

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



Dopravní studie křižovatky v obci Velké Přílepy

Diplomová práce

Vedúci diplomovej práce: Ing. David Marčev, Ph.D.

Autor práce: Bc. Róbert Galovič

PRAHA 2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Róbert Galovič

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Dopravní studie křižovatky v obci Velké Přílepy

Název anglicky

Study of traffic on the crossroads in the village Velké Přílepy

Cíle práce

Cílem diplomové práce je provést dopravní studii křižovatky v obci Velké Přílepy v okrese Praha – Západ.

Metodika

1. Rešeršní část – přehled dopravně inženýrských opatření ve vztahu k řešené křižovatce v obci Velké Přílepy.
2. Sběr dat k řešení dopravní studie – územní plán, vlastní dopravní průzkumy, konzultace s úřady (např. útvary rozvoje města, stavební odbor)
3. Posouzení kvality dopravy dané křižovatky.
4. Návrh dopravně inženýrských opatření ke zkvalitnění dopravy řešené křižovatky s ohledem na prognózu dopravy.
5. Diskuse a závěr

Doporučený rozsah práce

50 stran + výkresová dokumentace

Klíčová slova

doprava, intenzita, kapacita, dopravní inženýrství

Doporučené zdroje informací

BÁRTOVÁ H., RŮŽIČKA M.: Územní plánování a doprava. Praha: ABF – Arch, 2008. Stavební právo. ISBN 978-80-86905-48-8.

KOČÁRKOVÁ D., KOCOUREK J., JACURA M.: Základy dopravního inženýrství. V Praze: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04233-5, 142 s.

RŮŽIČKA M.: průběžně aktualizované přednášky Dopravní inženýrství, Moodle TF ČZU v Praze, <http://moodle.tf.czu.cz> (16.1.2017)

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 a další materiály viz <http://www.pjpk.cz> (17.1.2017)

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. David Marčev, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 17. 1. 2017

doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 1. 2017

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 21. 03. 2018

Prehlásenie

Prehlasujem, že som diplomovú prácu na tému: „Dopravní studie křižovatky v obci Velké Přílepy“ vypracoval samostatne a použil len pramene, ktoré citujem a uvádzam v zozname použitých zdrojov. Som si vedomý, že odovzdaním diplomovej práce súhlasím s jej zverejnením podľa zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o zmene a doplnení ďalších zákonov, v znení neskorších predpisov, a to aj bez ohľadu na výsledok jej obhajoby. Som si vedomý, že moja diplomová práca bude uložená v elektronickej podobe v univerzitnej databáze a bude verejne prístupná k nahliadnutiu. Som si vedomý, že na moju diplomovú prácu sa plne vzťahuje zákon č. 121/2000 Sb., o práve autorskom, o právach súvisiacich s právom autorským a o zmene niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov, predovšetkým ustanovenie § 35 ods. 3 tohto zákona, tj. o použití tohto diela.

.....

Pod'akovanie

Ďakujem vedúcemu diplomovej práce Ing. Davidovi Marčevovi, Ph.D. za poskytnutie cenných a odborných rád pri spracovaní predkladanej diplomovej práce. Taktiež ďakujem Bc. Ladislavovi Pavelkovi za asistenciu pri vykonaní dopravného prieskumu.

Abstrakt:

Obsah tejto diplomovej práce s názvom „Dopravní studie křižovatky v obci Velké Přílepy“ pozostáva z analýzy súčasného dopravného stavu na vybranej križovatke a návrh alternatívneho riešenia. Rešeršná časť práce je zložená z dvoch celkov. Prvý z nich popisuje problematiku dopravného inžinierstva. Druhý celok je zameraný na základné informácie pre návrh okružnej a svetelne riadenej križovatky. Praktická časť diplomovej práce obsahuje rozbor súčasnej dopravnej situácie na križovatke, vyhodnotenie dopravného prieskumu a prognózu dopravy. Pomocou týchto údajov bol vyhotovený návrh okružnej križovatky, ktorý sa skladá z textovej a grafickej časti. V textovej časti je opísané základné geometrické rozloženie a kapacitné posúdenie okružnej križovatky. Grafická časť obsahuje dva výkresy okružnej križovatky. Posledným krokom bolo vyhodnotenie návrhu, ktoré obsahuje klady a zápory riešenia. V závere je popísané celkové zhodnotenie okružnej križovatky vzhľadom do budúcnosti.

Kľúčové slová: doprava, intenzita, kapacita, dopravné inžinierstvo

Study of traffic on the crossroads in the village Velké Přílepy**Abstract:**

The content of this diploma thesis named " Study of traffic on the crossroads in the village Velké Přílepy" consists of the analysis of the current traffic situation at the selected crossroads and the design of an alternative solution. The research part of the thesis consists of two units. The first one describes the issue of transport engineering. The second unit is focused on basic information for the design of the roundabout and signalized junction design. The practical part of the diploma thesis contains an analysis of the current traffic situation at the crossroads, the evaluation of the traffic survey and the transport forecast. Using this data, a design of a roundabout consisting of a text and graphical part was prepared. The text part describes the basic geometric layout and the capacitive assessment of the roundabout. The graphical section contains two drawings of the roundabout. The last step was to evaluate the proposal that contains the pros and cons of the solution. In conclusion, the overall assessment of the roundabout for the future is described.

Key words: traffic, intensity, capacity, traffic engineering

OBSAH

1	ÚVOD.....	1
2	CIEĽ PRÁCE	2
3	METODIKA.....	3
4	TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ	4
4.1	Základné pojmy.....	4
4.2	Dopravné inžinierstvo	5
4.2.1	Dopravné prieskumy a ich členenie.....	6
4.2.2	Metódy dopravných prieskumov	7
4.3	Križovatky.....	9
4.3.1	Základné typy križovatiek	10
4.3.2	Geometria pohybu vozidiel na križovatke	10
4.3.3	Dôležité podmienky pri návrhu križovatky	11
4.3.4	Neradené križovatky a ich kapacita.....	12
4.4	Križovatky riadené svetelnou signalizáciou.....	12
4.4.1	Kritériá návrhu svetelných signalizačných zariadení	13
4.4.2	Kapacita križovatiek riadených svetelnou signalizáciou	16
4.5	Okružné križovatky	16
4.5.1	Pravidlá návrhu okružných križovatiek	17
4.5.2	Terminológia okružnej križovatky.....	18
4.5.3	Delenie okružných križovatiek	19
4.5.4	Kapacita okružných križovatiek	21
4.6	Kolízne body na križovatke	26
4.7	Stupne dopravnej nadradenosti	27
4.8	Prechody pre chodcov	28
4.8.1	Prechody pre chodcov bez svetelnej signalizácie	29

4.8.2	Prechody pre chodcov riadené svetelnou signalizáciou	29
4.8.3	Prechody pre chodcov na okružných križovatkách	30
5	SÚČASNÝ STAV SLEDOVANEJ PROBLEMATIKY	31
5.1	Charakteristika a popis križovatky.....	31
5.1.1	Vlastné pozorovanie súčasného stavu.....	32
5.2	Faktory pôsobiace na dopravu v danom úseku	33
5.2.1	Lúč A – severná vetva komunikácie II/240	34
5.2.2	Lúč B – západná vetva komunikácie III/2406	34
5.2.3	Lúč C – južná vetva komunikácie II/240.....	34
5.2.4	Lúč D – východná vetva komunikácie III/2407	35
5.3	Meranie intenzity dopravy	35
5.4	Prognóza dopravy.....	39
5.5	Analýza nehodovosti na križovatke	41
6	NÁVRH RIEŠENIA KRIŽOVATKY	43
6.1	Návrh okružnej križovatky.....	43
6.2	Posúdenie okružnej križovatky	44
6.3	Vyhodnotenie návrhu	46
6.3.1	Výhody návrhu	46
6.3.2	Nevýhody návrhu.....	47
7	ZÁVER.....	48
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	50
	ZOZNAM OBRÁZKOV, TABULIEK A GRAFOV.....	52
	ZOZNAM PRÍLOH.....	53

1 ÚVOD

Doprava je neodmysliteľnou súčasťou nášho každodenného života. Pozostáva z veľkého množstva javov, ktoré na seba nadväzujú a spolupracujú, a tým vytvárajú jednotný a komplexný celok.

V súčasnej dobe dochádza k prudkému rozmachu individuálnej dopravy vyvolaný vplyvom rastúcej životnej úrovne obyvateľstva a súčasná sieť komunikácií častokrát prestáva vyhovovať moderným požiadavkám dopravy. Tento nárast automobilovej dopravy je sprevádzaný kladnými, ale aj zápornými dopadmi na rôzne oblasti.

Medzi kladné dopady je možné zaradiť najmä rozvíjajúci sa automobilový priemysel a zvýšenie hospodárskeho či spoločenského života. Rovnako sa skracujú vzdialenosti, alebo čas potrebný na prepravu budovaním nových komunikácií, alebo ich reorganizáciou za účelom optimalizácie dopravnej situácie.

Naproti tomu sa nárast dopravy prejavuje negatívne v podobe dopravných kolapsov, kongescií, nehôd alebo aj nervozity účastníkov cestnej premávky, ktorá v konečnom dôsledku nepriaznivo vplýva na ich psychickú pohodu. V neposlednom rade netreba zabúdať ani na vplyvy dopravy ako sú: hluk, vibrácie, prašnosť a negatívne pôsobenie dopravy vzhľadom k životnému prostrediu. Vzhľadom na všetky tieto aspekty je naďalej potrebné sledovať vývoj dopravy a minimálne spomaliť jej súčasný nárast.

2 CIEĽ PRÁCE

Cieľom tejto diplomovej práce je navrhnúť možné alternatívne riešenie zvolenej križovatky, ktorá sa nachádza v obci Velké Přílepy. Samotný návrh pre zlepšenie dopravy v tejto oblasti by mal čo najlepšie vyhovovať situácii na križovatke, a to predovšetkým počas doobedných a poobedných špičiek, kedy je intenzita dopravy najvyššia. Opatrenia, ktoré sú predmetom tejto práce sa majú aktívne podieľať na zlepšení dopravných podmienok danej križovatky. Jedná sa predovšetkým o tieto podmienky :

- Zvýšenie plynulosti dopravy,
- Zvýšenie bezpečnosti cestnej premávky (s tým súvisiace dodržiavanie maximálnej povolenej rýchlosti pri vjazde do križovatky, alebo pri samotnom prechode križovatkou),
- Zvýšenie bezpečnosti chodcov.

Medzi dôležitý faktor pri návrhu nového riešenia patrí predovšetkým bezproblémový prejazd križovatkou.

Možné riešenie križovatky v obci Velké Přílepy bude v diplomovej práci navrhované v súčinnosti s českými normami a technickými podmienkami a taktiež na základe získaných dát z dopravného prieskumu.

3 METODIKA

Pred začiatkom riešenia samotného návrhu na zlepšenie a optimalizovanie križovatky je potrebné sa oboznámiť s problematikou, ktorá súvisí práve s touto témou. Z toho dôvodu sa bude prvá časť práce venovať dopravno-inžinierskym a dopravno-staviteľským podkladom.

Následný postup pri spracovaní diplomovej práce začína predovšetkým vybraním vhodnej križovatky, na ktorej je vecné a účelné vykonať dopravno-inžinierske opatrenia, v snahe zlepšiť dopravnú situáciu na danom úseku. Konkrétna križovatka v obci Velké Přílepy bola vybraná na základe konzultácie s vedúcim diplomovej práce.

V ďalšom kroku bude nasledovať dopravný prieskum ručnou metódou (pomocou sčítacieho hárku). Pri tomto prieskume bude zistená intenzita dopravy na križovatke, skladba dopravného prúdu a smerovanie vozidiel. Spomínaný prieskum bude realizovaný počas „bežných pracovných dní“, tj. utorok, streda, štvrtok, počas rannej a popoludňajšej dopravnej špičky. Následne prebehne vyhodnotenie získaných údajov. Tie sa neskôr graficky spracujú a určí sa intenzita špičkovej hodiny. Ďalej bude prepočítaná intenzita dopravy podľa koeficientov pre okružnú križovatku a rovnako vzhľadom na prognózu dopravy.

Na základe nameraných a vyhodnotených údajov prebehne návrh a úprava súčasného stavu križovatky. Vlastné spracovanie bude obsahovať popis riešenia, kapacitné posúdenie križovatky a taktiež výkresovú dokumentáciu, ktorá bude spracovaná v programe AutoCAD podľa zodpovedajúcej mierky a umiestnenia križovatky.

4 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ

V teoretickej časti diplomovej práce je obsiahnuté základné názvoslovie, s pomocou ktorého je možné priblížiť zameranie danej diplomovej práce. V tejto kapitole je taktiež zobrazená problematika dopravného inžinierstva spolu s metodikou potrebnou pre výpočty, ako aj možné alternatívy pri prestavbe alebo zásahoch do križovatky.

4.1 Základné pojmy

Intenzita dopravného prúdu – počet automobilov (chodcov, cyklistov), ktorý prejde vymedzeným priečnym rezom komunikácie za daný časový interval v jednom smere.

Kapacita komunikácie – maximálny počet vozidiel ktoré môžu prejsť priečnym rezom jazdného pruhu jedným smerom za jednotku času.

Skladba dopravného prúdu – vyjadruje podiel jednotlivých druhov vozidiel z ich celkového počtu v určenom čase a úseku pozorovanej komunikácie.

Bod križovania – bod stretu na pozemnej komunikácii, v ktorom sa jazdné smery vzájomne križujú.

Bod odbočovania – bod stretu na pozemnej komunikácii, v ktorom sa jeden jazdný smer rozvetvuje do dvoch alebo viacerých smerov.

Dopravný pás – súvislá spevnená časť koruny cestnej komunikácie zložená z viacerých jazdných pruhov.

Dopravný pruh – spevnená časť koruny cestnej komunikácie, určená pre jeden dopravný prúd vozidiel (chodcov, cyklistov). Podľa účelu, pre ktorý je dopravný pruh určený rozoznávame: jazdný pruh, prídavný pruh a pridružený pruh.

Dopravné zariadenia – predstavujú technické objekty, oznamovacie a zabezpečovacie zariadenia, bez ktorých by sa doprava nemohla uskutočniť (v prípade cestnej dopravy sú to napr. svetelné signalizačné zariadenia (SSZ), dopravné značky a iné).

Svetelné signalizačné zariadenie – bezpečnostné zariadenie určené na riadenie cestnej premávky, ktorým sú vytvárané svetelné intervaly na bezpečné pohyby vozidiel pomocou určitého systému a spôsobu riadenia dopravy. [1]

4.2 Dopravné inžinierstvo

Dopravné inžinierstvo je pomerne mladý vedný odbor, ktorý sa vyčlenil z cestného inžinierstva v 30. rokoch 20. storočia v USA. V tejto dobe tam došlo k búrlivému rozvoju automobilovej dopravy. V Európe sa rozvoj automobilizmu prejavil neskôr, po 2. svetovej vojne (v 50. a 60. rokoch 20. storočia).

Problematika dopravného inžinierstva sa zaoberá štúdiou, prieskumom, rozborom a prognózou javov a zákonitostí v doprave z hľadiska komunikácie. [2]

- CIELE DORAVNÉHO INŽINIERSTVA

- Vytvára podklady pre cestné plánovanie (stanovenie kategorizácie cestnej siete, poradia a etapovitost' výstavby, atď.) a pre cestné projektovanie (odovzdanie normových projekčných prvkov).
- Uplatňuje okamžité dopravné riešenie (organizačné a regulačné opatrenia, riadenie križovatiek), tzn. optimálne využitie súčasného dopravného zariadenia pre rastúce nároky dopravy.
- Hľadá výhľadové dopravné riešenie (návrhy stavebných úprav, návrhy prestavby a výstavby komunikácií i celých komunikačných sietí), tzn. vo fázi budovania nových dopravných zariadení. [2]

Dopravné inžinierstvo sa zaoberá štyrmi základnými okruhmi:

1. Užívateľmi komunikácie (kto sa po komunikácii pohybuje).
2. Dopravnými charakteristikami (ako sa odohráva dopravné dianie – rýchlosť, rozmery, hmotnosti, dopravný prúd, chovanie na križovatke, kapacita, nehody, parkovanie).
3. Dopravnými prieskumami (kde a koľko je dopravy v súčasnosti – množstvo, zloženie a smery dopravného prúdu, zmeny v priestore a čase).
4. Dopravnou prognózou (kedy a akých hodnôt dosiahne doprava v budúcnosti). [2]

- ŠPECIFIKÁCIE CESTNEJ A MESTSKEJ DOPRAVY

Doprava na pozemných komunikáciách má určité špecifikácie, na základe ktorých sa líši od iných druhov dopravy. Na komunikáciu majú možnosť prístupu a pohybu najrôznejšie

dopravné prostriedky (vrátane cyklistov a chodcov), ktoré sa líšia druhom pohonu, rozmermi a taktiež konštrukčnou rýchlosťou.

Medzi ďalší špecifický prvok cestnej a mestskej dopravy patrí rôznorodosť účastníkov cestnej premávky (vodičov, cestujúcich a chodcov). Tí sa od seba odlišujú najmä skúsenosťami, znalosťami, ale taktiež aj vekom.

Pohyb po komunikácii nie je presne riadený z hľadiska voľby času a trasy pre určité premiestnenie. Toto rozhodnutie je individuálne a na komunikáciu je možné vojsť, alebo ju opustiť takmer kedykoľvek a kdekoľvek. Taktiež účastníci cestnej premávky môžu voľiť ľubovoľný druh pohybu a rýchlosti v závislosti na rešpektovaní dopravných predpisov. [2]

4.2.1 Dopravné prieskumy a ich členenie

Dopravné prieskumy tvoria veľmi dôležitý aspekt pri poznaní stavu cestnej premávky. Zahrňujú všetky elementy dopravného procesu, a teda:

- dopravnú cestu,
- dopravné prostriedky,
- subjekty (vodič, chodec, cyklista).

Prakticky nie je možné, aby mal dopravný prieskum absolútnu vypovedaciu spoľahlivosť. To znamená, že nemôže byť absolútne objektívny. Z toho dôvodu je nutné rešpektovať zásady objektívnosti ich sledovania, ako aj určitú štatistickú spoľahlivosť sledovaných a zistených dát. [2]

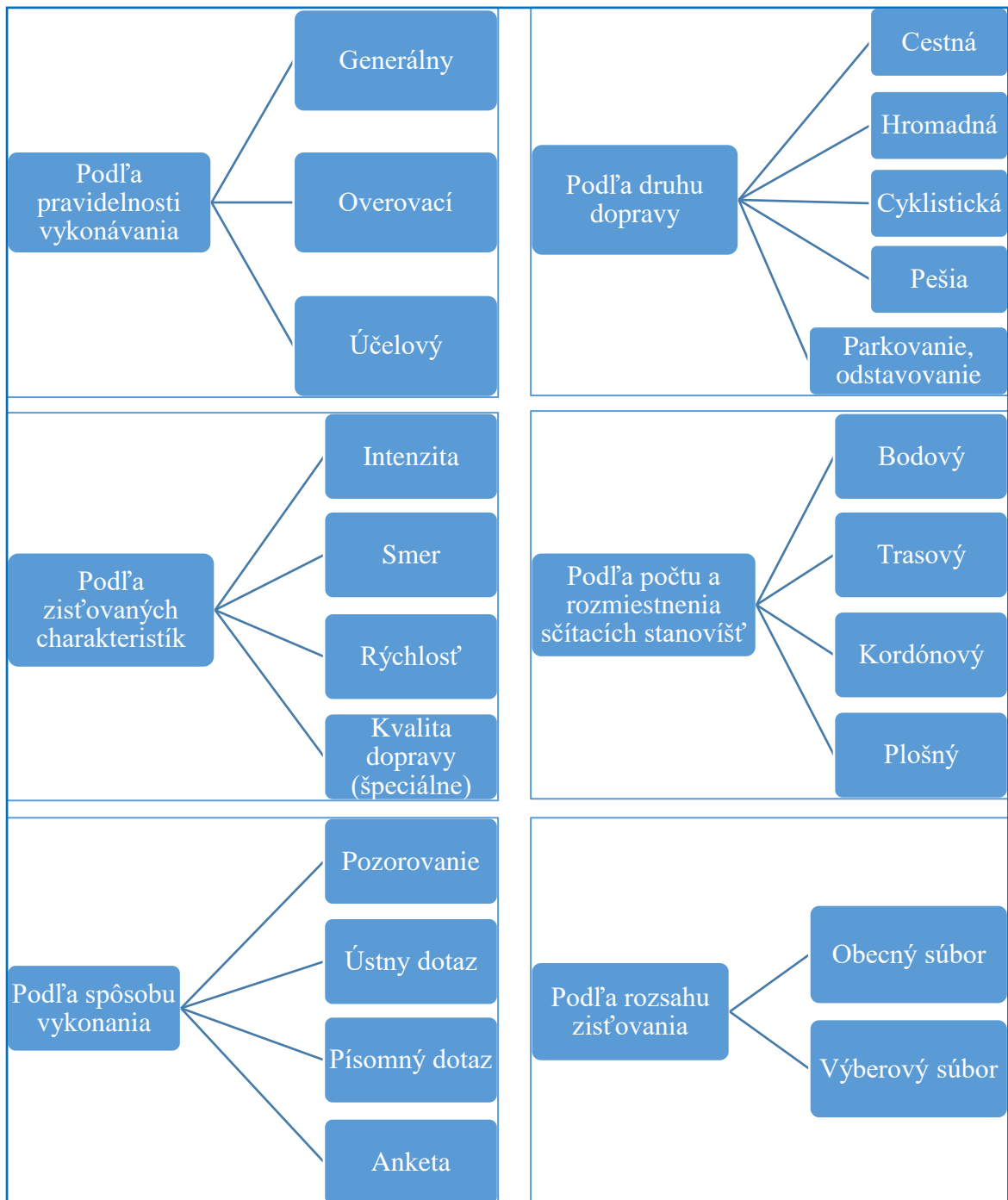
- **VYUŽITIE PRIESKUMOV**

a) Pre zaistenie podkladov potrebných na projektovanie a:

- modernizáciu cestnej a mestskej siete,
- zlepšenie dopravných pomerov na už existujúcich komunikáciách (rekonštrukcia, organizácia prevádzky),
- dopravnú obsluhu územia,
- návrh plôch pre dopravu v kľude (parkovanie, garážovanie) apod.

b) Pre hodnotenie súčasného dopravného stavu [2]

Nasledujúci obrázok znázorňuje základné členenie dopravných prieskumov.



Obr. 1 Členenie dopravných prieskumov; Zdroj: vlastné spracovanie z [2], [3]

4.2.2 Metódy dopravných prieskumov

Pre zistenie *intenzity* individuálnej automobilovej dopravy (IAD) je možné uplatniť nasledujúce metódy:

a) *priame*

- ručné sledovanie
- poloautomaticky
- detektory
- meracie vozidlo

b) *nepriame*

- dotaz
- anketa
- filmový záznam
- televízny záznam

Smerový prieskum na križovatke je možné zistiť:

a) *priamo*

- ručným sčítaním
- metódou ŠPZ
- metódou rozsvietených svetiel
- metódou nálepiek

b) *nepriamo*

- filmovým záznamom
- televíznym záznamom

Pre **smerový prieskum na ploche celého mesta** sa používajú metódy:

a) *priame*

- metóda nálepiek
- záznam ŠPZ
- ústny dotaz

b) *nepriame*

- písomný dotaz v domácnosti
- písomný dotaz na pracovisku
- dopravno-sociologický prieskum

Na zistenie **rýchlosti** dopravného prúdu je možné využiť metódy:

- a) priame
 - endoskop
 - chronograf
 - radar
 - tachograf

- b) nepriame
 - detektory
 - televízny záznam
 - filmový záznam
 - letecké snímky

Pri prieskume *množstva zaparkovaných vozidiel* sa využívajú metódy:

- a) priame
 - záznam na parkovisku
 - záznam pri príjazde a odjazde z parkoviska
 - kordónový prieskum

- b) nepriame
 - letecké snímky

Prieskumy *dĺžky a času parkovania* sa využívajú metódy:

- a) priame
 - záznam ŠPZ pri státi na parkovisku
 - záznam ŠPZ pri príjazde a odjazde z parkoviska
 - kordónový prieskum

 - b) nepriame
 - napr. v obchodných centrách z obratu platiacich zákazníkov pri pokladniach.
- [2]

4.3 Križovatky

Križovatka je bod v sieti komunikácií, na ktorom sa stretávajú, spájajú, odpájajú a križujú prúdy cestnej dopravy zo všetkých stretávajúcich sa komunikácií. Z toho dôvodu križovatka musí mať dostatočnú schopnosť prepustiť všetky dopravné prúdy. V opačnom

prípade by mohla nastať nechcená situácia, kedy by vozidlá mohli zostať stáť na križovatke alebo pred ňou.

Pri procese rozhodovania sa o voľbe druhu, typu, tvaru, umiestnení a usporiadaní križovatky sa musí klásť dôraz na zaistenie čo najväčšej bezpečnosti a plynulosti dopravných prúdov na daných komunikáciách.

Špecifické podmienky riešenej križovatky sú dané:

- dopravným významom križujúcich sa komunikácií,
- výhľadovou intenzitou priebežných a odbočujúcich dopravných prúdov,
- kategóriou križujúcich sa komunikácií,
- vzájomnou vzdialenosťou križovatiek,
- tvarom územia a umiestnenia križovatky v trase. [1], [4]

4.3.1 Základné typy križovatiek

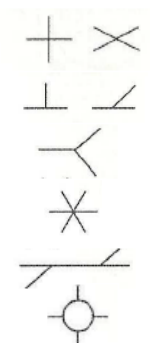
Križovatky je možné rozdeliť podľa viacerých charakteristík: [1]

a) Podľa vzájomnej úrovne komunikácií:

- úrovňové (komunikácie sa pretínajú alebo stýkajú v jednej úrovni),
- mimoúrovňové (komunikácie sa križujú v rôznych úrovniach),
- čiastočne mimoúrovňové.

b) Podľa tvaru:

- priesečné
- stykové
- vidlicové
- hviezdicové
- odsadené
- okružné



Obr. 2 Základné tvary križovatiek; Zdroj: [1]

4.3.2 Geometria pohybu vozidiel na križovatke

Pohyb vozidiel po ploche križovatky sa realizuje nasledujúcimi manévrami:

- jazda priamo,
- odbočovanie vpravo, vľavo

- križovanie (jazdné smery sa pretínajú pod určitým uhlom),
- pripájanie sprava, zľava (vzniká pri spájaní dvoch jazdných smerov v jeden konvergentný pohyb),
- prieplet (vzniká pri zmene jazdných pruhov)

Na ploche križovatky sa rozlišujú plochy vyhradené pre *kolízne plochy* tzn. plochy, pri ktorých môže nastať kolízia, *nekolízne plochy* a *dopravne zatienené plochy*, ktoré sú nepojazdné a môžu byť upravené ako zvýšené ostrovčeky alebo sú ohraničené vodorovným značením. [1], [5]

4.3.3 Dôležité podmienky pri návrhu križovatky

Navrhovaná križovatka musí vyhovovať vo vzťahu k jej príslušnému typu najmä týmto podmienkam:

Zabezpečenie bezpečnosti cestnej premávky: najmä včasné postrehnutie križovatky, vytvorenie podmienok pre bezpečnosť chodcov a cyklistov a požadované dĺžky rozhľadu. Dôležitý je taktiež súlad medzi skutočnou a psychologickou prednosťou v jazde.

Plynulosť jazdy: v priamom smere i na všetkých vetvách križovatky a zabezpečiť bezproblémový prejazd v celej oblasti križovatky.

Geometrický návrh prvkov križovatky: jedná sa predovšetkým o smerové vedenie, pozdĺžne profily jazdných pruhov a priečne usporiadanie. Tie musia byť v súlade s normou ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích. Prvky križovatky musia byť ďalej v súlade s geotechnickými podmienkami, vybavením a tvarom územia a taktiež musia zabezpečiť riadne odvodnenie a údržbu.

Včasná informovanosť: informovanie účastníkov cestnej premávky o existencii a type križovatky, pohyboch na nej a o riadení prevádzky by malo byť zabezpečené vhodným umiestnením dopravných značení a zariadení.

Zásahy do územia: rešpektovanie chránených území, kultúrnych pamiatok a zaistenie ochrany prírody a životného prostredia. S tým súvisí aj vhodné začlenenie križovatky do priestoru s ohľadom na estetiku, zástavbu a vybavenie územia. Celkové riešenie križovatky by malo spĺňať podmienku hospodárnosti z hľadiska výstavby, prevádzky a údržby. [6]

4.3.4 Neriadené križovatky a ich kapacita

V prípade neriadených križovatiek je potrebné jednoznačne stanoviť prednosť v jazde, ktorá môže byť určená pomocou zvislého dopravného značenia alebo v prípade, že toto značenie nie je umiestnené na križovatke, účastník cestnej premávky sa riadi prednosťou v jazde vozidiel prichádzajúcich sprava. [1]

Pri úrovňových neriadených križovatkách je celková kapacita križovatky daná počtom vozidiel, ktoré môžu prejsť križovatkou za určitý časový interval. Kapacita jednotlivých podriadených prúdov na takejto križovatke je podmienená počtom časopriestorových medzier medzi vozidlami jazdného prúdu s prednosťou v jazde, prijateľných pre začlenenie alebo križovanie vozidiel podriadeného prúdu tak, aby ich jazdná úkony mohli byť prevedené plynulo, bezpečne a bez zbytočných a neželaných časových strát. [6]

4.4 Križovatky riadené svetelnou signalizáciou

Pojem križovatky riadené pomocou svetelného signalizačného zariadenia vyjadruje vytváranie určitých časových medzier, ktoré slúžia na zabezpečenie striedavého a bezpečného prejazdu vozidiel z každého smeru komunikácie v čo najkratšom čase. Tieto zariadenia sa zavádzajú na križovatky predovšetkým z dôvodu prejazdu vozidiel z vedľajšej komunikácie za účelom zníženia ich časových strát oproti neriadenej križovatke. Nárast strát, ktorý vznikne v hlavnom smere by mal byť menší ako je spomínané znižovanie strát vo vedľajšom smere. Tento spôsob riadenia križovatky umožňuje striedavé pridelovanie prednosti zvoleným dopravným prúdom, ktoré sú navzájom kolízne.

Medzi výhody riadenia križovatky pomocou SSZ patrí:

- zvýšenie bezpečnosti premávky,
- zvýšenie kapacity križovatky,
- možnosť zavedenia koordinácie,
- zníženie priemerného zdržania vozidiel,
- zníženie spotreby pohonných látok a s tým spojených emisií a hluku.

V súčasnosti sa využívajú dva spôsoby riadenia dopravy na križovatkách. Prvým z nich je riadenie podľa pevného časového plánu. Nazýva sa aj *časovo závislé riadenie (off-*

line) a dopravná situácia na križovatke sa získava štatistickou analýzou historických hodnôt intenzity dopravy. Na ich základe sú následne vypočítané výstupné hodnoty. Druhým spôsobom je *dopravne závislé riadenie (on-line)*. Tento spôsob sa používa pre dopravnú situáciu v reálnom čase. Takéto riadenie dokáže adaptívne meniť a optimalizovať výstupné hodnoty (napr. dĺžka zelenej). Hlavný rozdiel medzi spomínanými druhmi riadenia je skutočnosť, že pre riadenie podľa času nie je potrebná inštalácia detektorov, ale systém nie je schopný reagovať na žiadne zmeny, ktoré môžu nastať v dopravnom prúde. V prípade dopravne závislého riadenia sú pred STOP čiarami umiestnené detektory, pomocou ktorých je možné zaznamenať okamžitú prítomnosť vozidiel a radič tak môže efektívne reagovať na momentálne podmienky. [1] [7]

4.4.1 Kritériá návrhu svetelných signalizačných zariadení

Ako už bolo spomenuté, SSZ sa spravidla navrhujú prevažne z dôvodu zvýšenia bezpečnosti cestnej premávky alebo zlepšenia jej plynulosti. Križovatka riadená SSZ by mala spĺňať čo najviac z uvedených kritérií. V takom prípade je možné konštatovať, že daná križovatka je účelná.

- kritérium bezpečnosti premávky,
- kritérium intenzity premávky z hľadiska vozidiel,
- kritérium intenzity premávky z hľadiska chodcov,
- kritérium plynulosti jazdy vozidiel mestskej hromadnej dopravy.

V nasledujúcich podkapitolách sú podrobnejšie popísané jednotlivé kritériá týkajúce sa návrhu svetelných signalizačných zariadení. [8]

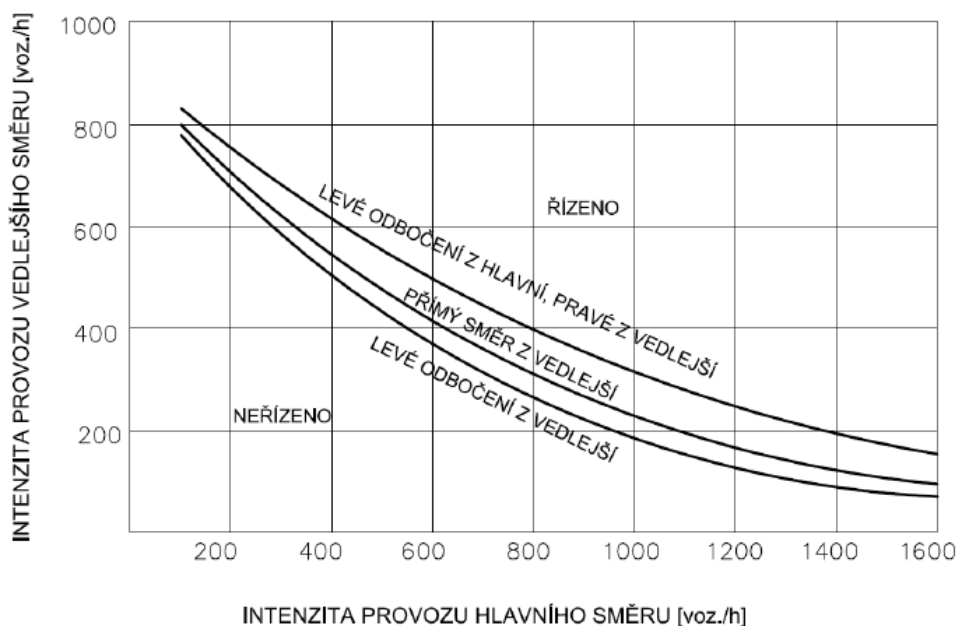
- **KRITÉRIUM BEZPEČNOSTI PREMÁVKY**

Križovatky, pri ktorých je účelné aby boli vybavené SSZ je potrebné definovať na základe určitých štatistických údajov. Tieto údaje sa týkajú priemernej relatívnej nehodovosti na danej križovatke. Pokiaľ na riešenej križovatke boli v uplynulých troch rokoch zaznamenané minimálne štyri nehody na 1 milión vozidiel vstupujúcich do križovatky a ak bolo určitou analýzou preukázané, že tieto nehody nie je možné eliminovať iným spôsobom, návrh SSZ je možné považovať za prospešné riešenie.

Z hľadiska bezpečnosti chodcov je vhodné umiestňovať SSZ na prechodoch vedúcich cez komunikáciu s viac než jedným jazdným pruhom v jednom smere. Taktiež je účelné zriaďovať SSZ na miestach ako sú napr. prechody pre chodcov v blízkosti škôl. [8]

- KRITÉRIUM INTENZITY PREMÁVKY Z HĽADISKA VOZIDIEL

V prípade, že intenzita cestnej premávky dosiahne vyšších hodnôt než tých, ktoré sú stanovené prípustnými intenzitami neriadených križovatiek podľa ČSN 73 6102, a to v priemere osem dopravne najviac zaťažených hodín dňa na hlavnej i vedľajšej komunikácii, je možné zhodnotiť, že osadenie SSZ je prospešné. Ak sa z výpočtov zistí, že kapacita križovatky spadá do kategórie neriadených, SSZ nie je nevyhnutné. Orientačné posúdenie kapacity križovatky je možné na základe grafu na obrázku 3. [8]



Obr. 3 Kritérium intenzity premávky pre zavedenie SSZ; Zdroj: [8]

- KRITÉRIUM INTENZITY PREMÁVKY Z HĽADISKA CHODCOV

Zavedenie SSZ vzhľadom na intenzitu chodcov sa posudzuje na základe toho, či intenzita dopravy na príslušnom prechode pre chodcov dosiahne v priemere osem dopravne najviac zaťažených hodín dňa hodnôt vyšších, než sú medzné hodnoty intenzity dopravy, pri ktorých môžu chodci bezpečne prejsť cez komunikáciu s ohľadom na dodržiavanie pravidiel cestnej premávky. V takom prípade je SSZ účelné. Medzné hodnoty dopravy z hľadiska chodcov sú znázornené v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 1 Medzné hodnoty intenzity dopravy vzhľadom na chodcov

Medzná intenzita dopravy [voz.h ⁻¹]	Typ prechodu pre chodcov
1100	Prechod cez jednopruhový alebo dvojpruhový jazdný pás
1000	Prechod cez trojpruhový jazdný pás
900	Prechod cez štvorpruhový (alebo výnimočne viacpruhový) smerovo nerozdelený jazdný pás (takéto stavebné usporiadanie už však na novo zriaďovaných a rekonštruovaných križovatkách nie je prípustné podľa ČSN 73 6110)

Zdroj: spracované z [8]

Prechod pre chodcov je priaznivé zriadiť taktiež v koordinovaných skupinách SSZ aj napriek tom, že tieto kritériá nie sú splnené, pokiaľ chodci narušujú plynulý tok dopravného prúdu koordinovaného zväzku vozidiel. V týchto prípadoch nastávajú často situácie, kedy sú vodiči neochotní dať prednosť v jazde chodcom. Tým vznikajú nebezpečné situácie.

Pokiaľ ja jedná o prechody pre chodcov cez dva alebo viac jednosmerných jazdných pruhov, tie majú byť riadené pomocou SSZ. K svetelnému riadeniu spomínaných prechodov je vhodné, aby sa využili už existujúce svetelne riadené križovatky. Svetelne riadené prechody nachádzajúce sa medzi križovatkami sa môžu zapojiť do koordinácie, alebo je možné využiť riadenie dopytom. [8]

- KRITÉRIUM PLYNULOSTI JAZDY VOZIDIEL MESTSKEJ HROMADNEJ DOPRAVY

Časté preťažovanie kapacít komunikácií je v súčasnosti pomerne veľký problém cestnej dopravy. Individuálna automobilová doprava (IAD) tvorí konkurenciu hromadnej doprave, čo vyvoláva potrebu zefektívnenia činnosti MHD. Toto zatriktívnenie MHD je možné dosiahnuť rôznymi spôsobmi, ako sú napr. poskytovaním dostatočných a pravidelných informácií pre cestujúcich, preferenciou MHD a pod.

Pojem plynulosť MHD sa spája s jej určitým uprednostnením pred vozidlami IAD. Tento jav napomáha k zvyšovaniu komfortu cestujúcich a s tým spojenému rastu atraktívnosti cestovania týmto spôsobom dopravy na území miest. Pravidelné a väčšie

využívanie MHD na úkor IAD vedie do istej miery k zníženiu zaťaženia preplnených mestských aglomerácií.

Dôvodom na vybudovanie SSZ vzhľadom na zaistenie plynulosti MHD je možné považovať zdržanie najmenej každého druhého vozidla na dlhšiu dobu než dve minúty v troch najzaťaženejších hodinách počas dňa.

Danú lokalitu je potrebné posudzovať aj na základe ekonomického hľadiska. To predstavuje možné úspory počtu vozidiel, ktoré jazdia na danej linke a taktiež spotrebu energie pri zbytočných rozjazdoch vozidiel MHD. [1], [8]

4.4.2 Kapacita križovatiek riadených svetelnou signalizáciou

Kapacitné posudzovanie svetelne riadenej križovatky je podrobnejšie rozpracované v prílohe 1. Táto príloha bola vypracovaná s použitím zdroja: [9]

4.5 Okružné križovatky

Okružnú križovatku (OK) je možné charakterizovať ako zvláštny typ úrovňovej križovatky, ktorá nemá križne body. Križovanie dopravných prúdov je sa v tomto prípade nahrádza pripojovaním a následným odbočovaním. Na tomto type križovatky je cestná premávka vedená jednosmerným objazdom okolo stredového ostrovčeka. [1]

Okružné križovatky umožňujú v porovnaní s inými typmi úrovňových križovatiek ovplyvniť najmä tieto parametre:

- zníženie jazdnej rýchlosti a upokojenie dopravy,
- zvýšenie bezpečnosti cestnej premávky a zníženie následkov pri dopravných nehodách,
- plynulejšia premávka na všetkých lúčoch križovatky,
- možnosť výrazne upozorniť na zmenu dopravného režimu a funkciu komunikácie (napr. prechod z nezastavaného územia do zastavaného),
- jednoduché riešenie križovatiek s viac než štyrmi lúčmi,
- estetická úprava križovatky a jej okolia. [6]

- NEVHODNÉ PODMIENKY NÁVRHU OKRUŽNEJ KRIŽOVATKY
 - nepriaznivá konfigurácia riešeného územia (sklon terénu väčší než 6 %, a pod.)
 - blízke susedstvo križovatiek riadených pomocou SSZ a ich umiestnenie v úseku s koordináciou,
 - vysoké intenzity dopravy, ktoré vznikajú na križujúcich sa komunikáciách prevyšujúce výkonnosť okružných križovatiek,
 - veľký rozdiel v intenzite dopravy medzi hlavnou a vedľajšou komunikáciou.
- [6]

4.5.1 Pravidlá návrhu okružných križovatiek

- Včasné postrehnutie okružnej križovatky. Upozornenie na výskyt okružnej križovatky je potrebné zaistiť s dostatočným predstihom zvislým dopravným značením a navýšením stredového ostrovčeka, umiestnením zelene a pod. na stredový ostrovček, ktorý má byť viditeľný, ale bez pevných prekážok.
- Predĺžené osi vetiev križovatky by sa mali čo najviac priblížiť stredu okružnej križovatky. Pripojenie vetiev tangenciálne na okružný jazdný pás sa neodporúča.
- Pripojenie jednotlivých vetiev križovatky na okružný pás by malo byť čo najrovnomernejšie.
- Vjazd a výjazd vetiev križovatky je vhodné oddeliť dopravným ostrovčekom alebo v prípade smerovo rozdelených komunikáciách je vhodné použiť rozšírenie deliaceho pásu.
- Stredový ostrovček je potrebné navrhnuť tak, aby zabránil priamemu prejazdu okružnou križovatkou.
- Výjazd má umožniť vozidlám jednoduché a plynulé opustenie priestoru križovatky. V prípade jedného jazdného pruhu na okružnom jazdnom páse má mať výjazd vždy jeden jazdný pruh.
- Chodníky pre chodcov a cyklistické prejazdy sa umiestňujú cez lúče okružnej križovatky na ich vjazde a výjazde vo vzdialenosti spravidla 5 m od vonkajšieho okraja okružného jazdného pásu. [6]

4.5.2 Terminológia okružnej križovatky

Konkrétne znázornenie prvkov okružnej križovatky je možné vidieť v prílohe 1. V tejto podkapitole sa nachádza základná charakteristika týchto prvkov.

Deliaci ostrovček – Fyzicky ohraničená plocha, výnimočne opticky, voči prilahlým jazdným pruhom. Umiestňuje sa medzi protismerné jazdné pruhy/pásky v dĺžke 5-25 m a tvorí spomaľovací prvok pred vjazdom do križovatky. Taktiež slúži k osadeniu zvislého dopravného značenia.

Deliaci pás – Plocha ohraničená fyzicky alebo opticky vzhľadom na prilahlé dopravné pruhy, ktorá oddeľuje na križujúcej komunikácii križovatky jazdné pásky v dĺžke nad 25 m od okružného pásu križovatky.

Okružný pás križovatky - Jazdný pás v šírke spevnenia vozovky okolo stredového ostrovčeka (vrátane spevnených krajníc a prípadného fyzického oddelenia jazdných pruhov).

Lúč okružnej križovatky – úsek komunikácie v oblasti križovatky od miesta priesečníkov osí krížiacych sa komunikácií k hranici križovatky.

Prstenec – Spevnená časť vonkajšieho okraja stredového ostrovčeka jednopruhovej okružnej križovatky, ktorá sa navrhuje na prípadný prejazd najmä rozmerných vozidiel (jazdné súpravy, kľbové autobusy atď.)

Smerovací ostrovček – Plocha ohraničená na všetkých stranách fyzicky, výnimočne opticky, voči prilahlým jazdným pruhom. Zaisťuje smerové vedenie jazdných prúdov v križovatke.

Spojovacia vetva križovatky (bypass) – Jazdný pruh alebo pás, ktorý spojuje dva susedné lúče okružnej križovatky mimo okružný pás križovatky a umožňuje tak zvýšenie kapacity určitého smeru. Zároveň sa odľahčuje okružný pás.

Stredový ostrovček – Kruhová alebo kruhu blízka fyzická prekážka, ktorá slúži k usmerneniu pohybu vozidiel po okružnom páse proti smeru hodinových ručičiek. Jeho súčasťou môže byť aj prstenec.

Vjazd – Jazdný pruh alebo pás, z ktorého sa vchádza na okružný pás križovatky.

Výjazd – Jazdný pruh alebo pás, z ktorého vozidlá vychádzajú z okružného pásu križovatky.

Vonkajší priemer okružnej križovatky – Priemer kružnice, ktorú možno vpísať medzi vonkajšie stavebné vymedzenie okruhu križovatky.

Vnútorý priemer okružnej križovatky – Priemer stredového ostrovčeka (vrátane prípadného prstenca) okružnej križovatky.

Kosákovito spevnená krajnica – Nerovný spevnený okraj vozovky na pravej strane pripojovacieho oblúku nasledujúceho vjazdu alebo výjazdu. Slúži na bežný prejazd smerodajným vozidlom.

Smerodajné vozidlo – Najväčšie vozidlo, ktoré je schopné prejsť okružnou križovatkou po kružnicovej (kružnici blízkej) dráhe. [10]

4.5.3 Delenie okružných križovatiek

Vzhľadom na funkčné vlastnosti a veľkosť sa rozoznávajú najmä tieto typy okružných križovatiek:

- a) okružné križovatky s jedným jazdným pruhom na okružnom jazdnom páse,
- b) mini-okružné križovatky,
- c) okružné križovatky s dvoma a viac jazdnými pruhmi na okružnom jazdnom páse. [6]

• OKRUŽNÁ KRIŽOVATKA S JEDNÝM JAZDNÝM PRUHOM

Takto riešená križovatka je základným a najvhodnejším typom okružnej križovatky. Medzi základné charakteristiky tohto typu križovatky patria predovšetkým:

- jednopruhový okružný pás s obvykle jednopruhovými vjazdmi a výjazdmi,
- zvyčajne kruhový tvar,
- priemer vonkajšieho okraja okružného jazdného pásu v rozpätí 23m – 50 m, (priemer môže byť väčší pri vyššom počte lúčov ako štyri),
- šírka okružného pásu v extraviláne 4,70 m – 7 m. V intraviláne je možné vykonať korekcie podľa vlečných kriviek smerodajného vozidla.
- návrhová rýchlosť pri prejazde križovatkou sa stanovuje na 30 km/h.

Vjazd na okružný jazdný pás zodpovedá stykovej križovatkke s určenou prednosťou na okružnom jazdnom páse, pričom na ňom nedochádza k priepletom. Tento typ križovatky umožňuje prejazd všetkých kategórií vozidiel a osvedčili sa aj v prípade zvýšenia

bezpečnosti dopravy. V prípade, že križovatkou má prejsť vozidlo s nadrozmerným nákladom, je možné prejazd uľahčiť tak, že vozidlo prejde cez spevnenú časť stredového ostrovčeka a kosákovito spevnenou krajinou. [6], [10]

- **MINI-OKRUŽNÉ KRIŽOVATKY**

Tieto križovatky sú charakterizované tým, že po okružnom páse prejdú iba osobné vozidlá, prípadne dodávky. Väčšie vozidlá prechádzajú cez stredový ostrovček, ktorý je spevnený, výnimočne môže byť vyznačený opticky. Navrhujú sa predovšetkým na uľahčenie dopravy na miestnych komunikáciách funkčných skupín C a D1. Ich navrhovanie by nemalo byť spojené s riešením kapacitných problémov cestnej siete.

Základnými charakteristikami mini-okružných križovatiek sú:

- vonkajší priemer okružného jazdného pásu 12 m – 23 m,
- jednopruhový okružný pás,
- šírka okružného pásu 4 m – 5,10 m,
- obvykle kruhový tvar,
- jednopruhový vjazd a výjazd,
- možná absencia smerového a deliaceho ostrovčeka. [6], [10]

- **OKRUŽNÉ KRIŽOVATKY S DVOMA A VIAC JAZDNÝMI PRUHMI**

Už z názvu vyplýva, že na okružnom jazdnom páse sa nachádzajú minimálne dva jazdné pruhy. Tento typ križovatky sa navrhuje v odôvodnených prípadoch a základné princípy jej návrhu sa zhodujú s tými, ktoré platia pre okružnú križovatkú s jedným jazdným pruhom. Medzi nevýhody takýchto križovatiek je možné zaradiť väčšie nároky na rozlohu pozemkov a zvýšenie nehodovosti (oproti okružným križovatkám s jedným jazdným pruhom) v dôsledku priepletov vozidiel na okružnom jazdnom páse. Z toho dôvodu je účelné navrhovať usmernenie dopravy špirálovým usporiadaním jazdných pruhov a dopravným značením. Výhodou je, že takéto križovatky dokážu zvládnuť vyššie intenzity dopravy oproti okružným križovatkám s jedným jazdným pruhom.

Zásady návrhu:

- rýchlosť vjazdu do križovatky 30 km/h,
- rýchlosť prejazdu križovatkou do 50 km/h,
- zaistenie potrebného rozhľadu,

- dostatočná vzdialenosť medzi susednými vjazdami a výjazdami. [6]

V prílohe č. 2 sú zaznamenané obrázky jednotlivých typov okružných križovatiek.

4.5.4 Kapacita okružných križovatiek

Rôznorodosť skladby dopravného prúdu sa zohľadňuje na základe vynásobenia jednotlivých druhov vozidiel príslušným prepočítavacím koeficientom. [11]

Tabuľka 2 Koeficienty skladby dopravného prúdu pre OK

Druh vozidiel	Koeficient
Bicykle	0,5 pvoz
Motocykle	0,8 pvoz
Osobné vozidlá	1,0 pvoz
Nákladné vozidlá, autobusy	2,0 pvoz
Nákladné súpravy, kľbové autobusy	3,0 pvoz

Zdroj: [11]

- KAPACITA VJAZDU

Posudzovanie a výpočet kapacity vjazdu do OK sa vykonáva v prípade, že návrhová intenzita dopravy zistená súčtom všetkých vchádzajúcich vozidiel do križovatky prekročí hodnoty: [11]

- viac ako 10 000 voz/deň pri mini-okružných križovatkách,
- viac ako 15 000 voz/deň pri ostatných typoch OK.

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

C_i – kapacita vjazdu [pvoz/h],

I_k – intenzita dopravy na okruhu [pvoz/h],

n_k – počet jazdných pruhov na okruhu [-],

$n_{i,koef}$ – koeficient, ktorý zohľadňuje počet jazdných pruhov na vjazde [-],

pre jednopruhovú vjazdu $n_{i,koef} = 1$, pre dvojpruhovú vjazdu $n_{i,koef} = 1,5$.

Δ – minimálny časový odstup medzi vozidlami idúcimi za sebou na okruhu [s]: pre OK s jedným jazdným pruhom je $\Delta = 2,1$ [s].

t_g – kritický časový odstup [s]: pre OK s jedným pruhom na okruhu sa t_g stanovuje na základe vzdialenosti medzi kolíznymi bodmi na okruhu b [m].

$$\begin{aligned} b < 11,00 \text{ [m]} & \quad t_g = 4,5 \text{ [s]} \\ 11,00 \leq b \leq 20,00 \text{ [m]} & \quad t_g = 5,6 - 0,1 \cdot b \text{ [s]} \\ b > 20,00 \text{ [m]} & \quad t_g = 3,6 \text{ [s]} \end{aligned} \quad (2)$$

t_f – následný časový odstup [s]: pre OK s jedným pruhom na okruhu sa t_f stanovuje v závislosti na polomere vjazdu R_i [m].

$$\begin{aligned} R_i < 8,00 \text{ [m]} & \quad t_f = 3,1 \text{ [s]} \\ 8,00 \leq R_i \leq 16,00 \text{ [m]} & \quad t_f = 3,6 - 0,0625 \cdot R_i \text{ [s]} \\ R_i > 16,00 \text{ [m]} & \quad t_f = 2,6 \text{ [s]} \end{aligned} \quad (3)$$

- REZERVA KAPACITY

Stanovuje sa zo znalosti návrhovej intenzity dopravných prúdov a vypočítanej kapacity pruhu podľa nasledujúceho vzorca: [11]

$$Rez = C_i - I_i \quad (4)$$

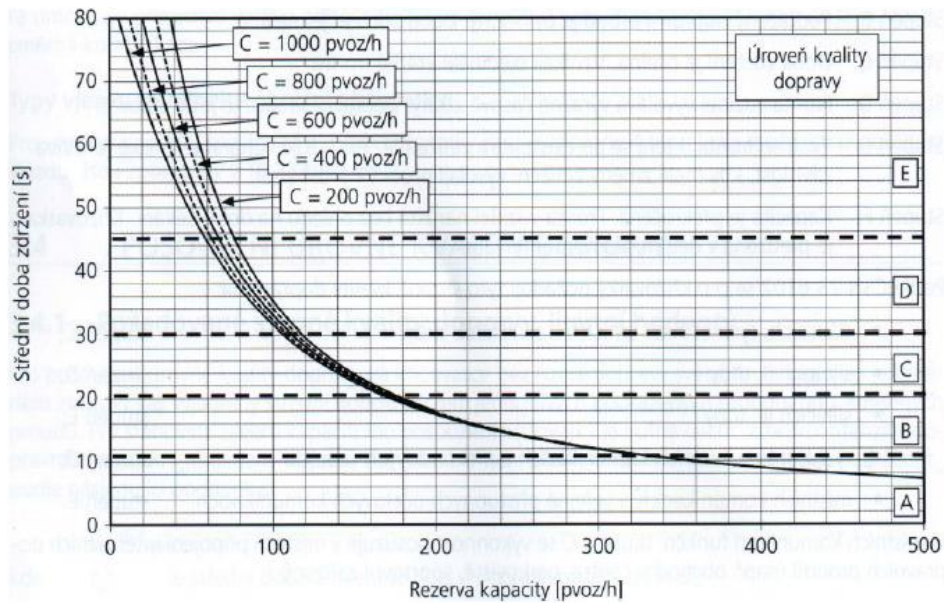
C_i – kapacita vjazdu [pvoz/h],

I_i – intenzita dopravy na vjazde [pvoz/h].

- STREDNÁ DOBA ZDRŽANIA

Stredná doba zdržania (t_w) je závislá na rezerve kapacity jazdného pruhu príslušného prúdu a jeho kapacite. Stanovenie strednej doby zdržania je možné určiť dvoma spôsobmi: [11]

- a) z grafu znázorňujúceho vzťah strednej doby zdržania na kapacite a jej rezerve



Obr. 4 Graf strednej doby zdrŕania a řrovně kvality dopravy; Zdroj: [11]

Pre hodnoty strednej doby zdrŕania t_w vyřšie neŕ 45 s je charakteristickř vysokř stupeň vyřaŕenia a_v . Pre tento stav je hodnota t_w veľmi citlivř v zavislosti na kapacite a jej rezerve. Dopravně prřdy s meľšou kapacitou majř vřazne vyřšiu citlivosť rastu strednej doby zdrŕania v zavislosti na poklese rezervy kapacity.

b) na zřklade vřpočtov

$$t_w = D_1 + E + \frac{1}{\mu} \quad (5)$$

$$D_1 = \frac{1}{2} \cdot (\sqrt{F^2 + G} - F) \quad (6)$$

$$F = \frac{1}{\mu_0 - q_0} \cdot \left[\frac{T}{2} \cdot (\mu - q) \cdot y + \left(y - \frac{\mu - \mu_0 + q_0}{\mu} \right) \right] + E \quad (7)$$

$$G = \frac{2 \cdot T \cdot y}{\mu_0 - q_0} \cdot \left[\frac{q}{\mu} - (\mu - q) \cdot E \right] \quad (8)$$

$$E = \frac{q_0}{\mu_0 \cdot (\mu_0 - q_0)} \quad (9)$$

$$y = 1 - \frac{\mu - \mu_0 + q_0}{q} \quad (10)$$

t_w – strednř doba zdrŕania [s],

T – doba trvania poŕadovaněho intervalu [s], $T = 3600$ s,

μ – kapacita pruhu podradeného dopravného prúdu v uvažovanom intervale [pvoz/s]

$$\mu = \frac{C_n}{3600}, C_n - \text{kapacita pruhu dopravného prúdu } n \text{ [pvoz/h]}, \quad (11)$$

q – intenzita podradeného dopravného prúdu [pvoz/s]

$$q = \frac{I_n}{3600}, I_n - \text{návrhová intenzita dopravného prúdu } n \text{ [pvoz/h]}, \quad (12)$$

μ_0 – kapacita v čase po špičkovom intervale [pvoz/s]

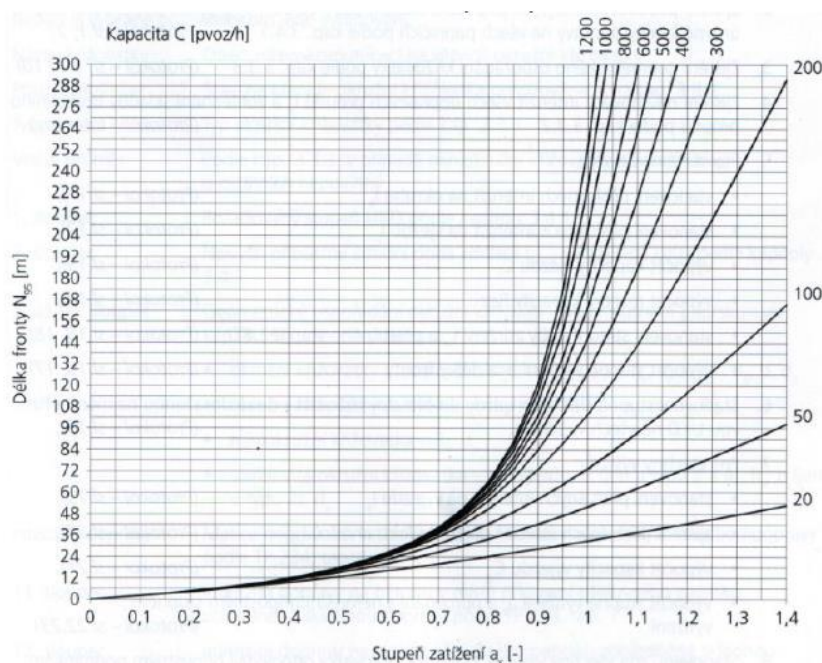
$$\mu_0 = n_{i,koef} \frac{1600}{3600}, n_{i,koef} - \text{koeficient počtu jazdných pruhov na vjazde [-]}, \quad (13)$$

q_0 – intenzita podradeného dopravného prúdu po špičkovom intervale [pvoz/s], $q_0 = q$.

- STANOVENIE DĹŽKY ZÁSTUPU

Dĺžka zástupu na vjazdoch do neriadenej križovatky sa stanovuje na 95 % pravdepodobnosť uvažovanej dĺžky zástupu. To znamená, že 95 % času počas špičkovej hodiny je zástup kratší než udáva hodnota $N_{95\%}$. V zostávajúcich 5 % času sa pripúšťa dlhší zástup vozidiel. Dĺžku zástupu $N_{95\%}$ je možné taktiež určiť dvoma spôsobmi: [11]

- a) Z grafu znázorňujúceho dĺžku zástupu na vjazdoch do neriadenej OK v závislosti na stupni vyťaženia a_v



Obr. 5 Graf dĺžky zástupu $N_{95\%}$ v závislosti od stupňa zaťaženia a_v ; Zdroj: [11]

b) na základe výpočtov

$$a_v = \frac{I_n}{C_n} \quad (14)$$

a_v – stupeň vyt'azenia [-],

I_n – návrhová intenzita dopravného prúdu n [pvoz/h],

C_n – kapacita pruhu dopravného prúdu n [pvoz/h].

$$N_{95\%} = \frac{3}{2} \cdot C_n \cdot \left(a_v - 1 + \sqrt{(1 - a_v)^2 + 3 \cdot \frac{8 \cdot a_v}{C_n}} \right) \quad (15)$$

$N_{95\%}$ - dĺžka zástupu [m].

• KAPACITA VÝJAZDU

Základná kapacita výjazdu z OK je vyjadrená vzťahom: [11]

$$C_e = \frac{3600 \cdot n_{e,koef}}{t_f} \quad (16)$$

C_e – kapacity výjazdu [voz/h],

$n_{e,koef}$ – koeficient, ktorý zohľadňuje počet pruhov na výjazde [-],

$n_{e,koef} = 1$ (pre jednopruhovú výjazdu),

$n_{e,koef} = 1,5$ (pre dvojpruhovú výjazdu),

t_f – následný časový odstup vozidiel na výjazde z OK [s],

$R_e < 15$ [m] $t_f = 3,0$ [s]

$15 \leq R_e \leq 30$ [m] $t_f = 3,6 - 0,04 \cdot R_e$ [s] (17)

$R_e > 30$ [m] $t_f = 2,4$ [s]

$$a_v = \frac{I_e}{C_e} \quad (18)$$

a_v – stupeň vyt'azenia [-],

$a_v < 0,9$ výjazd kapacitne vyhovuje,

I_e – intenzita vozidiel na výjazde [voz/h],

$a_v \geq 0,9$ výjazd kapacitne nevyhovuje.

C_e – kapacita výjazdu [voz/h].

Tabuľka 3 Úroveň kvality dopravy a stredná doba zdržania pre OK

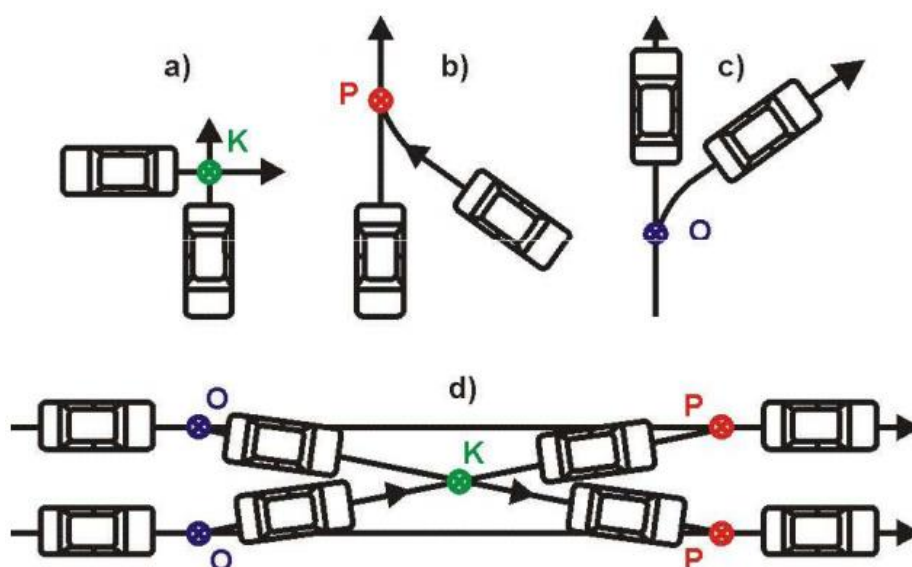
Úroveň kvality dopravy		Stredná doba zdržania [s]
Kategorizácia	Kvalita dopravy	
A	Doba zdržania je veľmi malá	≤ 10
B	Zdržanie je ešte bez čakania v zástupe	≤ 20
C	Ojedinelé krátke zástupy	≤ 30
D	Stabilný stav s vysokými stratami	≤ 45
E	Nestabilný stav	> 45
F	Prekročená kapacita	- ($a_v > 1$)

Zdroj: [11]

4.6 Kolízne body na križovatke

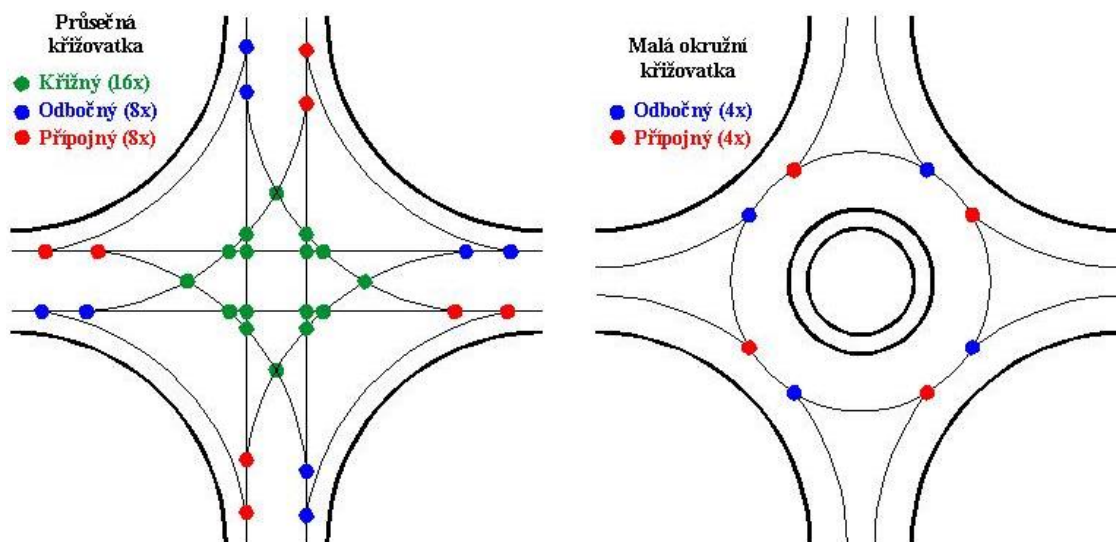
Ako už bolo naznačené v kapitole 4.3.2. Geometria pohybu vozidiel na križovatke, kolízne body predstavujú križovanie pohybu vozidiel. Na križovatke sa môžu vyskytovať nasledujúce kolízne body: [12], [13]

- Křížne (K), obr. a,
- Prípojné (P), obr. b,
- Odbočné (O), obr. c,
- Priepletové (kombinácia predchádzajúcich), obr. d.



Obr. 6 Typy kolíznych bodov; Zdroj: [13]

Na nasledujúcom obrázku je možné vidieť kolízne body, ktoré sa vyskytujú priesečnej a okružnej križovatke. Na priesečnej križovatke sa vyskytuje celkom 32 kolíznych bodov, z toho 16 krížnych, 8 odbočných a 8 prípojných. Na štvoramennej OK s jednopruhovým okružným pásom klesne počet kolíznych bodov na polovicu, tzn. 8. Výhodou takto riešenej križovatky je, že najnebezpečnejšie krížne kolízne body sa na nej vôbec nevyskytujú. [12]

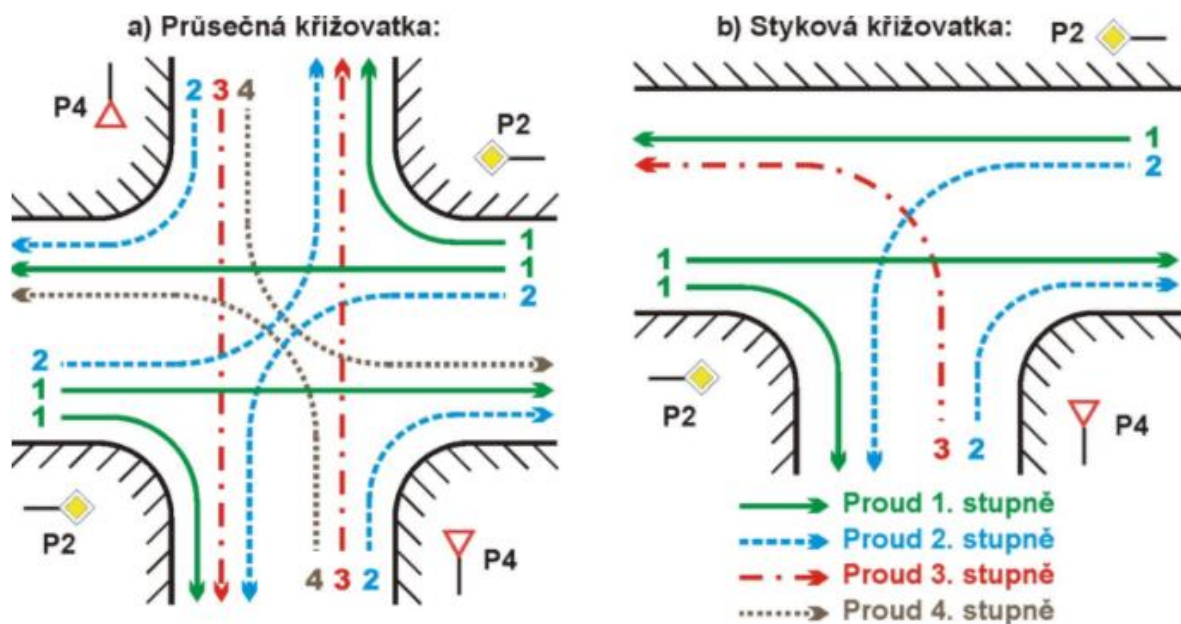


Obr. 7 Kolízne body križovatky; Zdroj: [13]

4.7 Stupne dopravnej nadradenosti

Pri dopravne rozlíšených križovatkách, kde sú dopravnými značkami vyznačené hlavné a vedľajšie komunikácie, sa tieto hlavné a vedľajšie prúdy ďalej hierarchicky členia podľa stupňa nadradenosti na prúdy 1. až 4. stupňa. Toto členenie je v zmysle zákona č. 361/2000 Sb. O prozvu na pozemných komunikáciach. Jednotlivé dopravné prúdy sú charakterizované:

- prúdy 1. stupňa – tieto prúdy majú absolútnu prednosť pred ostatnými dopravnými prúdmi,
- prúdy 2. stupňa – dávajú prednosť v jazde iba prúdom 1. stupňa,
- prúdy 3. stupňa – musia dávať prednosť v jazde prúdom 1. aj 2. stupňa,
- prúdy 4. stupňa – (vyskytujú sa na priesečnej križovatke), musia dávať prednosť v jazde prúdom 1., 2., a 3. stupňa. [14]



Obr. 8 Stupne nadradenosti dopravných prúdov; Zdroj: [14]

4.8 Prechody pre chodcov

Prechody pre chodcov sa na miestnych komunikáciách zriaďujú v závislosti na charaktere urbanizácie a z toho vyplývajúceho dopytu po prechádzaní cez komunikáciu a v závislosti na funkčnej skupine komunikácie. Prechody pre chodcov sa zriaďujú tam, kde najvyššia dovolená rýchlosť vozidiel nepresahuje 50 km/h. V prípade, že na komunikáciách je vyššia dovolená rýchlosť ako 50 km/h, dovolená rýchlosť sa obmedzí pred prechodom pre chodcov na 50 km/h pomocou vyznačeného dopravného značenia a svetelnej signalizácie.

Štandardná šírka prechodu pre chodcov je 4,00 m, v miestach väčšej koncentrácie chodcov sa táto šírka môže zväčšiť. Naopak v niektorých odôvodnených prípadoch sa môže šírka prechodu zmenšiť na 3,00 m, čo predstavuje najmenšiu šírku prechodu.

Úrovňový prechod pre chodcov má krížiť jazdné pruhy alebo pásy kolmo a má byť umiestnený s ohľadom na rozhládové pomery, ktoré je možné vidieť v tabuľke zobrazenej na obrázku 9. Taktiež má byť prechod označený zvýrazneným zvislým a vodorovným dopravným značením. [15]

		Dovolená rychlost		
		50 km/h	40 km/h	30 km/h
rozlišitelnost přechodu		100 m	60 m	50 m
rozhledová vzdálenost na čekací plochy přechodu (pro řidiče) a z čekacích ploch přechodu na jízdní pás (pro chodce)		50 m	35 m	30 m
rozhled pro zastavení		35 m	25 m	15 m
a, b = délka volného rozhledového pole pro řidiče ve směru k vyznačenému přechodu	na čekací plochu přechodu na pravé straně komunikace ve směru jízdy – a	20 m	15 m	10 m
	na čekací plochu přechodu na levé straně komunikace ve směru jízdy – b	15 m	10 m	5 m
c, d = délka volného rozhledového pole pro chodce z místa pro přecházení	na jízdní pás vlevo ve směru přecházení – c	12 m	8 m	5 m
	na jízdní pás vpravo ve směru přecházení – d	6 m	4 m	3 m
<p>1. délka rozhledového pole se měří od okraje přechodu;</p> <p>2. pokud je přechod/místo pro přecházení doplněn vysazenou chodníkovou plochou a ta je předsazena před okraj jízdního pásu o více než 0,30 m (nejvíce o 0,70 m), pak se hodnoty délky rozhledového pole mohou zkrátit na polovinu, ale na vyznačených přechodech na hodnotu $\geq 5,0$ m a na místech pro přecházení na hodnotu $\geq 3,0$ m;</p> <p>3. chodec na vyznačeném přechodu musí být viditelný ve vzdálenosti $\geq 1,0$ m od obruby. Na místě pro přecházení se předpokládá, že chodec vyčkává těsně u bezpečnostního odstupu (viz obrázky 54 a 55);</p> <p>4. údaje v tabulce platí pro přímé úseky komunikace. V obloucích se délky a, b, c, d upraví tak, aby byla vždy zachována rozlišitelnost, rozhledová vzdálenost a rozhled pro zastavení dle tabulky 17.</p>				

Obr. 9 Rozhľadové pomery na prechodoch pre chodcov; Zdroj: [15]

4.8.1 Prechody pre chodcov bez svetelnej signalizácie

Prechody pre chodcov bez riadenia svetelnou signalizáciou sa môžu navrhovať len cez dva protismerné jazdné pruhy a taktiež cez dva jazdné pruhy pred križovatkou, z ktorých jeden je pre odbočovanie vľavo/vpravo. Na novo navrhovaných komunikáciách má byť najväčšia dĺžka nedeleného prechodu 6,50 m medzi obrubami. Pri zvláštnych prípadoch, pri rekonštrukciách súčasných prechodov sa dovoľuje najväčšia dĺžka 7 m. [15]

4.8.2 Prechody pre chodcov riadené svetelnou signalizáciou

Ich navrhovanie sa vykonáva vždy cez dva alebo viac jednosmerných jazdných pruhov. Svetelne riadené prechody v úseku medzi križovatkami sa môžu zapojiť do koordinácie alebo sa využije riadenie dopytom. V prípade novo navrhovaných komunikácií, na križovatke riadenej SSZ má byť nedelený prechod vedený najviac cez tri radiace pruhy a jeho dĺžka nemá presahovať 9,50 m. V odôvodnených prípadoch, pri rekonštrukciách v zastavanom území sa môže navrhnúť dĺžka prechodu bez deliaceho ostrovčeka cez štyri jazdné pruhy na maximálne 12 m. [15]

4.8.3 Prechody pre chodcov na okružných križovatkách

Prechody pre chodcov na okružných križovatkách sa nesmú umiestňovať na okružný pás križovatky. Prechody sú vedené cez deliace ostrovčeky (v prípade, že križovatka je nimi vybavená). Taktiež by sa prechody mali konštruovať ako bezbariérové. Ostrovčeky vytvárajú deliaci prvok prechodu cez komunikáciu, zároveň však plnia ochrannú funkciu pre chodcov. Chodníky pre peších sa v takomto prípade musia priviesť ku križovatke tak, aby bolo možné plynulé napojenie na prechody pre chodcov. Prechody sa umiestňujú na komunikáciu (vjazdy a výjazdy) vo vzdialenosti minimálne 5 m od vonkajšieho okraja okružného pásu križovatky. [16]

5 SÚČASNÝ STAV SLEDOVANEJ PROBLEMATIKY

V nasledujúcej časti diplomovej práce sú spracované údaje týkajúce sa sledovanej križovatky v obci Veľké Přílepy.

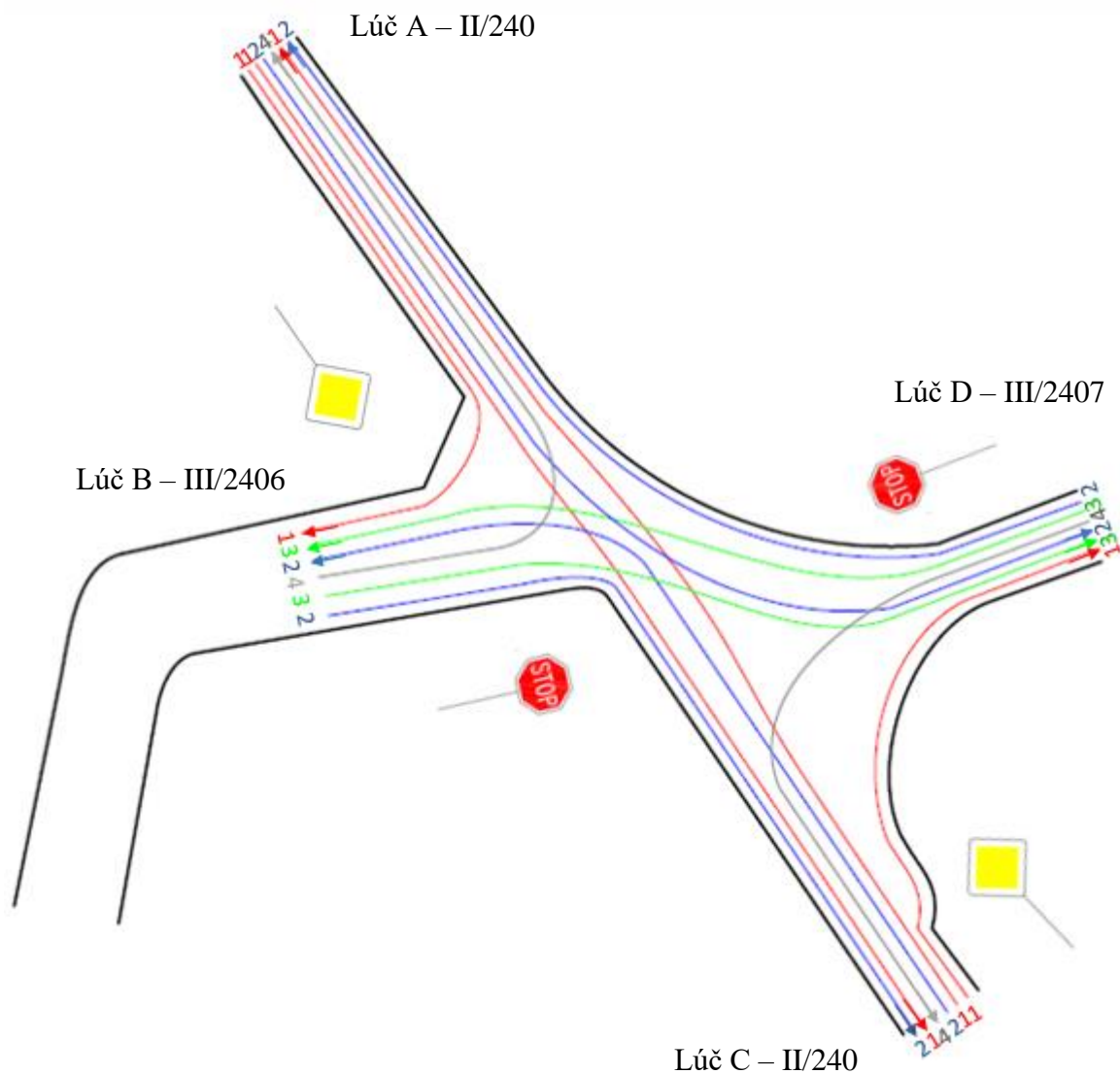
5.1 Charakteristika a popis križovatky

Križovatka, ktorá je predmetom sledovania a možných úprav v tejto diplomovej práci sa nachádza v obci Veľké Přílepy. Táto obec je situovaná v okrese Praha-západ, a taktiež sa nachádza na území Stredočeského kraja.

Riešenú križovatku je možné kategorizovať ako svetelne neriadenú, odsadenú križovatku cesty II. triedy II/240 Pražská a ciest III. triedy III/2406 Kladenská a III/2407 Roztocká. Súčasná dopravná situácia na spomínanej križovatke je daná vymedzením hlavnej komunikácie – II/240 Pražská a vedľajších komunikácií – spomínané komunikácie III. triedy. Určenie hlavného a vedľajšieho smeru je vyznačené vodorovným aj zvislým dopravným značením. Na obrázku 10 je možné vidieť letecký pohľad na danú križovatku a obrázok 11 znázorňuje popis jednotlivých smerov križovatky a taktiež nadradenosť dopravných prúdov. Jednotlivé smery križovatky boli z dôvodu zjednodušenia označené písmenami A, B, C a D.



Obr. 10 Letecký pohľad na danú križovatku; Zdroj: [17]



Obr. 11 Schéma križovatky; Zdroj: vlastné spracovanie

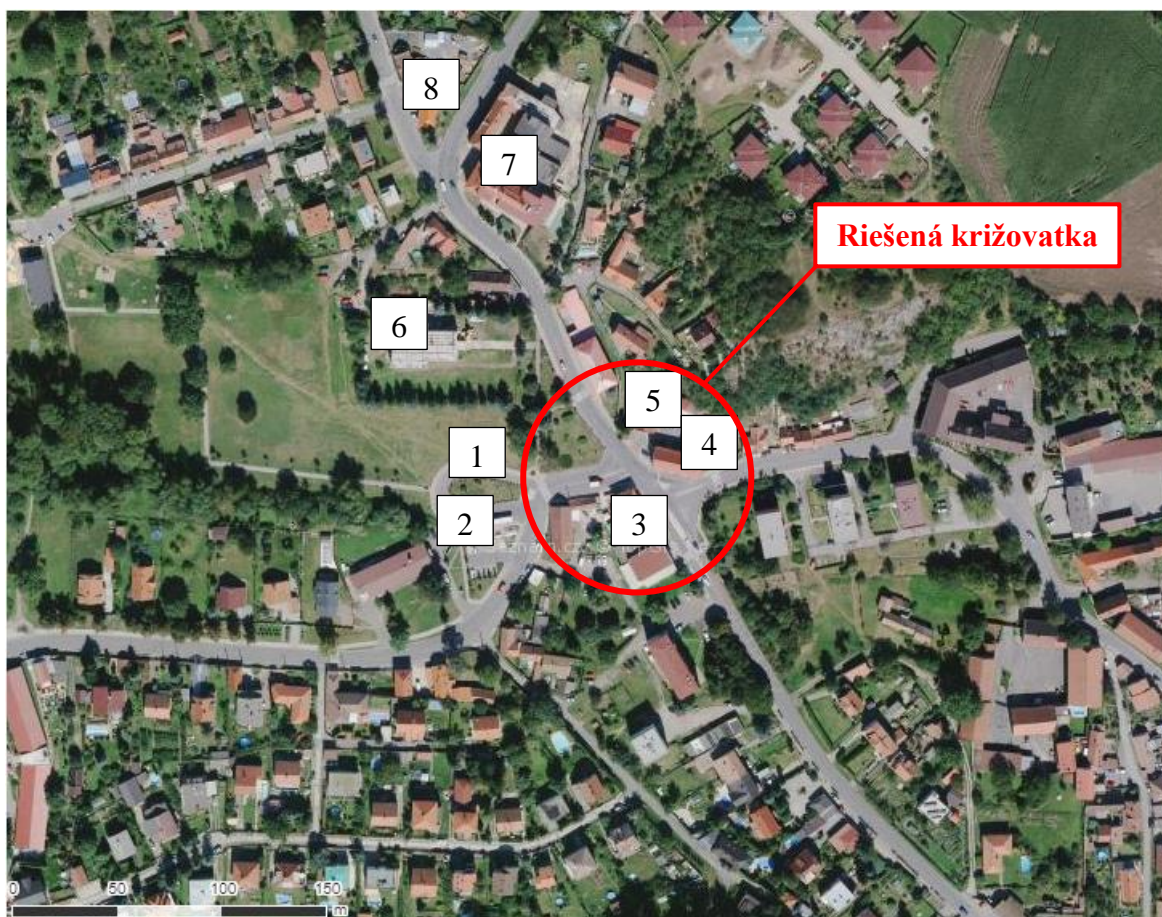
5.1.1 Vlastné pozorovanie súčasného stavu

Z vlastného prieskumu a sledovania dopravnej situácie sa problematické zdalo najmä odbočovanie vozidiel z oboch komunikácií III. tried vľavo na komunikáciu II/240. Pri spomínanom pohybe vozidiel dochádzalo na týchto vstupoch do križovatky ku značným časovým stratám a taktiež ku kongesciám. Ako problematický sa ďalej javil aj pohyb vozidiel priamo cez križovatku, teda z komunikácie III/2406 do komunikácie III/2407 a naopak. Najmä v tomto prípade bolo pozorované nerozhodné správanie vodičov, pričom niektorí z nich dávali znamenie o smeru jazdy vpravo, následne zastali v križovatke, a opätovným znamením o zmene smeru jazdy, tentokrát vľavo, sa zaradili do opačného výstupu križovatky. Druhá skupina vodičov naopak predpokladala, že sa jedná o priamy

smer jazdy, preto znamenie o zmene smeru jazdy vôbec nepoužili. Najmä z týchto dôvodov sa dopravná situácia tejto križovatky javí ako pomerne neprehľadná, zmätočná a taktiež môže byť významným faktorom pri tvorbe nehody medzi účastníkmi cestnej premávky.

5.2 Faktory pôsobiace na dopravu v danom úseku

Ako už bolo spomínané v úvodnej časti diplomovej práce, neustále rozvíjajúci sa automobilový priemysel, zvyšovanie hospodárskeho a spoločenského života, či rozvoj sídla každoročne zvyšuje nárast dopravy. Riešená križovatka sa nachádza severozápadne od Prahy. Jej súradnice sú: 50°09'37.5"N 14°18'43.3"E. Cez riešenú križovatku je vedená taktiež mestská hromadná doprava (MHD) a v tesnej blízkosti križovatky je situovaná taktiež zastávka liniek 316, 350 a 954. Na nasledujúcom obrázku je možné vidieť rôzne inštitúcie, ktoré môžu ovplyvňovať dopravnú situáciu na križovatke.



Obr. 12 Faktory vplývajúce na dopravu na križovatke; Zdroj: [17]

1 – zastávka MHD Velké Přílepy (linky 316, 350, 954),

- 2 – zastávka MHD Velké Přílepy (linky 316, 350),
- 3 – Obecní policie Velké Přílepy,
- 4 – Centrum volnočasových aktivit,
- 5 – Obecní úřad Velké Přílepy,
- 6 – ZŠ Velké Přílepy,
- 7 – ZUŠ Velké Přílepy, Pražská,
- 8 – Pošta Velké Přílepy.

5.2.1 Lúč A – severná vetva komunikácie II/240

Tesne za križovatkou (možno by sa dalo povedať, že ešte priamo v nej) sa nachádza príjazd k obecnému úradu a taktiež k centru voľnočasových aktivit. Toto dispozičné riešenie sa už na prvý pohľad javí ako problematické, keďže vozidlá vychádzajúce z parkoviska pred týmito budovami priamo vstupujú do križovatky. Následne po ľavej strane tejto komunikácie je umiestnená základná škola a tesne za ňou (vpravo) sa nachádza taktiež základná umelecká škola. Tieto inštitúcie výraznou mierou vyvolávajú rast dopravy v danej oblasti. Počas vlastného sledovania bol taktiež zaznamenaný niekoľkonásobný pohyb skupín žiakov cez prechod pre chodcov, ktorý je umiestnený na tejto komunikácii. Z toho dôvodu sa tento prechod javí ako veľmi dôležitý. Na rázcestí komunikácií II/240 a III/24010 sa nachádza pošta. Severná vetva komunikácie II/240 je obsluhovaná hromadnou dopravou a ďalej pokračuje do Turska, kde je umiestnená zastávka MHD.

5.2.2 Lúč B – západná vetva komunikácie III/2406

Na tejto vetve sa nachádzajú zastávky MHD liniek 316, 350 a 954. Tieto linky nepokračujú v jazde po tejto vetve, ale využívajú vytvorené obratisko pre autobusy a pokračujú v jazde iným smerom. Na obrázku 12 je možné vidieť spomínané obratisko pre vozidlá MHD. Táto vetva sa ďalej prepája v uzlovom bode s komunikáciou III/00710, ktorá vedie do obce Lichoceves. Komunikácia II/2406 pokračuje cez obec Noutonice.

5.2.3 Lúč C – južná vetva komunikácie II/240

Doprava na tomto úseku je upokojuvaná pomocou psychologicko-fyzikálneho prvku, ktorého účelom je zvýšenie pozornosti vodičov prechádzajúcich daným úsekom. Konkrétne sa jedná o optickú brzdu, ktorá je umiestnená tesne za smerovou tabuľou a končí pred

prechodom pre chodcov. Táto optická brzda sa nachádza na celej šírke jazdného pruhu, ktorý smeruje ku križovatke a vodičom podvedome naznačuje zníženie rýchlosti. Týmto spôsobom sa môže zabrániť stretu medzi vozidlom a chodcom, prípadne samotnými vozidlami. Komunikácia II/240 pokračuje smerom od Velkých Přílep cez obec Černý Vůl, ďalej Horoměřice a napája sa v blízkosti stanice metra – Bořislavka na Evropskú v Dejviciach. Táto vetva preto predstavuje významné napojenie Velkých Přílep, ale aj ostatných okolitých obcí na Prahu.

5.2.4 Lúč D – východná vetva komunikácie III/2407

K tejto komunikácii sa tesne pred križovatkou pripája komunikácia s označením III/2421, po ktorej prechádzajú aj vozidlá MHD smerujúce z/do Prahy. Konkrétne sa jedná o linky 350 a 954. Linka 954 začína na zastávke Vítězné náměstí a končí v obci Číčovice. Linka 350 vychádza zo zastávky Dejvická a končí v meste Kladno. Táto trasa linky bola od 26. 8. 2017 rozšírená z pôvodnej konečnej zastávky Okoř až do Kladna.

5.3 Meranie intenzity dopravy

Dopravný prieskum na riešenej križovatke bol vykonaný v stredu 18. 10. 2017 v čase od 6:00 do 9:00, ktorého cieľom bolo zaznamenať rannú špičkovú intenzitu vozidiel, a v čase od 14:30 do 17:30 s cieľom zaznamenať poobednú špičkovú intenzitu vozidiel vchádzajúcich do križovatky. Pri tomto meraní bol vytvorený sčítací hárok, do ktorého sa zaznamenávali počty vchádzajúcich vozidiel do križovatky počas 15 minútových časových intervalov. Sčítací hárok bol členený okrem jednotlivých smerov vozidiel aj z hľadiska ich skladby. Pri meraní sa uvažovalo s touto kategorizáciou vozidiel:

- osobný automobil,
- autobus,
- nákladný automobil,
- jazdná súprava,
- motocykel,
- bicykel.

V nasledujúcej tabuľke 4 je možné vidieť celkové ranné namerané intenzity vozidiel na jednotlivých lúčoch križovatky v 15 minútových intervaloch. Z tabuľky je zrejmé, že

najväčšia intenzita vozidiel bola nameraná v čase od 7:00 do 7:15, kedy vstúpilo do križovatky celkovo 432 vozidiel.

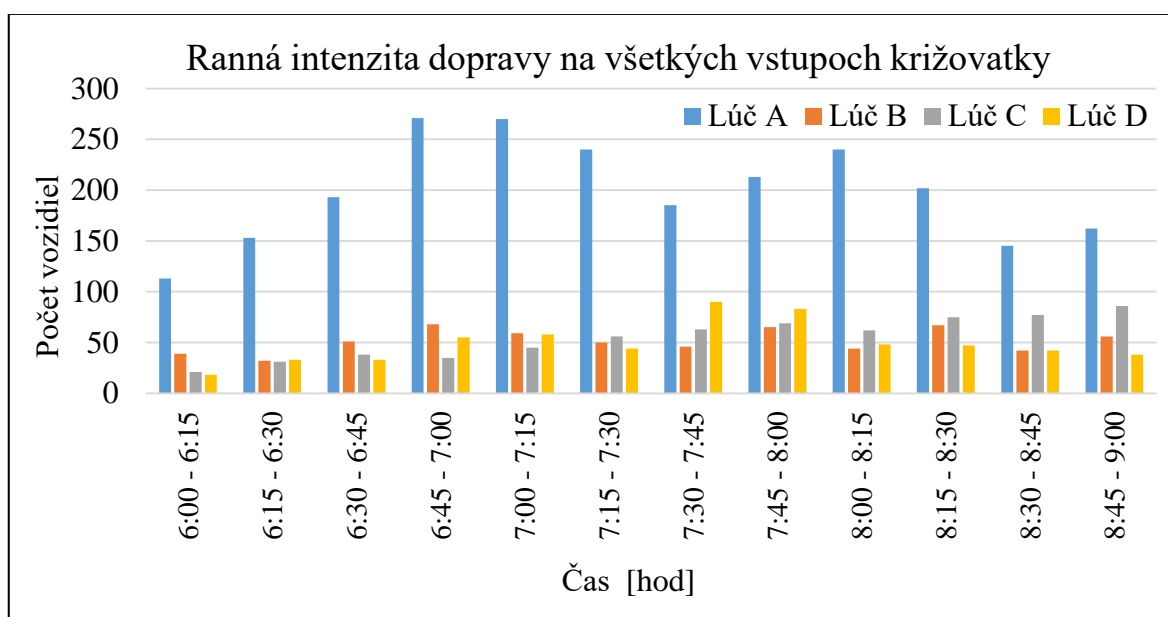
Tabuľka 4 Ranné namerané intenzity vozidiel

Hodina / smer	6:00 - 6:15	6:15 - 6:30	6:30 - 6:45	6:45 - 7:00	7:00 - 7:15	7:15 - 7:30	7:30 - 7:45	7:45 - 8:00	8:00 - 8:15	8:15 - 8:30	8:30 - 8:45	8:45 - 9:00
Lúč A	113	153	193	271	270	240	185	213	240	202	145	162
Lúč B	39	32	51	68	59	50	46	65	44	67	42	56
Lúč C	21	31	38	35	45	56	63	69	62	75	77	86
Lúč D	18	33	33	55	58	44	90	83	48	47	42	38
Suma	191	249	315	429	432	390	384	430	394	391	306	342

Zdroj: vlastné spracovanie

Garf 1 znázorňuje celkové hodnoty intenzít vozidiel v rannej špičke. Z grafu jasne vyplýva, že najväčšie intenzity vozidiel počas ranného merania boli zaznamenané na lúči A, teda na severnej vetve komunikácie II/240.

Graf 1 Zobrazenie rannej intenzity vozidiel



Zdroj: vlastné spracovanie

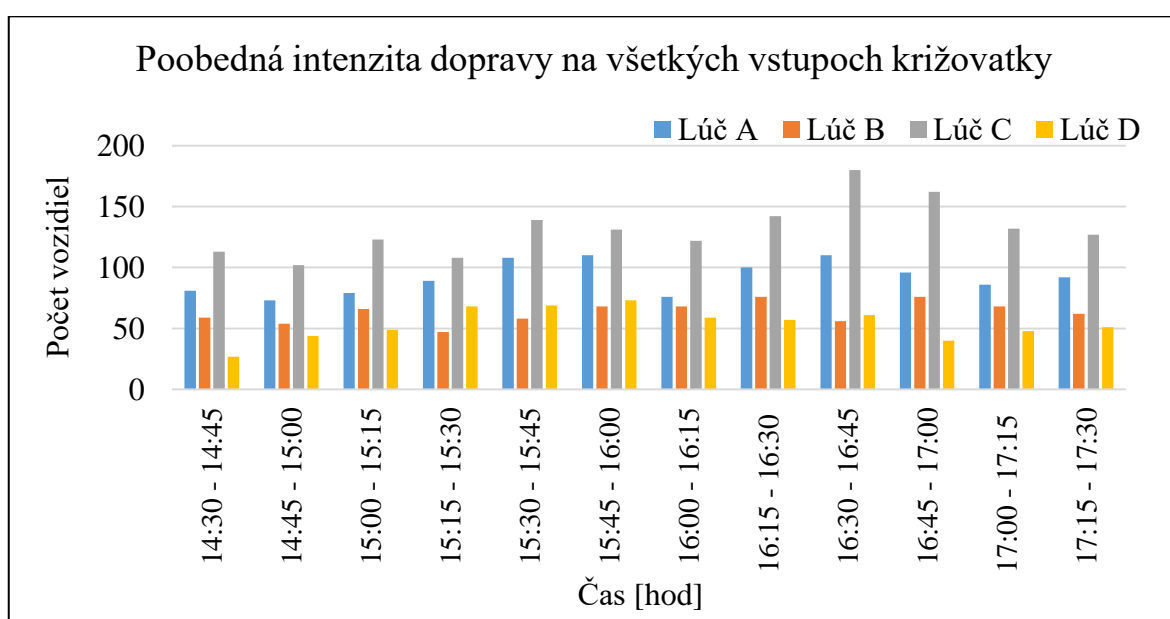
Nasledujúca tabuľka zaznamenáva hodnoty intenzít na vstupoch do križovatky počas poobedného merania. Najväčšia intenzita dopravy na križovatke bola zaznamenaná v čase od 16:30 do 16:45.

Tabuľka 5 Poobedné namerané intenzity vozidiel

Hodina / smer	14:30 -	14:45 -	15:00 -	15:15 -	15:30 -	15:45 -	16:00 -	16:15 -	16:30 -	16:45 -	17:00 -	17:15 -
	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30
Lúč A	81	73	79	89	108	110	76	100	110	96	86	92
Lúč B	59	54	66	47	58	68	68	76	56	76	68	62
Lúč C	113	102	123	108	139	131	122	142	180	162	132	127
Lúč D	27	44	49	68	69	73	59	57	61	40	48	51
Suma	280	273	317	312	374	382	325	375	407	374	334	332

Zdroj: vlastné spracovanie

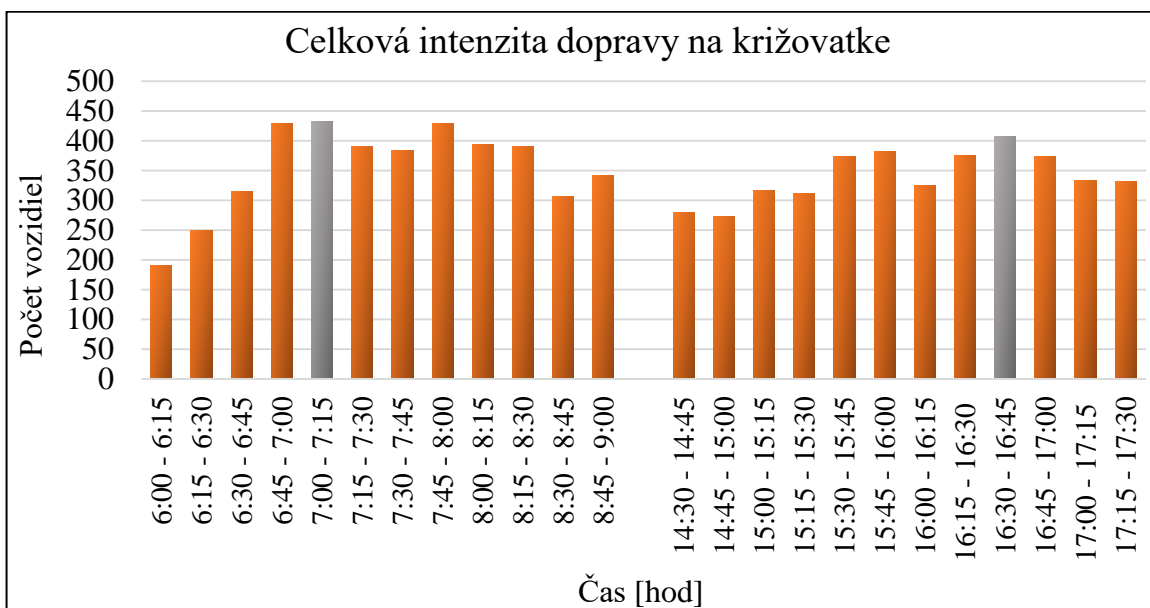
Graf 2 Zobrazenie poobednej intenzity vozidiel



Zdroj: vlastné spracovanie

V ďalších krokoch sú stanovené celkové ranné a poobedné intenzity vozidiel, ktoré sú získané zo súm intenzít dopravy na všetkých lúčoch križovatky. Najvyššie dosiahnuté hodnoty intenzít v 15 minútových intervaloch sú v grafe vyznačené ako šedé stĺpce.

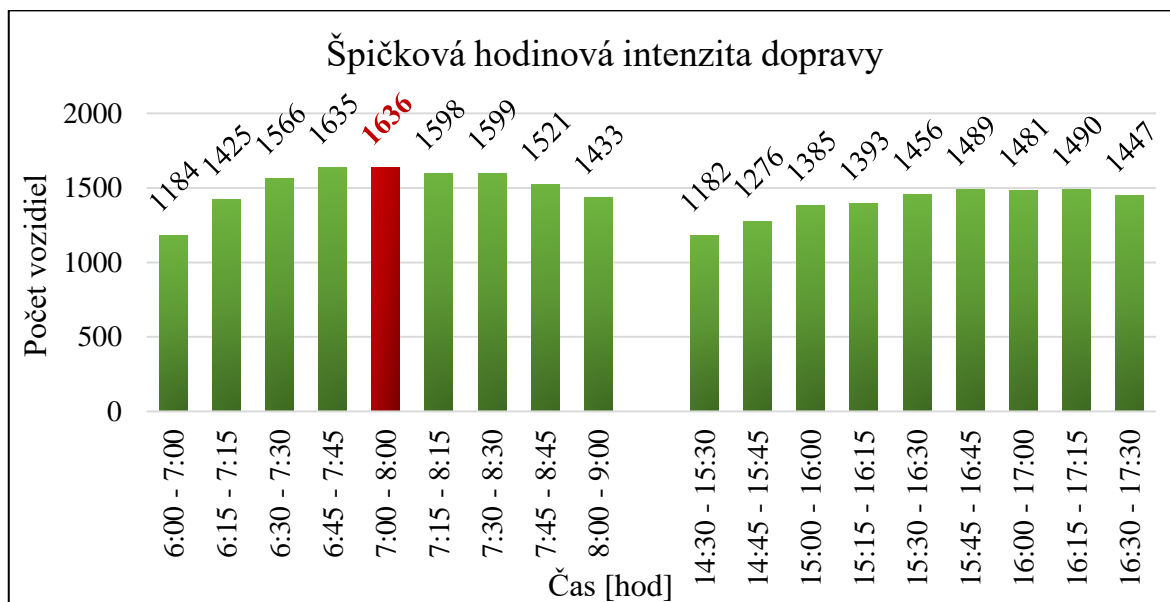
Graf 3 Celkové namerané intenzity vozidiel



Zdroj: vlastné spracovanie

Graf 4 znázorňuje hodinové intenzity vozidiel na križovatke s vyznačením špičkovej hodinovej intenzity. Túto hodnotu bolo potrebné získať z dôvodu kapacitného posudzovania križovatky.

Graf 4 Znárodnenie intenzity špičkovej hodiny



Zdroj: vlastné spracovanie

Pri procesoch týkajúcich sa výpočtov okružnej križovatky a križovatky riadenej SSZ, musí byť taktiež známa skladba vozidiel a ich smerovanie pri prejazde križovatkou. Spomínané ukazovatele sú zaznamenané v tabuľke 6.

Tabuľka 6 Špičková hodinová intenzita rozlíšená podľa skladby vozidiel

Lúč	Smer výjazdu (lúč)	Osobný automobil	Autobus	Nákladný automobil	Jazdná súprava	Motocykel	Bicykel	Počet vozidiel
A	B	204	7	20	2	0	0	233
	C	497	0	47	28	5	0	577
	D	90	1	3	4	0	0	98
						Σ A		908
B	A	56	7	8	1	0	0	72
	C	83	6	6	1	0	0	96
	D	47	4	1	0	0	0	52
						Σ B		220
C	A	121	2	38	16	2	0	179
	B	22	4	6	0	0	0	32
	D	17	0	5	0	0	0	22
						Σ C		233
D	A	96	0	9	1	0	0	106
	B	105	2	2	1	0	0	110
	C	57	0	2	0	0	0	59
						Σ D		275
						Σ voz/hod		1636

Zdroj: vlastné spracovanie

Do tejto tabuľky boli vynesené dáta z dopravného prieskumu vykonaného dňa 18. 10. 2017. V tabuľke sú zaznamenané aj čiastkové sumy intenzít na lúčoch križovatky A, B, C a D. Celková intenzita vozidiel počas špičkovej hodiny je 1636 voz/hod.

Svetelne riadené križovatky a okružné križovatky sa podľa TP 234 a TP 235 navrhujú na výhľadovú intenzitu špičkovej hodiny. Táto hodnota je stanovená prepočtom podľa denného rozdelenia intenzít.

5.4 Prognóza dopravy

Prognóza výhľadových intenzít dopravy sa podľa TP 234 a TP 235 vykonáva pomocou rastových koeficientov, ktoré sa nachádzajú v TP 225. V procese návrhu

križovatky je potrebné počítať s požiadavkou vyhovujúcej kapacity dopravy na obdobie 20 rokov po uvedení komunikácie do prevádzky.

Je možné predpokladať, že faktory vplývajúce na dopravu, ktoré sú opísané v kapitole 5.2 v budúcom období výrazným spôsobom nezmenia svoj súčasný vplyv na dopravu v sledovanom území.

Nasledujúci obrázok znázorňuje kategorizáciu skladby dopravného prúdu s priradením k ťažkým a ľahkým vozidlám. Podľa tejto kategorizácie sa následne priradujú koeficienty rastu dopravy pre jednotlivý rok uvedené v TP 225, v závislosti od typu komunikácie.

Základní skupina vozidel	Druh vozidla
L – lehká	M – motocykly, O – osobní automobily
T – těžká	N – nákladní automobily, A – autobusy, K – nákladní soupravy

Typ komunikace	Kategorie a třída pozemní komunikace
D	dálnice, rychlostní silnice
I	silnice I. třídy (mimo rychlostních)
II+III	silnice II. třídy, silnice III. třídy

Obr. 13 Skupiny vozidiel a typy komunikácií pre prognózu intenzít dopravy; Zdroj: [3]

Pre stanovenie výhľadovej intenzity dopravy boli zvolené koeficienty vývoja intenzít dopravy z roku 2038.

Ľahké vozidlá					Ťažké vozidlá				
Rok	Typ komunikace				Rok	Typ komunikace			
	D	R	I	II+III		D	R	I	II+III
2030	1,76	1,75	1,51	1,46	2030	1,28	1,21	1,12	1,04
2031	1,79	1,78	1,53	1,47	2031	1,29	1,23	1,12	1,04
2032	1,82	1,81	1,55	1,49	2032	1,31	1,24	1,13	1,04
2033	1,85	1,84	1,56	1,51	2033	1,32	1,25	1,13	1,05
2034	1,88	1,86	1,58	1,52	2034	1,34	1,26	1,14	1,05
2035	1,90	1,89	1,60	1,54	2035	1,35	1,27	1,15	1,05
2036	1,93	1,92	1,62	1,56	2036	1,37	1,28	1,15	1,05
2037	1,96	1,94	1,64	1,57	2037	1,38	1,29	1,16	1,05
2038	1,98	1,97	1,66	1,59	2038	1,39	1,30	1,16	1,05

Obr. 14 Koeficienty vývoja intenzít dopravy; Zdroj [18]

Tabuľka 7 Výhľadová špičková intenzita rozlíšená podľa skladby vozidiel

Lúč	Smer výjazdu (lúč)	Osobný automobil	Autobus	Nákladný automobil	Jazdná súprava	Motocykel	Bicykel	Počet vozidiel
A	B	324	7	21	2	0	0	354
	C	790	0	49	29	8	0	876
	D	143	1	3	4	0	0	151
						Σ A		1381
B	A	89	7	8	1	0	0	105
	C	131	6	6	1	0	0	144
	D	74	4	1	0	0	0	79
						Σ B		328
C	A	192	2	39	17	3	0	253
	B	34	4	6	0	0	0	44
	D	27	0	5	0	0	0	32
						Σ C		329
D	A	152	0	9	1	0	0	162
	B	166	2	2	1	0	0	171
	C	90	0	2	0	0	0	92
						Σ D		425
						Σ voz/hod		2463

Zdroj: vlastné spracovanie

Prognózované hodnoty v tabuľke 7 budú použité ako východiskové hodnoty pre následný návrh prestavby križovatky.

5.5 Analýza nehodovosti na križovatke

Z dôvodu dôraznejšieho preniknutia do problematiky danej križovatky bol v poslednej kapitole týkajúcej sa súčasného stavu na križovatke vyobrazený aj počet nehôd. Tabuľka 8 znázorňuje nehodovosť na riešenej križovatke počas 10 rokov. Jednotlivé nehody sú taktiež kategorizované podľa ich druhu. Tieto informácie boli získané na základe štatistického vyhodnotenia nehôd v mape Českej republiky.

Tabuľka 8 Nehodovosť na križovatke

Rok		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Druh nehody	Zrážka s pevnou prekážkou				1	1			2	2	1	1
	Zrážka s iným vozidlom	4	8	1	1	3	1	2	2			
	Zrážka s chodcom	1		1								
Počet nehôd / rok		5	8	2	2	4	1	2	4	2	1	1
Celkový počet nehôd		32										

Zdroj: spracované z [19]

6 NÁVRH RIEŠENIA KRIŽOVATKY

Obsahom tejto diplomovej práce je taktiež návrh a posúdenie variantného riešenia sledovanej križovatky. Ako riešenie dopravnej situácie bolo zvolené prestavanie súčasnej križovatky na okružnú križovatku.

6.1 Návrh okružnej križovatky

Tento návrh obsahuje prestavbu križovatky na okružnú križovatku s jedným jazdným pruhom na okruhu. Prestavba si vyžaduje rozsiahlejšie zemné práce, pretože z dôvodu priestorového obmedzenia prilahlých budov je najvýhodnejšie použiť špecifický tvar okružnej križovatky, ktorá sa skladá z dvoch prepojených polkruhov. Toto prepojenie sa zužuje v najtesnejšej časti ulice, teda medzi budovou obecnej polície a centra voľnočasových aktivít. Pre návrh boli taktiež upravené vjazdy a výjazdy z okružnej križovatky, pričom sa uvažuje, že sú jednopruhovú. V tabuľke 9 sú uvedené navrhované geometrické rozmery okružnej križovatky.

Vzhľadom na to, že v blízkosti križovatky sa nachádza vjazd na parkovisko pred obecným úradom, návrh počíta s napojením okružnej križovatky ešte aj k tejto inštitúcii. Posudzované riešenie bolo aj prepojenie spomínaného parkoviska z východnej strany na komunikáciu II/2407, ale v blízkosti tejto komunikácie sa nachádzajú rodinné domy s pozemkami v súkromnom vlastníctve. Táto skutočnosť by mohla predstavovať problém spojený s výkupom potrebných pozemkov.

Počet prechodov pre chodcov zostáva nezmenený oproti súčasnému stavu. Na lúčoch B, C a D sa bude nachádzať prechod pre chodcov vo vzdialenosti 7 m od vonkajšieho okraja okružného pásu križovatky. Na lúči A sa navrhuje zachovanie súčasného umiestnenia prechodu pre chodcov vo vzdialenosti 11,5 m od vonkajšieho okraja okružného pásu. Toto riešenie je predovšetkým z dôvodu nadväznosti na súčasne vybudované chodníky.

Z dôvodu špecifického usporiadania OK je navrhované, aby bol stredový ostrovček zložený z dvoch prepojených častí, pričom každá z nich bude umiestnená na protilahlom polkruhu. Stredové ostrovčeky sa navrhujú ako nespevnené a zvýšené o 1,2 m. Taktiež je vhodné, aby sa na nich nachádzali rastliny, ktoré zamedzia priehľadnosti križovatkou. Týmto opatrením sa zvýši prehľadnosť okružnej križovatky a taktiež jej postrehnuteľnosť. Výsadba

rastlín rovnako prispeje k atraktivnosti križovatky a priestor tak bude pôsobiť estetickjšie. Medzi jazdnými pruhmi v zúžení okružnej križovatky je vhodné umiestniť nie len optickú, ale aj fyzickú zábranu z dôvodu zamedzenia vstupu vozidiel do protismeru.

Vjazdy a výjazdy na každom lúči okružnej križovatky (s výnimkou vjazdu a výjazdu na parkovisko pred obecným úradom) sú oddelené vložím smerovacieho deliaceho ostrovčka. Ostrovčky sa vytvoria fyzickým vyvýšením nad úroveň povrchu vozovky. Na všetkých lúčoch križovatky plnia taktiež ochrannú funkciu pre chodcov prechádzajúcich cez komunikáciu, pričom v celej šírke prechodu bude ostrovček prerušený a znížený na úroveň vozovky.

Tabuľka 9 Geometrické rozmery okružnej križovatky

Vonkajší priemer okružného pásu	28 m
Šírka okružného pásu	6,20 m
Šírka prstenca	2,10 m
Priemer nespevnenej časti stredového ostrovčka	11,4
Priečny sklon okružného pásu	3%
Priečny sklon prejazdneho prstenca	5%
Zvýšenie prstenca oproti okružnému pásu skoseným obrubníkom	0,08 m
Zvýšenie prstenca oproti nespevnenej časti stredového ostrovčka	0,2 m
Šírka jazdných pruhov na lúčoch A, C a D	3,50 m
Šírka jazdného pruhu na lúči B	4,50 m

Zdroj: spracované z [10]

Konkrétny výkres okružnej križovatky je možné vidieť v prílohe 4. Pri návrhu okružnej križovatky bolo brané do úvahy priestorové usporiadanie križovatky a okolitých budov, ktoré výrazne ovplyvňujú tvar OK. Výkres bol zhotovený v programe AutoCAD 2018. V prílohe 5 je z dôvodu lepšej priestorovej predstavivosti znázornená navrhovaná OK v mape.

6.2 Posúdenie okružnej križovatky

Táto kapitola diplomovej práce je zameraná na posudzovanie okružnej križovatky podľa technických podmienok 234. Pri kapacitnom posudzovaní okružnej križovatky boli použité výpočty, ktoré sú uvedené v kapitole 4.5.4. V prvom kroku bolo potrebné zohľadniť skladbu dopravného prúdu a vynásobiť získané hodnoty intenzity dopravy pomocou koeficientov uvedených v tabuľke 2. Prepočet voz/hod na pvoz/hod sa nachádza

v nasledujúcej tabuľke. Keďže počas špičkovej hodiny nebol na križovatke zaznamenaný žiadny cyklista, túto kategóriu nie je potrebné znázorňovať v tabuľke.

Tabuľka 10 Prepočítaná intenzita vozidiel podľa koeficientov – OK

Lúč	Smer výjazdu (lúč)	Osobný automobil	Autobus	Nákladný automobil	Jazdná súprava	Motocykel	Počet vozidiel
A	B	324	14	42	6	0	386
	C	790	0	98	87	6	981
	D	143	2	6	12	0	163
						Σ A	1530
B	A	89	14	16	3	0	122
	C	131	12	12	3	0	158
	D	74	8	2	0	0	84
						Σ B	364
C	A	192	4	78	51	2	327
	B	34	8	12	0	0	54
	D	27	0	10	0	0	37
						Σ C	418
D	A	152	0	18	3	0	173
	B	166	4	4	3	0	177
	C	90	0	4	0	0	94
						Σ D	444
						Σ pvoz/hod	2756

Zdroj: vlastné spracovanie z [11]

Tabuľka 11 Vypočítané hodnoty okružnej križovatky – 1

Lúč	I - na vjazde [pvoz/h]	I - na výjazde [pvoz/h]	I - na okruhu [pvoz/h]	Δ [s]	n_k [-]	$n_{i,koef}$ [-]	$n_{e,koef}$ [-]	b [m]	t_g [s]	t_{f-vj} [s]
A	1530	622	325	2,1	1	1	1	8	4,5	2,6
B	364	617	1238	2,1	1	1	1	12	4,4	2,73
C	418	1233	369	2,1	1	1	1	8,8	4,5	2,91
D	444	284	503	2,1	1	1	1	10,5	4,5	2,79

Zdroj: spracované podľa [11]

V tabuľke 12 sa nachádza pokračovanie výpočtov súvisiacich s kapacitným posudzovaním okružnej križovatky podľa TP 234.

Tabuľka 12 Vypočítané hodnoty okružnej križovatky – 2

Lúč	C_i [pvoz/h]	Rez [pvoz/h]	R - vjazd [m]	R - výjazd [m]	t_w [s]	a_v [-]	$N_{95\%}$ [m]	$t_{f-vý}$ [-]	C_e [pvoz/h]	$a_{vý}$ [-]
A	1016	-514	16	18	5113,28	1,51	1606,12	2,88	1250	0,50
B	266	-98	14	10	566,35	1,37	350,86	3,00	1200	0,51
C	881	463	11	13,5	7,75	0,47	15,78	3,00	1200	1,03
D	792	348	13	20,5	10,27	0,56	22,43	2,78	1295	0,22

Zdroj: spracované podľa [11]

Z tabuľky 12 je zrejmé, že na lúčoch A a B sa vyskytujú záporné hodnoty rezervy kapacity. Tento výsledok znamená, že na spomínaných lúčoch dochádza k prekročeniu kapacity vjazdu. Stupeň vyťaženia a_v dosahuje na vstupoch týchto lúčov hodnoty vyššie ako 0,9 čo znamená, že vjazdy kapacitne nevyhovujú. Hodnota a_v na výjazde kapacitne nevyhovuje iba v prípade lúča C. V prípade výjazdu, sa tento stav na prvý pohľad javí ako prirodzene logický záver, keďže najviac vozidiel smerovalo počas rannej špičky práve z lúča A do lúča C. Najväčší prejazd vozidiel bol teda zaznamenaný smerom zo severnej vetvy komunikácie II/240 na jej južnú vetvu – smer Praha. Bližšie zhodnotenie týchto výsledkov je uvedené v závere diplomovej práce.

6.3 Vyhodnotenie návrhu

Táto kapitola práce je zameraná predovšetkým na zhodnotenie prestavby súčasnej križovatky na OK s jedným jazdným pruhom na okružnom páse, vzhľadom na jej výhody a nevýhody. Hlavné body pre obe kategórie sú uvedené v odrážkach. V závere kapitoly sa nachádza taktiež dôvod návrhu okružnej križovatky namiesto križovatky riadenej SSZ.

6.3.1 Výhody návrhu

- Zvýšenie bezpečnosti – zníženie kolíznych bodov a zmenšenie kolíznych plôch.
- Spomalenie a ukludnenie dopravy – zníženie rýchlosti vozidiel pri prejazde okružnou križovatkou.
- Menej závažné následky dopravných nehôd – vzhľadom k usporiadaniu dopravy na OK a rýchlosti vozidiel idúcich na okružnom páse sú následky nehôd výrazne menšie než na ostatných typoch úrovňových križovatiek.

- Jasná a nemeňiac sa prednosť v jazde – nehrozia dopravné nehody z dôvodu prehliadnutia značenia určujúceho prednosť v jazde.
- Možnosť otáčania vozidiel späť do smeru vjazdu.
- Prehľadnejší vjazd a výjazd z parkoviska pred obecným úradom v obci
- Nezávislosť na elektrickej energii.
- Estetický význam.
- Nízke prevádzkové náklady.

6.3.2 Nevýhody návrhu

- Pomerne rozsiahle stavebné úpravy danej lokality – záber pôdy.
- Preloženie inžinierskych sietí.
- Vysoké náklady na rekonštrukciu súčasnej križovatky – počiatočné investície do križovatky sú zvyčajne vyššie, než usmernenie premávky pomocou SSZ.
- Ovplyvnenie dopravy na okružnej križovatke vplyvom chodcov – vytážený prechod pre chodcov môže obmedziť premávku na OK. V tomto prípade sa jedná najmä o prechody pre chodcov na lúči A a B.
- Nie je možná preferencia vozidiel MHD a záchranej služby.
- Nemožnosť lacného zvýšenia kapacity – pokiaľ OK vyčerpá svoju kapacitu, nie je možné na nej vykonať jednoduché a finančne nenáročné opatrenia. V takom prípade sa musí OK prestavať.
- Zhoršený prejazd nadrozmerných vozidiel.

• Ako druhé možné riešenie súčasnej situácie sa javí prestavba križovatky na svetelne riadenú križovanku. Rešeršná časť práce obsahuje taktiež základné informácie o križovatkách riadených SSZ a ich kapacitné posudzovanie sa nachádza v prílohe 1. Návrh optimálneho riešenia križovatky sa však opiera o švajčiarsku štúdiu s názvom „Comparison of capacity between roundabout design and signalised junction design“, ktorej vyhodnotením bolo porovnanie kapacít medzi štyrmi druhmi okružných križovatiek (mini, malé, stredné, veľké), a k nim priradených svetelne riadených križovatiek. Návrh okružnej križovatky v tejto diplomovej práci spadá do kategórie „malé“, pri ktorých bola v tejto štúdii vypočítaná väčšia plná kapacita v porovnaní s križovatkou riadenou SSZ vo väčšine bežných prípadov. Náhľad do spomínanej štúdie je možné uskutočniť prostredníctvom internetového odkazu, ktorý je umiestnený v zdrojoch práce pod poradovým číslom [20].

7 ZÁVER

Cieľom tejto diplomovej práce bolo navrhnúť možnú alternatívu vzhľadom na súčasné riešenie križovatky, ktorá sa nachádza v obci Velké Přílepy. Jedným z hlavných dôvodov návrhu na prestavbu križovatky je jej neprehľadnosť, problematické odbáčanie vozidiel z vedľajších komunikácií na hlavnú a zvýšené riziko dopravných nehôd. Problematický je taktiež prejazd vozidiel priamo cez križovatku medzi komunikáciami III. tried.

Rešeršná časť diplomovej práce je zložená z dvoch základných okruhov. Prvý z nich je zameraný na problematiku dopravného inžinierstva. Druhý okruh sa týka informácií potrebných pre návrh okružnej križovatky a svetelne riadenej križovatky. Dôležitým bodom tejto časti je kapacitné posúdenie okružnej križovatky, keďže samotný návrh riešenia sa o výpočty kapacity opiera. Kapacitné posudzovanie križovatky riadenej SSZ sa nachádza v prílohe 1.

Nasledujúci významný celok práce opisuje súčasný stav na križovatke, faktory pôsobiace na intenzitu dopravy v danej lokalite, meranie intenzity dopravy, prognózu dopravy a nehodovosť na križovatke. Dôležitými podkladmi pre alternatívne riešenie križovatky boli aj informácie získané vlastným pozorovaním súčasného stavu počas dopravného prieskumu uskutočneného 18. 10. 2017. Pomocou tohto dopravného prieskumu boli zistené hodnoty intenzity dopravy počas špičkových hodín, z ktorých bola pre následné výpočty zvolená tá vyššia.

V technických podmienkach TP 234 a TP 235 je uvedené, že križovatka sa navrhuje s požiadavkou vyhovujúcej kapacity na obdobie 20 rokov od uvedenia do prevádzky. Pre potreby návrhu boli teda hodnoty špičkovej intenzity pre násobené koeficientami rastu dopravy pre rok 2038. Tieto hodnoty boli následne použité pri kapacitnom posudzovaní navrhovanej okružnej križovatky s ohľadom na skladbu dopravného prúdu. Uvedené kroky viedli k značnému nárastu výsledných intenzít dopravy na všetkých lúčoch križovatky, čo sa ukázalo aj pri výpočtoch kapacitného posudzovania okružnej križovatky. Spomínané koeficienty prognózy dopravy pre rok 2038 spôsobili až príliš veľký nárast dopravy, čo viedlo k poznatku, že vstupy do OK na lúčoch A a B by pre tento rok kapacitne nevyhovovali. Rovnako by to bolo aj s výstupom C. V týchto prípadoch sa hodnota stupňa

vyťaženia a_v pohybuje nad úrovňou 0,9 (stupeň F – prekročená kapacita). Všetky zvyšné vstupy aj výstupy na lúčoch kapacitne vyhovujú. Vzhľadom na dispozičné umiestnenie okolitých budov, nebolo možné navrhnuť okružnú križovatku s dvoma jazdnými pruhmi na okružnom páse, ktorá by mohla zabezpečiť vyššiu kapacitu. Toto riešenie by bolo adekvátne v prípade presunutia niektorých z inštitúcií v obci, ako napríklad centra voľnočasových aktivít a obecného úradu. Napriek tomu je však možné konštatovať, že okružnú križovatku s dvomi jazdnými pruhmi by nebolo vhodné v danej lokalite navrhovať vzhľadom na vysoké investičné náklady, veľké zábery pôdy a zníženie estetiky prostredia.

Východiskom pre návrh okružnej križovatky je taktiež fakt, že krajské zastupiteľstvo Stredočeského kraja prehodnocuje návrhy týkajúce sa výstavby obchvatu Kralup nad Vltavou, ktorý by mal prepojiť diaľnice D7 a D8. Tento obchvat v budúcnosti výrazne prispeje k dopravnému odľahčeniu obce Velké Přílepy, keďže veľké percento z celej dopravnej záťaže na komunikácii II/240 tvorí predovšetkým tranzitná doprava. Podľa predpokladov, by stavebné práce na obchvate mali začať v roku 2020 a skončiť v roku 2023.

Po zohľadnení všetkých týchto faktorov, sa prestavba súčasnej križovatky na okružnú križovatku javí do budúcnosti ako optimálne riešenie. Nielenže výrazným spôsobom vplyva na zníženie rýchlosti prechádzajúcich vozidiel a tým k zvýšeniu bezpečnosti vodičov a chodcov, ale taktiež v súčinnosti s plánovaným obchvatom a presmerovaním tranzitnej dopravy poskytne dostatočné kapacitné pokrytie na výhľadové obdobie.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] KALAŠOVÁ, A. – ONDRUŠ, J. – PAČO, J. *Dopravné inžinierstvo križovatky*. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline 2011. 205 s. ISBN 978-80-554-0332-8
- [2] KOČÁRKOVÁ, D. et.al. *Základy dopravního inženýrství*. Praha: ČVUT 2004. 110, 31 s. ISBN 80-01-03022-9
- [3] RŮŽIČKA, M. *Dopravní inženýrství I. - prednášky* [online], [cit. 2017-10-14], Dostupné na: <http://moodle.czu.cz>
- [4] SVÍTEK, M – *Dynamical Systems with Reduced Dimensionality*. Prague: CTU in Prague: CTU in Prague FTS, 2006. 161 s. ISBN 80-903298-6-1
- [5] ROJAN, J. – SLABÝ, P. – DLOUHÁ, E. – PIPKOVÁ, B. *Městské komunikace*. 2. vyd. Praha: ČVUT, 1997. 180 s. ISBN 80-01-01060-0
- [6] *ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích*. Praha: Český normalizační institut, 2007. 180 s.
- [7] PŘIBYL, P. – SVÍTEK, M. *Inteligentní dopravní systémy*, Praha: BEN – technická literatura, 2001. 543 s. ISBN 80-7300-029-6
- [8] *Technické podmínky TP 81: Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích*. 3. vyd. EDIP, 2015. 174 s.
- [9] *Technické podmínky TP 235: Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek*. 1. vydanie, Liberec: EDIP s.r.o., 2011. 52 s. ISBN 978-80-87394-03-8
- [10] *Technické podmínky TP 135: Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích*. 3. vydanie. Vysoké učení technické v Brně – Fakulta stavební, 2017. 56 s.
- [11] *Technické podmínky TP 234: Posuzování kapacity okružních křižovatek*. 1. vydanie, Liberec: EDIP s.r.o., 2011. 56 s. ISBN 978-80-87394-02-1
- [12] *Kolizní body na křižovatce*, [online], [cit. 2017-11-26], Dostupné na: <http://kds.vsb.cz/mkk/krizovatky-uvod.htm>

- [13] DORDA, M. Okružní křižovatky, [online], [cit. 2017-11-26], Dostupné na: http://homel.vsb.cz/~dor028/DI_9.pdf
- [14] *Křižovatky a křížení*, [online], [cit. 2017-11-26], Dostupné na: <http://kds.vsb.cz/ord/krizovatky-kapacita.htm>
- [15] *ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací*. Praha: Český normalizační institut, 2006. 128 s.
- [16] SLABÝ, P. - DLOUHÁ, E. *Dopravní stavby a systémy 20, 30*. 1. vydanie, Praha: ČVUT, 2002. 161 s. ISBN 80-01-02453-9
- [17] *Mapy.cz*, [online], [cit. 2018-02-15], Dostupné na: <https://sk.mapy.cz/letecka?x=14.3118449&y=50.1605234&z=19>
- [18] *Technické podmínky TP 225: Prognóza intenzit automobilové dopravy*. 2. vydanie. Plzeň: EDIP s.r.o., 2012. 28 s. ISBN 978-80-87394-07-6
- [19] *Statistické vyhodnocení nehod v mapě*, [online], [cit. 2018-02-27], Dostupné na: <http://maps.jdvm.cz/cdv2/apps/nehodyvmapa/Search.aspx>
- [20] Comparison of capacity between roundabout design and signalised junction design, [online], [cit. 2018-03-14], Dostupné na: <http://www.strc.ch/2001/tan.pdf>

ZOZNAM OBRÁZKOV, TABULIEK A GRAFOV

Zoznam obrázkov:

Obr. 1 Členenie dopravných prieskumov	7
Obr. 2 Základné tvary križovatiek	10
Obr. 3 Kritérium intenzity premávky pre zavedenie SSZ	14
Obr. 4 Graf strednej doby zdržania a úrovne kvality dopravy.....	23
Obr. 5 Graf dĺžky zástupu N95% v závislosti od stupňa zaťaženia a_v	24
Obr. 6 Typy kolíznych bodov	26
Obr. 7 Kolízne body križovatky	27
Obr. 8 Stupne nadradenosti dopravných prúdov	28
Obr. 9 Rozhľadové pomery na prechodoch pre chodcov	29
Obr. 10 Letecký pohľad na danú križovatku	31
Obr. 11 Schéma križovatky	32
Obr. 12 Faktory vplývajúce na dopravu na križovatke.....	33
Obr. 13 Skupiny vozidiel a typy komunikácii pre prognózu intenzít dopravy.....	40
Obr. 14 Koefficienty vývoja intenzít dopravy	40

Zoznam tabuliek:

Tabuľka 1 Medzné hodnoty intenzity dopravy vzhľadom na chodcov	15
Tabuľka 2 Koefficienty skladby dopravného prúdu pre OK	21
Tabuľka 3 Úroveň kvality dopravy a stredná doba zdržania pre OK	26
Tabuľka 4 Ranné namerané intenzity vozidiel	36
Tabuľka 5 Poobedné namerané intenzity vozidiel.....	37
Tabuľka 6 Špičková hodinová intenzita rozlíšená podľa skladby vozidiel	39
Tabuľka 7 Výhľadová špičková intenzita rozlíšená podľa skladby vozidiel.....	41
Tabuľka 8 Nehodovosť na križovatke	42
Tabuľka 9 Geometrické rozmery okružnej križovatky.....	44
Tabuľka 10 Prepočítaná intenzita vozidiel podľa koefficientov – OK	45
Tabuľka 11 Vypočítané hodnoty okružnej križovatky – 1	45
Tabuľka 12 Vypočítané hodnoty okružnej križovatky – 2	46

Zoznam grafov:

Graf 1 Zobrazenie rannej intenzity vozidiel	36
Graf 2 Zobrazenie poobednej intenzity vozidiel.....	37
Graf 3 Celkové namerané intenzity vozidiel	38
Graf 4 Znázornenie intenzity špičkovej hodiny.....	38

ZOZNAM PRÍLOH

PRÍLOHA 1 – Kapacita križovatiek riadených svetelnou signalizáciou

PRÍLOHA 2 – Popis prvkov okružnej križovatky

PRÍLOHA 3 – Typy okružných križovatiek

PRÍLOHA 4 – Prestavba súčasnej križovatky na okružnú križovatku

PRÍLOHA 5 – Zobrazenie okružnej križovatky v mape

PRÍLOHA 1 – Kapacita križovatiek riadených svetelnou signalizáciou

Pri procese posudzovania kapacity križovatky je potrebné poznať návrhové intenzity dopravy podľa druhu vozidiel. Pre zohľadnenie skladby dopravného prúdu sa vykoná pre násobenie návrhových intenzít jednotlivých druhov vozidiel s koeficientami, ktoré sú zaznamenané v nasledujúcej tabuľke. [9]

Koeficienty skladby dopravného prúdu pre križovatky so SSZ

Druh vozidiel	Koeficient
Bicykle	0,5 pvoz
Motocykle	0,8 pvoz
Osobné vozidlá	1,0 pvoz
Nákladné vozidlá, autobusy	1,7 pvoz
Nákladné súpravy, kľbové autobusy	2,5 pvoz

Zdroj: [9]

- SATUROVANÝ TOK VJAZDU

Saturovaný tok vjazdu predstavuje súčet saturovaných tokov jednotlivých radiacich pruhov tvoriacich jeden vjazd. Pre posudzovanie kapacity križovatky so SSZ je potrebné poznať tieto saturované toky jednotlivých vjazdov. [9]

$$S_V = \sum_{i=1}^{n_p} S_i$$

S_V – saturovaný tok vjazdu [pvoz/h],

S_i – saturovaný tok jedného radiaceho pruhu [pvoz/h],

n_p – počet radiacich pruhov, ktoré spoločne tvoria jeden vjazd [-].

Saturovaný tok radiaceho pruhu: [9]

$$S_i = S_{zákl} \cdot k_{skl} \cdot k_{obl}$$

S_i – saturovaný tok radiaceho pruhu [pvoz/h],

$S_{zákl}$ – základný saturovaný tok = 2000 [pvoz/h],

k_{skl} – koeficient sklonu [-],

k_{obl} – koeficient oblúku [-].

Koeficient sklonu: vyjadruje vplyv pozdĺžneho sklonu vjazdu na saturovaný tok a je možné ho vypočítať pri stúpaní do 10 %. Pre klesanie sa používa hodnota $k_{skl} = 1$, pre stúpanie nad 10 % sa zadáva $k_{skl} = 0,8$.

$$k_{skl} = 1 - 0,02 \cdot a$$

k_{skl} – koeficient sklonu [-],

a – pozdĺžny sklon vjazdu [%].

Koeficient oblúku: vyjadruje vplyv polomeru smerového oblúka pri odbočovaní a podielu odbočujúcich vozidiel na saturovaný tok.

$$k_{obl} = \frac{R}{R + 1,5 \cdot f}$$

k_{obl} – koeficient oblúku [-],

R – polomer oblúku pre odbočenie [m],

f – podiel odbočujúcich vozidiel z jazdného pruhu (0 až 1) [-].

- KAPACITA VJAZDU

Kapacita bežného vjazdu: [9]

$$C_v = S_v \frac{z'}{t_c}$$

C_v – kapacita vjazdu [pvoz/h],

S_v – saturovaný tok vjazdu [pvoz/h],

z' – dĺžka efektívnej zelenej [s],

t_c – dĺžka cyklu [s].

Kapacita vjazdu tvoreného samostatným radiacim pruhom pre ľavé odbočenie, ktoré je ovplyvnené protismerom: [9]

$$C_L = C_{L1} + C_{L2} + C_{L3}$$

C_L – kapacita ľavého odbočenia ovplyvneného protismerom [pvoz/h],

C_{L1} – čiastková kapacita ľavého odbočenia v čase zelenej protismeru [pvoz/h],

C_{L2} – čiastková kapacita ľavého odbočenia po skončení vlastnej zelenej pri zmene fáz [pvoz/h],

C_{L3} – čiastková kapacita ľavého odbočenia neovplyvnená protismerom [pvoz/h]. Použije sa len v prípade, že zelený signál ľavého odbočenia je dlhší než zelený signál v protismere.

Doplňujúce vzťahy:

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

I_p – návrhová intenzita dopravy v protismere [pvoz/h],

S_p – saturovaný tok protismeru [pvoz/h],

t_c – dĺžka cyklu [s],

z_p – dĺžka zeleného signálu v protismere [s].

$$C_{L2} = \frac{N_A \cdot 3600}{t_c}$$

N_A – počet miest k vstupu do križovatky a zastavení vozidla odbočujúceho vľavo pri dávaní prednosti protiidúcim vozidlám [pvoz],

t_c – dĺžka cyklu [s].

$$C_{L3} = S_L \cdot \frac{z_0}{t_c}$$

S_L – saturovaný tok pruhu pre ľavé odbočenie [pvoz/h],

z_0 – dĺžka časti zeleného signálu neovplyvnená protismerom [s],

t_c – dĺžka cyklu [s].

- REZERVA KAPACITY

Rezerva kapacity vjazdu sa stanovuje v % intenzity dopravy na vjazde, pričom na kritických vjazdoch má byť rovnaká. Pokiaľ rezerva kapacity vjazdu nadobúda hodnotu ≤ 0 kapacita vjazdu je prekročená (úroveň kvality dopravy je na stupni F). [9]

$$Rez = \left(1 - \frac{I_v}{C_v}\right) \cdot 100$$

C_v – kapacita vjazdu [pvoz/h],

I_v – návrhová intenzita dopravy na vjazde [pvoz/h].

- STREDNÁ DOBA ZDRŽANIA

Na základe strednej doby zdržania je možné posúdiť, či vjazd do križovatky vyhovuje z kvantitatívneho hľadiska. V takom prípade musí byť dodržaná podmienka $C_v > I_v$. Prislúchajúce úrovne kvality dopravy k strednej dobe zdržania je možné vidieť v tabuľke. [9]

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

t_c – dĺžka cyklu [s],

z' – dĺžka efektívnej zelenej [s],

C_v – kapacita vjazdu [pvoz/h],

I_v – návrhová intenzita dopravy na vjazde [pvoz/h].

Úroveň kvality dopravy a stredná doba zdržania

Úroveň kvality dopravy		Stredná doba zdržania [s]
Kategorizácia	Kvalita dopravy	
A	Veľmi dobrá	≤ 20
B	Dobrá	≤ 35
C	Uspokojivá	≤ 50
D	Dostatočná	≤ 70
E	Nestabilný stav	> 70
F	Prekročená kapacita	- ($Rez \leq 0$)

Zdroj: [9]

- DĹŽKA RADIACICH PRUHOV

Dĺžka radiacich pruhov, ktoré vstupujú do svetelne riadenej križovatky na jej vjazdoch sa navrhuje na základe dĺžky zástupu vozidiel, ktoré musia zastaviť na signál „Stoj!“ pri najdlhšom navrhnutom cykle riadenia. [9]

$$L_F = 6,0 \cdot \frac{(t_c - z') \cdot I_v}{n_p \cdot 3600}$$

L_F – dĺžka zástupu vozidiel na konci návrhovej hodiny s prekročenou kapacitou vjazdu [m],

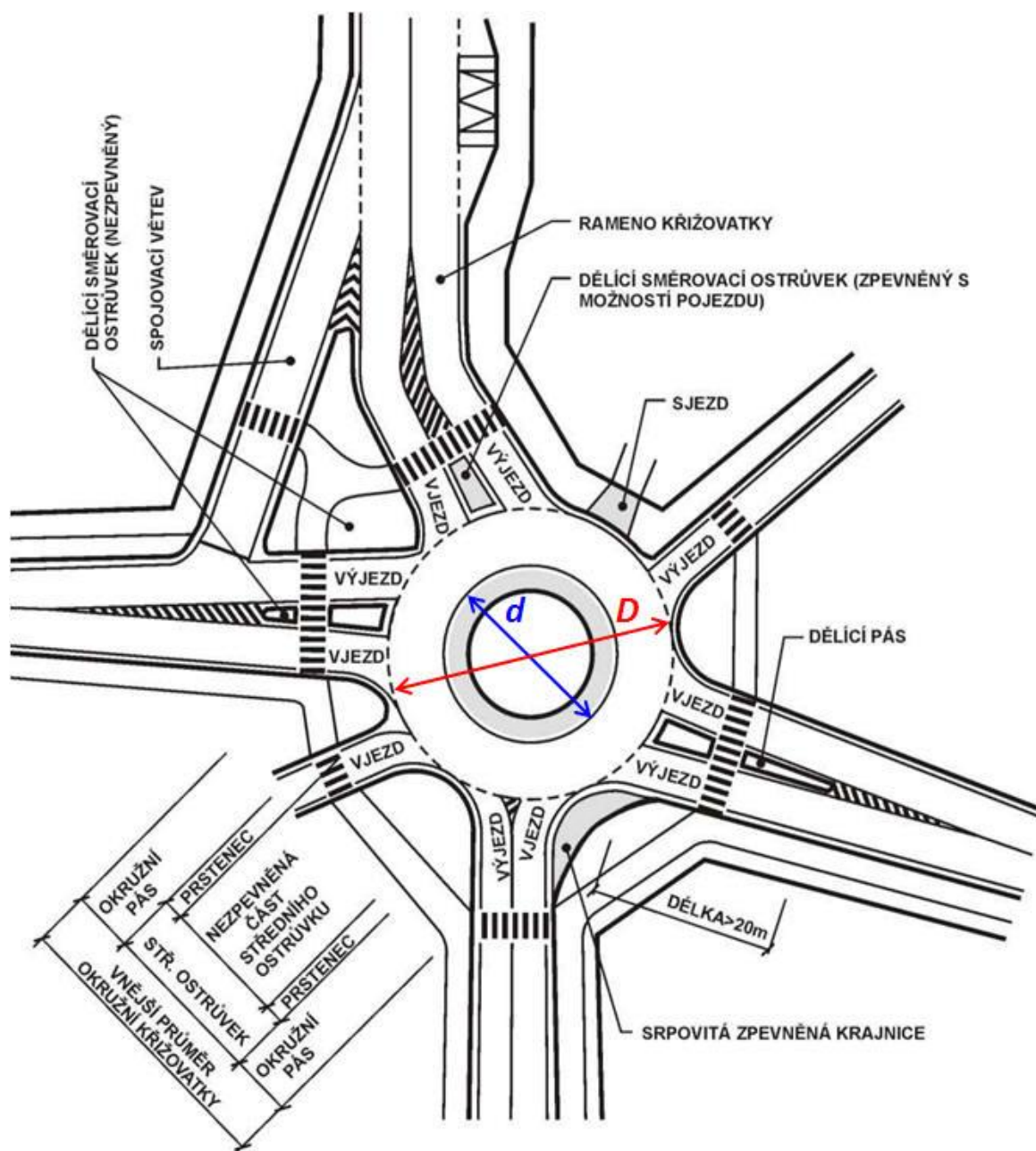
t_c – dĺžka cyklu [s],

z' – dĺžka efektívnej zelenej [s],

I_v – návrhová intenzita dopravy na vjazde [pvoz/h],

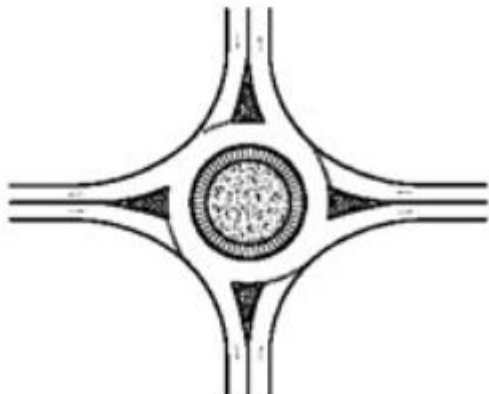
n_p – počet radiacích pruhov, ktoré spoločne tvoria jeden vjazd [-].

PRÍLOHA 2 – Popis prvkov okružnej križovatky



Zdroj: <http://kds.vsb.cz/mkk/krizovatky-ok.htm>

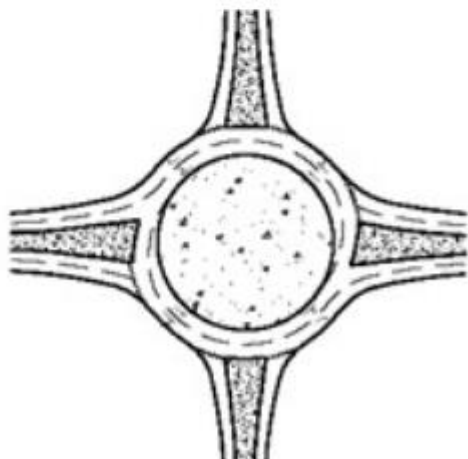
PRÍLOHA 3 – Typy okružných križovatiek



Okružná križovatka s jedným jazdným pruhom na okružnom jazdnom páse



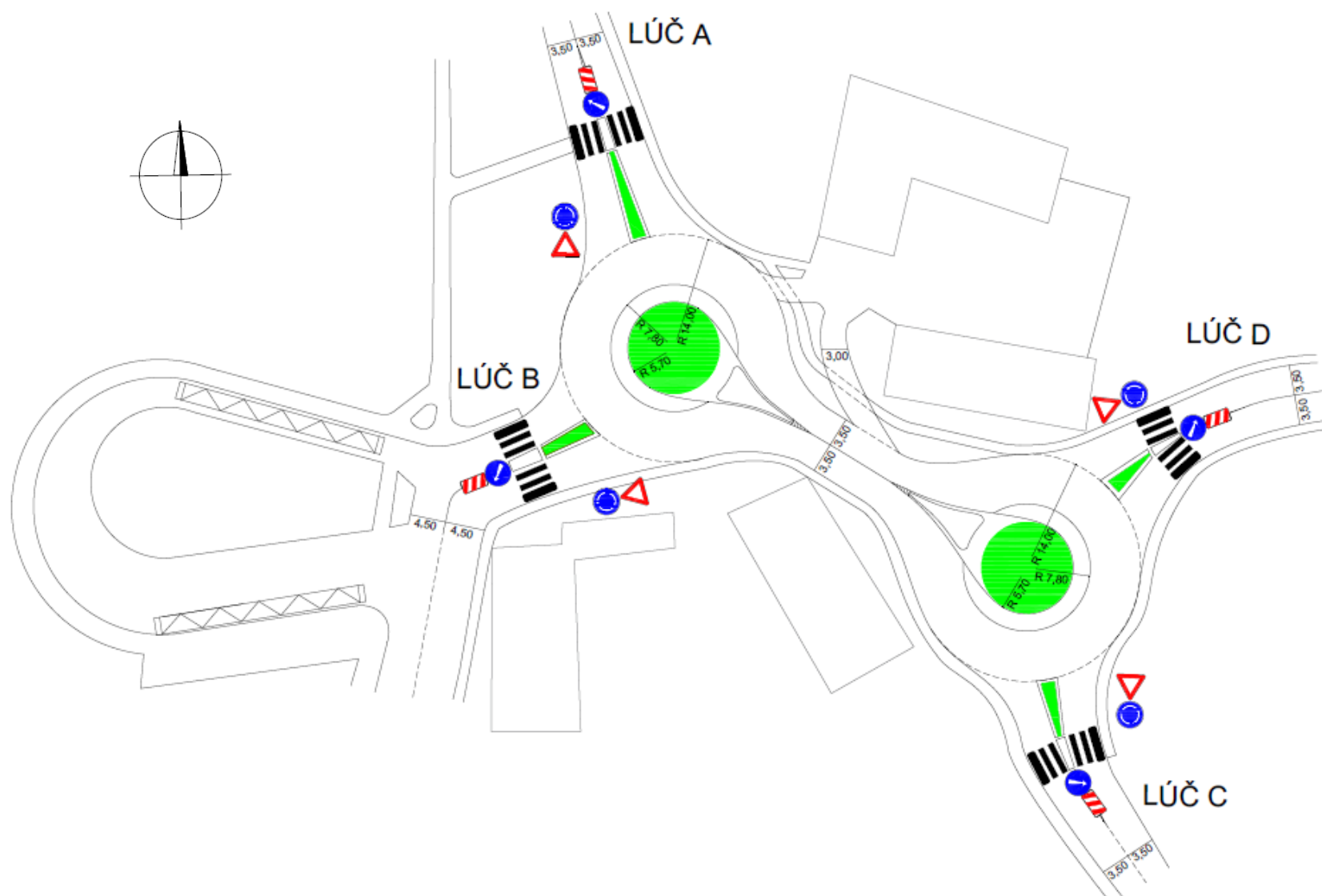
Mini-okružná križovatka



Okružná križovatka s dvoma jazdnými pruhmi na okružnom jazdnom páse.

Zdroj: spracované z [6]

PRÍLOHA 4 – Prestavba súčasnej križovatky na okružnú križovatku



PRÍLOHA 5 – Zobrazenie okružnej križovatky v mape

