

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ



Bc. Tomáš Mojžýšek

**Optimalizace dopravního řešení v centru Jihlavy pomocí
mikroskopické simulace**

Diplomová práce

2016



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta dopravní
d ě k a n**
Konviktská 20, 110 00 Praha 1

K612..... Ústav dopravních systémů

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Tomáš Mojžýšek

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – DS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Optimalizace dopravního řešení v centru Jihlavy pomocí mikroskopické simulace**

Název tématu (anglicky): Traffic Optimization in the Center of Jihlava Using Microscopic Simulation

Zásady pro vypracování

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

- Analýza současného stavu s využitím dostupných dat
- Provedení doplňkových dopravních průzkumů
- Návrh řešení zvýšení plynulosti obsluhy centra veřejnou hromadnou dopravou
- Optimalizace organizace dopravy v historickém centru
- Tvorba simulačního modelu
- Vyhodnocení přínosů návrhové varianty pomocí simulačního modelu

Rozsah grafických prací: vytvoření tabelárních, grafických a video výstupů ze simulačního modelu

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: platné TP, ČSN, příručky pro tvorbu simulačních modelů

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Petr Hofhansl, Ph.D.

Ing. Zuzana Čarská, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce:

30. června 2015

(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 diplomové práce:

1. června 2016

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

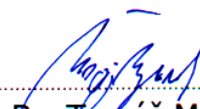


prof. Ing. Pavel Příbyl, CSc.
vedoucí
Ústavu dopravních systémů



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

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.



Bc. Tomáš Mojžíšek
jméno a podpis studenta

V Praze dne 30. června 2015


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 užívání 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 30.5.2016



podpis

Název práce: Optimalizace dopravního řešení v centru Jihlavy pomocí mikroskopické simulace

Autor: Bc. Tomáš Mojžýšek

Obor: Dopravní systémy a technika

Vedoucí práce: Ing. Petr Hofhansl, PhD.

Abstrakt: Předmětem této závěrečné práce je optimalizace dopravního řešení v centru města Jihlavy s ohledem na preferenci městské hromadné dopravy. Vytvoření mikroskopického modelu dopravního uzlu Znojemská x Hradební (II/523 x II/602) s vazbou na další dotčené uzly v řešené lokalitě. Bude porovnán vliv pevného signálního plánu a dynamického řízení křižovatky na střední dobu zdržení vozidel městské hromadné dopravy v dopravní síti. Dojde tak k provedení dopravních průzkumů se současnou analýzou nedostatků v současné dopravní síti. Výsledky poslouží k posouzení stávajícího stavu dle platných norem a současně budou užity k nastavení mikrosimulačního modelu, v kterém budou nová řešení vedoucí k zlepšení současného stavu posouzena.

Klíčová slova: křižovatka, mikrosimulace, kapacita křižovatky, Jihlava

Title: Traffic Optimization in the Center of Jihlava Using Microscopic Simulation

Author: Bc. Tomáš Mojžíšek

Programme: Transportation systems and technology

Tutor: Ing. Petr Hofhansl, PhD.

Abstract: The thesis focuses on the optimization of the city centre Jihlava, based on preferences of a public transport. The creation of a microscopic model of an intersection Hradební (II/523 x II/602) with links to other affected junctions in the area. It will be compare the influence of static and dynamic cycle on traffic control and the influence on delays of public transport of the transport network. The objective is to carry out transportation researches together with an analysis of shortcomings of the current transport network. The results will be used to assess the current state in terms of applicable standards and to set up a microsimulation model for the evaluation of new solutions aimed at improving the situation.

Keywords: intersection, microsimulation, intersection capacity, Jihlava

Obsah

1	Seznam použitých zkratek	11
2	Úvod.....	12
3	Současný stav.....	13
3.1	Jihlava.....	13
3.2	Doprava a technická infrastruktura	14
3.2.1	Silniční doprava	14
3.2.2	Železniční doprava.....	15
3.2.3	Hromadná doprava	16
3.2.4	Cyklistická doprava.....	17
3.2.5	Letecká doprava	17
3.3	Analýza současného stavu s využitím dostupných dat	17
3.3.1	Význam řešené oblasti.....	17
3.4	Dostupné podklady	19
3.4.1	K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602)	19
3.4.2	K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova).....	21
3.4.3	K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park	21
3.4.4	Masarykovo náměstí.....	22
3.5	Dopravní průzkumy.....	23
3.5.1	Směrový průzkum	23
3.5.2	Profilový průzkum rychlosti	29
3.5.3	Plovoucí vozidlo	31
3.6	Nehodovost v zadané lokalitě	31
3.6.1	K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova).....	32
3.6.2	K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park	32
3.6.3	Masarykovo náměstí.....	32
4	Optimalizace organizace dopravy v historickém centru	33
4.1	Návrh řešení individuální automobilové dopravy	33
4.1.1	K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602)	34
4.1.2	Pěší zóna ulice Znojemská	36
4.1.3	K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova).....	36
4.1.4	K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park	37

4.1.5	Masarykovo náměstí.....	37
4.2	Návrh řešení zvýšení plynulosti MHD	38
4.2.1	K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602)	38
4.2.2	Masarykovo náměstí.....	38
5	Tabulka mezičasů	39
5.1	K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602)	39
5.2	K2 – Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova).....	40
5.3	K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park.....	41
6	Způsob řízení SSZ	41
6.1	Základní funkce řízení.....	41
6.2	Pevný signální plán.....	42
6.2.1	K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602)	42
6.2.2	K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova).....	44
6.2.3	K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park.....	44
6.2.4	Řízení MHD v pěší zóně ulice Znojemská (směr Masarykovo nádraží).....	45
6.3	Dynamické dopravně závislé řízení s preferencí MHD	45
6.3.1	K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602)	45
6.3.2	K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park.....	46
6.3.3	Řízení MHD v pěší zóně ulice Znojemská (směr Masarykovo nádraží).....	47
6.4	koordinace křižovatek	47
7	Kapacitní posouzení.....	48
7.1.1	K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602)	48
7.1.2	K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova).....	51
7.1.3	K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park.....	52
7.1.4	Kapacitní posouzení řízení SSZ MHD v pěší zóně ulice Znojemská	52
8	Mikrosimulace řešené oblasti.....	53
8.1	Geometrické prvky.....	54
8.2	Omezení rychlosti	54
8.2.1	Požadovaná rychlost.....	54
8.3	Směrování vozidel	55
8.4	Chování vozidel	55
8.4.1	Wiedemann 74.....	55
8.5	Skladba vozidel.....	56

8.5.1	Osobní automobily	58
8.5.2	Užitkové vozy.....	59
8.5.3	Autobusy.....	60
8.5.4	Motocykly.....	61
8.5.5	Složení vozového parku vyjma osobních automobilů	62
8.6	Vstupy vozidel.....	62
8.7	Nastavení přednosti v jízdě.....	63
8.8	Linky VHD.....	63
8.9	Generátor náhodných čísel a počet běhů simulace	63
8.9.1	Generátor náhodných čísel.....	63
8.9.2	Počet běhů simulace.....	63
8.9.3	Parametry simulačního běhu	64
8.10	Pěší a cyklistická doprava.....	64
9	Kalibrace modelu	64
10	Validace modelu.....	65
11	Vyhodnocení výstupů ze simulačního modelu	66
11.1	Průměrná a maximální délka kolony vozidel na zvolených křižovatkách	67
11.2	Střední doba zdržení vozidel na zvolených křižovatkách	70
11.3	Průměrná cestovní rychlost trasy A	72
12	Závěr.....	76
	Zdroje použité při návrhu nového řešení.....	79
	Seznam příloh.....	80
	Seznam obrázků.....	81
	Seznam tabulek	82

1 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

CRV	Centrální registr vozidel
ČR	Česká republika
DP Jihlava	Dopravní podnik města Jihlavy, a.s.
DP	diplomová práce
IAD	individuální automobilová doprava
ID	kódové identifikační označení
IDS	vozidla integrovaného dopravního systému
LNV	lehká nákladní vozidla
MD	Ministerstvo dopravy ČR
MHD	městská hromadná doprava
OA	osobní automobily
OC City Park	obchodní dům City Park
OsSSPaO	osoby se sníženou schopností pohybu a orientace
RPDI	roční průměrná denní intenzita
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic ČR
SDZ	svislé dopravní značení
SSZ	světelné signalizační zařízení
TNV	těžká nákladní vozidla
TP	technické podmínky
ÚKD	úroveň kvality dopravy
VDZ	vodorovné dopravní značení
VHD	veřejná hromadná doprava

2 ÚVOD

Podmětem k zpracování této závěrečné práce je snaha najít řešení i v situacích, kdy se zdá, že již není možná změna a nové řešení neexistuje. Popřípadě jsou vyčerpána všechna nízkonákladová opatření a dalekosáhlá řešení se jeví jako zbytečný hazard na v současné době silně přetížené dopravní síti. V této složité situaci nastává čas na inovace, které by se před pár lety zdály jako nemyslitelné. Převážně proto, že navržené změny nebylo možné komplexněji posoudit a jediným podkladem pro posouzení, tak byly technické podmínky, normy a metodické pokyny vydávané Ministerstvem dopravy České republiky na základě empirického výzkumu, které nemohly obsáhnout specifické místní podmínky.

Cílem této práce je navrhnout nové dopravní řešení části dopravní sítě statutárního města Jihlavy s ohledem na preferenci městské hromadné dopravy a ochranu zdraví a bezpečnosti všech účastníků silničního provozu potažmo chodců. Silné dopravní zatížení a styk dvou silnic druhé třídy v blízkosti historického centra Jihlavy sebou nese negativní dopad na dopravní síť. Což je nejvíce patrné v době „špičkové hodiny“. Pokud se tak rozhodnete jet na Masarykovo náměstí přes křižovatku silnic II/523 a II/602 v době po druhé hodině odpolední, je tu nemalá míra pravděpodobnosti, že vaše jízda bude narušena kolonou vozidel v jednom ze směrů ulic Hradební, Brněnská a Znojemská. Dochází tak k pomalé jízdě vozidel a k nárůstu negativních externalit, které jsou spojeny s dopravou. Budou tak navržena nová opatření, která by měla redukovat kolony a vést k možnému celkovému zlepšení současného stavu ve všech ohledech. Daná řešení budou namodelována v simulačním prostředí PTV Vissim 7.00. Výstupy ze simulace budou dále vyhodnoceny.

Téma diplomové práce bylo zvoleno na základě neutěšené dopravní situace v krajském městě Kraje Vysočina Jihlavy. Práce je tak vypracována s ohledem na historické části kdysi královského města. Proto budou navržena i řešení, která mohou být některými lidmi považována za diskutabilní nebo označovaná za nepřijatelná vzhledem k nabitým zkušenostem, které jsem za dobu studia mohl získat.

3.2 DOPRAVA A TECHNICKÁ INFRASTRUKTURA

3.2.1 Silniční doprava

Jihlava představuje vzhledem ke své poloze ve středu republiky významný silniční uzel či křižovatku, a to zejména díky své strategické poloze a křížení nejvýznamnějšího dopravního tahu České republiky, dálnici D1 a silnici mezinárodního významu E59. E59 je mezinárodním označením pro silnici první třídy I/38, která prochází přes území města, je třetí nejdelší komunikací na území České republiky o délce cca 256 km. Statutárnímu městu Jihlava zajišťuje dobrou dopravní dostupnost zejména dálnice D1. Rychlý přístup k hranicím se sousedícím Rakouskem se uskutečňuje po silnici I/38, jenž exitu 112 dálnice D1 plní v rámci mimoúrovňová křižovatka a uspořádání do čtyř jízdních pruhů. Po zprovoznění nových úseků jižní části obchvatu vede velká část dopravních toků po silnici I/38 stranou zastavěného území.⁴

Jihlava jako krajské město je centrem Kraje Vysočina a její spojení s okresními městy je tvořeno silnicemi první a druhé třídy. Konkrétně Havlíčkův Brod je spojen již zmíněnou I/38, Pelhřimov II/602, Třebíč II/405, která se napojuje na I/23, a Žďár nad Sázavou II/353. Na uvedené dopravní komunikace se pak v rámci území Kraje Vysočina napojují další silnice, které se podílí na dopravní obsluze statutárního města a jeho spojení s ostatními sídelními místy Kraje Vysočina.

Páteřní silniční síť Kraje Vysočina byly schváleny zastupitelstvem Kraje Vysočina usnesením č. 0214/03/2006/ZK v roce 2006 v délce 719 km. Páteřní síť je tvořena dálnicí D1, státními silnicemi I. třídy a vybranými silnicemi II. a III. třídy.⁵

Dle informace z celostátního sčítání dopravy, kterou v roce 2010 provedlo Ředitelství silnic a dálnic České Republiky (dále jen ŘSD), byla za 24 hodin zaznamenána vysoká intenzita dopravy na území Jihlavy, což bylo doloženo výsledky, podle nichž byl interval 10 - 25 000 vozidel a D1 měla dokonce spočítán průjezd 40 000 motorových vozidel za stejný časový interval.⁶

³ *Oficiální stránky města Jihlavy: Širší vztahy* [online]. [cit. 2016-05-29]. Dostupné z: http://www.jihlava.cz/VismoOnline_ActionScripts/File.ashx?id_org=5967&id_dokumenty=469683

⁴ Zdroj: *Jihlava: statutární město* [online]. Jihlava, 2016 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: http://www.jihlava.cz/VismoOnline_ActionScripts/File.ashx?id_org=5967&id_dokumenty=500098

⁵ Zdroj: *Kraj Vysočina: Zastupitelstvo* [online]. Jihlava, 2006 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: http://extranet.kr-vysocina.cz/samosprava/index.php?akce=rada_materialy_detail&id=8972

⁶ Zdroj: *Jihlava: statutární město* [online]. Jihlava, 2016 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: http://www.jihlava.cz/VismoOnline_ActionScripts/File.ashx?id_org=5967&id_dokumenty=500098

Dálnice D1 je součástí tzv. IV. Silničního transevropského multimodálního koridoru definovaného též v rámci politiky územního rozvoje České republiky.⁷

Silnice I/38 (E 59) Mladá Boleslav – Kutná Hora – Golčův Jeníkov – Havlíčkův Brod – Jihlava – Moravské Budějovice – Znojmo – Hatě – Wien je stejně jako dálnice D1 zatížena převážně nákladní a kamionovou dopravou, zatímco silnice druhé a třetí třídy využívají zejména osobní vozidla, místní podniky pro zásobování a autobusová přeprava.⁸

K silniční dopravě patří také problematika generelu dopravy v klidu. Parkování na území města Jihlavy představuje problém kvůli soustředění služeb a pracovních příležitostí v historickém centru města, které v minulosti nebyly na dnešní zátěž projektovány.⁹

3.2.2 Železniční doprava

Jihlava není žádným významným železničním uzlem v rámci ČR a její napojení je spíše nevýhodné. Významné je její spojení s 25 km vzdáleným železničním uzlem Havlíčkův Brod, který je napojen na trať Praha – Brno a dále jsou zde připojení na Pardubice a Humpolec. I přes výše zmíněné nevýhodné propojení železnicí je to druhý největší druh přepravy pro osoby a i transport zboží. Ve srovnání v rámci asociace krajů je na druhém místě od konce.¹⁰

Přes město vedou dvě železniční tratě, a to traťový úsek č. 240 Brno - Jihlava - Havlíčkův Brod a dále trať č. 225, Havlíčkův Brod - Jindřichův Hradec - Veselí nad Lužnicí - České Budějovice.¹¹

Statutární město Jihlava je sídlem Krajského centra osobní dopravy Českých drah, zabezpečuje regionální osobní dopravu pro Kraj Vysočina.

⁷ Zdroj: *Kraj Vysočina: Zastupitelstvo* [online]. Jihlava, 2006 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: http://extranet.kr-vysocina.cz/samosprava/index.php?akce=rada_materialy_detail&id=8972

⁸ Zdroj: Ředitelství silnic a dálnic ČR. *Silnice a dálnice: Délky a další data komunikací* [online]. © 2015 Ředitelství silnic a dálnic ČR [cit. 2016-05-29]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/wps/portal/web/Silnice-a-dalnice/delky-a-dalsi-data-komunikaci>

⁹ Zdroj: *Jihlava: statutární město* [online]. Jihlava, 2016 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: http://www.jihlava.cz/VismoOnline_ActionScripts/File.ashx?id_org=5967&id_dokumenty=500098

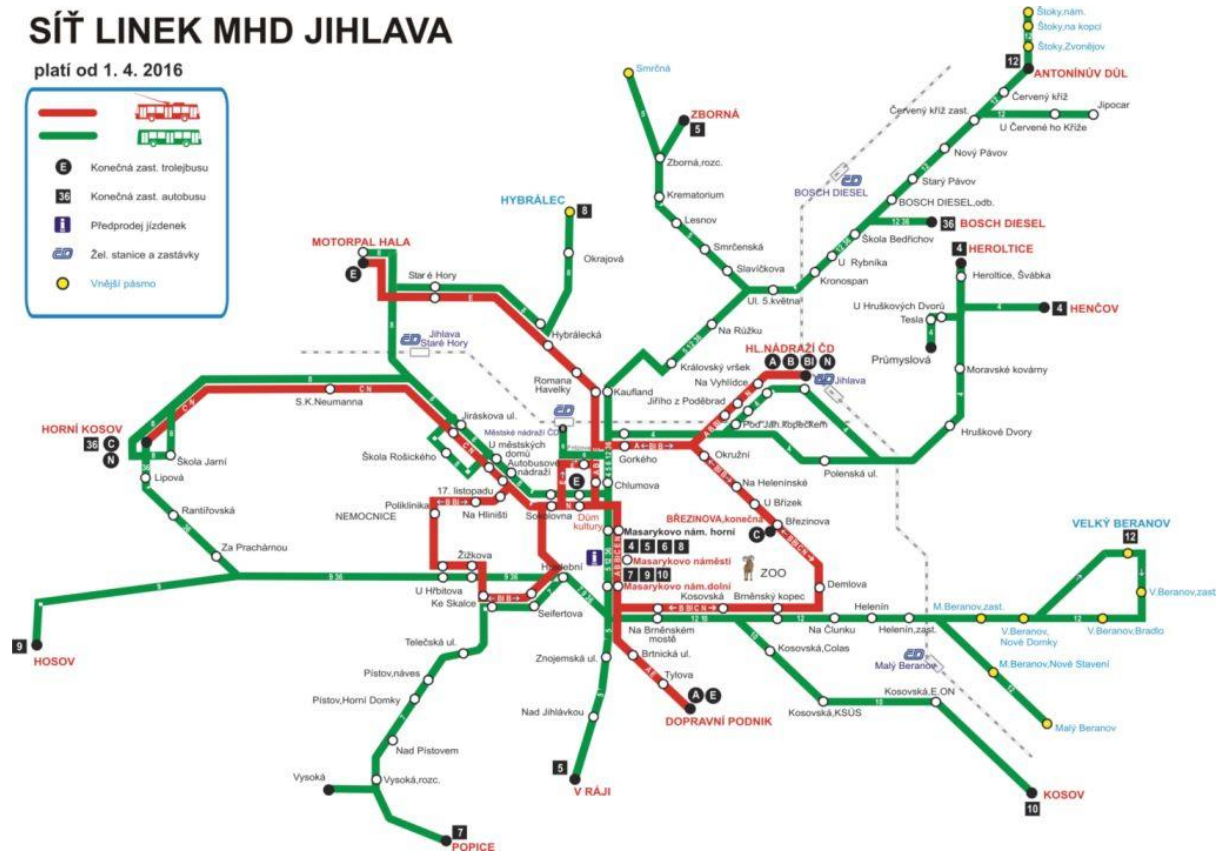
¹⁰ Zdroj: *Jihlava: statutární město* [online]. Jihlava, 2016 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: http://www.jihlava.cz/VismoOnline_ActionScripts/File.ashx?id_org=5967&id_dokumenty=500098

¹¹ Zdroj: České dráhy. *Správa železniční dopravní cesty: Mapa zveřejněná v knižním jízdním řádu* [online]. © 2009-2012 SŽDC [cit. 2016-05-29]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/o-nas/zeleznicni-mapy-cr.html>

3.2.3 Hromadná doprava

Dopravní podnik města Jihlavy, a.s. (DP Jihlava) je provozovatelem přepravy cestujících na celém území města, kterou zajišťuje prostřednictvím 5 trolejbusových a 8 autobusových linek, což v detailu je zobrazeno na obrázku č. 2 – Síť linek MHD Jihlava.¹²

Hromadnou dopravu pro cestující zajišťují i mezinárodní a dálkové autobusové linky různých dopravců.



Obrázek 2 Síť linek MHD Jihlava (zdroj: Schéma sítě MHD)¹³

Nyní se v Jihlavě připravuje projekt na zkvalitnění přepravy osob, jehož cílem by měla být výstavba dopravního terminálu, který má plánovanou kapacitu až 4 000 cestujících osob denně. Jeho strategické umístění v blízkosti vlakového nádraží by pak mohlo uživatelům hromadné přepravy zpříjemnit a usnadnit přestupy, jako tomu je v sousedním Havlíčkově Brodě, a to zejména přejít

¹² Zdroj: Dopravní podnik města Jihlavy, a.s.: Schéma sítě MHD [online]. Copyright 2000 - 2005 Miro International Pty Ltd. [cit. 2016-03-29]. Dostupné z: <http://www.dpmj.cz/www/mambo/schema.html>

¹³ Zdroj: Dopravní podnik města Jihlavy, a.s.: Schéma sítě MHD [online]. Copyright 2000 - 2005 Miro International Pty Ltd. [cit. 2016-03-29]. Dostupné z: <http://www.dpmj.cz/www/mambo/schema.html>

„suchou nohou“ mezi vlakovou dopravou, linkovou autobusovou dopravou a městskou hromadnou dopravou (dále jen MHD).¹⁴

3.2.4 Cyklistická doprava

Jihlava stejně jako jiná města využívá dotačních programů Státního fondu dopravní infrastruktury pro cyklo dopravu. Síť cyklistických stezek a tras je rozdělena do třech úrovní. První úrovní jsou tzv. Greenway trasy, což je značení pro trasy vedoucí zelenými údolími rovin, druhou jsou radiální trasy, které vedou z příměstských a okrajových částí města do jeho středu, a poslední úrovní jsou trasy tangenciální propojující paprskovitě vedené trasy.¹⁵

3.2.5 Letecká doprava

Henčov je letiště vzdálené necelé 4 kilometry severovýchodně od města Jihlavy. Jedná se o vnitrostátní letiště, jehož nejvýznamnějším provozovatelem je Aeroklub Jihlava. Povrch o rozměrech 920 x 160 metrů letiště je travnatý a využívá se k cvičným a sportovním účelům.¹⁶

3.3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU S VYUŽITÍM DOSTUPNÝCH DAT

3.3.1 Význam řešené oblasti

Jedná se o velmi důležitou část města, kde dochází ke styku hospodářské, historické a dopravní oblasti. Z důvodu blízkosti styku silnic II/523 a II/602 dochází k problémům především v oblasti přepravy osob městskou hromadnou dopravou. Mnoho linek trolejbusové a automobilové dopravy je vedeno přes Masarykovo náměstí, kvůli častým kongescím a kolonám pomalu jedoucích vozidel dochází především na křižovatce Znojemská x Hradební (II/523 x II/602) ke zdržení vozidel.

V této závěrečné práci se budeme zabývat významnou historickou a dopravní oblastí města. Zkoumaná oblast historického centra Jihlavy je vymezená ulicemi Benešova, Palackého, Komenského, Křížová, Lazebnická, Brněnská, Hradební, Znojemská. Důležitým dopravním uzlům ležícím na těchto ulicích bylo přiřazeno kódové identifikační označení (dále jen ID), pod kterým budou nadále vedeny v této práci. Pro větší přehlednost jsou jednotlivé křižovatky uvedeny v následující tabulce (tabulka 1) i s patřičným ID a graficky zaneseny do mapy (viz obrázek 3).

¹⁴ Zdroj: *Jihlava: statutární město: Tiskové zprávy > Výstavba dopravního terminálu startuje* [online]. [cit. 2016-05-29]. Dostupné z: http://www.jihlava.cz/prostor-pred-budovou-mestskeho-vlakoveho-nadrazi-v-jihlave-kde-vznikne-dopravni-terminal/g-12847/id_obrazky=17925&typ_sady=1

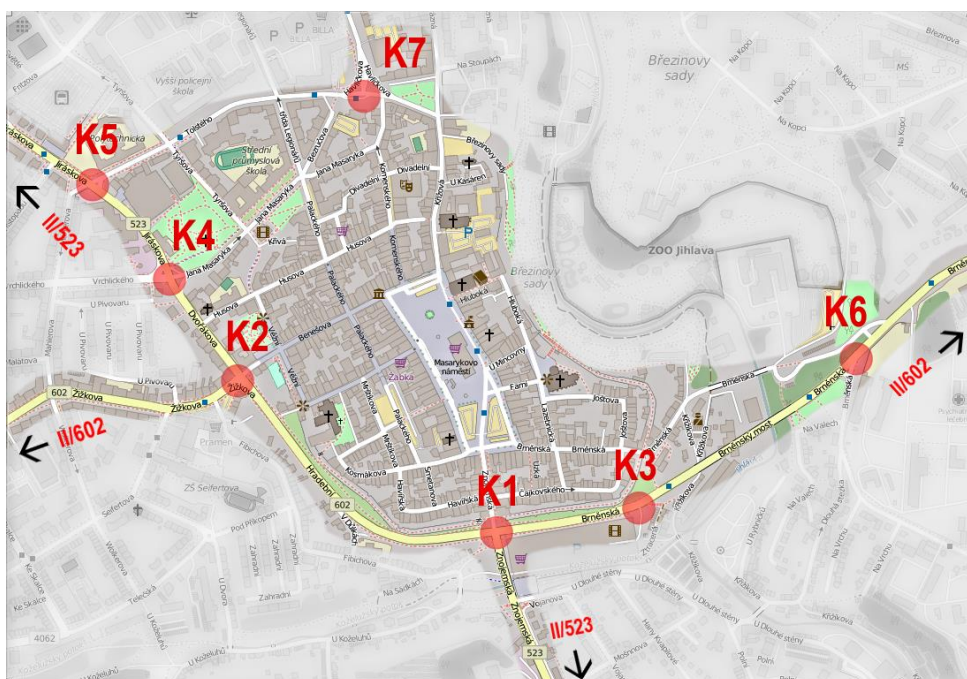
¹⁵ Zdroj: *Jihlava: statutární město* [online]. Jihlava, 2016 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: http://www.jihlava.cz/VismoOnline_ActionScripts/File.ashx?id_org=5967&id_dokumenty=500098

¹⁶ Zdroj: *Jihlava: statutární město* [online]. Jihlava, 2016 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: http://www.jihlava.cz/VismoOnline_ActionScripts/File.ashx?id_org=5967&id_dokumenty=500098

Tabulka 1 Seznam řešených křižovatek se SSZ

ID	Křižovatka
K1	Znojemská x Hradební (II/523xII/602)
K2	Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova)
K3	Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park
K4	Dvořákova (II/523) x Jiráskova (II/523) x Vrchlického
K5	Jiráskova (II/523) x Tolstého
K6	Brněnská (II/602) x Kosovská x ZOO
K7	Havlíčková x Tolstého

Vyjma křižovatky K6 – Brněnská (II/602) x Kosovská x ZOO a K7 - Havlíčkova x Tolstého se jedná o křižovatky řízené světelným signalizačním zařízením (dále jen SSZ). Další vjezdy z místních nebo účelových komunikací nebyly natolik významné, a proto zde nejsou uvedeny.



Obrázek 3 Řešená oblast historického centra Jihlavy (Zdroj: OpenStreetMap.org)¹⁷

Řešená oblast je centrem kultury, obchodu, pohostinství a dále pak správním centrem města. Historický ráz města je patrný především při ulici Hradební a Brněnská, kde se dochovalo původní městské opevnění. Centrum je tak z jihu ohraničeno hradbami, ze severu ulicí Tolstého a z východu Brezinovými sady. V blízkosti jižní části Masarykova náměstí je důležité křížení silnic II/523 a II/602 (ulice Hradební a Znojemská), křižovatka K1. K posouzení a analýze současného stavu byly užity následující podklady.

¹⁷ Zdroj: *OpenStreetMap* [online]. OpenStreetMap® [cit. 2016-05-29]. Dostupné z: <http://www.openstreetmap.org/relation/440427>

3.4 DOSTUPNÉ PODKLADY

Podklady dodané magistrátem města Jihlava:

- Digitální výškopis a polohopis města
- Podkladová katastrální mapa
- Digitální technická mapa města
- Pasport dopravního značení
- Dopravní řešení zadané oblasti
- Dopravní průzkum MHD v Jihlavě 2015

Podklady dodané od ostatních subjektů spolupracujících s městem Jihlava:

- Intenzity dopravy získané z křižovatkových detektorů (TS Jihlava)
- Záznamy o průjezdu vozidel MHD křižovatkou Znojemská x Hradební (II/523xII/602) PATRIOT, spol. s r.o.
- Statistické vyhodnocení nehodovosti v silničním provozu na vybrané lokalitě (Policie ČR)

Podklady týkající se způsobu řízení jednotlivých světelně řízených křižovatek nebyly přes všechny snahy získány od poskytovatele služeb (PATRIOT, spol. s r.o.), jakožto součást obchodního tajemství, které by mohly ohrozit budoucí akvizice této firmy.

Na základě dodaných podkladů a dodatečných průzkumů zadané lokality byla aktualizovaná technická mapa, tak aby mohla být užitá jako podklad pro návrh budoucích opatření a zároveň mohla sloužit jako podklad pro tvorbu mikroskopické simulace.

3.4.1 K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602)

Čtyřramenná průsečná křižovatka silnic II/523 a II/602 s místní komunikací Znojemská. Hlavní ulice je ve směru Brněnská – Hradební, vedlejší komunikace Znojemská. Na rameni Brněnská (označení VA) se nachází 3 řadící pruhy, které jsou samostatně pro jízdu přímo (každý šíře 3,5 m, pravý jízdní pruh 3,5 + přídlažba 0,25 m), doprava a doleva. Příímí pruh vedoucí od brněnského mostu se mění v řadící pruh pro levé odbočení, samostatný průběžný jízdní pruh je proveden v délce cca 55 m. Řadící pruh pro levé odbočení je proveden v délce cca 30 m. Celkové uspořádání ramene Brněnská je 3+1 pruh. Přes rameno Brněnská vede přechod pro chodce v délce 19 m, šíře 4 m. Na rameni Znojemská (u obchodního domu City Park, označení VB) jsou dva jízdní pruhy, levý jízdní pruh slouží pouze pro levé odbočení (šíře 3,25 m). Pravý řadící pruh je společný pro jízdu přímo a pravé

odbočení (šíře 3,25 m). Celkové uspořádání je 2+1 pruh. Přes rameno Znojemska vede přechod pro chodce v délce cca 10 m, šíře 4 m. Na rameni Hradební se nachází 3 řadící pruhy (označení VC), které jsou samostatně pro jízdu přímo, doprava a doleva. Ulice Hradební je v uspořádání 2+2 jízdní pruhy. Levý průběžný jízdní pruh přechází v levý odbočovací pruh. Pravý průběžný pruh přechází v jízdní pruh pro jízdu přímo. Délka řadícího pruhu pro pravé odbočení je cca 45 m. Přes rameno Hradební vede přechod pro chodce v délce cca 18 m, šíře 4 m. Celkové uspořádání 3+2 jízdní pruhy. Na rameni Znojemska (směr Masarykovo náměstí, označení VD) jsou dva jízdní pruhy. Levý řadící pruh je společný pro pravé odbočení a pro jízdu přímo (šíře 2,75 m). Pravý jízdní pruh je vyhrazený pro levé odbočení, šíře 2,75 m. Před rameno VD vede přechod pro chodce o délce 10 m, šíře 4 m. Celkové uspořádání 2+1 jízdní pruh.

3.4.1.1 Způsob řízení

Jedná se o křižovatku řízenou pomocí dynamického SSZ s preferencí MHD. Signální plán křižovatky je tvořen dynamicky a jeho délka je odvislá od dopravní zátěže (závislost na dopravní zátěži a časovém horizontu). Jednotlivé signální skupiny jsou skládány do neoptimálnějších kombinací, tak aby byl zajištěn co možná neoptimálnější průjezd vozidel a zároveň byla preferována MHD. Preference MHD se projevuje ve zkrácení jednotlivých „přechodných fází“, kdy jsou užity pouze minimální doby signálu VOLNO. Délka cyklu tak není stálá a je proměnná v čase. Vozidlo MHD přijíždějící ke křižovatce se přihlásí na detektoru, kdy je v programu vyhodnoceno, zdali vozidlo jede s časovou rezervou, na čas a se zpožděním. Následně dojde k podržení signálu volno na rameni, na kterém se autobus/trolejbus nachází. Popřípadě dojde ke zkrácení ostatních „přechodných fází“ na minimální dobu. Přechody pro chodce jsou zařazeny na výzvové tlačítko a nemusí tak být v cyklu užity, pokud nepřijde výzva. Koordinace zelené vlny je s křižovatkou Brněnská x výjezd obchodní dům City Park.

Záložní pevný signální plán, sled fází ani posouzení nebylo dodáno. Z tohoto důvodu se lze jen domnívat, že program firmy Patriot je natolik sofistikovaný, že dokáže předpovídat poruchy detektorů a automaticky sestaví samostatný pevný signální plán s ideální kombinací světelných signálů a pevně do něj zařadí všechny směry a přechody pro chodce. V opačném případě se podařilo v Brně vynalézt systém, který nepočítá s poruchou. Popřípadě je nerozbitný, což by bylo opravdu světově unikátní.

3.4.2 K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova)

Čtyřramenná průsečná křižovatka silnic II/523 x II/602 a místní komunikace Benešova. Hlavní ulice je ve směru Hradební – Dvořákova, vedlejší silnice je II/602 Žižkova a místní komunikace Benešova. Na rameni Hradební (označení VA) se nachází 2 jízdní pruhy. Samostatný řadící pruh pro levé odbočení (šíře 3,5 m) a pravý řadící pruh společný pro jízdu přímo (šíře 3,5 m + 0,25 m přídlažba). Přes rameno Hradební vede přechod pro chodce v délce 14 m, šíře 4 m. Celkové uspořádání je 3+2. Na rameni Žižkova (označení VB) se nachází dva řadící pruhy. Samostatný řadící pruh pro levé odbočení (šíře 4 m). Samostatný řadící pruh pro pravé odbočení (lokálně zúžený na šíři 3,25 m + 0,25 m přídlažba). Přes rameno Žižkova vede přechod pro chodce v délce 10,5 m, šíře 4 m. Celkové uspořádání ramena Žižkova je 2+1 jízdní pruh. Na rameni Dvořákova (označení VC) se nachází dva jízdní pruhy. Levý jízdní pruh je průběžný jízdní pruh určený pro jízdu přímo (šíře 3,25 m). Pravý řadící pruh je společný pro jízdu přímo a pro pravé odbočení (šíře 3 m + 0,25 m přídlažba). Přes rameno Dvořákova vede přechod pro chodce v délce 10,5 m, šířce 4 m. Celkové uspořádání ramene Dvořákova je 2+1 jízdní pruhy. Na rameni Benešova (označení VD) se nachází dva řadící pruhy. Samostatný řadící pruh pro levé odbočení a pravý řadící pruh pro jízdu přímo a pro pravé odbočení. Ve skutečnosti je na rameni jeden společný řadící pruh pro všechny typy jízdy oblastí křižovatky a zbývající prostor je užíván podélně parkujícími vozidly (šíře 5,5 m). Přes rameno Benešova vede přechod pro chodce v délce 10 m, šířky 4 m. Celkové uspořádání ramena Benešova je 2+0 jízdní pruhy.

3.4.2.1 Způsob řízení

Jedná se o křižovatku řízenou pomoc dynamického SSZ s preferencí MHD. Signální plán křižovatky je tvořen dynamicky a jeho délka je odvislá od dopravní zátěže (závislost na dopravní zátěži a časovém horizontu). V průběhu dne dochází k překládání signálního plánu podle aktuální dopravní zátěže. Princip řízení je obdobný s křižovatkou Znojemská x Hradební (II/523xII/602).

3.4.3 K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park

Tříramenná styková křižovatka silnic II/602 a účelové komunikace z obchodního domu City Park. (dále jen OC City Park). Hlavní silnice je dána silnicí II/602 ulice Brněnská. Na rameni Brněnská (směr Brněnský kopec, označeno VA) se nachází dva řadící pruhy. Levý řadící pruh je průběžný a slouží pro jízdu přímo (šíře 3,25 m). Pravý řadící pruh slouží pro levé odbočení (šíře 3 m). Celkové uspořádání ramene VA Brněnská je 2+1 jízdní pruh. Na rameni účelové komunikace z obchodního domu City Park (označeno VB) se nachází dva jízdní pruhy. Samostatný pruh pro levé odbočení a samostatný řadící pruh pro pravé odbočení (šíře 2,75 m + 0,25 m přídlažba). Přes rameno VB

vede přechod pro chodce v délce 10 m, šíře 4 m. Na rameni Brněnská (směr Masarykovo náměstí, označení VC) se nachází 2 jízdní pruhy. Levý jízdní pruh určený pro jízdu přímo (šíře 3,25 m) a pravý jízdní pruh určený pro pravé odbočení (šíře 3 m). Mezi protisměrnými proudy je vložen dělicí ostrůvek (šíře 2 m, délky 8 m) z důvodu větší bezpečnosti chodců. Přechod pro chodce na rameni VC a vedoucí ze středního dělicího ostrůvku směrem k OC City park je proveden v délce 7 m, šířce 4 m. V blízkosti ramene VA Brněnská se nachází autobusová zastávka Na Brněnském mostě.

3.4.3.1 Způsob řízení

Jedná se o křižovatku řízenou pomocí dynamického SSZ s preferencí MHD. Signální plán křižovatky je tvořen dynamicky a jeho délka je odvislá od dopravní zátěže (závislost na dopravní zátěži a časovém horizontu). Křižovatka je v koordinaci s křižovatkou Znojemská x Hradební (II/523xII/602). Přechody pro chodce jsou na výzvolné tlačítko, načež je požadavek zařazen do řadiče SSZ.

3.4.4 Masarykovo náměstí

Historické centrum města Jihlavy, uliční síť je pravoúhlého uspořádání s centrální částí pro pěší. Oblast centra je ze tří stran ohraničena původním městským opevněním. Z tohoto důvodu identifikujeme pouze několik vjezdů a výjezdů do a z oblasti. Spodní část Masarykova náměstí je dopravně oddělena od horní části náměstí, s výjimkou vjezdu v horní části náměstí, kde přes ulici Palackého a Kosmákova se lze dostat na spodní stranu. Tato možnost je vyhrazena pouze dopravní obsluze. Přes náměstí vede diagonálně silnice, která vede od ulice Znojemská k ulici Křížová, tato cesta je vyhrazena pouze pro vozidla městské hromadné dopravy. Ostatní řidiči, kteří by chtěli zaparkovat na parkovišti u pošty v horní části náměstí, musí užít příslušného vjezdu z ulice Křížová. Stejně je tomu tak i pro řidiče, kteří by chtěli jet z náměstí přímo na křižovatku Znojemská x Hradební (II/523xII/602). Kryt silnice v prostoru náměstí je z dlažby a na mnoha místech vykazuje porušení.

V prostoru náměstí je možné parkovat na parkovišti u pošty v horní části náměstí (44 míst), u Zlaté Hvězdy v dolní části náměstí (18 míst), u ČSOB v dolní části náměstí (70 míst) a u obchodního domu Baťa (18 míst). Dále je tu možnost podélného parkovacího pásu při levé a pravé straně náměstí. Parkoviště jsou zpoplatněna v době od pondělí do pátku od 7:00 do 18:00 a sobotu od 7:00 do 12:00. V neděli je parkování zcela bez poplatku.¹⁸

¹⁸ Zdroj: Parkovací místa. *Oficiální stránky města Jihlavy* [online]. Jihlava, 2007, 17. 3. 2015 [cit. 2016-05-27]. Dostupné z: <http://www.jihlava.cz/parkovaci-mista/d-276540/p1=49380>

Obsluhu náměstí MHD dopravou zajišťují trolejbusové linky A, B, BI, C, E a N. a autobusové linky 5, 12, 36 na zastávce Masarykovo náměstí. Linky autobusu 4, 5, 6, 8 na zastávce Masarykovo náměstí horní a linky autobusu 7, 9, 10 na zastávce Masarykovo náměstí dolní.¹⁹

3.5 DOPRAVNÍ PRŮZKUMY

V období od dubna do června roku 2014 bylo provedeno několik dopravních průzkumu v zadané lokalitě. Postupně byl proveden směrový průzkum oblasti, aby byly zjištěny hlavní směry pohybů v dané oblasti. V návaznosti na tento průzkum byl proveden směrový průzkum na křižovatkách K1 a K2, z kterého byl proveden audiovizuální záznam. Audiovizuální záznam dále bude užit jako podklad pro kalibraci mikroskopické simulace. V průběhu jara 2016 byl proveden profilový průzkum rychlosti na ulici Hradební, tak aby získané charakteristiky dopravního proudu mohly být použity pro zpřesnění dopravního modelu. Na tento průzkum navazoval průzkum s užitím plovoucího vozidla se záznamem GPS souřadnic a audiovizuálním záznamem trasy.

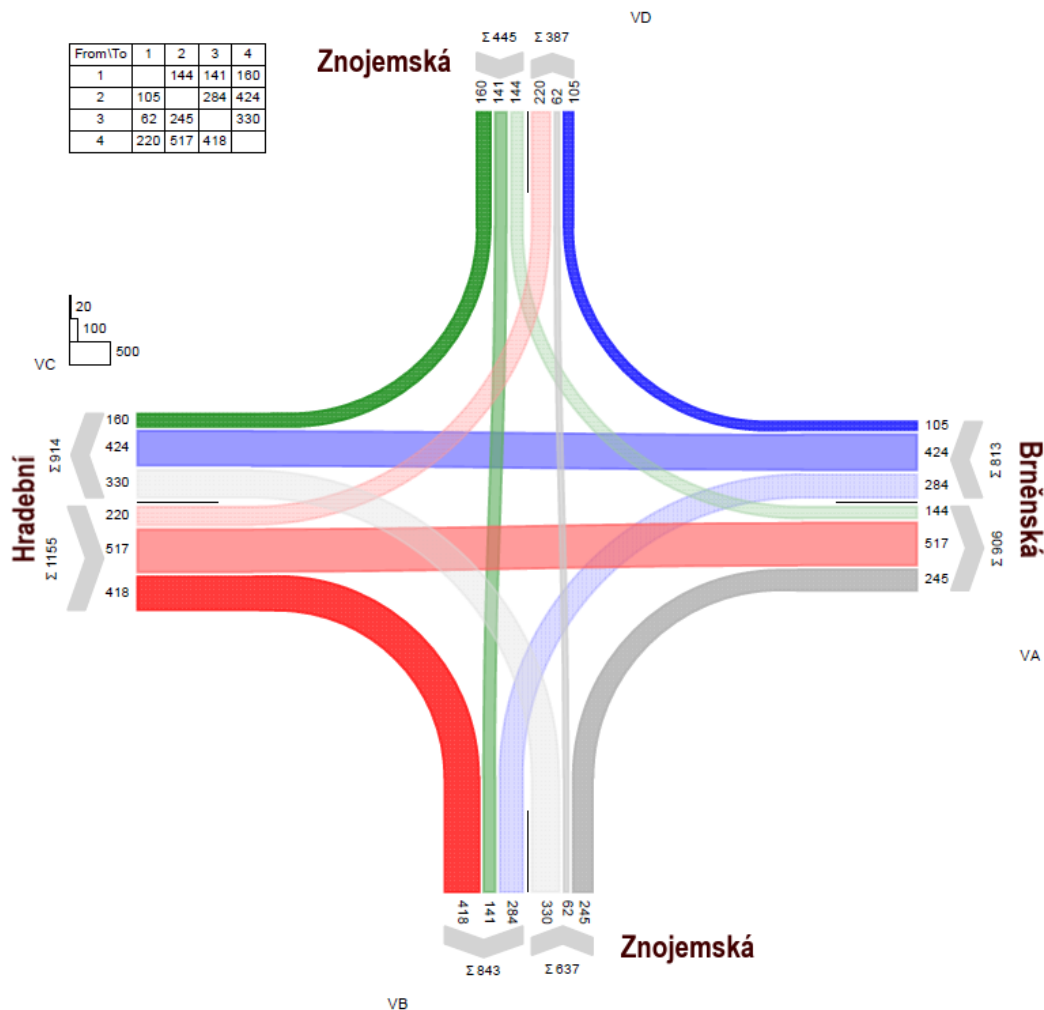
Kromě dopravních průzkumů bylo provedeno i několik místních šetření, kde byl zjišťován technický stav komunikací a bezpečnostní opatření týkající se opatření pro ochranu chodců a řidičů vozidel.

3.5.1 Směrový průzkum

Dne 15. 5. 2015 byl proveden směrový průzkum na křižovatkách Znojemská x Hradební (II/523xII/602) a Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova). Panovalo slunečné počasí s občasnou oblačností, teplota vzduchu byla okolo 20 °C. Byl pořízen 8 hodinový záznam v době od 8:00 – 12:00 a dále od 13:00-17:00. Záznamy byly dále vyhodnoceny a zpracovány dle TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích. Byly zaznamenány následující skupiny vozidel: osobní vozidla (dále jen OA), lehká nákladní vozidla (dále jen LNV) a těžká nákladní vozidla (dále jen TNV), intenzity městské hromadné dopravy (dále jen MHD) a veřejné hromadné dopravy (dále jen VHD) nebyly zaznamenávány. Intenzity byly převedeny na roční průměr denních intenzit a byly stanoveny výhledové intenzity dopravy pro rok 2035 dle TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy. Výsledné hodnoty byly graficky zpracovány, na následujícím obrázku je patrný zátěžový diagram ve špičkové hodině pro křižovatku se SSZ Znojemská x Hradební (II/523xII/602).

¹⁹ Zdroj: Síť linek MHD Jihlava. *Dopravní podnik města Jihlavy, a. s.* [online]. Jihlava, [2016] [cit. 2016-05-27]. Dostupné z: <http://www.dpmj.cz/www/mambo/schema4.html>

3.5.1.1 Znojemská x Hradební (II/523xII/602)



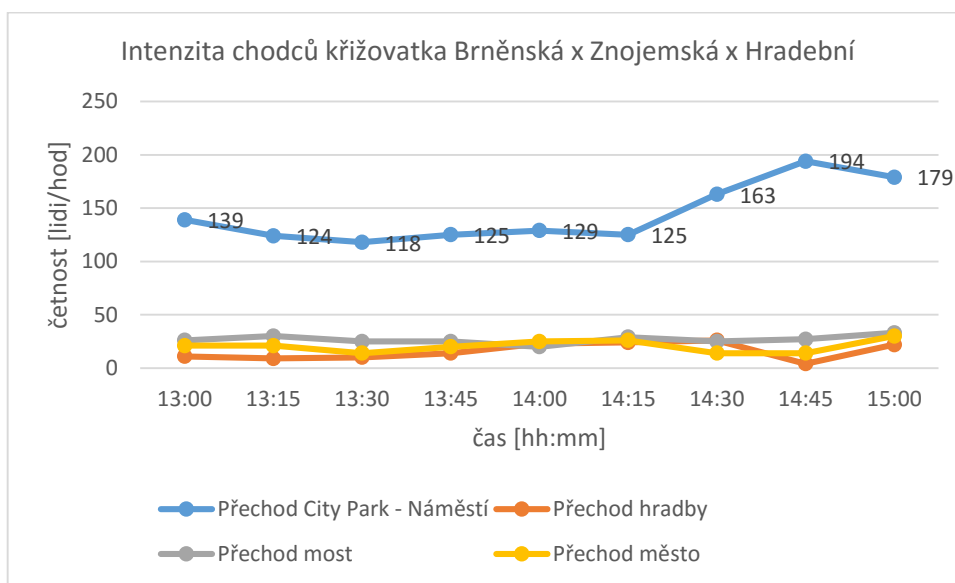
Obrázek 4 Zátěžový diagram Znojemská x Hradební (II/523xII/602)

Nejvyšší intenzity dopravy byly zaznamenány na ulici Hradební a Brněnská (obr. 4). Především ve špičkové hodině mezi 14:30 -15:30 zde dochází k tvorbě kongescí a kolon pomalu jedoucích vozidel, průměrná délka kolony na ulici Hradební je 75 m, na ulici Brněnská pak okolo 60 m. Pomalu jedoucí kolony vozidel a místy vznikající kongesce na rameni VA Brněnská způsobují nedostatečné využití řadícího pruhu pro pravé odbočení na ulici Znojemská (směr Masarykovo náměstí), pravý pruh má délku cca 30 m. Stejný problém je pak i na řadícím pruhu pro jízdu rovně z ulice Brněnská na ulici Hradební, kde délka řadící pruhu dosahuje délky cca 55 m. Je zde také silné levé odbočení z ulice Hradební do ulice Znojemská (284 voz/hod, 3 120 voz/den), kde dochází k tvorbě pomalu jedoucích kolon vozidel. Silné levé odbočení je také z ulice Znojemská (most) na ulici Hradební, celkově 330 voz/hod a 4 356 voz/den. Problémy na této křižovatce, jakožto významnému styku dvou silnic II/523 a II/602 má za následek šíření šokových vln do sítě městských silnic. Především pak

na hlavním vnitroměstském tahu vedoucím ulicemi Brněnská, Hradební, Jiráskova, Na Dolech a Humpolecká. Intenzity dopravy získané průzkumem byly verifikovány a validovány s intenzitami naměřenými na detektorech umístěných na jednotlivých řadících pruzích. V důsledku umístění detektoru na společném jízdním pruhu pro odbočení vpravo a rovně bylo nutné provést doplňkový průzkum intenzit dopravy.

Kromě intenzit dopravy byly zaznamenány také intenzity pěší dopravy. Hlavní směr pěší dopravy vede od Masarykova náměstí směrem k obchodnímu domu City Park a dále pak přes ulici Znojemská směrem k ulici Hradební na paprsku VB. Ve špičkové hodině od 14:30 -15:30 projde přechod přes ulici Brněnská celkově 377 lidí/hod ve směru Masarykovo náměstí a 458 lidí/hod ve směru obchodní dům City Park. Přechod přes ulici Hradební projde ve směru Znojemská (most) 44 lidí/hod a ve směru Masarykovo náměstí 47 lidí/hod. Pro lepší představu byla graficky zpracována intenzita na jednotlivých přechodech na křižovatce Znojemská x Hradební (II/523xII/602), viz níže.

Tabulka 2 Intenzita chodců křižovatka Brněnská x Znojemská x Hradební

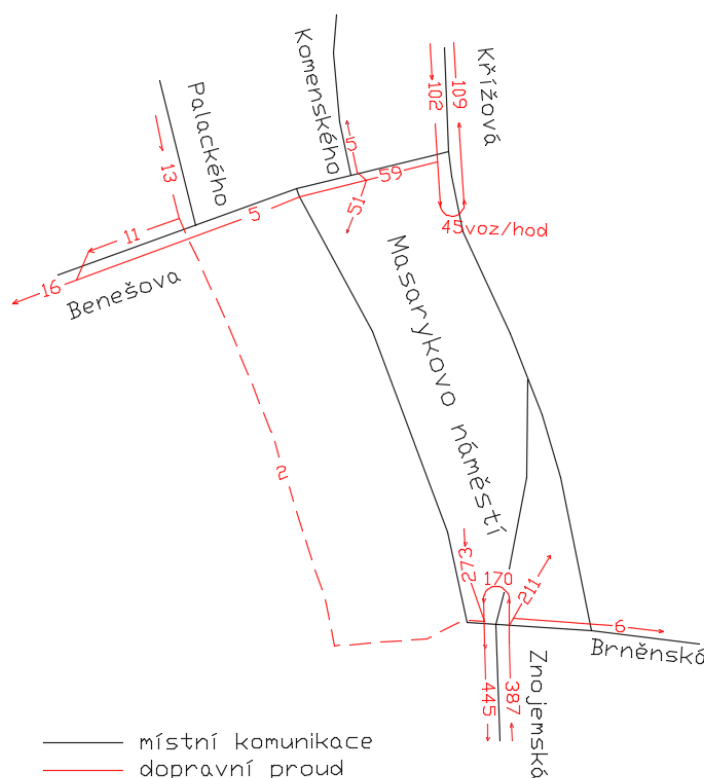


Intenzita chodců na přechodě přes ulici Hradební je oproti přechodu na ulici Brněnská zanedbatelná. Z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví chodců jsou na křižovatce celkově dva nevyhovující přechody. Jedná se o přechod přes ulici Hradební v délce cca 18 m a dále pak přes ulici Brněnská v délce cca 19 m. Velké délky přechodů mají za následek nadbytečně dlouhou dobu mezičasů, která se projeví ve výsledné délce cyklu. Jedná se tak o ztrátový čas.

Z audiovizuálního záznamu dále vyplývají nebezpečné situace (skoronehody) mezi kolizními směry. Především pak mezi vozidly odbočujícími vlevo z ulice Hradební na ulici Znojenská (směr Masarykovo náměstí) a vozidly jedoucími přímo z ulice Brněnská na ulici Hradební, kde z možné nekázně řidičů či nedostatečně dlouhých mezičasů vznikají skoro kolizní situace. Řidiči jedoucí v přímém směru jsou nezřídka nuceni zasáhnout a změnit směr jízdy, či deakcelarovat.

3.5.1.2 Masarykovo náměstí

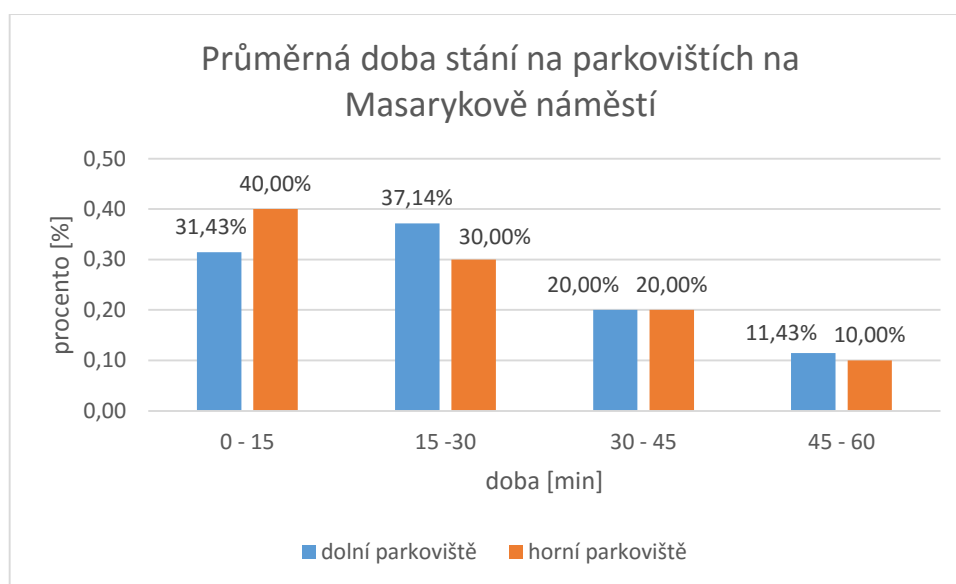
Dne 18. 5. 2015 byl proveden směrový průzkum na vjezdech do oblasti Masarykova náměstí. V době od 8:00 – 12:00 a od 13:00-17:00 byly zaznamenávány do sčítacích archů poslední 4 čísla státních poznávacích značek vozidel. Z dřívějších místních šetření zkoumané oblasti byly vytipovány celkově 3 důležité vjezdy (ulice Znojenská, ulice Křížová a ulice Palackého) a 5 výjezdů (ulice Znojenská, Křížová, Brněnská, Komenského a Benešova). Výjezd z ulice Znojenská vede na křižovatku Znojenská x Hradební (II/523xII/602) a výjezd z ulice Benešova vede na křižovatku Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova). Na jednotlivých vjezdech i výjezdech byli umístěni sčítači dopravy. Grafický záznam jednotlivých směrů ve zkoumané oblasti je patrný z následujícího grafického zpracování (obr. 5).



Obrázek 5 Hlavní trasy vozidel na Masarykově náměstí ve špičkové hodině od 14:30 - 15:30

Z obrázku je patrné, že většina vozidel využívá k vjezdu a výjezdu pouze dvě ulice a to ulici Znojemskou a ulici Křížovou. V závislosti na vjezdu na náměstí je užíváno i jednotlivých parkovacích stání. Většina vozidel, která přijela ulicí Znojemská, užívá centrálních parkovišť v dolní části náměstí (parkoviště u Zlaté Hvězdy, 56 míst a parkoviště u ČSOB, 70 míst). Stejně tak většina vozidel, která přijíždí ulicí Křížová, využívá k parkování parkoviště v horní části náměstí (parkoviště u pošty, 44 míst a parkoviště u obchodního domu Baťa, 18 míst). Vznikají tu tak dva oddělené dopravní okruhy.²⁰

Pouze 2 řidiči přejeli z horního konce náměstí na dolní (vjezd ulicí Palackého, výjezd ulicí Brněnská. Minimum řidičů pokračovalo dále ulicí Brněnská. Celkově dolním vjezdem (ulice Znojemská) vjelo 387 řidičů, z nichž 170 řidičů pobýlo na náměstí dobu kratší, než 60 min. Zbylých 211 řidičů parkovala na náměstí delší dobu, popřípadě jejich cesty vedly do bočních ulic (6 řidičů), které nebyly obsazeny sčítači. Hodinový obrat řidičů na horní části náměstí činil 45 vozidel. Z následujícího grafu je vidět procentuální zastoupení jednotlivých parkujících vozidel na Masarykově náměstí v jednotlivých časových intervalech (obr. 6).



Obrázek 6 Průměrná doba stání na parkovištích na Masarykově náměstí

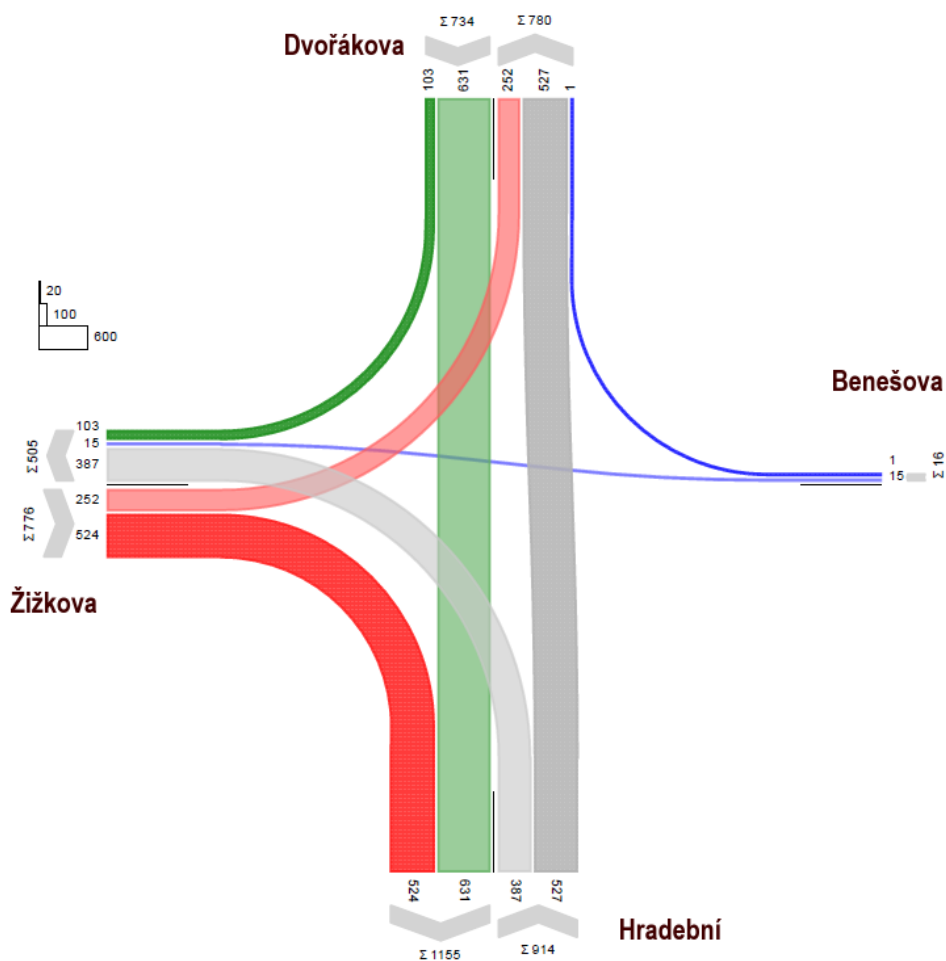
Z grafu je patrné, že nejvíce vozidel využívá parkování maximálně po dobu 30 min (68,57% všech řidičů na spodních parkovištích a 70% všech řidičů na horních parkovištích Masarykova náměstí. Přes třetinu parkujících odstavilo svůj vůz na dobu delší než 30 min a jenom desetina řidičů

²⁰ Zdroj: Parkovací místa. *Oficiální stránky města Jihlavy* [online]. Jihlava, 2007, 17. 3. 2015 [cit. 2016-05-27]. Dostupné z: <http://www.jihlava.cz/parkovaci-mista/d-276540/p1=49380>

parkovala déle než 45 min a méně než 60 min. Obsazenost parkovišť byla v době průzkumu na 85 – 90% kapacity na parkovišti u pošty v horní části Masarykova náměstí a cca 90 – 100% na parkovištích v dolní části.

3.5.1.3 Znojemská x Hradební (II/523xII/602)

Po vyhodnocení audiovizuálního záznamu a spárováním s dat z detektoru byl převedeny intenzity zjištěné v době průzkumu na roční průměrná denní intenzita (dále jen RPD). Pro špičkovou hodinu mezi 14:30 – 15:30 byl zpracován zátěžový diagram intenzit, viz níže (obr. 7).



Obrázek 7 Zátěžový diagram Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova)

Ze zátěžového diagramu je patrná vysoká intenzita dopravy na hlavním tahu ve směru Dvořákova – Hradební. Z Dvořákovy ulice jede denně 7 160 voz/den na ulici Hradební, což spolu s blízkostí křižovatky Dvořákova (II/523) x Jiráskova (II/523) x Vrchlického způsobuje nárazovou tvorbu kolon na ulici Dvořákova. Silné levé odbočení (397 voz/hod, 5 406 voz/den) z ulice Hradební na ulici Žižkova nezpůsobuje větší problémy. Je zde výrazný vliv neřízeného pravého odbočení z ulice

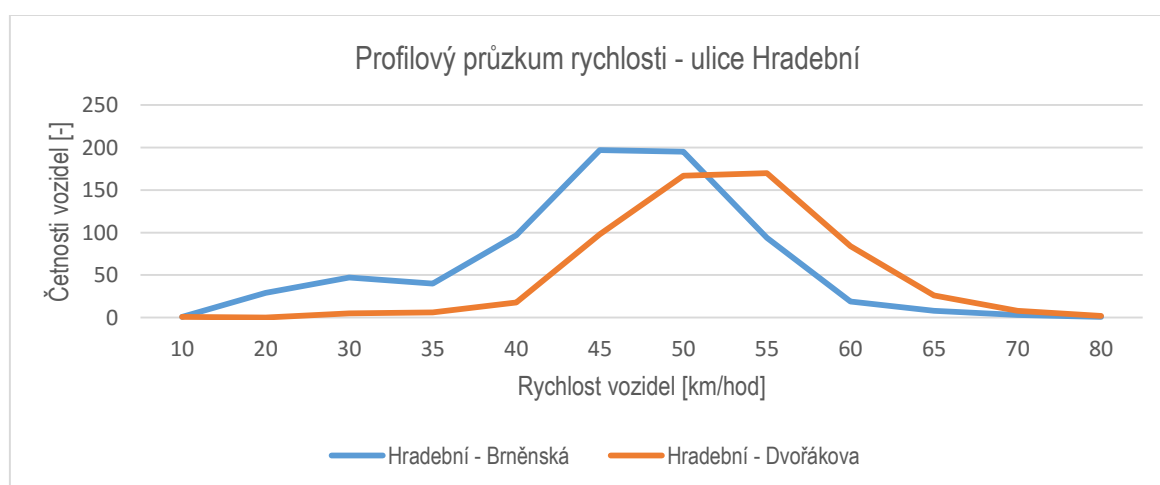
Žižkova na ulici Hradební (524 voz/hod, 6 646 voz/den). Což spolu s krátkým připojovacím pruhem (cca 25 m) na ulici Hradební způsobuje občasné problémy a kolizní situace při napojení na průběžný jízdni pruh. Výjezd z ulice Benešova je oproti ostatním ramenům minimální, je to dáno průjezdem vozidel pěší zónou, která je v době od Po – Pá mezi 0 – 11 hod a 17 – 24 hod průjezdná jen pro dopravní obsluhu.

Kromě průzkumu automobilové dopravy byl proveden i průzkum pěších. Nejvytíženějším přechodem je přechod přes rameno Hradební, kde v průměru projde 218 lidí/hod ve směru Žižkova a 239 lidí/hod ve směru Benešova k Masarykovu náměstí. Většina chodců ve směru Žižkova pak pokračuje dále přes neřízený přechod dál ve směru Žižkova. Naopak přechod přes jednosměrnou ulici Benešova skoro není využíván (celkově 30 lidí/hod v obou směrech), většina chodců přejde na signál STÚJ.

3.5.2 Profilový průzkum rychlosti

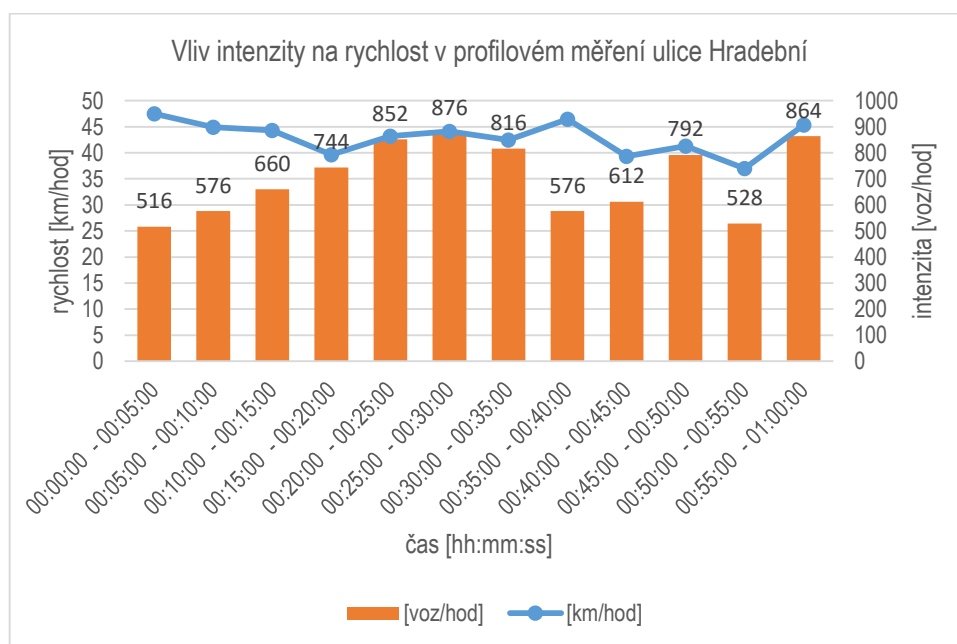
Dne 18. 3. 2016 byl proveden profilový průzkum rychlosti v ulici Hradební a ulici Brněnská. Průzkum byl proveden pomocí statického radaru Sierzega SR4, který byl umístěn ve výšce 1 m a pod úhlem cca 30° nad komunikací. Následně proběhla kalibrace měření za pomoci aplikace Terminal pro android. Kalibrovan byl na referenční vozidlo Škoda Octavia o celkové délce 4,5 m. Měření byly získány intenzity v jednotlivých směrech (+ ve směru Hradební – Brněnská, - ve směru Hradební – Dvořákova), rychlosti vozidel, časové odstupy a délky vozidel.

Jednotlivé záznamy byly zpracovány tak, aby mohly být užity jako podklad pro tvorbu mikroskopické simulace. Na následujícím grafu je znázorněn průběh rychlosti vozidel v závislosti na četnosti vozidel (obr. 8).



Obrázek 8 Profilový průzkum rychlosti - ulice Hradební (směr Dvořákova)

Většina vozidel jedoucích od křižovatky Znojemská x Hradební (II/523xII/602) ke křižovatce Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova) dodržovala povolenou rychlost v obci (50 km/hod). Celkem nedodrželo rychlost 17,82% řidičů. Z nichž v poměru k intenzitě jednotlivých druhů dopravy byly nejvíce neukáznění řidiči lehkých nákladních vozidel, rychlost nedodrželo 27,46% řidičů ze všech řidičů LNV. Dále pak řidiči osobních automobilů (15,96% ze všech řidičů OA). Ve směru od křižovatky Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova) ke křižovatce Znojemská x Hradební (II/523xII/602) nedodrželo rychlost 49,91% řidičů. Nejvíce neukáznění byli řidiči OA, 50,43% ze všech řidičů. Tedy více než polovina řidičů nedodržela předepsaný limit, důvodem je zřejmě dostatečně prostorná vícepruhová komunikace s dobrým povrchem a terénem svažujícím se od křižovatky Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova) ke křižovatce Znojemská x Hradební (II/523xII/602). Podobně dopadlo i měření řidičů LNV, z nichž rychlost nedodrželo 44,19% řidičů a TNV, z nichž rychlost nedodrželo rovných 50% řidičů. Vliv intenzity vozidel na rychlost je patrný z následujícího grafu (obr. 9).



Obrázek 9 Vliv intenzity na rychlost v profilovém měření ulice Hradební

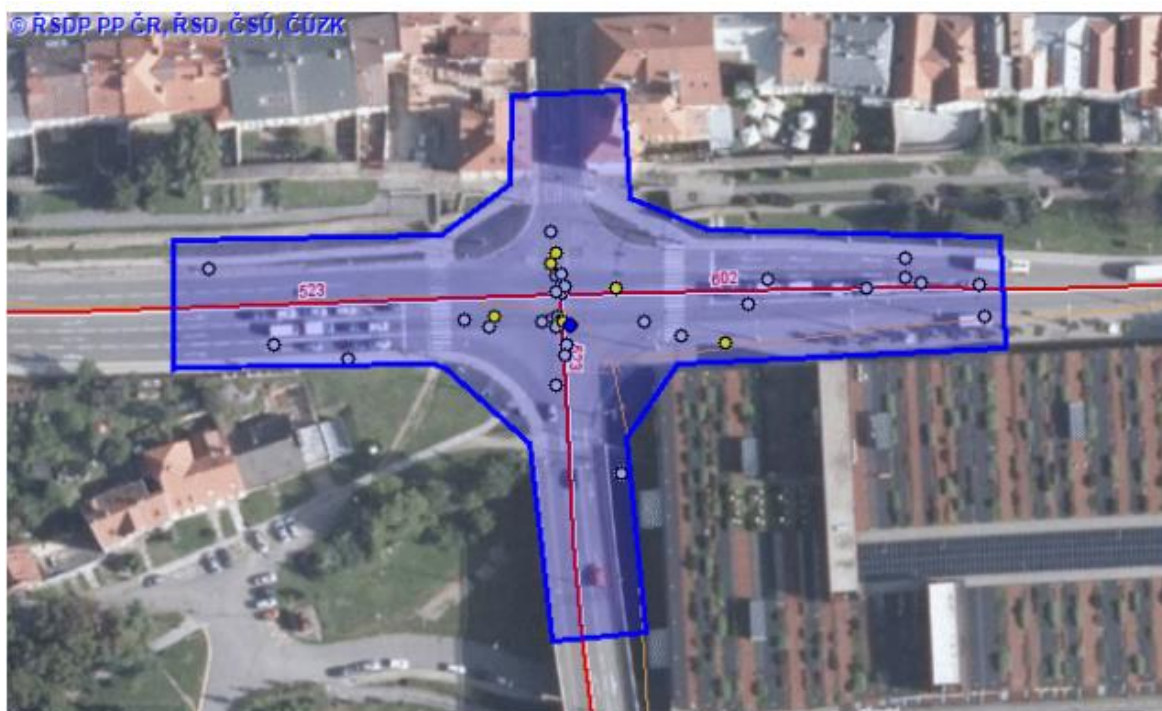
Z grafu je patrné, že je tu jistá míra závislosti mezi hodinovou intenzitou vozidel a rychlostí vozidel. Nejvíce patrné je to s nárůstem hodinové intenzity mezi 0 až 25 min, kdy dochází k poklesu rychlosti ze 44,5 km/hod na 44,1 km/hod.

3.5.3 Plovoucí vozidlo

Dne 18. 3. 2016 bylo užito plovoucího vozidla s GPS modulem ke zjištění jednotlivých charakteristik dopravní sítě ve městě Jihlava. Z naměřených dat byly získány základní charakteristiky, jako je čas jízdy, vzdálenost, rychlost a nadmořská výška. Měření probíhalo v době odpolední špičky. Nebylo ovlivněno žádnými nepříznivými vlivy, bylo slunečné počasí a intenzita dopravy vykazovala normální hodnoty, které na této okružní křižovatce běžně nastávají. Z hlediska zpřesnění výsledků byl zároveň zapisován ruční záznam rychlostí dle tachometru vozidla Škoda Octavia 1.4 TSI na jednotlivých úsecích tak, aby v případě ztráty příjmu signálu GPS nedošlo ke ztrátě dat o daných rychlostech a časech průjezdů.

3.6 NEHODOVOST V ZADANÉ LOKALITĚ

Byly analyzovány záznamy nehodovosti za pomoci jednotné vektorové dopravní mapy, která je tvořena společnou prací Policie ČR a Ministerstva dopravy ČR. Databáze je průběžně aktualizována a obsahuje záznamy v časovém horizontu od 1. 1. 2007 do 4. 4. 2016 (obr. 10).²¹



Obrázek 10 Statistické vyhodnocení dopravních nehod v mapě (MD ČR a Policie ČR) – K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602)

²¹ Zdroj: *Jednotná dopravní vektorová mapa* [online]. © 2006 Ministerstvo dopravy, 2016 Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. [cit. 2016-05-27]. Dostupné z: <http://www.jdvm.cz/>

Z analýzy nehodovosti křižovatky za období od 1. 1. 2007 do 4. 4. 2016 vyplývá, že došlo ke vzniku celkem 41 nehod, z nichž 8 bylo s následkem na zdraví, ale bez následku smrti. V průběhu června 2014 došlo k aplikaci preference MHD na zvolené křižovatce a úpravě řízení SSZ. Po aplikaci došlo za 2 roky ke 3 dopravním nehodám s jedním lehkým zraněním. Nejčastějším typem nehody byla srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem (27 nehod), nejčastějším typem srážky pak byla srážka při odbočování vlevo (9 nehod), po úpravě řízení se již podobná nehoda nenastala. Druhým nejčastějším typem bylo nedodržení vzdálenosti mezi řidiči (6 nehod) a nesprávné otáčení nebo couvání (4 nehody). Po aplikaci změny řízení došlo ke třem nehodám, z nichž každá byla jiného typu (řidič se plně nevěnoval řízení, nezaviněná řidičem a nepřizpůsobení rychlosti hustotě provozu).

3.6.1 K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova)

Z analýzy nehodovosti křižovatky za období od 1. 1. 2007 do 4. 4. 2016 vyplývá, že došlo ke vzniku celkem 31 nehod, z nichž 16 bylo s následkem na zdraví, ale bez následku smrti. Celkově byly 4 nehody s těžkým zraněním a 12 nehod s lehkým zraněním. Po změně řízení SSZ se stala pouze jedna nehoda bez následků na zdraví. Nejčastějším typem dopravní nehody bylo nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem (7 nehod), řidič se plně nevěnoval řízení (6 nehod), srážka jedoucího nekolejového vozidla s chodcem, chodci na vyznačeném přechodu (4 nehody), jízda na červenou a při levém odbočení (3 nehody). Z 31 nehod bylo 29 zaviněných řidičem motorového vozidla a 2 nehody byly zaviněny chodci.

3.6.2 K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park

Jak je patrné z analýzy vybraného území za období od 1. 1. 2007 do 4. 4. 2016, došlo v zadané lokalitě celkem k 18 dopravním nehodám. Z nichž 4 byly s následkem na zdraví, po aplikaci změny řízení a koordinaci s křižovatkou K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602) došlo ke 2 nehodám s následkem na zdraví. Statistika nehod dle hlavní příčiny neukázala žádnou větší výchylku u jednotlivých typů nehod. Nejčastěji docházelo k srážce s jedoucím nekolejovým vozidlem (8 nehod), dále srážkou s pevnou překážkou (4 nehody) a několik srážek s chodcem (3 nehody). Nebyla zjištěna žádná významná spojitost mezi stavem technické infrastruktury, druhem řízení a dopravním řešením oblasti.

3.6.3 Masarykovo náměstí

Z analýzy nehodovosti Masarykova náměstí za období od 1. 1. 2007 do 4. 4. 2016 vyplývá, že došlo ke vzniku celkem 55 nehod, z nichž 11 bylo s následkem na zdraví, ale bez následku smrti. Celkově byly 2 nehody s těžkým zraněním a 9 nehod s lehkým zraněním. Nejvíce nehodovými lokalitami se

ukázala býti parkoviště před poštou v horní části Masarykova náměstí a u hotelu Zlatá Hvězda. Nejčastějším typem nehody podle hlavní příčiny bylo nesprávné otáčení nebo couvání (19 nehod), řidič se plně nevěnoval řízení vozidla (9 nehod), nezaviněná řidičem (5 nehod) a nezvládnutí řízení vozidla (5 nehod). Nejčastějším druhem nehody byla srážka s vozidlem zaparkovaným nebo odstaveným (22 nehod) a dále pak srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem (18 nehod). Srážka s chodcem nastala v 7 případech a rovněž pak po 7 případech byla i srážka s pevnou překážkou. Všechny zjištěné poznatky byly vzaty v úvahu při návrhu nového dopravního řešení oblasti Masarykovo náměstí.²²

4 OPTIMALIZACE ORGANIZACE DOPRAVY V HISTORICKÉM CENTRU

Na základě zjištěných skutečností a dodaných podkladů bylo přistoupeno k řešení organizace dopravy v jednotlivých lokalitách. Nejzávažnější problémy byly zjištěny na křižovatce K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602), jakožto důležitém dopravním uzlu, z kterého se přenáší kongesce a šokové vlny dále po dopravní síti města Jihlavy. Optimalizace dopravy bude provedena s ohledem na vzrůstající poptávku po dobré obsluze území MHD. Z tohoto pohledu budou brány i všechny následující úpravy. Cílem úprav je přinést souhrnné řešení MHD v centrální části cíle města, kde vlivem vysoké intenzity dopravy nejčastěji dochází ke zdržením vozidel. Což vede k prodlužování cestovních časů. Navržené úpravy by tak měly vyrovnat některé nedostatky MHD, tak aby došlo k jejímu zatraktivnění.

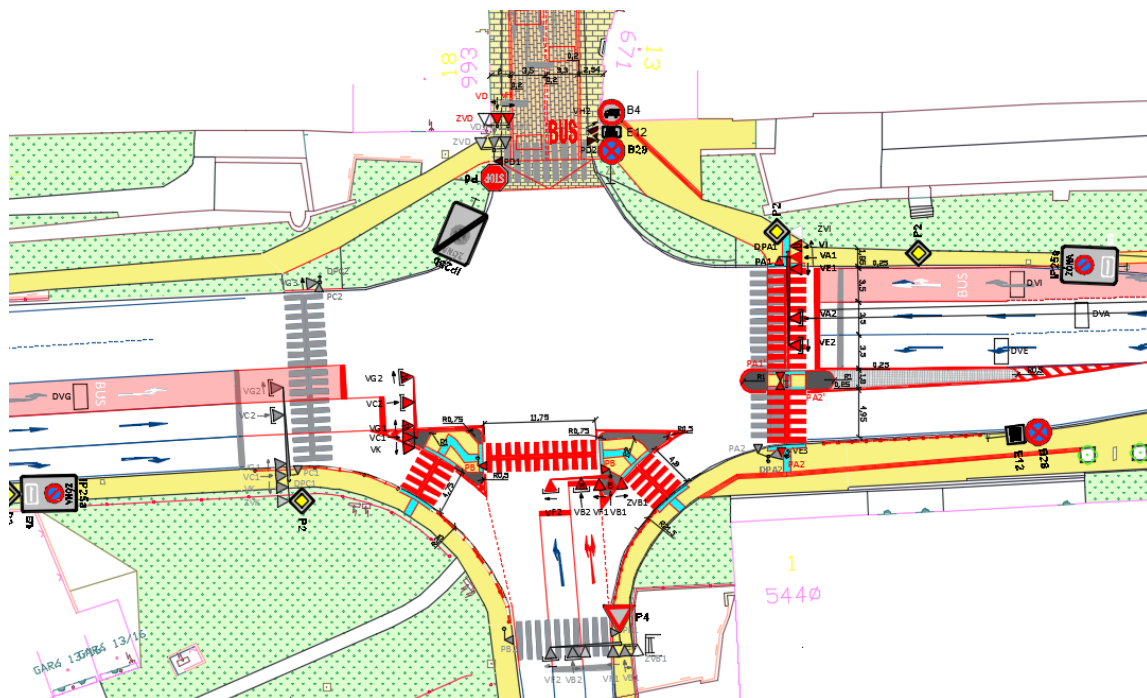
4.1 NÁVRH ŘEŠENÍ INDIVIDUÁLNÍ AUTOMOBILOVÉ DOPRAVY

V rámci řešení individuální automobilové dopravy (dále jen IAD) v centru města dojde k několika podstatným změnám. Hlavní myšlenkou úprav je omezení dopravy v centru města. Tak aby historická část města nebyla jen pouhým parkovištěm s omezeným parkovacím časem a mohl být naplno využit potenciál historického centra. Za tímto účelem je navržena změna dopravního režimu v ulici Znojemská, konkrétně celková přestavba této ulice na pěší zónu s obsluhou MHD ve vyhrazených jízdních pružích.

²² Zdroj: Policie ČR a Centrum dopravního výzkumu. Statistické vyhodnocení nehodovosti v silničním provozu na vybrané lokalitě. MINISTERSTVO DOPRAVY. *Jednotná dopravní vektorová mapa* [online]. 2016 [cit. 2016-05-27]. Dostupné z: <http://maps.jdvm.cz/cdv2/apps/nehodynalokalite/Search.aspx>

4.1.1 K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602)

Z důvodu zvýšení propustnosti křižovatky jsou navrženy následující úpravy. Vjezd do ulice Znojemská (směr Masarykovo náměstí) bude pouze pro vozidla MHD a vozidla integrovaného dopravního systému (dále IDS). Tato změna sebou přináší úpravu jednotlivých řadících pruhů na jednotlivých ramenech. Na rameni VA – ulice Brněnská je navržena změna pravého jízdního pruhu (VA3) na samostatný BUS pruh umožňující jízdu rovně a pravé odbočení do pěší zóny ulice Znojemská, celková šíře 3,5 m + 0,25 m přídlažba zůstává dle původního stavu. Vozidla, která budou směřovat na Masarykovo náměstí, budou v závislosti na oprávnění (dopravní obsluha území, obyvatelé žijící v oblasti) dále směřována. Dopravní obsluha bude směřována přes ulici Hradební na křižovatku K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova), kde dojde ke změně směru v současnosti jednosměrné komunikace Benešova (směr Masarykovo náměstí – Žižkova na směr Žižkova - Masarykovo náměstí). Ostatní řidiči užijí objízdné trasy vedoucí po kapacitně vyhovujících silnicích. Objízdná trasa vede přes ulici Hradební, Dvořákova, Jiráskova, Tolstého, náměstí Svobody a ulici Křížová budou vjíždět na Masarykovo náměstí. Stejnou objízdnou trasu užijí i ostatní řidiči přijíždějící na křižovatku K1 z ostatních směrů. V rámci této úpravy se předpokládá snížení zbytkové dopravy v centru města. Ukázka přestavby křižovatky K1 viz obrázek 11.



Obrázek 11 Miniatura stavebních a dopravních úprav křižovatky K1

Řadící pruh pro jízdu přímo (VA1) bude stavební úpravou a úpravou vodorovného dopravního značení prodloužen na délku 90 m (v současnosti cca 55 m). Řadící pruh pro levé odbočení (VA2) bude napřímen, délka řadícího pruhu tak bude 90 m. Dojde k posunutí „STOP čáry“ (V5 0,5 m) o 2 m blíže středu křižovatky na všech řadících pruzích ramena VA – Brněnská. Přejechod pro chodce přes rameno VA bude rozdělen středovým ostrůvkem o šířce 2,5 m. Délka přechodu PA1 vedoucího od Masarykova náměstí na středový ostrůvek je 10,75 m. Délka přechodu vedoucího ze středového ostrůvku k obchodnímu domu City Park je 5,25 m. Původní délka přechodu byla 18 m, což je nevyhovující délka přechodu dle ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací²³. Středový ostrůvek by tak měl přispět k zvýšení bezpečnosti a ochraně chodců. Především vezmeme-li v úvahu i přecházení starších osob. Na rameni VB – Znojemská dojde k posunutí „STOP čáry“ (V5 0,5 m) o 19 m v případě řadícího pruhu pro pravé odbočení (původní VB13, nově VB123) a o 16 m u řadícího pruhu pro levé odbočení (VB2). Původní společný řadící pruh pro jízdu rovně a pravé odbočení (VB13) bude doplněn o možnost levého odbočení na rameno Hradební do pravého jízdního pruhu (nové značení VB123). Mezi pruh VB123 a průběžný jízdní pruh z ulice Hradební na ulici Brněnská bude přidán směrovací ostrůvek. Pro pravé odbočení je navržen „bypass“ (větev) o šířce 4,8 m. Přes rameno VB je navržen přechod pro chodce PB v délce 11,75 m (původní délka 10,35 m). Na rameni VC – Hradební dojde k úpravě řadícího pruhu pro levé odbočení (VC2), který je dále navržen jako BUS pruh v délce 40 m. Zároveň dojde k posunutí „STOP čáry“ (V5 0,5 m) o 10,5 m. Řadící pruh pro jízdu přímo (VC1) bude úpravou VDZ napřímen. Zároveň dojde k posunutí „STOP čáry“ (V5 0,5 m) o 15 m. Mezi řadící pruh pro pravé odbočení (VC3) a průběžný jízdní pruh bude vložen směrovací ostrůvek. Křižovatková větev pro pravé odbočení bude provedena v šířce 4,5 m + 0,25 m přídlažba. Je navrženo zrušení přechodu pro chodce na rameni VC. Důvodem je nízká intenzita chodců a nedostatečné zajištění ochrany a bezpečnosti chodců při přecházení přes přechod o délce cca 19 m. Alternativou je přechod pro chodce přes rameno VA – Brněnská, který je opatřen středovým ostrůvkem. Rameno Znojemská (směr Masarykovo náměstí) bude přestavěno na pěší zónu s pozvolným nájezdem (nájezdová rampa, sklon 5 %). Nižší návrhový úhel byl volen s ohledem na provoz vozidel MHD a na možné opotřebení jednotlivých konstrukčních částí vozidel MHD.

²³ Zdroj: ČSN 73 6110 (736110): *Projektování místních komunikací*. Dostupné také z: <http://www.technicke-normy-csn.cz/technicke-normy/31188-nahrady-736110-csn-73-6110.html>

4.1.2 Pěší zóna ulice Znojemská

Je navržena přestavba ulice Znojemský směr Masarykovo náměstí na pěší zónu s pohybem MHD. Vjezd do ulice Znojemská z prostoru křižovatky Znojemská x Hradební (II/523xII/602) je řešen pomocí nájezdové rampy (sklon 5 %), důvodem je vyrovnání výškové úrovně oproti stávajícím chodníkovým plochám. Pěší zóna je navržena s ohledem na pohyb vozidel MHD a případných vozidel IDS. Z tohoto důvodu je na vjezdu od křižovatky K1 navrženo uspořádání 1+1 jízdní pruh. Délka pruhu ve směru K1 - Masarykovo náměstí je 24 m (navrženo na délku dvou linkových autobusů 12 m nebo jednoho kloubového autobusu 18 m dle TP 171 Vlečné křivky pro ověřování průjezdnosti směrových prvků pozemních komunikací ČSN 2005)²⁴. Po 38 m dojde k zúžení do jednoho řadícího pruhu, který je pojižděn obousměrně. Vjezdy vozidel do jednopruhového prostoru jsou řízeny pomocí dynamickým SSZ na základě detekce vozidel (instalované indukční smyčky ve vozovce + trolejové detektory pro trolejbusy). Prostor pro MHD je vyznačen pomocí odlišného pevného krytu silnice. Mezi prostorem pro MHD a pěším prostorem jsou instalovány široké obrubníky (šíře 0,2 m). Dále je prostor opticky oddělen pomocí zelených ploch se vzrostlou zelení. Pěší zóna je v cca v půlce své délky rozdělena pomocí přejezdu z ulice Havířská na ulici Čajkovského. Přednost je upravena dopravní značkou P6 „Stůj, dej přednost v jízdě“ umístěné na ulici Havířská, nájezd je řešen pomocí nájezdové rampy se sklonem 10 %.

4.1.3 K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova)

Nejvýraznější změnou na křižovatce K2 je změna směru jednosměrné komunikace ulice Benešova, která má v současnosti směr Masarykovo náměstí – křižovatka K2 (ulice Žižkova). Spolu se zákazem jízdy na Masarykovo náměstí přes křižovatku Znojemská x Hradební (II/523xII/602) a návrhem objízdné trasy přes křižovatku K2, dochází k následujícím úpravám na jednotlivých ramenech. Na rameni VA – Hradební dojde k doplnění řadícího pruhu pro jízdu přímo (VA1) o možnost odbočení vpravo pro dopravní obsluhu náměstí a trvale žijící osoby. Na rameni VB – Žižkova dojde ze stejného důvodu jako v případě ramene VA k doplnění o přímý směr, který bude na společném řadícím pruhu společně s levým odbočením. Na rameni VC – Dvořákova dojde k doplnění stávajícího levého jízdního pruhu pro jízdu přímo o možnost levého odbočení na ulici Benešova (původní VC1L, nové VC12). Na ulici Benešova dojde ke změně dopravního režimu a bude tak změněn směr silnice. Stávající přechod je navrženo na zrušení z důvodu malého využití (30 lidí/hod). Většina chodců volí přechod přes komunikaci mimo přechod pro chodce. Přechod

²⁴ Zdroj: TECHNICKÉ PODMÍNKY – TP 171 Vlečné křivky pro ověřování průjezdnosti směrových prvků pozemních komunikací ČSN 2005; Schválilo: Ministerstvo dopravy; <http://www.pjpk.cz/TP%20171.pdf>

pro chodce bude změněn na místo pro přecházení. Na rameni VD – Benešova Bude instalován široký zpomalovací pruh s nájezdovým sklonem 10 %.

4.1.4 K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park

Vlivem uskutečnění samostatného BUS pruhu v ulici Brněnská je upraven dopravní stín u současného středového ostrůvku na rameni VA – Brněnská (směr obchodní dům City Park). Šířkové uspořádání i směry na jednotlivých řadících pruzích zůstávají ve stávající podobě.

4.1.5 Masarykovo náměstí

Z důvodu návrhu pěší zóny na ulici Znojemská je navržena celková dopravní a stavební úprava na Masarykově náměstí. Po obvodu náměstí je navržena „velká okružní křižovatka“. Vozidla, která vjedou na náměstí vjezdem z ulice Křížová, pokračují dále přes parkoviště u pošty v horní části po obvodu proti směru hodinových ručiček dále do spodní části k parkovišti u Zlaté Hvězdy, kde je od hotelu možný jednosměrný vjezd. Vozidla, která dále směřují na parkoviště u ČSOB, jedou dále po obvodu až k výjezdu z pěší zóny, kde dávají přednost vozidlům jedoucím po diagonální komunikaci vedoucí od vjezdu z ulice Znojemská k ulici U Mincovny, přednost upravena svislou dopravní značkou P4 „Dej přednost v jízdě“. Vozidla, která vyjíždí z parkoviště u Zlaté Hvězdy, dávají přednost prostředkům MHD na diagonální komunikaci, přednost upravena značkou P6 „Stůj, dej přednost v jízdě“. Řidiči, kteří vjeli na parkoviště u ČSOB, vyjíždějí spodním výjezdem ústícím do diagonální komunikace. Mají možnost jet přímo na parkoviště u Zlaté Hvězdy nebo odbočit vlevo a připojit se na okruh. Od ulice Brněnská pokračují řidiči dále po obvodu náměstí k ulici Hluboká po odděleném jízdním pruhu pro IAD. V horní části Masarykova náměstí před Radniční restaurací je navržena úprava stávající zastávky Masarykovo náměstí horní. Za touto zastávkou dochází k řazení vozidel MHD do společného pruhu s IAD a výjezdu z náměstí ulicí Křížová. Jízdní pruh podél náměstí je průměrné šířky 3 m.

Společně s novými opatřeními pro vozidla jsou navrženy prvky pro OsSSPaO, dle vyhlášky č. 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb²⁵

²⁵ Zdroj: Vyhláška č. 398/2009 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb. In: Sběrka zákonů 398/2009. Ministerstvo pro místní rozvoj, 2009, částka 129.

4.2 NÁVRH ŘEŠENÍ ZVÝŠENÍ PLYNULOSTI MHD

Za účelem optimalizace části dopravní sítě města Jihlavy s ohledem na preferenci MHD jsou navrženy následující stavebně-technická a dopravní opatření.

4.2.1 K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602)

Na základě dodaných podkladů Magistrátem města Jihlavy byl zpracován návrh samostatného BUS pruhu v ulici Brněnská. Bus pruh začíná na Brněnském mostě (cca 50 m od křižovatky ulic Brněnská a Kosovská).²⁶ a pokračuje dále ke křižovatce K1. Šířka vyhrazeného Bus pruhu je 3,5 m. V původních plánech Bus pruh končí napojením na pravý řadící pruh na rameni VA – Brněnská (VA3). Vzhledem k návrhu úpravy ulice Znojemská (směr Masarykovo náměstí) je navrženo sloučení vyhrazeného Bus pruhu a řadícího pruhu pro pravé odbočení. Zastávka Na Brněnském mostě, která je v současné podobě v zálivu, je nyní navržena se zastavením na vyhrazeném Bus pruhu. Možnou úpravou řadícího pruhu na rameni VC – Hradební je navržen druhý separátní Bus pruh. Na rameni VB – Znojemská je navržena jízda přímo pouze pro MHD, vodorovným značením je vyznačen pouze směr vlevo a vpravo. Jízda vozidel MHD z ramene VB na rameno VD je upravena svislým dopravním značením. Preference MHD v ulici Znojemská (směr Masarykovo náměstí) je popsána v bodě 5.1.2.

4.2.2 Masarykovo náměstí

Na Masarykově náměstí je navržena úprava stávající komunikace vedoucí diagonálně od výjezdu z ulice Znojemská k ulici U Mincovny. Se změnou dopravního režimu je možné navrhnout vyhrazené Bus pruhy i na této diagonální spojnici. V dolní části náměstí tak vozidla MHD pokračují ve vyhrazených pruzích o šířce 3,5 m. Krom úpravy trasy MHD je navrženo zrušení zastávky Masarykovo nádraží. Linky zastávající na zastávce Masarykovo náměstí budou nadále užívat zastávky Masarykovo náměstí dolní, kde je v obou směrech navrženo sériové zastavení dvou vozidel MHD. Při přestavbě jednotlivých zastávek je z důvodu větší plynulosti provozu a ochrany mechanických částí vozidel navržen bezbariérový zastávkový obrubník (Kasselský obrubník).²⁷ V horní části náměstí je navržena přestavba zastávky Masarykovo náměstí horní. Ve směru Masarykovo náměstí – Křížová je navržen nový nástupní ostrůvek (navržen na délku kloubového

²⁶ Zdroj: DÚR – Stavební preference na komunikaci Hradební – Brněnská (Jihlava)/Koordinační výkres 1:500/zpracoval Ing. Sedlák Profi Jihlava, spol s. r.o.

²⁷ Zdroj: BEZBARIÉROVÉ ZASTÁVKOVÉ OBRUBNÍKY (KASSELSKÝ OBRUBNÍK - KASSELER SONDERBORD® PLUS). PRESBETON [online]. © Copyright 2014 PRESBETON Nova, s.r.o., ČSN EN ISO 9001:2009, ČSN EN ISO 14001:2005 [cit. 2016-05-27]. Dostupné z: <http://www.presbeton.cz/produkty-realizace/doplunky-ke-komunikacim/bezbarierovy-zastavkovy-obrubnik>

autobusu, 18 m). Zároveň je navrženo přemístění přechodu před Magistrátem města Jihlavy tak, aby jeho trasa vedla přes nový nástupní ostrůvek. Plocha pojížděná vozidly MHD je navržena z pevného krytu (žulové kostky).

Celková situace řešení je provedena v příloze č. 1: Dopravní a stavebně-technické řešení oblasti města Jihlavy v měřítku 1:500. Jednotlivé úpravy byly navrženy s ohledem na budoucí provoz kloubových autobusů/trolejbusů. Nové poloměry oblouků byly ověřeny za pomoci specializovaného programu společnosti Autodesk AutoCAD Vehicle Tracking v souladu s normou TP 171 Vlečné křivky pro ověřování průjezdnosti směrových prvků pozemních komunikací ČSN 2005.²⁸

5 TABULKA MEZIČASŮ

Na základě navržených úprav bylo přistoupeno k přepočítání stávajících tabulek mezičasů. K výpočtu nové tabulky mezičasů pro křižovatku K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602) a K2 – Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova) bylo užito specializovaného programu Lisa+²⁹, který umožňuje efektivní výpočet mezičasů, návrh a tvorbu nového signálního plánu. Kromě výpočtu mezičasů byl program užít k tvorbě nového signálního plánu pro křižovatku K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602), K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova) a K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park.

Podkladem pro výpočet bylo schéma křižovatky v měřítku 1:500, návrh dopravního řešení zadané oblasti a intenzity dopravy. Výpočet byl proveden plně v souladu s TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení silničního provozu.³⁰

5.1 K1 - ZNOJEMSKÁ X HRADEBNÍ (II/523xII/602)

Na základě vstupních dat byla vytvořeny následující tabulky mezičasů, která bude dále užita k tvorbě nového signálního plánu (tab. 3 - 5).

²⁸ Zdroj: TECHNICKÉ PODMÍNKY – TP 171 Vlečné křivky pro ověřování průjezdnosti směrových prvků pozemních komunikací ČSN 2005

²⁹ Zdroj: EDIP s.r.o. - *dopravní inženýrství dopravní inženýrství* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.edip.cz/cs/software/lisa/>

³⁰ Zdroj: TECHNICKÉ PODMÍNKY – TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích, Schválilo: Ministerstvo dopravy; CDV Brno, 2015, Vydání třetí; Počet stran 174. <http://www.schlothauer.de/en/software-systems/lisa/2015>

Tabulka 3 Tabulka mezičasů Znojemska x Hradebni (II/523xII/602)

		Najizdi															
		ST 1	ST 1	ST 4	ST 3	ST 2	ST 4	ST 1	ST 1, 2	ST 2	ST 3	ST 1	ST 3, 4	ST 2	ST 3	ST 3	ST 4
		VI	VA	VE	VB	VF	VG	VC	VK	VH	PA1	PB	ZVB	ZVI	PA2	VD	ZVD
Vykliži	ST 1	VI	-	-	7	-	7	-	-	-	5	-	-	-	-	8	8
	ST 1	VA	-	-	7	8	7	-	-	7	5	-	-	-	-	7	4
	ST 4	VE	-	-	8	8	-	8	9	6	5	10	-	-	-	6	-
	ST 3	VB	6	5	4	-	5	4	-	4	-	5	-	6	-	-	-
	ST 2	VF	-	5	4	-	-	6	5	-	-	6	-	-	-	6	6
	ST 4	VG	7	5	-	7	6	-	-	6	-	-	-	-	-	6	-
	ST 1	VC	-	-	5	7	7	-	-	5	-	-	9	-	10	4	-
	ST 1, 2	VK	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
	ST 2	VH	-	5	7	8	-	6	7	-	-	-	-	-	11	-	-
	ST 3	PA1	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-
	ST 1	PB	-	-	8	11	11	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-
	ST 3, 4	ZVB	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	8	-	-
	ST 2	ZVI	-	-	-	6	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
	ST 3	PA2	-	-	-	-	-	3	-	2	-	-	5	-	-	-	-
	ST 3	VD	5	5	6	-	8	6	8	9	-	-	10	-	-	-	-
	ST 4	ZVD	4	4	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5.2 K2 – Dvořakova x Žizkova x Hradebni (II/523xII/602xMK Benešova)

Tabulka 4 Tabulka mezičasů Dvořakova x Žizkova x Hradebni (II/523xII/602xMK Benešova)

		Najizdi									
		ST 2, 4	ST 1	ST 4	ST 3	ST 3	ST 1	ST 1	ST 2	ST 4	ST 3
		VE	VA	ZVA	PA	VB	PB	VC	ZVC	PC	ZVC2
Vykliži	ST 2, 4	VE	-	-	4	4	-	5	-	-	5
	ST 1	VA	-	-	5	4	-	-	5	7	-
	ST 4	ZVA	-	-	4	8	-	-	4	-	-
	ST 3	PA	13	13	13	-	-	-	-	-	-
	ST 3	VB	4	4	8	-	-	4	4	6	8
	ST 1	PB	-	-	-	-	9	-	7	-	-
	ST 1	VC	5	-	-	-	5	6	-	4	-
	ST 2	ZVC	-	3	5	-	3	-	-	4	-
	ST 4	PC	-	6	-	-	6	-	9	9	9
	ST 3	ZVC2	4	-	-	-	-	-	-	-	4

5.3 K3 - BRNĚNSKÁ (II/602) X VÝJEZD PARKOVIŠTĚ OC CITY PARK

Tabulka 5 Tabulka mezičasů K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park

		Najíždí								
		ST 1	ST 1	ST 1	ST 2	ST 3	ST 2, 3	ST 2	ST 2	ST 1
		VC	SC	VA	KA	VB	SB	PF	PC	PB
Vyklizuje	ST 1	VC	-	-	5	4	-	-	4	-
	ST 1	SC	-	-	4	-	-	-	4	5
	ST 1	VA	-	-	-	3	-	6	-	-
	ST 2	KA	5	4	-	5	-	-	-	6
	ST 3	VB	4	-	5	3	-	7	-	4
	ST 2, 3	SB	-	-	-	-	-	-	-	4
	ST 2	PF	-	-	5	5	-	-	-	-
	ST 2	PC	4	4	-	-	-	-	-	-
	ST 1	PB	-	5	-	7	9	9	-	-

Jednotlivé typy řízení SSZ budou dále podrobně rozvedeny v následující kapitole. Program byl po dobu zpracování práce zapůjčen Ústavem dopravní telematiky K620 FD ČVUT v Praze. Program Lisa+ dále umožňuje s užitím speciálního plug-inu propojení s programem PTV Vissim 7.0-13. Díky tomu je možné v reálném čase zasahovat do řízení běhu křižovatky a získat tak ještě reálnější výsledky.

6 ZPŮSOB ŘÍZENÍ SSZ

Řízení SSZ bylo voleno s ohledem na bezpečnost a plynulost silničního provozu na vybraných křižovatkách ve městě Jihlava. V rámci této práce se budeme zabývat především řízením křižovatky K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602) v koordinaci s křižovatkou K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park. V rámci výpočtu pevného signálního plánu bude zahrnuta i křižovatka K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova). Ulice znojemská (směr Masarykovo náměstí) bude řešena v rámci dynamického řízení SSZ. K volbě řízení pomocí SSZ bylo přistoupeno na základě vysokých intenzit dopravy na jednotlivých křižovatkách. Návrh řízení SSZ vychází z provozních zařízení, stavebního stavu komunikace a již existujícího SSZ.

6.1 ZÁKLADNÍ FUNKCE ŘÍZENÍ

Z hlediska bezpečnosti provozu je vhodné užít SSZ na daných křižovatkách. Především pak pro zvýšení bezpečnosti chodců, jakožto nejvíce ohrožených účastníků silničního provozu. Z hlediska intenzity se budeme snažit navrhnout neoptimalnější způsob řízení, který povede

ke snížení vznikajících kolon pomalu jedoucích vozidel a celkově kongescí. Návrh systému řízení bude rozdělen na řízení pomocí pevného signálního plánu a pomocí dynamického dopravně závislého řízení s preferencí MHD.

SSZ bude řízeno pevným signálním plánem v případě poruchy jednoho z detektoru na hlavní křižovatce K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602), v koordinaci s ní budou křižovatky K2-K5, které rovněž přejdou na pevný signální plán. Mimo poruchy detektorů bude užito dynamického dopravně závislého řízení s preferencí MHD. Pevný signální plán byl sestaven a posouzen na špičkovou hodinu dne 15. 5. 2015.

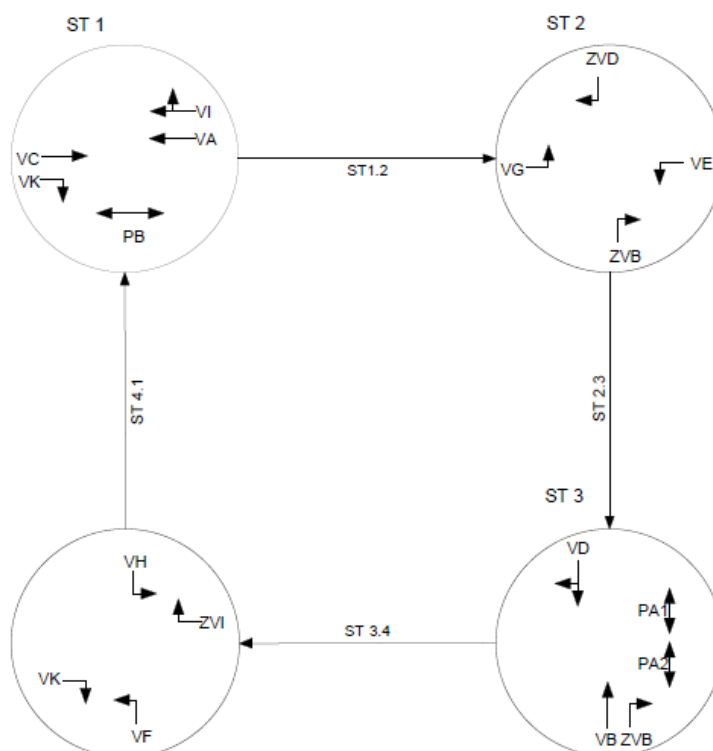
6.2 PEVNÝ SIGNÁLNÍ PLÁN

Na jednotlivých křižovatkách běží v průběhu dne různě dlouhý pevný signální plán, který slouží jako záložní řešení pro případ poruchy detektorů. Ve špičkovou hodinu (od 14:30-15:30) je na křižovatce K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602) navržen pevný signální plán s délkou cyklu 120 s. Aby byla zajištěna koordinace s ostatními křižovatkami na hlavním tahu, je i na nich navržena délka cyklu 120 s.

6.2.1 K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602)

Návrh pevného signálního plánu vychází z metodiky uvedené v TP 81: Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení silničního provozu. CDV Brno, 2015.³¹ Podkladem pro sestavení signálního plánu byla tabulka mezičasů, dále pak počet fází, přiřazení jednotlivých signálních skupin do fází a určení optimálního sledu fází (obr. 12). Bylo zvoleno 4 fázové řízení s mezifázemi. Optimální sled fází je dle popisu v tabulce mezičasů A-D-B-C: 8 s + 5 s + 9 s + 7 s = 30 s.

³¹ Zdroj: TECHNICKÉ PODMÍNKY – TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích, Schválilo: Ministerstvo dopravy; CDV Brno, 2015, Vydání třetí; Počet stran 174. <http://www.schlothauer.de/en/software-systems/lisa/2015>

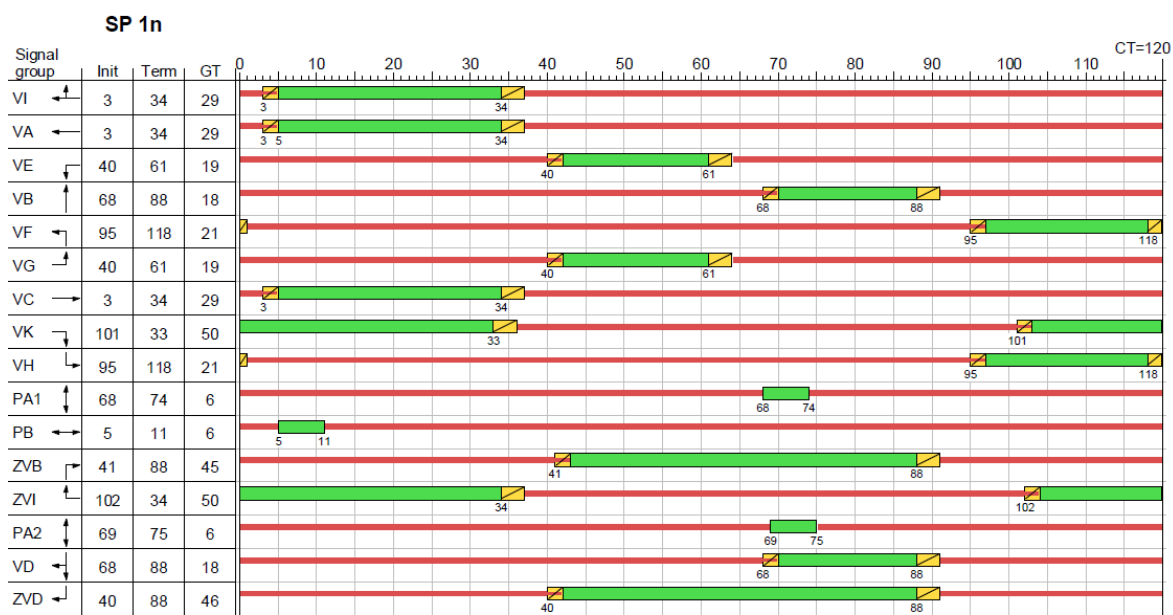


Obrázek 12 Sled fází křižovatka K1

Po určení optimálního sledu fází bylo přistoupeno k výpočtu optimální délky cyklu na základě metody saturovaného toku. V potaz tak bylo vzato geometrické uspořádání křižovatky, sklony jednotlivých ramen a intenzita dopravy na jednotlivých ramenech. Byl zvolen cyklus délky 120 s, který bude dále posouzen dle TP 235 Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek.³² Jednotlivé délky signálu „VOLNO“ byly stanoveny takto. Fáze 1 (v modelu a v jiných částech této práce se můžete setkat také s označením ST 1 nebo Stage 1) o délce 29 s, fáze 2 o délce 21 s, fáze 3 o délce 18 s a fáze 4 o délce 19 s.

Sled fází křižovatky je uveden v příloze 6.1 – Sled fází křižovatka K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602), výsledný signální plán je uveden v příloze 5.1 – Pevný signální plán SP1n – K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602). Ukázka výsledného signálního plánu je na obrázku níže (obr. 13).

³² Zdroj: TECHNICKÉ PODMÍNKY – TP 235. Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek. Technické podmínky. Liberec: EdiP s. r. o., 2011.



Obrázek 13 Signální plán SP1n křižovatky K1 -Znojenská x Hradební (II/523xII/602)

6.2.2 K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova)

Je navrženo 3 fázové řízení s mezifázemi. Dále byl určen celkový optimální sled fází a minimální ztrátový čas rovnající se 28 s. Optimální délka cyklu byla zvolena 120 s. Jednotlivé délky signálu „VOLNO“ byly stanoveny takto. Fáze 1 o délce 40 s, fáze 2 o délce 29 s, fáze 3 o délce 23 s. Minimální délka signálu „VOLNO“ je pro fázi 1 32 s, pro fázi 2 22 s a pro fázi 3 14 s. Sled fází křižovatky je uveden v příloze 6.2 – Sled fází křižovatka K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova), výsledný signální plán je uveden v příloze 5.2 – Pevný signální plán SP2n – K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova).

6.2.3 K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park

Je navrženo 3 fázové řízení s mezifázemi. Dále byl určen celkový optimální sled fází a minimální ztrátový čas rovnající se 14 s. Byl zvolen cyklus o délce 120 s. Z důvodu zajištění koordinace s křižovatkou K1. Jednotlivé délky signálu „VOLNO“ byly stanoveny takto. Fáze 1 o délce 60 s, fáze 2 o délce 23 s, fáze 3 o délce 22 s. Minimální délka signálu „VOLNO“ je pro fázi 1 42 s, pro fázi 2 5 s a pro fázi 3 8 s. Sled fází křižovatky je uveden v příloze 6.3 – Sled fází křižovatka K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park, výsledný signální plán je uveden v příloze 5.3 – Pevný signální plán SP3n – K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park.

6.2.4 Řízení MHD v pěší zóně ulice Znojemská (směr Masarykovo nádraží)

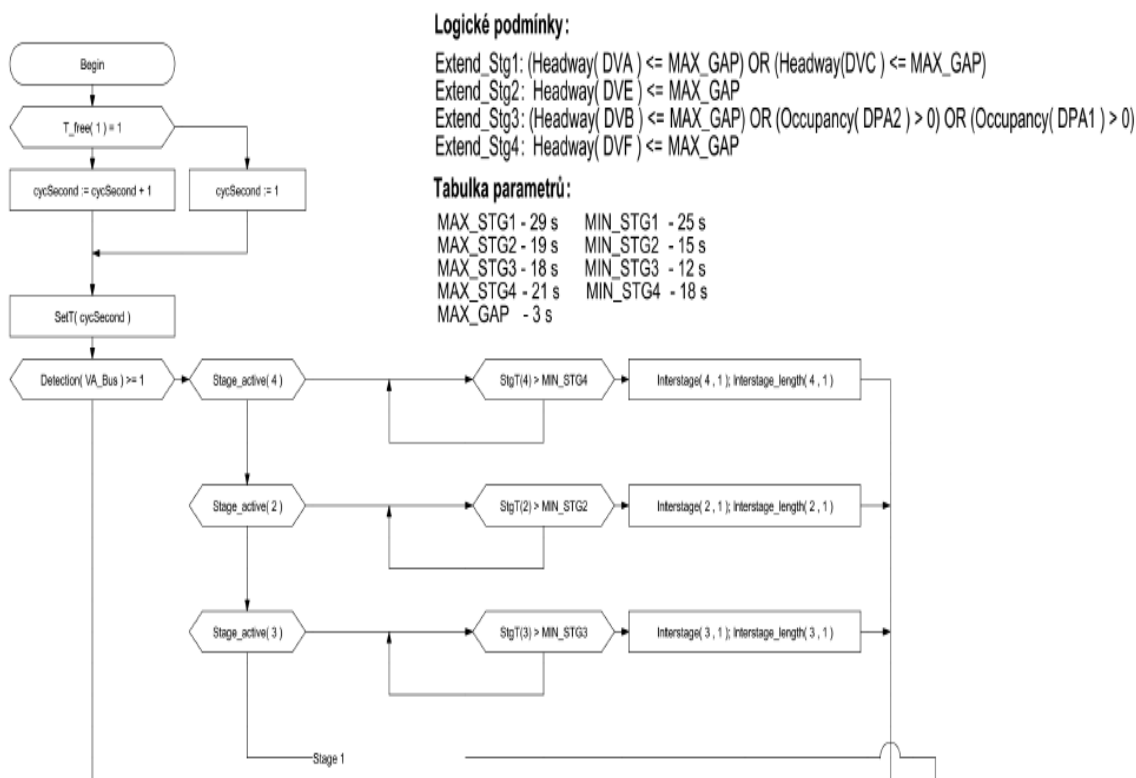
K řízení je užito plných světelných signálů umístěných před zúžením (v ulici Znojemská u č. p. 11), dále pak na diagonální komunikaci ve směru od ulice U Mincovny – Znojemská 10 m za zastávkou Masarykovo náměstí dolní. Mezičas pro jízdu vozidel na jednosměrné komunikaci v protisměru byl určen s ohledem na maximální povolenou rychlost v pěší zóně (20 km/h), celkový ztrátový čas je 42 s. Délka signálu volno pro signální skupinu B1 (ST 1) je 10 s, délka signálu pro signální skupinu B2 (ST 2) je rovněž 10 s.

6.3 DYNAMICKÉ DOPRAVNĚ ZÁVISLÉ ŘÍZENÍ S PREFERENCÍ MHD

S ohledem na průjezdy vozidel MHD jednotlivými křižovatkami zadané dopravní sítě bylo zvoleno dopravně závislé řízení s podmíněnou preferencí vozidel MHD. Na jednotlivých ramenech jsou umístěny detektory (indukční smyčky na BUS pruzích pro autobusy popřípadě video detekce, trolejové detektory pro trolejbusy). Dynamické řízení dopravy s preferencí MHD bylo modelováno na křižovatce K1 v koordinaci s křižovatkou K3 a vlastní logikou řízení, pěší zóna je také řízena pomocí samostatných logických podmínek řízení.

6.3.1 K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602)

Na křižovatce K1 bylo užito podmíněné preference MHD, zároveň dynamické řízení reaguje na dopravní zátěž. Autobus přijíždějící ke křižovatce se přihlašuje na výzvoovém detektoru. Řadič předradí fázi, ve které je signální skupina, z které přišel požadavek na preferenci. U právě probíhající fáze je zkontrolována minimální doba signálu „VOLNO“ a dále pak minimální rozestup vozidel. Pokud je splněna minimální doba signálu „VOLNO“ a zároveň rozestup dvou čel po sobě jedoucích vozidel je vyšší jak 3 s, dojde ke zkrácení doby signálu „VOLNO“ na možné minimum a k fázovému přechodu z právě probíhající fáze na fázi, v které je signální skupina přihlášeného autobusu. Stejně tak dochází i k prodlužování fází.



Obrázek 14 Část vývojového diagramu dynamického řízení křižovatky K1

Na obrázku 14 je možné vidět část vývojového diagramu řízení křižovatky K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602). Logické podmínky *Extend_StgX* kontrolují minimální časovou mezeru mezi čely dvou po sobě jedoucích vozidel. *Extend_Stg3* v sobě zahrnuje zároveň výzvové tlačítko pro chodce na přechodu PA1 a PA2 (detekce pomocí obsazenosti detektoru/occupancy). Vstupem do logiky řízení je také tabulka parametrů, ve které jsou uvedeny minimální a maximální délky signálu volno (*MIN_StgX* a *MAX_StgX*) a dále pak velikost časové mezery (*MAX_GAP*). K návrhu vývojových diagramu a ověření logiky řízení bylo užito programu PTV VisVAP a PTV Vissim 7.00 - v13.

6.3.2 K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park

Detektor umístěný před VDZ V5 (tzv. „STOP čarou“) na řadicím pruhu VC1 křižovatky K1 indikuje mezeru mezi po sobě projíždějícími vozidly, zároveň dochází ke kontrole obsazenosti detektorů DVC a DVA u křižovatky K3. Pokud alespoň jeden z detektorů K3 je obsazen a zároveň minimální časová mezera je menší než 3 s, dojde k aktivaci fáze 1 na křižovatce K3. Důvodem aktivace fáze 1 v závislosti na pohybu vozidel jedoucích na řadicím pruhu pro jízdu přímo je kratší mezi křižovatkový úsek mezi křižovatkou K1 a K3.

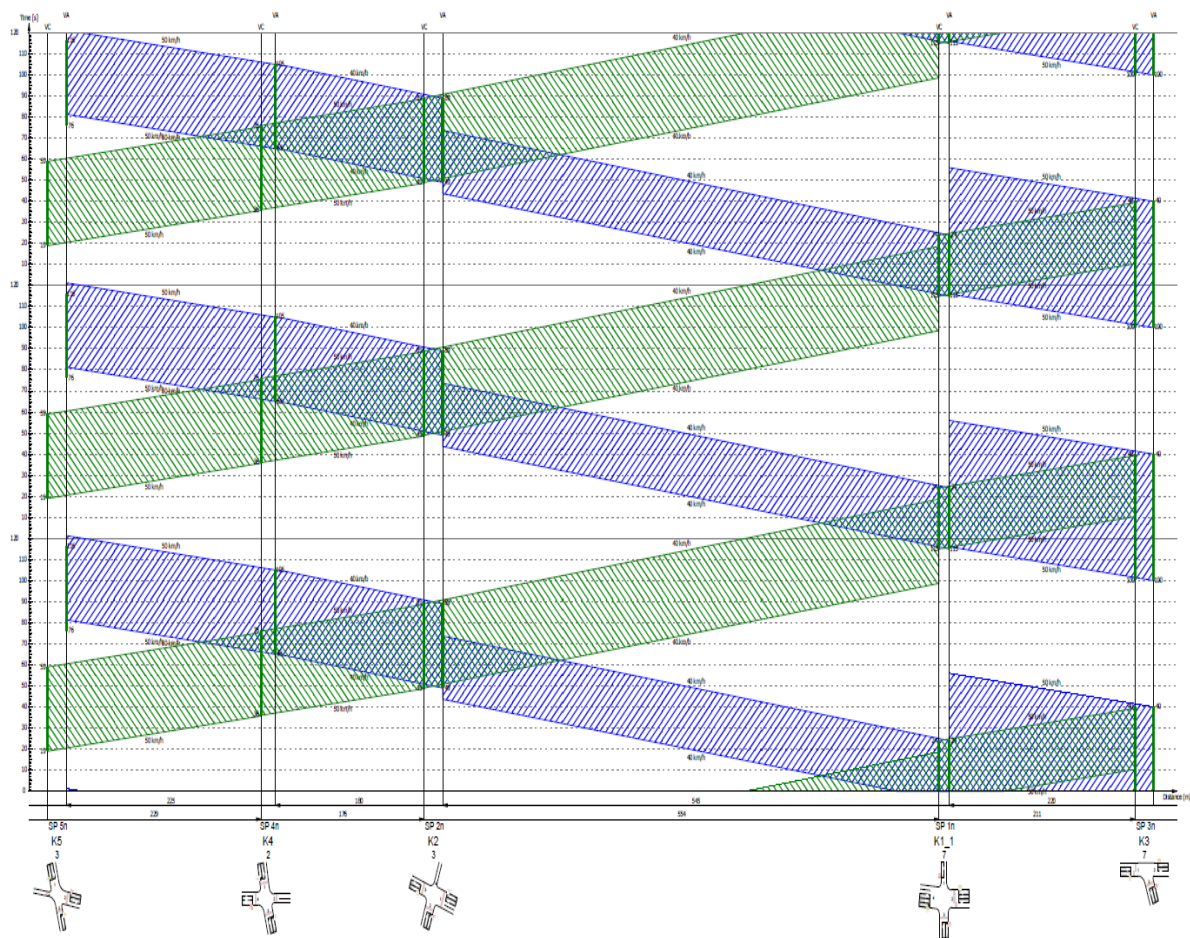
6.3.3 Řízení MHD v pěší zóně ulice Znojemska (směr Masarykovo nádraží)

Řízení SSZ v ulici Znojemska slouží k pouštění vozidel MHD a IDS do jednopruhové obousměrné silnice. Vozidla přijíždějící z křižovatky K1 jsou detekována detektorem DB1, následně je zkontrolováno, zda-li nebylo detekováno vozidlo v jednopruhové obousměrné komunikaci prostřednictvím detektoru DB3 (v modelu je implementováno v celé délce jednopruhové silnice). Pokud tomu tak není, je puštěna signální skupina B1 a na návěstidle VP2 je zobrazen signál „STŮJ“. Po projetí vozidla je zkontrolován detektor DB2 na diagonální komunikaci umístěném ve směru od ulice U Mincovny – Znojemska 10 m za zastávkou Masarykovo náměstí dolní, pokud je obsazen, dojde ke zkontrolování obsazenosti detektoru DB3. Pokud není obsazen, dojde k přepnutí VP1 na signál „STŮJ“ a VP2 na signál „VOLNO“. Minimální doba zelené je 5 s. Maximální doba je v závislosti na detekci dvou po sobě jedoucích vozidel prodloužena maximálně na dobu 10 s. Celý vývojový diagram je přiložen v příloze 8.3 - Řízení MHD v pěší zóně ulice Znojemska (směr Masarykovo nádraží).

6.4 KOORDINACE KŘÍŽOVATEK

Na křižovatkách K1 až K5 je navržena koordinace zelené vlny pro pevné signální plány o délce 120 s. Progresivní rychlost vozidel se mění v závislosti na délce signálu „VOLNO“ na jednotlivých křižovatkách a na vzdálenosti mezi nimi. Progresivní rychlost v_p je mezi křižovatkou K3-K1 50 km/hod, mezi K1-K2 40 km/hod, mezi K2-K3 40 km/hod a ve směru K3-K2 50 km/hod, mezi K4-K5 50 km/hod. Největší vzdálenost je mezi křižovatkou K2 a K1 554 m, nejmenší pak mezi K4 a K2 176 m. Dělicí body vychází na křižovatku K1 - Znojemska x Hradební (II/523xII/602) a K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova). Koordinace zelené vlny je navržena jako liniová dle směru IAD s nepevným vedením signálního svazku. Ukázka koordinace zelené vlny je na následujícím obrázku 15, samostatně pak v příloze 7 – Koordinace SSZ křižovatek K1-K5 Jihlava 2015.³³

³³ Zdroj: TECHNICKÉ PODMÍNKY – TP 81: Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení silničního provozu. CDV Brno, 2015 str. 126 Příloha E Navrhování koordinace – zelené vlny



Obrázek 15 Koordinace SSZ křižovatek K1-K5 Jihlava 2015

7 KAPACITNÍ POSOUZENÍ

Jednotlivé pevné signální plány byly posuzovány dle TP 235 Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek.³⁴ Křižovatka K1 byla posuzována pro rok 2015 a pro rok 2035, ostatní křižovatky byly posouzeny pouze pro rok 2015. Výsledné posouzení je patrné z následujících tabulek. Intenzity pro rok 2035 byly přepočteny dle koeficientů a metodiky uvedené v TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopavy.³⁵

7.1.1 K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602)

Bude posouzen původní signální plán s nově navrženým signálním plánem. Posouzen bude původní signální plán, který byl zjištěn z průzkumu dopavy dne 15. 5. 2015.

³⁴ Zdroj: TECHNICKÉ PODMÍNKY – TP 235 Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek. Technické podmínky. Liberec: EdiP s. r. o., 2011.

³⁵ Zdroj: TECHNICKÉ PODMÍNKY – TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopavy (II. doplněné vydání) [online]. © EDIP s.r.o. 2012, 2. Vydání. [cit. 2014-07-26]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz/TP%20225II.pdf>

7.1.1.1 *Původní stav*

Tabulka 6 Posouzení původního signálního plánu křižovatky K1 pro rok 2015 a 2035

	Vjezd signální skupina	lv	z	Sv	Cv	Rez	Lf1	Lf2	tw	UKD		
		[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[%]	[m]	[m]	[s]	dosaž.	požad.	
										[pvoz/h]	[pvoz/h]	
2015	VI, ZVI	105	48	2000.00	800	87	13		21	A	C	
	VA1, VA2	424	30	1806.45	452	6	64		95	E	C	
	VC1, VC2	517	30	2000.00	500	-3	78		-58	F	C	
	VK, ZVK	418	48	1882.35	753	44	50		28	B	C	
	VF1	330	20	1886.7925	314	-5	55		-64	F	C	
	VH1	144	20	1875	313	54	24		45	C	D	
	VB1, VB2	307	20	1877	313	2	51		316	E	C	
	VD1	301	20	1910	318	5	50		133	E	D	
	VE1, VE2, ZVB1	284	19	1828.5714	290	2	48		333	E	C	
VG1, VG2, ZVD	220	19	1875	297	26	37		59	D	C		

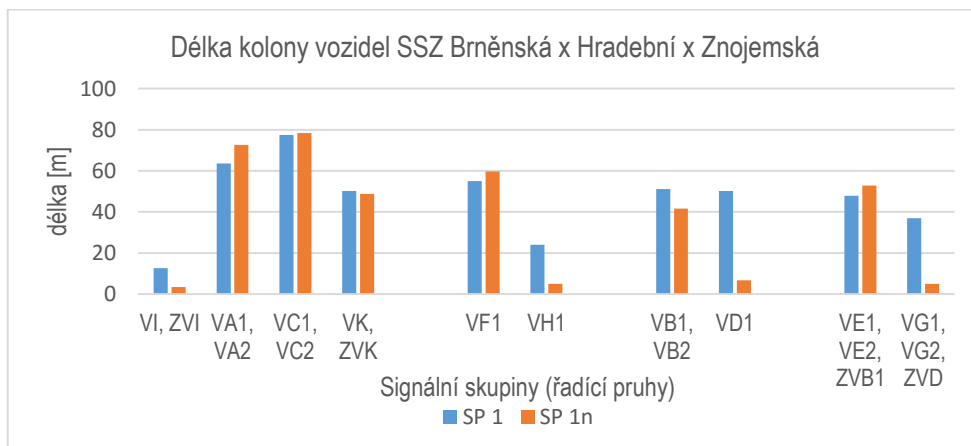
	Vjezd signální skupina	lv	z	Sv	Cv	Rez	Lf1	Lf2	tw	UKD		
		[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[%]	[m]	[m]	[s]	dosaž.	požad.	
										[pvoz/h]	[pvoz/h]	
2035	VI, ZVI	155	48	2000.00	800	81	19		22	A	C	
	VA1, VA2	631	30	1806.45	452	-40	95		34	F	C	
	VC1, VC2	768	30	2000.00	500	-54	115		40	F	C	
	VK, ZVK	587	48	1882.35	753	22	70		36	C	C	
	VF1	464	20	1886.7925	314	-48	77		34	F	C	
	VH1	215	20	1875	313	31	36		54	D	D	
	VB1, VB2	435	20	1877	313	-39	73		30	F	C	
	VD1	441	20	1910	318	-39	74		30	F	D	
	VE1, VE2, ZVB1	398	19	1828.5714	290	-37	67		28	F	C	
VG1, VG2, ZVD	320	19	1875	297	-8	54		-29	F	C		

7.1.1.2 Signální plán SP1n

Tabulka 7 Posouzení nového signálního plánu SP1n křižovatky K1 pro rok 2015 a 2035

	Vjezd signální skupina	lv	z	Sv	Cv	Rez	LF1	LF2	tw	UKD		
		[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[%]	[m]	[m]	[s]	dosaž.	požad.	
										[pvoz/h]	[pvoz/h]	
2015	VI, ZVI	30	50	2000.00	833	96	4		19	A	C	
	VA1, VA2	479	29	1846.15	446	-7	73		-11	F	C	
	VC1, VC2	517	29	2000.00	483	-7	78		-10	F	C	
	VK, ZVK	418	50	1882.35	784	47	49		26	B	C	
	VF1	362	21	1886.7925	330	-10	60		-10	F	C	
	VH1	30	21	1846.1538	323	91	5		38	C	D	
	VB1, VB2	245	18	1821	273	10	42		97	E	C	
	VD1	40	18	1899	285	86	7		41	C	D	
	VE1, VE2, ZVB1	314	19	1860.4651	295	-7	53		-43	F	C	
	VG1, VG2, ZVD	30	19	1875	297	90	5		39	C	C	
	2035	VI, ZVI	30	50	2000.00	833	96	4		19	A	C
		VA1, VA2	756	29	1846.15	446	-69	115		44	F	C
		VC1, VC2	768	29	2000.00	483	-59	116		41	F	C
VK, ZVK		587	50	1882.35	784	25	68		33	B	C	
VF1		509	21	1886.7925	330	-54	84		36	F	C	
VH1		30	21	1846.1538	323	91	5		38	C	D	
VB1, VB2		390	18	1821	273	-43	66		30	F	C	
VD1		40	18	1899	285	86	7		41	C	D	
VE1, VE2, ZVB1		398	19	1860.4651	295	-35	67		28	F	C	
VG1, VG2, ZVD		30	19	1875	297	90	5		39	C	C	

Pro názornější porovnání původního signálního plánu s nově navrženým byl vytvořen následující graf, kde jsou srovnány délky kolon vozidel pro rok 2015 (obr. 16).



Obrázek 16 Srovnání původního a nově navrženého signálního plánu na délky kolon

Z grafu je patrné, že nově navržený pevný signální plán poskytuje dosti vyrovnané výsledky vypočítanému proměnnému signálnímu plánu, který měl přibližně podobné délky signálů „VOLNO“ pro jednotlivé signální skupiny. Při porovnání je nutné brát v potaz i stavební úpravy křižovatky a posun jednotlivého VDZ V5 (0,5 m) blíže středu křižovatky na jednotlivých ramenech křižovatky. V tom případě můžeme hovořit o zajímavé záložní variantě, která doplní dynamické řízení v době poruchy detektorů. Úroveň kvality dopravy na řadících pruzích VA1, VC1, VF1 a VE1 je za hranicí kapacity pro případ původního stavu i nově navrženého je překročena rezerva kapacity, ačkoli ve skutečnosti je situace nestabilní. Křižovatka kapacitně nevyhovuje ve starém, ani v novém uspořádání.

7.1.2 K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova)

Tabulka 8 Posouzení nového signálního plánu SP2n křižovatky K2

2015	Vjezd signální skupina	lv	z	Sv	Cv	Rez	Lf1	Lf2	tw	UKD	
		[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[%]	[m]	[m]	[s]	dosaž.	požad.
										[pvoz/h]	[pvoz/h]
	VA	552	40	1987.78	663	17	74		45	C	C
	VCP	426	40	2000.00	667	36	57		35	B	C
	VCL	248	40	1905.86	635	61	33		29	B	C
	ZVC	30	29	1982.55	479	94	5		32	B	C
	VE	343	29	1777.78	430	20	52		53	D	D
	VB, ZVC2	243	23	1915	367	34	39		49	C	C

Signální plán kapacitně vyhovuje, úroveň kvality dopravy je na stupni B-C, ojediněle D.

7.1.3 K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park

Tabulka 9 Posouzení nového signálního plánu SP3n křižovatky K3

2015	Vjezd signální skupina	lv	z	Sv	Cv	Rez	LF1	LF2	tw	UKD	
		[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[%]	[m]	[m]	[s]	dosaž.	požad.
										[pvoz/h]	[pvoz/h]
	VC	699	60	2000.00	1000	30	70		25	B	C
	SC	207	60	1600.00	800	74	21		16	A	C
	VA	719	60	2000.00	1000	28	72		25	B	
	KA	94	23	1928.55	370	75	15		39	C	C
	VB	147	22	1976.80	362	59	24		42	C	C
	SB	116	45	1965.40	737	84	15		23	B	D

Křižovatka kapacitně vyhovuje, UKD je na stupni a až C.

7.1.4 Kapacitní posouzení řízení SSZ MHD v pěší zóně ulice Znojemská

Kapacitní posouzení vychází z příkladu uvedeného v TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení silničního provozu.³⁶

Tabulka 10 Kapacitní posouzení řízení SSZ MHD v pěší zóně

Délka úseku	Vyklizovací rychlost	Mezičasy	Doba cyklu	Doba volna	průměrný sled	vozidel/cyklus	cyklů/hodinu	Zkušební intenzita	Kapacita směru	Délka klínu	Délka vzdutí
[m]	[m/s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[voz/cyklus]	[cyklus/hodina]	[voz/hod]	[voz/hod]	[m]	[m]
125	5.56	21	60	10	5	2.00	60	120	120	25	12

Jak vyplývá z tabulky 10, pro zkušební hodinovou intenzitu 120 vozidel v jednom směru a 120 voz/hod v opačném směru jednopruhová obousměrná komunikace plně vyhovuje. Maximální délka vzdutí je 12 m, což je méně než maximální délka čekacího úseku na vjezdu do pěší zóny z křižovatky K1.

³⁶ Zdroj: TECHNICKÉ PODMÍNKY – TP 81: Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení silničního provozu. CDV Brno, 2015 str. 145; G.9 Příklad

8 MIKROSIMULACE ŘEŠENÉ OBLASTI

Mikroskopický model je matematickým modelem, který se zabývá pohybem dopravního proudu a řeší jednotlivá vozidla v síti. Definuje tak nejdůležitější parametry pro chování vozidla a pro chování řidiče.³⁷

Předpokladem pro tvorbu mikrosimulačního modelu byly nedostatky v posouzení kapacity jednotlivých míst v zadané lokalitě. Zvláště pak v uzlových bodech, kde dochází k úrovněmu křížení vozidel. Z tohoto hlediska se jeví mikrosimulační model jako jedna z nejlepších možností, jak ověřit hypotézy ohledně zadané oblasti a pokusit se stanovit řešení, které by bylo co možná nejoptimálnější.³⁸

Důvodem také bylo nepřesné zohlednění místních podmínek při posuzování křižovatky K1 - Znojenská x Hradební (II/523xII/602). Faktem tak zůstává, že střední doba zdržení u řadícího pruhu pro pravé odbočení na rameni Brněnská nebude nikdy ve špičce 19 s. Většina vozidel kvůli vznikající koloně pomalu jedoucích vozidel čeká déle. Je to dáno zohledněním místních podmínek, které TP nemohou zohlednit. Mikrosimulace však nenahrazuje TP, je nutné brát výsledky s jistou mírou nejistoty, která je závislá na daném modelu.

Obecně při tvorbě modelu nedochází pouze k tvorbě jednotlivých tras vozidel, je zde i mnoho dalších parametrů a úrovní, které je třeba zohlednit. Obecně tak dochází k modelování dopravní sítě, kdy jsou vymodelovány jednotlivé cesty, na které jsou přidělené jednotlivé trasy vozidel. Kromě modelování dopravní sítě dochází také k modelování poptávky, kdy je definováno chování řidiče na dvou úrovních:

1. model volby trasy, kdy je definován zdroj a cíl cesty
2. model chování řidiče – car following model, model rozhodování apod.³⁹

³⁷ Zdroj: B. Park, Department of Civil Engineering, University of Virginia, and Virginia Transportation Research Council, P.O. Box 400742, Charlottesville, VA 22904-4742. J. D. Schneeberger, Department of Civil Engineering, Univ

³⁸ Zdroj: OREGON DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. PTV Transworld AG: PROTOCOL FOR VISSIM SIMULATION[online]. 2011, June [cit. 2014-07-26]. Dostupné z: <http://www.oregon.gov/ODOT/TD/TP/APM/AddC.pdf> ersity of Virginia, P.O. Box 400742, Charlottesville, VA 22904-4742.

³⁹ Zdroj: Ing. Peter Súkeník, Ing. Petr Hofhansl, Ph. D., Ing. Marti Varhulík, Mgr. Tomáš Apeltauer, Ph. D., Ing. Martin Všečeka, Ing. Jiří Apeltauer, Ing. Michal Radimský, Ph. D. a Ing. Martin Smělý, AF-CityPlan: Příručka pro tvorbu a hodnocení mikroskopických simulací dopravy.

8.1 GEOMETRICKÉ PRVKY

K vymodelování sítě sloužil rastrový podklad v měřítku 1:500 převedený do simulačního prostředí v měřítku 1:1. Stav sítě je platný k datu 1. 7. 2015. Během vypracování této práce nebyla síť nikterak změněna. Nebyla užita ortofoto mapa, avšak jednotlivé dráhy vozidel byly pozorované v době průzkumu a dále z vyježděných čar od pneumatik na silnicích. Byly vymodelovány jednotlivé prvky sítě (jízdni pruhy, křižovatkové větve, nároží atd.). Pro každý jízdni pruh byl zvolen typ chování řidiče, který zohledňuje místní poměry a poskytuje tak co možná nejvěrnější simulaci provozu v daném úseku. S tím souvisí eliminace překryvu spojovacích částí (connector), které dále významně redukuje kolizní plochy v síti

8.2 OMEZENÍ RYCHLOSTI

Zpomalení vozidel v důsledku jízdy v oblouku a jízdě po okružním jízdni pásu byly stanoveny z průzkumu dopravní sítě, který byl proveden pomocí plovoucího vozidla s GPS přijímačem zaznamenávajícím výškové a vzdálenostní charakteristiky trasy v závislosti na čase. Z naměřených dat byly získány základní charakteristiky, jako je čas jízdy, vzdálenost, rychlost a nadmořská výška. Měření probíhalo v době odpolední špičky. Nebylo ovlivněno žádnými nepříznivými vlivy, bylo slunečné počasí a intenzita dopravy vykazovala normální hodnoty. Z hlediska zpřesnění výsledků byl zároveň zapisován ruční záznam rychlostí dle tachometru vozidla Škoda Octavia 1.4 TSI na jednotlivých úsecích tak, aby v případě ztráty příjmu signálu GPS nedošlo ke ztrátě dat o daných rychlostech a časech průjezdů.

8.2.1 Požadovaná rychlost

Požadovaná rychlost vozidel v síti byla zvolena pro jednotlivé druhy dle TP 189. Původní lineární nastavení rychlosti bylo pozměněno, protože rychlost v této dopravní síti není lineární, nýbrž je ovlivněna především vozidly na ostatních jízdni pruzích, což je patrné zejména na křižovatce se SSZ. V případě, že by nebyla rychlost ovlivněna ostatními vozidly, došlo by k lineárnímu nastavení této funkce.⁴⁰

⁴⁰ Zdroj: OREGON DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. PTV Transworld AG: PROTOCOL FOR VISSIM SIMULATION[online]. 2011, June [cit. 2014-07-26]. Dostupné z: <http://www.oregon.gov/ODOT/TD/TP/APM/AddC.pdf> ersity of Virginia, P.O. Box 400742, Charlottesville, VA 22904-4742.

8.3 SMĚROVÁNÍ VOZIDEL

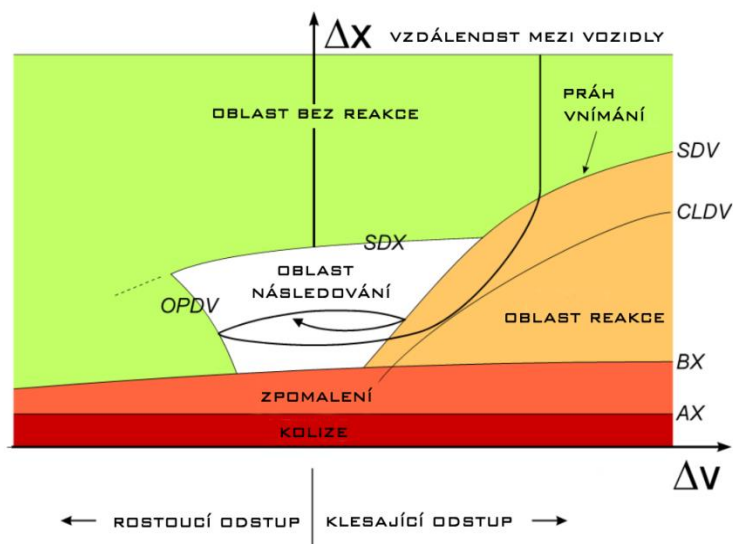
Bylo užito statické směrování vozidel. Toto směrování je v budoucnu možné upravit na dynamické přiřazování trasy a sledovat tak další možnosti zatížení úseků. Směrování vozidel (Vehicle routes) bylo rozděleno na jednotlivé třídy vozidel dle TP 189 jedoucích v oddělených jízdních pruzích. Dále byly přiděleny počty vozidel na jednotlivé trasy. Zohledněn tak byl i zákaz složených souprav (třída K dle TP 189) v části sítě, a to v ulici Dolní. Vzdálenost, na kterou bylo umisťováno počáteční místo směrování vozidel, je shodná s umístěním směrových tabulí IP19.⁴¹

8.4 CHOVÁNÍ VOZIDEL

Chování vozidel bylo definováno pomocí vlastního typu chování vycházejícího z modelu chování Wiedemann 74, který je určen především pro dopravu na intravilánových komunikacích. Jedná se o jeden ze zástupců psycho - fyzikálních modulů. Předpokladem reakce řidiče je vnějším okolím vyvolaná změna dopravního režimu na základě změny rychlosti nebo vzdálenosti mezi vozidly.⁴²

8.4.1 Wiedemann 74

Car following model vozidel nám umožňuje ovlivnit chování vozidel v dopravní síti. Funguje na principu pozorované změny řidiče vozidla před daným řidičem, kterou řidič vnímá až od určitého bodu, a tím bodem je práh vnímání. Prah vnímání nám umožňuje pozorovat změnu a adekvátně



Obrázek 17 Car following model – Wiedemann 74

⁴¹ Zdroj: TECHNICKÉ PODMÍNKY – TP 189: STANOVENÍ INTENZIT DOPRAVY NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH (II. VYDÁNÍ) [online]. © EDIP s.r.o. 2012, 2.vydání. [cit. 2014-07-26]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz/TP189.pdf>

⁴² Zdroj: TECHNICKÉ PODMÍNKY – TP 189: STANOVENÍ INTENZIT DOPRAVY NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH (II. VYDÁNÍ) [online]. © EDIP s.r.o. 2012, 2.vydání. [cit. 2014-07-26]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz/TP189.pdf>

na ní reagovat. Reakce jakožto i práh vnímání jsou biologické vlastnosti, které se u lidí liší. Jsou proměnné v čase, dochází tak většinou k prodlužování reakční doby. Princip fungování je patrný na následujícím obrázku č. 17.⁴³

Vzdálenost mezi vozidly je tak určena na základě vztahu $d = a_x + b_x$

$$b_x = (b_{x_{add}} + b_{x_mult} \cdot z) \cdot \sqrt{v}$$

Kde a_x je minimální požadovaná vzdálenost mezi stojícími vozidly, b_x minimální požadovaný odstup jedoucích vozidel, $b_{x_{add}}$ rezervní část požadované bezpečné vzdálenosti, b_{x_mult} fixní část požadované bezpečné vzdálenosti, $v [m \cdot s^{-1}]$ rychlost vozidla.⁴⁴

Nastavení těchto hodnot bylo testováno v dané síti tak dlouho, dokud nebylo dosaženo uspokojivých výsledků. Především pak plynulosti dopravního proudu a míry saturace, které jsou na nastavení chování řidičů přímo závislé. Bylo také nutné stanovit počet sledovaných vozidel, délky rozhledů, udržování bezpečných odstupů v rámci jízdního pruhu i jízdního pásu.

8.5 SKLADBA VOZIDEL

Z vysvětlení k přehledu registrací všech základních druhů vozidel ze dne 6. 11. 2015 bylo podle informací dostupných v centrálním registru vozidel evidováno k 30. 9. 2015 v rámci České republiky evidováno více jak 7,069 miliónů vozidel všech kategorií. 4,33% potažmo 293 329 je nárůst vozidel, ke kterému meziročně došlo.⁴⁵

Průměrné stáří vozidel v České republice je 17,45 roku, což je o jednu desetinu více než v předchozím období, kdy byl průměrný věk 17,35 roku. Stárnutí vozového parku bylo vykázáno

⁴³ Zdroj: PTV GROUP [online]. © PTV Group [cit. 2016-05-29]. Dostupné z: <http://vision-traffic.ptvgroup.com/en-uk/training-support/support/ptv-vissim/> PTV Karlsruhe: „VISSIM – Usermanual“, UK,2013

⁴⁴ Zdroj: PTV GROUP [online]. © PTV Group [cit. 2016-05-29]. Dostupné z: <http://vision-traffic.ptvgroup.com/en-uk/training-support/support/ptv-vissim/> PTV Karlsruhe: „VISSIM – Usermanual“, UK,2013

⁴⁵ Zdroj: Složení vozového parku v ČR: Souhrnná tabulka. Sdružení automobilového průmyslu [online]. (c) 2013 SDRUŽENÍ AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/zakladni-prehledy-a-udaje/slozeni-vozoveho-parku-v-cr/>

u kategorií motocyklů, osobních i užitkových vozidel. Výjimka byla zaznamenána pouze v kategorii autobusů, kde přepravci začali využívat dotace na CNG plyny a vozový park tak omlazovat.⁴⁶

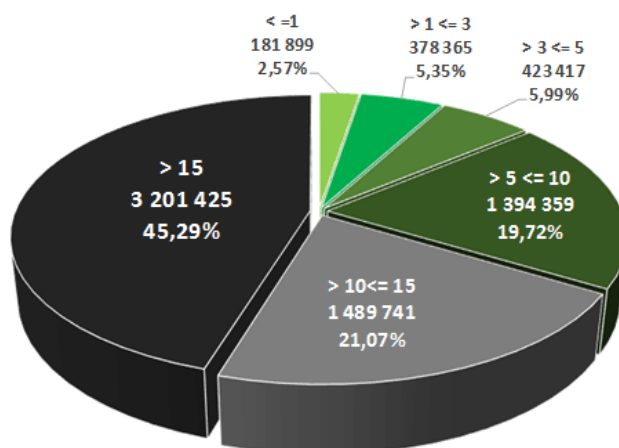
Níže zveřejněný obrázek č. 17 uvádí celkové počty vozidel a jejich stáří k 31. 12. 2014 a změnu k 30. 9. 2015. Je zde přehled nejenom počtů motorových vozidel z Centrálního registru vozidel, ale i stáří vozidel v jednotlivých kategoriích.⁴⁷

Celkové počty motorových vozidel v CRV k 30.9.2015

Motorová vozidla

druh vozidla	kategorie	celkový počet k		rozdíl registrací	průměrné stáří		rozdíl věku
		30.9.2015	31.12.2014		k 30.9.2015	k 31.12.2014	
motocykly	celkem L*:	1 058 081	1 005 452	52 629	32,55	32,33	0,22
autobusy	celkem AB*:	19 892	19 889	3	14,34	14,85	-0,51
	z toho : M2	3 257	2 845	412	26,30	27,45	-1,15
	M3	16 635	15 813	822	12,00	11,26	0,74
	nezařazeno		1 231	-1 231		31,97	
osobní	celkem OA*:	5 110 452	4 893 562	216 890	14,53	14,49	0,04
užitkové automobily	celkem N1+N2+N3:	711 637	692 496	19 141	12,80	12,70	0,10
	z toho : N1	527 149	509 378	17 771	11,32	11,10	0,22
	N2	78 289	84 027	-5 738	21,50	21,46	0,04
	N3	106 199	99 091	7 108	13,70	13,50	0,20
traktory	celkem (TJE+TKO+TKU+TPA+TR):	169 144	164 478	4 666	31,23	31,01	0,22
MOTOROVÁ VOZIDLA CELKEM:		7 069 206	6 775 877	293 329	17,45	17,35	0,10

Celkové počty motorových vozidel dle doby provozu od první registrace



Stav k 30.9.2015

100 % = 7 069 206 ks, průměrné stáří =

Zdroj: CRV / SDA

17,45 roku.

Motorová vozidla v ČR starší než 10 let tvoří 66,36% vozového parku ČR.

Obrázek 18 Celkové počty motorových vozidel v CRV⁴⁸

⁴⁶ Zdroj: Složení vozového parku v ČR: Souhrnná tabulka. *Sdružení automobilového průmyslu* [online]. (c) 2013 SDRUŽENÍ AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/zakladni-prehledy-a-udaje/slozeni-vozoveho-parku-v-cr/>

⁴⁷ Zdroj: Složení vozového parku v ČR: Souhrnná tabulka. *Sdružení automobilového průmyslu* [online]. (c) 2013 SDRUŽENÍ AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/zakladni-prehledy-a-udaje/slozeni-vozoveho-parku-v-cr/>

8.5.1 Osobní automobily

Z obr. č. 18 - Celkové počty motorových vozidel v CRV vyplývá, že se za období leden až září v roce 2015 rozšířil počet vozidel kategorie osobních automobilů o 216 890 vozidel a průměrný věk vozidel se zvýšil o 0,04% ze 14,49% na 14,53%.⁴⁹

V Tab. č. 11: Složení vozového parku osobních automobilů v ČR je vidět, že po českých silnicích jezdí 1 745 044 vozidel značky Škoda, což je 34,15% ze všech osobních vozidel. Dá se říci, že každý třetí Čech jezdí ve Škodovce. Následují vozy značek Volkswagen, Ford, Renault, Peugeot... První tři uvedené značky zaujímají necelých 50 % automobilů a prvních patnáct téměř 87 %.⁵⁰

Tabulka 11 Složení vozového parku osobních automobilů v ČR

Složení vozového parku osobních automobilů v ČR		
značka	počet	procento na trhu
Škoda	1 745 244	34,15
Volkswagen	409 349	8,01
Ford	390 695	7,65
Renault	321 425	6,29
Peugeot	295 265	5,78
Opel	225 879	4,42
Citroën	193 130	3,78
Fiat	182 240	3,57
Hyundai	149 563	2,93
Audi	94 633	1,85
Toyota	93 930	1,84
BMW	92 878	1,82
Mercedes-Benz	82 449	1,61
Seat	80 988	1,58
Kia	74 993	1,47
Ostatní značky	677 791	13,26
	5 110 452	

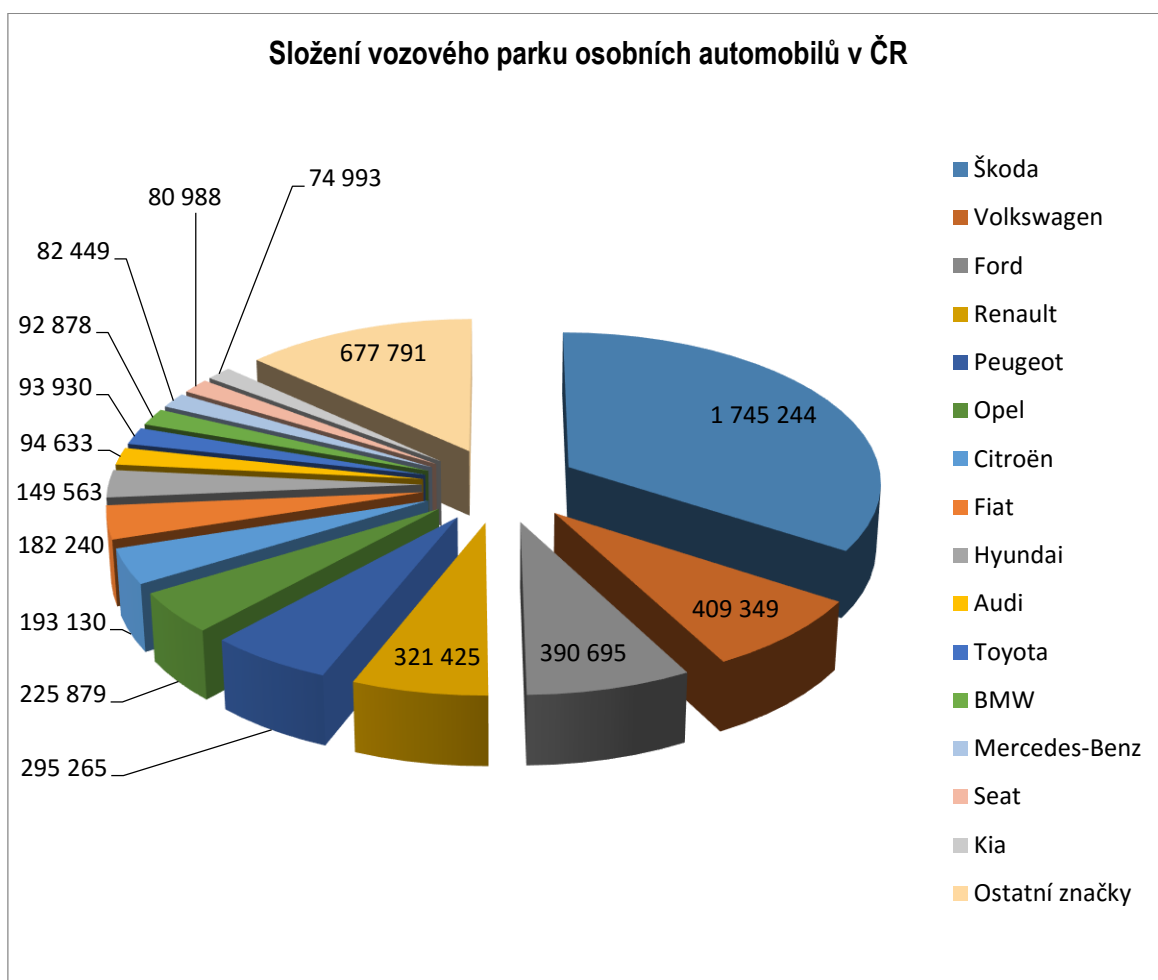
⁴⁸ Složení vozového parku v ČR: Souhrnná tabulka. *Sdružení automobilového průmyslu* [online]. (c) 2013 SDRUŽENÍ AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/zakladni-prehledy-a-udaje/slozeni-vozoveho-parku-v-cr/>

⁴⁹ Zdroj: Složení vozového parku v ČR: Souhrnná tabulka. *Sdružení automobilového průmyslu* [online]. (c) 2013 SDRUŽENÍ AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/zakladni-prehledy-a-udaje/slozeni-vozoveho-parku-v-cr/>

⁵⁰ Zdroj: vlastní zpracování Složení vozového parku v ČR: Souhrnná tabulka. *Sdružení automobilového průmyslu* [online]. (c) 2013 SDRUŽENÍ AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/zakladni-prehledy-a-udaje/slozeni-vozoveho-parku-v-cr/>

Zdroj: Vlastní zpracování. ⁵¹

U osobních automobilů je asi nejpatrnější fluktuace a obměna vozového parku, z hlediska dlouhodobé statistiky Sdružení automobilového průmyslu vyplývá, že nejčastější motorizací jsou malé benzínové motory s obsahem do 2000 cm³. Průměrné stáří osobních automobilů je 14,2 roku a celkový stáří všech motorových vozidel je 17 let.



Obrázek 19 Grafické zobrazení složení vozového parku osobních automobilů v ČR

8.5.2 Užitkové vozy

Složení vozového parku užitkových vozů ve všech kategoriích je celkem složeno ze 711 637 vozidel, což je přehledně zpracováno v tabulce označené Tab. č. 12., konkrétně v kategorii N1 je to 527 149, N2 čítá počet vozidel 78 289 a v neposlední řadě N3 pak 106 199 vozidel. ⁵²

⁵¹ Zdroj: Složení vozového parku v ČR: Souhrnná tabulka. *Sdružení automobilového průmyslu* [online]. (c) 2013 SDRUŽENÍ AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/zakladni-prehledy-a-udaje/slozeni-vozoveho-parku-v-cr/>

Tabulka 12 Složení vozového parku užitkových vozů

kategorie N1			kategorie N2			kategorie N3		
značka	počet	% na trhu	značka	počet	% na trhu	značka	počet	% na trhu
Ford	73 947	14,03	Avia	28 930	36,95	Tatra	17 034	16,04
Škoda	73 097	13,87	Iveco	13 183	16,84	MAN	14 900	14,03
Volkswagen	61 188	11,61	MercedesBenz	7 404	9,46	Mercedes Benz	14 153	13,33
Renault	43 171	8,19	Praga	6 554	8,37	Liaz	12 270	11,55
Peugeot	41 107	7,80	MAN	6 508	8,31	DAF	11 552	10,88
Citroën	37 824	7,18	DAF	3 564	4,55	Volvo	10 879	10,24
Fiat	35 394	6,71	Renault	3 369	4,30	Scania	9 824	9,25
Mercedes Benz	29 356	5,57	IFA	1 164	1,49	Iveco	6 787	6,39
celkem za N1	527 149		celkem za N2	78 289		celkem za N3	106 199	

Zdroj: Vlastní zpracování.⁵³

8.5.3 Autobusy

Složení vozového parku autobusů čítá 19 892 vozidel rozdělených do dvou kategorií M2 a M3, což zobrazuje tabulka č. 13. Jak již bylo zmíněno, stáří autobusů se v období leden až září 2015 o půl procenta omladilo.⁵⁴

Tabulka 13 Složení vozového parku autobusů

Složení vozového parku autobusů					
kategorii M3			kategorii M2		
značka	počet	% na trhu	značka	počet	% na trhu
Karosa	4 804	28,88	Škoda	1 513	46,45
SOR	3 453	20,76	Ford	543	16,67
Irisbus/ Iveco BUS	2 623	15,77	Mercedes-Benz	362	11,11
Mercedes-Benz	1 559	9,37	Renault	266	8,17
Renault	507	3,05	Volkswagen	198	6,08
Solaris	497	2,99	Avia	129	3,96
MAN	461	2,77	Fiat	72	2,21

Zdroj: Vlastní zpracování.⁵⁵

⁵² Zdroj: vlastní zpracování Složení vozového parku v ČR: Souhrnná tabulka. Sdružení automobilového průmyslu [online]. [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/zakladni-prehledy-a-udaje/slozeni-vozoveho-parku-v-cr/>

⁵³ Zdroj: Složení vozového parku v ČR: Souhrnná tabulka. Sdružení automobilového průmyslu [online]. (c) 2013 SDRUŽENÍ AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/zakladni-prehledy-a-udaje/slozeni-vozoveho-parku-v-cr/>

⁵⁴ Zdroj: vlastní zpracování Složení vozového parku v ČR: Souhrnná tabulka. Sdružení automobilového průmyslu [online]. (c) 2013 SDRUŽENÍ AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/zakladni-prehledy-a-udaje/slozeni-vozoveho-parku-v-cr/>

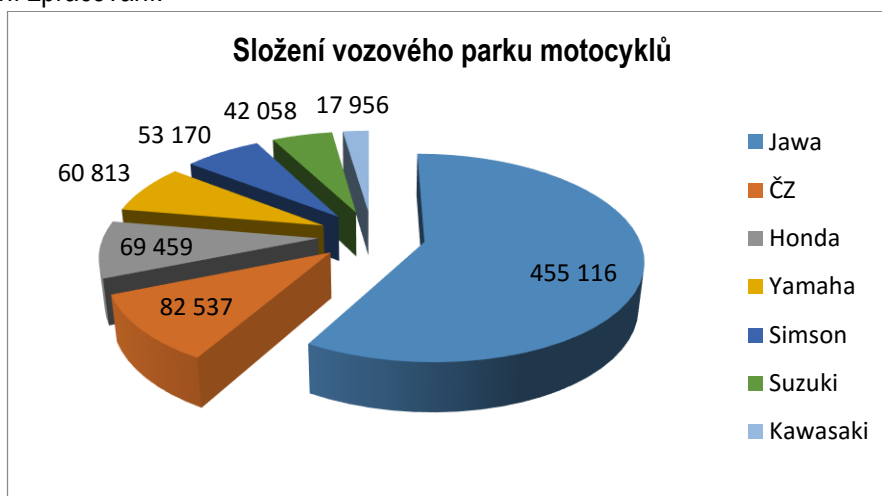
8.5.4 Motocykly

Motocyklů je dle tab. č. 14 v centrálním registru vozidel evidováno více jak milion, konkrétně to je 1 058 081 kusů motocyklů včetně mopedů, které jsou nejstarší kategorií, jenž po silnicích jezdí. Stáří motocyklů je průměrně 32,55 roku. Téměř polovinu v této kategorii tvoří motocykly české výroby značky Jawa, ČZ a Simson.⁵⁶

Tabulka 14 Složení vozového parku motocyklů

Složení vozového parku motocyklů v ČR		
značka	počet	% na trhu
Jawa	455 116	43,01
ČZ	82 537	7,80
Honda	69 459	6,56
Yamaha	60 813	5,75
Simson	53 170	5,03
Suzuki	42 058	3,97
Kawasaki	17 956	1,70
Celkem	1 058 081	100,00

Zdroj: Vlastní zpracování.⁵⁷



Obrázek 20 Grafické zobrazení složení vozového parku motocyklů

⁵⁵ Zdroj: Složení vozového parku v ČR: Souhrnná tabulka. *Sdružení automobilového průmyslu* [online]. (c) 2013 SDRUŽENÍ AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU [cit. 2016-05-23]. Dostupné z:

<http://www.autosap.cz/zakladni-prehledy-a-udaje/slozeni-vozoveho-parku-v-cr/>

⁵⁶ Zdroj: vlastní zpracování Složení vozového parku v ČR: Souhrnná tabulka. *Sdružení automobilového průmyslu* [online]. (c) 2013 SDRUŽENÍ AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU [cit. 2016-05-23]. Dostupné z:

<http://www.autosap.cz/zakladni-prehledy-a-udaje/slozeni-vozoveho-parku-v-cr/>

⁵⁷ Zdroj: Složení vozového parku v ČR: Souhrnná tabulka. *Sdružení automobilového průmyslu* [online]. (c) 2013 SDRUŽENÍ AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU [cit. 2016-05-23]. Dostupné z:

<http://www.autosap.cz/zakladni-prehledy-a-udaje/slozeni-vozoveho-parku-v-cr/>

8.5.5 Složení vozového parku vyjma osobních automobilů

V níže uvedené tabulce číslo 15 je zpracovaný přehled vozidel z CRV potažmo doplnění technických údajů dle motorizace, výkonu, točivého momentu, délky a šířky.

Tabulka 15 Složení celého vozového parku v České republice bez osobních automobilů

Kategorie	Pořadí	Tovární značka	Celkový počet registr. Vozů	Podíl na celkové m složení	Nejčastější motorizace	Výkon	Točivý moment	Délka	Šířka
			[ks]	[%]	[-]	[kW]	[Nm při ot/min]	[mm]	[mm]
N2	1	Avia	28 930	36,95	A30 3.6 8V	76	340/1800	6 392	2 050
	2	Iveco	13 183	16,84	Eurocargo Tector F4A	185	850/1250-2100	6 802	2 550
	3	Mercedes Benz	7 404	9,46	Antos OM 936	310	1000/1200-1600	6 700	2 300
	4	Praga	6 554	8,37	V3S	73	353/1400	6 910	2 310
	5	Man	6 508	8,31	TGL D0836	184	1000/1200-1750	7 400	2 480
N3	1	Tatra	17 034	16,04	T815 T928	208	1010/1400	6 980	2 500
	2	Man	14 900	14,03	TGX D20	235	1600/1400	13 620	2 480
	3	Mercedes Benz	14 153	3,33	Actros OM 473	380	2600/1100	16 890	2 500
	4	LIAZ	12 270	11,55	110.491 MŠ640	235	1290/1250	17 600	2 450
	5	DAF	11 552	10,88	XF MX-13	340	2300/1000-1425	16 900	2 490
A	1	Karosa	4 804	28,88	C734 ML636N	175	1050/1400	11 055	2 500
	2	SOR	3 453	20,76	C12 Iveco Tector NEF	194	1100/1400	11 820	2 525
	3	Iveco/Iribus	2 623	15,77	Citelis 12M	243	1200/1350	11 995	2 550
	4	Mercedes Benz	1 559	9,37	OM 926 LA 210	210	1120/1200-1600	12 140	2 550
	5	Škoda	1 513	46,45	21Ab Man DO826	162	-	11 560	2 500
M	1	JAWA	455 116	43,01	50/20,21	2,6	4,0/2500	1 780	600
	2	ČZ	82 537	7,80	175/477	11	-	1 950	700
	3	Honda	69 459	6,56	CB 500	40	44/8000	2 090	720
	4	Yamaha	60 813	5,75	FZS 600	70	61/9500	2 110	726
	5	Simson	53 170	5,03	S51	2,7	5,0/4800	1 890	880

Zdroj: Vlastní zpracování.⁵⁸

8.6 VSTUPY VOZIDEL

V síti byly identifikovány jednotlivé vstupy vozidel, kterým byla přidělena skladba vozidel odpovídající dopravnímu průřezu, který byl zhotoven pro řešenou oblast. Kromě skladby byla definována

⁵⁸ Zdroj: Složení vozového parku v ČR: Souhrnná tabulka. *Sdružení automobilového průmyslu* [online]. (c) 2013 SDRUŽENÍ AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/zakladni-prehledy-a-udaje/slozeni-vozoveho-parku-v-cr/>

i intenzita vozidel (intenzita ve špičkové hodině dne). Vozidla nebylo třeba přepočítávat dle TP, jako tomu je při posouzení podle platných TP. Jednotlivá vozidla jsou zde zastoupena modelem, kterému jsou přiděleny základní parametry vozidla (rozměry, hmotnost, výkon, barva).

Simulační software PTV Vissim užívá k distribuci vozidel do sítě stochastické funkce. Jedná se o stochastický proces s diskretními hodnotami a Poissonovým rozdělením vozidel na časovém intervalu.

8.7 NASTAVENÍ PŘEDNOSTI V JÍZDĚ

K nastavení přednosti v síti byly užity konfliktní zóny (místa, kde dochází k protnutí dráhy vozidla s kolizním proudem). Ty byly nastaveny pro celou síť. V případě problémových oblastí byly užity ještě přednosti v jízdě, kde byla definována minimální časová mezera pro vjezd do prostoru křižovatky anebo minimální délka volného prostoru.

8.8 LINKY VHD

Došlo k nastavení jednotlivých linek MHD a VHD na zastávkách, které se nachází v řešené lokalitě. Vozidlům byla zadána doba příjezdu na zastávku, čas zdržení na zastávce a dále zastávka, na které zastavují, byl jim tedy definován jízdní řád. Byly definovány dráhy linek autobusů a trolejbusů MHD a k rozlišení od ostatních autobusů v síti jim byla určena i barva. Pro autobusy MHD to byla zelená varianta vozidel SOR 12 a pro trolejbusy to byla modrá varianta.

8.9 GENERÁTOR NÁHODNÝCH ČÍSEL A POČET BĚHŮ SIMULACE

8.9.1 Generátor náhodných čísel

Důležitým parametrem je nastavení generátoru náhodných čísel (random seed), který pro nezměněnou dopravní síť poskytuje rozdílné výsledky. Umožňuje tak simulovat různé situace, které mohou nastat v dopravní síti. Z tohoto důvodu je nutné měnit hodnotu generátoru náhodných čísel. Jako počet simulačních běhů byla nastavena hodnota 10, avšak ještě předtím byla ověřena odchylka empirických hodnot od hodnot z profilového čítače v programu Vissim.

8.9.2 Počet běhů simulace

Byla stanovena 95% úroveň spolehlivosti, odchylka skutečných od naměřených hodnot tak mohla být maximálně 5%. Bylo spuštěno 5 zkušebních běhů programu, při kterém byla pozorována maximální odchylka 4,6% mezi naměřenými hodnotami z profilového čítače ve Vissimu a skutečnými hodnotami intenzit na rameni Brněnská.

8.9.3 Parametry simulačního běhu

K tomu můžeme užít přírůstek generátoru náhodných čísel (random seed increment). V této práci bylo užito 10 simulačních běhů s počátečním nastavením generátoru na hodnotu 60 s přírůstkem 10. Počet přepočtů simulace za sekundu byl stanoven na hodnotu 20. Simulace tak bude přepočtena 20x za sekundu, což klade vyšší nároky na hardwarové vybavení, avšak zvyšuje to přesnost celé simulace.

Jako celkový čas simulace byla stanovena hodnota 4200 s (1 hod. 10 min). Ze zkušebních spuštění simulace vyplývá, že nejvyšší nárůst dopravy nastává do 10 minuty, pak již dochází k plynulému zvyšování dopravy. Proto byla zvolena jako zahřívací perioda 10 minut.

8.10 PĚŠÍ A CYKLISTICKÁ DOPRAVA

V simulaci nebyla uvažována cyklistická doprava, je to především díky tomu, že převážná většina cyklistů v dané síti využívá k jízdě přilehlých chodníkových ploch. Proto se zatím jeví jako nepodstatné modelování cyklistické dopravy. Pěší doprava byla vymodelována na křižovatce K1 a K2.

9 KALIBRACE MODELU

Po ověření správnosti zadaných dat, kdy byly kontrolovány všechny předchozí kroky, došlo ke kalibraci daného modelu s audiovizuálním záznamem křižovatky se SSZ a dále k porovnání s fotodokumentací, která byla pořízena. Kalibrováním modelu rozumíme souhrn opatření, která vedou ke shodě modelu se skutečným stavem. Podkladem tak můžou být cestovní časy, délky kolon, složení vozidel, intenzity vozidel, jízdní rychlosti apod. Model byl kalibrován nejdříve obecně na složení vozidel, definování statických tras, intenzit na vstupech do sítě, omezení rychlosti v úsecích, jako jsou odbočení nebo okružní jízdní pás.^{59 60}

Následně byl kalibrován na délku kolony na rameni Hradební a Brněnská, dále pak na délku kolony na ulici Znojemská. Model byl zároveň i verifikován. Byla tak ověřena funkčnost modelu a zjištěno, zdali dochází k plnění cílů, za kterými byl mikrosimulační model zhotoven.

⁵⁹ Zdroj: Ing. Peter Súkeník, Ing. Petr Hofhansl, Ph. D., Ing. Marti Varhulík, Mgr. Tomáš Apeltauer, Ph. D., Ing. Martin Všeťečka, Ing. Jiří Apeltauer, Ing. Michal Radimský, Ph. D. a Ing. Martin Smělý, AF-CityPlan: Příručka pro tvorbu a hodnocení mikroskopických simulací dopravy. koncept k 1. 7. 2013 – nepublikovaný dokument

⁶⁰ Zdroj: PTV Karlsruhe: „VISSIM – Usermanual“, UK,2013

Na základě těchto výsledků a porovnání shody cestovních časů na trase a (Trasa bude definována v dalších kapitolách) bylo přistoupeno k validaci modelu.



Obrázek 21 Tvorba kolon na rameni křižovatky K1 - Znojemska (VB)

10 VALIDACE MODELU

Validací modelu rozumíme taková opatření, při kterých dojde k porovnání naměřených dat (empirických) s daty, které vzešly z modelu. Validovaný model by tak měl poskytovat takové výsledky, jako skutečný stav při nezměněných podmínkách. Prostým faktem zůstává, že 100% validace není možná. Avšak je možné se k této hranici aspoň přiblížit.⁶¹⁶²

K validaci by měla být užitá jiná data, než která byla užitá v předchozím kroku ke kalibraci modelu. Proto volba padla na rychlost vozidel projíždějících profilem komunikace Hradební ve směru K1-K2. Byl proveden Studentův t-test, při kterém bylo na hladině významnosti 5% ověřena shoda empirických hodnot se získanými ze simulace. Nastavení simulace bylo popsáno v předchozí kapitole. V následující tabulce je možné vidět provedení Studentova T-tesu (tab. 16).

⁶¹ Zdroj: Ing. Peter Súkeník, Ing. Petr Hofhansl, Ph. D., Ing. Marti Varhulík, Mgr. Tomáš Apeltauer, Ph. D., Ing. Martin Všeťečka, Ing. Jiří Apeltauer, Ing. Michal Radimský, Ph. D. a Ing. Martin Smělý, AF-CityPlan: Příručka pro tvorbu a hodnocení mikroskopických simulací dopravy. koncept k 1. 7. 2013 – nepublikovaný dokument

⁶² Zdroj: PTV Karlsruhe: „VISSIM – Usermanual“, UK, 2013

Tabulka 16 Validace modelu podle naměřených rychlostí vozidel

	Interval	Rychlost průzkum	Rychlos Vissim	Rozdíl	$t - test$	$t_{\alpha_{0,95}}$
	[min]	[km/hod]	[km/hod]	[km/hod]		
průměr	00:00:00 - 00:05:00	54.54	49.32	5.22	-0.570404	2.201
	00:05:00 - 00:10:00	49.34	48.24	1.10		
	00:10:00 - 00:15:00	51.82	47.90	3.92		
	00:15:00 - 00:20:00	47.58	50.76	-3.18		
	00:20:00 - 00:25:00	51.27	49.82	1.45		
	00:25:00 - 00:30:00	51.23	50.16	1.07		
	00:30:00 - 00:35:00	48.73	51.62	-2.89		
	00:35:00 - 00:40:00	49.18	51.37	-2.19		
	00:40:00 - 00:45:00	49.16	50.32	-1.16		
	00:45:00 - 00:50:00	50.87	49.23	1.64		
	00:50:00 - 00:55:00	50.84	51.66	-0.82		
	00:55:00 - 01:00:00	50.03	51.70	-1.67		
	průměr	50.38	50.18	0.21		
	směrodatná odchylka	1.73	1.26			

Podmínkou validace je, aby výsledky t-testu neležely v kritickém oboru. Kdyby se tak stalo, model by nebyl validován a bylo by nutné se vrátit zpátky do kalibrace modelu. Model bude validován, když bude platit: $|t_test| < t_{\alpha_{0,95}}$. Na 5% hladině významnosti přijímáme tedy daný model jako validovaný.

11 VYHODNOCENÍ VÝSTUPŮ ZE SIMULAČNÍHO MODELU

V této části práce dojde k vyhodnocení výstupu ze simulačního modelu, budou tak posouzeny jednotlivé varianty a srovnány s původním stavem. Hlavními charakteristikami k posouzení jednotlivých řešení byly zvoleny délky kolon na jednotlivých vjezdech společně se zdržením vozidel. Délky kolon byly zvoleny především proto, že je to nejvíce viditelný parametr. Dále bylo vyhodnocováno zdržení vozidel při průjezdu křižovatkou, tento parametr nám především určí ztrátový čas, který musíme vynahradiť navíc k času potřebnému k projetí prostoru křižovatky. Pro ověření zlepšení nebo zhoršení současného stavu dopravy v síti byla určena trasa z dopravního průzkumu a následně porovnána s modelem popisujícím původní stav, nově navržený a modelem dynamického řízení dopravy. Bylo provedeno deset měření pro původní stav i pro každou variantu. Výstupy z těchto měření byly statisticky vyhodnoceny. Byly určeny především průměrné hodnoty jednotlivých charakteristik a v případě délky kolony byla určena i maximální délka kolony. Vyhodnocení v simulaci bylo nastaveno na interval 300 s, výsledné vyhodnocení v této práci bude zpracováno za celý běh simulace (1 h). Pětiminutové vyhodnocení dat může posloužit k budoucímu

zpracování. Simulační model byl kalibrován a validován na stav dopravy platný k datu provedení průzkumu. Byla užita špičková intenzita dopravy v době odpolední špičky.

11.1 PRŮMĚRNÁ A MAXIMÁLNÍ DÉLKA KOLONY VOZIDEL NA ZVOLENÝCH KŘIŽOVATKÁCH

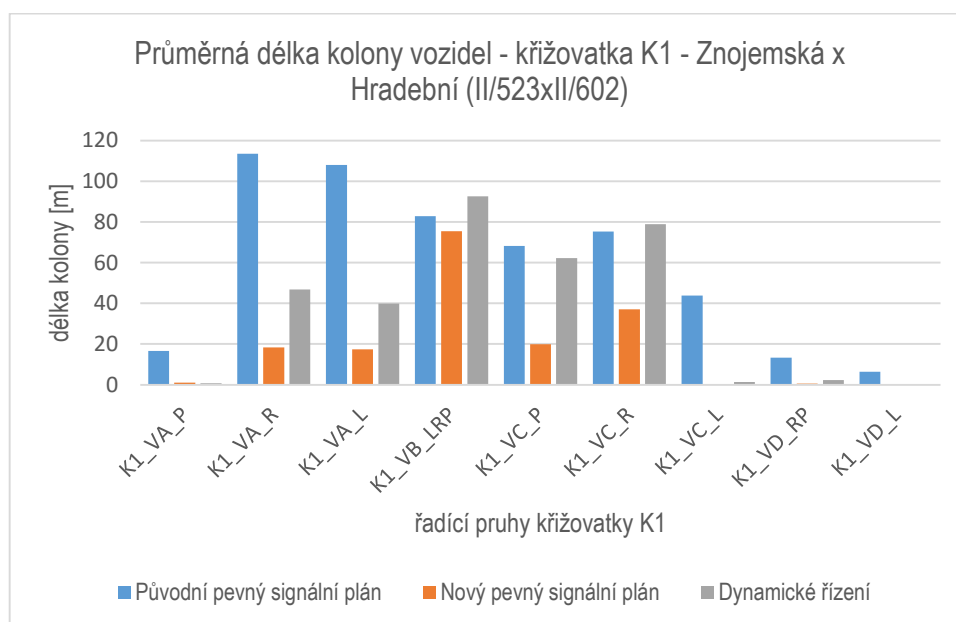
Detektory byly umístěny na křižovatce K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602), K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova) a K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park (schéma sítě viz příloha č. 1). V průběhu špičkové hodiny byla měřena v 5 minutových intervalech délka kolony. Na konci špičkové hodiny byl proveden aritmetický průměr 5 minutových průměrných délek kolon a zároveň byla určena průměrná maximální délka kolony. Řadící pruhy jsou značeny stylem K1_VA_P, kde K1 je identifikační kód křižovatky (v tomto případě Znojemská x Hradební (II/523xII/602), VA rameno křižovatky (v tomto případě ulice Brněnská) a P značí směr (P je pravé odbočení). Mezi sebou byly porovnávány tři varianty zvolených křižovatek. První varianta označena původní pevný signální plán představuje odpozorované délky jednotlivých signálů „VOLNO“ na zvolených řadících pruzích, dále pak průměrnou délku cyklu v době špičkové hodiny. Pořadí fází bylo zvoleno na základě nejvyššího počtu výskytu posloupnosti jednotlivých fází. Nový signální plán, představuje dopravní a stavebně technické opatření, které byly na dané křižovatce navrženy. SSZ je v tomto případě řízeno pevným signálním plánem. Dynamické řízení představuje návrh řízení křižovatky pomocí dynamického dopravně závislého řízení s preferencí MHD. Tato varianta vychází z varianty nově navrženého signálního plánu. Výsledné hodnoty byly uspořádány do následující tabulky (tab. 17)

Tabulka 17 Průměrná a maximální délka kolony na zvolených křižovatkách

Původní pevný signální plán			Nový pevný signální plán			Dynamické řízení		
Řadící pruh	Průměrná délka kolony	Maximální délka kolony	Řadící pruh	Průměrná délka kolony	Maximální délka kolony	Řadící pruh	Průměrná délka kolony	Maximální délka kolony
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
K1_VA_P	16.67	59.31	K1_VA_P	1.01	9.06	K1_VA_P	0.76	7.53
K1_VA_R	113.55	216.69	K1_VA_R	18.37	70.43	K1_VA_R	46.84	126.02
K1_VA_L	107.95	216.43	K1_VA_L	17.43	72.23	K1_VA_L	39.88	124.13
K1_VB_LRP	82.87	137.69	K1_VB_LR	75.49	120.18	K1_VB_LRP	92.64	139.45
K1_VC_P	68.21	151.15	K1_VC_P	19.93	77.53	K1_VC_P	62.16	155.08
K1_VC_R	75.32	155.91	K1_VC_R	37.05	112.38	K1_VC_R	78.94	176.24
K1_VC_L	43.78	125.05	K1_VC_L	0	0	K1_VC_L	1.29	13.37
K1_VD_RP	13.33	48.04	K1_VD_LR	0.6	14.38	K1_VD_RP	2.34	16.69
K1_VD_L	6.36	31.5						
K2_VA_RL	40.44	96.13	K2_VA_RL	37.07	80.99	K2_VA_RL	41.55	102.87
K2_VB_L	10.97	37.9	K2_VB_L	11.09	40.52	K2_VB_L	10.94	43.89
K2_VB_P	2.03	21.15	K2_VB_P	1.41	18.18	K2_VB_P	9.75	65.17
K2_VC_RP	12.76	52.85	K2_VC_RP	13.83	57.45	K2_VC_RP	13.51	55.65
K2_VC_R	12.92	52.79	K2_VC_R	14.1	57.38	K2_VC_R	13.77	55.59
K2_VD_RP	0.69	4.22						
K3_VA_R	47.72	130.55	K3_VA_R	18.91	94.28	K3_VA_R	13.61	79.61
K3_VA_L	4.19	18	K3_VA_L	3.93	18.94	K3_VA_L	2.73	16.34
K3_VC_R	21.81	110.18	K3_VC_R	18.53	106.06	K3_VC_R	31.64	120.62
K3_VC_P	4.49	19.54	K3_VC_P	1.26	8.47	K3_VC_P	0.41	4.16
K3_VB_L	8.22	36.26	K3_VB_L	10.78	43.86	K3_VB_L	38.87	55.79
K3_VB_P	3.87	27.67	K3_VB_P	7.27	38.07	K3_VB_P	21.95	47.12

Jak je patrné z tabulky výše, pro křižovátku K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602) je optimálním způsobem řízení z hlediska délky kolony nově navržený pevný signální plán (pevný cyklus délky 120 s). Dochází zde tak k poklesu délky kolon na jednotlivých řadících pruzích. Největší změna nastala na rameni VA – Brněnská, kde délka kolon na řadícím pruhu pro jízdu rovně poklesla z maximální hodnoty 216,69 m na 70,43 m. Na řadícím pruhu pro levé odbočení se pak snížila z 216,43 m na 72,23 m. Obdobně uspokojujivé výsledky po aplikaci nového pevného signálního plánu byly i na ostatních ramenech křižovátky K1. Na křižovatce K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova) byly průměrné délky kolon podobné jako u původního signálního plánu, několikrát byly i mírně horší. Největší nárůst maximální průměrné délky kolony byl na řadícím pruhu VC – rameno Dvořákova určeného pro jízdu přímo a pravé odbočení z původních 52,85 m na 57,45 m (přibližně délka jednoho vozidla). Na křižovatce K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park došlo k zlepšení situace pro případ užití nového signálního plánu a aplikaci

nového dopravního řešení a stavebně-technických úprav. Nejvýraznější pokles byl na rameni VA – Brněnská, kde došlo ke snížení průměrné maximální délky kolony z 130,55 m na 94,28 m. Naopak navýšení průměrné maximální délky kolony bylo na rameni VB – výjezd z prostor parkoviště OC City Park, kde došlo k navýšení průměrné maximální délky kolony z 27,67 m na 38,07 m. Aplikace dynamického dopravně závislého řízení s podmíněnou preferencí MHD přineslo v průměru podobné výsledky jako původní řízení. Snížení maximální průměrné délky kolon bylo naměřeno na rameni VA – Brněnská křižovatky K3 z původní maximální průměrné délky kolony 130,55 m pro původní plán a 94,28 m pro nový pevný signální plán na 79,61 m pro dynamické řízení SSZ. Nárůst naopak nastal na většině ostatních ramen křižovatek K1 až K3. Nejvyšší nárůst maximální průměrné délky kolony byl na rameni VC – Hradební křižovatky K1, kde došlo k nárůstu z 155,91 m pro původní signální plán a 112,38 m pro nový pevný signální plán na 176,24 m pro dynamické řízení. Pro větší přehlednost a lepší představu byl zpracován následující graf pro křižovatku K1 - Znojemska x Hradební (II/523xII/602), viz obr. 22.



Obrázek 22 Průměrná délka kolony vozidel - křižovatka K1 - Znojemska x Hradební (II/523xII/602)

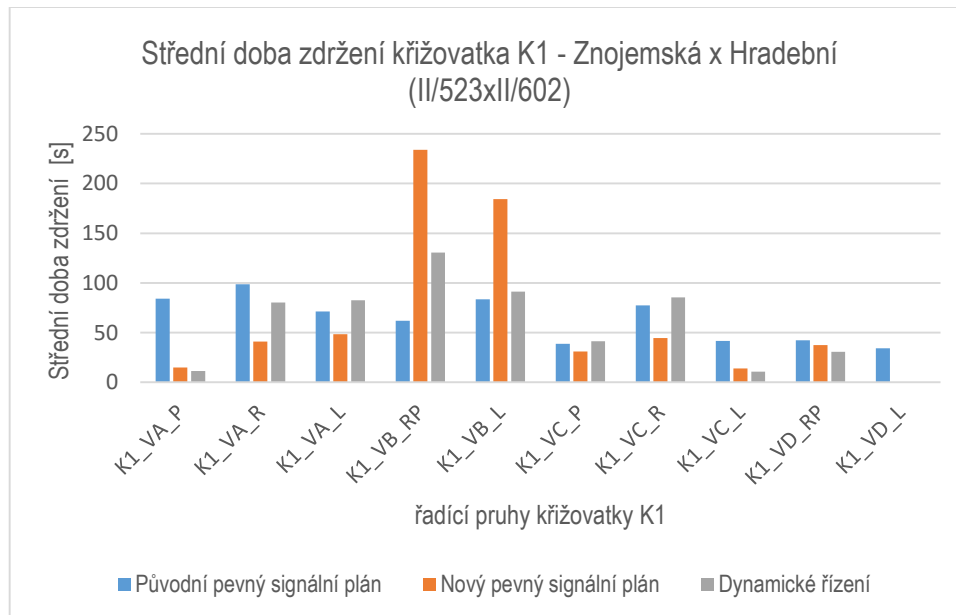
11.2 STŘEDNÍ DOBA ZDRŽENÍ VOZIDEL NA ZVOLENÝCH KŘIŽOVATKÁCH

Střední doba zdržení v programu PTV Vissim 7.00 vychází z referenčního času vozidla, které projelo křižovatkou v požadovaném směru. Střední doba zdržení je pak čas, který je navíc oproti referenčnímu času. Na jednotlivých řadících pruzích vybraných křižovatek byly umístěny čítače před profil VDZ V5 (šíře 0,5 m). Jako v případě průměrné délky kolony i pro střední dobu zdržení byly testovány tři varianty. Z naměřených hodnot byla sestavena následující tabulka (tab. 18).

Tabulka 18 Střední doba zdržení na vybraných křižovatkách K1 - K3

Původní pevný signální plán		Nový pevný signální plán		Dynamické řízení	
Řadící pruh	Střední doba zdržení	Řadící pruh	Střední doba zdržení	Řadící pruh	Střední doba zdržení
[-]	[s]	[-]	[s]	[-]	[s]
K1_VA_P	84.26	K1_VA_P	15.01	K1_VA_P	11.52
K1_VA_R	98.69	K1_VA_R	41.12	K1_VA_R	80.26
K1_VA_L	71.17	K1_VA_L	48.51	K1_VA_L	82.67
K1_VB_RP	61.99	K1_VB_RP	233.84	K1_VB_RP	130.68
K1_VB_L	83.55	K1_VB_L	184.37	K1_VB_L	91.15
K1_VC_P	38.84	K1_VC_P	31.09	K1_VC_P	41.22
K1_VC_R	77.27	K1_VC_R	44.56	K1_VC_R	85.39
K1_VC_L	41.58	K1_VC_L	14.06	K1_VC_L	10.73
K1_VD_RP	42.43	K1_VD_RP	37.35	K1_VD_RP	30.83
K1_VD_L	34.32	K1_VD_L		K1_VD_L	
K2_VA_R	107.99	K2_VA_R	125.42	K2_VA_R	118.68
K2_VA_L	120.91	K2_VA_L	135.83	K2_VA_L	138.64
K2_VB_L	25.38	K2_VB_L	23.73	K2_VB_L	25.75
K2_VB_P	1.92	K2_VB_P	1.37	K2_VB_P	11.85
K2_VC_RP	12.06	K2_VC_RP	14.03	K2_VC_RP	12.88
K2_VC_R	13.55	K2_VC_R	15.41	K2_VC_R	14.91
K2_VD_RP	32.56	K2_VD_RP		K2_VD_RP	
K3_VA_R	31.78	K3_VA_R	16.31	K3_VA_R	11.83
K3_VA_L	37.2	K3_VA_L	37.51	K3_VA_L	25.05
K3_VC_R	85.81	K3_VC_R	113.45	K3_VC_R	114.17
K3_VC_P	109.56	K3_VC_P	114.66	K3_VC_P	117.81
K3_VB_L	32.95	K3_VB_L	39.34	K3_VB_L	185.66
K3_VB_P	15.01	K3_VB_P	28.78	K3_VB_P	132.25

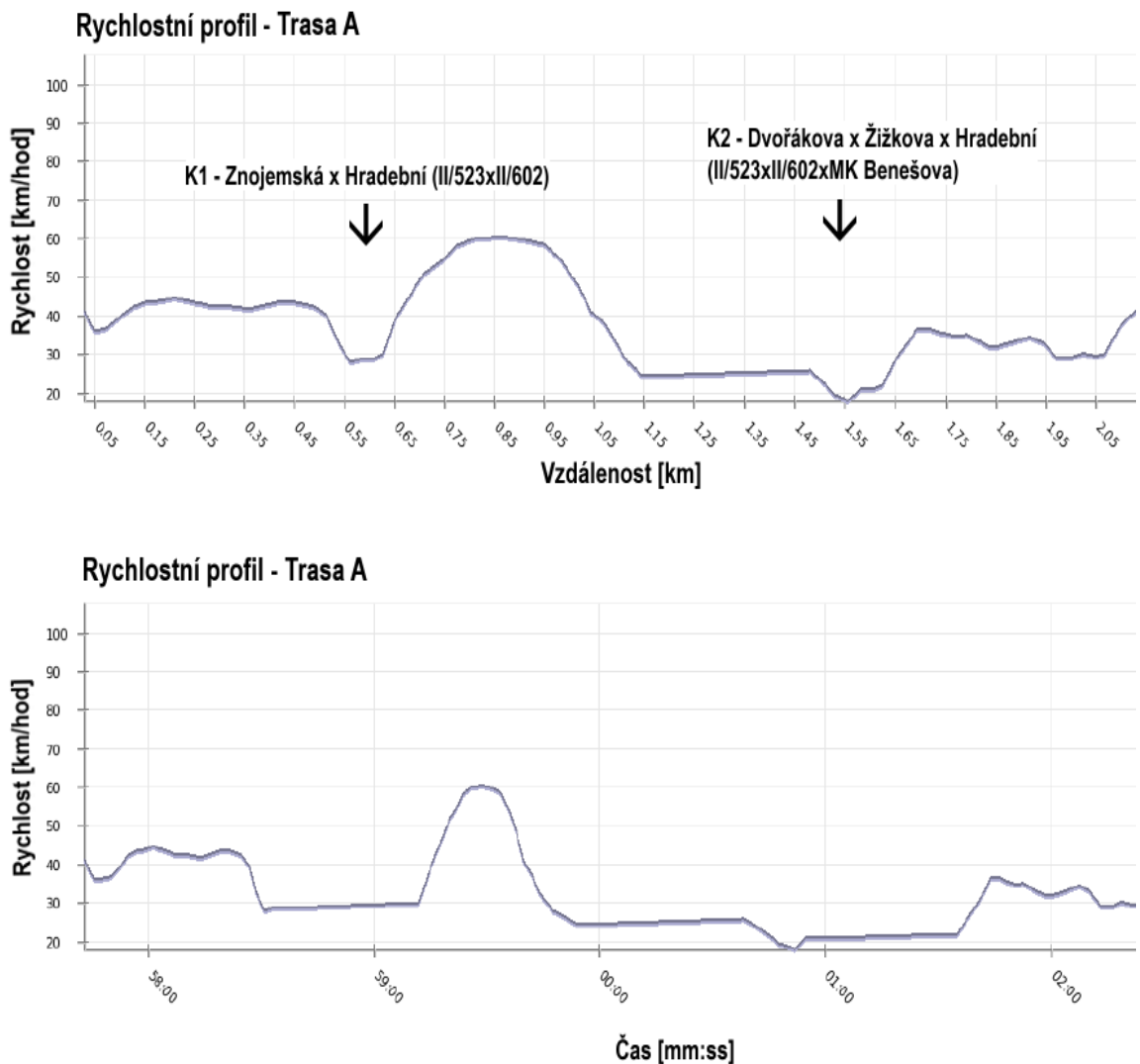
Pro křižovatku K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602) je patrný pokles střední doby zdržení na rameni VA – Brněnská. Průměrná střední doba zdržení poklesla výrazně pro řadící pruh VA – Brněnská směr rovně z 98,69 s na 41,12 s pro nový pevný signální plán a na 80,26 s pro dynamické řízení. Naopak nárůst střední doby zdržení byl na rameni VB – Znojemská z původních 61,99 s na 233,84 s pro nový pevný signální plán a na 130,68 s pro dynamické řízení. Na rameni VC – Hradební a VD – Znojemská (směr Masarykovo náměstí) jsou vyrovnané nebo nižší hodnoty než u původního signálního plánu. Střední doba zdržení na křižovatce K2 je pro všechny varianty podobná, největší diference je na rameni VA – Hradební, kde došlo k navýšení střední doby zdržení. Stejný případ je i na křižovatce K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park, kde je střední doba zdržení víceméně shodná pro původní signální plán a nově navržený pevný signální plán. Pro dynamické řízení je patrný nepřehlédnutelný nárůst střední doby zdržení na rameni VB z 32,95 s pro původní signální plán, 39,34 s pro nový pevný signální plán na 185,66 s pro dynamické řízení. Tento nedostatek je způsoben nedostatečným zohledněním daného ramene v rámci logických podmínek řízení křižovatky K3, která je v koordinaci s křižovatkou K1. Úpravou logiky řízení je tak možné tento nedostatek odstranit. Pro větší přehlednost a názornost byl zpracován následující graf křižovatky K1 (obr. 23).



Obrázek 23 Střední doba zdržení křižovatka K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602)

11.3 PRŮMĚRNÁ CESTOVNÍ RYCHLOST TRASY A

V rámci provádění dopravních průzkumů byl proveden i průzkum za pomoci referenčního vozu (viz kapitola 4.6.3 Plovoucí vozidlo). Byla určena referenční trasa vedoucí od křižovatky K6 – Brněnská (II/602) x Kosovská x ZOO k Dvořákova (II/523) x Jiráskova (II/523) x Vrchlického Trasa A a parametry trasy, které jsou patrné na následujícím obrázku (obr. 24)



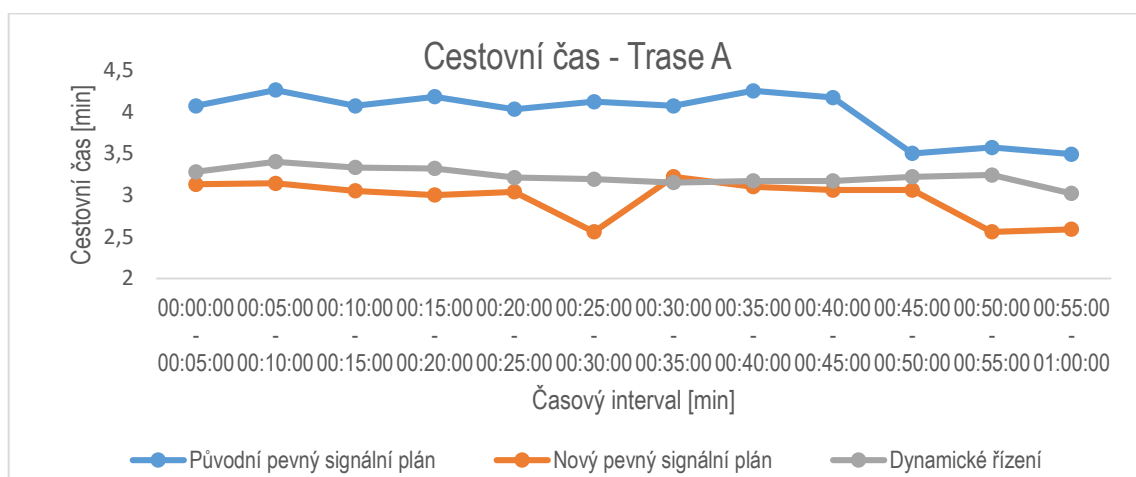
Obrázek 24 Rychlostní profil trasy A

Celková vzdálenost trasy činila 2,10 km, průměrná rychlost byla 34,6 km/hod. V průběhu jízdy došlo dvakrát k poklesu rychlosti v důsledku zpomalení až zastavení na křižovatkách K1 a K2. Celkový čas jízdy byl 3 min 51 s. Na trase probíhalo měření pro kategorii vozidel OA, LNV a TNV. Ve výsledné tabulce je uveden cestovní čas pro všechny kategorie a pro OA (tab. 19).

Tabulka 19 Cestovní čas - Trasa A

Cestovní čas - Trasa A						
	Původní pevný signální plán		Nový pevný signální plán		Dynamické řízení	
Interval	Cestovní čas vozidel	Cestovní čas OA	Cestovní čas vozidel	Cestovní čas OA	Cestovní čas vozidel	Cestovní čas OA
[s]	[hh:mm:ss]	[hh:mm:ss]	[hh:mm:ss]	[hh:mm:ss]	[hh:mm:ss]	[hh:mm:ss]
00:00:00 - 00:05:00	04:07.72	04:08.18	03:13.77	03:13.61	03:28.77	03:28.51
00:05:00 - 00:10:00	04:26.95	04:30.12	03:14.04	03:13.26	03:40.40	03:40.04
00:10:00 - 00:15:00	04:07.57	04:07.99	03:05.29	03:05.59	03:33.70	03:34.56
00:15:00 - 00:20:00	04:18.95	04:18.34	03:00.49	02:59.83	03:32.29	03:29.33
00:20:00 - 00:25:00	04:03.39	04:03.40	03:04.85	03:03.85	03:21.19	03:20.87
00:25:00 - 00:30:00	04:12.69	04:11.41	02:56.60	02:55.93	03:19.77	03:19.88
00:30:00 - 00:35:00	04:07.94	04:07.90	03:22.52	03:20.93	03:15.47	03:15.09
00:35:00 - 00:40:00	04:25.00	04:25.59	03:10.33	03:10.35	03:17.97	03:17.03
00:40:00 - 00:45:00	04:17.06	04:17.65	03:06.45	03:05.53	03:17.49	03:17.81
00:45:00 - 00:50:00	03:50.44	03:49.15	03:06.84	03:04.72	03:22.96	03:21.03
00:50:00 - 00:55:00	03:57.94	03:58.81	02:56.57	02:56.01	03:24.34	03:24.33
00:55:00 - 01:00:00	03:49.39	03:49.09	02:59.68	02:59.66	03:02.77	03:02.31
Průměr	00:04:12.02	00:04:12.22	00:03:05.63	00:03:04.78	00:03:23,10	00:03:22,56

Průměrný cestovní čas byl 3 min 51 s pro referenční vozidlo, průměrný cestovní čas pro původní signální plán naměřený z modelu byl 4 min 12 s, pro nový pevný signální plán 3 min 5 s a pro dynamické řízení 3 min 23 s. Z důvodu větší přehlednosti byl vytvořen následující grafické zobrazení (obr. 25).



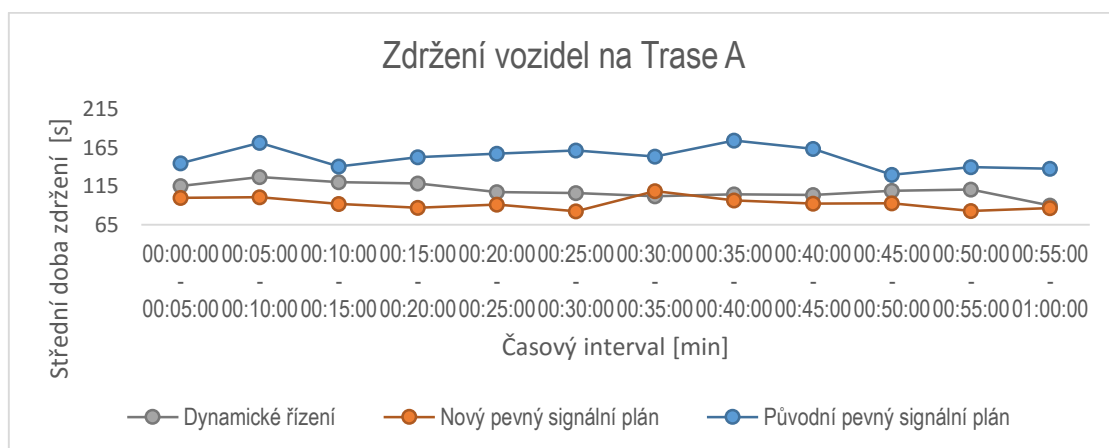
Obrázek 25 Cestovní čas - Trasa A

Na trase bylo dále zjišťováno i průměrné zdržení. Střední doba zdržení trasy A je uvedena v následující tabulce (tab. 20)

Tabulka 20 Zdržení vozidel - Trasa A

Zdržení vozidel na Trase A						
Interval [min]	Původní pevný signální plán		Nový pevný signální plán		Dynamické řízení	
	Střední doba zdržení [s]	Střední doba zdržení OA [s]	Střední doba zdržení [s]	Střední doba zdržení OA [s]	Střední doba zdržení [s]	Střední doba zdržení OA [s]
00:00:00 - 00:05:00	144.92	144.9	99.83	99.78	115.2	115.03
00:05:00 - 00:10:00	171.23	174.67	100.8	100.07	126.65	126.4
00:10:00 - 00:15:00	140.66	141.24	91.87	92.05	120.19	120.98
00:15:00 - 00:20:00	152.45	151.73	86.88	86.55	118.66	116.16
00:20:00 - 00:25:00	157.36	157.72	91.31	90.55	107.34	107.11
00:25:00 - 00:30:00	161.48	160.08	82.47	81.83	106.27	106.38
00:30:00 - 00:35:00	153.57	153.46	108.74	107.2	102	101.61
00:35:00 - 00:40:00	174.13	175.1	96.62	96.82	104.33	103.51
00:40:00 - 00:45:00	163.5	163.88	92.32	91.77	103.47	104.14
00:45:00 - 00:50:00	129.75	128.94	92.78	91.15	109.03	107.6
00:50:00 - 00:55:00	139.84	141.47	82.95	82.4	110.83	110.89
00:55:00 - 01:00:00	137.66	137.4	86.36	86.36	89.72	89.27
Průměr	152.21	152.55	92.74	92.21	109.47	109.08
Minimum	82.4	82.2	62.57	62.35	55.44	54.48
Maximum	235.9	238.87	134.1	132.87	171.59	170.4

Největšího zdržení bylo dosaženo pro původní neupravený stav, průměrné zdržení činilo 2 min 32 s, nejnižší hodnoty zdržení byly pro variantu s novým pevným signálním plánem. Zdržení vozidel bylo zpracováno i do grafu (obr. 26).



Obrázek 26 Zdržení vozidel - Trasa A

Kromě cestovního času na Trase A bylo měřeno také celkové zdržení vozidel MHD na křižovatce K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602). Nejvyšší střední dobu zdržení vykazovala varianta

s novým pevným signálním plánem (43,98 s) dále pak původní signální plán (28,51 s) a nejmenší střední doba zdržení byla dosažena pro dynamické dopravně závislé řízení s preferencí MHD (25,44 s).

12 ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala vyhodnocením současného stavu dopravní sítě v historické části města Jihlavy. S ohledem na vzrůstající intenzity vozidel a styk dvou křižovatek druhé třídy se naskytla unikátní možnost řešení jednotlivých problémů, které se běžně projevují během ranní a odpolední špičky. Z analýzy současného stavu vyplynulo, že se velmi problematickým úsekem se jeví křižovatka ulic Hradební a Brněnská (II/523 x II/602), kde dochází k časté tvorbě kolon a tím i k vzniku ztrátových časů osobních vozidel a prostředků městské hromadné dopravy.

Na základě těchto skutečností byl proveden velký směrový průzkum celé řešené oblasti, který byl doplněn o dílčí směrové průzkumy jednotlivých křižovatek. Směrové průzkumy křižovatek byly provedeny pomocí audiovizuálního zařízení, které bylo umístěno na vhodném místě tak, aby bylo možné rozeznat jednotlivé křižovatkové pohyby. Pro zpřesnění naměřených výsledků byly dále provedeny i profilové průzkumy rychlosti za pomoci statických radarů a průzkum parametrů sítě pomocí plovoucího vozidla se záznamem GPS. Kromě dopravních průzkumů bylo provedeno i několik místních šetření, při kterých byl vyhodnocován technický a stavební stav silniční sítě. Nahraný záznam společně se zjištěnými intenzitami dopravy a skladbou dopravního proudu posloužil jako vstup do mikrosimulačního programu PTV Vissim 7.

Bylo identifikováno několik dílčích problémů. Nejproblematictější místem se jevila křižovatka Znojemská x Hradební (II/523xII/602), kde docházelo k časté tvorbě kolon dlouhých několik desítek metrů na rameni Brněnská, Hradební a Znojemská. V důsledku tvorby kolon docházelo k nevyužívání plného potenciálu délky řadících pruhů, tento jev byl nejvíce patrný na rameni Brněnská. Po zaplnění řadícího pruhu pro jízdu rovně a řadícího pruhu pro levé odbočení došlo v důsledku nedostatečné délky řadícího pruhu pro pravé odbočení k nemožnosti se na něj zařadit. Zároveň je křižovatka pojížděna velkým množstvím vozidel městské hromadné dopravy, což ve spojení s podmíněnou preferencí městské hromadné dopravy sebou nese zdržení ostatních vozidel na nepreferovaných řadících pruzích. Snaha preference městské hromadné dopravy je vyvážena dopravně závislým dynamickým řízením.

Na základě těchto faktů bylo přikročeno k návrhu opatření, která by vedla ke zvýšení plynulosti a bezpečnosti silničního provozu. Bylo tak navrženo nové uspořádání křižovatky s dvěma BUS pruhy, které mají podpořit zvýšení plynulosti, snížení cestovních časů městské hromadné dopravy a přispět tak ke zvýšení konkurenceschopnosti městské hromadné dopravy vůči individuální

automobilové dopravě. Úpravou jednotlivých řadících pruhů došlo i k předsunutí vodorovného dopravního značení V5 (šíře 0,5 m) na některých ramenech o 2 až 19 m. Úpravou řadících pruhů dojde na rameni Hradební k prodloužení řadícího pruhu až o 35 m. Zároveň byla navržena opatření pro ochranu a zdraví chodců. Stávající 15-19 m přechody jsou zrušeny a je k nim navržena vhodná alternativa v podobě rozdělení 18 m přechodu pro chodce na dva přechody se středním dělicím ostrůvkem mezi protisměrnými dopravními proudy (rameno Brněnská). Ke zlepšení kanalizace křižovatky byly navrženy dva směrovací ostrůvky mezi ramenem Hradební, Znojemská a mezi ramenem Brněnská, Znojemská. Největších změn bylo navrženo na rameni Znojemská (směr Masarykovo náměstí), kde je navržena přestavba současné ulice na pěší zónu s pohybem městské hromadné dopravy ve vyznačeném koridoru. V jednom místě je koridor zúžen na obousměrnou jednopruhovou komunikaci. S tím souvisí i jiné směrování vozidel jedoucích na náměstí. Tyto vozidla jsou odkloněna přes jiné plně kapacitní trasy. Byl navržen nový pevný signální plán, který by měl sloužit jako alternativa k dynamickému dopravně závislému řízení. Původní signální plán a nový pevný signální plán byly vyhodnoceny dle příslušných technických podmínek pro rok 2015 a 2035. Dle kterých nebyla splněna úroveň kvality dopravy na rameni Brněnská, Hradební a Znojemská pro rok 2015 a 2035 a to jako pro původní signální plán, tak pro nově navržený. Jedná se o hlavní křižovatkové pohyby, pro které nebyla splněna požadovaná úroveň kvality dopravy. Dle technických podmínek byla ověřena i kapacita jednopruhové obousměrné komunikace na rameni Znojemská město, kde zkušební intenzita byla dána 120 voz/hod v jednom směru a stejná intenzita byla zvolena i pro směr opačný. Pro tuto intenzitu byla propustnost silnice splněna. Stejná intenzita vozidel městské hromadné dopravy byla zvolena i dále při tvorbě mikroskopického modelu.

Ke zmapování současné situace byl užít mapový podklad v digitalizovaném formátu, který mi byl poskytnut magistrátem města Jihlava. Tento formát byl převeden do programu AutoCAD Civil 3D 2016, kde byly zapracovány jednotlivé návrhy. K ověření průjezdnosti nově navržených částí sítě byl použit program Autodesk Vehicle Tracking. Navržená řešení byla v rastrovém podkladu převedena do mikrosimulačního programu PTV Vissim 7.0-13, kde byl nejdříve namodelován současný stav a po kalibraci a validaci modelu došlo k vymodelování variant řešení.

Mikrosimulační model společně s příslušnými normami byl užít k posouzení stávajícího stavu i možného budoucího řešení. Na základě výstupů ze simulačního prostředí byly vyhodnoceny jednotlivé varianty. Tyto varianty byly porovnány s původním neupraveným stavem. Výsledkem této práce je kompletní analytické posouzení. Z výstupu modelu plyne, že optimálním způsobem řízení

z hlediska délky kolony je nově navržený pevný signální plán (pevný cyklus délky 120 s). Dochází zde tak k poklesu délky kolon na jednotlivých řadících pruzích. Aplikace dynamického dopravně závislého řízení s podmíněnou preferencí MHD přineslo v průměru podobné výsledky jako původní řízení. Pro střední dobu zdržení na křižovatce Znojemská x Hradební (II/523xII/602) je patrný pokles střední doby zdržení na rameni Brněnská. Průměrná střední doba zdržení poklesla výrazně pro řadící pruh Brněnská směr rovně z 98,69 s na 41,12 s pro nový pevný signální plán a na 80,26 s pro dynamické řízení. Naopak nárůst střední doby zdržení byl na rameni Znojemská z původních 61,99 s na 233,84 s pro nový pevný signální plán a na 130,68 s pro dynamické řízení. Je to dáno převážně velkými intenzitami dopravy a dále změnou uspořádání řadících pruhů na tomto rameni. Možnou úpravou by bylo zřízení zkráceného připojovacího pruhu na rameni Brněnská. Popřípadě celkové ulevění křižovatce Znojemská x Hradební (II/523xII/602) dostavbou části obchvatu a propojit tak silnici II/523, II/405 a II/602 mimo městskou zástavbu.

V příloze přikládám návrh dvou variant řízení vedoucích k částečnému zlepšení dopravy v zadané lokalitě. Věřím, že poznatky získané při tvorbě mikrosimulačního modelu a návrhu nových řešení využiju a prohloubím v budoucím pracovním životě

ZDROJE POUŽITÉ PŘI NÁVRHU NOVÉHO ŘEŠENÍ

ČSN 736110. Projektování místních komunikací. Praha: Český normalizační institut, 2006.

ČSN 736102. Projektování komunikací na pozemních komunikacích. Praha: Český normalizační institut, 2007, 180 s.

EDIP s.r.o.,

TP 65. ZÁSADY PRO DOPRAVNÍ ZNAČENÍ NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH: *Tento dokument je součástí systému TP online. Byl vytvořen zpracovatelem v elektronické podobě shodné se schváleným zněním MD.* [online]. Vydal : Ministerstvo dopravy odbor pozemních komunikací: Tisk a distribuce: Pouze v elektronické podobě, Ing. Seidl, 2011 [cit. 2014-08-02]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz/TP%2065.pdf>

TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích [online]. (II. vydání), CDV, 2005. Aktualizace TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích, Ing. Seidl, 2011: Ministerstvo dopravy odbor pozemních komunikací [cit. 2014-08-02]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz/TP%20133.pdf>

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1: Dopravní a stavebně-technické řešení oblasti města Jihlava - 1:500
- Příloha 2: Vlečné křivky křižovatka K1-Hradební x Znojemská – 1:500
- Příloha 3: Příčné řezy MK Jihlava – 1:100
- Příloha 4.1: Zátěžový diagram intenzit křižovatky K1 - Hradební x Znojemská
- Příloha 4.2: Zátěžový diagram intenzit křižovatky K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební
- Příloha 4.3: Zátěžový diagram intenzit křižovatky K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park
- Příloha 5.1: Sled fází křižovatky K1 - Hradební x Znojemská
- Příloha 5.2: Sled fází křižovatky K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební
- Příloha 5.3: Sled fází křižovatky K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park
- Příloha 6.1: Nový pevný signální plán křižovatky K1 - Hradební x Znojemská
- Příloha 6.2: Nový pevný signální plán křižovatky K2 - Dvořákova x Žižkova x Hradební
- Příloha 6.3: Nový pevný signální plán křižovatky K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park
- Příloha 7: Koordinace SSZ křižovatek K1-K5 Jihlava
- Příloha 8.1: Vývojový diagram dynamického řízení s podmíněnou preferencí MHD křižovatky K1
- Příloha 8.2: Vývojový diagram řízení MHD v pěší zóně ulice Znojemská
- Příloha 8.3: Vývojový diagram dynamického řízení křižovatky K3 s koordinací křižovatky K1

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Mapa širších vztahů (Zdroj: vlastní zpracování)	13
Obrázek 2 Síť linek MHD Jihlava (zdroj: Schéma sítě MHD)	16
Obrázek 3 Řešená oblast historického centra Jihlavy (Zdroj: OpenStreetMap.org)	18
Obrázek 4 Zátěžový diagram Znojemská x Hradební (II/523xII/602)	24
Obrázek 5 Hlavní trasy vozidel na Masarykově náměstí ve špičkové hodině od 14:30 - 15:30	26
Obrázek 6 Průměrná doba stání na parkovištích na Masarykově náměstí	27
Obrázek 7 Zátěžový diagram Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova)	28
Obrázek 8 Profilový průzkum rychlosti - ulice Hradební (směr Dvořákova)	29
Obrázek 9 Vliv intenzity na rychlost v profilovém měření ulice Hradební	30
Obrázek 10 Statistické vyhodnocení dopravních nehod v mapě (MD ČR a Policie ČR) – K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602)	31
Obrázek 11 Miniatura stavebních a dopravních úprav křižovatky K1	34
Obrázek 12 Sled fází křižovatka K1	43
Obrázek 13 Signální plán SP1n křižovatky K1 -Znojemská x Hradební (II/523xII/602)	44
Obrázek 14 Část vývojového diagramu dynamického řízení křižovatky K1	46
Obrázek 15 Koordinace SSZ křižovatek K1-K5 Jihlava 2015	48
Obrázek 16 Srovnání původního a nově navrženého signálního plánu na délky kolon	51
Obrázek 17 Car following model – Wiedemann 74	55
Obrázek 18 Celkové počty motorových vozidel v CRV	57
Obrázek 19 Grafické zobrazení složení vozového parku osobních automobilů v ČR	59
Obrázek 20 Grafické zobrazení složení vozového parku motocyklů	61
Obrázek 21 Tvorba kolon na rameni křižovatky K1 - Znojemská (VB)	65
Obrázek 22 Průměrná délka kolony vozidel - křižovatka K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602)	69
Obrázek 23 Střední doba zdržení křižovatka K1 - Znojemská x Hradební (II/523xII/602)	71
Obrázek 24 Rychlostní profil trasy A	72
Obrázek 25 Cestovní čas - Trasa A	73
Obrázek 26 Zdržení vozidel - Trasa A	74

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Seznam řešených křižovatek se SSZ.....	18
Tabulka 2 Intenzita chodců křižovatka Brněnská x Znojemská x Hradební	25
Tabulka 3 Tabulka mezičasů Znojemská x Hradební (II/523xII/602)	40
Tabulka 4 Tabulka mezičasů Dvořákova x Žižkova x Hradební (II/523xII/602xMK Benešova) ..	40
Tabulka 5 Tabulka mezičasů K3 - Brněnská (II/602) x výjezd parkoviště OC City Park.....	41
Tabulka 6 Posouzení původního signálního plánu křižovatky K1 pro rok 2015 a 2035.....	49
Tabulka 7 Posouzení nového signálního plánu SP1n křižovatky K1 pro rok 2015 a 2035	50
Tabulka 8 Posouzení nového signálního plánu SP2n křižovatky K2	51
Tabulka 9 Posouzení nového signálního plánu SP3n křižovatky K3	52
Tabulka 10 Kapacitní posouzení řízení SSZ MHD v pěší zóně	52
Tabulka 11 Složení vozového parku osobních automobilů v ČR	58
Tabulka 12 Složení vozového parku užitkových vozů	60
Tabulka 13 Složení vozového parku autobusů	60
Tabulka 14 Složení vozového parku motocyklů.....	61
Tabulka 15 Složení celého vozového parku v České republice bez osobních automobilů	62
Tabulka 16 Validace modelu podle naměřených rychlostí vozidel.....	66
Tabulka 17 Průměrná a maximální délka kolony na zvolených křižovatkách.....	68
Tabulka 18 Střední doba zdržení na vybraných křižovatkách K1 - K3	70
Tabulka 19 Cestovní čas - Trasa A.....	73
Tabulka 20 Zdržení vozidel - Trasa A	74