

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra vozidel a pozemní dopravy



Dopravní průzkumy okružních křižovatek

Bakalářská práce

Vedoucí práce: doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

Autor práce: Lukáš Čuřík

Praha 2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Lukáš Čuřík

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Dopravní průzkumy okružních křižovatek

Název anglicky

Traffic surveys of roundabouts

Cíle práce

Vypracovat přehled provádění dopravních průzkumů se zaměřením na směrové průzkumy okružních křižovatek.

Metodika

1. Rešeršní část – zpracovat přehled metod a prostředků dopravních průzkumů
2. Provést na vybrané lokalitě dopravní průzkum okružní křižovatky
3. Analyzovat výsledky průzkumu
3. Diskuse a závěr

Doporučený rozsah práce

do 30 stran textu včetně obrázků a tabulek

Klíčová slova

dopravní průzkum, okružní křižovatka, intenzity dopravy

Doporučené zdroje informací

KOČÁRKOVÁ D.- KOCOUREK J.- JACURA M.: Základy dopravního inženýrství, ČVUT Praha 2009, ISBN:978-80-01-04233-5, 142 s.

Normy ČSN 73 61 XX – s tematikou dopravní

SLINN M.-GUEST P.-MATTHEWS P.: Traffic Engineering Design, Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005,Oxford, , 2. ed., ISBN 0-7506-5865-7, 232 p.

Technické podmínky Ministerstva Dopravy ČR: http://www.pjpk.cz/te_po.htm (16.12.2016)

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 13. 1. 2017

doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 1. 2017

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 15. 03. 2017

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Miroslava Růžičky, CSc. a použil pouze zdrojů, které uvádím v seznamu použité literatury.

V Praze dne:

Autor Lukáš Čuřík

Poděkování

Rád bych na úvod své práce poděkoval všem, kteří mi poskytli veškeré podklady, rady i fyzickou pomoc při dopravním průzkumu. Zejména poděkování patří panu doc. Ing. Miroslavu Růžičkovi, CSc. za cenné rady a odborné znalosti a panu Ing. Davidu Marčvi za pomoc při dopravním průzkumu a jeho zpracování.

Dále chci poděkovat svým blízkým za jejich morální podporu, rady a tipy.

Abstrakt: Tato bakalářská práce je pilotním projektem průzkumu okružních křižovatek. Úvod bakalářské práce tvoří rešeršní část, která shrnuje přehled metod a prostředků pro dopravní průzkumy a zejména dopravní průzkumy okružních křižovatek a jejich intenzit. Dále pak shrnuje různé typy okružních křižovatek a jejich specifika. V navazující části práce je popsán postup přípravy dopravního průzkumu a reálné provedení na křížení pozemních komunikací ulic Kunratická spojka a Vídeňská, který obsahuje vyhodnocení celého průzkumu a srovnání použitých metod měření.

Hlavním cílem práce je provést v rešeršní (teoretické) části metodiku dopravních průzkumů a problematiku dopravních průzkumů okružních křižovatek, v praktické části naplánovat reálný dopravní průzkum na zvolené okružní křižovatce, vyhodnotit průzkum a celkový průběh měření. Z proběhlého průzkumu vyhodnotit a připravit vstupy pro druhotný dopravní průzkum v rámci navazující diplomové práce.

Klíčová slova: dopravní průzkum, okružní křižovatka, intenzita dopravy

Traffic surveys of roundabouts

Summary: The bachelor thesis is the pilot project of roundabout research. Introduction consists of research parts which summarize general methods and resources for traffic survey, especially roundabouts and their intensity. The following part describes the proces of traffic survey and real implementation on crossing road of Kunratická and Vídeňská street and contains results of survey and comparison of applied measuring methods. The primary goal focus on implementation of methodology traffic surveys and traffic surveys issues in the theoretical section and planning the real traffic survey on chosen roundabout and evaluation the survey and measuring process in practical part.

Key words: traffic survey, roundabout, traffic intensity

Obsah

Úvod.....	1
1. Rešeršní část	2
1.1. Vymezení cílů bakalářské práce.....	2
1.2. Důvody dopravních průzkumů.....	2
1.3. Okružní křižovatky.....	3
1.3.1. Mini okružní křižovatky	5
1.3.2. Kompaktní okružní křižovatky.....	5
1.3.3. Jednopruhové okružní křižovatky	6
1.3.4. Dvoupruhové okružní křižovatky.....	7
1.3.5. Turbo okružní křižovatky	8
1.4. Dopravní průzkumy	12
1.4.1. Druhy dopravních průzkumů.....	13
1.4.2. Formy provádění průzkumu	15
1.4.3. Způsoby provádění průzkumů.....	16
1.5. Dopravní průzkumy okružních křižovatek.....	17
1.5.1. Problematika dopravního průzkumu okružní křižovatky.....	18
1.5.2. Směrový dopravní průzkum ruční	18
1.5.3. Směrový dopravní průzkum kartičkovou metodou	19
1.5.4. Směrový dopravní průzkum - automatický záznam RZ a SPZ	20
1.5.5. Křižovatkový dopravní průzkum videodetekce (TRAFICON).....	20
1.5.6. Záznam křižovatky pomocí dronu a automatické vyhodnocení.....	21
2. Praktická část.....	23
2.1. Výběr lokality a mapa širších vztahů	23
2.2. Příprava dopravního průzkumu.....	25
2.3. Provedení dopravního průzkumu	26
2.4. Zpracování dopravního průzkumu	26

2.4.1.	Radarový dopravní průzkum	27
2.4.2.	Videodetekce	29
2.4.3.	Profilový dopravní průzkum pozorováním	31
2.4.4.	Dopravní sčítání TSK Praha	33
2.4.5.	Dopravní průzkum Petra Burdy.....	33
2.5.	Vyhodnocení dopravního průzkumu.....	34
3.	Závěr.....	36
4.	Literatura	37
5.	Seznam tabulek.....	39
6.	Seznam obrázků.....	39

Úvod

V dnešní době není nic neobvyklého vlastnit automobil nebo jiný dopravní prostředek určený pro osobní silniční dopravu. Nemalá část rodin vlastní více dopravních prostředků a zvyšuje tak dopravní intenzity na pozemních komunikacích. Jisté je, že obyvatelé žijící v okolí metropole dojíždí za prací, zábavou i vzděláním a jelikož ne v každé rodině začíná pracovní povinnost rodičům ve shodnou dobu jako školní povinnost jejich ratolestí, často můžeme pozorovat vozidla obsazena pouze jedním nebo dvěma cestujícími i když drtivá část vozidel umožňuje přepravu více osob. Tento fakt, kdy např. v dopravních špičkách proudí velké množství vozidel do a z metropolí, je důvodem pro pozorování dopravních kongescí na pozemních komunikacích a zjišťování jejich konkrétních příčin, zkoumání intenzit vozidel v daných časech a odůvodnění zvýšené dopravy. Samozřejmě je důležité průzkumy zpracovat, nenechat je pouze v odborných studiích, navrhnout vhodné řešení a toto řešení prosadit tak, aby bylo realizováno a uspokojilo tak cestující na daných dopravních cestách.

Naštěstí zkoumání dopravních intenzit v různých časech a navrhování zlepšení dopravní situace úzce souvisí s hromadnou dopravou, která je schopna eliminovat množství osobní dopravy v dopravních špičkách. Dále vědní obor životního prostředí klade větší a větší důraz na snižování emisí z osobní dopravy a přesunutí tak více cestujících do systému hromadné dopravy. Ne vždy je ale jednoduché přesně určit motivaci různě smýšlejících cestujících k přepravě hromadnou dopravou nebo jejich vlastním dopravním prostředkem. Je proto důležité nejen snažit se přesunout veškeré cestující do hromadné dopravy, ale také snažit se zpříjemnit cestování těm, kteří z různých důvodů nemohou služeb hromadné dopravy využít.

V mé bakalářské práci se zaměřuji na různé druhy dopravních průzkumů a zejména na problematiku okružních křižovatek a dopravní průzkumy, které jsou důležité pro následné navrhování správného typu okružní křižovatky nebo jejích úprav. Jako konkrétní případ dopravního průzkumu jsem zvolil křížení ulic Kunratická spojka a Vídeňská, na kterých se nachází okružní křižovatka, kde vznikají dopravní kongesce zejména v přepravních špičkách z metropole i do metropole Prahy.

Pro názornost bylo provedeno více způsobů měření, které jsou popisovány v rešeršní části a celý výsledek měření i rozbor výsledku je popsán v závěru této bakalářské práce, která má za cíl porovnat používané metody a zhodnotit nejvhodnější pro křižovatkový dopravní průzkum v navazující závěrečné práci.

1. Rešeršní část

V následujících kapitolách je zpracovaná rešerše literatury a témat, které se zabývají okružními křižovatkami a zejména jejich dopravními průzkumy a vyhodnocením. Na úvod kapitoly jsou vypracovány kategorie okružních křižovatek, jejich úskalí i výhody a následně navazují kapitoly, které se věnují různým typům dopravních průzkumů, jejich využití v praxi i výhody a nevýhody. Hlavní částí této kapitoly je dopravní průzkum na okružních křižovatkách, co je potřeba sledovat a jaká jsou úskalí těchto průzkumů.

1.1. Vymezení cílů bakalářské práce

Tato bakalářská práce shrnuje poznatky o dopravních průzkumech a zejména problematice dopravních průzkumů okružních křižovatek a v jejich okolí. V úvodu práce se proto zaměřuji na shrnutí metodiky dopravních průzkumů, druhy okružních křižovatek a následně typy dopravních průzkumů a jejich aplikace na problematiku okružních křižovatek. Tuto rešerši poznatků z různých pramenů literatury, online publikací, technických specifikací a norem aplikuji dále do reálného provedení dopravního průzkumu a cílem je ověření přesnosti různých druhů dopravního průzkumu, obtížnost dopravního průzkumu a potřebný rozsah pro další zkoumání vybrané okružní křižovatky a příprava potřebných dat pro širší křižovatkový dopravní průzkum.

1.2. Důvody dopravních průzkumů

Dopravní inženýrství jako vědní obor má za úkol vytvářet podklady pro silniční plánování, a to pro dopravní řešení okamžitá nebo výhledová. Je třeba stanovit různé kategorie silniční sítě a jejich etapy výstavby, využít okamžitých organizačních a regulačních opatření i řízení křižovatek, dále pak hledat taková dopravní řešení, která výhledově uspokojí rostoucí dopravu na dopravní cestě a jsou předem plánována, aby se stačila realizovat včas.

Dopravní inženýrství vnímá čtyři základní okruhy otázek:

1) Uživatel komunikace

Zejména silniční doprava je charakterizována různou skladbou uživatelů komunikace na rozdíl od železniční, vodní nebo letecké dopravy. Na silnicích se mohou vyskytovat různé druhy vozidel s řidiči odlišných zkušeností s jinou přepravní rychlostí. Zároveň jsou do silniční dopravy zapojeni chodci, kteří ovlivňují silniční dopravu také.

2) Dopravní charakteristika

Charakterizuje, jak se dění dopravy odehrává. Sleduje rychlost, rozměry, hmotnosti, dopravní proud, chování na křižovatce, kapacity, nehody, parkování apod.

3) Dopravní průzkumy

Sledování dopravy v určitém čase i místě. Sleduje množství, složení i směry dopravního proudu a jeho změny v prostoru a čase. Dopravními průzkumy se budu blíže zabývat v teoretické i praktické části v následujících kapitolách.

4) Dopravní prognóza

Prognóza dopravy se zabývá výhledovými hodnotami v budoucnosti. Uvažuje různé aspekty, které budou dopravu ovlivňovat v budoucnosti a snaží se co nejpřesněji odhadnout změny chování dopravy v daných místech, aby bylo možné plánovat návrhy změn dopravních cest dostatečně dopředu.

Jak již vyplývá z výše uvedeného, hlavním cílem dopravního inženýrství je zlepšovat dopravu v prostoru i čase, a to nejen kvantitativně ale i kvalitativně. Je potřeba při navrhování řešení uvažovat investiční náročnost řešení zjištěné situace i míru zásahu v území. Zlepšení proto může nastat výstavbou nové komunikace, modernizací stávající komunikace nebo regulací a organizací dopravy.

Regulaci dopravy představuje usměrňování vývoje dopravy různými prostředky a opatřeními. Cílem je pak snížení emisí a hluku, preference MHD, zlepšení životního prostředí apod.

Řízení dopravy je možné pro usměrnění provozu zajistit např. světelnými signály, doprovodnými akustickými signály nebo pokyny policisty.

Organizaci dopravy zajistíme bez stavebních úprav např. vymezením zóny s dopravním omezením (1).

1.3. Okružní křižovatky

Okružní křižovatky s sebou přináší veliké množství výhod, které dávají podněty k výstavbě těchto typů křížení na pozemních komunikacích. Na rozdíl od průsečných křižovatek mnohem bezpečnější. Nehodovost na okružních křižovatkách je mnohem nižší než na průsečných křižovatkách a nehody, které jsou zaznamenány na okružních křižovatkách jsou mnohem méně závažné než na křižovatkách průsečných. Důvodem je nutnost průjezdu mnohem nižší rychlostí vzhledem ke stavebním úpravám, které řidiče nutí jeho rychlost snížit. Tento fakt je důležitý u správného návrhu okružní křižovatky, kdy je potřeba stavební prvky zvolit vhodně, aby splnily

svůj účel. I nejen proto se výstavba okružních křižovatek volí nejčastěji v intravilánech a je jedním z oblíbených zklidňovacích prvků. Správné projektování okružních křižovatek je upraveno dle ČSN 73 61 02, TP 135. Trend výstavby okružních křižovatek je udán také vyššími kapacitami než u průsečných křižovatek a možností dotací a výzev pro města a obce na rozvoje dopravní infrastruktury. Okružní křižovatky jsou dělené dle své velikosti a uspořádání stavebních prvků i systému pohybu po okružní křižovatce na okružní křižovatky mini, malé, střední, velké a spirálové (2). Mnohdy je pojem okružní křižovatka zaměňován za kruhový objezd. Tento termín je ale pro použití nesprávný, je znám ze zákona o pozemních komunikacích jako termín pro svislou dopravní značku (zákon č. 361/2000), která upravuje směr a přednost jízdy na okružní křižovatce (3).

Kategorizace okružní křižovatky před výstavbou je určována základním rozdělením na křižovatku projektovanou v intravilánu nebo extravilánu. Tyto typy křižovatek se liší zejména návrhovými prvky, kdy v extravilánu je navrhovaná křižovatka většími poloměry určena vyšším návrhovým rychlostem a přístup chodců je umožněn nejčastěji tzv. místy pro přecházení, nebo přístupy chodců, které jsou stavebně upraveny pro možnost přejít komunikaci, ale nejsou místa upraveny dopravním značením svislým ani vodorovným a chodci zde nemají před vozidly přednost. V intravilánu naopak mívají chodci přednost díky svislému a vodorovnému dopravnímu značení, které tuto přednost upravuje, není to však pravidlem. I v intravilánu můžeme nalézt místa, kde jsou navrhována pouze místa pro přecházení, více v zahraničí. Obrázek 1 níže kategorizuje okružní křižovatky dle návrhové rychlosti na vjezdu, počtu jízdních pruhů, průměru, dělicího ostrůvku a dle dopravního zatížení.

Obrázek 1: Kategorizace okružní křižovatky

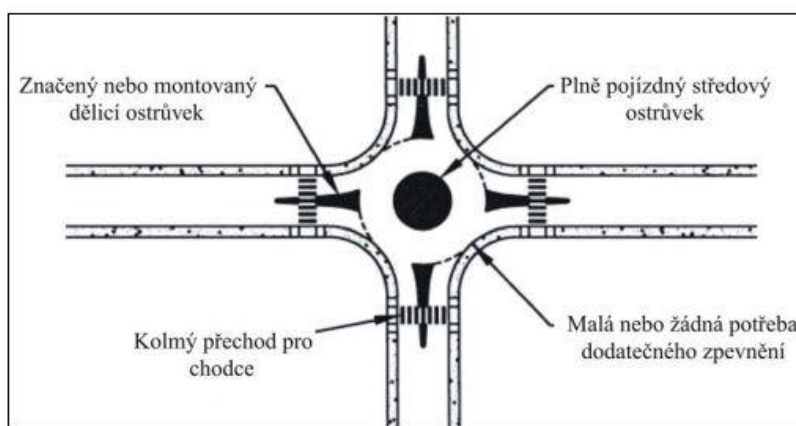
		návrhový element	dop. maximální návrhová rychlost na vjezdu	maximální počet pruhů na vjezdu	typický průměr	dělicí ostrůvek	typické denní dopravní zatížení na 4ramenné okružní křižovatce [voz/24h]
Kategorie okružní křižovatky	intravilánová	mini	25 km/h	1	13–25 m	zvýšený je-li možno, s přechodem pro chodce	10 000
		kompaktní	25 km/h	1	25–30 m	zvýšený, s přechodem pro chodce	15 000
		jednopruhová	35 km/h	1	30–40 m	zvýšený, s přechodem pro chodce	20 000
		dvoupruhová	40 km/h	2	45–55 m	zvýšený, s přechodem pro chodce	> 20 000
		turbo ¹	40 km/h	3*	45–55 m	zvýšený, s přechodem pro chodce	> 20 000
	extravilánová	jednopruhová	40 km/h	1	35–40 m	zvýšený a zvětšený, s přechodem pro chodce	20 000
		dvoupruhová	50 km/h	2	55–60 m	zvýšený a zvětšený, s přechodem pro chodce	> 20 000
		turbo ¹	50 km/h	3*	55–60 m	zvýšený a zvětšený, s přechodem pro chodce	> 20 000

Zdroj: (4)

1.3.1. Mini okružní křižovatky

Jedná se o nejmenší typ okružní křižovatky, která je projektována v intravilánu a již ve zklidněné zóně, kde je rychlost většinou kolem 40 Km/h respektive 30 Km/h. Její výstavba není nijak náročná na finanční náklady ani svým záborem, proto je často s oblibou využívána v obytných zónách. Stavební úpravy oproti průsečné křižovatce jsou minimální a prstenec mini okružní křižovatky je pojízdný, proto vyžaduje pouze vodorovné dopravní značení nebo mírně zvýšený pojízdný prstenec, který může být např. z dlažby, aby byl vizuálně odlišen. Pojízdný prstenec díky malému poloměru mini okružní křižovatky využívají zejména nákladní vozy.

Obrázek 2: Mini okružní křižovatka



Zdroj: (4)

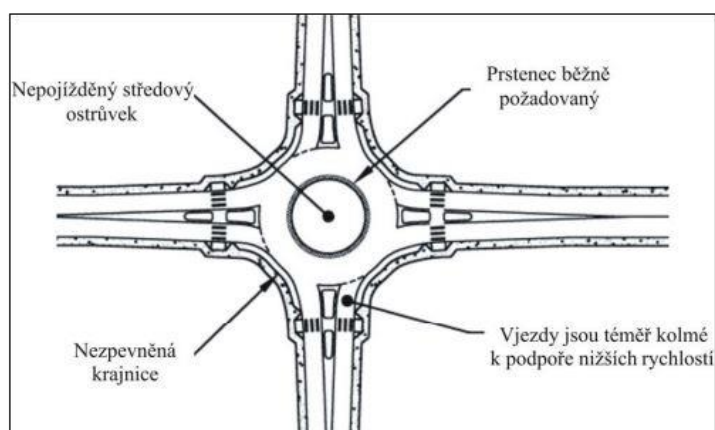
Z pohledu chodců a cyklistů je mini okružní křižovatka velice přívětivá díky přehlednosti, krátké vzdálenosti přecházení nebo přejezdu a nižším rychlostem vozidel.

1.3.2. Kompaktní okružní křižovatky

Tento typ okružní křižovatky je stejně jako mini okružní křižovatka projektován v intravilánu, kde je jeho využití velice podobné a vysoká přívětivost pro chodce i cyklisty vzhledem k nízkým rychlostem vozidel, které jsou způsobeny kolmým uspořádáním komunikací.

Na rozdíl od mini okružní křižovatky je kompaktní křižovatka opatřena nepojízdným prstencem, který je většinou ještě doplněn o pojízdný prstenec pro pojíždění nákladních vozidel. Při navrhování tohoto typu křižovatky není cílem kapacita křižovatky, ale vysoká bezpečnost chodců.

Obrázek 3: Kompaktní okružní křižovatka

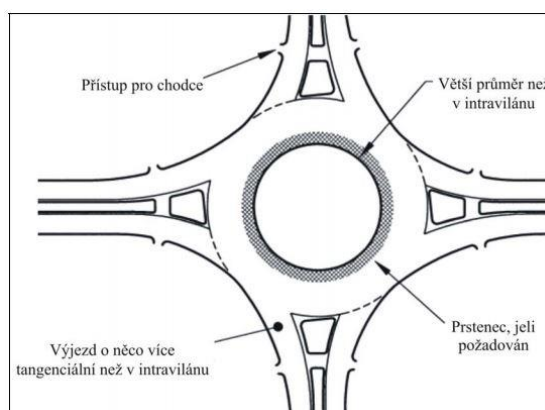


Zdroj: (4)

1.3.3. Jednopruhové okružní křižovatky

U jednopruhové okružní křižovatky je projektován jeden pruh na vjezdech i výjezdech i okružním pásem. U tohoto typu okružní křižovatky počítáme s vyššími intenzitami a rychlostmi na vjezdech, proto se vjezdy i výjezdy konstruují tangenciální, aby bylo dosaženo vyšších rychlostí. Poloměry jsou navrhované tak, aby vozidla projížděla křižovatkou konstantní rychlostí na vjezdech, okružním pásem i výjezdech. Dělicí ostrůvky jsou u jednopruhových okružních křižovatek zvýšené a disponují nepojížděným středovým ostrůvkem většinou bez žádného prstence. V extravilánu jsou jednopruhové okružní křižovatky plánované s většími poloměry, širším okružním pásem i vjezdy a výjezdy. V extravilánu se většinou konstruují tyto křižovatky na komunikacích s dovolenou rychlostí osmdesát až sto kilometrů za hodinu, proto její konstrukční vlastnosti umožňují dosahovat i vyšších rychlostí při průjezdu křižovatkou. V extravilánu počítáme s minimálním pohybem chodců a jsou zde konstruovaná pouze místa pro přecházení.

Obrázek 4: Jednopruhová okružní křižovatka v extravilánu



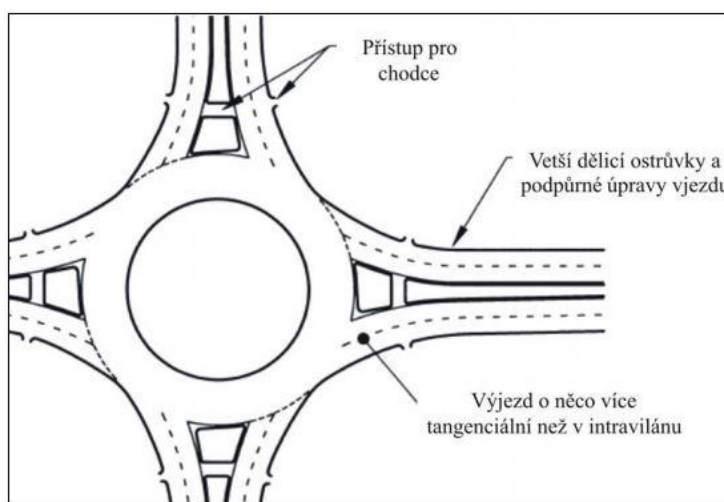
Zdroj: (4)

1.3.4. Dvoupruhové okružní křižovatky

Tento typ okružních křižovatek se vyznačuje dvěma jízdními pruhy na vjezdech i výjezdech a značně rozšířeným okružním pásem, který umožňuje souběžnou jízdu dvou vozidel. V našich podmínkách se můžeme setkat s dvoupruhovými okružními křižovatkami i s rozdělením okružního pásu na dva pruhy, v zahraničí již využívají nerozděleného okružního pásu, který umožňuje pohyb dvou vedle sebe jedoucích vozidel. Stejně tak jako u jednapruhé okružní křižovatky jsou i u dvoupruhové okružní křižovatky konstruované poloměry tak, aby bylo dosahováno konstantních rychlostí na vjezdech, výjezdech i okružním pásu. Středový ostrůvek je nepojížděný a nekonstruuje se pojízdny prstenec.

Bohužel tento typ okružní křižovatky se setkává v praxi s nedostatky, kdy je na některých výjezdech nebo vjezdech pouze jeden jízdny pruh a může tak docházet ke kolizím, dále pak je upřednostňován pravý jízdny pruh zejména na vjezdech a snižuje se tak kapacita okružní křižovatky, jelikož řidiči nejsou dostatečně zkušení a ukázněni pro rozhodnutí volby pruhu již na vjezdu vzhledem k jejich plánovanému opuštění křižovatky. Např. řidič, který bude opouštět křižovatku posledním výjezdem zvolí raději levý jízdny pruh na vjezdu, aby umožnil vjezd vozidel na míjéných vjezdech během průjezdu po okružním pásu. Díky nedostatečným zkušenostem a pozornosti řidičů při průjezdu touto křižovatkou dochází často ke kolizím při průjezdu více vozidel po okružním pásu, proto již v zahraničí, zejména v Nizozemsku experimentují s novým typem turbo okružních křižovatek, které tyto kolize eliminují a nutí řidiče již na vjezdu zvolit správný jízdny pruh. Turbo okružním křižovatkám se věnuje následující kapitola 1.3.5.

Obrázek 5: Dvoupruhová okružní křižovatka v extravilánu



Zdroj: (4)

1.3.5. Turbo okružní křižovatky

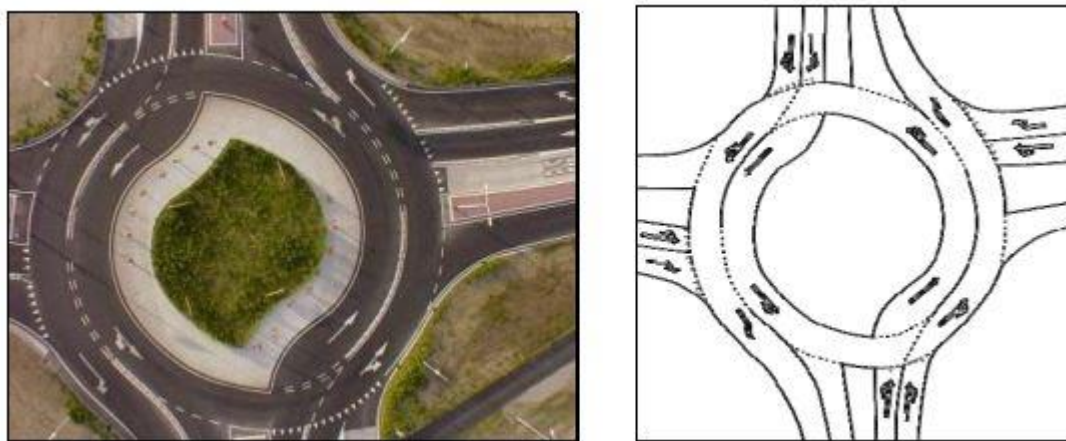
Turbo okružní křižovatky začínají vznikat v roce 1998 v Nizozemí, kde začaly nahrazovat standardní dvoupruhové okružní křižovatky. Dle (5): „*Turbno-okružní křižovatka vznikla jako kreativní odpověď na otázku, jak vytvořit okružní křižovatku, která bude mít vyšší kapacitu než jednopruhová, ale stejný standard bezpečnosti, tj. vyšší než dvoupruhová okružní křižovatka.*“

Z tohoto výroku, který padl v roce 2002 na konferenci v Austrálii, můžeme již zmínit základní požadavky na turbo okružní křižovatku. Jedná se o maximalizování kapacity křižovatky, bez nutnosti výstavby mimoúrovňové křižovatky s vyššími bezpečnostními prvky. Hlavním důvodem bezpečnosti tohoto typu křižovatky je minimalizace kolizních bodů. U standardního typu turbo okružní křižovatky je kolizních bodů 10 oproti 16 kolizním bodům u dvoupruhové okružní křižovatky.

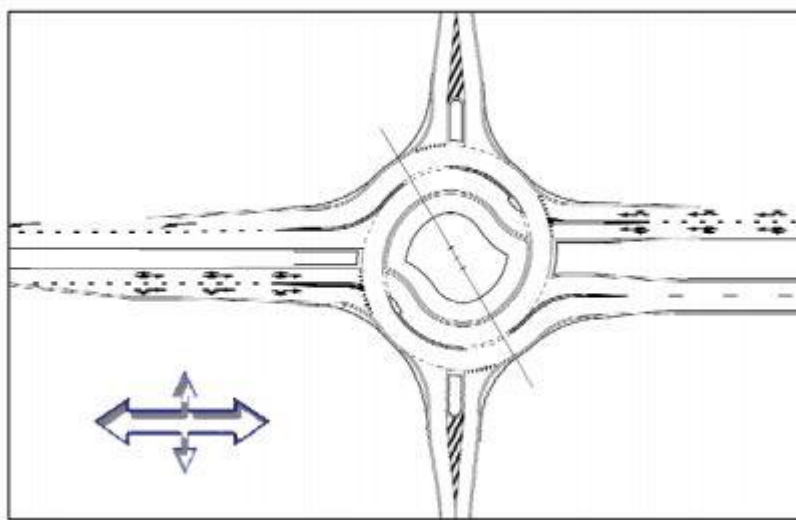
Turbo okružní křižovatka umožňuje efektivně respektovat intenzity dopravy v místech křížení komunikací s výrazně silnějším dopravním směrem a maximalizovat tak propustnost komunikace a minimalizovat kongesce. Dle směrových intenzit se liší konstrukce křižovatky a volba počtu jízdních pruhů na vjezdech i výjezdech. Je důležité rovněž zmínit, že pro maximalizaci bezpečnosti a také propustnosti turbo okružní křižovatky je potřeba správně dodržet vodorovné i svislé dopravní značení na vjezdech, aby pro řidiče, který na křižovatku přijíždí poprvé, bylo maximálně srozumitelné, který pruh má zvolit. Kolize na okružním pásu jsou minimalizované i mírným zvýšením dělicích pásů, které nemají být přejížděny během průjezdu křižovatkou, ale zároveň umožní delším vozidlům bezproblémový vjezd v případě potřeby. Díky těmto úpravám a vodorovnému dopravnímu značení je pro řidiče srozumitelné po celou dobu průjezdu křižovatkou, kudy má pojíždět a kterým výjezdem opustit křižovatku.

Na následujících obrázcích (viz. Obrázek 6, Obrázek 7, Obrázek 8, Obrázek 9, Obrázek 10) jsou nákresy vybraných typů turbo okružních křižovatek, které jsou doplněny o směrové diagramy dopravních proudů. Typy křižovatek jsou voleny dle směrových diagramů a nejvyšší počet jízdních pruhů na vjezdech i výjezdech je ve směrech s nejvyšší intenzitou.

Obrázek 6: Standardní turbookružní křižovatka



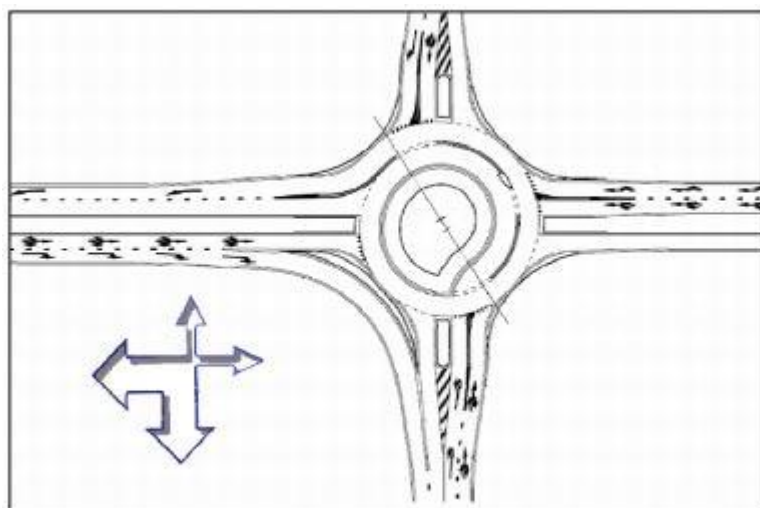
Obrázek 7: Vejcovitá turbookružní křižovatka



Zdroj: (4)

Vejcovitá turbo okružní křižovatka disponuje dvěma jízdními pruhy na vjezdu i výjezdu ve směru proudu dominantní intenzity vozidel a jedním pruhem na vjezdu i výjezdu méně dominantním. Jak je vidět na schéma, je možné z důvodu záboru dva pruhy na výjezdu svézt do jednoho, stejně tak i na vjezdu jeden jízdni pruh rozvést na více vjezdových.

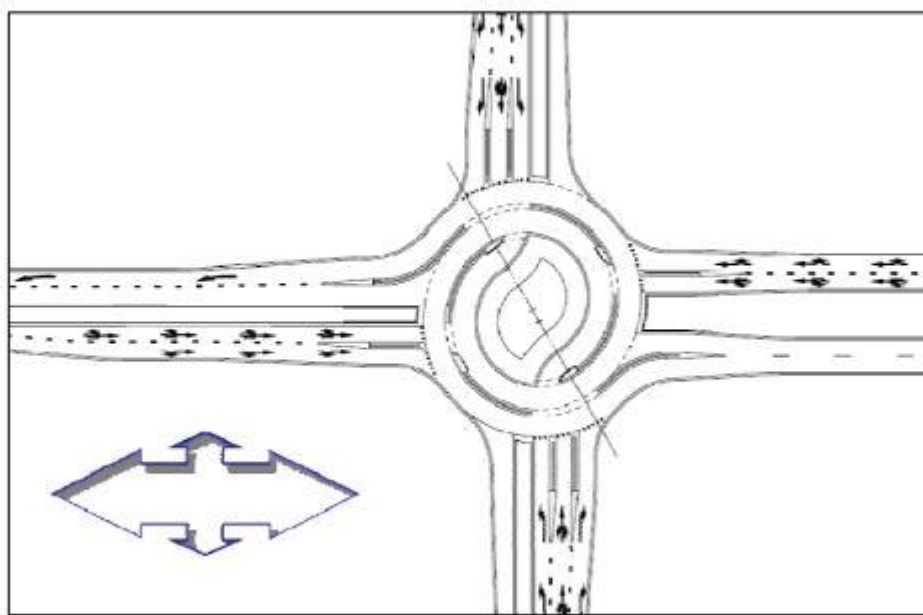
Obrázek 8: Kloubová okružní křižovatka



Zdroj: (4)

Kloubová okružní křižovatka je navržena pro dominantní směr dopravního proudu v kolmém směru, proto je vyhrazen jeden zvláštní pruh pro bezkolizní odbočení vlevo, respektive vpravo a doplněn o jízdní pruh umožňující opustit křižovatku jakýmkoliv výjezdem.

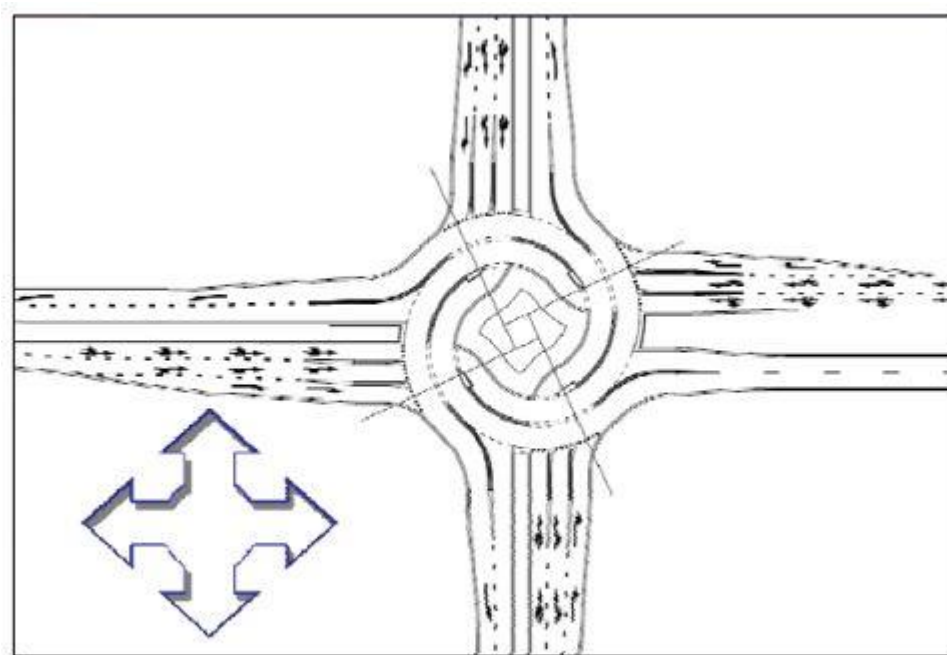
Obrázek 9: Spirálovitá okružní křižovatka



Zdroj: (4)

Spirálovitá okružní křižovatka je velmi dominantní v jednom směru dopravního proudu a druhý dopravní proud je taktéž silný. Projektují se dva jízdní pruhy na vjezdu i výjezdu silnějšího proudu vozidel a tři jízdní pruhy na vjezdu ze slabšího proudu vozidel pouze s jedním jízdním pruhem na výjezdu.

Obrázek 10: Rotorová okružní křižovatka

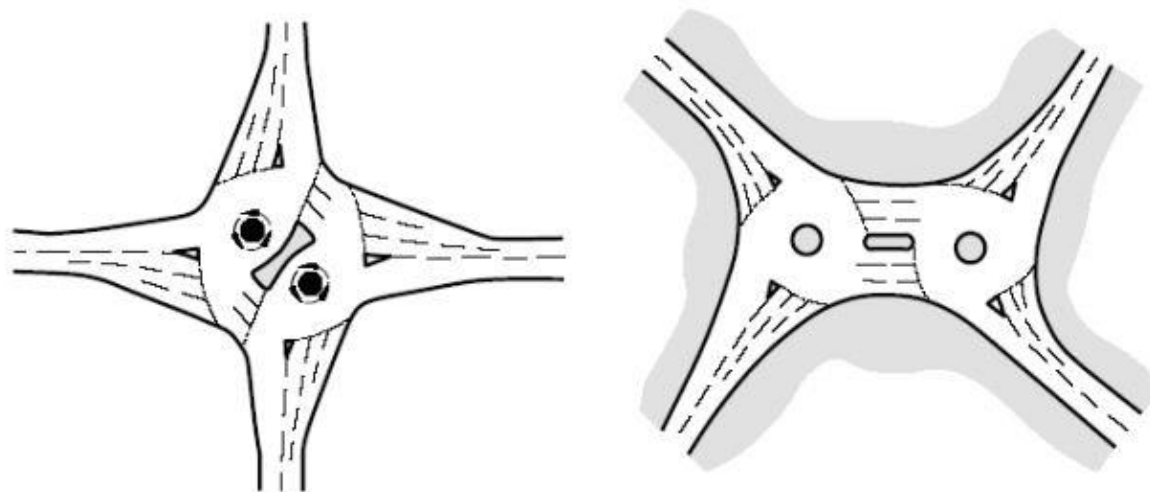


Zdroj: (4)

Rotorová okružní křižovatka je navržena pro nejvyšší intenzity ve všech dopravních proudech a směrech. Je proto symetrická a disponuje třemi jízdními pruhy na vjezdu a dvěma jízdními pruhy na výjezdu na všech ramenech okružní křižovatky.

Pokud navrhujeme křižovatku v místě, kde je veliký prostor pro zábor křižovatky, z důvodu minimalizace nákladů a maximalizace dopravní kapacity křižovatky vznikly alternativní formy okružních křižovatek, které spojují dvě a více okružních křižovatek v těsné blízkosti v jeden dopravní uzel. Na následujícím obrázku (viz. Obrázek 11) můžeme vidět jeden z příkladů.

Obrázek 11: Alternativní okružní křižovatky



Zdroj: (4)

Dále se můžeme setkat s různými typy okružních křižovatek v mimoúrovňovém křížení komunikací, kdy mohou být okružní křižovatky na křížení ramen odbočovacích a připojovacích pásů z komunikace vyššího stupně umístěny na nižší komunikaci nebo v praxi můžeme nalézt mnoho případů, kdy celá okružní křižovatka je konstruována jako mimoúrovňová a jsou do ní přivedena ramena ze všech komunikací, které se nacházejí v rozdílných výškových úrovních.

1.4. Dopravní průzkumy

Dopravní inženýrství by se neobešlo bez cenných informací o poznání dopravy, která v určité lokalitě aktuálně probíhá. Návrhy dopravních řešení musí vycházet z konkrétních dat, které začínají na pozorování aktuálního stavu situace v dopravě a následně vyhodnocení důvěryhodnosti těchto dat a statistickém i pravděpodobnostním srovnání. Dopravní průzkumy dodají informace o aktuální situaci v určité období, nicméně nám nejsou schopni přesně určit důvod přepravy. V takovém případě bychom museli každého řidiče vyzpovídat, aby poskytl přesný důvod k dopravě sledovaným úsekem, což je nejenom nemožné, ale i tak bychom pracovali pouze s daty, které jsou založeny pouze na důvěryhodnosti zpovídaných řidičů. Důležitým faktorem v dopravních průzkumech je při vyhodnocování dopravních průzkumů predikce na základě širších faktorů ve sledovaném území a odhadování výhledové dopravy, která může být do budoucna. Do těchto neodmyslitelných faktorů může spadat např. výstavba nového obchodního centra v blízkosti sledované lokality apod.

Dopravní průzkumy se od sebe liší svým záběrem v tom, co přesně nám o dané dopravě říkají. Můžeme se tak dotazovat na kvantitativní ukazatel např. kolik počtů vozidel, chodců, cyklistů nebo veřejné dopravy pozorujeme, odkud a kam se účastníci dopravního proudu pohybují – určíme tak směrové vlastnosti proudu, čím je proud tvořen, jakou má tedy strukturu, čím je způsobena doprava, jaký je důvod cesty a v jaké kvalitě tzn. v jakém čase, rychlosti se vozidla (chodci, cyklisti...) pohybují a kolikrát zastaví. Jak je vidět, důvodů ke zkoumání je mnoho. Proto je potřeba před provedením průzkumu definovat účel a rozsah takového průzkumu. Dále pak zvolit vhodnou metodu měření, která nám vypoví o dopravě faktory, které nám budou při zpracování a vyhodnocení užitečné a metodu, která nám určí dopravní průzkum s potřebnou přesností. Musíme brát v potaz i náročnost celého průzkumu a jeho vyhodnocení vzhledem k účelu výstupu.

Průzkumy lze využít na dva základní účely. Ke zajištění podkladů pro projektování, modernizaci silniční a městské sítě, zlepšení dopravních poměrů na stávajících komunikacích, návrh ploch pro dopravu v klidu (parkování, garážování), návrh dopravní obsluhy území apod. Druhým

účelem je zhodnocení stávajícího dopravního stavu např. pro zavedení některých návrhů a opatření (1).

1.4.1. Druhy dopravních průzkumů

Jak již bylo uvedeno v úvodu této kapitoly dopravních průzkumů, tak i důvodů pro zkoumání dopravy je mnoho a dopravní průzkumy se liší i svým rozsahem, proto můžeme dopravní průzkumy rozdělit hned do několika kategorií dle své formy a způsobu provádění. Průzkumy proto dělíme na 3 následující základní typy, které jsou dále děleny na další dílčí průzkumy.

a) Dle velikosti území a počtu stanovišť

Plošný průzkum

Má za úkol zjistit mezioblastní vztahy a vztahy uvnitř oblastí, proto se plošný průzkum provádí na obvodu zkoumaného území a uvnitř. Z výsledků musí být možné zjistit mezioblastní vztahy a vztahy uvnitř oblasti. Plošný průzkum se dále dělí na

- Generální průzkum se provádí jednou za 8 až 10 let a má za úkol zjistit údaje o veškeré dopravě (silniční, železniční, městské, lodní, letecké, cyklistické, pěší apod.). Je potřeba zjistit údaje o současném stavu i údaje potřebné pro stanovení prognózy dopravy na určité období. Volba metody dopravního průzkumu závisí na požadavcích přesnosti, velikosti území i intenzitě dopravy i vybraný způsob zpracování prognózy pro dané území.
- Celostátní sčítání dopravy, zkráceně CSD, které v určitých místech a určitých komunikacích zjišťuje intenzitu dopravy i skladbu dopravního proudu. Dříve se provádělo celostátní sčítání dopravy pomocí vyškolených sčítačů, kteří zapisovali údaje po potřebný časový interval, nyní je tento průzkum mnohem snazší, kdy k vyhodnocení stačí umístit radar, který nám potřebné údaje zaznamená.

Kordonový průzkum

Tento typ průzkumu probíhá na vstupech i výstupech do a ze zkoumané oblasti. Díky kordonovému průzkumu můžeme sledovat zdrojové, cílové i tranzitní vztahy. Kordonový průzkum bývá součástí větších průzkumů.

Profilový průzkum

Profilový neboli bodový průzkum zkoumá, jak už název naznačuje, jednotlivý profil nebo zjednodušeně bod na komunikaci, kde sledujeme intenzitu a skladbu dopravního proudu.

Profilový průzkum lze provádět i na několika místech zároveň, neexistuje ale mezi těmito místy v profilovém průzkumu žádná souvislost.

b) Dle zjišťované charakteristiky dopravy

Průzkum intenzity

Průzkum intenzity dopravy se provádí v jediném profilu komunikace a zjišťuje se počet vozidel nebo chodců, který projede nebo projde za časovou jednotku.

Směrový průzkum

Tento typ průzkumu nám neodpovídá jen na otázku kolik, ale i na otázku kam. Směrový průzkum sleduje počty vozidel nebo chodců a jejich zdroj i cíl směru pohybu. Nejčastěji se tak setkáme se směrovým průzkumem v křižovatkovém průzkumu, kde jsou směry vozidel důležité z důvodu vyhodnocení, zda křižovatka vyhovuje kapacitou intenzitě vozidel v jednotlivých směrech nebo nikoliv a jak může být křižovatka upravena, aby směrům dopravy vyhověla.

Průzkum rychlosti

Zjišťuje pohybové charakteristiky dopravních proudů vozidel jak individuální automobilové dopravy, městské hromadné, autobusové, železniční i pěší dopravy. Jak již název napovídá, zjišťují se rychlosti jako: okamžitá, jízdní, cestovní rychlost apod.

c) Dle druhu sledované dopravy

Průzkum silniční dopravy

Zjišťuje základní charakteristiku dopravního proudu tedy intenzitu, směrovost, rychlost, nebo zkoumá dopravu v klidu (parkování).

Průzkum pěšího provozu

Pozoruje veškeré základní charakteristiky pěšího provozu na území města, jeho částech i ulicích a pěších zónách.

Průzkum cyklistického provozu

Probíhá z důvodu získání potřebných údajů o intenzitě a směrech cyklistických proudů na území měst, které mají již rozvinutý cyklistický provoz. U nás se jedná o města, která již podporují

cyklisty. Např. Hradec Králové, Pardubice, Plzeň, Prostějov, Uherské Hradiště, Hodonín, Břeclav.

Průzkumy hromadné osobní dopravy

Zjišťuje údaje o intenzitě, směrech přepravních proudů cestujících, obsazenosti vozidel apod. Lze jej provádět u všech druhů hromadné dopravy jako je železnice, autobus, metro, tramvaj, trolejbus apod.

Průzkum na průjezdných úsecích dálnic a silnic

Tento typ průzkumu je zejména pro města důležitý pro zjištění tzv. čistého tranzitu, který zahrnuje veškerou dopravu a specifickou charakteristiku dopravního proudu na průjezdných úsecích dálnic a silnic. Zahrnuje všechny druhy vozidel včetně městské hromadné dopravy i příměstské a městské dopravy. Důležitá data jsou nejen z hranic města na silničním okruhu, který je využíván tranzitem i pro městské vztahy, ale také data z různých žil města např. magistrály, která prochází centrem města.

Ověřovací průzkum

Tento dopravní průzkum se uskutečňuje trvale, opakovaně i jednotlivě a má za úkol sledovat změny a vývoj změn základních charakteristik dopravního proudu v čase.

Účelový průzkum

Provádí se průběžně podle potřeby, plánování a organizace i řízení dopravy ve městě. Podle potřeby se pak vybírá i správný rozsah, metoda a způsob vyhodnocení průzkumu.

Speciální průzkumy

Slouží ke zjištění různých potřebných údajů o dopravě jako je např. rozdělení časových mezer v dopravním proudu, hustota dopravního proudu, doba nástupu a výstupu cestujících na zastávkách, měření hluku a jiných emisí, hodnoty saturovaného toku na řízených křižovatkách apod.

1.4.2. Formy provádění průzkumu

Pozorování

Pozorováním získáváme informace o vozidlech, chodcích nebo cestujících bez jejich spolupráce. Při pozorování dopravy zaznamenáváme do záznamového listu čárkou počet vozidel, chodců nebo cestujících, případně zaznamenáváme jejich SPZ nebo RZ pro další zpracování. SPZ a RZ

nám slouží např. u směrového průzkumu k vyhodnocení jednotlivých směrů proudů vozidel, při sledování dopravy v klidu na parkovišti, jak dlouho jednotlivá vozidla na parkovišti stojí apod.

Ústní dotaz

V této formě provádění průzkumu jsou údaje o dopravě získávány rozhovorem, který má přísný řád a předem stanovené pořadí otázek. Jedná se o formalizovaný, kategorizovaný a standardizovaný rozhovor. Ústní dotaz může sloužit k objasnění důvodů dopravy v určité lokalitě pro další vyhodnocení chování dopravy.

Anketa

Během ankety je vyplňován dotazník s vhodně zvolenými a formulovanými otázkami, které získávají požadované údaje o dopravě. Dotazník může být vyplňován na místě tzv. přímým způsobem, kdy je dotazovanému předložen dotazník, který je vyplňován za účasti tazatele. Za dotazovaného může dotazník vyplňovat i tazatel tím, že čte otázky dotazovanému. Dále pak může být dotazník doručen poštou, kde ho dotazovaný vyplní a odešle zpět. Může v anketě nastat i kombinace, která zaručuje vyšší úspěšnost, kdy je dotazník doručen poštou, ale odběratel si jej zkontroluje a odebere u dotazovaného. Jak je z metody zřejmé, dotazníky doručované poštou mají problém s návratností, a ne vždy lze zaručit stoprocentní návratnost dotazníků.

Dopravně sociologické průzkumy

Takové průzkumy se provádějí v terénu i v domácnostech za účelem zjišťování hybnosti obyvatelstva a dělby přepravní práce mezi jednotlivými druhy dopravy. Z důvodů věrohodnosti výsledků je potřeba v tomto typu průzkumu vysoký počet respondentů, proto je výzkum velice časově i finančně náročný.

1.4.3. Způsoby provádění průzkumů

Ručně

Tento průzkum je prováděn pomocí speciálně vyškolených osob tzv. sčítačů, kteří jsou na svých přesně stanovených místech a zaznamenávají potřebné údaje do předem připraveného formuláře se zaznamenáním času i místa provádění průzkumu. Průzkum lze provádět na profilu komunikace, kde sčítač čárkou zaznamenává počet projetých vozidel s rozlišením jejich kategorií, zkoumá tedy skladbu dopravního proudu a intenzitu. Dále mohou být při křižovatkovém průzkumu rozmístěni sčítači na vjezdech i výjezdech do křižovatky,

zaznamenávají čas i RZ nebo SPZ pro určení směrových proudů dopravy. Většinou sčítači zaznamenávají RZ nebo SPZ od konce s max. čtyřmi znaky. Při vyhodnocení se data od všech sčítačů zpracují, aby bylo možné zjistit přesně směry vozidel pohybu při průjezdu křižovatkou. Výhodou ručního provádění průzkumu je jeho operativnost, pokud mám vyškolené sčítače, mohu je prakticky ihned nasadit do terénu a zjišťovat data, nevýhodou ale je dlouhodobé sledování dopravy, kdy je velice finančně náročné.

Automaticky

Charakteristiky dopravního proudu jsou zjišťované automaticky pomocí přístrojů, které jsou umístěny přímo na vozovce, nebo v její bezprostřední blízkosti. Lze sledovat skladbu dopravního proudu, intenzitu i rychlost vozidel. Pro automatické sledování lze používat hadice, indukční smyčky, radarové a infračervené detektory, videodetekce apod. Pro zjišťování rychlosti můžeme použít hadice, které jsou umístěné na vozovce dvě za sebou v přesně stanovenou vzdálenost a po přejezdu vozidla je zaznamenán čas průjezdu přes první a druhou hadici, z dráhy a rozdílu času lze pak jednoduše dopočítat rychlost, která byla změřena nepřímou. Naopak pomocí radaru umístěného v blízkosti vozovky můžeme změřit rychlost přímo. Dále radary můžeme sledovat skladbu dopravního proudu, který zaznamenává délku vozidel a dělí je do jednotlivých kategorií. Pomocí videodetekce můžeme např. zaznamenávat SPZ nebo RZ a zjišťovat směry průjezdu vozidel křižovatkou nebo skladbu dopravního proudu, u videodetekce může být lidský faktor, který dle záznamu vyhodnotí potřebná data nebo může videodetekce sama zaznamenávat potřebné informace např. směry vozidel (1).

1.5. Dopravní průzkumy okružních křižovatek

Okružní křižovatky jsou nejkapacitnější typy úrovnových křížení pozemních komunikací a díky správně navrženým okružním křižovatkám lze dosahovat kapacity nad 20 000 voz/24h. V předchozí kapitole byly rozepsány druhy okružních křižovatek, jejich specifika a vlastnosti, ze kterých je zřejmé, že pro maximalizaci kapacity okružní křižovatky je důležité správně zvolit typ okružní křižovatky i vhodné uspořádání provozu na okružní křižovatce. Pokud plánujeme okružní křižovatku na místě, kde se okružní křižovatka nenachází a chceme vybudovat okružní křižovatku na místě průsečné nebo hvězdicovité úrovnové křižovatky, mnohdy nestačí pouze intenzity vozidel, které do křižovatky přivádíme, ale také směrové intenzity, aby bylo možné stanovit silnější a slabší proudy vozidel. Díky tomu pak lze navrhnout vhodnou okružní křižovatku, která bude splňovat nároky jednotlivých směrů vozidel. U správného postupu navrhování okružní křižovatky je třeba uvážit mnohem více faktorů a zjistit mnoho údajů. Je třeba uvážit geometrické uspořádání křižovatky, úhel nebo úhly křížení komunikací, skladbu

jednotlivých dopravních proudů i chodců a cyklistů, výhledové intenzity, okolí navrhované křižovatky a ostatní křižovatky v nejbližším okolí a jejich typy apod. Pokud dochází na křižovatce na vjezdu vozidel k intenzitám více jak 25 000 voz/24h, je potřeba provést i sčítání dopravy v denní dopravní špičce v patnácti minutových intervalech. Dále je potřeba znát dovolené rychlosti na jednotlivých komunikacích přiváděných do okružní křižovatky.

Následující kapitoly se zaměřují na problematiku dopravních průzkumů okružních křižovatek a shrnují různé metody provádění dopravních průzkumů.

1.5.1. Problematika dopravního průzkumu okružní křižovatky

Pro správné zvolení okružní křižovatky je důležité znát směry vozidel tedy odkud do křižovatky přijíždí a kudy z křižovatky vyjíždí. Dopravních průzkumů, během kterých je možné zjistit nejen intenzity vozidel a skladbu dopravního proudu, ale i směry průjezdu vozidel, je mnoho. Bohužel tyto dopravní průzkumy nejsou vždy přesné nebo levné na provedení. Proto se často při dopravním průzkumu sleduje pouze průběh dopravy v dopravních špičkách a nemáme celý průběh dopravy za delší časové období, které je mnohem cennější při vyhodnocování dopravního průzkumu a odhad dalších faktorů dopravy pro výhledové intenzity. Zjištění směru vozidel lze při křižovatkovém průzkumu provést jak manuálně pomocí sčítačů, tak automaticky pomocí techniky nebo kombinací. V následujících kapitolách jsou popsány jednotlivé provedení průzkumů a zhodnocení.













1.5.2. Směrový dopravní průzkum ruční

Jedná se o nejstarší provedení směrového průzkumu, jelikož jej lze provést zcela bez moderních technologií jen pomocí papíru a tužky. Je zapotřebí více vyškolených sčítačů, kteří jsou umístěni na paprscích sledované křižovatky. Každý sčítač je vybaven formulářem pro záznam měření. Sčítač je umístěn na každém paprsku na vjezdu i výjezdu a má za úkol zapisovat čas průjezdu vozidla ve zvoleném profilu komunikace společně se čtyřmi posledními znaky SPZ nebo RZ vozidla a také řadí jednotlivá vozidla do kategorií pro určení skladby dopravního proudu. Tento úkol je pro jednoho sčítače při vyšších intenzitách velice složitý, proto je vhodnější umístit na takový profil sčítače dva, kteří výsledky zaznamenávají společně, aby bylo dosaženo menších chyb měření. Sčítači získávají data po celou dobu průzkumu na všech paprscích křižovatky ve stejný okamžik. Po skončení průzkumu je třeba získaná data vyhodnotit tzn. do formuláře pro směrový průzkum (viz. Obrázek 12) čárkovat jednotlivá vozidla, která projela v odpovídajícím směru křižovatku, odpovídá tomu stejná SPZ nebo RZ na dvou formulářích vjezdu a výjezdu. Vyhodnocení lze zpracovat pohodlněji pomocí počítače za pomoci programu např. Microsoft

Excel, kdy každá dvojice sčítačů vytvoří tabulku ze svých dat a stejné hodnoty SPZ a RZ lze spárovat nebo vyhledat pohodlněji než pouze na papíře.

Velikou nevýhodou tohoto směrového dopravního průzkumu je zatíženost velikou chybou, která spočívá v chybách sčítačů, kteří často vlivem vyšších intenzit nestíhají zapisovat srozumitelně a správně symboly na SPZ a RZ, proto poté při vyhodnocení není zřejmé, o které se jedná znaky, nebo sčítači nestihnou zaznamenat veškerá projíždějící vozidla. Důvodem, proč nelze tento dopravní průzkum jednoduše aplikovat je veliká finanční náročnost. Je zapotřebí veliké množství sčítačů, kteří si nárokují honorář za strávený čas na školení a v terénu i při vyhodnocení. Další nevýhodou ručního směrového průzkumu je nemožnost aplikovat průzkum na delší časové období, většinou se zkoumá pouze dopravní špička. Výhodou ručního dopravního průzkumu je jeho operativnost. Pokud se zváží veškeré výhody a nevýhody tohoto průzkumu, lze dojít k závěru, že provádět směrový průzkum pomocí sčítání lze v rámci výuky dopravního inženýrství, aby studenti pronikli blíže dopravnímu průzkumu a sami mohli průzkum vyhodnotit.

Obrázek 12: Formulář pro směrový průzkum křižovatky

													Σ
Číslo	číslo	číslo	číslo	číslo	číslo	číslo	číslo	číslo	číslo	číslo	číslo	číslo	číslo
5-6													
6-7													0
7-8	4	126	7	11	11	35	46	198	9	6	7	0	460
8-9	7	127	19	11	17	28	51	172	16	9	6	1	464
9-10	6	142	7	10	5	27	34	135	2	4	5	2	379
10-11	4	186	20	14	6	47	35	187	14	3	3	0	519
11-12	8	156	14	9	5	43	38	176	24	11	11	0	495
12-13													0
13-14													0
14-15													0
15-16													0
16-17													0
17-18													0
18-19													0
19-20													0
20-21													0
21-22													0
Σ	29	737	67	55	44	180	204	868	65	33	32	3	2317

Zdroj: (6)

1.5.3. Směrový dopravní průzkum kartičkovou metodou

Jedná se o dopravní průzkum za pomoci řidičů. Na každém vjezdu obdrží řidič vozidla kartičku s určitou barvou (každý vjezd má svou vlastní barvu), které lze jednoduše od sebe rozeznat. Na

výjezdu křižovatky vhodí každý řidič kartičku do krabice, nebo jiného sběrného boxu. Při vyhodnocení se ze sběrných boxů vyjmou kartičky a opět do směrového diagramu zaznamená počet vozidel, která přijela na určitý výjezd z jednotlivých směrů. Z těchto hodnot lze následně sestavit diagram. Pokud bychom chtěli zaznamenat tento dopravní průzkum i časově, musíme např. každou hodinu vyměnit sběrný box na kartičky, abychom dostali hodinové intenzity, případně na kartičky při vjezdu vozidel zaznamenat čas vjezdu. Bohužel tento dopravní průzkum je náročný, může se setkat s odporem řidičů a řidiči nemusí vždy odevzdat kartičku na výjezdu, a tak nezískáme potřebná data.

1.5.4. Směrový dopravní průzkum - automatický záznam RZ a SPZ

S postupem času a rozvojem moderní techniky se zjednodušil směrový dopravní průzkum na okružních křižovatkách. Jedná se o umístění detektorů na všech vjezdech i výjezdech pomocí kamer, které jsou umístěny buď uprostřed křižovatky na středovém ostrůvku v případě okružní křižovatky nebo pokud tomu prostor umožní, jsou na stojánku umístěny na vjezdu i výjezdu na nezpevněné krajnici komunikace. Tyto kamery mají za úkol zaznamenávat SPZ a RZ vozidel, která vjíždějí nebo vyjíždějí do a z křižovatky a software, na který jsou všechny tyto kamery napojeny vyhodnocuje jednotlivé směry vozidel i časy. Je potřeba při instalaci kamer správně určit pozice jednotlivých kamer dle očíslování, aby software mohl z RZ a SPZ správně vyhodnotit o který směr se jedná. Při tomto způsobu provádění dopravního průzkumu dochází ke snadnému získání informací o dopravě na křižovatce a směrech jednotlivých vozidel, bohužel i technika má občas problém se správným přečtením SPZ nebo RZ a vozidlo není schopna vyhodnotit. Při tomto dopravním průzkumu je zapotřebí, aby u křižovatky celou dobu průzkumu byl lidský dozor, jelikož jsou často kamery umístěny u vozovky a bylo by velice snadné a pravděpodobné, že je některý z řidičů odcizí.

1.5.5. Křižovatkový dopravní průzkum videodetekce (TRAFICON)

Častým směrovým dopravním průzkumem nebo dopravním průzkumem křižovatek je sledování křižovatky pomocí videodetekce. S vývojem techniky a možností pořízení videa v dostatečné kvalitě pro vyhodnocení lze pořídit na křižovatce záznam, který lze jednoduše vyhodnotit. Před dopravním průzkumem je potřeba přesně rozmyslet umístění kamery nebo více kamer tak, aby bylo možné rozeznat veškeré směry vozidel. Lze umístit více kamer, které sledují např. více směrů a při vyhodnocování postupovat podobně jako u ručního průzkumu, zaznamená se SPZ a RZ vozidel a získají se jednotlivé směry. Pokud se jedná o menší křižovatku, nebo je možnost umístit videokameru do místa, kde je možné snímat celou sledovanou křižovatku, lze poté videozáznam vyhodnotit i pouze jedním sčítačem, který čárkuje do formuláře předem připravené

směry. Výhodou vyhodnocování oproti ručnímu průzkumu v terénu je, že sčítač sedí v pohodlí kanceláře nebo domova a pokud nastane okamžik zvýšeného provozu na křižovatce, může se videozáznam zpomalit, pozastavit nebo se vrátit do bodu, kde mu některá vozidla „proklouzla“. Většinou se volí vhodné umístění kamery na stožáry veřejného osvětlení, svislé dopravní značení nebo jiné sloupy v blízkosti křižovatky. Pokud se zde nenachází žádný vhodný stožár, lze využít teleskopických přenosných stožárů na trojnožce. Upevněné kamery s krabičkou pro uschování baterie lze vhodně zabezpečit zámky, aby nebylo zapotřebí po celou dobu hlídat techniku na místě. Pomocí videodetekce lze zkoumat mnohem delší časové období než u ručních dopravních průzkumů, vyhodnocení průzkumu je mnohem méně finančně náročné a v dnešní době moderních technologií a softwaru lze i videozáznam pořízený na křižovatce vyhodnotit pomocí automatického softwaru, který je schopný zpracovávat dlouhé záznamy videa sám. Těmto moderním dopravním průzkumům se věnuje následující kapitola.

Obrázek 13: Záznam okružní křižovatky kamerou



Zdroj: (7)

1.5.6. Záznam křižovatky pomocí dronu a automatické vyhodnocení

Nejmodernějším způsobem vyhodnocování křižovatek je sledování křižovatky pomocí videokamery z výšky pomocí dronu. Dron je definován dle (8):*“Bezpilotní letoun (někdy UAV z anglického Unmanned Aerial Vehicle nebo také dron z anglického drone) je letadlo bez posádky, které může být řízeno na dálku, nebo létat samostatně pomocí předprogramovaných letových plánů nebo pomocí složitějších dynamických autonomních systémů. Bezpilotní letadla se*

používají často v armádě k průzkumným i útočným letům. Používají se také k mnoha civilním úkolům, například k hašení požárů, policejnímu sledování nebo průzkumu terénu.“

Dron je schopen zaznamenat vysoce kvalitní záznam dopravy na sledované křižovatce a nejmodernější software samostatně vyhodnotit veškeré údaje o sledované dopravě. Zejména sledujeme skladbu dopravního proudu, rychlosti vozidel, směry vozidel a intenzity jednotlivých dopravních proudů, chodce, cyklisty, rozestupy vozidel, zastavení apod. Jedním z průkopníků této technologie na českém trhu je společnost RCE systems s.r.o. z Brna, která distribuuje software s názvem Data from sky a poskytuje i službu monitoringu sledovaného území pomocí dronu i následné vyhodnocení softwarem. Dopravní průzkum spočívá v tom, že je dron s kamerou vyneseno do potřebné výšky nad okružní křižovatku a pořizuje se videozáznam potřebnou dobu, kdy chceme křižovatku sledovat, je samozřejmé, že musíme počítat s výdrží baterie dronu, která může být od deseti minut až kolem jedné hodiny (9), zde se setkáváme s komplikací, pokud chceme křižovatku sledovat delší časové období, nabízí se pak možnost využít více dronů, tedy těsně předtím, než se dron spustí zpátky, vyšle se na jeho místo dron s plnou baterií nebo vyhledá místo, např. mostní konstrukce, kde se umístí videokamera, která umožňuje sledovat křižovatku delší požadovanou dobu.

Celé vyhodnocení videozáznamu pomocí software Data from sky spočívá v označení vjezdů a vjezdů do křižovatky, které chceme sledovat a software již každému přijíždějícímu vozidlu přiřadí číslo na vjezdu, sleduje jeho průběh rychlosti a na každém průjezdu vjezdem i výjezdem přičte jednotku jako průjezd. Zároveň software dokáže vyhodnotit kategorii vozidla nebo rozestupy mezi vozidly, zkrátka veškerá data, která jsou zapotřebí pro správné posouzení kapacity sledované křižovatky.

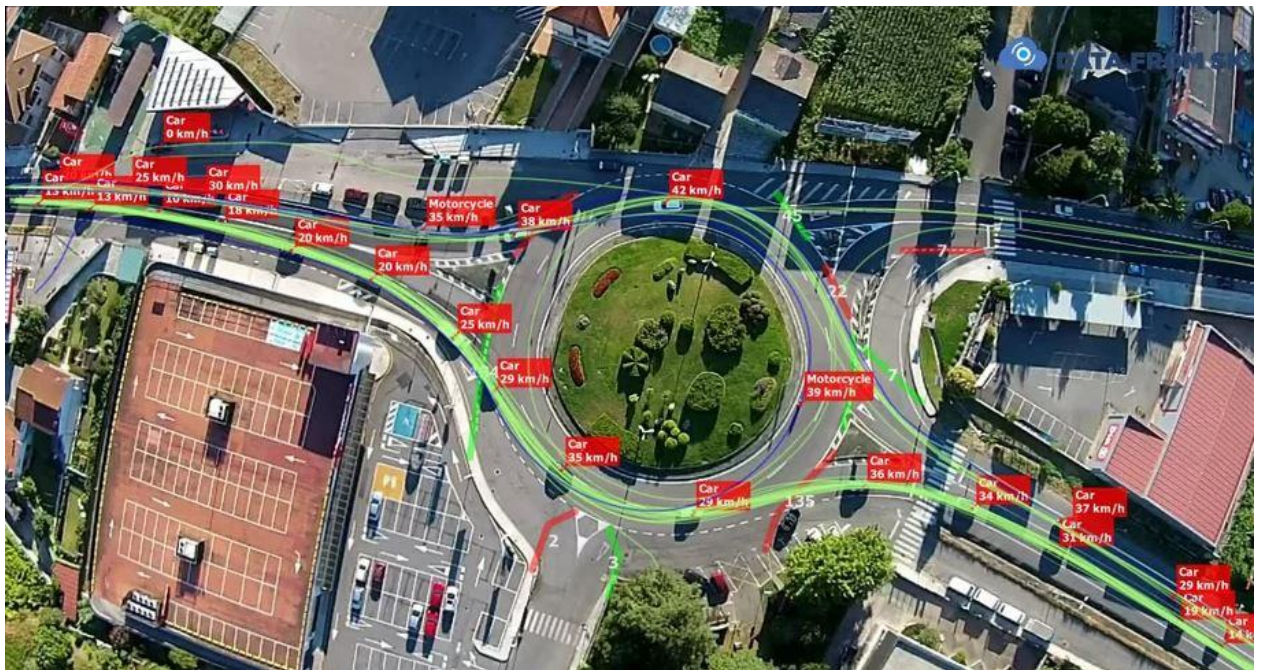
Dalším úskalím, se kterým se nová metoda dopravního průzkumu setkává, je zákon číslo 13/1997 Sb o pozemních komunikacích ("Silniční zákon" - v aktuálně platném znění zákona č. 347/2009 Sb.). Ochranné pásmo dálnic, silnic a místních komunikací řeší §30 tohoto zákona dle (10): „*K ochraně dálnice, silnice a místní komunikace I. nebo II. třídy a provozu na nich mimo souvisle zastavěné území obcí slouží silniční ochranná pásma. Silniční ochranné pásmo pro nově budovanou nebo rekonstruovanou dálnici, silnici a místní komunikaci I. nebo II. třídy vzniká na základě rozhodnutí o umístění stavby. 5)*

Silničním ochranným pásmem se pro účely tohoto zákona rozumí prostor ohraničený svislými plochami vedenými do výšky 50 m a ve vzdálenosti 100 m od osy přilehlého jízdního pásu dálnice, rychlostní silnice nebo rychlostní místní komunikace anebo od osy větve jejich

křižovatek; pokud by takto určené pásmo nezahrnovalo celou plochu odpočívky, tvoří hranici pásma hranice silničního pozemku, 50 m od osy vozovky nebo přilehlého jízdního pásu ostatních silnic I. třídy a ostatních místních komunikací I. třídy, 15 m od osy vozovky nebo od osy přilehlého jízdního pásu silnice II. třídy nebo III. třídy a místní komunikace II. třídy.“

Ukázka vyhodnocování videozáznamu systémem Data from sky od společnosti RCE systems s.r.o. je na následujícím obrázku (viz. Obrázek 14: Ukázka vyhodnocování videozáznamu pomocí Data from sky software).

Obrázek 14: Ukázka vyhodnocování videozáznamu pomocí Data from sky software



Zdroj: (11)

2. Praktická část

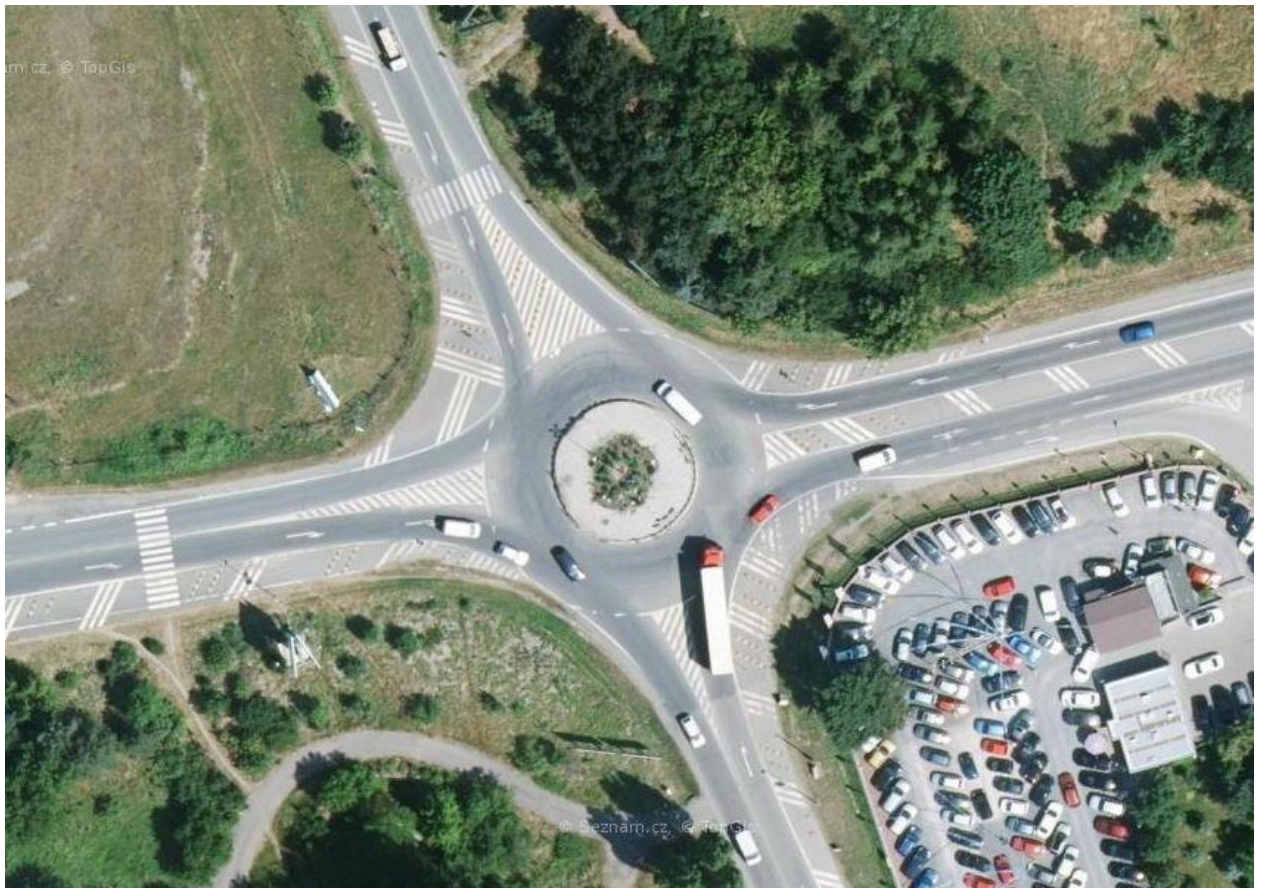
V praktické části je zaměření na provedení a zpracování více typů dopravního průzkumu na jednopruhovém okružní křižovatce na křížení ulic Kunratická spojka a Vídeňská. Kapitola popisuje přípravu pilotního dopravního průzkumu, jeho provedení a vyhodnocení. Srovnává použité metody, jejich výhody a nevýhody.

2.1. Výběr lokality a mapa širších vztahů

Lokalitu pro provedení dopravního průzkumu jsem zvolil na základě dlouholetých zkušeností s průjezdem tímto křížením příměstskou hromadnou dopravou i osobní dopravou, jelikož jsem po ulici Vídeňská dojížděl do metropole Prahy do školy i posléze do práce a zase se navracel z metropole domů. Často jsem v ranních i odpoledních špičkách narážel na dopravní kongesce

v tomto místě, a proto je křižovatka vhodná pro bližší zkoumání a zejména vhodná pro zpracování v rámci bakalářské práce. Nyní se zde nachází jednopruhová okružní křižovatka se čtyřmi paprsky a nepojížděným středovým ostrůvkem bez prstence. Okružní křižovatka je zasazena v extravilánu, vozidla zde dosahují na pozemních komunikacích jízdních rychlostí 70 km/h až 90 km/h a poloměry křižovatky odpovídají jednopruhové okružní křižovatce v extravilánu. Snímek okružní křižovatky je vyobrazen na následujícím obrázku (viz. Obrázek 15).

Obrázek 15: Letecký snímek okružní křižovatky Kunratická spojka a Vídeňská



Zdroj: (12)

Křižovatka je umístěna na hlavní komunikaci ulice Vídeňská, která je velmi vytěžovaná při dopravě za prací, vzděláním, kulturou do a z metropole Prahy apod. z okolních obcí Jesenice u Prahy, dle (13): „*Město Jesenice je obcí s pověřeným úřadem (obec II. stupně). Počet trvale hlášených obyvatel v obci ke dni 01.01.2016: 8 680 obyvatel.*“

Dále se zde kříží s Kunratickou spojkou, která spojuje velká sídliště Prahy Libuš, Kamýk, Modřany s druhým velkým sídlištěm Jižní město (Chodov, Opatov, Roztyly, Háje). Setkává se tedy zde několik proudů s rozdílným zdrojem i cílem dopravy. Na mapě širších vztahů (viz.

dopravního provozu prodloužit víkend a neúčastnili by se tak prováděného průzkumu. Pro metody měření bylo zvoleno umístění radaru mezi sledovanou křižovatkou a stykovou křižovatkou ulic Kunratická spojka a Libušská, kde bude sledovat intenzitu dopravy, skladbu dopravního proudu, rychlosti vozidel a rozestupy mezi vozidly v obou směrech. Na stykové křižovatce umístí další student Technické fakulty České zemědělské univerzity v Praze Petr Burda kameru pro sledování celé křižovatky a bude v roli sčítače sledovat skladbu dopravního proudu i intenzitu vozidel, z videozáznamu poté provede směrový průzkum na celé křižovatce. Na okružní křižovatce Kunratická spojka a Vídeňská budou umístěny dvě kamery na sloup veřejného osvětlení, který se nachází přímo uprostřed středového ostrůvku. V plánu je sledovat širokoúhlovou kamerou směry z centra po Vídeňské a zároveň Kunratickou spojku od Libuše. Druhá kamera bude zachycovat vjezd a výjezd vozidel na křižovatku v ulici Vídeňská směrem do Jesenice. V roli sčítače budu sledovat a zaznamenávat skladbu dopravního proudu a intenzitu vozidel na ulici Kunratická spojka ve směru k Libušské na výjezdu z okružní křižovatky.

2.3. Provedení dopravního průzkumu

Dne 9.11.2016 je vše připraveno a setkáváme se na místě okružní křižovatky okolo půl sedmé s panem Ing. Davidem Marčvi, který již stihl umístit a uvést do provozu radar mezi naší okružní křižovatkou a stykovou křižovatkou kolegy Petra Burdy. Radar se podařilo umístit na svislé dopravní značení dovolené rychlosti. Mezitím dorazil i doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc. a společně jsme se mohli pustit do instalace kamer na osvětlení ve středovém ostrůvku okružní křižovatky. Bohužel jsme se setkali s nesnadným upevněním, které nám komplikovalo veřejné osvětlení se širokým průměrem. Nakonec se podařilo kamery umístit a započít měření. Bohužel jsme mohli průzkum započít o dvacet minut později, jelikož nám komplikace s instalací kamer zabraly déle času, než bylo plánováno. Jelikož zabrala instalace kamer déle času, než bylo předpokládáno, započal i profilový průzkum pozorováním později. Dopravní průzkum proběhl a po deváté hodině ranní jsme zase videokamery i radar mohli odmontovat a odvézt. Bohužel se po skončení průzkumu projevila chyba v kameře, která měla zaznamenávat vjezd a výjezd od a do Jesenice, proto budeme pracovat pouze se záznamem z druhé kamery, která pořídila záznam ramen Vídeňské ulice směrem do centra a Kunratické spojky směrem na Libuš.

2.4. Zpracování dopravního průzkumu

V této kapitole jsou zpracovány výsledky dopravních průzkumů videodetekcí, profilový dopravní průzkum a průzkum radarem. Výsledky jsou zpracovány v tabulkách a grafech.

2.4.1. Radarový dopravní průzkum

Umístěný radar na svislém dopravním značení na Kunratické spojce zaznamenával veškerá data o složení dopravního proudu, rychlostech, rozestupech a intenzitě v obou směrech. Byla získána obsáhlá data z radaru dle kritérií - datum, čas, délka vozidla, rychlost, kategorie vozidla dle délky, odstup vozidel a jejich směr. Z těchto dat byly vybrány hodnoty pro čas 7:00 až 9:00, kdy dopravní průzkum probíhal a pomocí kontingenční tabulky (viz. Tabulka 1 a Tabulka 2) v programu Microsoft Excel sestaveny počty vozidel v jednotlivou hodinu, aby bylo možné určit intenzitu v jednotkách voz/hod i skladbu dopravního proudu. Následující tabulka znázorňuje jednotlivé intenzity druhů vozidel v každé sledované hodině.

Tabulka 1: Intenzity a druhy vozidel - směr z Libušská do Videňská - radar

	Časový interval	Kategorie vozidel				Celkový součet	
		1	2	3	4		
7:00 – 8:00	7:00 - 7:15	1	166	2	0	169	639 voz/h
	7:15 - 7:30	2	161	2	0	165	
	7:30 - 7:45	8	135	1	0	144	
	7:45 - 8:00	1	159	1	0	161	
8:00 – 9:00	8:00 - 8:15	0	160	4	0	164	610 voz/h
	8:15 - 8:30	3	147	3	0	153	
	8:30 - 8:45	2	129	4	0	135	
	8:45 - 9:00	4	152	2	0	158	
Celkový součet		21	1209	19	0	1249	

Zdroj: Autor

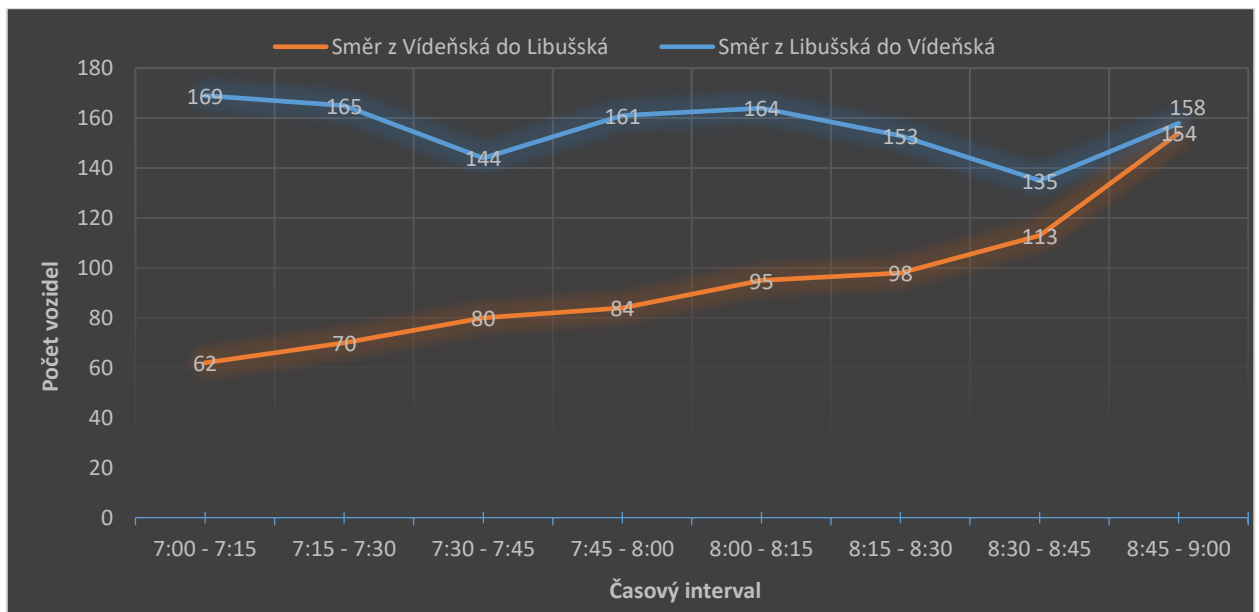
Tabulka 2: Intenzity a druhy vozidel - směr z Videňská do Libušská - radar

	Časový interval	Kategorie vozidel				Celkový součet	
		1	2	3	4		
7:00 – 8:00	7:00 - 7:15	5	53	4	0	62	296 voz/h
	7:15 - 7:30	6	62	1	1	70	
	7:30 - 7:45	3	75	2	0	80	
	7:45 - 8:00	5	77	2	0	84	
8:00 – 9:00	8:00 - 8:15	10	84	1	0	95	460 voz/h
	8:15 - 8:30	9	81	8	0	98	
	8:30 - 8:45	6	104	3	0	113	
	8:45 - 9:00	13	136	5	0	154	
Celkový součet		57	672	26	1	756	

Zdroj: Autor

Ze zpracovaných dat je zřejmé, že v hodinách 7:00 – 8:00 byla intenzita 639 voz/h vozidel jedoucích od ulice Libušská k ulici Vídeňská tedy na vjezd okružní křižovatky. Následující hodinu 8:00 – 9:00 intenzita poklesla na 610 voz/h. Složení dopravního proudu bylo nejvíce z menších vozidel kategorie jedna a dvě, které můžeme požadovat za osobní vozidla. Vozidla v kategorii jedna lze odhadovat dle délky na motocykly, cyklisty nebo kratší osobní vozy. Osobní a menší vozidla vč. cyklistů tvořila 633 voz/h v první hodině dopravního průzkumu a 597 voz/h v druhé sledované hodině. Třetí kategorii lze považovat za lehkou nákladní dopravu vč. delších vozů, kterou tvořilo 6 voz/hod v první hodině a 13 voz/h ve druhé hodině. V tomto směru nebyla zaznamenána radarem vozidla delší deseti metrů, která lze považovat za těžkou nákladní dopravu a bus. V opačném směru od ulice Vídeňská k ulici Libušská zaznamenal radar nižší intenzitu vozidel 296 voz/h v první hodině a 460 voz/h v druhé sledované hodině. Osobní a menší vozidla vč. cyklistů a motocyklů tvořila celkem 286 voz/h v první hodině a 443 voz/h v hodině druhé. Lehká nákladní doprava tvořila 9 voz/h v první sledované hodině a 17 voz/h ve druhé. V první hodině od 7:00 do 8:00 bylo zaznamenáno jedno vozidlo těžké nákladní dopravy v celkové délce 12,4 m. Následující graf (viz.Obrázek 17) zobrazuje průběh intenzit vozidel v obou směrech po patnácti minutách.

Obrázek 17: Graf průběhu intenzit vozidel v obou směrech - měřeno radarem



Zdroj: Autor

Rozdělením naměřených hodnot do patnáctiminutových intervalů dostaneme průběh intenzit vozidel, dle kterého lze sledovat průběh intenzit vozidel v obou směrech. Dopravní proud ve směru z ulice Libušská do ulice Vídeňská je v průběhu celého dopravního průzkumu silný a nijak výrazně nenarůstá. Tento dopravní proud se pohybuje v intenzitách 144 vozidel až 169

vozidel za sledovaný interval patnáct minut. V opačném směru je dopravní proud slabší v porovnání s prvním směrem, vyznačuje se ale plynulým nárůstem od začátku průzkumu až do konce průzkumu od hodnoty 62 vozidel až po hodnotu 154 vozidel za sledovaný patnáctiminutový interval.

2.4.2. Videodetekce

Ze záznamu z videokamery, která sledovala dopravní proudy od ulice Libušská v obou směrech a od centra v ulici Vídeňská, lze provést sčítání vozidel po patnácti minutách. Při provádění průzkumu se zaznamenává do formuláře pro profilový průzkum průjezd vozidel do kategorií v patnáctiminutových intervalech v obou směrech, tedy na vjezdu i výjezdu okružní křižovatky na paprsku ulice Kunratická spojka směrem k ulici Libušská, kde je umístěn i dopravní radar. Během dopravního průzkumu a vyhodnocování videa je využívána výhoda této metody tzn. zastavování videa a přetáčení do času, kde byla vyšší intenzita vozidel a sčítači mohlo některé vozidlo projet bez povšimnutí. Vyhodnocení průzkumu je zaznamenáno v následujících tabulkách (viz. Tabulka 3 a Tabulka 4). Vzhledem ke komplikacím s instalací kamer na středovém ostrůvku došlo k opožděnému začátku dopravního průzkumu a chybí data pro časový interval 7:00 až 7:15. Hodinová intenzita vozidel v první hodině není tedy úplná a při porovnání je třeba tuto chybu uvážit. Při sčítání vozidel byla vozidla řazena do tří kategorií osobní vozidla vč. motocyklů a cyklistů kategorie 1, lehká nákladní doprava kategorie 2 a těžká nákladní doprava plus bus kategorie 3.

Tabulka 3: Intenzity a druhy vozidel - směr z Libušská do Vídeňská - videodetekce

	Časový interval	Kategorie vozidel			Celkový součet	
		1	2	3		
7:00 – 8:00	7:00 - 7:15	-	-	-	-	420 voz/h
	7:15 - 7:30	131	3	3	137	
	7:30 - 7:45	135	4	3	142	
	7:45 - 8:00	139	2	0	141	
8:00 – 9:00	8:00 - 8:15	160	4	6	170	620 voz/h
	8:15 - 8:30	167	4	2	173	
	8:30 - 8:45	120	4	4	128	
	8:45 - 9:00	144	3	2	149	
Celkový součet		996	24	20	1040	

Zdroj: Autor

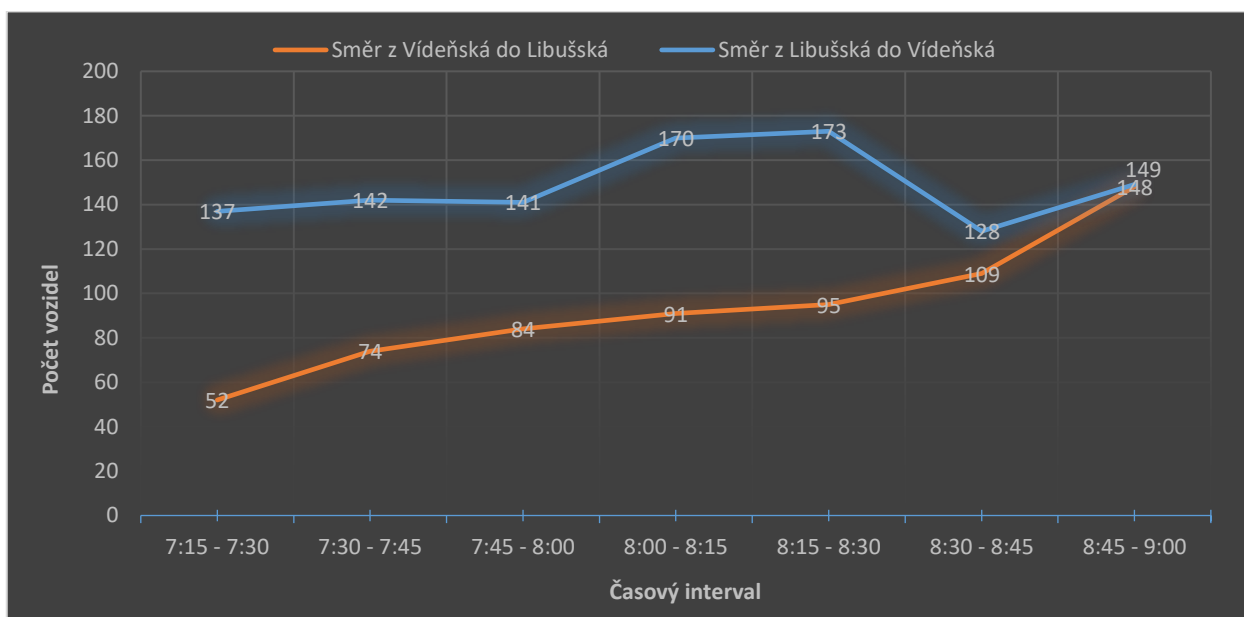
Tabulka 4: Intenzity a druhy vozidel - směr z Vídeňská do Libušská - videodetekce

	Časový interval	Kategorie vozidel			Celkový součet	
		1	2	3		
7:00 – 8:00	7:00 - 7:15	-	-	-	-	210 voz/h
	7:15 - 7:30	49	1	2	52	
	7:30 - 7:45	68	2	4	74	
	7:45 - 8:00	78	3	3	84	
8:00 – 9:00	8:00 - 8:15	88	0	3	91	443 voz/h
	8:15 - 8:30	86	4	5	95	
	8:30 - 8:45	103	3	3	109	
	8:45 - 9:00	139	5	4	148	
Celkový součet		611	18	24	653	

Zdroj: Autor

Dle dopravního průzkumu pomocí vyhodnocení videozáznamu, bylo napočítáno ve směru z ulice Libušská do ulice Vídeňská 420 vozidel za hodinu. První hodina byla zkrácena opožděným začátkem průzkumu. Ve druhé sledované hodině, která již byla zaznamenána celá, projelo celkem 620 vozidel za hodinu. Za celý dopravní průzkum bylo sečteno 996 vozidel osobní dopravy vč. motocyklů a cyklistů, 24 vozidel lehké nákladní dopravy a 20 vozidel těžké nákladní dopravy vč. autobusů. V opačném směru od ulice Vídeňská do ulice Libušská bylo zaznamenáno 210 vozidel v první měřené hodině a 443 vozidel ve druhé hodině. Celkem bylo sečteno 611 vozidel osobní dopravy, 18 vozidel lehké nákladní dopravy a 24 vozidel těžké nákladní dopravy vč. autobusů. Průběh intenzit vozidel po patnácti minutách je znázorněn v grafu na následujícím obrázku (viz. Obrázek 18). Průběh intenzit je s počátkem intervalu 7:15 – 7:30 z důvodu nutného odloženého měření. Ve směru z ulice Libušská do ulice Vídeňská byly zaznamenány intenzity 128 až 173 vozidel v patnáctiminutovém intervalu a mezi časem 8:00 a 8:30 zaznamenána zvýšená intenzita vozidel. V opačném směru od ulice Vídeňská k ulici Libušská je od počátku dopravního průzkumu sledován nárůst intenzity vozidel z hodnoty 52 do 148 vozidel za sledovaný patnáctiminutový interval. Z videodetekce je zřejmé, že dopravní proud ve směru od ulice Libušská k okružní křižovatce, tedy na vjezdu do okružní křižovatky s ulicí Vídeňskou, je s vyšší intenzitou vozidel než dopravní proud opačný na výjezdu z okružní křižovatky směrem k ulici Libušská.

Obrázek 18: Graf průběhu intenzit vozidel v obou směrech - videodetekce



Zdroj: Autor

2.4.3. Profilový dopravní průzkum pozorováním

Během dopravního průzkumu pomocí radaru a videokamery probíhal současně profilový dopravní průzkum na ulici Kunratická spojka ihned za výjezdem z okružní křižovatky směrem k ulici Libušká. Byla sčítána vozidla jedoucí výjezdem z okružní křižovatky a řazena do kategorií osobní doprava, lehká nákladní doprava a těžká nákladní doprava plus autobusy pro zjištění skladby dopravního proudu. Profilový dopravní průzkum započal se zpožděním oproti plánovanému počátku z důvodu delší montáže videokamery v 7:20. Během sčítání dopravy nastávaly okamžiky, kdy byla zvýšená intenzita vozidel a často bylo velice složité uhlídat veškerá vozidla, proto byl sledován pouze jeden směr na výjezdu z okružní křižovatky a nebyl zaznamenáván druhý směr vjezdu na okružní křižovatku. Data z profilového dopravního průzkumu jsou uvedena v následující tabulce (viz. Tabulka 5). Během profilového dopravního průzkumu bylo zaznamenáno celkem 629 vozidel osobní dopravy, 26 vozidel lehké nákladní dopravy a 19 vozidel těžké nákladní dopravy. V první hodině se zanedbáním nutného zpožděného začátku dopravního průzkumu byla zjištěna intenzita vozidel 243 voz/h a 431 voz/h ve druhé sledované hodině, která již byla zaznamenána kompletní. Data byla přenesena z formuláře pro profilový dopravní průzkum a skladbu dopravního proudu do elektronické podoby v programu Microsoft Excel, kde byla následně zpracována do tabulky (viz. Tabulka 5).

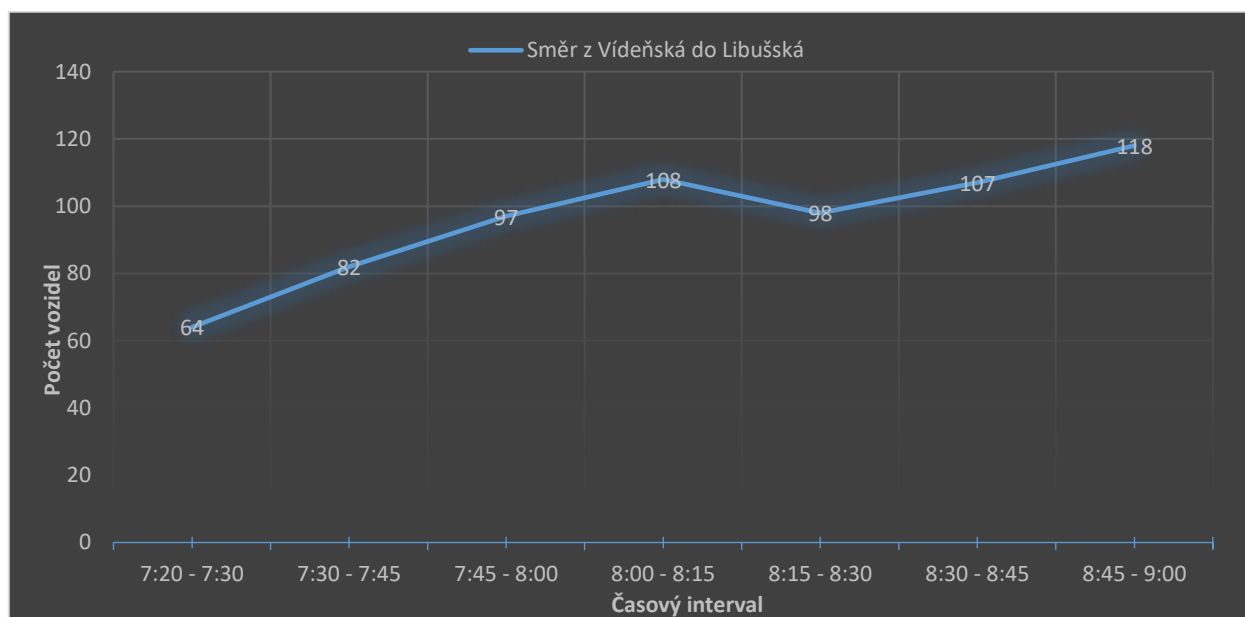
Tabulka 5: Intenzity a druhy vozidel - směr z Vídeňská do Libušká - ručně

	Časový interval	Kategorie vozidel			Celkový součet	
		1	2	3		
7:00 – 8:00	7:00 - 7:20	-	-	-	-	243 voz/h
	7:20 - 7:30	59	2	3	64	
	7:30 - 7:45	76	4	2	82	
	7:45 - 8:00	91	5	1	97	
8:00 – 9:00	8:00 - 8:15	102	3	3	108	431 voz/h
	8:15 - 8:30	91	4	3	98	
	8:30 - 8:45	98	5	4	107	
	8:45 - 9:00	112	3	3	118	
Celkový součet		629	26	19	674	

Zdroj: Autor

V následujícím grafu (viz. Obrázek 19) je znázorněn průběh intenzity vozidel z dat profilového dopravního průzkumu. Data v grafu jsou vynesena s počátečním intervalem 7:20 – 7:30. Intenzity vozidel se pohybovaly od 64 vozidel až do 118 vozidel ve sledovaném časovém intervalu patnácti minut. Z dopravního průzkumu je zřejmý nárůst intenzity dopravy během dopravního průzkumu ve směru od okružní křižovatky ulice Vídeňská směrem k ulici Libušká.

Obrázek 19: Graf průběhu intenzit vozidel ve směru z Vídeňská do Libušká

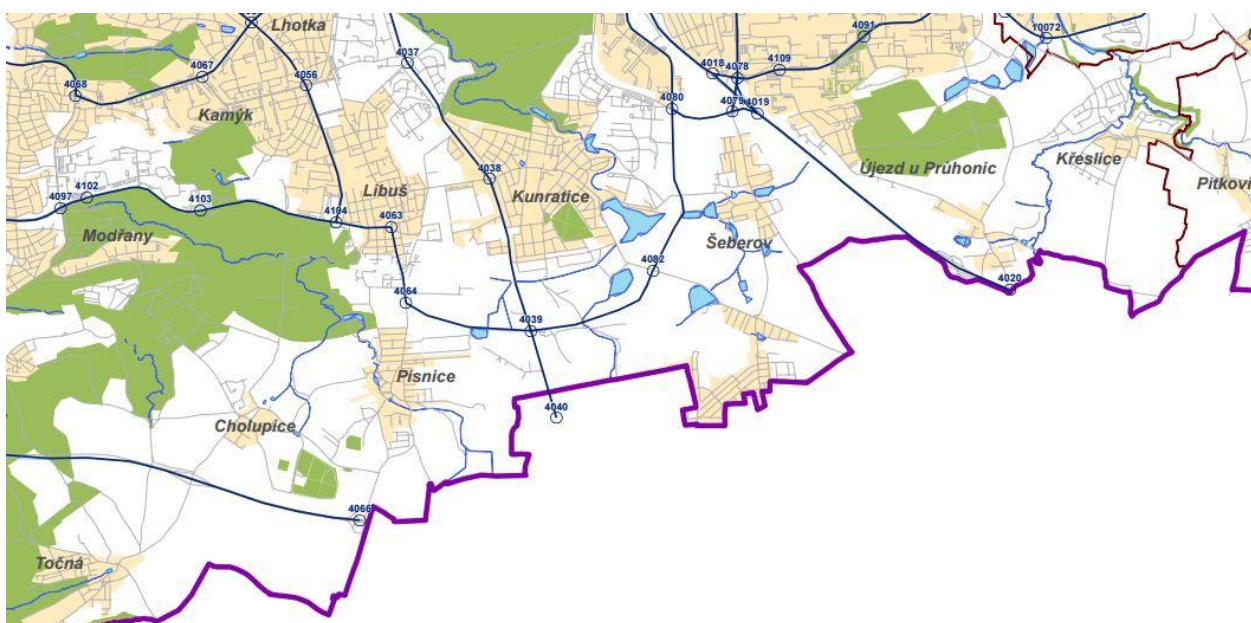


Zdroj: Autor

2.4.4. Dopravní sčítání TSK Praha

Technická správa komunikací neustále monitoruje dopravu na území hlavního města Prahy. Díky tomu lze zjistit denní intenzity vozidel v určitém úseku, kde byl proveden dopravní průzkum ve všední den pomocí radaru. Pro tuto bakalářskou práci bylo vybráno sledování dopravy z podzimu roku 2015, kdy provedlo sčítání TSK Praha v rozsahu cca 700 uzlů. Z těchto výsledků na sledovaném úseku mezi ulicí Vídeňská a Libušská bylo zjištěno ve směru z Vídeňská do Libušská 14 215 vozidel z toho 13 500 osobní dopravy, 600 pomalých vozidel a 115 vozidel autobusů MHD. Údaje jsou uvedeny ve vozidlech v čase 00 až 24 hodin, tedy za celý den. Dalším důležitým údajem z průzkumu je intenzita vozidel na křižovatce. Okružní křižovatka ulic Vídeňská a Kunratická spojka byla zatížena intenzitou vozidel 35 900 voz/24h dle průzkumu TSK Praha, která již naznačuje zvýšenou intenzitu a vyžaduje podrobnější zkoumání. Na následujícím obrázku (viz. Obrázek 20) je znázorněna část mapy, kde se nachází okružní křižovatka Vídeňská a Kunratická spojka pod číslem uzlu 4039 (14).

Obrázek 20: Část mapy sledovaných uzlů TSK Praha



Zdroj: (14)

2.4.5. Dopravní průzkum Petra Burdy

Ve stejném čase dopravního průzkumu na vjezdu a výjezdu okružní křižovatky Vídeňská a Kunratická spojka probíhal průzkum studenta Petra Burdy, který na stykové křižovatce ulic Kunratická spojka a Libušská sledoval celou křižovatku pomocí videokamery a následně ze záznamu videokamery provedl směrový průzkum intenzit vozidel po patnácti minutách. Dodaná

data od Petra Burdy obsahovala celkem šest směrů průjezdu vozidel křižovatkou sledovaná od 7:00 do 9:00 dne 9.11.2016. Vozidla, která přijížděla po ulici Libušská a odbočovala do ulice Kunratická spojka směrem k Vídeňská tvořila 1353 vozidel během celého průzkumu, 602 voz/h v první hodině a 751 voz/h v hodině druhé. V opačném směru na vjezdu do stykové křižovatky ulicí Kunratická spojka projelo během celého průzkumu 739 vozidel, 394 voz/h v první hodině a 354 voz/h v hodině druhé.

2.5. Vyhodnocení dopravního průzkumu

Cílem dopravního průzkumu bylo naplánování lokality, příprava formulářů, vytipování vhodného dne a počasí, dále pak úspěšné provedení několika dopravních průzkumů dle teoretické části, vyhodnocení dopravních průzkumů a jejich porovnání vč. uvážení chyb a výhod i nevýhod jednotlivých průzkumů pro přípravu dopravního průzkumu celé okružní křižovatky.

Dopravní průzkum byl plánován na středu, tedy polovinu týdne, aby dopravní intenzity neovlivňoval začátek nebo konec pracovního týdne, kdy dochází ke sníženým intenzitám z důvodu dovolených a prodloužených víkendů. Počasí na tento den meteorologové předpovídají jasné, proto je zvolen pro realizaci dopravního průzkumu tento den, jelikož během přeháněk narůstají dopravní intenzity a ovlivňují tak výsledek dopravního průzkumu. Předem bylo naplánováno umístit videokameru na středový sloup veřejného osvětlení na středovém ostrůvku okružní křižovatky. Místo umístění na středový sloup bylo vybráno dle záběrů a detailního zkoumání ze snímků vozovky na internetových mapách Google. Bohužel během přípravy nebyl uvážen průměr středového sloupu, a tak se před započítáním průzkumu doba instalace kamery neplánovaně prodloužila, jelikož bylo nutné kameru upevnit na více pásků a podložit dřevem, jelikož sloup byl šestihranného průřezu. Nakonec se instalace kamer povedla a průzkum mohl započít v 7:20. Dále se projevil problém s jednou ze dvou instalovaných kamer, která nepořídila během průzkumu žádný záznam. Na základně vyhodnocení profilového průzkumu ručním sčítáním a porovnáním s výsledky sčítání z videozáznamu a radaru lze určit výsledek jako nejvíce odlišný. Průběh intenzit po patnácti minutách se u profilového dopravního průzkumu výrazně liší a je zřejmé, že se při sčítání velice těžce hlídají situace, kdy projíždí sledovaným profilem více vozidel, které je třeba zařadit do kategorie. Naopak z výsledků dopravního průzkumu radarem je velice obtížné určit přesnou kategorii vozidla. Radar řadí vozidla do kategorií dle velikosti, případně lze určit pomalá vozidla, nelze ale s přesností určit, zda se jedná o osobní automobil, lehkou nákladní dopravu, těžkou nákladní dopravu nebo autobus. Autobus MHD lze vyčlenit pomocí úvahy jízdního řádu a očekávaného průjezdu a délky vozidla. Z hlediska provedených dopravních průzkumů se nejspolehlivěji a nejpřesněji projevil průzkum

pomocí videodetekce, jelikož při jeho vyhodnocování není sčítač vystaven nutnosti sledovat více vozidel najednou a dopustit se tak chyby při zaznamenání vozidla, videozáznam si může dle potřeby zpomalit nebo úplně pozastavit. Další výhodou je možnost určit přesnou kategorii vozidla. Pokud do videodetekce využijeme vyhodnocení pomocí software, který je schopný zaznamenat data jako jsou rychlosti vozidel, rozestupy vozidel i přesné kategorie, lze považovat takový průzkum za nejspolehlivější. Dle porovnání hodnot od studenta Petra Burdy s výsledky mé bakalářské práce videodetekce a vyhodnocení z videodetekce, lze pozorovat přesnější výsledky. Bohužel výsledky nelze přesně srovnávat, jelikož každý z průzkumů probíhal v jiném profilu komunikace, tedy automobily projeli tento profil v rozdílnou dobu a měla možnost odbočit mezi ulicemi Vídeňská a Libušská do obytné zóny. Tato vozidla ale lze pro účely tohoto pilotního dopravního průzkumu zanedbat.

Cílem práce bylo provést více druhů dopravních průzkumů a zvolit nejvhodnější pro následné zpracování směrového průzkumu okružní křižovatky. Dle poznatků bude nejvhodnější volba videodetekce sledování celé křižovatky pomocí dronu. Není v současné době jiná možnost, jak sledovat celou okružní křižovatku z dostupného sloupu veřejného osvětlení a dostatečné výšky. Průzkum nechat vyhodnotit pomocí software nebo sčítačů a zpomaleného záznamu.

3. Závěr

Tato bakalářská práce měla za úkol shrnout v rámci rešeršní části typy a způsoby provádění dopravních průzkumů, jejich výhody i nevýhody a formy využití. Následně v praktické části některé z nich aplikovat v praxi a výsledky společně porovnat. Tato studie lze použít pro správnou volbu dopravního průzkumu na okružní křižovatce a následně jeho provedení i vyhodnocení. V praktické části jsou zhodnoceny jednotlivé průzkumy a jak byly provedeny, se kterými potížemi se během jejich provádění sčítač potýká a jak přesné a vypovídající výsledky přináší. Byly provedeny celkem tři dopravní průzkumy radarem, profilový průzkum a videodetekce. Dalším srovnáním byl křižovatkový průzkum Petra Burdy a sčítání dopravy TSK Praha. V závěru praktické části se v rámci práce ze získaných dat usuzuje volba nejvhodnější metody dopravního průzkumu a poukazuje na moderní metodu vyhodnocení videozáznamu pomocí softwaru, který je schopný s přesností určit požadované parametry např. skladba dopravního proudu, intenzity, rychlosti vozidel, rozestupy vozidel, a hlavně směrový průzkum křižovatky. Díky této bakalářské práci je zřejmé, že pro plánovaný celkový dopravní křižovatkový průzkum bude potřeba zajistit spolupráci s ostatními katedrami pro zapůjčení dronu, který unese videokameru, aby bylo možné sledovat celou křižovatku po celou dobu dopravního průzkumu a následně software, který videozáznam vyhodnotí. Posléze získání důležitých a přesných dat navrhnout vhodné dopravní řešení, které předejde nebo zmírní dopravní kongesce. Pilotní průzkum na okružní křižovatce ulic Vídeňská a Kunratická spojka lze touto bakalářskou prací považovat za úspěšný a vypovídající pro přípravu hlavního projektu v rámci závěrečné práce.

4. Literatura

1. **Kočárková, D., Kocourek, J. a Jacura, M.** *Základy dopravního inženýrství*. Praha : ČVUT Praha, 2009. ISBN:978-80-01-04233-5.
2. **BESIP.** ibesip.cz. *BESIP*. [Online] 2012. <http://www.ibesip.cz/cz/aktivity/archiv-kampani/bezpecna-obec/dopravni-inzenyrstvi/okruzni-krizovatky>.
3. **Malina, T.** tp135.cz. [Online] 2016. <http://www.tp135.cz/tp135-okruzni-krizovatka>.
4. **Súkeník, P., a další.** *Příručka pro navrhování okružních křižovatek*. Praha : CITYPLAN spol. s r.o., 2009.
5. *Estimating negotiation radius, distance and speed for vehicles using roundabouts*. **Akcelik, R.** Austrálie : autor neznámý, 2002.
6. **Pardubice, Univerzita.** Popularizace výsledků dopravního výzkumu. [Online] 2013. <http://elearning-popularizace.cdvinfo.cz/Elearning/lecture-content/default/653>.
7. **AF-CITYPLAN.** Konzultační, inženýrské, expertní a projektové služby. [Online] 2017. <http://www.af-cityplan.cz/pruzkumy.html>.
8. **Droneweb.cz.** Informační portál o světě bezpilotních prostředků. [Online] 2016. <http://www.droneweb.cz/co-je-dron>.
9. **Mišák, P.** Droni.cz. [Online] 2015. <https://www.droni.cz/dron-s-kamerou-kolik-stoji/>.
10. **Měšec.cz.** Měšec.cz. [Online] 2016. <http://www.mesec.cz/zakony/zakon-o-pozemnich-komunikacich/f1732735/>.
11. **RCE-systems.** MONITOROVÁNÍ DOPRAVY POMOCÍ KVADROKOPTÉRY. [Online] 2014. <http://www.rcesystems.cz/cs/articles/traffic-monitoring-unmanned-aerial-vehicle/>.
12. **Mapy.cz.** Mapy.cz. [Online] 2015. <https://mapy.cz/letecka?x=14.4849928&y=49.9987384&z=19>.
13. **Město-Jesenice.** Oficiální stránky města Jesenice. [Online] 2016. <http://mujesenice.cz/o-meste-jesenice/>.
14. **TSK.** Intenzity dopravy. [Online] 2016. <https://www.tsk-praha.cz/wps/portal/root/dopravni-inzenyrstvi/intenzity-dopravy>.

15. **Křivda, V. a Škvain, V.** <http://kds.vsb.cz>. [Online] 2013. <http://kds.vsb.cz/mkk/modelovani-06.htm>.
16. —. <http://kds.vsb.cz>. [Online] 2013. <http://kds.vsb.cz/mkk/krizovatky-mimo.htm>.
17. —. <http://kds.vsb.cz/mkk/>. [Online] 2013. <http://kds.vsb.cz/mkk/krizovatky-uvod.htm>.
18. **Martolos, J. a Bartoš, L.** www.dopravniinzenyrstvi.cz. [Online] 2012.
<http://www.dopravniinzenyrstvi.cz/clanky/moznosti-stanoveni-navrhovych-intenzit-dopravy-na-zaklade-kratkodobeho-mereni/>.
19. **Slabý, P., Uhlík, M. a Havlíček, T.** *Dopravní inženýrství I*. Praha : ČVUT, 2011. ISBN 978-80-01-04856-6.

5. Seznam tabulek

Tabulka 1: Intenzity a druhy vozidel - směr z Libušská do Vídeňská - radar	27
Tabulka 2: Intenzity a druhy vozidel - směr z Vídeňská do Libušská - radar	27
Tabulka 3: Intenzity a druhy vozidel - směr z Libušská do Vídeňská - videodetekce	29
Tabulka 4: Intenzity a druhy vozidel - směr z Vídeňská do Libušská - videodetekce	30
Tabulka 5: Intenzity a druhy vozidel - směr z Vídeňská do Libušská - ručně	32

6. Seznam obrázků

Obrázek 1: Kategorizace okružní křižovatky	4
Obrázek 2: Mini okružní křižovatka	5
Obrázek 3: Kompaktní okružní křižovatka	6
Obrázek 4: Jednopruhová okružní křižovatka v extravilánu	6
Obrázek 5: Dvoupruhová okružní křižovatka v extravilánu	7
Obrázek 6: Standardní turbookružní křižovatka	9
Obrázek 7: Vejcovitá turbookružní křižovatka	9
Obrázek 8: Kloubová okružní křižovatka	10
Obrázek 9: Spirálovitá okružní křižovatka	10
Obrázek 10: Rotorová okružní křižovatka	11
Obrázek 11: Alternativní okružní křižovatky	11
Obrázek 12: Formulář pro směrový průzkum křižovatky	19
Obrázek 13: Záznam okružní křižovatky kamerou	21
Obrázek 14: Ukázka vyhodnocování videozáznamu pomocí Data from sky software	23
Obrázek 15: Letecký snímek okružní křižovatky Kunratická spojka a Vídeňská	24
Obrázek 16: Mapa širších vztahů	25
Obrázek 17: Graf průběhu intenzit vozidel v obou směrech - měřeno radarem	28
Obrázek 18: Graf průběhu intenzit vozidel v obou směrech - videodetekce	31
Obrázek 19: Graf průběhu intenzit vozidel ve směru z Vídeňská do Libušská	32
Obrázek 20: Část mapy sledovaných uzlů TSK Praha	33