



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICE V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Roman Dostál
Návrh úprav křižovatky ulic Míčova a Tábořská v Třebíči

Bakalářská práce

2017



K612..... Ústav dopravních systémů

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Roman Dostál

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – DOS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Návrh úprav křižovatky ulic Míčova a Táborská
v Třebíči**

Název tématu (anglicky): Design of Modifications of the Intersection Míčova and
Táborská in Třebíč

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- provedte křižovatkový dopravní průzkum na křižovatce ulic Míčova a Táborská v Třebíči a křižovatku kapacitně posuďte,
- zpracujte prognózu dopravy pro řešenou oblast,
- variantně řešte návrh úprav a provedte srovnání s nulovou variantou,
- pro každou variantu řešení zpracujte kapacitní posudek křižovatky.

Rozsah grafických prací: pro každou variantu zpracujte dopravní situaci, řezy a situaci dopravního značení

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na PK;
ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací;
TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek
TP 189 Stanovení intenzit dopravy na PK.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Jakovec

Ing. Bc. Dagmar Kočárková, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce:

30. června 2016

(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce:

28. srpna 2017

- a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

prof. Ing. Pavel Příbyl, CSc.
vedoucí
Ústavu dopravních systémů



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Roman Dostál
jméno a podpis studenta

V Praze dne 30. června 2016

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji Ing. Petru Jakovcovi za odborné vedení, konzultace, neúnavnou ochotu při vypracovávání mé bakalářské práce a za rady, které mi po celou dobu studia poskytoval. Dále bych chtěl poděkovat panu Bc. Alešovi Kratinovi za umožnění přístupu k mnoha důležitým podkladům a materiálům. V neposlední řadě je mou milou povinností poděkovat svým rodičům a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 28. srpna 2017

.....
podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

NÁVRH ÚPRAV KŘIŽOVATKY ULIC MÍČOVA A TÁBORSKÁ V TŘEBÍČI

Bakalářská práce

Srpen 2017

Roman Dostál

Klíčová slova:

bakalářská práce, křižovatka, psychologická přednost, bezpečnost, Třebíč, intenzita, kapacita, úroňová křižovatka, okružní křižovatka

Keywords:

bachelor thesis, intersection, psychological right of way, safety, Třebíč, intensity, capacity, level intersection, roundabout

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce „Návrh úprav křižovatky ulic Míčova a Tábořská v Třebíči“ je kapacitně prověřit předmětnou křižovatku, zvážit možné bezpečnostní nedostatky a navrhnout stavební úpravy a organizační změny s cílem zvýšení bezpečnosti silničního provozu na předmětné křižovatce.

ABSTRACT

The subject of the bachelor thesis „Design of Modifications of the Intersection Míčova and Tábořská in Třebíč“ is to analyze the capacity of the intersection in question, evaluate possible safety deficiency and design organisational changes aiming to increase the road safety on the intersection in question.

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Současný stav	10
1.1 Umístění a uspořádání.....	10
3. Fotodokumentace	12
4. Teoretický úvod.....	14
4.1 Bezpečnost provozu na křižovatkách pozemních komunikací ^[2]	14
4.2 Organizace dopravy a její srozumitelnost ^[2]	15
4.3 Zásady návrhu OK ^[6]	15
5. Současný stav – výpočet intenzit ^[8]	16
5.1 Výstupy z měření	16
5.2 Přepočty naměřených dat.....	18
5.2.1 Přepočet naměřených intenzit na denní intenzity.....	18
5.2.2 Přepočet denních intenzit na průměrné týdenní intenzity	18
5.2.3 Přepočet průměrných týdenních intenzit na RPDI (roční průměrné denní intenzity)	19
5.2.4 Určení intenzity špičkové hodiny.....	20
5.2.5 Přepočtená vozidla.....	20
6. Současný stav – výpočet kapacity (aktuální stav) ^[07]	22
6.1 Postupy.....	22
6.1.1 Stanovení základní kapacity G.....	22
6.1.2 Stanovení skutečné kapacity C	24
6.1.3 Stanovení rezervy kapacity Rez.....	24
6.2 Úroveň kvality dopravy.....	25
6.3 Zhodnocení kapacit	26
6.4 Výpočet kapacity - prognóza dopravy.....	26
6.4.1 Prognóza dopravy ^[9]	27
6.4.2 Určení předpokládaných kapacit.....	28
6.4.3 Vyhodnocení prognózy	29
7. Navrhované varianty ^{[1][2][3][4][5]}	30
7.1 Varianta A	30
7.1.1 Geometrie situace	30
7.1.2 Rozšíření jízdních pruhů.....	31
7.1.3 Rozhledové trojúhelníky	31
7.1.4 Kapacita křižovatky	32
7.2 Varianta B	32

7.2.1 Geometrie situace	32
7.2.2 Rozšíření jízdních pruhů.....	33
7.2.3 Rozhledové trojúhelníky	34
7.2.4 Kapacita OK ^[6]	34
8. Srovnání variant	37
8.1 Kapacitní porovnání.....	37
8.2 Bezpečnost a plynulost provozu.....	37
9. Závěr	39
10. Zdroje.....	41
11. Seznam obrázků	42
12. Seznam tabulek	43
13. Seznam příloh	44

Klíčové termíny a zkratky

SDZ – svislé dopravní značení

VDZ – vodorovné dopravní značení

OK – okružní křižovatka

RPDI – roční průměrná denní intenzita

TP – technické podmínky

ČSN – české státní normy

Pojmy

Psychologická přednost – Šířkové a tvarové uspořádání trasy přes křižovatku budí dojem existence hlavní komunikace. Tato představa může a nemusí odpovídat skutečnosti.

Nesprávná psychologická přednost – Uspořádání a vedení dopravních proudů v křižovatce, především vedení hlavní komunikace se neshoduje s optickým a psychologickým vedením hlavní komunikace.

Úroveň kvality dopravy – Kvalita provozních podmínek na pozemních komunikacích vyjádřena stupni A až F. [2]

Intenzita dopravy – Počet vozidel, který projede profilem komunikace za jednotku času. (voz/h)

Styková křižovatka – Úrovňová křižovatka se třemi paprsky křižovatky. [2]

Okružní křižovatka (OK) – Druh úrovňové křižovatky, která má okružní jízdní pás ve tvaru mezikruží, nebo ve tvaru jemu blízkému, na níž je silniční provoz veden jednosměrným objezdem kolem středového ostrova proti směru hodinových ručiček od vjezdu ke zvolenému výjezdu. [6]

Středový ostrov – Je kruhová nebo kruhu blízká fyzická nebo optická překážka sloužící k usměrnění pohybu vozidel po okružním jízdním pásu křižovatky proti směru hodinových ručiček. Součástí středového ostrova je i prstenec, jímž se v některých případech lemují okraj středového ostrova. [6]

Zpevněná srpovitá krajnice – Zpevněný okraj vozovky na pravé straně připojovacího oblouku sousedního vjezdu a výjezdu a má půdorys ve tvaru srpů. Slouží pro ojedinelý pojezd vozidly s větším poloměrem zatáčení, než jaký má připojovací pravostranný oblouk mezi vjezdem a následným výjezdem. [6]

Kapacita křižovatky – Vyjadřuje propustnost danou počtem vozidel, která mohou projet křižovatkou za určitý časový úsek. Kapacita okružní křižovatky je dána kapacitami jednotlivých vjezdů. [6]

Rozhledový trojúhelník – Určuje plochu, v níž nesmí žádný objekt bránit rozhledu. Trojúhelník je složen ze dvou vypočtených hran a jedné spojnice vrcholů.

Kanalizace dopravy – Usměrnění dopravních proudů v prostoru křižovatky či na jiném místě v dopravní síti. Optické vedení a fyzické vedení dopravních proudů.

křižovatka se zalomenou předností – úrovňová křižovatka se třemi nebo čtyřmi paprsky, na které hlavní komunikace nesleduje přímý směr, ale odbočuje vpravo nebo vlevo. [2]

1. Úvod

Předmětnou křižovatku jsem zvolil v ohledu na nesprávnou psychologickou přednost v jízdě a s ní spojenou sníženou bezpečnost silničního provozu. Přestože je největší riziko spatřováno ve zmíněné nesprávné psychologické přednosti, není to jediným bezpečnostním nedostatkem předmětné křižovatky.

Úrovňová styková křižovatka, nacházející se na okraji města Třebíč (umístění a dopravní vztahy upřesněny níže), byla v závislosti na nerovnoměrné rozdělení intenzit jednotlivých směrů navržena se zalomenou předností v jízdě s dopravně organizačním uspořádáním se SDZ P 4 „Dej přednost v jízdě“. Přestože v závislosti na zásady navrhování křižovatek se zalomená přednost nedoporučuje, věřím, že je zde opodstatněná.

Zmiňované zalomení přednosti je důvodem vzniku špatné psychologické přednosti v jízdě na křižovatce navržené jako základní styková křižovatka.

Dalším rizikem snižujícím bezpečnost silničního provozu je nedostatečná kanalizace dopravy způsobená nevhodným šířkovým uspořádáním ulice Míčová. Ulice má ve své plné šíři téměř 13 m od obrub na každé straně. Mohu se pouze domnívat, že byly původně předpokládány vyšší intenzity. Mezi předmětnou křižovatkou a následující křižovatkou ul. Míčová a ul. Jana Skácela jsou na hlavní komunikaci dva jízdní pruhy, jeden pro každý směr, a po obou stranách podélné parkovací pruhy. Před výše zmíněnou křižovatkou jsou vysazené chodníkové hrany kvůli přechodu pro chodce a dále pokračuje komunikace ve stejném režimu jako předtím. Samotná šíře komunikace vzhledem k parkovacím pruhům problematická není. Nicméně parkoviště není využíváno a v blízkosti předmětné křižovatky přechází parkovací pruhy v dopravní stíny, resp. V 13 „Šikmé rovnoběžné čáry“. Pro pravé odbočení z hlavní komunikace ul. Míčová je následně vytvořen odbočovací pruh.

Rozměry hlavní pozemní komunikace ul. Míčová správně vzbuzují dojem hlavní komunikace, nicméně tato hlavní komunikace na ulici Tábořská nepokračuje ve stejné šíři a proto vzbuzuje v řidiči představu, že hlavní komunikace zde končí a napojuje se na hlavní komunikaci Tábořská, která je sice rozměrově úspornější, ale vede přímo skrze křižovatku.

Věřím, že usměrnění křižovatky by bylo jedním z důležitých kroků pro dostatečně srozumitelnou křižovatku.

Užití dopravních stínů pro usměrnění dopravy je v tomto případě také chybným krokem. Kvůli sklonovým poměrům jsou dopravní stíny pro vozidla přijíždějící po hlavní komunikaci ul. Tábořská nepostřehnutelné, důsledkem čehož jsou pojížděny, jelikož řidiči jsou přirozeně vedeni fyzickou hranou obruby.

Pro vozidla přijíždějící po vedlejší komunikaci ul. Tábořská je částečně kvůli stromům a vzrostlé zeleni a částečně kvůli sklonovým poměrům rozlehlost ul. Míčová nepodstatná a kvůli přímému vedení ul. Tábořská řidič předpokládá, že se nachází na hlavní komunikaci.

Řidiči opakovaně předpokládají, že hlavní komunikace je vedena přímo skrze křižovatku a neočekávají zalomenou přednost. Nejedná se pouze o mylný předpoklad řidičů na vedlejší pozemní komunikaci, kteří předpokládají, že se nachází na hlavní komunikaci. Také řidiči na hlavní komunikaci chybně odhadují, kudy vede hlavní komunikace. Řidiči z ul. Míčová pochybují o tom, zda se nacházejí na hlavní komunikaci a chtějí „pustit“ řidiče pohybující se na ul. Tábořská. Takto vznikají nebezpečné situace, kterým je možné předejít a je vhodné se jim co nejdříve vyvarovat vhodnou úpravou předmětné křižovatky.

Tyto situace nejsou příliš časté, nicméně nejsou ojedinělé. V případě, že by byly intenzity poněkud větší, nemuselo by jít pouze o krizové situace.

Mým cílem je tedy usměrnit dopravní proudy v prostoru předmětné křižovatky a současně snížit pojížděnou plochu křižovatky. Dále napravit nesprávnou psychologickou přednost v jízdě.

2. Současný stav

1.1 Umístění a uspořádání

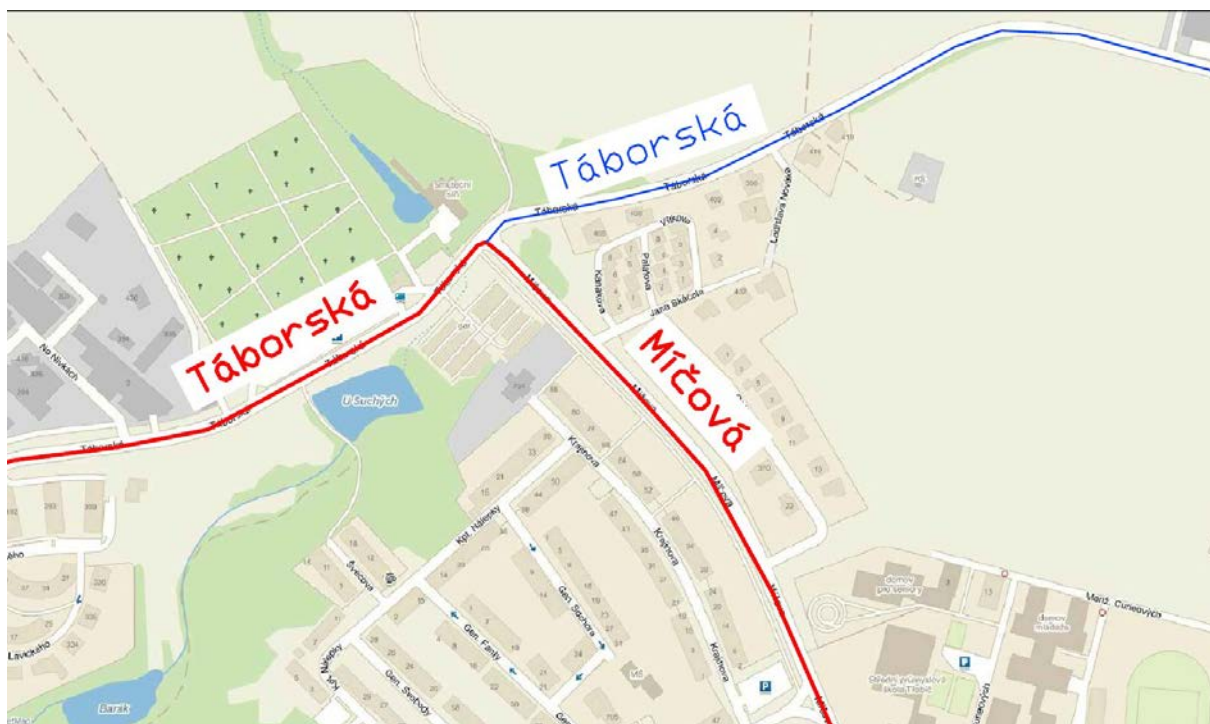
Předmětná křižovatka se nachází u Nového hřbitova. Jedná se o stykovou křižovatku, kde se stýkají ulice Míčová a Táborská. Křižovatka se nachází v severní části na samém okraji města Třebíč. Pro řidiče jedoucí ze západu směrem na Velké Meziříčí a naopak je vhodným kandidátem pro zkrácení cesty.

Ulice Táborská začíná v místě, kde se napojuje na silnici II/360^[10], pokračuje jihozápadním směrem přes předmětnou křižovatku, kolem hřbitova a dále přes okružní křižovatku. Končí u Jednoty v místě, kde přechází v ulici U Kuchyňky. Ulice Míčová vede od předmětné křižovatky k okružní křižovatce na jihovýchodě, kde se napojuje na ulici Velkomeziříčská. Pro lepší představu širších vztahů viz Obr. 1. Pro lepší představu bližších vztahů viz Obr. 2.



Obrázek 1: Mapa širších vztahů [10]

Jedná se o křižovatku se zalomenou předností v jízdě. Hlavní silnice tedy vede z ulice Míčové dále do levého ramene křižovatky jihozápadně ke hřbitovu po ulici Táborská. Přednost je upravena pomocí SDZ P4 „Dej přednost v jízdě“.



Obrázek 2: Bližší vztahy křižovatky [10]

3. Fotodokumentace



Obrázek 3: Pohled z Míčové (hlavní) (foto Dostál 2016)



Obrázek 4: Pohled z Tábořské (vedlejší) (foto Dostál 2016)



Obrázek 5: Pohled z Táborské (hlavní) (foto Dostál 2016)



Obrázek 6: Pohled na plochu křižovatky (foto Dostál 2016)

4. Teoretický úvod

4.1 Bezpečnost provozu na křižovatkách pozemních komunikací [2]

Z hlediska bezpečnosti provozu je nutné při návrhu křižovatky zajistit zejména včasnou postřehnutelnost křižovatky, přehlednost jednotlivých ploch a zařízení křižovatky, srozumitelnost organizace dopravy, potřebné rozhledy, technickou možnost průjezdu paprsky, větvemi a konfliktními plochami křižovatky, psychologickou jednoznačnost a preferenci silnějších dopravních proudů, případně proudů se silnějším zastoupením veřejné hromadné dopravy.

Předvídatelnost křižovatky lze zvýšit vhodným umístěním příslušných dopravních značek, vhodnou úpravou okolí (např. výsadbou nebo vykácením zeleně), vhodných retroreflexních prvků a všesměrových reflexních skleněných ok, případně vhodným osvětlením v území zastavěném a zastavitelném, příp. i osvětlením důležitých křižovatek v území nezastavěném.

Včasná postřehnutelnost křižovatky se zajistí volným výhledem na křižovatku z trasy komunikace na délku odpovídající jízdě směrodatnou/dovolenou rychlostí po dobu dvaceti sekund, ale nejméně na délku rozhledu pro zastavení na silnicích a dálnicích podle ČSN 73 6101, na místních komunikacích podle ČSN 73 6110 a v blízkosti železničního přejezdu i podle ČSN 73 6380.

Přehlednost křižovatky je důležitá pro informovanost účastníků silničního provozu o uspořádání křižovatky, vedení dopravních proudů a dopravní situaci na křižovatce, tj. na přístupu do křižovatky a při jejím průjezdu nebo průchodu. Tato informovanost usnadní účastníkům dopravního provozu plynulejší a bezpečnější průjezd nebo průchod křižovatkou. Umísťování reklamních poutačů ve funkční oblasti křižovatky se nepřípouští.

Přehlednost křižovatky se zajišťuje:

- vhodným umístěním křižovatky;
- volným rozhledem umožňujícím výhled na celkové uspořádání křižovatky z trasy komunikace;
- volným rozhledem umožňujícím výhled na uspořádání dopravních pruhů v prostoru křižovatky z paprsků křižovatky;
- vzájemným rozhledem dopravních proudů, které se křižují nebo spojují;
- zobrazením tvaru křižovatky a vyznačením uspořádání dopravních pruhů na dopravních značkách;
- případně vhodným osvětlením křižovatky.

4.2 Organizace dopravy a její srozumitelnost ^[2]

Vhodnou organizací dopravy a její srozumitelností na křižovatce, která přispívá k plynulosti a bezpečnosti dopravy a k výkonnosti křižovatky, umožňuje:

- použití jednoduchých vzorů křižovatky;
- návrh vzoru křižovatky se známou a jednotnou organizací dopravy (např. okružní křižovatka, mimoúrovňová křižovatka čtyřlístková);
- jednotné nebo podobné řešení křižovatek na jednom tahu silniční komunikace nebo v celé oblasti;
- zřízení vyhrazených pruhů pro jednotlivé křižovatkové pohyby (odbočení vlevo, přímý směr, odbočení vpravo);
- řízení dopravy světelným signalizačním zařízením;
- návrh dopravních ostrůvků;
- vodorovné a svislé dopravní značení.

4.3 Zásady návrhu OK ^[6]

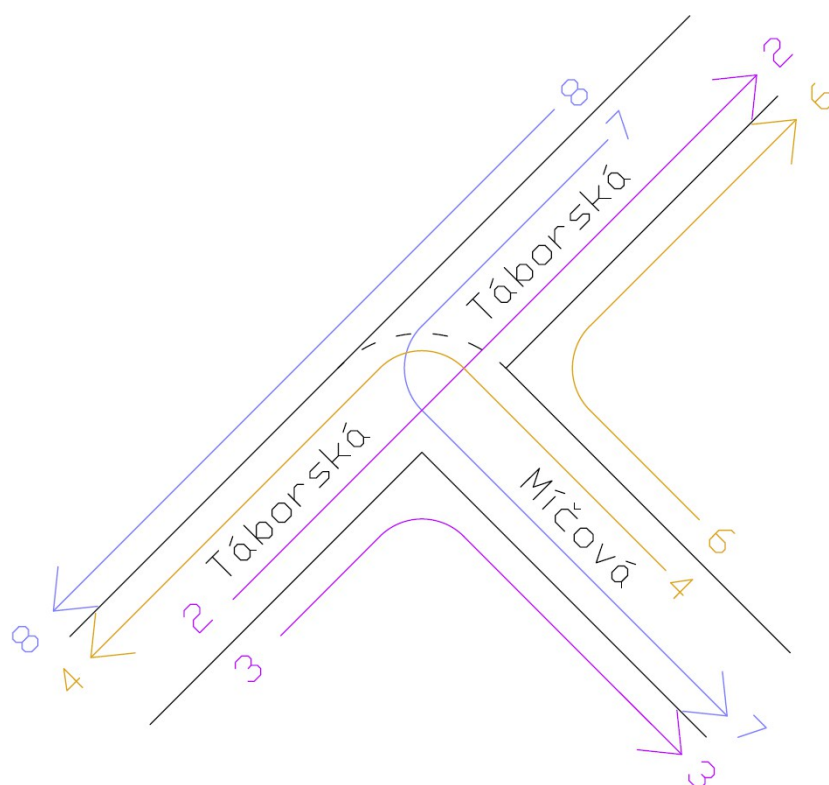
- vnější průměr okružního jízdniho pásu křižovatky je $D > 23,00$ m. Vnější průměr okružního jízdniho pásu má rozměr, který odpovídá počtu připojovaných větví pozemních komunikací na okružní jízdni pás, způsobu jejich připojení na okružní jízdni pás a organizaci dopravy na okružní křižovatce. Jednotlivé vjezdy i výjezdy mají na sebe pokud možno bezprostředně navazovat, aby vnější průměr okružního jízdniho pásu byl co nejmenší,
- umožňuje plynulý průjezd směrodatnému vozidlu celou křižovatkou po zpevněné vozovce s možností ojedinělého pojezdu prstence nebo zpevněné srpovité krajnice, pokud jsou na okružní křižovatce umístěny, a to zejména větším vozidlům,
- vjezdy a výjezdy na stejném paprsku křižovatky mají být odděleny směrovacím ostrůvkem,
- průjezd vozidel okružní křižovatkou z vjezdu do nejbližšího výjezdu má být uskutečněn pokud možno spojovací větví (snížení dopravního zatížení na daném vjezdu).

5. Současný stav – výpočet intenzit [8]

Předmětná křižovatka je úrovnňová se zalomenou předností v jízdě. Může proto nastat problém s číslováním jednotlivých směrů. Směry byly číslovány standardním postupem. Pro přehlednost však níže uvádím slovní popis jednotlivých směrů spolu s diagramem (Obr. 7).

Slovní popis jednotlivých směrů:

- 2 – Z hlavní komunikace na vedlejší po Táborské, jízda rovně
- 3 – Po hlavní komunikaci z Táborské na Míčovou, odbočení vpravo
- 4 – Po hlavní komunikaci z Míčové na Táborskou, odbočení vlevo
- 6 – Z hlavní komunikace na vedlejší z Míčové na Táborskou, odbočení vpravo
- 7 – Z vedlejší komunikace na hlavní z Táborské na Míčovou, odbočení vlevo
- 8 – Z vedlejší komunikace na hlavní po Táborské, jízda rovně



Obrázek 7: Diagram s vyznačením směrů

5.1 Výstupy z měření

Měření probíhalo v běžný pracovní den, přesněji ve čtvrtek 28.4.2016 mezi 13:00 a 17:00. Měření tedy trvalo 4 hodiny, jednorázově. Bylo oblačno, postupně se vyjasnilo. Nepršelo

a foukal mírný vítr. Teplota se pohybovala mezi 7-12 °C. Jednalo se o osobní měření. Záznam vozidel je uveden v Tabulce 1.

Tabulka 1: Tabulka všech zaznamenaných druhů vozidel pro každý směr

Směr/typ	suma	OA	OA+V	AŠ	T	N	NS	B	VD	M	C
2	263	242	3	0	0	9	1	1	4	1	2
3	541	488	11	2	3	20	2	2	7	6	0
4	560	511	4	2	5	20	2	1	8	7	0
6	44	35	0	2	0	3	0	0	0	1	3
7	27	25	0	1	0	0	0	0	0	1	0
8	221	202	4	0	0	8	0	1	5	0	1

Legenda k tabulce:

suma – Součet všech vozidel

OA – Osobní automobil

OA+V – Osobní automobil s vozíkem

AŠ – Autoškola

T – Traktor či jiné zemědělské vozidlo

N – Nákladní automobil

NS – Návěsová souprava

B – Autobus

VD – Velká dodávka (předpoklad, že je vedena jako nákladní automobil)

M – Motocykl

C – Cyklista

Pochopitelně nebylo nutné pro potřeby mého měření zaznamenávat typy vozidel takto podrobně, ale pro zpětné dohledání či zjištění zajímavostí jsem zvolil takovýto počet kategorií. Kategorie byly následně zredukovány na standardní počet, který hraje ve výpočtech a přepočtech zásadní roli (Tab. 2).

Tabulka 2: Tabulka s redukovanými kategoriemi

Směr/typ	S	O	M	N	K	A
2	261	249	1	9	1	1
3	541	508	6	20	2	2
4	560	525	7	20	2	1
6	41	37	1	3	0	0
7	27	26	1	0	0	0
8	220	211	0	8	0	1

Legenda k tabulce:

S – Suma, součet všech vozidel daného směru

O – Osobní automobil (bez ohledu na přídatný vozík či autoškolu)

M – Motocykl

N – Nákladní automobil

K – Kamion

A – Autobus

5.2 Přepočty naměřených dat

Měření probíhalo s rozdělením směru jízdy v souladu s TP 189 [9]. Kromě rozdělení provozu byly počítány hodnoty zvláště pro každý dílčí typ vozidel. Přepočtové koeficienty byly odečteny z tabulek. Parametry určující koeficient tedy byly charakter provozu (místní komunikace), roční období (jaro), den v týdnu (čtvrtek). Je nezbytné také zohlednit dobu měření, z toho vyplývá také přesnost odhadu reálného stavu (4 hodiny).

5.2.1 Přepočtení naměřených intenzit na denní intenzity

Při přepočtu naměřených dat na odhadovanou denní intenzitu byl odečten z tabulek koeficient, kterým se daná intenzita za celé měřené období vynásobí. V tomto kroku záleželo na tom, jak dlouhé bylo měřené období. V mém případě to byly čtyři hodiny. (Tab. 3)

Tabulka 3: Denní intenzity

Směr\typ	O	M	N	K	A	S (suma)
koeficient	3.23	3.1	3.73	3.9	3.82	-
2	804	3	34	4	4	849
3	1641	19	75	8	8	1749
4	1696	22	75	8	4	1804
6	120	3	11	0	0	134
7	84	3	0	0	0	87
8	682	0	30	0	4	715

5.2.2 Přepočtení denních intenzit na průměrné týdenní intenzity

Při přepočtu odhadované denní intenzity na průměrnou denní intenzitu za celý týden již nepracujeme s informací doby trvání průzkumu.

Není možné vyčíst z tabulek přímo koeficient, kterým vynásobíme hodnotu předchozí tabulky. Musíme se k tomuto koeficientu dostat. Odečteme tedy z tabulek podíl daného typu

dopravy na dopravě zmíněného období. Jeho vydělením a otočením hodnoty získáme hledaný koeficient. Obdobně postupujeme i při dalších výpočtech. (Tab. 4)

Tabulka 4: Týdenní průměr denních intenzit

Směr\typ	S	O	M	N	K	A	S(suma)
p(ti) [%]	111.3	112.3	93.9	121.6	118.8	128.4	-
k(d,t)	0.898	0.89	1.065	0.822	0.842	0.779	-
2	786	716	3	28	3	3	753
3	1628	1461	20	61	7	6	1555
4	1686	1510	23	61	7	3	1604
6	123	106	3	9	0	0	1189
7	81	75	3	0	0	0	78
8	662	607	0	25	0	3	634

5.2.3 Přepočítání průměrných týdenních intenzit na RPDI (roční průměrné denní intenzity)

Při přepočtu týdenní průměrné denní intenzity opět hledáme podíl jednotlivých typů vozidel na celkové intenzitě a stejně jako v předchozím případě jej přepočteme na použitelný koeficient. (Tab. 5)

Tabulka 5: RPDI

Směr\typ	S	O	M	N	K	A	RPDI
p(ri) [%]	104.7	104.7	179.3	104.7	104.7	102.5	-
k(t,RPDI)	0.955	0.955	0.558	0.955	0.955	0.976	-
2	750.3	684	2	26	3	3	718/32
3	1555	1396	11	59	6	6	1477/71
4	1610	1442	13	59	6	3	1523/68
6	117.9	102	2	9	0	0	112/9
7	77.62	71	2	0	0	0	73/0
8	632.4	580	0	23	0	3	606/26

Sloupec RPDI je tedy výsledný součet pro všechny typy vozidel (všechna vozidla/pomalá vozidla). Podíl pomalých vozidel a motocyklů je zde směrodatný. Podíl těchto vozidel na dopravním proudu je použit při přepočtu na přepočtená vozidla, se kterými je dále počítáno ve výpočtech kapacit křižovatky.

5.2.4 Určení intenzity špičkové hodiny

Pro místní komunikace jsem nepočítal padesátirázovou intenzitu, ale v souladu s instrukcemi v TP 189 [9] jsem použil maximální naměřenou hodinovou intenzitu. Tedy intenzitu hodiny s největší intenzitou. Součtem všech hodinových naměřených intenzit všech směrů jsem zjistil špičkovou hodinu. Jde o hodinu 14-15, kde je součet intenzit největší. Následně je tedy počítáno s těmito hodnotami.

Ve sloupci špička je tedy uvedena hodnota intenzity špičkové hodiny. Pro srovnání je v zašedlých sloupcích uveden i přepočten na padesátirázovou intenzitu. Tato hodnota je nepoužitelná, je však zajímavé vidět, jak se hodnoty liší.

Špičková hodnota je nezbytná pro následné určení kapacity křižovatky (Tab. 6).

Tabulka 6: Špičková intenzita

Směr\hodina	13-14	14-15	15-16	16-17	špička	koef	I_{50}
2	58	62	73	70	62	1,13	70
3	103	149	148	141	149	1,13	168
4	107	156	163	134	156	1,13	176
6	11	19	5	10	19	1,13	21
7	4	11	8	4	11	1,13	12
8	42	70	59	50	70	1,13	79

5.2.5 Přepočtená vozidla

Vycházíme ze špičkové hodiny, která byla určena z měření. V přepočtených vozidlech jsou zohledněná pomalá vozidla a motocykly. Podíl pomalých vozidel a podíl motocyklů byl určen výpočtem z dat RPDI.

$$I^p = I_{sh} \cdot \left(\frac{100 - ppv - pm}{100} + \frac{k_{pv} \cdot ppv}{100} + \frac{k_m \cdot pm}{100} \right)$$

I^p – přepočtená intenzita vozidel pro daný směr (pvoz/h)

I_{sh} – intenzita špičkové hodiny pro daný směr (voz/h)

ppv – podíl pomalých vozidel

pm – podíl motocyklů

k_{pv} – koeficient pro pomalá vozidla na úrovňové neřízené křižovatce

k_m – koeficient pro motocykly na úrovňové neřízené křižovatce

Tabulka 7: Tabulka podílů pomalých vozidel a motocyklů na roční průměrné denní intenzitě provozu

Směr\typ	ppv	ppv [%]	pm	pm [%]
p(ri) [%]	-	-	-	-
k(t,RPDI)	-	-	-	-
2	32	4,5	2	0,3
3	71	4,8	11	0,7
4	68	4,4	13	0,8
6	9	7,8	2	1,6
7	0	0,0	2	2,5
8	26	4,3	0	0,0

Tabulka 8: Přepočítané intenzity

k	1.5	0.8
Směr\hodnoty	I_{sh}	I^p
2	62	63
3	149	152
4	156	159
6	19	20
7	11	11
8	70	72

Tyto hodnoty jsou základem pro výpočet kapacity řešené neřízené stykové křižovatky.
(Tab. 7, Tab. 8)

6. Současný stav – výpočet kapacity (aktuální stav) [07]

Tento odstavec je věnován výpočtům kapacity úrovně stykové neřízené křižovatky, pro stávající intenzity při stávajícím stavu. Hodnoty, se kterými počítám, jsou určeny, odečteny či vypočteny na základě pokynů v TP 189 [9], postupy při výpočtech a koeficienty pro výpočty pochází z TP 188 [8] pro neřízenou úrovně křižovatku.

Reálné hodnoty jsou mírně odchýleny kvůli zalomené přednosti v jízdě.

6.1 Postupy

Stávající křižovatkou je úrovně neřízená styková křižovatka. Budeme proto postupovat podle nejnovějších TP 188 [8]. Touto metodou není matematicky zohledněn pohyb chodců na přilehlém přechodu. Na přechodu se však pohybuje minimum chodců, věřím tedy, že by to výsledek neovlivnilo.

V blízkosti se nenachází řízená křižovatka. V době průzkumu v nejbližším okolí neprobíhaly žádné práce na silnicích, které by mohly výstup ovlivnit.

Kapacita bude stanovena pro proudy s druhým a třetím stupněm podřazenosti. Pro první stupeň podřazenosti (nadřazený proud) nebudu stanovovat postup určování kapacity a nebudu určovat, zda kapacitně vyhovují. Na stykové křižovatce je nejvyšším stupněm podřazenosti stupeň tři, proto nebudu prověřovat čtvrté stupně.

2. stupeň podřazenosti: směry 2 (opuštění hlavní rovně) a 8 (njetí na hlavní rovně)
3. stupeň podřazenosti: směr 7 (njetí na hlavní, odbočení vlevo)

6.1.1 Stanovení základní kapacity G

Byly stanoveny špičkové intenzity a následně přepočítány na přepočítané hodnoty. Vše je uvedeno v tabulce výše (Tabulka 8). Na těchto hodnotách jsou založeny následující výpočty.

6.1.1.1 Rozhodující intenzity nadřazených dopravních proudů

Rozhodující kapacita nadřazených proudů je nezbytnou veličinou pro další výpočty. Bere v potaz všechny proudy, které přejíždíme. Vzorce pro jednotlivé proudy byly odečteny z tabulky 7 v TP 188.

Indexy směrů se liší oproti těm, které jsou uvedeny v TP 188. Je to kvůli zalomení přednosti.

Výpočty pro jednotlivé směry:

$$2: I_{H2} = I_4 + I_6, [I_{H2}] = \text{voz}/h$$

$$8: I_{H8} = I_4 + 0,5 \cdot I_6, [I_{H8}] = \text{voz}/h$$

$$7: I_{H7} = I_4 + 0,5 \cdot I_6 + I_2 + I_3, [I_{H7}] = \text{voz}/h$$

6.1.1.2 Hodnoty kritických odstupů

Byla určena střední kritická hodnota t_g , podle tabulky 9 v TP 188. Jako hodnota rychlosti byla brána maximální dovolená rychlost v obci, tj. 50 km/h, kterou 85% řidičů nepřekročí.

Hodnoty pro jednotlivé směry:

$$2: t_{g2} = 4,45 \text{ s}$$

$$8: t_{g8} = 4,7 \text{ s}$$

$$7: t_{g7} = 6,3 \text{ s}$$

6.1.1.3 Hodnoty následných odstupů

Podle tabulky 10 v TP 188 určíme střední hodnotu následného odstupu a to v závislosti na druhu proudu a na úpravě přednosti. V současné situaci je přednost upravena svislým dopravním značením P4 „Dej přednost v jízdě“.

Hodnoty pro jednotlivé směry:

$$2: t_{i2} = 2,6 \text{ s}$$

$$8: t_{i8} = 3,1 \text{ s}$$

$$7: t_{i7} = 3,5 \text{ s}$$

6.1.1.4 Základní kapacita

Základní kapacita je směrodatná pro kapacitu dopravních proudů druhého stupně nadřazenosti. V ostatních případech se musí započítat pravděpodobnost vzednutí nadřazených proudů, tím se konečná směrodatná kapacita sníží. Pro proudy nadřazené, tedy prvního stupně, je kapacita orientační a to 1800 pvoz/h. S jistotou mohou tvrdit, že taková intenzita provozu na řešené křižovatce nenastane, pokud nedojde k zásadním konstrukčním úpravám a změnám v dopravní síti města.

Základní vzorec pro určení základní kapacity tedy počítá s měřenou špičkovou intenzitou a jednotlivými časovými mezerami.

Vzorec pro výpočet:

$$G = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H}{3600} \cdot \left(t_g - \frac{t_f}{2}\right)}, [G] = \text{pvoz/h}$$

G – základní kapacita

I_H – rozhodující intenzity nadřazených dopravních proudů

t_g – hodnota kritického odstupu

t_i – hodnota následného odstupu

6.1.2 Stanovení skutečné kapacity C

6.1.2.1 První stupeň nadřazenosti

Pro první stupeň nadřazenosti se kapacita neposuzuje výpočtem. Jde o pohyby po hlavní komunikaci. Všeobecně se určuje orientační hodnota 1800 pvoz/h, nepředpokládá se, že by se překročila. Není proto nutné následně počítat rezervu kapacity.

6.1.2.2 Druhý stupeň nadřazenosti

Pro druhý stupeň nadřazenosti je určení skutečné kapacity jednoduchou záležitostí. Není nutné počítat s pravděpodobností nevzdutí dopravních proudů, které jsou nadřazené. Proto není nutné přepočítávat hodnotu základní kapacity.

Můžeme tedy psát:

$$G = C, \quad [G] = \text{pvoz/h}$$

Přičemž G je základní kapacita a C je opravdová (skutečná) kapacita dopravního proudu.

6.1.2.3 Třetí stupeň nadřazenosti

Pro třetí stupeň nadřazenosti již není možné počítat s hodnotou základní kapacity, musíme ji přepočítat na skutečnou. Musíme tedy vzít v potaz pravděpodobnost nevzdutí nadřazených dopravních proudů.

Pravděpodobnost nevzdutí proudu n se počítá jako rozdíl jedné a podílu směrodatné intenzity a základní kapacity. Je ovšem nutno brát v potaz, zda jsou odbočení na jednom či na více pružích.

V našem případě jsou tedy proudy 7 a 8 na stejném pruhu, tudíž se pravděpodobnost nevzdutí nadřazených dopravních proudů počítá následovně.

$$p_{7,8}^{**} = 1 - (a_7 + a_8) = 1 - \left(\frac{I_7}{G_7} + \frac{I_8}{G_8} \right)$$

Pokud máme určenou pravděpodobnost nevzdutí nadřazených dopravních proudů ($p = \langle 0, 1 \rangle$), můžeme vypočítat skutečnou kapacitu křižovatky pro daný proud jednoduchým součinem základní kapacity a pravděpodobností nevzdutí dopravního proudu.

$$C_7 = G_7 \cdot p_7^{**}, \quad [C] = \text{pvoz/h}$$

6.1.3 Stanovení rezervy kapacity Rez

Výstupem výpočtů je střední doba zdržení, na které závisí úroveň kvality dopravy.

Střední doba zdržení je hodnota, kterou odečteme z grafu na obrázku 16 v TP 188. A to v závislosti na zjištěné přepočítané kapacitě a zjištěné rezervě kapacity. Rezerva kapacity je

rozdíl intenzity a kapacity. Pro proudy prvního stupně nadřazenosti není nutné vyvozovat závěry. Rozdíly jsou dostatečně velké a je zřejmé, že úroveň kvality dopravy vyjde A.

Hodnoty pro jednotlivé proudy:

$$2: Rez_2 = 1120,72 \text{ pvoz/h}$$

$$8: Rez_8 = 656,66 \text{ pvoz/h}$$

$$7: Rez_7 = 100,49 \text{ pvoz/h}$$

Odečtené hodnoty pro střední dobu zdržení:

$$2: t_{w2} = 8s$$

$$8: t_{w8} = 8s$$

$$7: t_{w7} = 32s$$

6.2 Úroveň kvality dopravy

Požadovaná úroveň kvality dopravy (UKD_p) pro místní komunikace je E.

Zjištěná úroveň kvality dopravy byla odečtena z tabulky 4 v TP 188.

$$2: UKD_2 = A$$

$$8: UKD_8 = A$$

$$7: UKD_7 = D$$

Ve všech případech (proudech) je tedy vyhověno požadavkům na úroveň kvality dopravy.

V níže uvedené tabulce je přehled vypočítaných hodnot (Tab. 9).

Tabulka 9: Přehled hodnot pro výpočet kapacity

V_{Dov} [km/h]	50					
<i>alt. Směr</i>	2	8	3	7	6	4
směr	3	4	6	2	8	7
stupeň	1	1	1	2	2	3
I [voz/h]	149	156	19	62	70	11
I [pvoz/h]	152	159	20	63	72	11
t_g [s]	x	x	x	4,45	4,7	6,3
t_f [s]	x	x	x	2,6	3,1	3,5
I_H [voz/h]	x	x	x	168,00	158,50	376,50
p_{0,7} [-]	x	x	x	0,95	x	x
G [pvoz/h]	x	x	x	1195	1011	639
C_{sam} [pvoz/h]	x	x	x	x	1011	605
A₄₊₆	x	x	x	x	0,09	0,09
C [pvoz/h]	1800	1800	1800	1195	734	112
Rez	x	x	x	1132	662	101
t_w	x	x	x	8	8	32
UDKp	x	x	x	A	A	D
UDK	x	x	x	E	E	E
vyhoví	x	x	x	ANO	ANO	ANO

6.3 Zhodnocení kapacit

Můžeme si všimnout velmi vysoké střední hodnoty zdržení a zároveň velmi nízké úrovně kvality dopravy pro proud číslo sedm. Rezerva kapacity vychází jako velmi malá, ovšem je nutné vzít v úvahu extrémně malou hodnotu intenzity dopravy. Jedná se o dvě nesrovnatelné hodnoty. Věřím tedy, že v případě takto malé intenzity není hodnota střední doby zdržení směrodatná. Po dobu průzkumu jsem nezaznamenal, že by na odbočení čekalo více než jedno vozidlo a zcela určitě nikdo nečekal půl minuty.

Tedy ačkoliv vychází pro proud sedm úroveň kvality D, je nutné brát tento výstup s rezervou. Skutečná hodnota by se měla pohybovat výše.

6.4 Výpočet kapacity - prognóza dopravy

Následným postupem bylo zjištěno, jak by vypadala úroveň kvality dopravy za dvacet let při stávajícím stavu. Tedy nic by se nezměnilo a křižovatka by zůstala taková, jaká je dnes.

Určení těchto hodnot má dva kroky a několik dílčích. Základní dva kroky jsou stejně jako v předchozím případě určení kapacit stejným způsobem, prvním a nezbytným krokem je

však určení předpokládaných kapacit za uplynulé roky. Je tedy nutné před výpočty udělat prognózu dopravy a to podle TP 225 [10].

6.4.1 Prognóza dopravy ^[9]

V souladu s nejnovějšími TP 225 postupujeme při výpočtu předpokládaného stavu dopravy za použití koeficientů uvedených ve výše zmíněných TP.

Zohledňuji lehká a těžká vozidla, resp. pomalá vozidla. Dále kvůli absenci koeficientů předpokládaného nárůstu pro místní komunikace využiji při následujících propočtech koeficienty společné pro silnice druhé a třetí třídy.

Koeficient pro lehká vozidla byl odečten pro rok 2036, tedy 20 let od dnešního dne.

$$K_{2036LV} = 1,56/1,11 = 1,41$$

Koeficient pro těžká vozidla byl odečten pro rok 2036, tedy 20 let od dnešního dne.

$$K_{2036TV} = 1,05/1,01 = 1,04$$

Nové intenzity tedy vznikly následovným způsobem. Pracoval jsem s RPDI a tyto hodnoty jsem následně upravoval pomocí zjištěného koeficientu. Vytvořil jsem novou hodnotu RPDI bez rozdělení vozidel. Využil jsem předchozího rozdělení vozidel, ale místo jednoduchého sečtení jednotlivých RPDI pro jednotlivá vozidla jsem je předem vynásobil koeficientem odhadovaného růstu v závislosti, zda šlo o těžká či lehká vozidla. Takto jsem tedy dostal nové přepočtené RPDI podle prognózy dopravy na rok 2036. Poté jsem vynásobil předchozí poměry pomalých vozidel koeficientem růstu pro těžká vozidla. Dostal jsem tedy dvě hodnoty a určil nový poměr pomalých vozidel v dopravním proudu vyjádřený procenty.

Nyní jsem využil předpokladu skladby proudů, respektive jsem zjistil, jaké procento je špičková intenzita z původního RPDI. Učinil jsem předpoklad, že se toto procento zachová. Novou špičkovou intenzitu jsem tedy určil ve stejném poměru, jako byla ta předchozí vůči původnímu RPDI.

Přepočítanou špičkovou intenzitu jsem vypočítal se zohledněním pouze pomalých vozidel v křižovatce. Procento pomalých vozidel jsem zjistil výše uvedeným postupem.

Takto jsem dosáhl nových intenzit, se kterými je možno dále počítat (Tab. 10, Tab. 11).

Tabulka 10: Nové RPDI dle prognózy dopravy

Směr\typ	S(suma)	ppv	ppv [%]	RPDI(36)
p(ri) [%]	-	-	-	
k(t,RPDI)	-	-	-	
2	997,6168	33,689	3,377	998/34
3	2050,2841	73,470	3,583	2050/73
4	2115,488	70,452	3,330	2115/70
6	154,57475	9,137	5,911	155/9
7	102,96861	0,000	0,000	103/0
8	842,01314	27,384	3,252	842/27

Tabulka 11: Nové intenzity při zachování procenta Špičky na Roční průměrné denní intenzitě

Směr\typ	koeficient	špička	IP
2	8,63	86	88
3	10,09	207	211
4	10,24	217	220
6	16,92	26	27
7	15,01	15	15
8	11,55	97	99

6.4.2 Určení předpokládaných kapacit

Postup výpočtu se v tomto případě ničím neliší od výpočtu s dnešními intenzitami. Jedná se pouze o odlišné hodnoty intenzit. Je proto možné aplikovat stejný postup.

Uvádím zřejmý přehled (Tab. 12) pro oficiální formulář v souladu s TP 188, viz příloha 3.03.

Tabulka 12: Přehled prognózy kapacity

Prognóza	2036 LV	1,41		2036 TV	1,04	
v_{DOV} [km/h]	50					
alt. Směr	2	8	3	7	6	4
směr	3	4	6	2	8	7
stupeň	1	1	1	2	2	3
I [voz/h]	207	217	26	86	97	15
I [pvoz/h]	211	220	27	88	99	15
t_g [s]	x	x	x	4,45	4,7	6,3
t_f [s]	x	x	x	2,6	3,1	3,5
I_H [voz/h]	x	x	x	233	220	523
$p_{0,7}$ [-]	x	x	x	0,92	x	x
G [pvoz/h]	x	x	x	1129	958	531
C_{sam} [pvoz/h]	x	x	x	x	958	490
A_{4+6}	x	x	x	x	0,13	0,13
C [pvoz/h]	1800	1800	1800	1129	635	99
Rez	x	x	x	1042	536	84
t_w	x	x	x	8	8	40
UDKp	x	x	x	A	A	D
UDK	x	x	x	E	E	E
vyhoví	x	x	x	ANO	ANO	ANO

6.4.3 Vyhodnocení prognózy

Změna je minimální a vzhledem k vysoké kapacitě, resp. nízké intenzitě provozu, bude i za dvacet let křižovatka kapacitně vyhovovat. Také proud 7, který se blíží úrovni E, bude stále vyhovovat. Zvláště pak vezmeme-li v úvahu fakt, který jsem již zmiňoval, a sice že přes nízkou kapacitu pro daný proud je intenzita provozu zanedbatelná.

7. Navrhované varianty [1][2][3][4][5]

V této části se budu zabývat geometrickými poměry, respektive směrovým vedením situací jednotlivých variant. Jsou to způsoby, jakými jsem se rozhodl řešit problém nesprávné psychologické přednosti v jízdě.

V obou případech se jedná o poměrně rozsáhlé stavební úpravy.

7.1 Varianta A

7.1.1 Geometrie situace

Ve variantě A jsem se rozhodl u předmětné křižovatky zachovat její uspořádání. Dále se tedy jedná o úrovnovou stykovou křižovatku. Pokouším se zde co nejméně řídicí vedením komunikace upozornit na skutečné vedení hlavní komunikace. Pro vozidla přijíždějící z jakéhokoliv ramene by mělo být zřejmé, zda se nacházejí na hlavní či vedlejší pozemní komunikaci.

U původní varianty si můžeme povšimnout, že není hlavní komunikace vyznačena žádnými jinými prostředky než svislým dopravním značením.

Ve variantě A se snažím dostatečné pochopitelnosti a samovysvětlitelnosti dosáhnout především fyzickými liniemi a srpovitými pojížděnými krajnicemi. Dále se snažím co možná nejvíce usměrnit dopravní proudy v prostoru křižovatky.

Původní styková křižovatka se dá chápat jako stykové napojení ulice Míčová na ulici Tábořskou. Tomu také odpovídá současná psychologická přednost v jízdě. Zásadní změnou oproti nulové variantě je ve variantě A právě způsob napojení komunikací. V nové situaci varianty A si můžeme povšimnout stykového napojení vedlejší komunikace Tábořská na hlavní pozemní komunikaci Míčová, která přechází v ulici Tábořská. Tato napojení se nachází ve vrcholu směrového oblouku hlavní pozemní komunikace v úhlu 90°. Tímto napojením je sledována snaha o nápravu psychologické přednosti v jízdě při zachování zalomené přednosti v jízdě. Z důvodu tohoto napojení je rameno vedlejší pozemní komunikace oproti nulové situaci značně odsazeno a při případné realizaci projektu bude nezbytné brát v potaz značný zábor půdy mimo prostor křižovatky.

Dále považuji za nezbytné usměrnění dopravních proudů. Toho se snažím docílit snížením pojížděné plochy prostoru křižovatky osobními automobily. Aby byl zachován průjezdný prostor pro rozměrná vozidla, užil jsem srpovité pojížděné krajnice a dělicího ostrůvku na vedlejší pozemní komunikaci.

Tímto uspořádáním křižovatky a vedením hlavní pozemní komunikace prostorem předmětné křižovatky je dosaženo maximální plynulosti provozu.

7.1.2 Rozšíření jízdních pruhů

Rozšíření jízdních pruhů neprobíhalo na základě stanovených postupů dle ČSN 73 6110, ale v závislosti na vlečných křivkách vygenerovaných za pomoci podpůrného programu pro AutoCAD a AutoCAD CIVIL 3D AutoTurn. Byla stanovena osa hlavní komunikace a směrový oblouk je složen kružnicí a přechodnicemi tvaru klotoidy. Tento směrový oblouk odpovídá zásadám v ČSN 73 6110. Dále bylo počítání s bezpečnostním odstupem 0,5 m od VDZ V 01 „Podélná čára souvislá“ a zároveň 0,5 m od fyzických hran. Viz příloha 1.05.

Asfaltová plocha vnitřního pruhu ve směrovém oblouku hlavní pozemní komunikace odpovídá průjezdu velkého nákladního automobilu, respektive jeho vlečným křivkám a současně bezpečnostnímu odstupu od osy komunikace. Následně je rozšířena o pojížděnou srpovitou krajnici, která odpovídá průjezdu nákladní návěsové soupravy a bezpečnostním odstupům 0,5 m po obou stranách. Šířka vnějšího pruhu v průběhu směrového oblouku odpovídá vlečné křivce nákladní návěsové soupravy spolu s bezpečnostními odstupy po obou stranách. Maximální hodnoty v blízkosti vrcholu směrového oblouku tak odpovídají přibližně 6 m pro vnitřní pruh a 5,7 m pro vnější pruh směrového oblouku.

Rozšíření jízdních pruhů na vedlejší komunikaci probíhalo obdobným způsobem. Směrový oblouk je tvořen kružnicí a přechodnicemi tvaru klotoidy. Rozšíření jízdních pruhů odpovídá doporučeným postupům dle ČSN 73 6110. Okraje asfaltové plochy jsou taktéž směrové oblouky tvořeny kružnicí a přechodnicemi tvaru kubické paraboly. Nároží jsou tvořena kružnicemi s poloměry odpovídajícími ČSN 73 6110. Průjezd rozměrných vozidel byl dosažen za pomoci vlečných křivek nákladní návěsové soupravy. Pro tato vozidla byl zachován bezpečnostní odstup 0,5 m od osy komunikace a zároveň 0,5 m od nejbližší fyzické hrany. Fyzické hrany tedy vznikly na základě vlečných křivek a jejich bezpečnostních odstupů. Rozdíl mezi okrajem asfaltové plochy a fyzickou hranou tvoří pojížděná srpovitá krajnice po obou stranách vedlejší pozemní komunikace.

V poslední řadě byl na vedlejší pozemní komunikaci vytvořen dělicí ostrůvek, který taktéž vznikl na základě vlečných křivek. Bylo tedy tímto způsobem zajištěno, že nebude tvořit překážku v plynulosti provozu. Pro maximální bezpečnost je však také pojížděný.

7.1.3 Rozhledové trojúhelníky

V současné době a také ve výkresech pro situaci varianty A je užito svislého dopravního značení P 4 „Dej přednost v jízdě“ na vedlejší pozemní komunikaci. Pro úplnost řešení varianty A byly však ověřeny rozhledové trojúhelníky pro uspořádání A a B. Při výpočtech a určování rozhledových trojúhelníků vycházím z určených postupů v ČSN 73 6102. Přesněji

odstavec 5.2.9 Rozhled na úrovňové křižovatce a příloha E. V úseku křižovatky není na hlavní pozemní komunikaci dovoleno předjíždění.

Postupy výpočtů jsou uvedeny v ČSN 73 6102 příloha E. Uvedenými postupy tedy byly zjištěny hodnoty délek stran rozhledových trojúhelníků na hlavní a na vedlejší komunikaci pro vozidla B a C na hlavní komunikaci vůči vozidlu A na komunikaci vedlejší. Viz přílohy 1.02, 1.03, 1.04 pro podrobné okótované zákresy jednotlivých rozhledových trojúhelníků. Příloha 1.02 je pro uspořádání B, Příloha 1.03 odpovídá uspořádání A a v příloze 1.04 jsou zakresleny rozhledy pro zastavení, respektive zpozorování SDZ P 2, a rozhled pro odbočení vlevo z hlavní pozemní komunikace.

Z příloh 1.02-1.04 je patrné, že při navrhovaném směrovém vedení dopravních proudů v situaci A stromy ani vzrostlá zeleň nepřekážejí v rozhledech nutných pro bezpečný pohyb v prostoru křižovatky a jejím okolí. Nicméně považuji za nezbytné zmínit, že odstraněním stromů a vzrostlé zeleně v prostoru mezi ramenem vedlejší pozemní komunikace a ulicí Míčová, by bylo dosaženo nezanedbatelného zvýšení bezpečnosti zvýšením postřehnutelnosti a pochopitelnosti předmětné křižovatky. Odstranění stromořadí na vnitřní straně směrového oblouku hlavní pozemní komunikace nepovažuji za nezbytné. Nicméně by to také mohlo přispět k mírnému zvýšení bezpečnosti.

7.1.4 Kapacita křižovatky

V ohledu výpočtu kapacity křižovatky je varianta A totožná s nulovou variantou. To znamená, že výpočet včetně prognózy dopravy byl již proveden v odstavci 4.4.2.

Respektive se jedná o zjištění, že předmětná křižovatka kapacitně vyhovuje a bude kapacitně vyhovovat také za 20 let provozu. Tento výstup není nikterak překvapivým. Kapacita nikdy nebyla na předmětné křižovatce problematická. Jak jsem zmínil výše, problémem je zde špatná psychologická přednost.

7.2 Varianta B

7.2.1 Geometrie situace

Ve variantě B jsem se rozhodl vytvořit místo stykové křižovatky okružní křižovatku. Okružní křižovatka nejen snižuje počet kolizních bodů a celkově zvyšuje bezpečnost provozu, ale může také sloužit jako upozornění na změnu dopravního režimu, respektive upozornění na přechod z extravilánu do intravilánu, které v současnosti v daném místě chybí.

Mojí snahou bylo minimalizovat stavební úpravy. V tomto smyslu jsem také umístil střed okružní křižovatky. Z důvodu zamezení tangenciálních průjezdů bylo nezbytné, aby osy komunikací, které se na OK napojují, mířily do geometrického středu OK. Aby bylo splněno napojení na střed a zároveň umístění OK, bylo nezbytné upravit směrové vedení ramen ulice

Táborská. Na obou ramenech ulice Táborská byly vytvořeny směrové oblouky, aby bylo možné správně napojit ramena na OK. Směrové oblouky byly vytvořeny v souladu s pokyny v ČSN 73 6110. Osy komunikací jsou tvořeny oblouky složenými z kružnice a přechodnic tvaru klotoidy. Ve variantě B nebylo nezbytné maximální usměrnění dopravních proudů. Nebylo tedy užito pojížděných srpovitých krajnic. Pojížděn je pouze prstenec OK.

Byly zvoleny rozměry OK s vnějším průměrem 32 m a průměrem středového ostrova 18 m.

Respektive:

Vnější průměr: 32 m

Vnitřní průměr: 18 m

Šířka jízdního pruhu: 5 m

Šířka pojížděného zpevněného prstence: 2 m

Celkový pojížděný prostor pro rozměrná vozidla: 7 m.

Poloměry na vjezdech: 12 m

Poloměry na výjezdech: 14 m

Nároží na vjezdech a na výjezdech jsou tvořena oblouky složenými s kružnice a přechodnic tvaru kružnice o dvojnásobných poloměrech.

7.2.2 Rozšíření jízdních pruhů

Jízdní pruhy byly rozšířeny na průjezd nákladní návěsové soupravy, stejně jako u varianty A. Vzhledem ke skutečnosti, že nebylo nezbytné vytvořit maximální usměrnění jízdních proudů, nebyly okraje jízdních pruhů tvořeny podle vlečných křivek, ale složenými směrovými oblouky, které co možná nejvíce odpovídají vlečným křivkám a jejich bezpečnostním odstupům. Tyto směrové oblouky jsou složeny z kružnice a přechodnic tvaru kružnice o dvojnásobném poloměru. Pro průjezdy a vlečné křivky viz přílohu 2.04.

Oblouky na vjezdech byly také umístěny v závislosti na bezpečném průjezdu návěsové soupravy. Současně byla z mé strany zohledněna snaha na umístění dělicích ostrůvků na každém rameni. Zmíněné ostrůvky byly do situace umístěny přednostně, aby bylo možné zajistit bezpečný průjezd. Zásadním možným problémem by zde mohl být pouze vznik nechtěných tangenciálních průjezdů. Tento problém však v závislosti na rozměrech a uspořádání OK nenastal.

7.2.3 Rozhledové trojúhelníky

Při tvoření rozhledů na OK jsem postupoval dle zásad uvedených v TP 135. Na vjezdech je nutné zajistit rozhledy ve vzdálenosti 15 m od kraje OK a to na vzdálenost 25 m na plochu OK. Na okružním pásu je nezbytné zajistit rozhledy taktéž na 25 m.

Pro rozhledy na vjezdech viz přílohu 2.02, pro rozhledy na okružním pásu viz přílohu 2.03.

S přihlédnutím k faktu, že kvůli výstavbě OK bude nezbytné odstranit část přilehlé vzrostlé zeleně a některé stromy při levém kraji vedlejší komunikace ul. Táborská, zbylá zeleň by neměla být překážkou pro minimální bezpečné rozhledy na předmětné OK.

Současně platí to stejné i pro stromořadí na levé straně hlavní komunikace ul. Míčová.

7.2.4 Kapacita OK ^[6]

Dle postupů uvedených v TP 135 byla určena kapacita navrhované OK (Tab. 14). V TP 135 odst. 6 je uvedeno, že při celkovému počtu vozidel, která vjedou na plochu křižovatky za 24 hodin, který je menší než 18 000 vozidel, není nutné stanovovat kapacitu křižovatky výpočtem. Tato hodnota bude menší než uvedených 18 000 voz./24h dle prognózy dopravy také za 20 let. V zájmu rigoróznosti postupů byla však kapacita určena výpočtem.

Při znalosti rozdělení intenzit do jednotlivých proudů či v závislosti na pentlogramu (viz přílohu 3.01) je možné jednoduchým sčítáním určit kapacitu mezi jednotlivými vjezdy a výjezdy okružní křižovatky na okružním pásu. Pro přepočítání vozidla za jednotku času se bere jedno nákladní vozidlo či autobus jako 2 osobní a návěsová souprava jako 3 osobní automobily. Přepočtená vozidla a nezbytné hodnoty pro výpočet kapacity OK jsou uvedeny v Tabulce 13.

Tabulka 13: Hotnoty pro výpočet kapacity OK

hodnoty	Vjezd A	Vjezd B	Vjezd B
Q_e (pvoz/h)	209	91	253
Q_a (pvoz/h)	179	111	263
Q_k (pvoz/h)	195	275	265
b (m)	14	14	14
alfa (-)	0,4	0,4	0,4

Legenda k tabulce 13:

Q_e ... intenzita vozidel na vjezdu

Q_a ... intenzita vozidel na výjezdu

Q_k ... intenzita vozidel na vozovce okružního pásu křižovatky mezi výjezdem a následujícím posuzovaným vjezdem

b ... vzdálenost mezi kolizními body posuzovaného ramene

alfa ... hodnota odečtená z grafu TP 135 obr. 6.1c)

Vjezd A ... ulice Míčová – hlavní komunikace

Vjezd B ... ulice Tábořská – vedlejší komunikace

Vjezd C ... ulice Tábořská – hlavní komunikace

Tabulka 14: Hodnoty výpočtů pro určení kapacity OK

hodnoty	Vjezd A	Vjezd B	Vjezd B
L_e (pvoz/h)	1263	1216	1171
ALG_e (%)	16,5	7,5	21,6
R (pvoz/h)	1054	1125	918
t_w (s)	5	5	5
L (m)	1,7	0,8	2,1

Legenda k tabulce 14:

L_g ... kapacita vjezdu

ALG_e ... stupeň vytíženosti okružní křižovatky

R ... rezerva kapacity

t_w ... čekací doba

L ... délka čekající fronty

Výpočty dle TP 135:

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a) [\text{voz/h}]$$

$$ALG_e = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100 [\%]$$

$$R = L_e - Q_e [\text{voz/h}]$$

Hodnota t_w byla odečtena z obrázku 6.2 v TP 135 na základě znalosti rezervy kapacity R.

$$L = \frac{Q_e \cdot t_w}{3600} \cdot L_{\text{voz}} [m]$$

Příčemž L_{voz} se uvažuje pro jeden osobní automobil.

Z vypočtených hodnot je zřejmé, že křižovatka kapacitně vyhovuje. Při zachování nárůstu intenzit, respektive koeficientů, které byly určeny v prognóze dopravy, není možné, aby

intenzity na této křižovatce překročili její kapacitu. Takovéto hodnoty odpovídají úrovni kvality dopravy A pro všechny vjezdy. Pro přehledný formulář kapacity OK viz přílohu 3.04.

8. Srovnání variant

V tomto odstavci bych se rád zaměřil na porovnání současné varianty s jednotlivými navrženými variantami a zároveň porovnal jednotlivé navržené varianty navzájem.

8.1 Kapacitní porovnání

Z důvodů nízkých intenzit je pravděpodobné, že výhledově do budoucna nebude předmětná křižovatka představovat problém v žádné navržené variantě, jakož i v nulové variantě beze změny.

Obecně je OK považována za kapacitnější. Nicméně je nutné brát v potaz zásady návrhů OK, a sice vyrovnanost intenzit na jednotlivých ramenech. S přihlédnutím k nerovnoměrnému rozdělení intenzit na jednotlivých ramenech věřím, že při neočekávaném nárůstu intenzit se stejným poměrem vůči sobě, by byla OK kapacitně tou méně vhodnou variantou. Došlo-li by však k nárůstu intenzity takovým způsobem, že by se poměrově intenzity na jednotlivých ramenech vůči sobě vyrovnaly, byla by OK jistě vhodnou volbou.

S určitou jistotou mohu tvrdit, že k velké změně intenzit nedojde a můžeme se proto spoléhat na prognózu dopravy dle TP 225. Aby byla tato má teze vyvrácena, muselo by dojít k markantním změnám v dopravní síti města Třebíč, respektive by v okolí předmětné křižovatky muselo dojít ke změnám v zástavbě. Pokud se budeme spoléhat na prognózu dopravy, mohu s jistotou tvrdit, že v ohledu kapacit nehraje velký význam skutečnost, kterou variantu zvolíme.

8.2 Bezpečnost a plynulost provozu

Kritickým faktorem, který jsem v této práci již několikrát zmínil, je právě bezpečnost provozu. S ohledem na zásady návrhu křižovatek se nedoporučuje užití zalomené přednosti v jízdě, kromě opodstatněných případů. Tento případ užití zalomené přednosti opodstatněný je, a sice rozdělením intenzit do jednotlivých směrů. Vedení hlavní komunikace je v prostoru křižovatky tedy zvoleno správně. Nicméně není již vyřešena vzniklá špatná psychologická přednost jízdy, která se se zalomenou předností téměř vždy váže.

Dalším kritickým faktorem je špatná dopravní kanalizace. Rozměrnost křižovatky vede ke špatnému usměrnění dopravních proudů, které mohou hrát určitou roli v nesrozumitelnosti křižovatky. V určitém ohledu může podtrhovat špatnou psychologickou přednost v jízdě.

Dále věřím, že byl chybně navržen samostatný pruh pro pravé odbočení z hlavní komunikace ul. Míčová. Mohu se pouze domnívat, že bylo dopředu počítáno s jiným uspořádáním okrajové části města a s jiným poměrem intenzit. Nicméně v současném stavu pouze zhoršuje nedostatečné usměrnění dopravních proudů.

Co se samotné bezpečnosti silničního provozu týče, je OK (varianta B) jednou z nejbezpečnějších variant pro uzly jako je předmětná křižovatka. Kromě nuceného zpomalení a snížení konfliktních bodů také upozorňuje na změnu režimu jízdy, respektive přechod z extravilánu do intravilánu, který v tomto místě chybí. Rozhodným způsobem ruší jakoukoliv psychologickou přednost. V každém momentě, kdy se řidič přibližuje k OK, s přihlédnutím k neexistenci tangenciálních průjezdů, si je vědom, že se nenachází na hlavní komunikaci. Tedy za předpokladu, že je schopen OK včas postřehnout, což v tomto případě není problematické.

Současně v ohledu psychologické přednosti v jízdě bylo dle mého názoru u varianty A taktéž dosaženo nápravy chybné psychologické přednosti. Bylo toho dosaženo změnou v napojení na hlavní komunikaci ve směrovém oblouku a vznikem směrového oblouku na hlavní komunikaci. A zároveň užitím prvků zvyšujících usměrnění dopravních proudů. Jedná se o pojížděné srpovité krajnice.

Nulová varianta je v ohledu bezpečnosti v závislosti na usměrnění dopravních proudů a psychologické přednosti problematická.

Co se plynulosti provozu týče, přikláním se k variantě A. Vzhledem k nevyrovnaným intenzitám jednotlivých proudů je pravděpodobné, že okružní křižovatka zbytečně snižuje plynulost provozu ve směru současné hlavní pozemní komunikace. Respektive pro rozměrná vozidla je průjezd současnou nulovou variantou a variantou A značně jednodušší než při realizaci OK. Přestože byl pro OK zajištěn průjezd i pro návěsovou křižovatku, je stále obtížnější než na stykové úrovně křižovatce.

9. Závěr

Obě navržené situace splňují základní cíle, které jsem si v úvodu stanovil. Obě situace usměrňují dopravní proudy a napravují nesprávnou psychologickou přednost (zmněno v kapitole 8.2).

Každá z variant má své klady a zápory. Při případné realizaci jedné z variant je tedy nezbytné zvážit tyto klady a zápory. Okružní křižovatka přirozeně a bezpečně nutí řidiče snížit rychlost a zároveň snižuje počet kolizních bodů na minimum. Současně poskytuje upozornění na změnu jízdního režimu při přechodu z extravilánu na intravilán. Nicméně je nutné mít na zřeteli, že určitým způsobem snižuje plynulost provozu. Zvláště uvážíme-li nevyrovnanost intenzit jednotlivých proudů.

Varianta A poskytuje dostatečné usměrnění dopravy při zachování organizace dopravy. Zároveň také dostatečně upravuje původní nesprávnou psychologickou přednost v jízdě. Její výhodou ve srovnání s OK je plynulost provozu. Na rozdíl od OK však neposkytuje upozornění na změnu jízdního režimu, nicméně bych v tomto ohledu nespatořoval riziko. Dalším nedostatkem varianty A je zdánlivě neopodstatněná nutnost značných stavebních úprav. Dalo by se argumentovat, že by se křižovatka dala navrhnout úsporněji, respektive by mohla jednotlivá ramena přesněji kopírovat původní situaci. To je pravda a je nutné poznamenat, že jsem pečlivě zvažoval, v jakém místě vedlejší komunikaci napojím. Rozhodl jsem se pro velkorysý návrh pro maximální názornost vedení hlavní komunikace.

Současně je nutné zmínit, že vzhledem k nízkým intenzitám a v zásadě absenci skutečných nehod není takto agresivní rekonstrukce předmětné křižovatky opodstatněná. Vůči tomuto tvrzení bych rád argumentoval tím, že křižovatka se může krizovou stát. Kvůli špatné psychologické přednosti je křižovatka nebezpečná a při nárůstu intenzit se může stát krizovou.

Věřím, že je vhodné uskutečnit variantu A kvůli dostatečné srozumitelnosti, zajištění plynulosti dopravy a napravení psychologické přednosti, jakož i usměrnění dopravních proudů. Tedy varianta A v zásadě odpovídá všemu, co jsem si dal za cíl. Přestože jsem neprovedl výpočet nákladů pro realizaci jednotlivých variant, věřím, že varianta A by také vyšla levněji. Nicméně musím poznamenat, že obě varianty mají své značné výhody, a právě proto jsem je obě vypracoval.

V případě, že by ani jedna varianta nebyla realizována, musím apelovat alespoň na dopravně-organizační změny na předmětné křižovatce. Tedy vyznačení vedení hlavní pozemní komunikace VDZ V 2b v prostoru křižovatky současně s užitím dopravního zařízení

Z 10 „Dopravní knoflíky“ a opakovanou návěstí SDZ P 4 „Dej přednost v jízdě“ nad vedlejší pozemní komunikací.

10. Zdroje

- [1] ČSN 73 6101. Projektování pozemních komunikací. Praha. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007.
- [2] ČSN 73 6102. Projektování křižovatek na pozemních komunikacích. Praha. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [3] ČSN 73 6110. Projektování místních komunikací. Praha. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006.
- [4] TP 65. Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích. Brno. Centrum dopravního výzkumu. 2002.
- [5] TP 133. Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích. Ministerstvo dopravy. 2013.
- [6] TP 135. Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích. Ministerstvo dopravy. 2000.
- [7] TP 188. Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek. Mariánské Lázně. EDIP, s.r.o. 2007.
- [8] TP 189. Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích. Plzeň. EDIP, s.r.o. 2012.
- [9] TP 225. Prognóza intenzit automobilové dopravy (II. vydání). Plzeň. EDIP, s.r.o. 2012.
- [10] MAPY.CZ. [online]. ©2005-2017 [cit. 2017-08-28]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.4667000&y=50.0833000&z=11>
- [11] POLITIKA JAKOSTI POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ. [online]. ©2015 [cit. 2017-08-28]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz>
- [12] Silniční a dálniční síť ČR. Geoportál ŘSD. [online]. ©2015 [cit. 2017-08-28]. Dostupné z: <https://geoportal.rsd.cz/webappbuilder/apps/7/>

11. Seznam obrázků

Obrázek 1: Mapa širších vztahů (mapy.cz)	10
Obrázek 2: Bližší vztahy křižovatky (mapy.cz)	11
Obrázek 3: Pohled z Míčové (hlavní) (foto Dostál 2016)	12
Obrázek 4: Pohled z Tábořské (vedlejší) (foto Dostál 2016)	12
Obrázek 5: Pohled z Tábořské (hlavní) (foto Dostál 2016)	13
Obrázek 6: Pohled na plochu křižovatky (foto Dostál 2016)	13
Obrázek 7: Diagram s vyznačením směrů	16

12. Seznam tabulek

Tabulka 1: Tabulka všech zaznamenaných druhů vozidel pro každý směr.....	17
Tabulka 2: Tabulka s redukovanými kategoriemi	17
Tabulka 3: Denní intenzity	18
Tabulka 4: Týdenní průměr denních intenzit	19
Tabulka 5: RPDI	19
Tabulka 6: Špičková intenzita	20
Tabulka 7: Tabulka podílů pomalých vozidel a motocyklů na roční průměrné denní intenzitě provozu	21
Tabulka 8: Přepočítané intenzity	21
Tabulka 9: Přehled hodnot pro výpočet kapacity.....	26
Tabulka 10: Nové RPDI dle prognózy dopravy.....	28
Tabulka 11: Nové intenzity při zachování procenta Špičky na Roční průměrné denní intenzitě	28
Tabulka 12: Přehled prognózy kapacity.....	29
Tabulka 13: Hotnoty pro výpočet kapacity OK.....	34
Tabulka 14: Hodnoty výpočtů pro určení kapacity OK.....	35

13. Seznam příloh

1.01 – Situace A

1.02 – Rozhledové trojúhelníky (A) – uspořádání B

1.03 – Rozhledové trojúhelníky (A) – uspořádání A

1.04 – Rozhledové trojúhelníky (A) – SDZ a odbočení

1.05 – Vlečné křivky (A)

1.06 – Řezy (A)

2.01 – Situace B

2.02 – Rozhledové trojúhelníky (B) – Vjezdy

2.03 – Rozhledové trojúhelníky (B) – Pás

2.04 – Vlečné křivky (B)

2.05 – Řezy (B)

3.01 – Pentlogram – stávající stav

3.02 – Pentlogram – prognóza dopravy

3.03a – Formulář intenzit a kapacit var A – 2036 (strana a)

3.03b – Formulář intenzit a kapacit var A – 2036 (strana b)

3.04 – Formulář intenzit a kapacit var B – 2036