDI 2016 viz. Tabulka 1, víme, že nákladní automobily představují na této komunikaci pouze 12,6 % vozidel. Samozřejmě vzorek nehod je příliš malý, abychom mohli dělat dalekosáhlé statistické analýzy a závěry, nicméně zjištěný počet nehod nákladními automobily je téměř dvojnásobný, oproti očekávánému teoretickému rovnoměrnému rozdělení nehod mezi všechny druhy dopravních prostředků.

Avšak zajímavější a směrodatnější zjištění vyplývá ze statistiky nehod v lokalitě podle viditelnosti, popsáno níže.

| Statistika nehod v zadané lokalitě podle viditelnosti | | |
|---|---|---|
| Druh nehody | Počet nehod | Lehce zraněné osoby |
| ve dne, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek | 22 | 13 |
| v noci - s veřejným osvětlením,viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek | 11 | 5 |
| ve dne, zhoršená viditelnost (svítání,soumrak) | 1 | 1 |

Tabulka 4: Statistika nehod podle viditelnosti (zdroj: jdvm.cz)

Intenzita dopravy v nočních hodinách viz. Tabulka 1 dosahuje průměrné hodnoty 1 162 vozidel, což je pouze 6,8 % z celkové průměrné denní intenzity. Avšak jak můžeme vidět v Tabulce 4, v nočních hodinách došlo k 11 nehodám, což je 32 % všech sledovaných nehod.

Pokud by měla fungovat přímá úměra mezi intenzitou dopravy v danou denní dobu a počtem nehod v tomto časovém úseku, pak by očekávaný počet nehod v nočních hodinách byl průměrně pouze 2,3 nehod. Tedy zjištěných 11 nehod představuje 380% nárust oproti teoretickému očekávanému stavu. Vzorek nehod je samozřejmě stále stejně malý jako při minulé úvaze, avšak tady si dovolím tvrdit, že již určitá souvislost mezi zhoršenou viditelností v nočních hodinách a zvýšenou nehodovostí existuje.

Při vlastním průzkumu křižovatky bylo zjištěno, že i přesto, že lamp veřejného osvětlení je v okolí dopravního uzlu poměrně hodně, samotný střed křižovatky není osvětlen vůbec. Nejbližší veřejné osvětlení se nachází na ramenu B při nájezdu na obchvat E50 téměř 30 metrů od středu křižovatky.

Jedním z návrhů pro zvýšení bezpečnosti dopravy na tomto úseku je rozhodně výstavba veřejného osvětlení blíže středu křižovatky. V křižovatce se nachází čtyři dělící ostrůvky ideální pro tento účel. V současné době se na ostrůvcích nachází pouze sloupy světelných semaforů a je na nich stále místo pro zmíněné sloupy veřejného osvětlení, které by bez pochyby pomohlo snížit nehodovost v nočních hodinách.

# 5 SOFTWARE PTV VISSIM

VISSIM je profesionální software pro mikroskopické simulace individuální i veřejné hromadné dopravy. Díky jeho vysokému detailu zpracování podrobností dokáže přesně simulovat jak městský provoz včetně cyklistů a pěších, tak úseky dálnic včetně rozsáhlých mimoúrovňových křižovatek.

V softwaru Vissim lze simulovat nejen automobilovou dopravu, ale i interakce s chodci a cyklisty. Rozsáhlé analytické nástroje shromážděné v softwaru, z něj činí účinný nástroj pro dopravní plánování a optimalizaci dopravy a dopravních systémů, rovněž tak i množství interface pro různé systémy řízení dopravy.

Od svého uvedení na trh v roce 1992 vytvořil Vissim standard pro simulační software, intenzivní výzkum a velká celosvětová základna uživatelů zaručují, že Vissim je špičkový software svého druhu.

VISSIM spojuje dopravní inženýrské zkušenosti s možností prezentace ve 3D animacích.

Následující simulace, popsány v praktické části, byly vytvořeny ve studentské verzi PTV VISSIM 11. Studentská verze softwaru je poměrně robustním a plnohodnotným nástrojem, nicméně obsahuje několik omezení, kvůli kterým je třeba dělat určité kompromisy. Jedním z těchto omezení, které práci ovlivnilo nejvíce, je omezení maximální délky jízdních pruhů na 1 000 metrů. Díky tomuto omezení nebylo možné simulaci rozšířit a poukázat na jiné problematické úseky, jako je například křižovatka u Panského Dvora v centru Kunovic. Zejména u simulace návrhu zlepšení stávající situace by bylo zajímavé vidět, jak by zvýšení propustnosti zkoumané křižovatky ovlivnilo propustnost dále v centru Kunovicích. Dalším omezením jsou všudypřítomné vodoznaky, objevující se při zapnutí simulace, což je samozřejmě pochopitelné, neboť studentská verze není určena pro komerční účely. Avšak tyto vodoznaky jsou velmi výrazné a mohou kazit celkový dojem z vytvořené práce.

# II. PRAKTICKÁ ČÁST

# 6 SIMULACE SOUČASNÉHO STAVU

Na základě zjištěných údajů ročního průměru denních intenzit a vlastních zkušeností a znalostí zkoumaného úseku byla vytvořena simulace současného stavu pomocí studentské verze softwaru PTV VISSIM 11.

Každé modelování dopravního uzlu, či úseku komunikace musí začít zvolením vhodného mapového podkladu pro referenci a vložením tohoto podkladu do softwaru. Nejjednodušší je použít výřez z veřejně dostupných internetových, satelitních nebo leteckých map.

Poté je zásadní v softwaru nastavit odpovídající měřítko v závislosti na zvoleném mapovém podkladu. Z tohoto důvodu je vhodné vybrat zmiňovaný výřez mapy i se samotným měřítkem, které je poté převedeno do softwaru. Vissim po zachování měřítka automaticky upraví rozměry a prostorové rozlišení rozpracovaného projektu.

Pro modelování dopravního uzlu byl jako mapový podklad použit výřez z leteckých map ČR 2018 ze serveru *mapy.cz*.

Šířka jízdních pruhů byla defaultně nastavena na 3,50 metrů dle České technické normy – Projektování místních komunikací ČSN 73 6110, pro jízdní pruhy komunikace v zastavěném území. [8]

Ve výsledných simulací bylo cílem zachytit nejvíce vytíženou část dne, tedy časové období mezi 14:00 až 16:00, kdy je provoz na tomto úseku největší.

Obrázek 11: Simulace současného stavu (zdroj: vlastní)

V softwaru Vissim je potřeba vytvořit konkrétní vstupy vozidel s odpovídajícími hustotami. Vstupy vozidel jsou zóny na komunikacích, na kterých vozidla vstupují do simulace a pokračují po vymezených trasách. Hustoty vstupů vozidel odpovídají intenzitě udávané ve vozidlech za hodinu (voz/h). Tyto hodnoty byly částečně určeny z vlastního pozorování intenzity dopravy, a hlavně z vypočítaného RPDI v kapitole 3.

Konkrétně se v simulaci nachází šest vstupů vozidel. Na ramenu A směřujícím od Uherského Hradiště se nachází jeden vstup vozidel s hustotou 1000 voz/h. Na ramenu B se nachází dva vstupy vozidel, oba leží na sjezdech z E50. Vstup směrem od Brna má hustotu 300 voz/h a sjezd od Uherského Brodu má hustotu 200 voz/h. Čtvrtý vstup vozidel se nachází na vytíženém ramenu C směřujícím od Kunovic v hodnotě 1000 voz/h. Dva vstupy s nejmenší hodnotou vstupních vozidel se nachází na ramenu D na výjezdech z parkovišť maloobchodů Albert a COOP v hodnotách 150 voz/h a 50 voz/h v daném pořadí.

V dokumentaci softwaru Vissim se doporučuje nechat simulaci zapnutou určitou dobu v závislosti na komplexnosti simulované dopravní situace, z důvodu „zahřátí“ simulace a naplnění prostoru vozidly. Teprve poté je výstup ze simulace směrodatný.

Při celkové intenzitě dopravy o hodnotě 2700 voz/h, se po uplynutí zahřívací doby, začaly v simulaci tvořit kolony s desítkami vozidel, a to zejména na ramenech A a C obdobně jako tomu je v reálu v hodinách dopravní špičky.

Obrázek 12: Vissim-Dopravní zácpy na ramenu A (zdroj: vlastní)

## 6.1 Vissim – konfliktní zóny

Zásadní funkcí Vissimu, je vytvoření tzv. konfliktních zón, které jsou nejdůležitějším nástrojem pro řízení provozu v simulaci. Na každém „křížení“ jízdních pruhů je potřeba určit, které vozidlo má v dané situaci přednost v jízdě, aby simulace odpovídala realitě. Vzhledem k tomu, že software Vissim nemá kromě rozměrů vozidel implementovány žádné jiné fyzikální vlastnosti, při nesprávném vytvoření konfliktních zón se stane, že vozidla budou skrz sebe projíždět, aniž by se srazila a celá simulace naprosto postrádá smysl. Simulace stávající situace obsahuje dohromady 76 konfliktních zón, jedná se zejména o křížení všech jízdních pruhů ve středu křižovatky a v napojovacích pruzích. Na následujícím obrázku lze vidět většinu překrývajících se konfliktních zón. Bílé obrysy v okolí křižovatky reprezentují 3D modely vegetace a budov.

Obrázek 13: Vissim-konfliktní zóny (zdroj: vlastní)

## 6.2 Hypotéza H1: „Vstupní data intenzit dopravy, použitá v simulaci, jsou v souladu s reálnou situací.“

První ze dvou hypotéz stanovených v úvodu práce se zabývá exaktností vstupních dat, neboť data intenzity dopravy jsou tou nejdůležitější proměnnou, která může naprosto znehodnotit výsledky plynoucí ze simulace.

Na následujícím snímku jsou zachyceny dopravní zácpy na hlavních ramenech křižovatky A a C. Záměrně je zde virtuální kamera postavena ve stejné pozici a stejném úhlu jako na reálné fotografii viz. obr. 9. Podobnost je mezi těmito snímky velmi výrazná.

I na výše přiložených snímcích jde vidět přímá souvislost mezi reálnou situací a vytvořenou virtuální simulací. Je zde názorně potvrzeno tvoření kolon v prakticky stejné míře jako tomu je ve skutečnosti. Kolony se táhly až na samý konec simulačního prostoru, který se nachází ve vzdálenosti cca. 450 metrů od centra křižovatky na ramenu A, a cca. 500 metrů od centra křižovatky na ramenu C. Lze tedy předpokládat, že kolony končily až několik set metrů za křižovatkou, jako je tomu aktuálně dnes. Tato ulice Třídy Vítězství v simulaci měří necelý kilometr, z důvodu výše popsané limitace studentské verze softwaru.

První stanovená hypotéza práce H1 „Vstupní data intenzit dopravy, použitá v simulaci, jsou v souladu s reálnou situací.“ je tedy tímto potvrzena a můžeme pokračovat k návrhu zlepšení dopravní situace na tomto úseku.

Obrázek 14: Vissim-dopravní zácpy na ramenech A/C (zdroj: vlastní)

# 7 NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ

Jakmile byla v předchozí kapitole potvrzena platnost a směrodatnost vstupních údajů intenzit dopravy, můžeme s jistotou použít tyto vstupní data při simulování návrhu nového řešení. Pokud simulace navrhovaného řešení bude vykazovat pozorovatelná a měřitelná zlepšení oproti původnímu stavu, může být také druhá hypotéza prohlášena za potvrzenou.

Vzhledem k nízké propustnosti stávající světelné křižovatky v hodinách špičky se nabízí návrh přebudování dopravního uzlu, vytvořením tzv. turbo-okružní křižovatky. Propustnost těchto křižovatek se uvádí na kapacitu až 3500 voz/h. [11] Tento odhad kapacity je udáván u variant bez rychlých odbočovacích a napojovacích pruhů vpravo, které ještě dále výrazně zvyšují průjezdnost.

Turbo-okružní křižovatka je zvláštní typ okružní křižovatky se dvěma a více jízdními pruhy na okružním pásu, jejímž principem je rozřazení vozidel do jízdních pruhů pro požadovaný směr odbočení již před křižovatkou. Vozidla následně projíždějí křižovatkou po plynule vedených, spirálově uspořádaných jízdních pruzích okružního pásu, na kterých je zamezeno proplétání vozidel a konfliktům vozidel jedoucích po okružním pásu s vozidly opouštějícími okružní pás pomocí fyzického oddělení jízdních pruhů. Navrhuje se na stávajících nebo nově řešených křižovatkách za účelem zvýšení kvality dopravy. V české literatuře se někdy tyto křižovatky nazývají jako spirálové okružní křižovatky. [11]

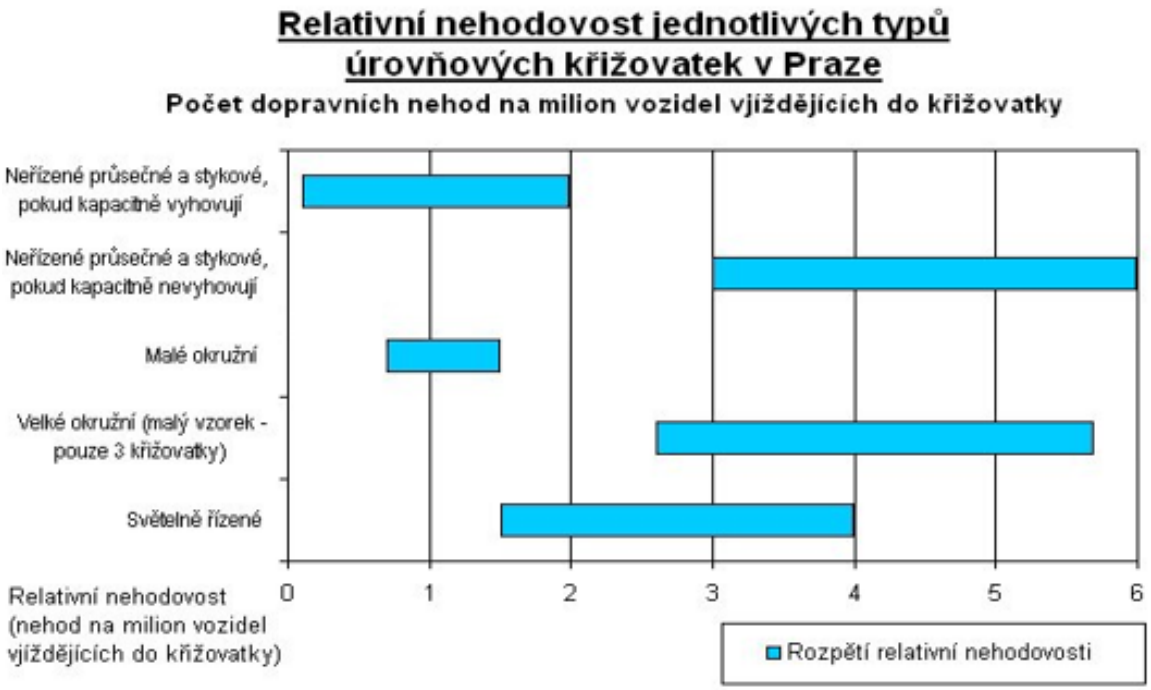
Návrh by nejen mohl zrychlit dopravu a eliminovat časté zácpy vyskytující zejména v hlavním směru, ale také by ušetřil obci nemalé finanční výdaje na provoz a údržbu současného neefektivního řešení. Vybudování kruhového objezdu v obci Kunovice by bylo prospěšné především pro místní obyvatele denně dojíždějící do Uherského Hradiště a blízkého okolí. A mimo jiné by také pomohl v boji proti negativnímu uvolňování emisí a výfukových plynů z vozidel aktuálně stojících dlouhé minuty na komunikaci. Při současném stavu, v dopravní špičce, stojí vozidla v křižovatce až patnáct a více minut, což je v dnešní době naprosto nepřijatelně dlouhá doba.

Výstavba by také mohla přinést zlepšení co se týče dojezdových časů MHD a zpřesnění dodržování jízdních řádů, které je při současné situaci prakticky neexistující.

## 7.1 Nehodovost na malých okružních křižovatkách

V rámci popsání relativní nehodovosti okružních křižovatek v Praze, byla Technickou správou komunikací hl. m. Prahy provedena analýza tzv. velkých okružních křižovatek (dále VOK). Mezi základní rozlišovací znaky okružních křižovatek patří vnější průměr jízdního pruhu, obtáčejícího středový ostrov. Přesáhne-li tato hodnota 40 metrů mluvíme o VOK.

Navrhovaná turbo-okružní křižovatka na zkoumaném úseku spadá do kategorie malých okružních křižovatek (dále MOK), které byly, alespoň v Praze, označeny za nejvíce bezpečné, co se dopravních nehod týče, viz. tab. 5. [10]




Tabulka 5: Relativní nehodovost jednotlivých úrovňových křižovatek v Praze (zdroj: tsk-praha.cz)

Jak můžeme vidět na přiložené tabulce výše. Relativní nehodovost na MOK se obvykle pohybuje v rozmezí 0,7 až 1,5 nehod na milion vozidel, které projedou danou křižovatkou. Pro srovnání, nehodovost na klasických světelně řízených křižovatkách se pohybuje v rozmezí hodnot 1,5 až 4,0 nehod na milion vozidel. Čili na pražských MOK se stane pouze 40 % nehod oproti světelně řízeným křižovatkám.

I přesto, že zjištěná nehodovost v kapitole 4 nebyla příliš velká (v průměru 6 nehod za rok), tato statistika by se, vybudováním navrhované okružní křižovatky, dle analýzy TSK Praha dala ještě výrazně zlepšit.

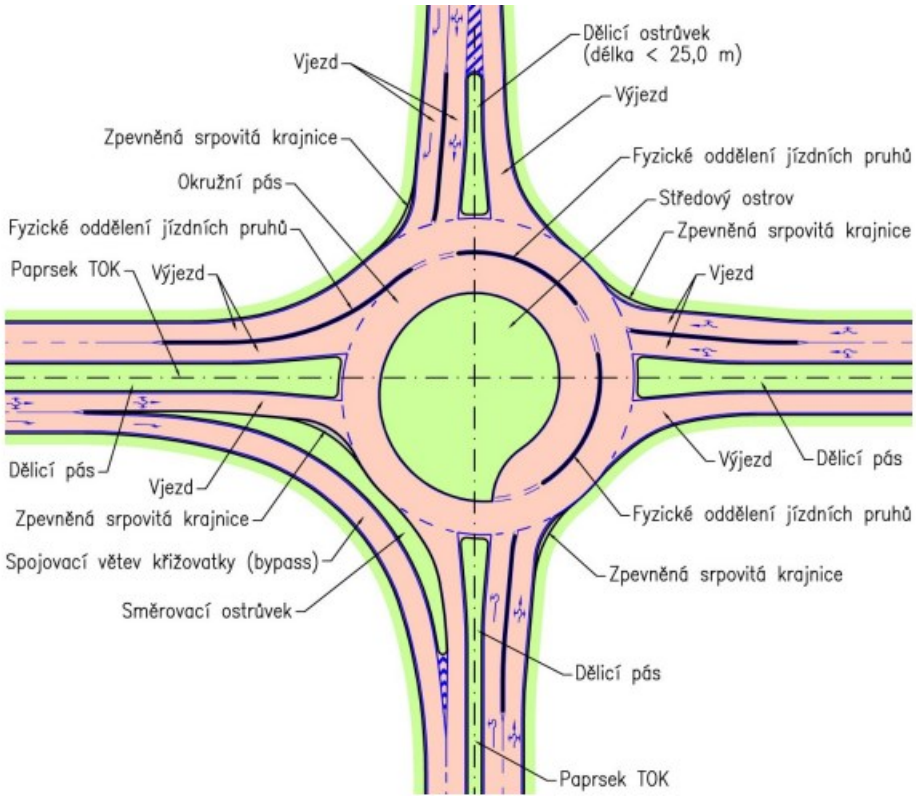
## 7.2 Turbo-okružní křižovatka

Turbo-okružní křižovatky se dle počtu paprsků a jízdních pruhů na jednotlivých paprscích a na okružním pásu rozlišují na následující typy:

- čtyřpaprskové turbo-okružní křižovatky:
  - turbo-okružní křižovatka typu vejce
  - základní turbo-okružní křižovatka
  - turbo-okružní křižovatka typu koleno
- třípaprskové turbo-okružní křižovatky:
  - turbo-okružní křižovatka typu propnuté koleno [11]

Vícepaprskové turbo-okružní křižovatky jsou křižovatky s více než 4 paprsky. Jedná se o atypické řešení, u kterého je třeba zajistit dostatečný vnější průměr pro napojení všech paprsků. Podle velikosti dále rozdělujeme výše uvedené typy turbo-okružních křižovatek na malé, malé standartní, standartní a velké TOK (viz Příloha 3). Kapacita turbo-okružní křižovatky neroste s jejím vnějším průměrem. [11]

Pro navrhované řešení byla vybrána malá základní turbo-okružní křižovatka s předpokládanou kapacitou 2800 voz/h.




Obrázek 15: Popis prvků TOK (zdroj: TP 135)

## 7.3 Simulace navrhovaného řešení

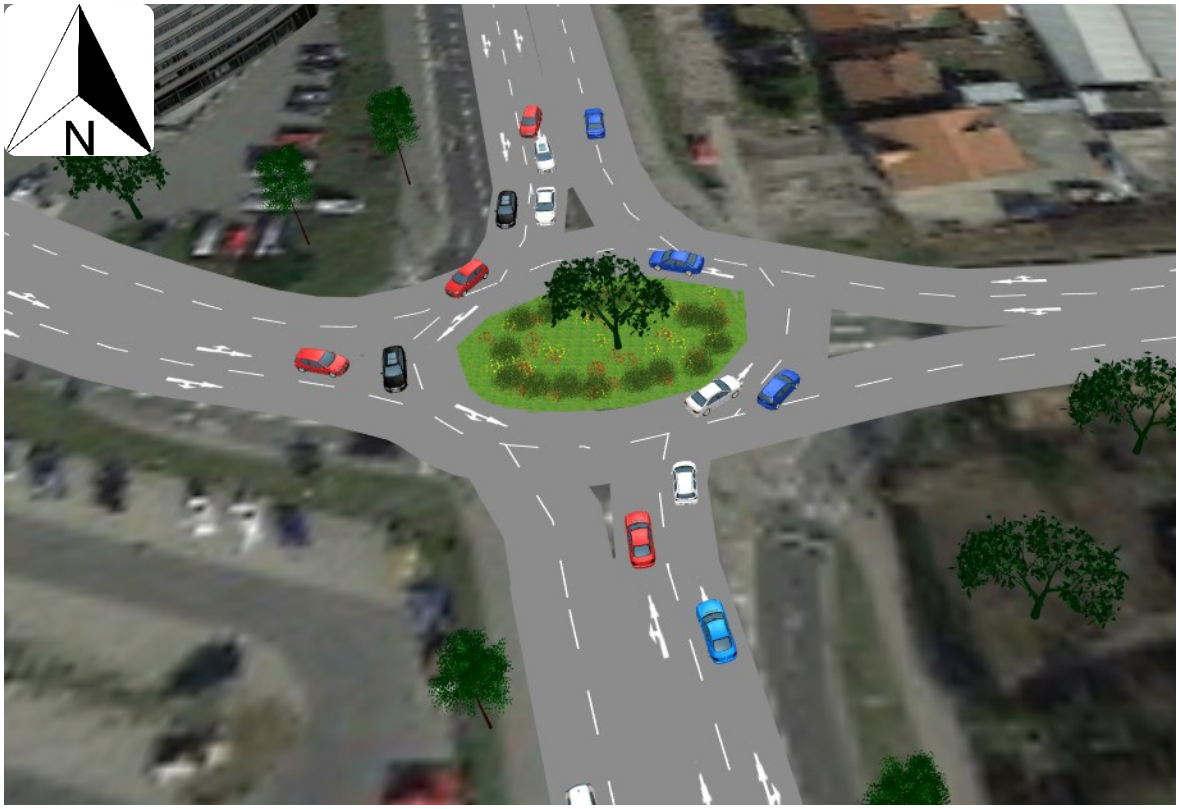
Okružní křižovatka je dimenzována přesně do středu aktuální křižovatky. Čili by bylo možno při výstavbě využít stávající komunikace, jak lze vidět na následujících snímcích. Jednalo by se o poměrně malou úpravu, která by však měla velmi pozitivní účinky na propustnost dopravy na zkoumaném úseku. O estetickou stránku věci se postaraly 3D modely vegetace umístěné podél ramen okružní křižovatky a zejména na středovém ostrově.

Obrázek 16: Model okružní křižovatky (zdroj: vlastní)

Navrhovaná okružní křižovatka má dle TP 135 konstantní odhadovanou propustnost 2800 voz/hod. Takže se dá očekávat, že celková zjištěná intenzita dopravy 2700 voz/hod, by neměla na nově navrženém úseku dělat výrazné problémy.

V simulaci aktuální světelné křižovatky, se zejména na ramenech A a C tvořily dopravní zácpy dlouhé stovky metrů, jelikož světelné křižovatky jednoduše nejsou na tuto špičkovou intenzitu tisíců vozidel za hodinu stavěné.

Na následujících snímcích je zachycena probíhající simulace návrhu malé okružní křižovatky. Dopravní zácpy byly prakticky téměř eliminovány a celková průjezdnost křižovatkou se výrazně zvýšila.




Obrázek 17: Simulace okružní křižovatky 1 (zdroj: vlastní)

Na obr. 17 můžeme názorně vidět, že na okružním pásu ve středu křižovatky se současně nachází 5 vozidel. Což automaticky naznačuje na vyšší propustnost tohoto uzlu ve srovnání s klasickou světelně řízenou křižovatkou, kdy se v samotném středu nachází zpravidla jen dvě až tři vozidla současně.

A zároveň vidíme, že téměř všechna vozidla při příjezdu k okružní křižovatce okamžitě pokračují v cestě a nečekají v dlouhých kolonách, jako tomu je u stávající světelné křižovatky.

## 7.4 Hypotéza H2: „Turbo-okružní křižovatka přinese zvýšení propustnosti a zkrácení délky dopravních zácp na daném úseku.“

Pro potvrzení, či vyvrácení druhé hypotézy, tedy zda návrh turbo-okružní křižovatky vedl ke zvýšení propustnosti a zkrácení délky dopravních zácp na zkoumaném úseku, bylo z důvodu výchylek a celkové variaci v dopravě, provedeno celkem dvacet simulačních kol.

Konkrétně u obou variant křižovatky bylo shodně provedeno deset simulačních kol, při kterých byla sledována a zaznamenána propustnost jednotlivých ramen a zároveň délky tvořících se kolon.

Přičemž se opět dostáváme k jedné z omezujících vlastností studentské verze Vissimu, kdy čas běžící v simulaci nemůže překročit 600 sekund neboli 10 minut. Čili všechna následující získaná data odpovídají deseti minutám v reálném čase. I přesto, že by bylo rozhodně směrodatnější zkoumat delší časový úsek, závěry zjištěné z těchto omezených simulačních intervalů jsou poměrně dostatečné.

Nejzásadnějším zjištěním je bez pochyby srovnání průměrné a maximální délky tvořených kolon na ramenech křižovatky. Jak již bylo potvrzeno v minulých kapitolách, za současného stavu se na ramenech A a C tvoří dopravní zácpy dlouhé stovky metrů, avšak při simulaci návrhu nové okružní křižovatky byly zaznamenány kolony v průměru téměř dvacetkrát kratší. A maximální délka kolon na hlavních ramenech křižovatky se také snížila téměř desetkrát oproti aktuálnímu stavu.

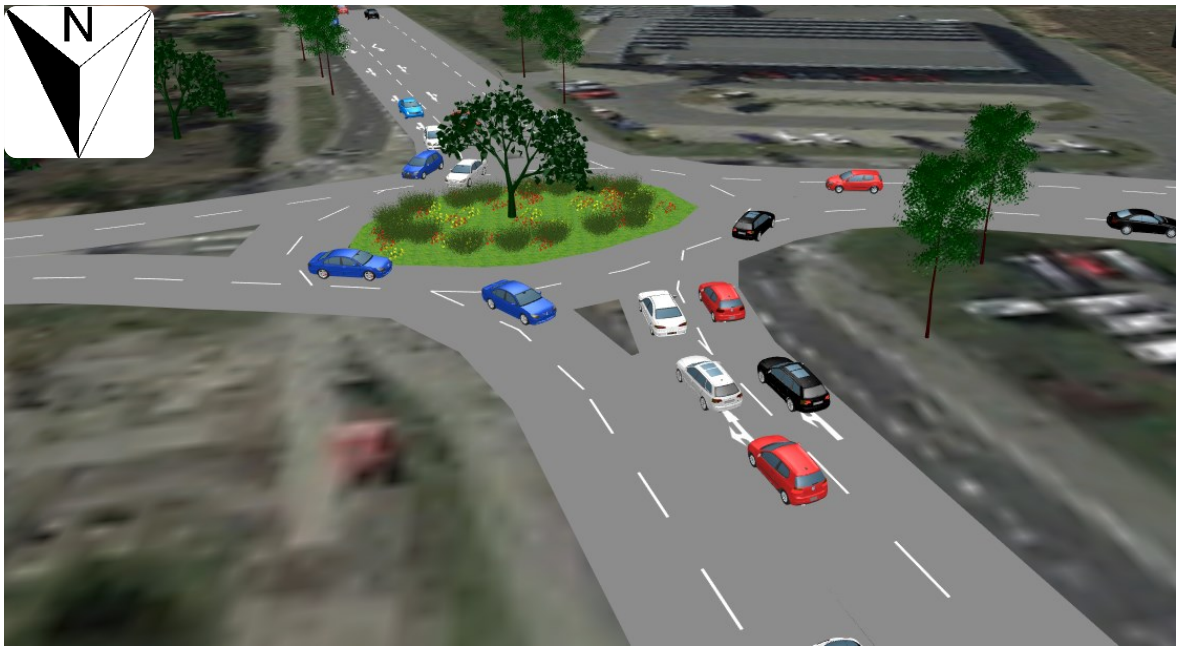
Srovnání průměrné a maximální pozorované délky kolon je uvedeno v následující Tabulce 6.

| | Průměrná a maximální délka kolon v simulacích (srovnání) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Průměrná kolona (m) | Maximální kolona (m) | Průměrná kolona (m) | Maximální kolona (m) |
| | Aktuální světelná křižovatka | | Návrh okružní křižovatky | |
| Rameno A | 350 | 450 | 18 | 50 |
| Rameno B | 23 | 69 | 8 | 18 |
| Rameno C | 400 | 500 | 23 | 69 |
| Rameno D | 16 | 36 | 6 | 16 |

Tabulka 6: Průměrná a maximální délka kolon v simulacích-srovnání (zdroj: vlastní)

Obdobně jako při zkoumání pravdivosti první hypotézy, kdy byla potvrzena přímá souvislost mezi realitou a simulací daného dopravního uzlu, je i zde záhodno přiložit snímek ze stejné pozice a úhlu jako tomu bylo v předchozím případě.

Je zde názorně vidět, že nedochází k tvoření téměř žádných dopravních zácp, vozidla plynule vjíždějí a vyjíždějí z navrhované okružní křižovatky, až se téměř zdá, že se celková intenzita dopravy snížila, což samozřejmě není pravda. Intenzita dopravy v obou simulacích je shodná – 2700 voz/hod.




Obrázek 18: Simulace okružní křižovatky 2 (zdroj: vlastní)

V následující tabulce je zaznamenána propustnost na jednotlivých ramenech křižovatky za dobu simulačního intervalu.

| | Propustnost vozidel za dobu simulačního intervalu | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Průměr | Max | Průměr | Max |
| | Aktuální světelná křižovatka | | Návrh okružní křižovatky | |
| Rameno A | 59 | 68 | 145 | 163 |
| Rameno B | 49 | 54 | 138 | 154 |
| Rameno C | 58 | 72 | 128 | 139 |
| Rameno D | 6 | 13 | 18 | 22 |

Tabulka 7: Propustnost vozidel za dobu simulačního intervalu (zdroj: vlastní)

Propustnost aktuální světelné křižovatky je výrazně nižší ve srovnání s navrhovanou TOK. V součtu průměrných hodnot všech ramen dosahuje propustnost světelné křižovatky 172 vozidel za simulační interval. Součet průměrných hodnot všech ramen TOK dosahuje propustnosti 429 vozidel za dobu simulačního intervalu, což je 249% nárust propustnosti.

Při vlastním pozorování simulací jsem si všiml jasného nedostatku způsobujícího nižší propustnost světelné křižovatky. Tím hlavním prvkem způsobujícím neefektivnost dopravy je část cyklu světelných semaforů, kdy mají zelenou ramena B a D. Tyto ramena nejsou obvykle příliš zatížena a netvoří se na nich neúnosné kolony (viz. Tab. 6). A proto v průběhu simulací obvykle vznikala situace, kdy pár vozidel, které zde čekaly projelo a poté zelená svítila „na prázdno“ zatímco se na vytížených ramenech A a C tvořily stále větší kolony. Takže paradoxně, čím méně vozidel se nacházelo v určitý moment na málo vytížených ramenech, tím více poté trpěla propustnost křižovatky, protože za daný cyklus světelného semaforu projelo poté méně vozidel.

Tento neefektivní prvek samozřejmě neexistuje na okružních křižovatkách, neboť nejsou závislé na uměle vytvořených statických cyklech světelných semaforů.

Turbo-okružní křižovatka by mimo jiné přinesla pozitivní změny i ve snížení nehodovosti, neboť se na ní obecně nachází mnohem méně konfliktních zón, na kterých může dojít ke střetu vozidel, viz kapitola 7.1.

Díky výše přiloženým statistikám propustnosti a srovnání průměrných délek kolon v simulacích, je zcela jasné, že v obou z těchto sledovaných vlastností je turbo-okružní křižovatka efektivnějším a kvalitnější řešením oproti klasické světelné křižovatce. Tím pádem se hypotéza H2 „Turbo-okružní křižovatka přinese zvýšení propustnosti a zkrácení délky dopravních zácp na daném úseku.“ považuje za potvrzenou.

Jako sekundární výstup ze simulací byly vytvořeny také 3D animace a videa obou řešení zkoumané křižovatky, které dále názorněji a pochopitelněji zachycují zmíněná fakta a zásadní rozdíly mezi aktuálním stavem křižovatky a navrhovaným řešením.

# ZÁVĚR

V této bakalářské práci byla analyzována a popsána současná situace na křižovatce ulic Třídy Vítězství a Obchodní, přičemž primárním cílem bylo navržení řešení, které by zvýšilo propustnost daného uzlu a snížilo délku vznikajících dopravních zácp.

Podkladem teoretické části bylo zejména vlastní pozorování a znalosti konkrétní světelné křižovatky, byla provedena analýza současného nevyhovujícího stavu, podložena intenzitami dopravy za rok 2016 spolu se statistikou nehodovosti na tomto úseku od roku 2010.

V praktické části byla pomocí softwaru Vissim nejprve vytvořena simulace aktuálního stavu křižovatky, čímž se potvrdila první stanovená hypotéza o exaktnosti vstupních dat. Poté byl popsán návrh turbo-okružní křižovatky, která by v teoretické rovině měla zvládnout zjištěné intenzity dopravy na zkoumaném úseku. Pomocí simulací a statistických srovnání s původní světelnou křižovatkou bylo dospěno k závěru, že turbo-okružní křižovatka je opravdu efektivním a kvalitním řešením zkoumané neadekvátní situace. Čímž byla potvrzena druhá stanovená hypotéza. TOK by téměř úplně eliminovala dopravní zácpy a zvýšila průjezdnost o bezmála 250 %.

K modelování a simulaci dopravních uzlů byla využita studentská verze softwaru PTV Vissim 11.

# SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] *Město Kunovice* [online]. 2015 [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: https://www.mesto-kunovice.cz/

[2] *Idnes.cz* [online]. Zlín, 2019 [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: Devět let po povodních začnou v Kunovicích vznikat hráze za stamiliony Zdroj: https://www.idnes.cz/zlin/zpravy/kunovice-reka-olsava-protipovodnova-opatreni-stavba-hraze-povodne.A190316_464108_zlin-zpravy_ras

[3] Město Kunovice: Historie Kunovic. *Město Kunovice*. [online]. 2017 [cit. 2019-05-02]. Dostupné z: http://www.mesto-kunovice.cz/mesto/historie/

[4] Město Uherské Hradiště: Pomozte zlepšit dopravu také vy, zapojte se do průzkumu! *Město Uherské Hradiště*[online]. 2018 [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: https://www.mesto-uh.cz/pomozte-zlepsit-dopravu-take-vy-zapojte-se-do-pruzkumu

[5] Města Uherské Hradiště a Kunovice chtějí novou křižovatku. *Město Uherské Hradiště*[online]. 2018 [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: https://www.mesto-uh.cz/mesta-uherske-hradiste-a-kunovice-chteji-novou-krizovatku

[6] BARTOŠ, Luděk. *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích: TP 189*. 2. vyd. Plzeň: EDIP, 2012. ISBN 978-80-87394-06-9.

[7] Jednotná dopravní vektorová mapa [online]. Ministerstvo dopravy [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: http://www.jdvm.cz/

[8] ČSN 73 6102 ED. 2. ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA: Projektování místních komunikací. Praha, 2012.

[9] *Parlamentní Listy: Kunovice trápí dlouhé kolony, důvodem je chybějící infrastruktura* [online]. 27.09.2017 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: https://www.parlamentnilisty.cz/arena/monitor/Kunovice-trapi-dlouhe-kolony-duvodem-je-chybejici-infrastruktura-505787

[10] KOVAŘÍK, Jan. *Dopravní nehody: Malé okružní křižovatky v Praze a jejich vliv na bezpečnost silničního provozu* [online]. Leden 2005. Praha: Technická správa komunikací hl. m. Prahy [cit. 2019-05-13].

[11] TP 135. Technické podmínky: PROJEKTOVÁNÍ OKRUŽNÍCH KŘIŽOVATEK NA SILNICÍCH A MÍSTNÍCH KOMUNIKACÍCH. Praha: Ministerstvo dopravy, 2017.

# SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|---|---|
| MHD | Městská hromadná doprava |
| VHD | Veřejná hromadná doprava |
| CSD | Celostátní sčítání dopravy |
| RPDI | Roční průměr denních intenzit |
| ŘSD | Ředitelství silnic a dálnic |
| JDVM | Jednotná dopravní vektorová mapa |
| Voz/hod | Vozidel za hodinu |

# SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Logo města Kunovice (zdroj: https://www.mesto-kunovice.cz/) ..... 11
Obrázek 2: Poloha Kunovic v rámci České republiky (zdroj: mapy.cz) ..... 12
Obrázek 3: Letecký pohled na křižovatku s označeními (zdroj: mapy.cz, upraveno autorem) ..... 13
Obrázek 4: Dopravní zácpa při pohledu do ramena A (zdroj: google.maps.com) ..... 14
Obrázek 5: Pohled do ramena B (zdroj: google.maps.com) ..... 15
Obrázek 6: Dopravní zácpa při pohledu do ramena C (zdroj: google.maps.com) ..... 16
Obrázek 7: Pohled do ramena D (zdroj: google.maps.com) ..... 17
Obrázek 8: Mapa sčítání dopravy na silniční síti v Kunovicích 2016 (zdroj: rsd.cz, upraveno autorem) ..... 22
Obrázek 9: Dopravní zácpy na ramenech A/C (zdroj: televizetvs.cz) ..... 26
Obrázek 10: Mapa nehodovosti v okolí křižovatky 2010-2019 (zdroj: jvdm.cz) ..... 27
Obrázek 11: Simulace současného stavu (zdroj: vlastní) ..... 33
Obrázek 12: Vissim-Dopravní zácpy na ramenu A (zdroj: vlastní) ..... 34
Obrázek 13: Vissim-konfliktní zóny (zdroj: vlastní) ..... 35
Obrázek 14: Vissim-dopravní zácpy na ramenech A/C (zdroj: vlastní) ..... 36
Obrázek 15: Popis prvků TOK (zdroj: TP 135) ..... 39
Obrázek 16: Model okružní křižovatky (zdroj: vlastní) ..... 40
Obrázek 17: Simulace okružní křižovatky 1 (zdroj: vlastní) ..... 41
Obrázek 18: Simulace okružní křižovatky 2 (zdroj: vlastní) ..... 43

# SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Sčítání dopravy 2016, úsek ulice Třída Vítězství (zdroj: rsd.cz) ..... 24
Tabulka 2: Statistika nehod podle hlavních opřičin nehody (zdroj: jdvm.cz) ..... 28
Tabulka 3: Statistika nehod podle druhu vozidla viníka nehody (zdroj: jdvm.cz) ..... 29
Tabulka 4: Statistika nehod podle viditelnosti (zdroj: jdvm.cz) ..... 30
Tabulka 5: Relativní nehodovost jednotlivých úrovňových křižovatek v Praze (zdroj: tsk-praha.cz) ..... 38
Tabulka 6: Průměrná a maximální délka kolon v simulacích-srovnání (zdroj: vlastní) ..... 42
Tabulka 7: Propustnost vozidel za dobu simulačního intervalu (zdroj: vlastní) ..... 43

# SEZNAM PŘÍLOH

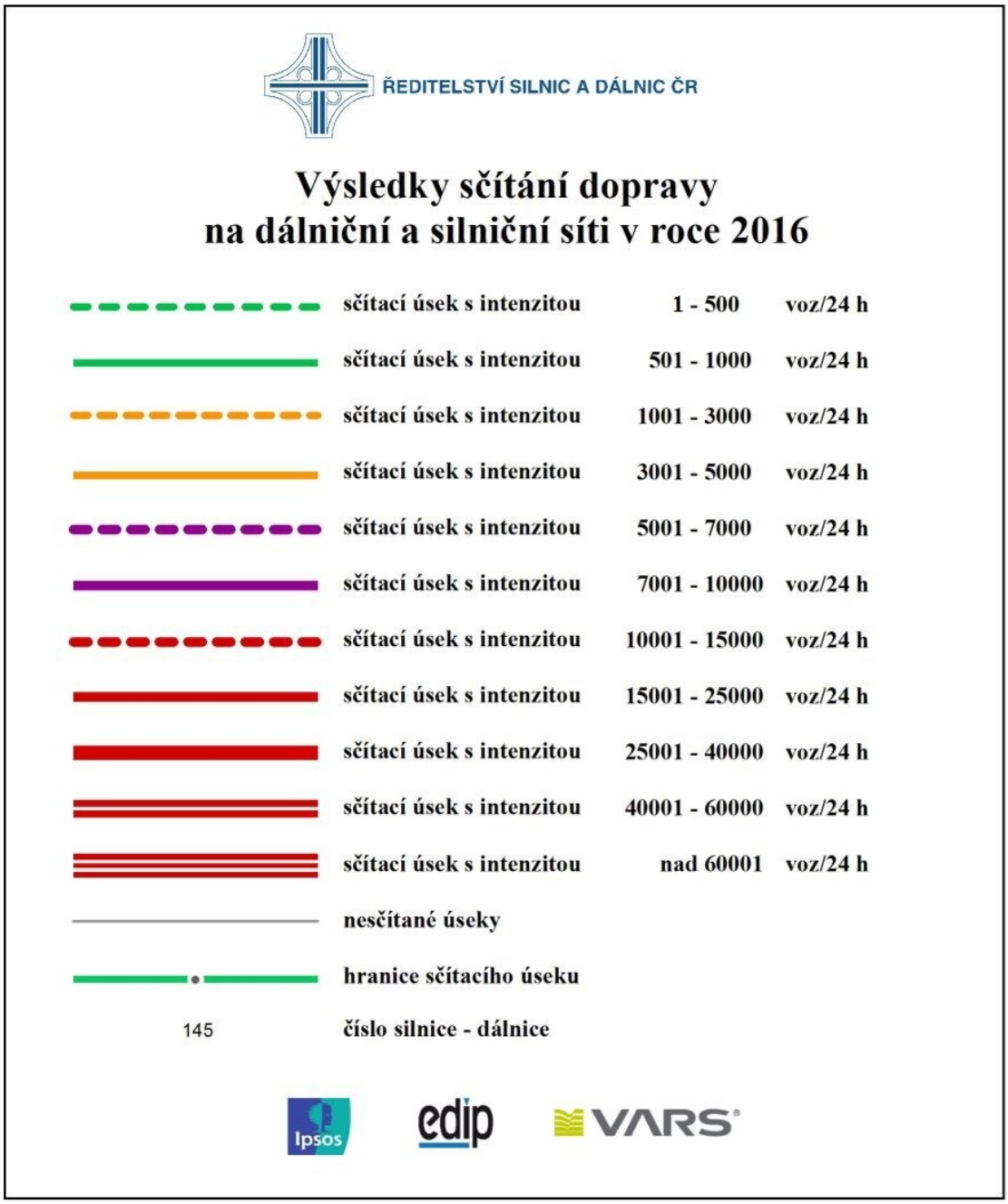
Příloha 1: význam použitých zkratek sčítání dopravy 2016, ŘSD (zdroj, rsd.cz)..... 51
Příloha 2: legenda – výsledky sčítání dopravy na dálniční a silniční síti v roce 2016 (zdroj: rsd.cz)..... 52
Příloha 3: Rozměry prvků turbo-okružních křižovatek (zdroj: TP 135)..... 53

# PŘÍLOHA P I: VÝZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK SČÍTÁNÍ DOPRAVY 2016, ŘSD

| Význam použitých zkratek: | |
|---|---|
| **LN** | Lehká nákladní vozidla (užitečná hmotnost do 3,5 t) bez přívěsů i s přívěsy |
| **SN** | Střední nákladní vozidla (užitečná hmotnost 3,5 – 10t) bez přívěsů |
| **SNP** | Střední nákladní vozidla (užitečná hmotnost 3,5 – 10t) s přívěsy |
| **TN** | Těžká nákladní vozidla (užitečná hmotnost nad 10t) bez přívěsů |
| **TNP** | Těžká nákladní vozidla (užitečná hmotnost nad 10t) s přívěsy |
| **NSN** | Návěsové soupravy nákladních vozidel |
| **A** | Autobusy |
| **AK** | Autobusy kloubové |
| **TR** | Traktory bez přívěsů |
| **TRP** | Traktory s přívěsy |
| **TV** | Těžká motorová vozidla celkem |
| **O** | Osobní a dodávková vozidla bez přívěsů i s přívěsy |
| **M** | Jednostopá motorová vozidla |
| **SV** | Všechna motorová vozidla celkem (součet vozidel) |
| **TNV** | Těžká nákladní vozidla<br>(0,1.LN+0,9.SN+1,9.SNP+TN+2,0.TNP+2,3.NSN+A+AK) |
| **PS** | Poměr intenzit protisměrných dopravních proudů v nedělní (odpolední) návratové špičce |
| **ALFA, BETA** | Ukazatele variací silniční dopravy<br>ALFA – poměr intenzity v letní neděli k celoročnímu průměru [-]<br>BETA – poměr intenzity v letním pracovním dnu k celoročnímu průměru [-] |
| **GAMA** | ALFA/BETA [-] |
| C | Cyklisté [cyklo/den] |
| **Výpočty podle metodiky CSD 2016 (nákladní souprava je za jedno vozidlo)** | |
| **Hluk:** | |
| OA | O+M |
| NA | LN+SN+TN+A+AK+TR+TRP |
| NS | SNP+TNP+NSN |
| **Emise:** | |
| OA | O+M |
| LNA | LN |
| TNA | SN+TN+TR+TRP |
| NS | SNP+TNP+NSN |
| BUS | A+AK |

Příloha 1: význam použitých zkratek sčítání dopravy 2016, ŘSD (zdroj, rsd.cz)

# PŘÍLOHA P 2: LEGENDA – VÝSLEDKY SČÍTÁNÍ DOPRAVY NA DÁLNIČNÍ A SILNIČNÍ SÍTI V ROCE 2016




Příloha 2: legenda – výsledky sčítání dopravy na dálniční a silniční síti v roce 2016 (zdroj: rsd.cz)

# PŘÍLOHA P 3: LEGENDA – ROZMĚRY PRVKŮ TURBO-OKRUŽNÍCH KŘIŽOVATEK

| Prvek TOK | Ozn. | Rozměry | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Malá TOK** | **Malá standardní TOK** | **Standardní TOK** | **Velká TOK** |
| Vnější průměr TOK [m] | **D** | **< 56,0** | **56,0–60,0** | **60,0–65,0** | **> 65,0** |
| Vnitřní vozovka, vnitřní okraj [m] | **R1** | **10,500** | **12,000** | **15,000** | **20,000** |
| Vnitřní vozovka, vnější okraj [m] | **R2** | **17,850** | **18,975** | **21,550** | **25,950** |
| Vnější vozovka, vnitřní okraj [m] | **R3** | **18,150** | **19,275** | **21,850** | **26,250** |
| Vnější vozovka, vnější okraj [m] | **R4** | **24,550** | **25,525** | **27,850** | **31,900** |
| Šířka vnitřní vozovky [m] | **Š1** | **8,30** | **7,70** | **7,10** | **6,25** |
| Šířka vnější vozovky [m] | **Š2** | **6,40** | **6,25** | **6,00** | **5,65** |
| Šířka vnitřního jízdního pruhu [m] | **$a_1$** | **7,80** | **7,20** | **6,60** | **5,75** |
| Šířka vnějšího jízdního pruhu [m] | **$a_2$** | **5,90** | **5,75** | **5,50** | **5,15** |
| Vodicí proužek [m] | **v** | **0,25** | **0,25** | **0,25** | **0,25** |
| Fyzické oddělení jízdních pruhů [m] | **$d_f$** | **0,30** | **0,30** | **0,30** | **0,30** |
| Posun vnější (vzdálenost vnějších středů) [m] | **Pe** | **8,60** | **8,00** | **7,40** | **6,55** |
| Posun vnitřní (vzdálenost vnitřních středů) [m] | **Pi** | **6,70** | **6,55** | **6,30** | **5,95** |
| Poloměr zaoblení na vjezdu [m] | **Ri** | **20,00** | **20,00** | **20,00** | **20,00** |
| Poloměr zaoblení na výjezdu [m] | **Re1** | **40,0; 20,0; 60,0** | **40,0; 20,0; 60,0** | **40,0; 20,0; 60,0** | **40,0; 20,0; 60,0** |
| Poloměr zaoblení fyzického oddělení na výjezdu [m] | **Re2** | **40,0; 20,0; 60,0** | **40,0; 20,0; 60,0** | **40,0; 20,0; 60,0** | **40,0; 20,0; 60,0** |
| Dosahovaná rychlost průjezdu dle ČSN 73 6102 [km/h] | **v1** | **19–27** | **20–28** | **20–29** | **20–30** |

Příloha 3: Rozměry prvků turbo-okružních křižovatek (zdroj: TP 135)