



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Jan Mitiska

OPTIMALIZACE DOPRAVNÍ PROSTUPNOSTI
ÚZEMÍM PRAHY 11 – JIŽNÍHO MĚSTA

Diplomová práce

2016

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mají podíl na jejím vzniku. Na prvním místě svým vedoucím panu Ing. Petru Šatrovi, který vždy našel čas ve svém rozvrhu a opravoval mi chyby, jichž jsem se při vypracovávání dopustil, a panu Ing. Milanu Koukolovi, Ph.D., který se mi na mou osobní žádost stal odborným vedoucím pro oblast modelování dopravy a bez kterého by nebylo možné vytvořit tak kvalitní a vypovídající model. Díky nicméně patří i všem ostatním vyučujícím, kteří nám studentům rozšířili obzory a umožnili nám tak kriticky uvažovat nad různými možnostmi a vybírat ty nejlepší. Bylo-li bakalářské studium dobrým základem, pak bylo navazující magisterské excelentním pokračováním.

Poděkování nicméně nepatří jen lidem na akademické půdě. Moje rodina si zaslouží obrovské díky za podporu v letech studia a nebýt jich, byl bych Ing. Jan Mitiska provždy pouze na třídních fotkách z druhého stupně základní školy, kam jsem se spolužákům tímto způsobem (zčásti z legrace) podepisoval. Nutno přiznat podíl na úspěchu je i mé přítelkyni Kateřině, která to se mnou celou dobu studia a tvorby této práce táhla a pomáhala mi vytvářet prostředí domova. Nicméně zapomenout bych nechtěl na nikoho z přátel a spolužáků, kteří mi jsou zdrojem inspirace, a v neposlední řadě ani na Boha, který mě vede a životem dovedl až sem. A to jsme vlastně teprve na začátku. Prostě díky všem!

Prohlášení

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

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

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

V Praze dne 29. května 2016

.....
podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

OPTIMALIZACE DOPRAVNÍ PROSTUPNOSTI ÚZEMÍM
PRAHY 11 – JIŽNÍHO MĚSTA

diplomová práce

květen 2016

Jan Mitiska

ABSTRAKT

Předmětem diplomové práce „Optimalizace dopravní prostupnosti územím Prahy 11 – Jižního Města“ je analýza současného stavu dopravního toku na síti městské části, nalezení kritických míst s ohledem na dopravní situaci a nalezení nejlepšího řešení těchto míst z hlediska minimalizace zpoždění. Toto je ověřováno pomocí počítačové simulace na modelu částí sítě, kde zmíněná měření lze provést.

ABSTRACT

The subject of the diploma thesis „Optimisation of Traffic Flow Through District Praha 11 – Jižní Město“ is to analyse the actual state of traffic flow on the main street network of the district, point out critical places for smoothness of traffic flow and find out the best solution for each one of them. This is done by creating and using a simulation model, in which can be delay measurements carried out.

KLÍČOVÁ SLOVA

Analýza, optimalizace, dopravní tok, Praha 11, Jižní Město, simulace, model, zpoždění

KEYWORDS

Analysis, Optimization, Traffic Flow, Praha 11, Jižní Město, simulation model, delay measurements

Obsah

Seznam použitých zkratk.....	5
1. Představení a popis oblasti.....	6
1.1 Geografické umístění	6
1.2 Historie a dělení	6
1.3 Silniční infrastruktura.....	7
1.4 Nesilniční infrastruktura	8
2. Analýza širších vztahů.....	9
2.1 Směrové vztahy.....	9
2.2 Směrový přepravní průzkum.....	10
2.3 Vyhodnocení přepravního průzkumu	11
3. Simulační model současného stavu	14
3.1 Numerický model ranní špičky	14
3.2 Počítačový model současné sítě	18
3.2.1 OK Opatovská x Výstavní.....	20
3.2.2 Křižovatka Ke Kateřinkám x Opatovská.....	22
3.2.3 Křižovatka Chilská x Opatovská	26
3.2.4 OK Na Jelenách x Chilská	29
3.2.5 OK Litochlebské náměstí.....	32
4. Návrhy opatření pro zlepšení dopr. propustnosti	34
4.1 Výstavní x Opatovská - návrhy	35
4.2 Opatovská x Chilská - návrhy	37
4.3 Opatovská x Ke Kateřinkám - úpravy	39
4.3.1 Změna pořadí fází	40
4.3.2 Změna na dvoufázové řízení	41
4.3.3 Vyhodnocení úprav křižovatky Opatovská x Ke Kateřinkám	42
4.4 Chilská x Na Jelenách – úpravy.....	43
4.4.1 Aktuální stav s přidáním SSZ	44
4.4.2 Úprava na spirálovou křižovatku.....	45
4.4.3 Spirálová křižovatka řízená SSZ.....	46
4.4.4 Úprava na čistě světelně řízenou křižovatku.....	49
4.4.5 Vyhodnocení úprav křižovatky Chilská x Na Jelenách	51
4.5 Úprava OK Litochlebské náměstí	52
5. Vliv plánované tramvajové trati.....	54
5.1 Širší souvislosti a důvody plánování TT.....	54
5.2 Tramvaje v modelu.....	56
5.3 Vyhodnocení vlivu návrhu tramvajové trati	60
6. Závěr.....	63
Seznam příloh	64
Citace a poznámky	64

Seznam použitých zkratek

VHD	Veřejná hromadná doprava
MHD	Městská hromadná doprava
SSZ	světelné signalizační zařízení (lidově semafor)
TP	Technické podmínky
DP	Diplomová práce
TSK	Technická správa komunikací v Praze
RPDI	Roční průměr denních intenzit
S, J, V, Z	Zkratky pro světové strany a jejich kombinace; Př: SZ = severozápad
MČ/ÚMČ	městská část / úřad městské části
OÚR	Odbor územního rozvoje (při ÚMČ Praha 11)
SOKP	Silniční okruh kolem Prahy, někdy též Pražský okruh
OK	Okružní křižovatka
IZS	Integrovaný záchranný systém
TT	tramvajová trať

1. Představení a popis oblasti

1.1 Geografické umístění

Jižní město je jedno ze sídlišť nacházejících se po obvodu hlavního města Prahy, a to jihovýchodním směrem od centra. Jeho dopravní páteří jsou ulice Brněnská, která se v území městské části mění na dálnici D1, a linka metra C, která v oblasti končí.



Obr. 1: Pozice Jižního města v rámci Prahy [1]

1.2 Historie a dělení

V roce 1971, de facto současně s dokončením prvního úseku dálnice D1 z Prahy do Mirošovic, vyjela stavební mechanizace do polí a luk mezi tehdejšími vesnicemi Chodov, Litochleby a Háje. Po postavení inženýrských sítí začalo od východu růst největší sídliště své doby a pravděpodobně i největší sídliště v ČR vůbec. V současné době zde totiž má trvalý pobyt přes 77 tisíc obyvatel, počet skutečně bydlících v území může být přes 85 tisíc obyvatel [2]. Jižní město se dělí na dvě základní části dle stavebních etap (Jižní Město I. a II.) které jsou od sebe bariérově odděleny výše zmiňovanou dálnicí a k ní na jedné straně přiléhající rozsáhlou vilovou zástavbou starého Chodova. Jediné kapacitní spojení těchto dvou částí je linka metra C, neboť až na dvě výjimky vedou autobusové linky vždy z jedné z částí směrem do centra Prahy či ven z města. D1 je nicméně možno překonat po lávce poblíž metra Chodov (pouze pro pěší a cyklisty, více viz část Infrastruktura).



Obr. 2: Členění Jižního města [1]

1.3 Silniční infrastruktura

Co se silniční infrastruktury týká, tak je pro Jižní město charakteristická síť paralelních kapacitních komunikací navazujících na okolní silniční síť. Osou městské části je s hlediska automobilového dálnice D1, resp. ulice Brněnská.

Na Jižním městě I. vedou kolmo na ní hlavní sběrné komunikace Opatovská, Hvězdoslavova, Květnového vítězství a Výstavní/Mírového hnutí (od nejjižnější), které se na východní straně postupně sbíhají a dále vedou na východ směr Petrovice, Měcholupy, Uhřetěves a Říčany. Ve své západní část končí tyto ulice zaústěním do D1 (v případě Opatovské a Mírového hnutí) či komunikace s D1 paralelní (Türkova). Severojižní směr pak kromě D1 obstarává silnice Chilská/Ke Stáčírně, která v severní část kříží ulici Mírového hnutí a pokračuje jako ulice K Horkám ve směru Hostivař, Strašnice a Malešice. V jižním směru kříží dálnici po mostě a vede do částí Šeberov, Hrnčíře, Vestec, Zdiměřice a mnoha dalších vesnic, ve kterých v době stavebního boomu po revoluci docházelo k prudké výstavbě rodinných domů, v menší míře pokračující dodnes.

Největším příkladem tohoto boomu je obec Jesenice, jejíž obyvatelé, kteří přijíždějí vozem, hledají cestu skrze Jižní Město na dálnici D1 (jedná se o cestu kratší než po Pražského okruhu, navíc bez potřeby dálniční známky). Tato doprava z jižního směru je přenášena ulic

Na Jelenách, přes most a na dálnici D1, či skrze Jižní město II. Jeho hlavní páteřní komunikace totiž vedou rovnoběžně s D1 a umožňují tak relativně přímý průjezd na další exit a dálniční křižovatku mezi Brněnskou a Spořilovskou spojkou v jednom. Tyto dvě komunikace lze nalézt na mapě pod jmény U Kunratického lesa a Roztylská, v severní části za velkou okružní křižovatkou pak pod jménem Ryšavého.

1.4 Nesilniční infrastruktura

Rostoucí počet aut vedl a vede k zahušťování provozu, a to zejména v ranní špičce, která je zhuštěna do časových intervalů mezi začátkem otevírání škol a začátkem vyučování (7:15-8:00) a na to navazující dopravou kancelářských pracujících (8:00-8:45). V opačném směru se doprava více rozvolňuje do delšího období z důvodu nejednotnosti konce pracovní doby a možnostem nakoupit a obstarat potřebné věci ještě před průjezdem Jižním městem; nicméně i přes to se tvoří každodenní kolony u Chodova v místech, kde se spojuje Spořilovská spojka a příjezd od Severojižní magistrály (ulice 5. května).

Rostoucí hustota provozu vedla k nutnosti vybudovat záchytná parkoviště a k preferenci VHD. Záchytná parkoviště se nacházejí u stanic metra Chodov a Opatov a jejich každodenní využití přesahuje 80% (v případě Opatova se blíží 100%). Preference VHD se v případě Jižního města realizuje v zásadě dvěma způsoby, a to preferencí na vybraných světelných křižovatkách a realizací tzv. „BUSpruhů“ na zatížených (původně) čtyřpruhových komunikacích, jmenovitě Opatovská, Hviezdoslavova a Türkova. Původně proto, že čtyřpruhové uspořádání zůstalo v drtivé většině jen v mezikřižovatkových úsecích a křižovatky jsou řešeny jako okružní s 1 pruhem na okruhu. Pro zajímavost: na území Jižního města se nachází 15 křižovatek řízených SSZ a 12 okružních křižovatek (z toho 2 se 2 pruhy na okružním jízdním pásu).

Jižní město je ovšem navrženo i pro nemotorovou dopravu, neboť více jak polovina území odpovídá organickému dopravnímu systému, tedy oddělení motorové a nemotorové dopravy. Osou Jižního města I. je tak centrální park a na kříženích s hlavními komunikacemi se nachází podchody či nadchody spojující obytné domy s občanskou vybaveností na druhé straně komunikace. Systém zůstal částečně nedokončen, tudíž v některých místech není využíván tak, jak by mohl a byl zamýšlen, ale většina slouží svému účelu velmi dobře při zachování stejné či lepší docházkové vzdálenosti v porovnání s přímým přechodem přes frekventovanou ulici.

2. Analýza širších vztahů

2.1 Směrové vztahy



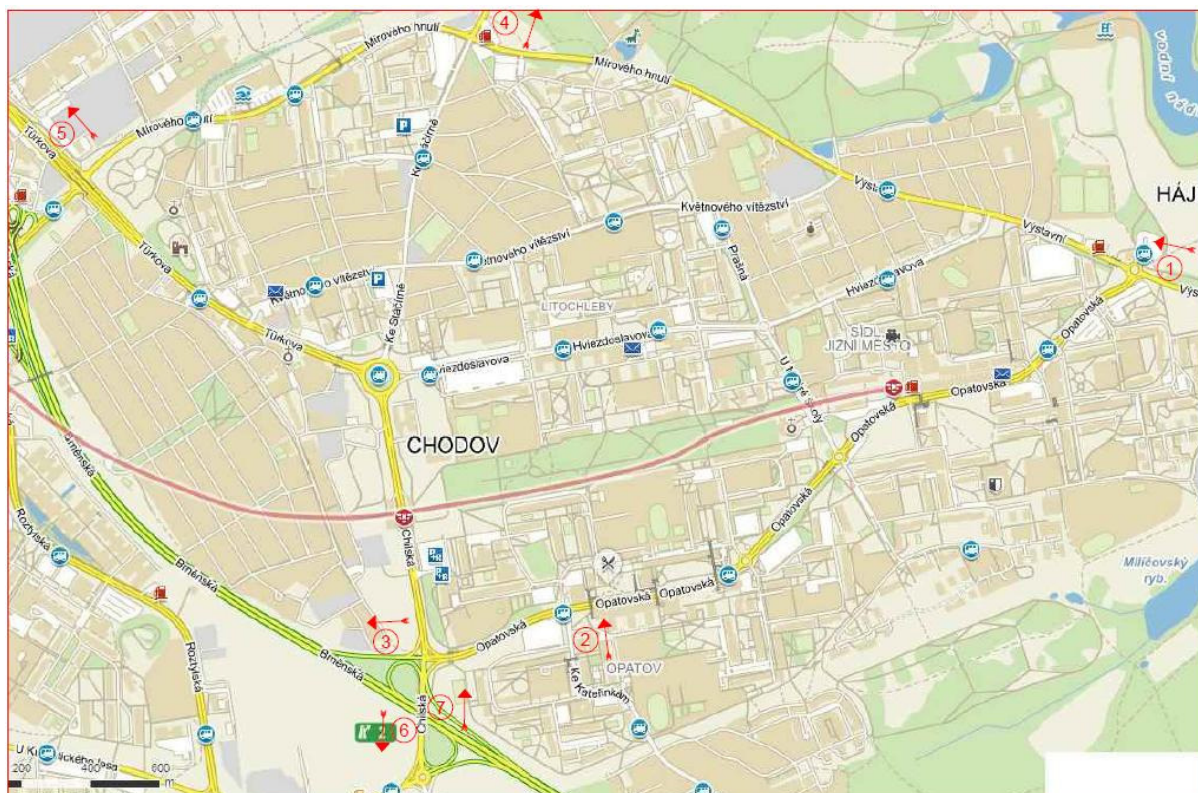
Obr. 3: Směrové vazby z Jižního Města [1]

Jižní město je svou polohou u ústí dálnice D1 kromě sídlištního celku také důležitou křižovatkou směrů, čemuž napomáhá i jeho poloha mezi rozsáhlými lesními porosty. Tyto jsou využívány pro rekreaci a trávení volného času vůbec, nicméně ztěžují prostupnost území jako takového a mají za následek vyšší hustotu provozu v ranní špičce v hrdlech, která se mezi nimi tvoří, než jaká by byla v případě klasické městské uliční sítě.

Pro bližší seznámení se s provozem a jeho směry v ranní špičce tak byl zorganizován směrový průzkum dopravy, viz. následující kapitola.

2.2 Směrový přepravní průzkum

Dne 5. listopadu byl den P – den provedení velkého přepravního průzkumu. Předem je nutno předeslat, že ačkoli dle TP189 je vhodné provádět přepravní průzkumy do měsíce října maximálně, nedošlo v tomto případě k žádnému ovlivnění výsledků stran počasí a podmínek – vzhledem k abnormálně suchému a horkému létu 2015 se asi ani nelze divit velmi suchému a teplému podzimu 2015, což vydrželo včetně teplot až do půlky listopadu. Tehdy teprve začaly klesat noční teploty k bodu mrazu, v den průzkumu počasí a všechny podmínky napovídaly spíš babí léto než hluboký podzim.



Obr. 4: Mapa stanovišť směrového průzkumu

Výše přikládám mapu stanovišť. Jejich pořadové číslo a zaznamenané směry jsou přímo úměrné jejich důležitosti. Jelikož se jedná o ranní špičku, pak klíčovými „vstupy“ do sítě jsou ulice Výstavní (1) a Ke Kateřinkám (2), klíčovými výstupy pak nájezd na D1 do centra (3), ulice K Horkám (4) a ulice Türkova na úrovni Archivu (5). Stanoviště (6) a (7) na mostě přes D1 byla vybrána pro doplnění a zpřesnění modelu.

Stanoviště byla zvolena pouze v oblasti Jižního Města I., které má - na základě znalosti místních poměrů - více problémových míst, jež je potřeba řešit.

Každé stanoviště bylo obsazeno sčítací dvojicí ve stylu „jeden umí číst a druhý psát“. Měření probíhalo v čase 7:00 - 9:00. Jelikož v den průzkumu dorazilo méně lidí, než kolik bylo přihlášeno, byla zpřesňovací stanoviště na mostě zrušena z důvodu nedostatku sčítačů. Přesnost průzkumu tím nicméně neutrpěla příliš a nebylo tak nutné jej odkládat, což bych vzhledem k možnému zhoršení klimatických podmínek dělal velmi nerad.

Každé stanoviště mělo stejné pokyny ohledně zaznamenávání vozidel. Podstatné byly poslední čtyři znaky RZ (registrační značky), nic víc. V případě nestihnutí (hustý provoz, zákryt) měli sčítači povinnost zapsat dané auto jako „čárku“, aby došlo k co nejpřesnějšímu změření intenzity v daném bodě za dvě hodiny průzkumu. Po skončení měření byly měřicí archy vybrány, zkontrolovány a přepsány do programu MS Excel. Kontrol bylo průběžně několik, první z nich samozřejmě v podobě putování po stanovištích a hlídání správnosti a metodičnosti záznamu. V jednom jediném případě jsem byl nucen provést výraznější úpravu, a to v bodě č. 3, kde jsem v rámci zvýšení přesnosti směru z Opatovské ulevil měřičům po cca 15 minutách průzkumu tím, že jsem jim vyňal ze záznamní povinnosti vozidla přijíždějící přes most přes D1, která nebyla s čím párovat a hlavně se skoro přesně střídala se směrem z Opatovské ulice, kdy nebylo možno se pomalu ani nadechnout a po plném rozjezdu ranní špičky by tak zdejší záznam chtě nechtě utrpěl značné nepřesnosti. Všichni měřiči rovněž měli nařízeno ignorovat vozidla MHD. Tato jsou zjistitelná z jízdních řádů a je vhodné je vyřadit z hrubých dat, neboť mohou využívat preferenčních opatření jako jsou BUSpruhy.

Další kontroly spočívaly například v kontrole objemu dat při dělení po 5 minutách či kontrole duplicity údajů. Excesy ani nepravidelnosti nebyly nalezeny.

2.3 Vyhodnocení přepravního průzkumu

Po převedení všech dat následovalo porovnání zaznamenaných RZ ze vstupních sloupců s výstupními sloupci a hledání shod. Toto bylo provedeno pomocí funkce COUNTIF pro všechna vozidla. Výsledkem je pak tabulka s následujícími směrovými hodnotami:

Stanoviště	D1	K Horkám	Türkova	Celkem
Výstavní	88	84	273	445
Ke Kateřinkám	153	58	102	313
Celkem	241	142	375	758

Tabulka 1: Spárovaná vozidla v jednotlivých směrech

Celkem tak bylo spárováno 758 vozidel. Bližší detaily o naměřených datech vizte tabulku na další stránce.

Celkové změřené intenzity jsou zaznamenány v následující tabulce a níže pak vysvětleny:

Stanoviště	Výstavní	Ke Kateřinkám	D1 nájezd	K Horkám	Türkova
Změřená int.	1674	984	1295	1358	2757
Znamé SPZ	1592	984	1122	1335	2300
Neznámé SPZ	82	0	173	23	457
Podíl nezn. SPZ	4,9%	0%	13,4%	1,7%	16,6%
Spárovaná voz.	445	313	241	142	375
Podíl spár. voz.	28,0%	31,8%	21,5%	10,6%	16,3%
Spár.voz. rozp.	461	322	249	145	389
Int. TSK 2013	13200	x	13300	12400	18800
Int.TSK´13 (%)	12,7	x	9,7	11,0	14,7
Int. TSK 2015	13200	x	12500	10400	17900
Int.TSK´15 (%)	12,7	x	10,4	13,1	15,4

Tabulka 2: Výsledky směrového přepravního průzkumu

Změřená intenzita odpovídá celkovému počtu vozidel, která projela daným bodem v době měření, tedy mezi 7. a 9. hodinou ranní. Toto se netýká jen nájezdu na D1 z důvodu výše zmíněné úpravy měření. Kolonky známé a neznámé SPZ pak odpovídají počtu zaznačených RZ, resp. počtu „čárek“. Zde platí vcelku logické pravidlo, že čím vyšší intenzita, tím hůře sčítač stíhá zapisovat. Také v případě dvou pruhů v jednom směru dochází k zakrytí SPZ vozidla ve vzdálenějším pruhu a tím pádem nemožnosti ji zaznamenat, což se týká stanovišť D1 a Türkova. Ostatní stanoviště jsou jednopruhová a tím pádem mají výrazně nižší chybovost. Stanoviště Ke Kateřinkám má dokonce chybovost nulovou, což není ani podvod ani chvástání. Jakákoliv vyšší intenzita zde totiž následkem nastavení SSZ vyústí v neustále rostoucí kolonu ze směru od Kateřinek, takže pro měření ideální podmínky (nízká až nulová rychlost). Výstavní má podmínky podobné, byť kolona je rychlejší a pulzující (závisí na stavu okružní křižovatky). V ulici K Horkám se kolony nevyskytují a nízká chybovost je pravděpodobně způsobená nízkou rychlostí automobilů.

Nejdůležitější údaj pro porovnání je totiž podíl spárovaných vozidel a ten v případě obou vjezdů do území činí kolem 30% (počítáno z určených SPZ). V případě výjezdů ze sítě je pak na tom nejlépe nájezd na D1 (přes 20% zaznamenaných vjelo určité zvnějšku sítě), hůře pak Türkova, kde se „přimíchává“ i směr od Chodova, a nejhůře pak ulice K Horkám (lehce přes 10%). Pro posledně jmenovanou ulici je toto výsledkem pochopitelný, neboť není zaznamenán ani vjezd od Chodova, ani příjezd Chilskou ulicí přes most přes D1.

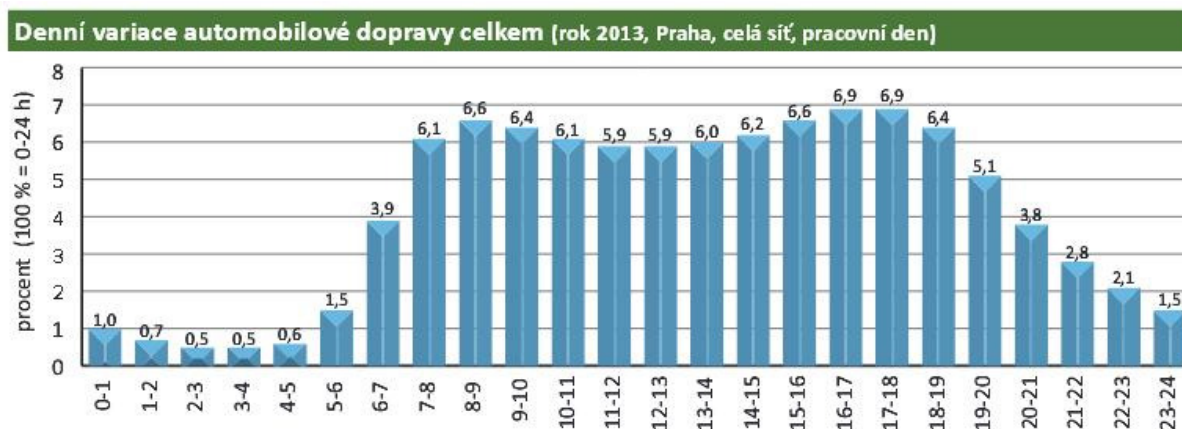
Tento vjezd na mostě by měl výraznější vliv právě na výjezd ve směru Hostivař, pokud nepočítáme možnost záznamu i vozidel přijíždějících přes most a najíždějících na dálnici D1 ve směru do centra (skrz bod 3). V takovém případě se ale již blížíme úplnému směrovému průzkumu v rámci Jižního města, který nebyl záměrem této diplomové práce, ani ve finančních možnostech autora.

Dolní část tabulky slouží pro porovnání dat s průzkumem dopravy, který v Praze dělá jednou za čas TSK Praha [3]. V tabulce jsou data z průzkumu z roku 2013 i z podzimu 2015 (tedy z doby směrového průzkumu). Důvodem je jednak to, že data za 3. čtvrtletí 2015 byla zveřejněna až v dubnu 2016 (tedy na poslední chvíli pro jejich začlenění do této DP), ale také to, že slouží jako zajímavé porovnání vývoje intenzit za poslední 2 roky.

Z porovnání vyplývá, že podíl 2hodinové ranní špičky na celodenních intenzitách je mezi 12 a 15 procenty celkového denního objemu dopravy. Pro potřeby modelu byla brána horní hranice, tj. 15% z celkové denní intenzity.

Všechny modely se nicméně dělají pro tu nejvytíženější (jednu) hodinu. Z naměřených dat z průzkumu se ukázalo, že nejvyšší intenzita dopravy za 60 minut odpovídá 55-60% z té 2hodinové. Prostou matematikou dostáváme, že 60% z celodenních 15% je přesně 9% z celkové denní intenzity.

Při posuzování kapacity křižovatek a silnic se dle TP bere hodnota 10,5% z tzv. RPDI neboli ročního průměru denních intenzit. Na druhou stranu Ročenka dopravy za rok 2013 uvádí pro Prahu necelých 7% pro špičkovou hodinu (viz graf níže). Našich 9% je mezi těmito hodnotami a jedná se o hodnotu blízkou realitě i z toho důvodu, že se jedná o okrajovou část Prahy s převažující obytnou funkcí, a tedy zde v době dopravního sedla navzdory transnitní dopravě není až tak vysoká poměrová intenzita jako v průměru za celou Prahu.



Obr.5: Denní variace automobilové dopravy v Praze po hodinách v % ze dne [4]

3. Simulační model současného stavu

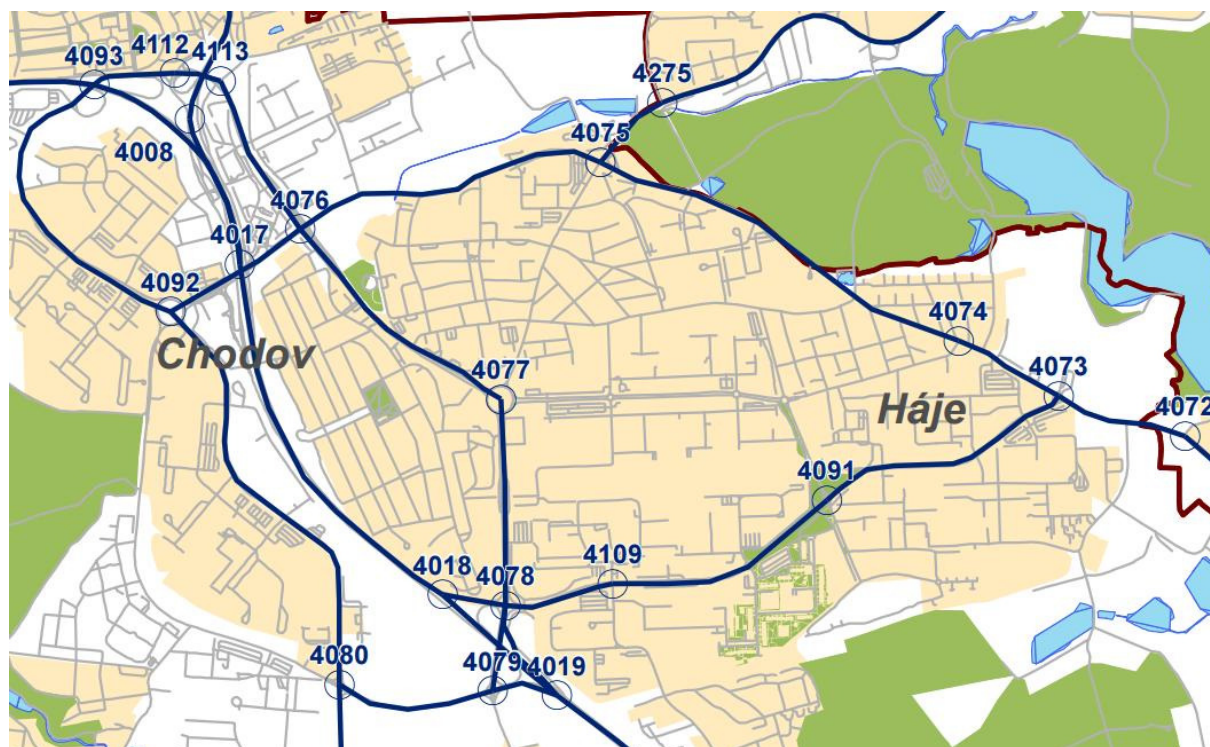
Veškeré údaje z průzkumu a dalších zdrojů je potřeba ze všeho nejdříve vyzkoušet v simulačním modelu, zda se tento chová jako realita a případně jej podle reality zpětně doladit. Tento model má v základu dvě hlavní části:

- 1) Numerický model ranní špičky na celém území Jižního Města I.
- 2) Počítačový model nejdůležitějších částí sítě a jeho kalibrace

3.1 Numerický model ranní špičky

Cílem tohoto modelu je stanovení intenzity dopravy na jednotlivých komunikacích Jižního Města I. tak, aby odpovídal realitě ranní špičky. Základní kostrou neboli vstupem pro tento model jsou intenzity dopravy ze sčítání dopravy od TSK [3] doplněné o intenzity ze směrového průzkumu z podzimu 2015 organizovaného pro potřeby této práce.

Hlavním úkolem tohoto průzkumu bylo zjistit, o kolik vozidel v které části sídliště narůstá intenzita dopravy. Při porovnání základní sítě hlavních komunikací na Jižním městě (obrázek 2 a kapitola 1.3) s úseky měřenými TSK (obr. 6 níže) totiž vidíme, že nám chybí údaj už z jedné transitní komunikace (mezi body 4077 a 4075), kterou je ulice Ke Stáčírně. Všechny ostatní sběrné komunikace nám chybí rovněž (Hviezdoslavova, Květnového vítězství).



Obr. 6: Komunikace sčítané TSK Praha

Cílem samozřejmě není vytvoření modelu kompletní uliční sítě, to by nebylo účelné. V modelu se vyskytují pouze hlavní sběrné komunikace, které jsou na křižovatkách napájeny vozidly z přilehlých ulic. Nejlepším příkladem je ulice Opatovská, která je v rámci průzkumu TSK dělená na tři úseky, na nichž roste intenzita z východu na západ od čísla 8500 voz/den přes 11500 voz/den od metra Háje (na kteréžto křižovatce ještě část vozidel odbočuje severně do ulice U Modré školy a jede jinudy) až po 15300 voz/den od křižovatky s ulicí Ke Kateřinkám ke křížení s ulicí Chilskou a dálnicí D1.

Pokud bychom ohraničili celé území Jižního města I. tak, jak je, tj. dálnicí D1 na západě, křížením s Chilskou a Opatovskou ulicí a všemi dílčími vjezdy a výjezdy na zbytku jeho obvodu, dostaneme následující tabulku:

směr jízdy \ ulice	Novopetrovická	Opatovská	Chilská	
Do centra (JV->SZ)	13200	15300	11400	
Z centra (SZ->JV)	11800	15700	12300	
směr jízdy \ ulice	Pod Chodovem	Türkova	K Horkám	ÚHRN
Do centra (JV->SZ)	14600	17900	10400	-4400
Z centra (SZ->JV)	11800	10800	11300	1900

Tabulka 3: Celodenní intenzity z průzkumu TSK podle směrů

V tabulce jsou vypsané všechny v průzkumu TSK měřené úseky protínající výše zmiňovanou imaginární hranici. Zeleně jsou podkresleny ty intenzity, které lze považovat za vstupy do sítě pro daný směr, červeně pak ty, které pro daný směr vystupují jako výstupy ze sítě. Políčko ÚHRN pak ukazuje rozdíl mezi celkovým vstupem a výstupem pro daný směr. Pro směr do centra to tedy znamená, že z oblasti Jižního Města I. vyjelo z neměřených komunikací o 4400 vozidel více než vjelo; pro směr z centra (obráceně než předchozí číslo) vychází, že do sítě vjelo o 1900 vozidel více než vyjelo.

Z těchto čísel lze vyvodit několik závěrů. První z nich je ten, že směr do centra a tedy ranní špička evidentně zatěžuje síť Jižního města I. více než špička odpolední, což potvrzuje správnost zaměření se na ranní špičku. Další z nich je, že v den měření mělo 2500 vozidel možnost vrátit se „domů“ (resp. ven z města) jinudy než přes měřenou oblast, pravděpodobně tedy po dálnici D1, exitem 6 Průhonice a přes komerční zónu Čestlice. Mimochodem, v den průzkumu TSK má směr z Prahy po D1 na hranici Prahy o 1200 vozidel více, což ale při intenzitách 45400 voz/den, resp. 46600 voz/den samo o sobě nemá přílišnou vypovídací hodnotu.

Co se z těchto údajů naopak vyvodit nedá, je počet vozidel opouštějících měřenou oblast každé ráno. A že jich rozhodně nemusí být málo, ukazuje okolí východního konce oblasti kolem křižovatky Novopetrovická x Opatovská x Výstavní. Velká blízkost všech tří sčítacích stanišť – méně než 1 km – a nemožnost vjezdu jiných vozidel než těch z Milíčovského sídliště a části Hájů je ideální pro tuto demonstraci. Zatímco ve směru od Petrovic (z východu) za celý den přijede 13200 vozidel, již o pár set metrů dále v de facto stejném směru pokračuje po dvou různých ulicích 16000 vozidel, tedy o 2800 více. Ve směru opačném přijíždí po těch samých komunikacích 17700 vozidel, přičemž z okružní křižovatky pokračuje dále do Petrovic pouze 11800 vozidel, což je dokonce o 5900 vozidel méně. Jelikož vzájemné přejezdy mezi ulicemi Opatovská a Výstavní ve větší míře nelze předpokládat, neboť jimi sevřený úhel je cca 50° a možností jet okolo je celá řada, nutně to znamená, že většina vozidel z rozdílu v oblasti začíná/končí.



Obr. 7: Výřez oblasti východního konce Jižního Města I. s názvy ulic [3]

Pokud vezmeme směry k okružní křižovatce (na obr. 7 bod 4073) a od ní odečteme hodnoty od sebe, dostaneme se na 3100 vozidel, která do oblasti v měřený den přijedou (lhostejno ze kterého směru) a svoji pouť zde ukončí, aniž by ráno vyjela. Jelikož tak velká míra mizení vozidel není vědecky přípustná, je potřeba najít jiné vysvětlení. Částečně je tento rozpor možno vysvětlit možností některých vozidel vyjet (pravděpodobně ráno) jinou než měřenou komunikací. Tato možnost se však v dané oblasti týká jen zhruba stovky parkovacích míst, a to těch v ulici Kosmická (na obr. 7 pod nápisem „Háje“), jelikož jmenovaná ulice je jednosměrná severozápadním směrem. Všechny ostatní komunikace včetně těch od kapacitních parkovišť či krytých garáží mají napojení na sběrné komunikace s obousměrným provozem.

Pozadí vzniku tak velkého rozporu tak lze pouze dohadovat. Jelikož odmítám připustit tak velkou chybovost sčítačů, je možné, že stanoviště v daném úseku ulice Opatovská nebyla v den průzkumu ve stejném mezikřižovatkovém úseku a tím vznikla značná část rozdílu. Například jen garáže pod metrem Háje mají kapacitu přes 1200 vozidel, což by při vynechání jednoho směru mělo obrovské následky na přesnost sčítání. Svou roli by též mohlo sehrát, kdyby se průzkum odehrával navzdory technickým podmínkám v pondělí, neboť lidí jedoucích z chat v pondělí ráno rovnou do práce či vezoucích odtamtud děti do školy též nebude málo, byť přesné údaje nikde evidovány nejsou.

Ať má však rozdíl 3100 vozidel pozadí jakékoliv, těch 2800 „jistých“ vozidel je údaj, který nebude mít daleko k pravdě. Několik kapacitních parkovišť a zmiňované podzemní garáže s celkovou kapacitou 2265 míst [5] doplněné o stovky parkovacích míst v ulicích a další místa nad rámec aktuální kapacity, přičemž v oblasti Hájů se jedná až o 20% voz. navíc [6], jsou dostatečným potenciálním zdrojem tohoto počtu vozidel.

Pro tento numerický model je tak v okolí křižovatky Výstavní x Novopetrovická x Opatovská zavedeno v místě málo významných křižovatek několik vjezdů pro ranní špičku, které doplňují intenzity na požadované množství. Počet vozidel mířících opačným směrem zůstal neměnný a nebyl upravován. S přihlédnutím k místním podmínkám jako je výška zástavby a velikost parkovacích ploch v jednotlivých oblastech byly na základě výše popsaných logicko-matematických postupů dopočítávány intenzity na jednotlivých úsecích včetně dělby dopravního toku na křižovatkách dle směrů jelikož provádění přesných průzkumů by vyžadovalo účast dalších lidí a tím pádem i další finanční náklady, bylo nutno pro účely této práce se spokojit s vizuálním ověřením výpočtů v případě větších křižovatek, a to jak do intenzity (dílní průzkumy), tak do provozu a jeho proplétání z jednotlivých směrů.

Poslední z průzkumů byl záměrně prováděn na křižovatce ulic Ke Stáčírně a Květnového vítězství, neboť ani jedna z těchto ulic není sledována v průzkumu TSK a k počtu vozidel bylo nutno se dopočítat přes jednu až dvě částečně neznámé křižovatky. Tento průzkum sloužil k ověření správnosti výpočtů a odhadů. Počet připojujících se vozidel z jednotlivých částí sídliště je jen velmi těžce změřitelný a tak na této poslední křižovatce vznikly intervaly, ve kterých se měly ranní intenzity pohybovat. Do těchto intervalů se průzkum „trefil“ bez problémů. Na základě výsledků posledního průzkumu byly upraveny některé dílní hodnoty (např. byl zvýšen poměr levého odbočení z ulice Květnového vítězství do ulice Ke Stáčírně ve směru na Litochlebské náměstí) a model numerický model ranní špičky na Jižním Městě I. byl prohlášen za dokončený. Jeho podobu lze nalézt jako přílohu č. 1 k této diplomové práci.

3.2 Počítačový model současné sítě

Veškeré průzkumy byly tvořeny s jedním jediným záměrem, a tím byl následný počítačový model. Výhradním datovým vstupem do tohoto modelu je tak výše zmíněný numerický model z kapitoly 3.1.

Tvorba modelu a jednotlivé simulace byly prováděny v programu PTV Vissim 8, na který má Fakulta dopravní ČVUT licenci. Tato licence umožňuje tvorbu sítě o plošném rozsahu až 2,25 km² (čtverec o straně 1,5 km) s až třemi různými signálními plány. Rozsah Jižního Města I. a jeho numerického modelu by však v měřítku 1:1 byl 3,5 km na délku a 2,5 km na výšku. Ačkoliv by pravděpodobně bylo možné požádat pro účely diplomové práce tvůrce programu o poskytnutí méně omezené licence, tento krok nebyl zvažován dlouho. Síť lze totiž jednoduše rozdělit na několik na sebe jen málo závislých částí, které lze modelovat odděleně. Za hlavní problémová místa co do tvorby kolon a plynulosti dopravy lze totiž považovat v zásadě tři místa (viz mapa na další straně)

1) Okružní křižovatku Opatovská x Výstavní, která kapacitně nepostačuje aktuální špičkové dopravě bylo by tak vhodné ji upravit na kapacitnější,

2) Světelně řízenou křižovatku Opatovská x Ke Kateřinkám x Křejského, kde od úprav v r. 2013 a přechodu na třífázový cyklus dochází ke kongescím v ulici Ke Kateřinkám a v odpolední špičce v ulici Opatovská ze směru od křížení s Chilskou.

3) Okružní křižovatku Na Jelenách x Chilská, která též kapacitně nepostačuje. Zde se dokonce v rámci městské části řeší možnost přestavby na světelně řízenou.

Na mapě je vyznačena ještě okružní křižovatka na Litochlebském náměstí, a to jako „místo zvláštního zájmu městské části“. V rámci přípravy na diplomovou práci a výběru zadání jsem jako budoucí autor vyrazil i na radnici MČ Praha 11 a konzultoval své nápady s odborem dopravy. Jeden ze zájmů je realizovatelný v rámci této práce a to je prověření možnosti přestavby Litochlebského náměstí z okružní křižovatky se dvěma pruhy na okruhu na křižovatku spirálovou. Doplňková podmínka umožňující realizaci je taková, že ideální verze je úprava pouze za pomoci změn vodorovného dopravního značení a jednorázově instalovatelných prvků, tedy bez nutnosti stavebního zásahu do fyzických hran, lidově řečeno „bez kopnutí do země“. Primární důvod je takový, že jakékoliv stavební úpravy jsou administrativně, časově i finančně mnohonásobně náročnější. Sekundární si dovoluji odhadnout na to, že pokud by se změny neosvědčily či našly vysoký odpor u místních obyvatel, lze vše daleko jednodušeji, rychleji a levněji vrátit do původního stavu než v případě nákladnějších stavebních úprav.



Obr. 8: Mapa Jižního Města I. s vyznačením kritických míst k řešení pro simulační model [1]

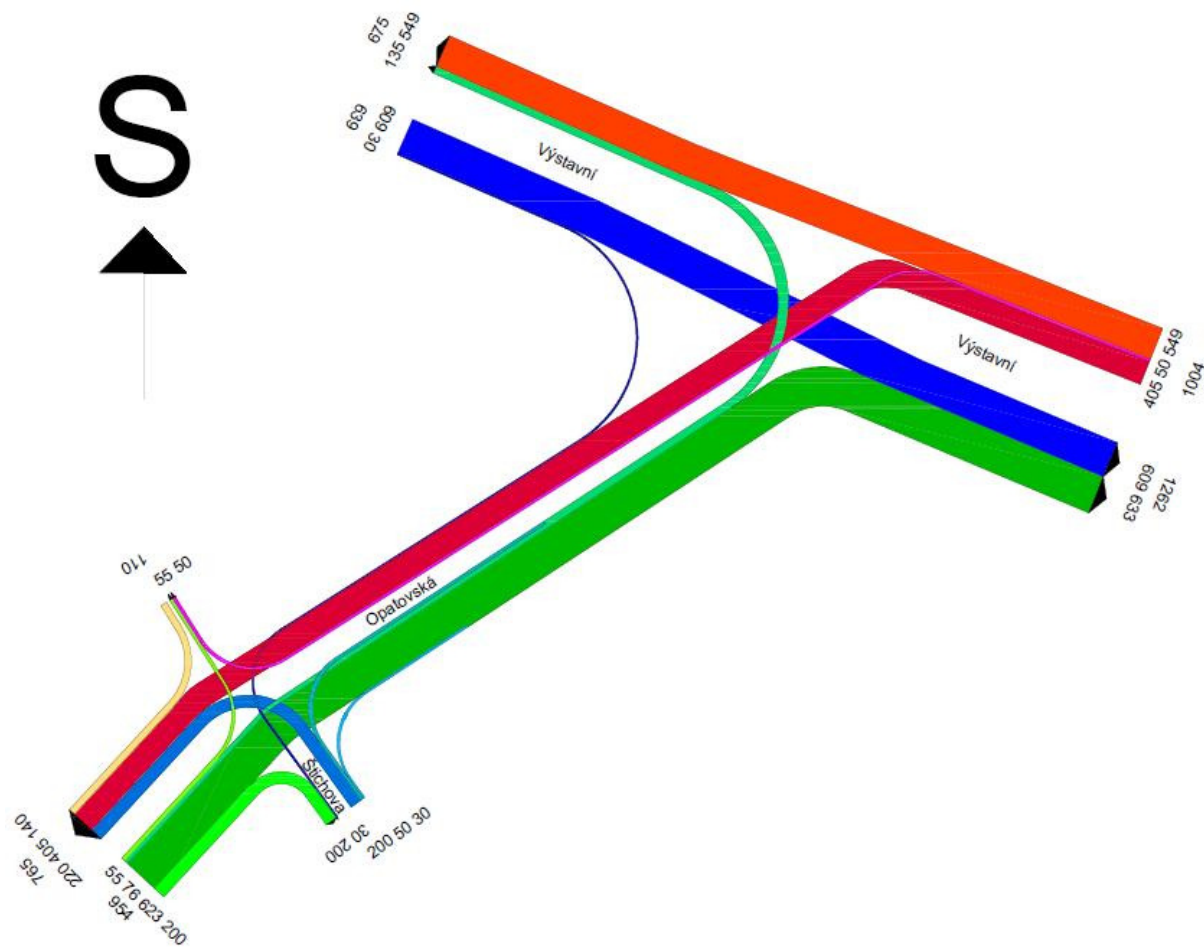
3.2.1 OK Opatovská x Výstavní



Obr. 9: Aktuální podoba OK Výstavní x Opatovská

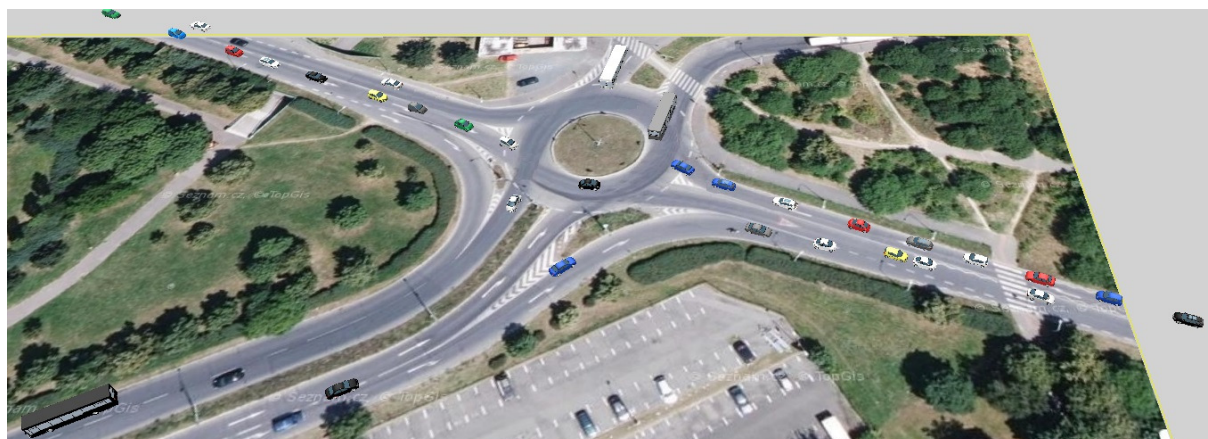
Jedná se o klasickou okružní křižovatku s jedním pruhem na okružním pásu. Její poloměr je 17 metrů, z čehož 8 metrů tvoří poloměr vnitřního ostrůvku a 9 metrů tvoří okružní pás, jehož skutečně využívanou (na obrázku tmavou částí) je ale pouze vnitřních 6 metrů. Křižovatka má čtyři ramena, z nichž to severní vede pouze na autobusovou konečnou a točnu Jižní Město. Zde končí většina autobusových linek, které do oblasti Jižního Města I. přijíždějí z vnitřních částí Prahy. Mezi ramena tvořenými ulicemi Opatovská a Výstavní jsou vytvořeny bypassy.

Poměry intenzit již byly popsány výše, nicméně zjednodušení z numerického modelu na pouhou kostru tvořenou sběrnými komunikacemi by vedlo k projíždění pouze hlavními směry. Nedocházelo by tak tolik k vzájemnému „překážení si“ vozidel jedoucích z různých směrů ani k reflektování výše zmíněného jevu s vyměňováním si parkovacích míst popsaném v kapitole 3.1 na straně 17. Pro docílení maximální věrohodnosti tak byla vždy některá vozidla „přesměrována“ do sídliště a jiná vozidla ve stejném počtu ze sídliště vyslána tak, aby intenzity dle průzkumu vyhovovaly. Dodrženy takto byly veškeré číselné údaje až na výjezd Výstavní ulicí směr Petrovice – zde díky rozporu zmíněném v 3.1 jede o 200 vozidel víc, která ale nemají na simulaci vliv. Viz diagram intenzit na následující straně



Obr. 10: Diagram intenzit modelu současné situace OK Výstavní x Opatovská

Na podkladu ve formě fotomapy byl vytvořen simulační model křižovatky s nastavenými intenzitami tak, jak jsou uvedeny v pentlogramu. Kromě kalibrace modelu jako takového včetně nastavování a kontroly předností a kontroly pohybu vozidel a jejich respektování nastavených hodnot byl samozřejmě stěžejní fakt, zdali se křižovatka chová tak, jako v den průzkumu, jelikož na jednom jejím rameni přímo průzkum probíhal. S uspokojením lze konstatovat, že se křižovatka chová přesně tak, jako v den průzkumu, včetně tvorby kolony proměnlivé délky na vjezdu od Petrovic (V).



Obr. 11: Simulace aktuálního stavu na OK Výstavní x Opatovská

3.2.2 Křižovatka Ke Kateřinkám x Opatovská

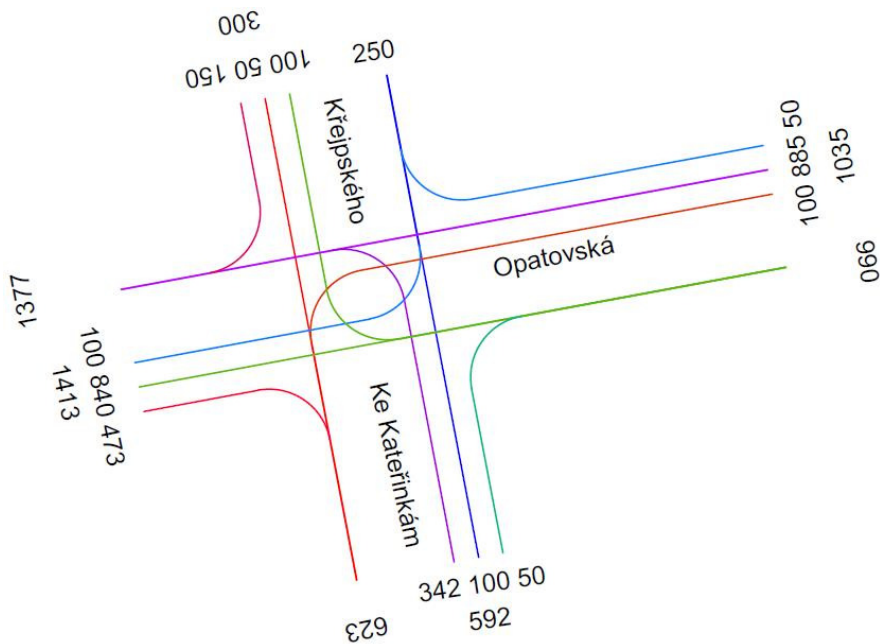


Obr. 12: Aktuální stav křižovatky Opatovská x Ke Kateřinkám

Tato křižovatka je světelně řízená. Ulice Opatovská (horizontální) se zde kříží s ulicemi Křejského (S) a Ke Kateřinkám (J). Ulice Křejského je jediný vjezd a výjezd do části sídliště tvořené ulicemi Křejského, Jašíkova, U Chodovského hřbitova, Lečkova, Nad Opatovem a Šalounova. Veškerý motorový provoz tedy ústí do výše zmíněné křižovatky. V této uzavřené části sídliště se nachází ZŠ a SŠ waldorfská a mateřská škola, kteréžto budovy v ranní špičce jsou obsluhovány i vozidly, která by jinak územím či křižovatkou vůbec neprojížděla.

Z tohoto důvodu byla před dvěma lety na žádost odboru územního rozvoje MČP11 [7] realizována změna z dvoufázového na třífázový cyklus s vyčleněním levého odbočení z ulice Opatovská do samostatné fáze. Od té doby lze pozorovat větší kolony v ulici Ke Kateřinkám, které s neustále se rozvíjející (= rostoucí) zástavbou v obcích jižně od Jižního Města I. nabírají na délce i době trvání a čekání vozidel.

Řízení je dynamické s pořadím fází, které dle osobních zkušeností autora této práce je to nejhorší možné. Umístit fází pro levé odbočení PŘED fází pro hlavní směr mohlo napadnout skutečně jen někoho dopravně-odborně nevzdělaného, neboť při takto krátkých řadících pruzích pro levé odbočení dochází vcelku pravidelně k čekání vozidel odbočujících vlevo v koloně ještě na hlavní komunikaci, aby po skončení odbočovací fáze se tato vozidla mohla posunout o pouhých pár desítek metrů k semaforům a čekat dále. Uježděná hlína na středním dělicím pásu ve směru od Hájů (V) je důkazem nechoty některých řidičů tak konat.

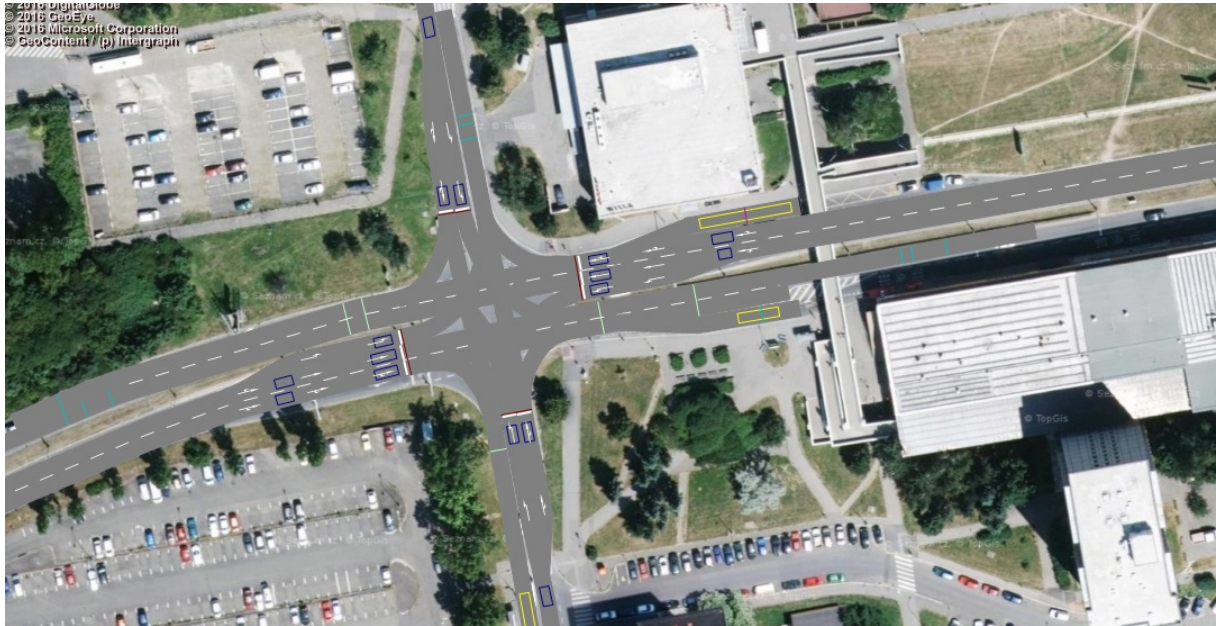


Obr. 13: Diagram intenzit křižovatky Ke Kateřinkám x Opatovská

Na obrázku číslo 13 je nakreslený diagram intenzit, jak byl sestaven na základě dat z TSK a průzkumu dopravy. Vzhledem k obrovským rozdílům mezi intenzitami tyto jsou vyjádřeny pouze číselně a nikoliv pomocí šířky čáry.

Intenzity z TSK jsou k dispozici pouze pro komunikaci Opatovská a hodnoty uvedené u této komunikace odpovídají prostým 9% z denních intenzit v obou směrech. Vozidla přijíždějící z ulice Ke Kateřinkám byla rovnoměrně rozdělena po celou dobu průzkumu, v tomto případě do kolony, a jedné hodině tak odpovídá čistá polovina naměřených dat, což jest 492 vozidel/hodinu. Když ale byla dosazena tato hodnota do simulačního modelu současného stavu křižovatky, ke kolonám nedocházelo a absolutní většině vozidel se podařilo projet bez delšího zdržení. Důvod je prostý – tento počet vozidel křižovatkou dokázal projet, kolonu tvoří ta, která již projet nestihla. Při experimentování s modelem křižovatky a proměnami vstupní intenzity z tohoto směru (s krokem 100 voz/h) byla skutečná intenzita z ulice Ke Kateřinkám stanovena na 592 voz/h. Při intenzitě ještě o 100 voz/h vyšší docházelo k nezadržitelnému růstu kolony nad rámec modelu do 15 minut simulovaného času, což realitě neodpovídá – v tak špatném stavu toto rameno rozhodně není.

Z ulice Křejského je brán „čistý“ vjezd 50 vozidel. Na základě křižovatkového průzkumu bylo v ranní špičce „odkloněno“ do tohoto vjezdu (a následně výjezdu) celkem 250 vozidel ze všech směrů. Toto má za úkol simulovat navážení dětí do školních zařízení i zásobovací a střídačsko-parkovací provoz jako v případě OK Výstavní x Opatovská v kapitole 3.2.1.



Obr. 14: Model křižovatky Opatovská x Ke Kateřinkám v PTV Vissim 8

Obrázek číslo 14 zachycuje model v klidovém stavu (= bez probíhající simulace). Jednotlivé jízdní pruhy šířkou přesně nekopírují komunikaci, což ale pro simulaci není potřeba.

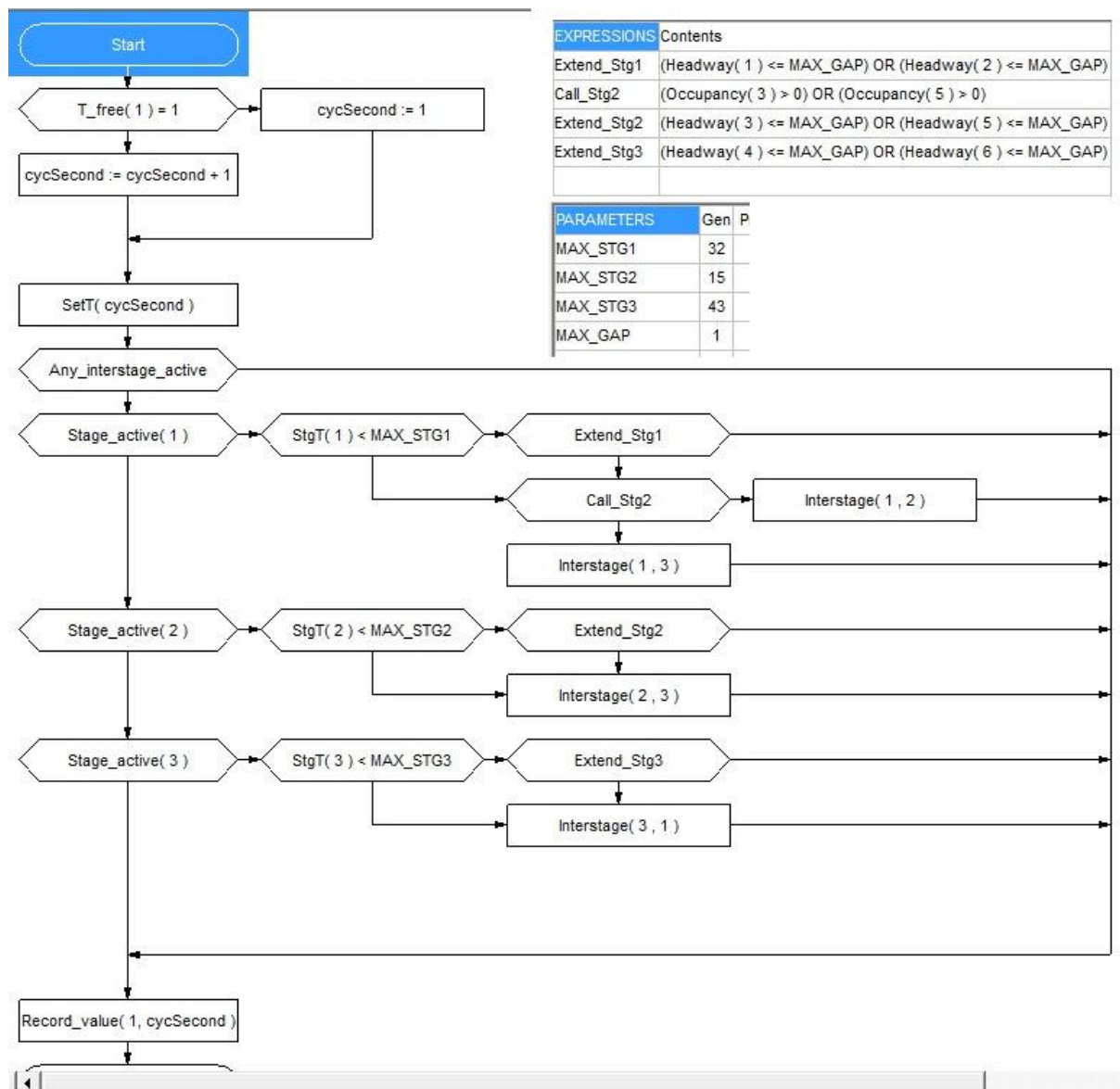
Na obrázku jsou vidět všechny podstatné součásti modelu

- červené pruhy jsou jednotlivá SSZ (definováno pro každý pruh zvlášť)
- tmavě modré obdélníky jako detektory
- růžové a světlemodré příčné pruhy jsou prvky trasování vozidel
- žluté obdélníky jsou zastávky MHD tvořené zpomalením na 5 km/h
- světle zelené příčné pruhy jsou součástí měření zpoždění

Zastávky MHD není třeba definovat složitěji, protože se jedná z pohledu ostatního provozu o pouhé zdržení, nehledě na to, že jsou většinou umístěny mimo průběžné pruhy. Výjimku tvoří zastávky v ulici Ke Kateřinkám, nicméně ty v simulaci stejně jako v realitě nemají vliv na SSZ a provoz na křižovatce. V simulaci je totiž zdržení natolik krátké (cca 10 s), že BUS po rozjetí se v klidu dojede na červenou a tam čeká spolu s ostatními vozidly. V realitě v zastávce autobuse stojí zhruba dvojnásobek času, nicméně na rozdíl od simulace je objížděn vozidly za ním v případě, že je protisměr volný (navzdory tomu, že je to v zákoně o provozu na PK zakázáno). Tato situace platí pro oba směry.



Obr. 15: Pohled do ulice Ke Kateřinkám krátce po přeprnutí fázi



Obr. 16: Dynamický signální plán křižovatky Opatovská x Ke Kateřinkám v modulu VisVAP

Obrázek 16 je výřezem z modulu VisVAP programu PTV Vissim 8, který umožňuje tvorbu a editaci dynamického signálního plánu. Maximální délka cyklu je v tomto případě 80 s + 3x4 s jako mezifáze (dohromady tedy 92 sekund). Při měření na křižovatce se délka signálního plánu držela v hodnotách 73 – 95 sekund (měřeno stopkami). Na základě dílčích měření délky zelených byl proto vytvořen a úspěšně odladěn signální plán. Maximální délky fází jsou v parametrech, obsazenost jednotlivých detektorů ve výrazech (Expressions).

V parametrech se nachází ještě prvek MAX_GAP, který definuje rozhodný časový úsek od poslední obsazenosti detektoru. V reálu bývá nastaven na hodnotu 3s, tato hodnota však působila v simulaci skoro vždy kolaps modelu. Obejít tento problém programováním by bylo velmi složité. Pro nás případ nicméně úspěšně funguje přidání prodlužovacích detektorů, sloučení s výzvoými a změna hodnoty na 1 sekundu. Výsledek: Model odpovídá realitě.

3.2.3 Křižovatka Chilská x Opatovská



Obr. 17: Světelně řízená křižovatka ulic Chilská a Opatovská

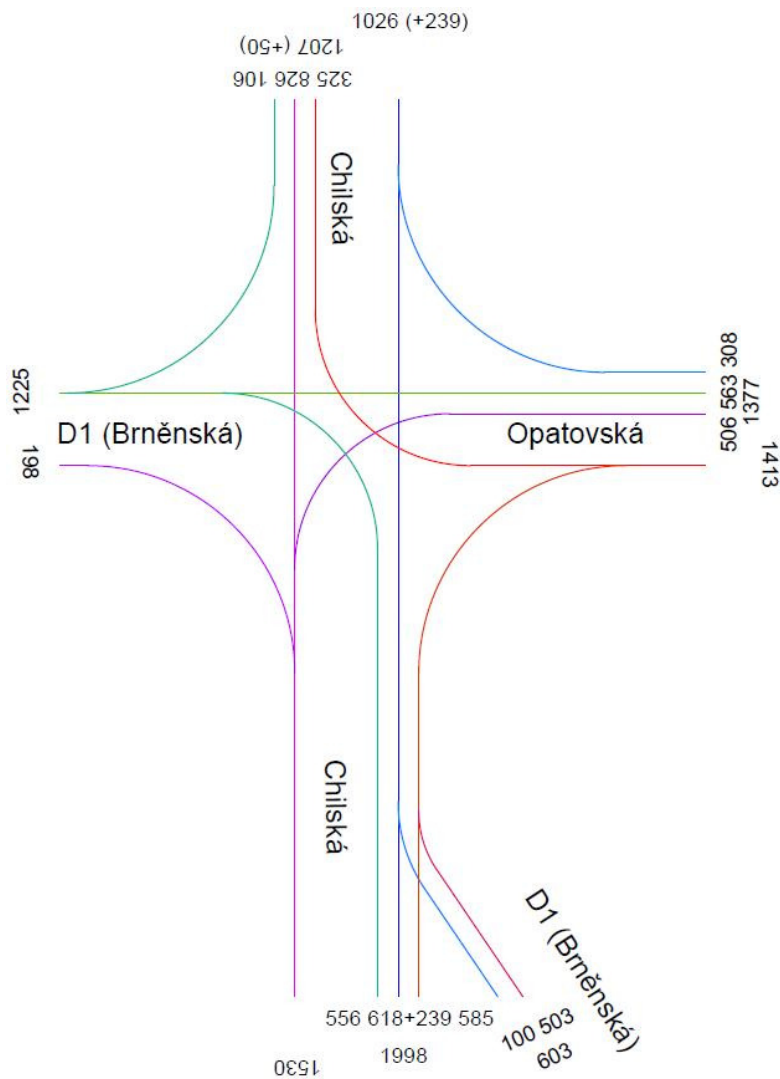
Obrázek vydá za tisíc slov případě této křižovatky není jen fráze. Co do intenzit se jedná o jednu z nejzatíženějších křižovatek na Jižním Městě vůbec a co do úrovněvých tak zatíženou nejvíce. Důvodem je to, že se zde setkávají a kříží téměř všechny hlavní směry vedoucí z Jižního Města I., do něj i přes něj. Pokud se podíváme zpět na obrázek číslo 3 (strana 10), tak zde chybí jediný z transitních směrů. K tomu všemu je zde navíc připojení z dálnice D1 ze směru od Brna (zdola vpravo). Ze směru opačného se vozidla pohybují nejprve přes křižovatku Chilská x Na Jelenách (viz další kapitola), ale všechna vozidla jedoucí směrem Petrovice či do jižní poloviny Jižního Města I. rovněž musí přes tuto křižovatku, ke které prakticky neexistuje varianta jiné cesty.

Díky výše zmíněným intenzitám a směrům se nelze divit značnému množství řadících pruhů, a to ze směru od jihu až pěti, na ostatních dvou vjezdových ramenech po čtyřech. Velkou výhodou křižovatky je totiž fakt, že se do značné míry chová jako tříramenná, neboť čtvrté rameno je tvořeno nájezdem na D1 do centra Prahy a „pravým odbočením“ z D1 od Brna na most vedoucí jižním směrem z Prahy. Zbylé směry z D1 ze směru od Brna, které by v případě standardního tvaru křižovatky tvořily přímou větev a levé odbočení (tedy ty vedoucí do oblasti Jižního Města I.), jsou místo toho vedeny odděleně samostatným odbočením z dálnice a před křižovatkou „přilepeny“ k jižnímu příjezdu.

Toto místo je charakteristické pro tuto křižovátku a je také často kritizováno. Díky nestandardnímu a atypickému řešení se zde sjezd z dálnice ještě před světelnou křižovatkou stává vedlejší komunikací s povinností dát přednost v jízdě všem vozidlům na hlavní PK, což je v tomto případě příjezd přes most přes dálnici (jižně pod okrajem obrázku 17). Pro mnoho řidičů je křižovatka při prvním průjezdu poměrně obtížná na pochopení, a to navzdory pravidelně obnovovanému vodorovnému dopravnímu značení a množství SDZ. Občas tak zde dochází k nehodám vlivem nevěnování pozornosti řízení či nedání přednosti v jízdě.

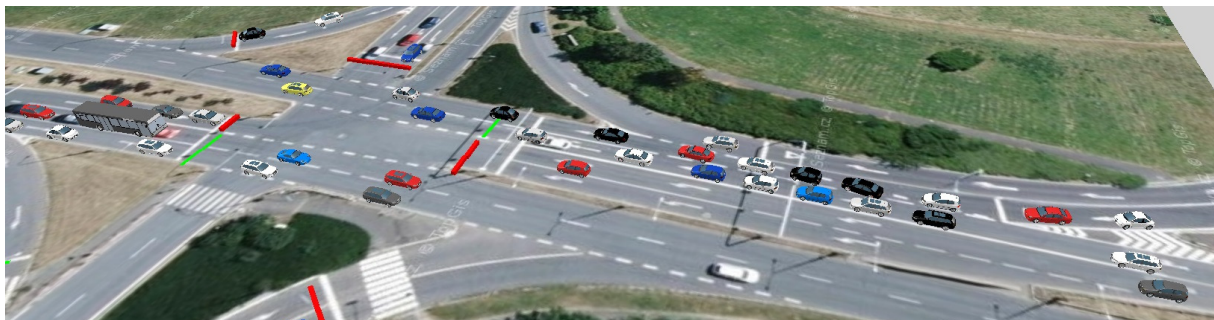
Za jednu věc je ale potřeba projektanty křižovatky pochválit. Díky jejímu řešení zde plně dostačuje pevný 60sekundový signální plán. V křižovatce nejsou umístěny prvky pro detekci jakýchkoliv vozidel, tudíž preference MHD je zde nulová. Na základě předaných zkušeností od kantorů fakulty zabývajících se touto tematikou i zkušeností osobních to v tomto případě nevadí, neboť délka cyklu pod 60 sekund není přípustná. A pokud by docházelo díky preferenci MHD k prohazování pořadí jednotlivých fází, mohlo by to díky intenzitám velmi negativně ovlivnit výkon celé křižovatky i stabilitu provozu v jejím okolí. Současný stav má navíc většina řidičů (nejen) MHD zafixovaný a díky tomu vědí, kdy je potřeba šlápnout na plyn a kdy naopak není třeba velký spěch, což kromě úspory pohonných hmot a pohodlné jízdy vede i k minimalizaci čekacích dob vozidel MHD.

V modelu je tato křižovatka vyladěna s délkou mezifází 4 sekundy s pomocí definicí konfliktních zón tak, aby najíždějící vozidla v případě hrozících střetů vždy dala přednost vyklízejícím vozidlům. Toto opatření slouží především pro levá odbočení, v realitě je totiž křižovatka nastavena se zápornou délkou přechodu mezi fázemi v Chilské (přímá a levé odbočení) ze směru od metra (S). V licenci programu Vissim by nastavování jednotlivých fází vedlo na obrovské množství chybových hlášek a výsledek by byl podobný, ne-li stejný.



Obr. 18: Diagram intenzit křižovatky Opatovská x Chilská

Diagram intenzit tak, jak jsou přepočtené, rozdělené a použité v modelu. Hodnoty s plusem jsou ta vozidla, která nepokračují dále (50 vozidel), ale pouze obrací na metru Opatov (ve smyslu K+R), či se střídají s vozidly odstavenými přes noc podél parkoviště P+R Opatov a zbylých 189 vozidel zde zaparkuje a pokračuje dále hromadnou dopravou. Kapacita P+R je 181 míst, v pracovní den zbývají standardně pouze jednotky volných míst a další desítky aut stojí na volných plochách podél parkoviště i přímo na ulici Chilská.



Obr. 19: Detail modelu křižovatky Chilská x Opatovská s problémovým křížením

3.2.4 OK Na Jelenách x Chilská

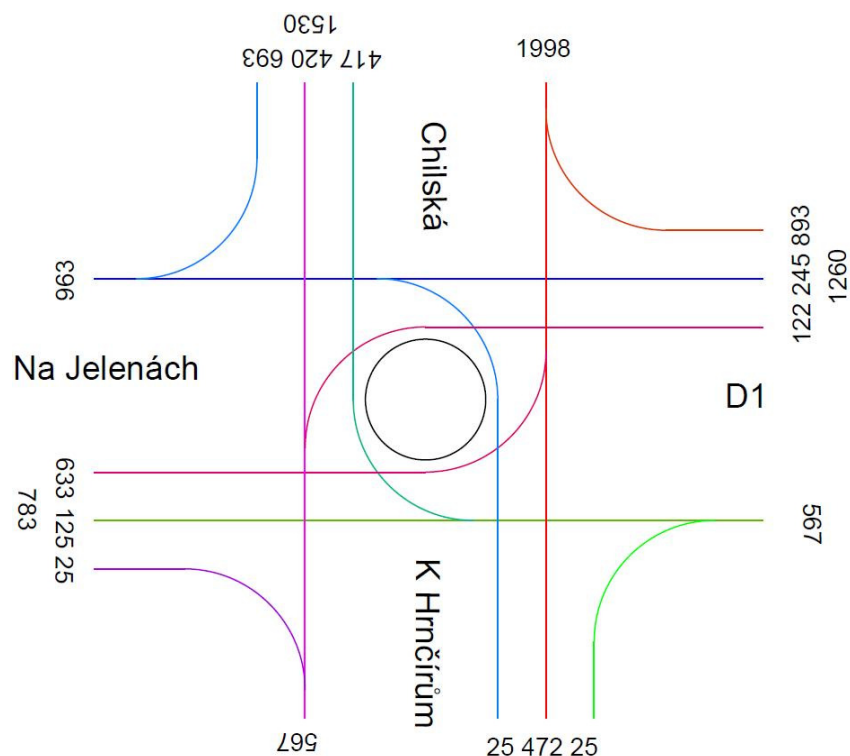


Obr. 20: Okružní křižovatka Na Jelenách x Chilská

V pořadí již druhá okružní křižovatka v simulaci má stejné parametry jako ta první – vnitřní rádius 9 metrů a 8 metrů na okružním jízdním pásu v podobě jednoho pruhu, z něž je většinou vozidel pojížděno jen vnitřních 6,5 metru. V tomto případě se nicméně jedná o křižovatku plnohodnotně čtyřramennou a zároveň o křižovatku dvou různých hlavních směrů.

To je zároveň největší slabina křižovatky. S rostoucí suburbanizací souvisí rostoucí intenzity dopravy (nejen) v ranní špičce (viz kap. 1.3), což na této křižovatce vede k nedostatku kapacity. Vozidla přijíždějící ze severu z ulice Chilská (přes most přes D1) totiž ve značné míře odbočují doleva na dálnici D1 ve směru Brno (východní větev OK), čímž brání v průjezdu vozidlům z ulice Na Jelenách (západní větev) a z obce Šeberov (jižní větev), která se v drtivé většině snaží překonat dálnici D1 na křižovatku s Opatovskou (kapitola 3.2.3.). Jak již bylo zmíněno, díky přírodním celkům a dálnici D1 prakticky neexistuje jiná smysluplná varianta cesty na většině transitních cest, o cestách s cílem na Jižním Městě I. ani nemluvě.

Z důvodu nedostatečné kapacity křižovatky a díky tomu tvorbě kongescí je uvažováno o rekonstrukci křižovatky na rozměrnější či úpravu na světelně řízenou křižovatku (zdroj: konzultace na odboru dopravy MČ Praha 11).



Obr. 21: Diagram intenzit OK Na Jelenách x Chilská

Situace si skutečně žádá řešení, a to konec konců na obou okružních křižovatkách spolu sousedících – na západ od této OK se totiž na křížení s Kunratickou spojkou a ulicí Roztylskou (jih Jižního Města II.) nachází sesterská OK k této. A ačkoliv se v této diplomové práci uvedenou křižovatkou nezabýváme, problém je podobný, i když menší, a jeho řešení by tedy mělo být na obou křižovatkách obdobné.

Faktem nicméně zůstává, že i přes na první pohled relativně snesitelné intenzity a přítomnost tzv. „bypassů“ na všech ramenech okružní křižovatky zde v ulici Na Jelenách roste kolona v obou špičkách, přičemž více ve špičce odpolední, a to právě z důvodu křížení výše zmíněných dvou hlavních směrů (Chilská > D1; Na Jelenách > Chilská).

Jak je psáno výše, intenzity v modelu odpovídají 9% z denních intenzit. Všude na všech křižovatkách a ve všech směrech. Jedině na této křižovatce mají špičkové intenzity ve všech směrech katastrofický dopad. Katastrofický proto, že jakákoliv snesitelná manipulace s daty v rámci vyladování na současný stav (mírné snížení intenzit, manipulace s dělbou směrů) se absolutně mýjí účinkem. V modelu současného stavu roste kolona nad všechny meze a simulace končí ve stavu, kdy ze 783 nastavených vozidel se jich přes stovku vůbec nedostane do sítě (tedy se jich zhruba 200 nedostalo k vjezdu na OK).

Tento stav neodpovídá realitě, ale jeho řešení je buď drasticky změnit směrové dělení na vjezdových větvích, čímž nebude možné splnit zadané intenzity dle TSK (intenzity přes most jsou dost určující) nebo snížit vjezd z ulice Na Jelenách zhruba na polovinu, což sice délku kolon odkáže do aktuálního stavu ve špičce, nicméně opět vytvoří problém s nerespektováním intenzit zadaných průzkumem TSK.

A tyto intenzity jsou důležité, protože ovlivňují provoz na dalších křižovatkách. Tato křižovatka je totiž spojena do jedné sítě v simulaci s křižovatkou Chilská x Opatovská (3.2.3) a křižovatkou Opatovská x Ke Kateřinkám (3.2.2). Obě zmíněné křižovatky byly samozřejmě testovány s plnou zátěží z příjezdu od této OK (tj. pouhým vjezdem před jejím faktickým vytvořením v modelu), nicméně pro věrohodnost simulace je vždy lepší, když mají křižovatky možnost ovlivňovat se navzájem.

Například BUSpruhy na Opatovské ulici jsou zúžením z dvou pruhů na jeden v každém směru (a jako zúžení jsou i modelovány) a jejich důsledné respektování může a nemusí mít vliv na provoz na křižovatkách. V případě špatného nastavení SSZ na křižovatce Opatovská x Ke Kateřinkám (3.2.2) tak může dojít k prodloužení kolony až do křižovatky s Chilskou (3.2.3) a tím její zahlcení a částečné znefunkčnění, což by mělo okamžitý následek v podobě vlnového šíření kongescí po síti. To samé v případě nevhodné úpravy křižovatky Chilská x Na Jelenách (3.2.4).

Pro simulační model v případě této křižovatky neplatí, že se chová jako v realitě. Její vyladění díky křížícím se hlavním směrům by bylo možné pouze díky hrubým zásahům do intenzit v celé síti, což by bylo kontraproduktivní pro zbytek práce. V následující části diplomové práce, tj. návrhy úprav kritických míst a jejich vyhodnocení, tak bude pracováno s faktem, že situace v dnešní době „není tak strašná“ jako v modelu. Zároveň bude při sledování efektu úprav brán zřetel pouze na to, jak daná úprava současné podoby ovlivní výsledek co do průměrného zpoždění vozidel na křižovatce, bude tak chybět porovnání se současnými hodnotami. Je to nicméně daň, kterou jsem ochoten zaplatit za to, že celá síť jinak bude muset fungovat s hodnotami odpovídajícími realitě.

3.2.5 OK Litochlebské náměstí



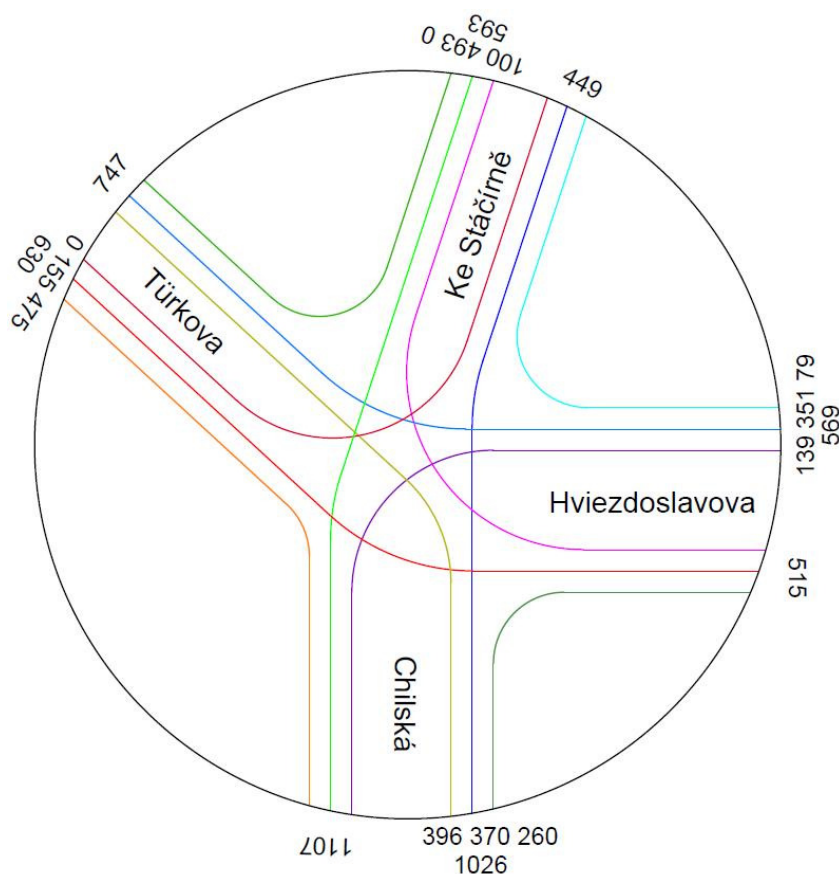
Obr. 22: Současná podoba Litochlebského náměstí

Litochlebské náměstí je velkoryse postavená okružní křižovatka. S poloměrem vnitřního ostrova 45 metrů a s vnějším poloměrem 58 metrů se řadí k největším okružním křižovatkám v Praze (pro srovnání: Vítězné náměstí má poloměr ostrova 42 m a vnější poloměr 54 m). Okružní křižovatka je čtyřramenná s nepravidelným rozmístěním vjezdů a se dvěma jízdními pruhy na okružním pásu. Tři z ramen mají na vjezdu i výjezdu dva pruhy (SZ – Türkova, J – Chilská, V – Hviezdoslavova), severní rameno mající jen po jednom pruhu pro vjezd a výjezd nese název Ke Stáčírně.

Křižovatka se poměrně pravidelně nachází první desítce nejvíce nehodových křižovatek v Praze. [8] Přestože zde od 1.1.2007 nedošlo k žádné nehodě se následkem smrti a pouze k jedné nehodě s následkem v podobě těžkého zranění osoby, tak za poslední rok zde přesto došlo ke dvěma desítkám nehod. [9] Většina z těchto nehod se stala na vjezdech a byla zapříčiněna nedostatečným odstupem mezi vozidly.

Poměrně častým jevem jsou zde také tzv.: skoronehody. Při nich ke střetu vozidel nedojde, ale dojde k porušení bezpečné vzdálenosti mezi vozidly a jen včasný zásah jednoho z řidičů odvrátí nehodu. Tyto excesy se stávají nejčastěji při opuštění křižovatky, kdy vozidlo jedoucí ve vnějším z pruhů (pravém) na okruhu se při vyjíždění řadí do levého pruhu výjezdu a tím blokuje možnost vozidla jedoucího ve vnitřním pruhu okružního pásu opustit křižovatku stejným výjezdem. Dochází tak k nutnosti náhle brzdit, vybočovat či je řidič vozidla uvnitř okruhu vytlačen a donucen si okružní křižovatku objet ještě jednou dokola. Nejkritičtějším místem v tomto ohledu je výjezd do ulice Chilská, kde je toto chování částečně podpořeno vodorovným dopravním značením.

Jelikož tento jev se nachází i na největší OK v Praze vůbec – Ok Roztylská x Pod Chodovem x Ryšavého poblíž metra Chodov na Jižním Městě II., byla mi v rámci konzultace na odboru dopravy nastíněna vhodnost prověření přestavby, resp. přeznačení této okružní křižovatky na OK spirálovou. Výsledkem by měla být bezpečnější křižovatka s nižším počtem nehod než v současnosti při zachování všech výhod okružní křižovatky.



Obr. 23: Diagram intenzit pro OK Litochlebské náměstí

4. Návrhy opatření pro zlepšení dopr. propustnosti

V dosavadní části diplomové práce byla stanovena kritická místa pro tok dopravy na Jižním Městě I., odborně nazývána „hrdla“. Zpravidla se jedná o místa, jejichž kapacita či uspořádání nevyhovují potřebám současné dopravní poptávky a je potřeba je upravit. Tyto úpravy by zároveň bylo vhodné dimenzovat nejen na současný stav, ale i na stav mírně vyšší poptávky z důvodu pozvolného rozvoje a zastavování okrajových území jak přímo na Jižním Městě (například stavební celek Milíčovský háj), tak v okolních obcích, kterými jsou Kateřinky, Újezd, Křeslice, nová výstavba v městské části Petrovice a další.

Od části dopravní zátěže proudící přes Jižní Město může teoreticky ulevit dokončení vnějšího pražského okruhu, konkrétně jeho část s označením 511 D1 – Běchovice. Nelze si ale od něj slibovat příliš mnoho. Silniční okruh kolem Prahy (SOKP) nejen že nemá jasný termín dostavby [10], ale pomoci má převážně již stojícímu městskému okruhu, resp., Jižní Spojuje s převedením transnitní dopravy. To pro Jižní město bude mít za následek převedení převážně kamionové dopravy z Brněnské a Spořilovské spojky na novou část okruhu, ovšem pro námi řešenou síť budou přínosy minimální.

Jediné znatelnější uvolnění může tak přijít od vozidel, která si nyní zkracují cestu z SOKP na Jižní Spojku sjezdem přes Vesteckou spojku, Kunratickou spojku, a ulice Na Jelenách a Chilská, kde na křížení s Opatovskou najíždí na D1 (Brněnskou). Na druhou stranu zůstane výše zmíněná trasa stále nejkratší pro příjezd od Lahovic (z Cholupického tunelu) a díky značným současným problémům na Dobříšské ulici a Barrandovském mostě bude toto spojení pravděpodobně nadále atraktivní pro mnoho řidičů, kteří se potřebují dostat do východní poloviny Prahy, neboť bude stále nejrychlejší a podobně dlouhé. Navíc uvolněná kapacita na D1 po otevření úseku 511 SOKP může přitáhnout více individuální dopravy než je současný stav.

Výhledově je tedy potřeba počítat s potřebou kapacity na stejné či mírně vyšší úrovni, než je nynější stav. K tomu pomáhá i oněch 9% z celodenních intenzit, neboť ve špičce vždy převládá jeden ze směrů.

Hlavním měřítkem pro porovnání výkonů jednotlivých návrhů je průměrná doba zdržení jednoho vozidla. Měření provádí simulační program a je vždy nastaveno pro směr přímý a levá odbočení, přičemž se porovnává celkový průměr za křižovatku. Více již u jednotlivých křižovatek.

4.1 Výstavní x Opatovská - návrhy

Budeme-li postupovat ve stejném pořadí jako v případě současného modelu, začínáme touto, od ostatních izolovanou, okružní křižovatkou.

Zdejší problém je nedostatek kapacity na vjezdu od Petrovic. Za 1 simulovanou hodinu ranní špičky došlo na křižovatce k průměrnému zdržení vozidel o 47 sekund, přičemž největší podíl na tomto čísle měla jednoznačně ulice Výstavní ze směru od JV, kde průměrné zpoždění dosáhlo 95,9 sekundy na vozidlo. O něco lépe na tom byly autobusy, které mají svůj BUSpruh až kousek před křižovatkou, což ale nic nemění na nežádoucím stavu této křižovatky.

Vzhledem k prostorovým možnostem se jako první možnost nabídl rozšíření křižovatky o „falešný bypass“ od Petrovic do pokračování ulice Výstavní a tím zároveň úpravu křižovatky na turbookružní. Na straně u autobusové točny Jižní Město by došlo k rozšíření křižovatky o průjezdní pruh a ze středu současné okružní křižovatky by bylo ukrojeno po dvou „měsíčkách“, jinak by křižovatka zůstala ve svých rozměrech stejná.



Obr. 24: Návrh turbookružní podoby křižovatky Výstavní x Opatovská s vyznačením předností
Na obrázku 24 je vidět její podoba na podkladu současné ortofotomapy. Šířka pruhů v křižovatce je 5 metrů a je zachován minimální poloměr definovaný původním ostrovem.



Obr. 25: Probíhající simulace na změněné OK Výstavní x Opatovská

Měření v následné simulaci prokázalo zlepšení situace nad očekávanou míru. V simulaci současného stavu v některých bězích simulace došlo k tomu, že až několik desítek vozidel nezvládlo vjet do sítě díky frontě před křižovatkou. V žádném z běhů simulace po úpravě křižovatky nic takového nehrozilo. Došlo také k razantnímu poklesu průměrného zpoždění vozidel.

Vyhodnocení úprav křižovatky Výstavní x Opatovská		
Parametr	Současný stav	Turbookružní k.
Prům. zpoždění	46,96 s	7,68 s
Max. prům. zpoždění na větvi	95,91 s	22 s
Větev s maximálním zpožděním	Výstavní (JV)	Točna BUS
Excesy	<100 voz. neodbaveno	x

Tabulka 4: Vyhodnocení úprav křižovatky Výstavní x Opatovská

Vzhledem k překvapivě skvělému výkonu křižovatky díky této úpravě nebyly jiné varianty navrhovány. Navíc lze simulačně snadno dokázat, že i poměrně značný nárůst dopravy dokáže křižovatka v nové podobě unést.

4.2 Opatovská x Chilská - návrhy



Obr. 26: Křižovatka Opatovská x Chilská v simulaci, pohled od JV

Křižovatka hlavních ulic Opatovská a Chilská v simulaci obstála, tudíž z hlediska dopravního proudu není potřeba provádět změny. Přesto zde požadavky na nějaké jsou. V přehledu křižovatek se SSZ na Jižním Městě [7] lze nalézt u této křižovatky poznámku OÚR, že křižovatku je potřeba „přeřešit“ v závislosti na plánovaný rozvoj kolem metra Opatov a lokality kolem ulice Na Jelenách a toto přeřešení by mělo zahrnovat budoucí plánované převedení tramvajové trati touto křižovatkou. V poznámkách společnosti ELTODO pak je připomenuta vhodnost zavedení preference MHD a IZS.

Jelikož tramvajová trať je téma na samostatnou kapitolu, budou v této kapitole řešeny pouze ostatní připomínky.

Preferenční opatření již byla načtena v kapitole 3.2.3. V současnosti je situace pro MHD i přes neexistující preferenci dobrá, neboť 60sekundový cyklus nepůsobí velká zdržení a až na výjimky dojde k odbavení všech čekajících vozidel na první signál volno po jejich příjezdu. Ona výjimka nastává v době nejhustšího provozu v odpolední špičce v ulici Chilská ze směru od metra (S). V tomto směru již preferenční opatření v podobě BUSpruhu zavedeno je a i linky odbočující vlevo do ulice Opatovská jej v případě potřeby využívají a tím minimalizují své zpoždění.

Rovnováha na křižovatce je nicméně křehká díky tomu, že intenzity jsou poměrně blízko hranici kapacity. V jednom z případů, kdy došlo vlivem jiné křižovatky v simulaci k dočasnému zahlcení jednoho z výjezdových ramen, došlo vzápětí k částečnému dopravnímu kolapsu křižovatky, který trval i po odstranění problému na zmíněném rameni. V případě instalace zařízení umožňující preferenci hromadné dopravy by tak při špatném nastavení mohlo snadno dojít k podobnému jevu. Pokud by tedy mělo v budoucnu dojít k instalaci preferenčních zařízení, bylo by v tomto případě nezbytné instalovat i detektory pro ostatní vozidla a signální plán uzpůsobit dynamicky tak, aby na výkyvy způsobené vozidly MHD dokázal účinně reagovat na proměnlivou délku front na jednotlivých ramenech proměnlivou délkou fází a cyklu, přičemž účinně znamená i možnost protažení délky cyklu klidně až k maximální přípustné hranici, tj. 120 s.

IZS v současnosti kromě přednosti zajištěné zákonem těží i ze značné šířky pruhů a množství prostoru v křižovatce. Vozidla, která nemohou projet, mají tak často prostor, kam uhnout projíždějícím složkám IZS. V případě aplikace preferenčních opatření i pro IZS tak platí o to více důraz na správné nastavení dynamického řízení pro vyvažování excesů způsobených zásahy do systému ze strany preferovaných vozidel.

Otázkou zůstává, zdali preference MHD nebude MHD škodit, resp. zdali by jí pomohla. Důvodem této obavy je množství autobusů hromadné dopravy projíždějící touto křižovatkou – jedná se o desítky za hodinu ve směru od metra Opatov (v Chilské ulici). Z opatovského terminálu kromě vnitroměstských linek (zhruba 20 pár spojů/h) vyjíždí i značné množství autobusů na linkách regionální dopravy. V dopravní špičce se tak dostáváme na zhruba 30 autobusů v jednom směru za hodinu, což v obou směrech vychází na 1 autobus za minutu. Pravděpodobnost, že v případě preference vyžadované jedním spojem dojde ke kolizi požadavků se spojem jiným je vysoká, což v kombinaci s „nepředvídatelností“ signálního plánu pro řidiče autobusů by mohlo vyústit ve snížení komfortu pro cestující a místy i delšímu čekání vlivem jiných linek, než je tomu nyní.

Simulace výše uvedených variant není prováděna, neboť to nejsou autorem navrhované změny a k jejich aplikaci se staví opatrně.

Co se bezpečnosti a krátkosti napojení příjezdu z D1 od Brna do ulice Chilská/Opatovská týká, jakákoliv úprava pouze v rozsahu VDZ či malých úprav by vedla k větším zdržením a horšímu výkonu křižovatky. Pokud nedojde ke stavební úpravě na částečně mimoúrovňovou křižovatkou (a tím vyčlenění některých proudů mimo ostatní), je současné uspořádání nejlepší možné, přestože se tak na první pohled nezdá.

4.3 Opatovská x Ke Kateřinkám - úpravy

V této křižovatce byly identifikovány dva problémy. Hlavním z nich je nedostatečná přidělená kapacita vjezdu z ulice Ke Kateřinkám, převážně pak jeho levého odbočení do ulice Opatovská ve směru k Chilské. Druhým z nich je nevhodné pořadí fází působícím zbytečná zdržení vlevo odbočujícím vozidlům z ulice Opatovská.

Podíváme-li se do přehledu SSZ Prahy 11 z roku 2009 [7], lze tam najít tuto křižovatku jako 2fázovou s indukčními smyčkami pro detekci vozidel, bez prvků preference, se stanoviskem „doporučujeme ponechat ve stávajícím stavu řízení i vybavení“. Na základě vyjádření OÚR došlo ke úpravě SSZ přidáním fáze pro levé odbočení z ulice Opatovská (obousměrně) a doplněna čekací místa pro cyklisty. Požadavek koordinace s možným vedením tramvajové trati zatím z pochopitelných důvodů nebyl realizován.

Navržené testované úpravy jsou dvě, obě pro dynamické řízení:

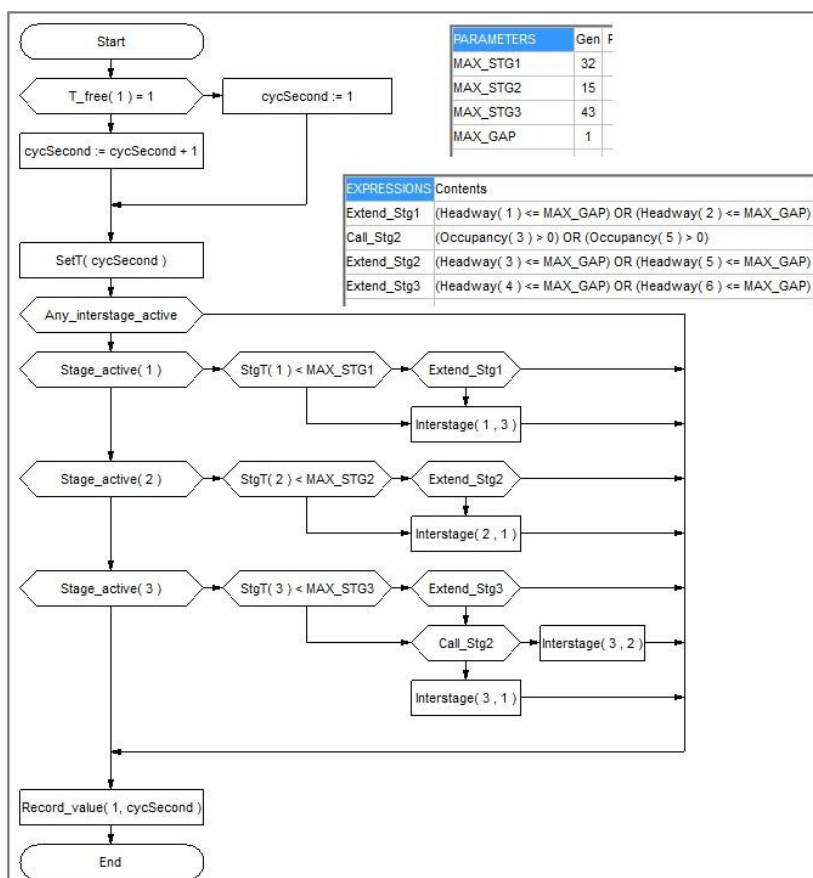
- 1) Obrácení fází do pořadí Opat., přímá > Opat., levé odb. > Ke Kateřinkám
- 2) Dvoufázové dynamické řízení

V obou případech byla měřena průměrná zpoždění na přímých průjezdech a na levých odbočeních. Porovnání výsledků lze nalézt na konci kapitoly 4.3



Obr. 27: Dvoufázová verze signálního plánu v simulaci po přepnutí volno pro hlavní PK

4.3.1 Změna pořadí fází



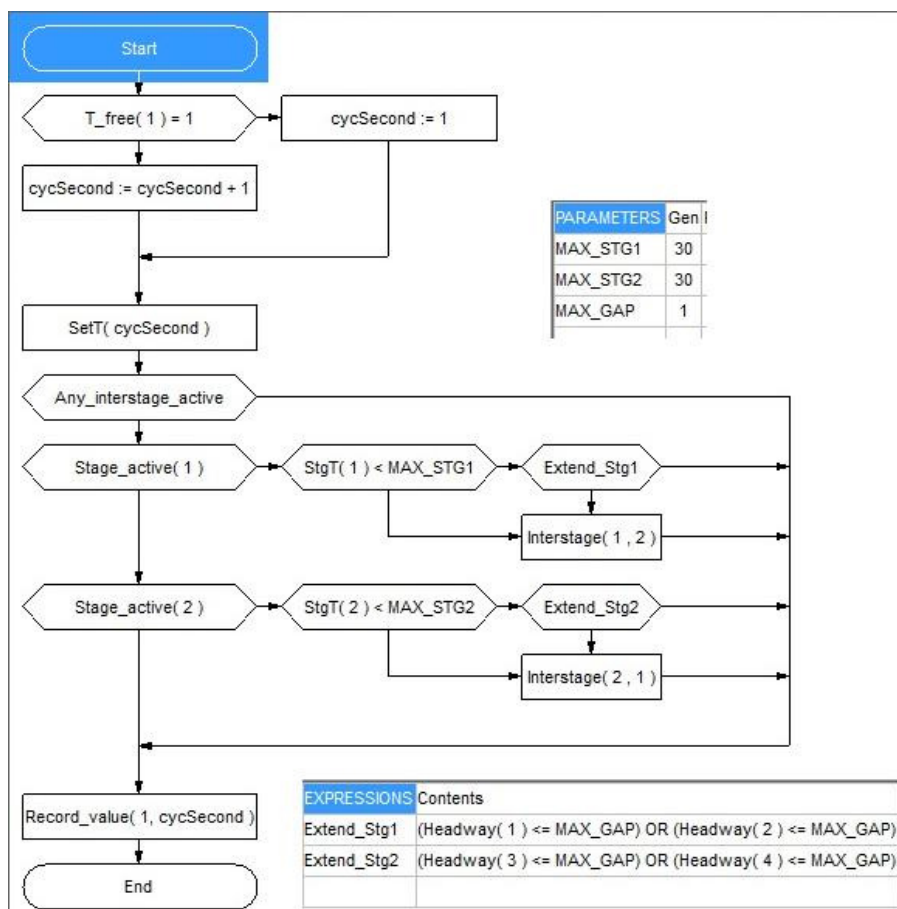
Obr. 28: Řídící diagram křižovatky Opatovská x Ke Kateřinkám se změnou pořadí fází

Ve vývojovém diagramu v kapitole 3.2.2 je současný stav, navrhovaný z něj přímo vychází. Označení fází zůstalo stejné, stejně jako označení detektorů. Pro snadnou porovnatelnost nebyly měněny ani maximální délky fází, které tak zůstávají na současné úrovni.

Zůstává tedy zařazení fáze pro levé odbočení pouze v případě, že je zde skutečně přítomno vozidlo.

Výsledkem bylo snížení průměrných čekacích dob z 26,5 s na 23,9 s. Došlo i k lehkému snížení průměrných čekacích dob na rameni Ke Kateřinkám, a to z 47,5 na 45,3 s na vozidlo.

4.3.2 Změna na dvoufázové řízení



Obr. 29: Návrh dvoufázového řízení křižovatky Opatovská x Ke Kateřinkám

V návrhu dvoufázového řízení došlo ke „sloučení“ fází na hlavní komunikaci a tedy neexistuje dále fáze pro samostatné levé odbočení a vlevo odbočující vozidla jsou povinna dávat přednost protijedoucím vozidlům, což se může negativně odrazit na době zpoždění v případě vyšších intenzit na hlavní komunikaci a v případě vyšších intenzit pro levé odbočení by nemuselo dojít k vyprázdnění odbočovacího pruhu a zdržení odbočujících vozidel o celou dobu cyklu navíc.

Na druhou stranu návrh umožňuje celkově kratší dobu cyklu a tak její maximum bylo nastaveno na 68 s (2x 30 sekund fáze, 2x 4 sekundy přechod). To zaručuje nejen rychlejší střídání fází a tím kratší dobu zpoždění pro všechna vozidla, ale zároveň zajistí podobnou délku cyklu jako na sousední křižovatce Chilská x Opatovská, čímž by díky dynamickému řízení a pulsování dopravy z této křižovatky mělo dojít alespoň k částečnému sladění těchto křižovatek a celkové nižší míře zdržení vozidel.

Výsledkem byl pokles průměrného zpoždění na 18,9 s a 33,6 s na rameni Ke Kateřinkám, na kterém navíc až na výjimky přestalo docházet k „dvojitému či vícenásobnému čekání“.

4.3.3 Vyhodnocení úprav křižovatky Opatovská x Ke Kateřinkám

V následující tabulce jsou shrnuty výsledky

Vyhodnocení úprav křižovatky Opatovská x Ke Kateřinkám			
Parametr	Současný stav	Obrácené 3 fáze	2 fáze
Prům. zpoždění	26,55 s	23,98 s	18,91 s
Max. prům. zpoždění na větví	47,51 s	45,30 s	33,63 s
Větev s max. zpožděním	Ke Kateřinkám	Ke Kateřinkám	Ke Kateřinkám
Excesy	Čekání > 1 cyklus	Čekání > 1 cyklus	x
	Blok levého odb.	x	x

Tabulka 5: Vyhodnocení úprav křižovatky Opatovská x Ke Kateřinkám

Čísla v tomto případě hovoří jasně pro třetí variantu, a to pro změnu režimu řízení zpět na dvoufázové. Firma ELTODO měla v přehledu pravdu v tom, že nedoporučovala změnu řízení. Jestli následné nastavení třífázového řízení s levým odbočením před hlavním průjezdem bylo úmyslem techniků dokázat úřadu, že si vydupal nesmysl, přímým zadáním úředníků či jen nepozorností a neřešeným detailem není v tento moment důležité. Důležité je, že to vedlo ke zhoršení podmínek na celé křižovatce, pro což je nyní i číselně vyjádřený důkaz.

Nejlepším řešením by tedy bylo třetí variantu zavést. Před její aplikací by nicméně bylo vhodné provést rozsáhlejší průzkum ve špičkových hodinách nejlépe opakovaně alespoň dvě rána a dvě odpoledne ve dvou pracovních dnech po sobě. Jednalo by se o plný křižovatkový průzkum – zaznamenávání intenzit dle směrů z jednotlivých větví. Data z tohoto průzkumu by potom bylo vhodné otestovat v simulačním modelu (za předpokladu, že by se lišila výrazněji od těch v této simulaci) a výsledky zohlednit v nastavení maximální délky fází a cyklu. V případě příliš vysokých levých odbočení by tak šlo zavést mezifázi s vyklizovací šipkou vyvolávanou na výzvu vozidly.

Ve skutečnosti lze také samozřejmě nastavit pevnou dobu cyklu na 60 sekund s proměnlivou délkou fází dle intenzit i potřeb vozidel MHD. Vzhledem k pevné délce cyklu na sousední křižovatce by toto bylo vhodné aplikovat, ideálně tak, aby vozidlům odbočujícím z Chilské vlevo do Opatovské zaručilo jakousi „zelenou vlnu“ (míněno tak, že v době signálu volno pro odbočující vozidla z Chilské je na této křižovatce volno pro vozidla z ulice Ke Kateřinkám, což po dojezdu „vlny“ z předchozí křižovatky bude znamenat pro tato vozidla volno pro průjezd -> pozitivní efekt nejen pro MHD).

4.4 Chilská x Na Jelenách – úpravy

Jak již bylo řečeno v kapitole 3.2.4, situace na této křižovatce je ve skutečnosti nejhorší ze všech, neboť pravidelně kapacitně selhává v ranní i odpolední špičce. Z důvodů popsaných ve jmenované kapitole je její výkon v simulaci ještě o mnoho horší, neboť se zde kříží dva hlavní směry dopravního proudu, což v případě okružní křižovatky s jedním pruhem na okruhu a relativně malým poloměrem nemůže dopadnout dobře – a nedopadá.

Tato křižovatka má asi nejbližší k realizaci nějakých změn, a to jak stavebního charakteru, tak změny řízení. V rámci pokusu o zlepšení situace bylo testováno mnoho úprav s dosti proměnlivou odezvou a následným výkonem. Jednu, která ani není v následujícím seznamu a porovnáních, si dovoluji popsat slovně pro nastínění obtížnosti nalezení „správných“ změn a vzájemného „zákeřného“ působení dopravních proudů.

Jednalo se o variantu co do stavebních nákladů nejdražší a patří do kategorie „co se stane, když...“. Její nosnou myšlenkou bylo odstranění křížících se hlavních směrů tím, že by došlo k vybudování napojení z Chilské ulice rovnou na D1 ve směru Brno, a to do průpletového úseku s aktuálním sjezdem (tak byl i Exit 2 - Šeberov pro tento případ upraven). Trasování vozidel bylo upraveno tak, aby na dálnici jezdila přímo tímto sjezdem, zbytek byl ponechán v současné podobě. Výsledek? Vozidla ve směru Chilská > D1 přestala zabírat místo na okružním pásu a uvolnila jej tak pro další nájezdy v pořadí, v tomto případě tolik dříve problémový vjezd z ulice Na Jelenách. Na něm se přestaly tvořit fronty.

De facto volný průjezd pro tato vozidla nicméně znamenal značné ztížení nájezdu vozidel z vjezdu protilehlého, tj. z D1 z centra Prahy. Situace došla tak daleko, že po cca 15 minutách simulovaného času došlo k zahlcení průpletového úseku díky tomu, že se vozidla jedoucí ve směru D1 > Na Jelenách nedokázala v potřebném počtu proplétat křižovatkou a vytvořila tak špunt na tomto sjezdu a tím ucpání části dálnice. Jediným řešením v simulaci tak bylo přidání „ultrabypassu“ podél nově zřízeného nájezdu pro tato vozidla. Faktem je, že tato úprava fungovala a okružní křižovatka začala kapacitně vyhovovat. Značnou komplikací realizace této úpravy by nicméně asi byl fakt, že v místě nových komunikací se nachází asi 15metrový zemní val, jehož aktuální pozice se nespojuje s možností této stavební úpravy, a tak krom nákladů na vlastní stavební práce by bylo třeba tento val přesunout, což by také nebylo zadarmo. Z těchto (finančních) důvodů není návrh zařazen mezi realizovatelné.

Ostatní návrhy pracují přímo s úpravou křižovatkového prostoru a jsou tak násobně levnější.

4.4.1 Aktuální stav s přidáním SSZ

První dvě testované varianty testovaly ponechání současné podoby křižovatky a zavedení její řízení pomocí SSZ. Jedná se totiž o variantu nejlevnější a navíc díky nezasahování do aktuálních obrysů křižovatky i nejsnáze realizovatelnou.

Pro srovnání ještě uvádím, že průměrné zpoždění na křižovatce je v modelu současného stavu 132,5 s s absolutně nejhorším ramenem v ulici Na Jelenách se 498 sekundami zpoždění a cca 130 auty, která nedokázala do modelu vjet.

Prvním testovaným způsobem řízení bylo řízení dvoufázové s diagramem stejným jako na obrázku 29 (strana 42), jediný rozdíl byl v dvojnásobné délce parametrů „maximální délka fáze“ (tj. MAX_STG1 i MAX_STG2 byly nastaveny na 60 s), neboť víc jak 120 sekund není u nás přípustné. Řízení bylo nastavené dynamicky a opět s kritickou délkou mezery 1 sekunda, tedy nejnižší možnou.

Výsledkem tohoto pokusu bylo snížení celkového průměrného zpoždění na 91 sekund, což je o 41,5 sekundy lepší výsledek než nyní. Navíc současný krizový vjezd – ulice Na Jelenách – se stal stabilizovaným a fronta na něm nerostla nad všechny meze, což lze považovat za úspěch. Tolik k dobrým zprávám. Špatná zpráva je, že vjezd Šeberov začal růst nad všechny meze navzdory nejnižší intenzitě vjezdu ze všech čtyř, a to s průměrným zpožděním 139 sekund na vozidlo. Ta nejhorší zpráva je, že stejný jev postihl vjezd z D1 s průměrným zpožděním 165 sekund a kompletním zásekem vjezdu z D1 (desítky vozidel nezvládly vjet). Docházelo totiž ke stejnému zablokování vjezdu z dálnice jako v případě přidání ramena v kapitole 4.4 (viz výše).

Na základě těchto výsledků byly přidány „mezifáze na výzvu“ do signálního plánu pro oba dva nově dotčené směry, a to v délce 10 sekund, o jejichž délku byly zkráceny fáze hlavní. Výsledek se ale díky skoro dvojnásobným ztrátovým časům dal očekávat – byl to ... obrovský průšvih. Vjezdy Šeberov a D1 využívaly mezifáze naplno, aniž by často stíhalo dojít k jejich vyprázdnění vlivem dlouhé doby cyklu, zatímco na příjezdech Chilská a Na Jelenách rostly fronty nad všechny meze do té míry, že došlo k částečnému zablokování křižovatky Chilská a Opatovská a simulace tak nebyla vypnuta jen z povinnosti dokončit celý čas a také pro možnost pozorování, co se stane na sousední křižovatce v tomto extrémním případě.

Průměrný čas zpoždění 144,6 sekundy je vůbec nejhorším zaznamenaným výsledkem. Tudy cesta nevede, je potřeba do křižovatky nějakým způsobem stavebně zasáhnout.

4.4.2 Úprava na spirálovou křižovatku

Jednou z možností, která se samozřejmě nabízela, bylo použít stejné řešení jako v případě křižovatky Výstavní x Opatovská, a to úpravou na spirálovou křižovatku. Ve zmiňovaném případě měla vynikající dopad na výkon křižovatky.

Úprava si dala za cíl respektovat současný zábor terénu křižovatkou a zároveň minimální poloměr oblouků daný poloměrem ostrůvku. Její podobu lze shlédnout na obrázku 30 níže.



Obr. 30: Dopravní situace na spirálově upravené OK Na Jelenách x Chilská

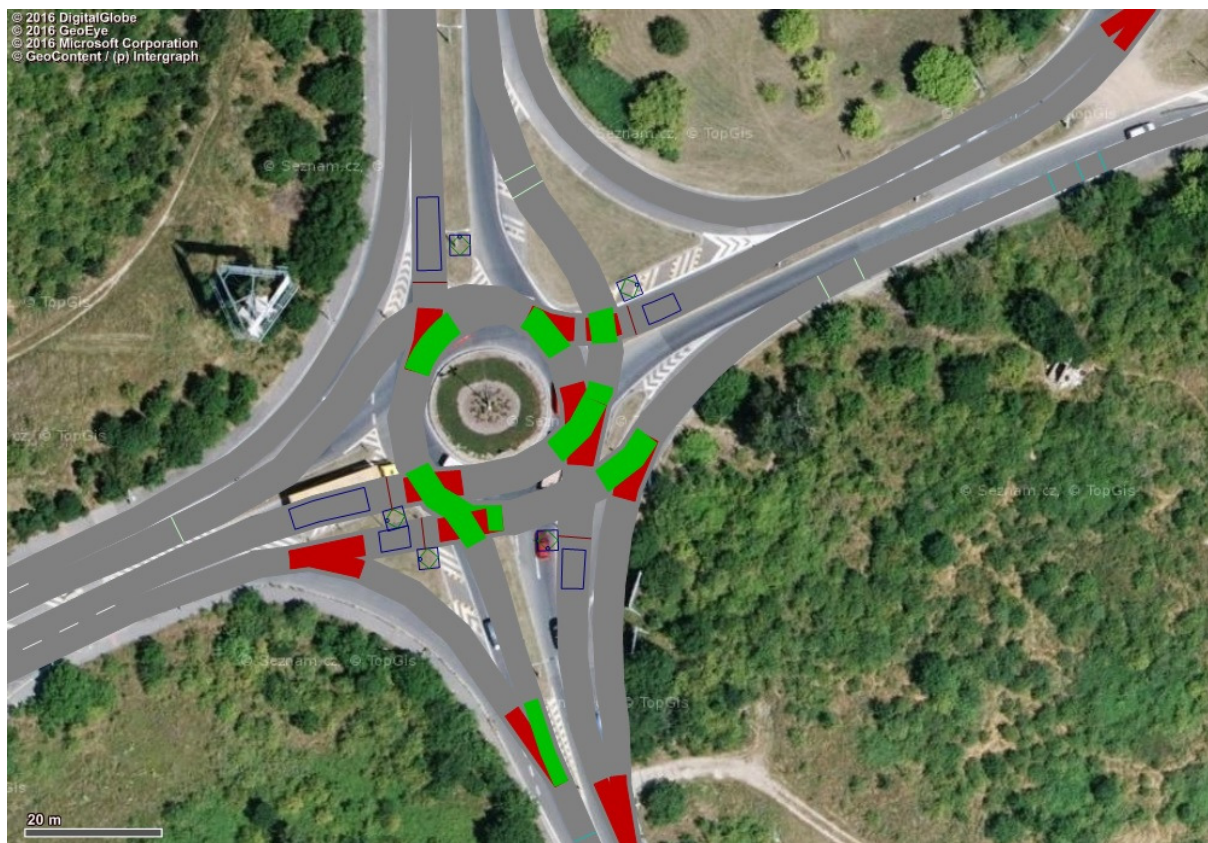
Jelikož hlavní problémové rameno této křižovatky je rameno na Jelenách (na obrázku vlevo), bylo využito dvoupruhového vjezdu a ten přestavěn do podoby na obrázku. Stavebně tak došlo k přidání jednoho pruhu v jižní části křižovatky na úkor částí několika dělicích ostrůvků a úpravou vedení výjezdového pruhu v severní části křižovatky do ulice Chilská.

Jaký výkon úprava předvedla v simulaci je do jisté míry poznat z obrázku. Zatímco došlo k minimalizaci zpoždění na vjezdech Chilská a K Hrnčářům (jižní vjezd ze Šeberova), ulici Na Jelenách to ke stabilizaci nestačilo a opět došlo k destabilizaci příjezdu z D1 z centra (pravý vjezd).

Celkový výsledek po simulaci je druhý nejhorší s průměrným zpožděním 142,3 s/vozidlo. Neřízená spirálová okružní křižovatka tak též není správným řešením.

4.4.3 Spirálová křižovatka řízená SSZ

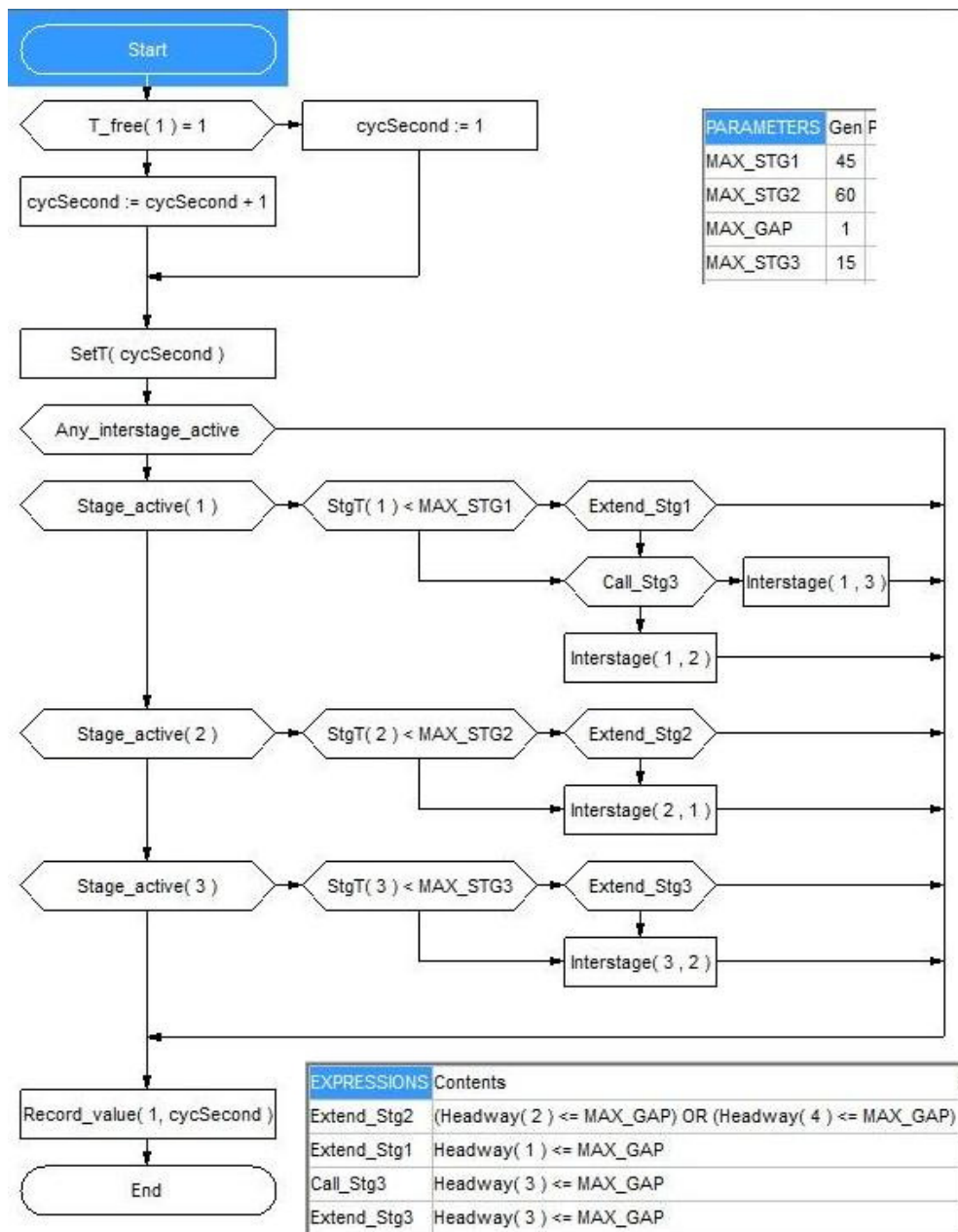
Přestože spirálová OK neměla dobrý výsledek, kombinace „klasické“ okružní křižovatky a SSZ měla poměrně dobrý a tak byla pro úplnost otestována i kombinace spirálové OK se SSZ. V zásadě se jednalo o doplnění původní spirálové křižovatky o detektory pro dynamické řízení a „semafony“.



Obr. 31: Spirálová OK Chilská x Na Jelenách se SSZ se zvýrazněním předností

Na obrázku 31 je vidět její podoba. O něco lépe než na obrázku 30 v kapitole 4.4.2 je vidět uspořádání pruhů na okruhu a jejich vzájemné proplétání. Šířka pruhů na celé OK je 5 metrů (to jen pro doplnění otázek k realizovatelnosti, na dopravu v modelu šířka pruhů vliv nemá).

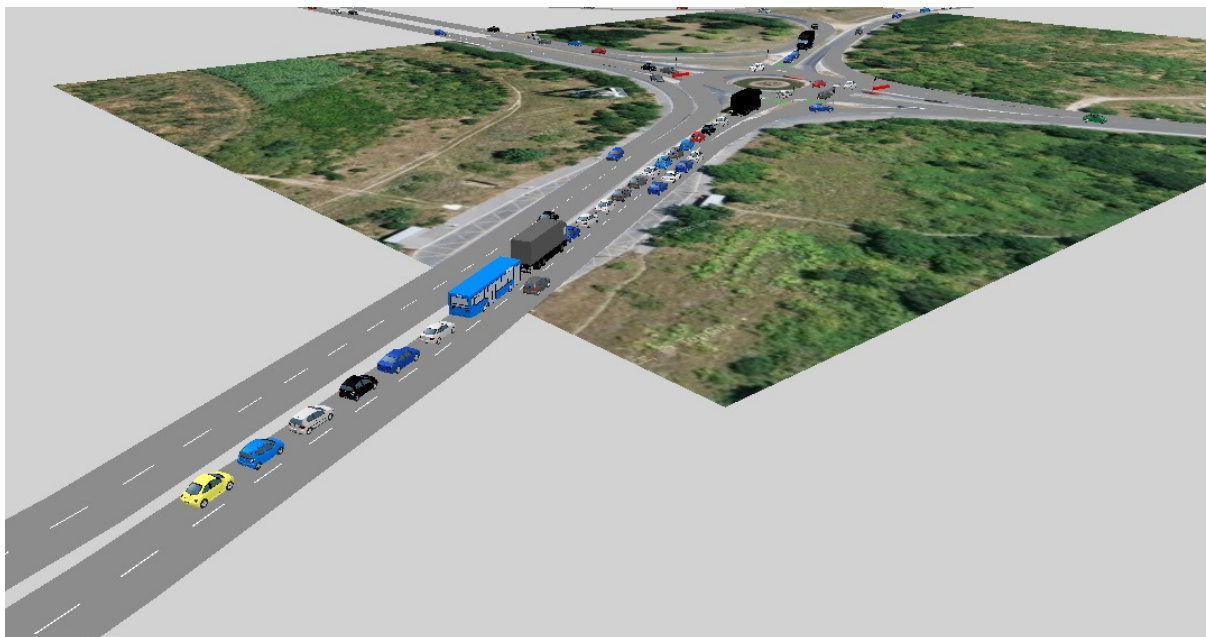
Při počátečním testování a ladění se začalo ukazovat, že křižovatka dokáže fungovat s dvoufázovým řízením vcelku obstojně až na jeden „drobný“ detail, a tím je opět příjezd z D1. Jakékoliv uvolnění v současnosti kritické situace v ulici Na Jelenách znamená totiž nutně obrovské omezení pro příjezd z centra. Jelikož však v případě spirálové OK nedocházelo k růstům fronty na vjezdu ze Šeberova (J), tak bylo řízení upraveno o vložení mezifáze pouze pro příjezd z D1, a to pouze na výzvu (= přítomnost vozidla na detektoru). Parametr kritické mezery opět zůstal na minimální hladině jedné sekundy pro všechny vjezdy, neboť intenzity nedovolují jeho zvednutí nad tuto úroveň.



Obr. 32: Nastavení SSZ pro spirálovou OK Chilská x Na Jelenách

„Stage 1“ jsou signály pro vjezd Na Jelenách, „Stage 3“ je doplňková pro dálnici a „Stage 2“ je Chilská + K Hrnčírům (Šeberov). Součet maximální délky fází je opět 120 sekund, což na jednu stranu dává i s mezifázemi 128 sekund v krajním případě (mezi 1 a 3 není přechod), na druhou stranu 120 sekund nebylo příliš často překračováno, neboť příjezd z D1 či ulice Chilská málokdy využily možnost celé délky volna – často docházelo k tomu, že např. z dálnice příjezdící vozidlo by mělo mezeru 2 sekundy a díky tomuto nastavení si muselo počkat a uvolnit směry již jinde čekajícím vozidlům ve frontě.

Na druhou stranu doba cyklu neklesala pod 100 sekund a průměrně se držela na 115 sekundách.



Obr. 33: Rozjezd fronty v ulici Na Jelenách



Obr. 34: Mezifáze pro vozidla z D1

Jak v praxi výkon křižovatky fungoval a jak blízko hranici kapacity této konfigurace se model nachází, je vidět z obrázků 33 a 34 zachycených krátce po sobě v simulaci. Ulice Na Jelenách vedoucí z levého dolního rohu má za relativně krátkou dobu nachytáno značné množství vozidel ve frontě včetně modrého autobusu, protilehlý vjezd z D1 má v ten moment pouhá čtyři vozidla včetně černého nákladního automobilu. Tato dvě vozidla lze nalézt na obou obrázcích. Zatímco vjezd Na Jelenách se ale vyprázdnil celý, z vjezdu D1 to zvládlo jedno jediné auto (to bílé na obrázku 33), zbylá tři společně s dalšími, co dojela za nimi, využívají mezifázi pro projetí křižovatkou. A po dalším přepnutí fází rostoucí fronta z levého horního rohu (ulice Chliská) také zvládne projet křižovatkou celá.

Výsledná průměrná doba zpoždění: 31,5 s na vozidlo (o více jak 100 sekund oproti začátku).

4.4.4 Úprava na čistě světelně řízenou křižovatku

Pokud jsme testovali různé kombinace řízení a podoby křižovatky, chybí nám poslední možnost, a to křižovatka NEokružní (průsečná) světelně řízená.

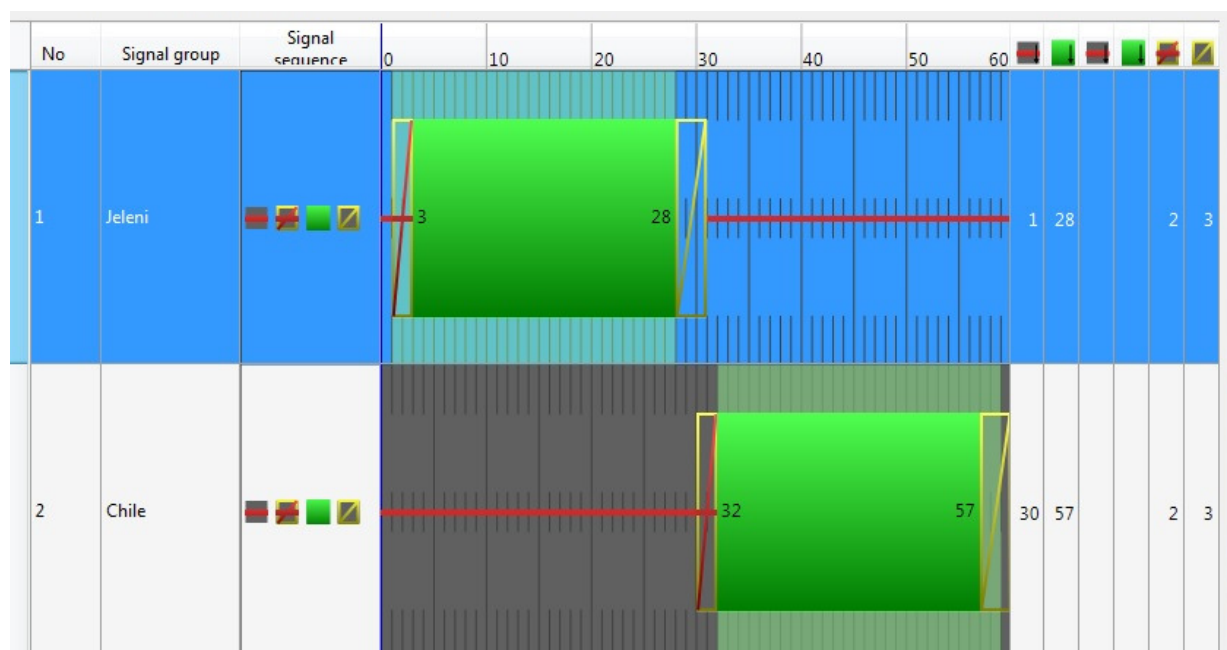
Její předností je jednoznačně vyšší kapacita oproti okružním, protože například dvě levá odbočení proti sobě si nekonkurují. Její nevýhodou oproti tomu je nutnost mít SSZ v provozu po celý den (někde s výjimkou nočních hodin), neboť při vyšších intenzitách je těžké pro auta na vedlejší PK projet skrz křižovatku.

Zajímavým faktem, který je potřeba poznamenat, je, že odbourání vnitřního ostrova OK a pouhé zavedení SSZ nevedlo ke kýženému výsledku (= bez front na rameni po jeho konci fáze). Opět se zde projevovala kolize vjezdů Na Jelenách vs. D1. Docílení správného řešení posloužila sousední křižovatka Chilská x Opatovská. Ta aby umožnila krátkou dobu cyklu (tj. 60 sekund), má pro levé odbočení Chilská > D1 hned dva jízdny pruhy. Jelikož tato vozidla tvoří skoro polovinu všech vozidel přijíždějících z ulic Na Jelenách a K Hrnčířům, byly i zde - po počátečním neúspěchu samostatného SSZ - pro levé odbočení Na Jelenách > Chilská navrženy dva jízdny pruhy.



Obr. 35: Průsečný tvar křižovatky Chilská x Na Jelenách se SSZ

Inspirace sousední křižovatkou byla zohledněna i v délce signálního plánu, který byl nastaven na stejnou délku, tj. 60 sekund (včetně fázových přechodů). Experimentálním laděním byla nalezena optimální varianta pro intenzity na této křižovatce (viz obr. 36).



Obr. 36: Pevný signální plán varianty 4.4.4 z modulu VISSIM simulačního programu Vissim

Dva pruhy pro levé odbočení se ukázaly být výraznou pomocí pro vjezd Na Jelenách a paradoxně pomohly i protilehlému vjezdu z dálnice. Jelikož docházelo k tvorbě kratších front na vjezdu Na Jelenách, měla tak vozidla větší šanci křižovatkou projet než v předchozích případech. Navíc po přepnutí fází mají vždy vozidla šanci vyklidit křižovátku dříve, než najedou ta z opačné fáze (viz obr. 36), což se příznivě projevilo na výkonu celé křižovatky.

Výsledek: Průměrné zpoždění vozidel 17,5 sekundy.



Obr. 37: Křižovatka Chilská x Na Jelenách v podobě průsečné křižovatky řízené SSZ

4.4.5 Vyhodnocení úprav křižovatky Chilská x Na Jelenách

Vyhodnocení úprav křižovatky Chilská x Na Jelenách			
Parametr \ místo	aktuální stav	OK s 2fázovým ř.	OK s 2+2 fázemi
Prům. zpoždění	132,52 s	91,04 s	144,65 s
Max. prům. zpoždění na větví	498 s	165 s	-----
Větev s max. zpožděním	Na Jelenách	D1 z centra	Chilská
Excesy	nevjelo > 100 voz.	nevjelo <100 voz	blok sousedních křižovatek, kolaps
	blok sousední OK	2 větve nad 130 s	
Parametr \ místo	spirálová OK	spir. + SSZ 2+1 f.	SSZ 2fáze 60s
Prům. zpoždění	142,26 s	31,52 s	17,48 s
Max. prům. zpoždění na větví	-----	43,71 s	34,69 s
Větev s max. zpožděním	D1	Chilská	Chilská
Excesy	nevjelo < 100 voz	x	x
	blok dálnice	x	x

Tabulka 6: Vyhodnocení úprav křižovatky Chilská x Na Jelenách

Z celkem 6 testovaných podob křižovatky jsou čtyři nepoužitelné (včetně současného stavu). Zbývají tak k výběru dva, které si vedly velmi obstojně navzdory ztíženým podmínkám v podobě špičkových intenzit na všech větvích, což zde mělo velký vliv (na rozdíl od ostatních křižovatek v simulaci). Co se čistě simulace týká, tak jako vítězné neboli nejlepší řešení vychází přestavba křižovatky na světelně řízenou, dvoufázovou, s dvoupruhovým levým odbočením z ulice Na Jelenách do ulice Chilská.

Co by bylo nejlepší ve skutečnosti je otázkou. V případě nižších intenzit totiž světelné řízení nikdy nezpůsobí nižší průměrné zpoždění než cca 16 sekund, protože kratší signální program není možné nastavit. Oproti tomu v případě úpravy na spirálovou okružní křižovatku se světelným řízením lze SSZ nastavit tak, aby např. při poklesu intenzit na jednotlivých ramenech pod určitou hodnotu a zároveň při poklesu celkové intenzity pod 1800 voz/hodinu (bez bypassů) došlo k vypnutí SSZ a křižovatka by se tak stala neřízenou spirálovou OK do doby, než by celková intenzita nevystoupila nad 2000 voz/hodinu, kdy by došlo k opětovnému zapnutí SSZ. Tímto způsobem by došlo k minimalizaci zpoždění za všech podmínek.

Ať už by byl zvolen jakýkoliv způsob řízení, rozhodně by bylo vhodné provést křižovatkový průzkum intenzit dle směrů z jednotlivých ramen v obdobné podobě, v jaké byl popsán v kapitole 4.3.3.

4.5 Úprava OK Litochlebské náměstí

Tuto úpravu si jako jedinou nevyžaduje špatná místní situace (až na nehodovost), ale její inspirací byl požadavek odboru dopravy MČ Praha 11, a to ve smyslu úpravy této velké okružní křižovatky na křižovatku spirálovou právě s ohledem na bezpečnost = snížení nehodovosti.

Jelikož zadání bylo jednoznačné, je posuzovaná úprava jediná. Jelikož bylo zakázáno překračovat současné fyzické hranice křižovatky či je jakkoliv upravovat, jsou ve všech místech spirálové OK maximálně dva plnohodnotné jízdny pruhy vedle sebe, a to včetně toho odbočovacího.



Obr. 38: Litochlebské náměstí v podobě spirálové OK

Na obrázku 38 je výsledek (co se modelu týká) v testovacím provozu v pohledu od SV. Komunikace vlevo nahoře je tak Chilská (z Lit. nám. vedoucí přímo na jih), po směru hodinových ručiček je pak Türkova, Ke Stáčírně a Hviezdoslavova. Ulice Ke Stáčírně stejně jako v současnosti nemá dva pruhy standardní délky na vjezd, neboť je do místa není možné umístit. V úpravě tak byl vjezd z ulice Ke Stáčírně pouze rozdělen na dva pruhy krátké délky, respektive na přímý pruh a pruh „odbočovací“ pro směr Háje (výjezd Hviezdoslavova). Detaily včetně rozměrů jsou ve výkresech v příloze 2 a 3.

Vyhodnocení je tentokrát zvládnutelné bez tabulky – oproti průměrným 15 sekundám zpoždění v modelu současného stavu je spirálová verze výrazně lepší s průměrným zpožděním **8,15** sekund na vozidlo. V obou případech je nejvíc zdržovaným ramenem ulice Ke Stáčírně s 41,5 s, resp. 16,25 sekundami průměrného zdržení.

Výhody spirálového uspořádání jsou lepší kanalizace dopravy v křižovatce a díky rovnoměrnějšímu využití celého okružního pásu i podstatně vyšší kapacita, což se potvrzuje i v případě této okružní křižovatky a pozitivně se odráží na jejím výkonu.

Aby však křižovatka mohla takto fungovat i ve skutečnosti, bylo by potřeba zajistit pochopitelnost křižovatky pro všechna vozidla k ní přijíždějící. V modelu je toto dáno nastavením vozidel, kdy si tato po projetí určitého bodu „vyberou“ a následující jednu z průjezdních drah skrze křižovatku a tu za respektování nastavení předností projedou. Aby se reálný řidič mohl rozhodovat stejně, musí mít dostatek informací. Na spirálové křižovatce totiž nelze jezdit stále dokola a chybující řidiči mohou být na takové křižovatce zdrojem nepředvídatelných a potažmo nebezpečných situací.

Aby tedy došlo k maximální míře informovanosti řidiče, jsou navrženy kromě upraveného SDZ o aktuální tvar křižovatky i názvy důležitých směrů přímo v řadících pruzích pomocí VDZ.



Obr. 39: Litochlebské nám. v podobě spirály shora v modelu

5. Vliv plánované tramvajové trati

5.1 Širší souvislosti a důvody plánování TT

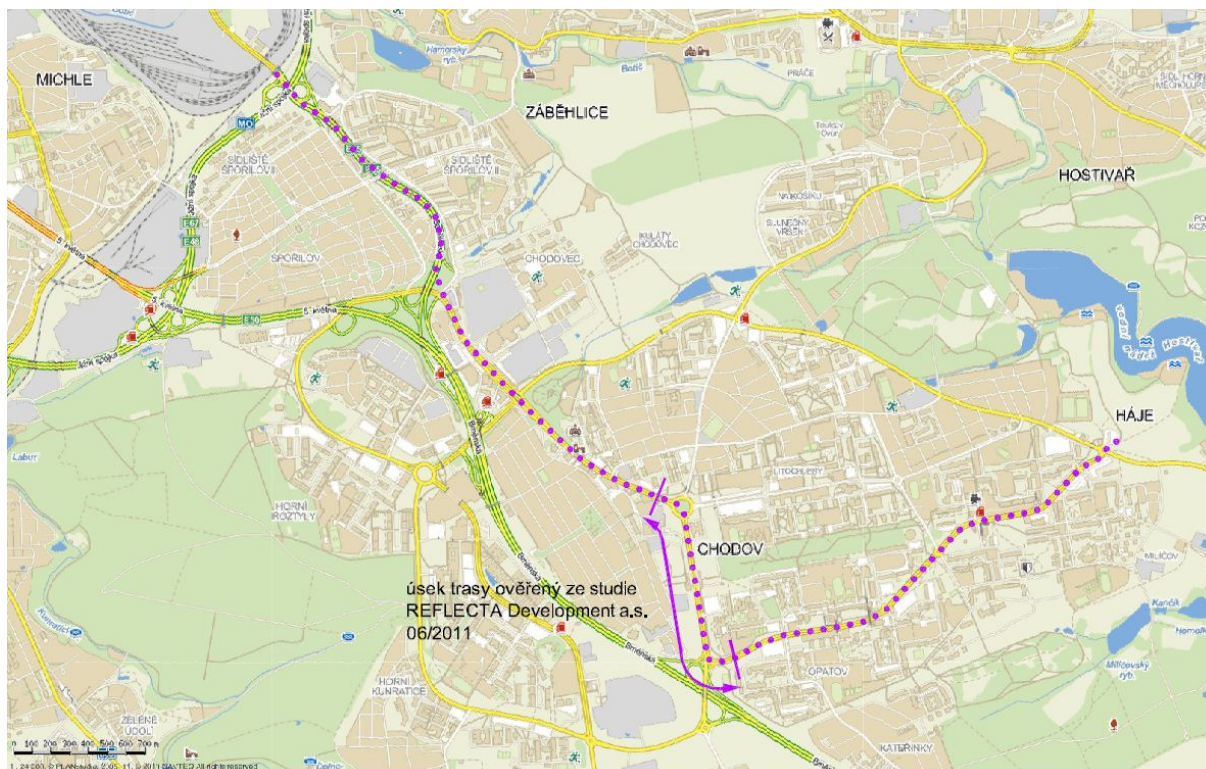
Jak již bylo v jedné z předchozích částí napsáno, tramvajová trať je téma na samostatnou kapitolu. Zde je.

Jižní Město má své hlavní propojení s centrem města a vzdálenějšími částmi jasně dané linkou metra C. Sousední části města nacházející se mimo toto spojení jsou však snáze a rychleji dostupné povrchovou dopravou. V případě směru západního leží mezi sousední částí (sídliště Nové Dvory, Krč, Libuš) Kunratický, resp. Michelský les, po jehož severním okraji vede právě linka metra C, a tedy nejrychlejší spojení vede touto linkou a přestupem ve stanici Kačerov na autobusové linky. Směr severní není pokryt žádnou linkou metra do vzdálenosti cca 6 kilometrů, kde se nachází horní část Vršovic a Vinohrady s linkou metra A, a i do této oblasti se spíše vyplatí cestovat přímým autobusem MHD než metrem s přestupem. Tímto směrem také vedou tangenciální autobusové linky pražské MHD.

Jelikož oba možné směry se rozbíhají z metra Opatov, je popis vztážen k němu. Sekundárním směrem povrchové MHD je směr severní až severovýchodní, zajištěný autobusovými linkami 177 a 181. Tyto linky vedou do Hostivaře, kde se rozdělují, a kapacitnější z nich (177) pokračuje přes Zahradní město ke stanici metra Skalka a dále do Malešic, Libně, atd., druhá (181) ve směru Kyje a Černý Most.

Primárním směrem je směr severozápadní, zajištěný autobusovými linkami 136 a 213, ke kterým se na hranici Jižního Města přidává linka 135 od metra Chodov. Všechny tři linky dále pokračují po de facto shodné trase přes Spořilov a Bohdalec do Vršovic k zastávce Slavia, která je významným uzlovým bodem MHD v této části města. Většina autobusů z ní pokračuje dále severně do zastávky Želivského (metro A), kde je ukončena, ostatní pokračují dále směr Vinohrady či Žižkov (135, resp. 136). Na obou jmenovaných zastávkách je velmi hustý tramvajový provoz a ve většině směrů k nim v povrchové hromadné dopravě neexistuje alternativa.

Provoz autobusů na Jižní Město nemá příliš mnoho smyslu dále zahušťovat navzdory jejich vysoké obsazenosti, neboť interval na těchto linkách je již na hranici možností autobusové dopravy. Tramvaje jsou tak nejen kapacitnější a pro cestující pohodlnější, ale také výrazně ekologičtější řešení.



Obr. 40: Plánovaná trasa vedení tramvajové trati na a skrz Jižní Město [11]

Na obrázku 40 je vidět plánovaná osa nové tramvajové trati. Na SZ navazuje na stávající tramvajovou trať u točny Spořilov, pokračuje podél Spořilovské spojky (na straně u sídliště) ke křižovatce na Chodovci, ulicí Türkovou na Litochlebské náměstí, přes metro Opatov na křižovatku Chilská x Opatovská a Opatovskou ulicí v celé délce až na současnou autobusovou točnu Jižní Město. Součástí tohoto záměru je i propojení stávající tramvajové trati z lokality Chodovská přes Bohdalec do Vršovic k zastávce Slavia a pravděpodobně i stavba tramvajového propojení Slavia – Želivského pro schopnost přenesení většiny autobusové zátěže.

Bez těchto přídatných staveb by nemohla být trať efektivně využívána, resp. by nemohly být zredukovány autobusové spoje přes vrch Bohdalec, neboť by pro cestující neexistovalo jiné přijatelné řešení; navíc by cestujícím z jihovýchodního směru sídlištěm Spořilov počínaje přibyl jeden přestup na trase navíc, což by ke kvalitě dopravního spojení a dobrému vnímání hromadné dopravy rozhodně nepřispělo a takové řešení není rozumné podporovat.

Jeden z velkých podporovatelů výstavby tramvajové trati je i společnost REFLECTA Development a.s., která dlouhodobě avizuje záměr zastavět území podél celé délky ulice Chilská (na obrázku fialkovou barvou) v rámci projektu Nový Opatov. Tramvajová trať by totiž znamenala kvalitnější obsluhu území, lepší dostupnost z jiných částí města, díky tomu potenciálně lepší využití pronajímaných ploch a tím vyšší zhodnocení vložených prostředků.

5.2 Tramvaje v modelu

Modelovat tramvajovou trať vzhledem k omezením modelu není možné a bylo by to i zbytečné. Ve většině trasy Jižním Městem I. povede tramvajová trať mimo velké křižovatky nebo pouze přímo přes ně, a jelikož se jedná o křižovatky s velkou rezervou kapacity, nemají tramvaje šanci způsobit obtíže při současném i mírně vyšším provozu.

Určité pochybnosti jsou právě pro ulici Opatovská, kde v některých úsecích dojde ke snížení kapacity vlivem zúžení na 1 pruh pro každý směr. A jelikož nejvyšší intenzity se nacházejí v západní části této ulice, která již byla modelována a měřena, lze tramvajovou trať celkem snadno zapracovat do modelu návrhového či současného stavu a zjistit její vliv.



Obr. 41: Tramvaje na Litochlebském náměstí (pohled od ulice Türkova)

Na obrázku výše lze vidět převedení tramvajové trati přes Litochlebské náměstí. Pro realizaci by bylo vhodné zajistit preferenci tramvajím vyznačením přednosti pro ně, v případě potřeby tuto přednost „vynutit“ automaticky spouštěným signálem „stůj“ na SSZ s výzovým detektorem na tramvajové trati, podobně jako je to v ulici Chodovská při odbočování tramvajím ke konečné Spořilov a zpět. V modelu je toto řešeno nastavením předností.

V přední části obrázku je vidět část trati zakrytá jízdním pruhem. Toto je vyasfaltovaná část umožňující autobusům MHD stát u stejné nástupní hrany jako tramvaje a tím umožnit tzv. „přestup hrana-hrana“ – nejkomfortnější přestup vůbec. Přestupní vazby jsou i zde silné mezi současnými autobusovými linkami 136 a 213 přijíždějícími z ulice Opatovská a metrobusem linkou 125 přijíždějícím z ulice Hvězdoslavovy, která spojuje Jižní Město a Smíchovské nádraží v intervalu 7 minut ve značném vytížení.



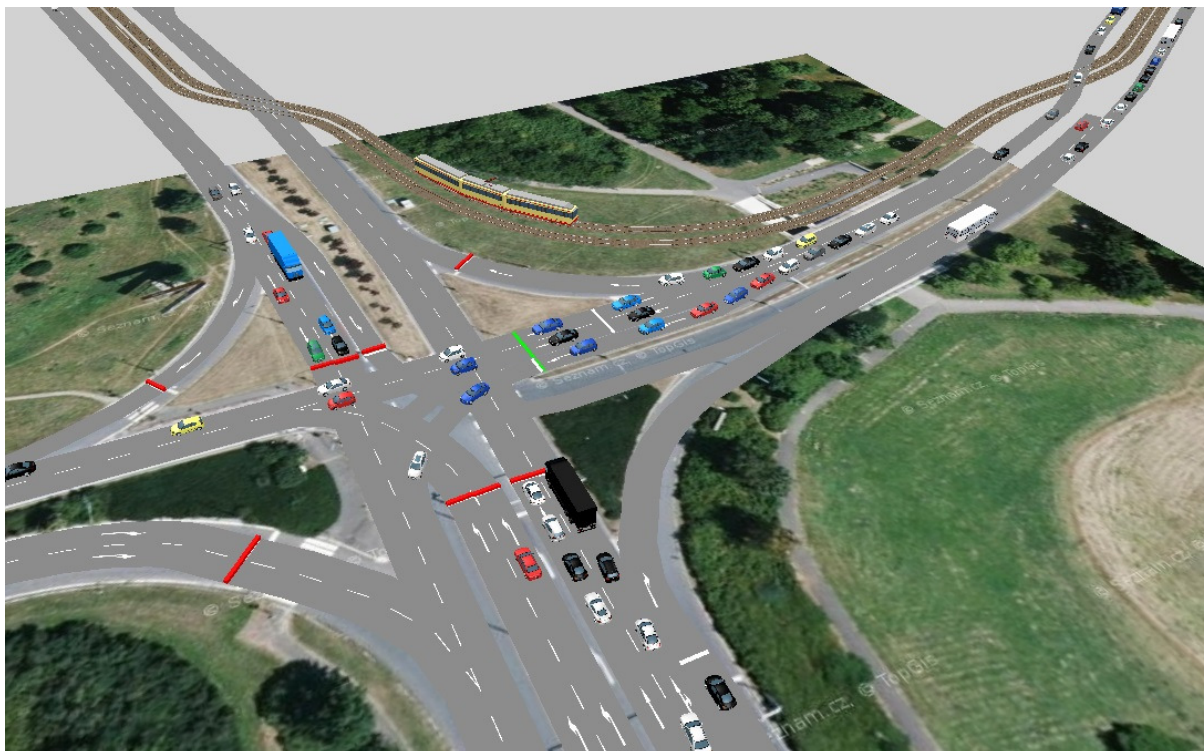
Obr. 42: Tramvajová trať vedoucí přes metro Opatov v modelu

Na obrázku nahoře je převedení tramvajové trati přes stanici metra Opatov a její terminál. V současné době se ve středu komunikace nachází neprostupná zeď skrývající blíže nespecifikované prostory. V budoucnu by tato zeď měla zmizet a být nahrazena právě tramvajovou tratí.

Celá stanice by měla projít výraznou přeměnou (viz dolní obrázek), nicméně bez podstatného vlivu na kapacitu současné komunikace. I aktuální stav - jeden průjezdný pruh pro každý směr – vyhovuje v modelu kapacitně a jediná „novinka“ by v tomto směru bylo přecházení chodců na tramvaje, pravděpodobně přes přechod. Tyto přechody však nemusí být řízeny světelnými signály a jelikož i v současné době přecházejí ulici Chilská na krajích stanice desítky lidí za hodinu, tak zde evidentně prostor pro přecházení je i bez přechodů a jejich zřízení by tak nemělo způsobit vážnější komplikace.



Obr. 43: Vizualizace možné budoucí podoby stanice metra Opatov



Obr. 44: Vedení tramvajové trati v oblasti křižovatky Chilská x Opatovská

Jako problematické se ukázalo převedení TT na křižovatce na obrázku 44. V současnosti vyladěná křižovatka s pevným cyklem by tramvajovou trať převedla buď za značného snížení kapacity, což není možné z provozního hlediska, nebo za cenu rozšíření křižovatky do takového rozměru, aby se na něj tramvaje vešly doprostřed. V modelu navrhovaná varianta je tak relativně nejjednodušší na výstavbu i preferenci tramvajů při zachování současného signálního plánu.

Ač je tramvajová trať vedena uprostřed obou komunikací (Chilská, Opatovská), před jejich křížením je převedena do zeleného pásu zcela mimo současný prostor pozemních komunikací, podobně jako v Praze 4 – Braníku. Toto řešení je nejelegantnější i z důvodu preference hromadné dopravy. Jelikož na křížení s jedním směrem obou zmíněných komunikací bude zajištěna přednost tramvajů (pomocí výzvového SSZ), bude jejich zdržení zcela minimální, aniž by toto uspořádání mělo šanci „rozhodit“ vlastní křižovatku.

Stavební úpravy také nejsou potřeba nijak náročné, jedinou větší překážkou je potřeba umělého prodloužení podchodu/podjezdu pro cyklisty pod Opatovskou ulicí a podél ulice Chilská zúžení zemního valu v části před převedením TT doprostřed komunikace. Úbytek zeleně by nemusel být ani tolik znát, neboť zatravnění tramvajového pásu je v dnešní době maličkost. Inspirací pro tento úsek by mohl být například úsek Belveder – Pražský hrad na rozhraní Prahy 1 a 6.



Obr. 45: Tramvajová trať v simulaci křižovatky Opatovská x Ke Kateřinkám

Asi nejsložitější bylo zakomponovat tramvajovou trať do situace křižovatky Opatovské s ulicí Ke Kateřinkám. Tramvajová trať nahradila současné BUSpruhy a ponechala tak též jeden pruh pro každý směr. Řízení bylo ponecháno jako dvoufázové s tím, že maximální délka fází byla prodloužena na 55 sekund, což při prodloužení fázového přechodu na 5 sekund dává maximálně 120 sekund na cyklus (maximální dovolené).

Jako nedostatečná se hned vzápětí projevila délka řadících pruhů na západním rameni křižovatky, a tudíž ji bylo nutno operativně prodloužit za cenu záboru části zatravněné plochy u parkoviště v jihozápadním prostoru u křižovatky. Pro hladké připojení z obou vedlejších komunikací (Ke Kateřinkám a Křejského) byly vytvořeny připojovací pruhy. Zrušeny byly také prostory původních zastávek MHD, nové byly zřízeny o pár desítek metrů dále od křižovatky (žluté obdélníky na tramvajové trati). Poté už bylo možné spustit simulaci včetně měření zpoždění, viz následující kapitola.



Obr. 46: Křižovatka Opatovská x Ke Kateřinkám s tramvajemi v simulaci.

5.3 Vyhodnocení vlivu návrhu tramvajové trati

V modelu s tramvajovou tratí byla měřena průměrná zpoždění vozidel stejně jako v případě ověřování efektivity úprav ve čtvrté kapitole. Za tímto účelem bylo doplněno měření zpoždění i na křižovatce Chilská x Opatovská, která pro „nedostatek problémů“ nebyla předmětem úprav a následných testů. V simulaci byla použita frekvence 10 tramvajových souprav za hodinu pro každý směr, což odpovídá intervalu 6 minut. Kapacita spojení tak mírně vzrostla oproti současnosti. V zásadě lze říci, že tramvajové vedení je v této ose a podobě možné bez většího negativního vlivu na plynulost provozu s jednou jedinou výjimkou (viz dále).

V případě Litochlebského náměstí tramvajová trať vedená středem i přes její absolutní preferenci nepůsobí vůbec žádné potíže. Byla modelována do navrhovaného spirálového tvaru, který mimo jiné zajistí rovnoměrnější rozdělení vozidel do pruhů na okružním pásu při čekání na průjezd tramvaje. **Výsledek: průměrné zpoždění 8,68 s/voz**, max. zpoždění 19,31 s/voz z ulice Ke Stáčírně. Jedná se o zhruba o půl sekundy horší výsledek než ve variantě bez tramvají a lze tedy konstatovat, že negativní vliv tramvají je minimální.

V případě křižovatky Opatovská x Ke Kateřinkám je situace citelně horší v důsledku zhoršení kapacitních podmínek na komunikacích. Delší fáze jsou podmínkou pro správné fungování ale dochází i k lokálním vzedmutím dopravního proudu v důsledku úzkých hrdel v části ulice Opatovská mezi touto křižovatkou a křižovatkou s Chilskou ulicí. Jeden pruh v případě výkyvu intenzity vzhůru a průjezdu tramvaje nezvládne odbavit všechna vozidla a vytvoří se tak rázová (někdy též „šoková“) vlna, která se občas rozpouštěla až v prostoru křižovatky, což mělo vliv na průjezd vozidel a jejich částečné nahromadění se. **Výsledek: průměrné zpoždění 38,51 s/voz**, což je zhruba dvojnásobek hodnoty z kapitoly 4.3, i když při dvojnásobné délce cyklu se to dá pochopit. Rovnoměrné rozdělení zpoždění do všech ramen značí, že signalizace zvládá vozidla odbavovat, přestože se nachází poměrně blízko hranici kapacity.

V případě křižovatky Chilská x Opatovská při stejném nastavení signálního plánu, tj. pevných 60 sekund, dostáváme pro současnou situaci (bez tramvají) průměrné zpoždění **20,91 s/voz** při směru s nejhorším výkonem D1 > Chilská s prům. zpožděním 42,55 s/voz. Po zavedení tramvají do modelu dostáváme pro tu samou křižovátku průměrné zpoždění 25,77 s/voz. Tedy dostali bychom, kdybychom neměřili příjezd z D1. Jelikož jej ale měřit musíme, dostáváme se na hodnotu **46,36 s/voz** se zpožděním ve směru D1 > Chilská 231,59 s. To je příliš pro jakoukoliv toleranci. Druhým nejvyšším průměrným zpožděním je přitom příjezd z Chilské od jihu s pokračováním dále přímo na sever s 35,05 s/voz.

Zde se naplno projevuje síla simulace a důležitost modelování blízkých křižovatek v rámci jedné sítě a ne jen odděleně. Při analýze důvodu problému je totiž potřeba sledovat celou síť v okolí křižovatky a ne jen křižovatku samotnou. Přenastavení signálního plánu by totiž v tomto případě vůbec nic neřešilo.

Co může za takový nárůst zpoždění v jednom konkrétním směru? Zúžení ulice Opatovská ve směru Chilská > Ke Kateřinkám. V dnešní době je úsek v obou směrech dvoupruhový s vyznačeným BUSpruhem v pravém jízdním pruhu. Ten je ale ve skutečnosti dodržován jen vozidly jedoucími přes křižovatku Opatovská x Ke Kateřinkám přímo nebo odbočujícími vlevo do ulice Křejského. Absolutní většina vozidel odbočujících na této křižovatce vpravo do ulice Ke Kateřinkám využívají BUSpruhu jako (ač zákonem nedovoleného) prodloužení odbočovacího pruhu. A ve špičce se jedná o stovky vozidel za hodinu.

Pokud vyhrazený pruh odebereme, zůstane nám úzké hrdlo, kterým se musí všechna vozidla (v modelu přes 1400 voz/h) „protáhnout“. Díky blízkosti světelně řízené křižovatky nicméně nutně dochází k vzednutí dopravního proudu, a to v případě vysokých intenzit (např. v modelované dopravě špičce) až do oblasti tohoto hrdla. A při přepnutí fází na volno pro tuto komunikaci se sice vozidla rozjíždějí, nicméně původní vzednutí se šíří jako šoková vlna proti směru jízdy dále až do sousední křižovatky, kterou je Chilská x Opatovská.

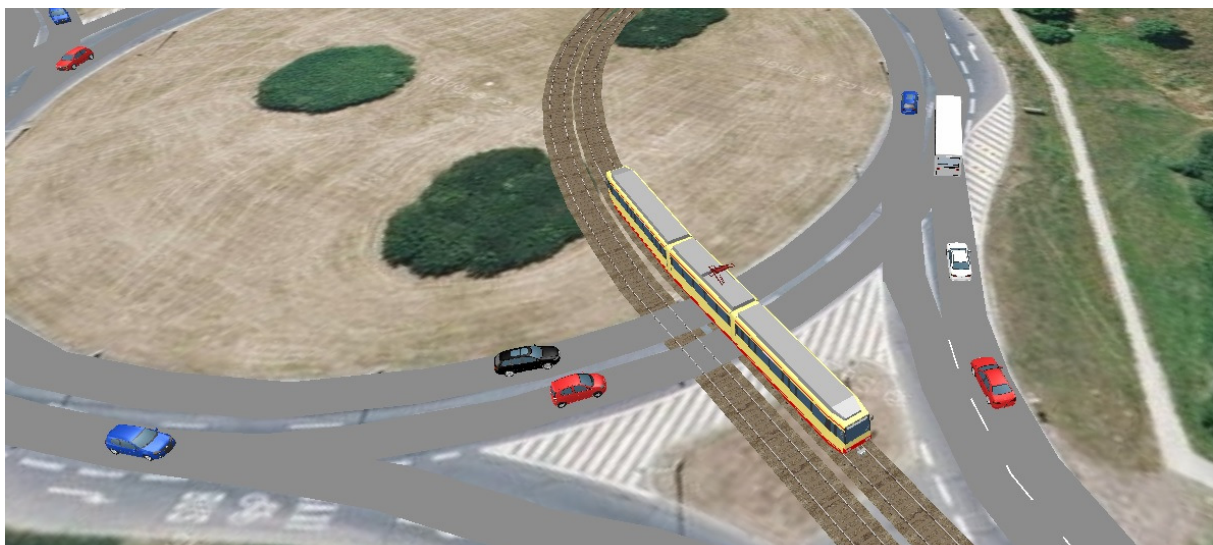
V tomto konkrétním případě nedojde k zablokování prostoru hlavního křížení komunikací, ale k zahuštění provozu jižně od křižovatky, kde se musí na krátkém úseku proplétat vozidla jedoucí z jihu po Chilské ulici (ať již odbočují do ul. Opatovská či jedou dále přímo po Chilské na sever) s vozidly z dálnice D1 přijíždějící ze směru Brno, která se dělí do těch samých směrů. A jelikož je z pochopitelných důvodů nastaven příjezd z D1 jako vedlejší pozemní komunikace s povinností dát přednost, v případě zahuštění a zpomalení provozu tak rapidně klesá možnost nalezení mezery a proplést se požadovaným směrem. Přirozeným následkem je pak růst fronty pro daný směr i obrovský nárůst zpoždění.

Fronta v ulici Opatovská přesto neroste nad všechny meze, neboť hranice kapacity není v průměru překročena a tak se ono „zahuštění“ dopravy opět po chvíli rozpustí a vozidla z D1 mohou projíždět a mezeru časem najdou všechna. Blízkost hranice kapacity křižovatek i úseků je však znát i v nízké rychlosti rozpouštění fronty a proto průměrné zpoždění dosahuje tak vysokých hodnot – po celý zbytek simulace (cca 20 minut) nedošlo k úplnému rozpuštění fronty, neboť i přes odbavování vozidel u křižovatky jiná vozidla frontu pochopitelně dojížděla.

Primárním řešením je samozřejmě těmto stavům předcházet. V tomto případě je nutné zachovat uspořádání komunikace Opatovská v režimu 2+2, byť za křížení s ulicí Ke Kateřinkám již bude stačit pruh jeden. Mírně vyšší zábor půdy stavbou je klíčový pro zachování stability sítě a určité rezervy kapacity, neboť simulace jasně prokázala její nedostatek. V takovém případě by navíc nemohlo rezervu kapacity ohrozit ani případné navýšení intenzit tramvajové dopravy v úseku.

Na závěr této kapitoly je třeba ještě zdůraznit jeden fakt, který je kromě slov zřejmý i např. z vizualizací budoucího stavu (obr. 43, str. 58). V území kolem stanice metra Opatov aneb podél ulice Chilská je v plánu kromě tramvajové trati výstavba prostor převážně kancelářského a obchodního typu. Tyto prostory budou pro oblast znamenat další stovky aut navíc s cílem na parkovištích a v podzemních garážích tohoto celku. Kromě toho je v plánu i rozšíření parkoviště P+R, byť přesné návrhy a kapacita nejsou známy.

Nic takového výše prováděný model neuvažuje, neboť skutečně povolená míra realizace včetně počtu budov, pater a z toho odvozených parkovacích míst je předmětem dlouhodobého souboje mezi radnicí a developery a jeho výsledek nelze předjímat. Jisté však je to, že jakýkoliv větší nárůst dopravy bude znamenat nutnost zásadnějším způsobem upravit (jak by řekli na radnici – „přeřešit“) křižovatku Chilská x Opatovská, přičemž při realizaci většiny stavebního projektu Nový Opatov by to mohlo znamenat i nutnost kompletního přeřešení křižovatek Chilské ulice s Opatovskou, Brněnskou (D1) a Na Jelenách, a to pravděpodobně do nějaké alespoň částečně mimoúrovňové podoby. Hodně bude tou dobou záležet na aktuálních směrových intenzitách na těchto křižovatkách i finálních názorech na vedení tramvajové trati touto křižovatkou, což může být námětem pro nějakou jinou závěrečnou práci. Téma této je těmito řádky vyčerpáno.



Obr. 47: Přednost tramvajů před vozidly na OK v modelu v praxi

6. Závěr

Současná uliční síť má rezervy. Co se dopravního toku, resp. dopravní poptávky týká, nacházejí se tyto rezervy výhradně v křižovatkách, a to v křižovatkách hlavních komunikací. Všechny tyto rezervy jsou nicméně řešitelné buď pouhým přenastavením řízení SSZ, nebo za pomoci stavebních úprav nepřesahujících aktuální rozlohu křižovatek – s výjimkou OK Výstavní x Opatovská, kde došlo k přidání jednoho jízdního pruhu směrem do prostoru zabraného autobusovou točnou Jižní Město, což ale vzhledem k rozloze točny nemůže způsobit komplikace.

Použití simulačního modelu jasně ukázalo dvě věci, které je třeba zdůraznit. První z nich je nutnost ověřovat zlepšovací nápady modelem a ne jen papírově, neboť některé jevy jsou nepředvídatelné a použitím simulace lze většinu z nich odhalit, nehledě na to, že ne všechna zlepšení skutečně situaci zlepšují. Druhá z nich je nutnost řešit vždy celou síť dohromady, nebo alespoň tu část, kde existuje reálná možnost ovlivnění se jednotlivých částí navzájem. Důležitost tohoto kroku prokázala nejvíce simulace zahrnující tramvajovou trať.

Čímž se dostáváme k poslední části, a tou jsou právě tramvaje a výhledy do budoucna. Budoucnost tramvajů je sice nejistá co do termínu realizace, financování a přesné podoby, ale jednou na Jižní Město určitě povedou a jelikož plánování a rekonstrukce křižovatek je vždy běh na dlouhou trať, bylo by vhodné do plánování této trati zahrnout i vedlejší nutné stavby, aby po výstavbě a zprovoznění tramvajové trati nedošlo k překvapivým zjištěním, že někde na Jižním Městě dochází k dopravnímu kolapsu. Kritickými body jsou v tomto ohledu křižovatky s napojením na dálniční sjezd z D1 (Chilská x Opatovská a Chilská x Na Jelenách), kde s ohledem na možný růst intenzit v různých směrech je třeba uvažovat o možnosti kompletní přeměny křižovatek na tvar jiný, vyhovující dopravním potřebám.

A zatímco při řešení dnešní OK Výstavní x Opatovská by po přestavbě na spirálovou OK stačilo po zavedení tramvajů zavést výzovou „full-stop“ signalizaci pro jejich hladký průjezd, v případě ulice Ke Kateřinkám by vzhledem k plánovanému rozvoji částí Újezd, Kateřinky a sousedních možná stálo za úvahu zřízení napojení místní komunikací v obci Újezd přímo do areálů dálničních odpočívadel na 4. kilometru D1, byť například s omezením do vjezdu do 3,5t, podobně jako je tomu v případě Štěrboholské spojky u OC EUROPARK. Křižovatka Opatovská x Ke Kateřinkám má totiž v současném rozsahu své limity a ani její potenciální rozšíření není všelékem díky omezeným prostorovým možnostem, nehledě na nežádoucí vysoké intenzity před ZŠ Ke Kateřinkám a v celé městské části Kateřinky vůbec.

Seznam příloh

- 1) Numerický model intenzit v ranní špičkové hodině na Jižním Městě I., A3
- 2) Výkres návrhu spirálové křižovatky Litochlebské náměstí s mapovým podkladem, A3
- 3) Výkres návrhu spirálové křižovatky Litochlebské náměstí bez podkladu, A3

Citace a poznámky

[1] Mapy.cz, internetový portál patřící společnosti Seznam.cz, a. s.:

<www.mapy.cz>

[2] Praha 11 v kostce, část obyvatelstvo, dostupné na adrese

<<https://www.praha11.cz/cs/praha-11-v-kostce/obyvatelstvo-prahy-11.html>>

[3] TSK Praha, intenzity dopravy, dostupné online na adrese

<<https://www.tsk-praha.cz/wps/portal/root/dopravni-inzenyrstvi/intenzity-dopravy>>

[4] TSK Praha, ročenka dopravy 2013, dostupná online na adrese

<<http://www.tsk-praha.cz/static/udi-rocenka-2013-cz.pdf>>

[5] Mapa hlídaných parkovacích ploch na Jižním Městě, dostupná online na

<<https://www.praha11.cz/cs/jizni-mesto-zije/aktuality-z-prahy-11/mapa-parkovist-na-uzemi-mestske-casti-praha-11.html>>

[6] Využití parkovacích ploch na Jižním městě v noci, dostupné online na

<<https://www.praha11.cz/cs/uzemni-rozvoj-a-regenerace/koncepce-dopravy/reseni-dopravy-v-klidu/koncepce-reseni-dopravy-v-klidu.html>>

[7] Světelná signalizační zařízení na Praze 11 – přehled s poznámkami, dostupné na adrese

<<https://www.praha11.cz/cs/uzemni-rozvoj-a-regenerace/koncepce-dopravy/svetelna-signalizacni-zarizeni.html>>

[8] Kde se v Praze nejvíc bourá, článek na ihned.cz, dostupný na adrese

<<http://domaci.ihned.cz/c1-60500290-kulatak-vitezne-namesti-caste-nehody-statistiky>>

[9] Jednotná dopravní vektorová mapa, statistiky nehod

<<http://maps.jdvm.cz/cdv2/apps/nehodynakomunikaci/Search.aspx>>

[10] Silniční okruh kolem Prahy, stránky firmy Pragoprojekt, dostupné online na adrese

<<http://www.okruhprahy.cz/jednotlive-stavby/bechovice-dalnice-d1>>

[11] Projekt Nový Opatov, zahrnující plány na TT; stránky projektu

<<http://www.novyopatov.cz/galerie.php?i=3>>

Pro zpracování textové části byl použit program MS Word 2003, pro tabulky a vyhodnocení průzkumu MS Excel 2003. Grafické práce byly vytvořeny v programu AutoCAD 2012 a simulační model byl vytvořen v programu PTV Vissim 8 a jeho doplňků VISSIG a VisVAP 2.16.



Obr. 48: Nastavení předností v modelu na spirálové OK