



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

INSTITUTE OF ROAD STRUCTURES

**MIKROSKOPICKÝ MODEL DOPRAVY ULIC
VEVEŘÍ A KOUNICOVA.**

MICROSCOPIC TRAFFIC MODEL OF STREETS VEVERÍ AND KOUNICOVA.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Michaela Válková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ APELTAUER

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav pozemních komunikací

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Michaela Válková
Název	Mikroskopický model dopravy ulic Veveří a Kounicova
Vedoucí práce	Ing. Jiří Apeltauer
Datum zadání	31. 3. 2017
Datum odevzdání	12. 1. 2018

V Brně dne 31. 3. 2017

doc. Dr. Ing. Michal Varaus
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

ČSN 736101, 736110

TP 135, 188, 189, 234

Celostátní sčítání dopravy 2010 - ŘSD

Dokumentace softwaru Aimsun

Další odborná literatura a články relevantní danému tématu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Vypracujte mikrosimulační model ulice Veverí a Kounicova v oblasti Žerotínovo náměstí - Konečného náměstí (včetně dalších relevantních úseků silniční sítě). Provedte kalibraci a validaci modelu. Ověřte možnost jednosměrného provozu na daných komunikacích a dopad tohoto opatření na blízké okolí zmíněných komunikací.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Jiří Apeltauer
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá mikroskopickým modelem dopravy v ulicích Veveří a Kounicova včetně přilehlé silniční sítě. Tento model byl vytvořen v softwaru Aimsun na základě podkladů, které se sestávají z map, provedeného směrového průzkumu, intenzit dopravy na vybraných křižovatkách a signálních plánů. Vypracovaný model stávajícího stavu řešené lokality byl následně kalibrován dle intenzit dopravy na vjezdových a výjezdových komunikacích. Dále byly navrženy a vytvořeny tři možné varianty řešení ulic Veveří a Kounicova. Všechny varianty byly nakonec porovnány a vyhodnoceny.

KLÍČOVÁ SLOVA

Mikrosimulace, model, doprava, Aimsun, Veveří, Kounicova

ABSTRACT

Diploma thesis deals with microscopic traffic model of the streets Veveří and Kounicova including adjacent road network. This model was created in software Aimsun based on maps, the results of the directional survey, traffic intensity at junctions and signal plans. Elaborated model of the current state location of interest was calibrated according to the traffic intensities on the entrance and exit roads. They have also been designed and created three possible variants of the solution streets Veveří and Kounicova. All variants were finally compared and evaluated.

KEYWORDS

Microsimulation, model, transport, Aimsun, Veveří, Kounicova

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Michaela Válková *Mikroskopický model dopravy ulic Veveří a Kounicova..* Brno, 2018. 52 s., 39 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemních komunikací. Vedoucí práce Ing. Jiří Apeltauer

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 12. 1. 2018

Bc. Michaela Válková
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Především bych chtěla poděkovat svému vedoucímu práce Ing. Jiřímu Apeltauerovi za odborné vedení diplomové práce, cenné rady a připomínky.

Ráda bych také poděkovala všem, kteří mě podporovali během celého studia a hlavně své rodině za podporu největší.

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 LOKALITA.....	10
1.1 POLOHA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	10
1.2 VYMEZENÍ ŘEŠENÉ LOKALITY.....	12
1.2.1 ULICE.....	14
1.2.2 KŘIŽOVATKY.....	16
2 DOPRAVA V ŘEŠENÉ LOKALITĚ	20
2.1 PĚŠÍ DOPRAVA.....	20
2.2 CYKLISTICKÁ DOPRAVA.....	21
2.3 SILNIČNÍ DOPRAVA.....	22
2.4 VEŘEJNÁ HROMADNÁ DOPRAVA.....	22
2.4.1 TRAMVAJE.....	23
2.4.2 TROLEJBUSY.....	24
2.4.3 AUTOBUSY	25
3 PODKLADY.....	25
3.1 SMĚROVÝ PRŮZKUM	25
3.2 SMĚROVÝ PRŮZKUM KŘIŽOVATEK.....	26
3.3 SIGNÁLNÍ PLÁNY.....	27
4 VARIANTY.....	27
4.1 VARIANTA 0.....	27
4.2 VARIANTA 1.....	28
4.3 VARIANTA 2.....	29
4.4 VARIANTA 3.....	30
5 TVORBA MODELU V AIMSUNU.....	31
5.1 ZADÁNÍ.....	31
5.1.1 KOMUNIKACE (SECTION)	32
5.1.2 KŘIŽOVATKY (NODE).....	33
5.1.3 DEFINICE KŘIŽOVATKY.....	33
5.1.4 ŽLUTÁ RYCHLOST (YELLOW BOX SPEED).....	34
5.1.5 STOP ČÁRY (STOP LINES)	34
5.1.6 PŘEDNOST V JÍZDĚ (GIVE WAY).....	35
5.1.7 SIGNÁLNÍ SKUPINY (SIGNAL GROUPS).....	35
5.1.8 PŘECHODY PRO CHODCE (PEDESTRIAN CROSSING).....	35
5.1.9 CENTROID (CENTROID)	36
5.1.10 SIGNÁLNÍ PLÁNY (CONTROL PLANS).....	37
5.1.11 HROMADNÁ DOPRAVA (PUBLIC TRANSPORT).....	37
5.1.12 ZASTÁVKY HROMADNÉ DOPRAVY (PUBLIC TRANSPORT STOP).....	37
5.1.13 LINKY HROMADNÉ DOPRAVY (PUBLIC TRANSPORT LINES).....	38
5.1.14 PLÁN HROMADNÉ DOPRAVY.....	38
5.1.15 VOZIDLA (VEHICLES)	39
5.1.16 INTENZITY DOPRAVY	39
5.1.17 DOPRAVNÍ STAVY (TRAFIC STATES).....	39
5.1.18 MATICE PŘEPRAVNÍCH VZTAHŮ (O/D MATRICES)	40
5.1.19 DOPRAVNÍ POŽADAVKY (TRAFIC DEMANDS)	41
5.1.20 SCÉNÁŘE (SCENARIOS) - MIKROSIMULACE	41
5.2 VÝSLEDKY.....	42

5.3	VÝSLEDKY SIMULACÍ.....	44
6	ZÁVĚR.....	48
7	SEZNAMY	50
7.1	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	50
7.2	SEZNAM TABULEK	51
7.3	SEZNAM OBRÁZKŮ	51
7.4	SEZNAM ZKRATEK.....	52
8	PŘÍLOHY.....	53
8.1	PENTLOGRAMY KŘÍŽOVATEK	53
8.2	SITUAČNÍ PLÁNY KŘÍŽOVATEK	59
8.3	SIGNÁLNÍ PLÁNY A SCHÉMATA POHYBŮ V KŘÍŽOVATKÁCH	64
8.3.1	A - VEVEŘÍ x ŠUMAVSKÁ	65
8.3.2	B - VEVEŘÍ x POD KAŠTANY	67
8.3.3	C - KOUNICOVA x POD KAŠTANY	68
8.3.4	D - KOTLÁŘSKÁ x KOUNICOVA	69
8.3.5	E - ÚVOZ x ŽIŽKOVA	71
8.3.6	F - VEVEŘÍ x ŽEROTÍNOVO NÁMĚSTÍ.....	73
8.3.7	G - KOUNICOVA x MORAVSKÉ NÁMĚSTÍ.....	76
8.3.8	H - VEVEŘÍ x NERUDOVA	79
8.3.9	I - KOTLÁŘSKÁ x VEVEŘÍ.....	81
8.3.10	J - NERUDOVA x KOUNICOVA	83
8.3.11	K - KOUNICOVA x SLOVÁKOVA.....	84
8.4	FOTODOKUMENTACE	87

ÚVOD

Ve své diplomové práci se zabývám zpracováním modelu dopravy ulic Veveří a Kounicova v softwaru Aimsun. Motivem k této práci byly úvahy města o zklidnění a zjednosměrnění ulice Veveří. Cílem této práce je ověřit tyto možnosti úpravy ulice pomocí softwaru. V první fázi práce jsem modelovala stávající stav dopravní sítě v řešené lokalitě. V dalším kroku jsem navrhla změnu organizace dopravy včetně MHD ve třech variantách. Ty jsem také následně vymodelovala a porovnála. Celkové informace jsou popsány v textové části práce v následujících kapitolách.

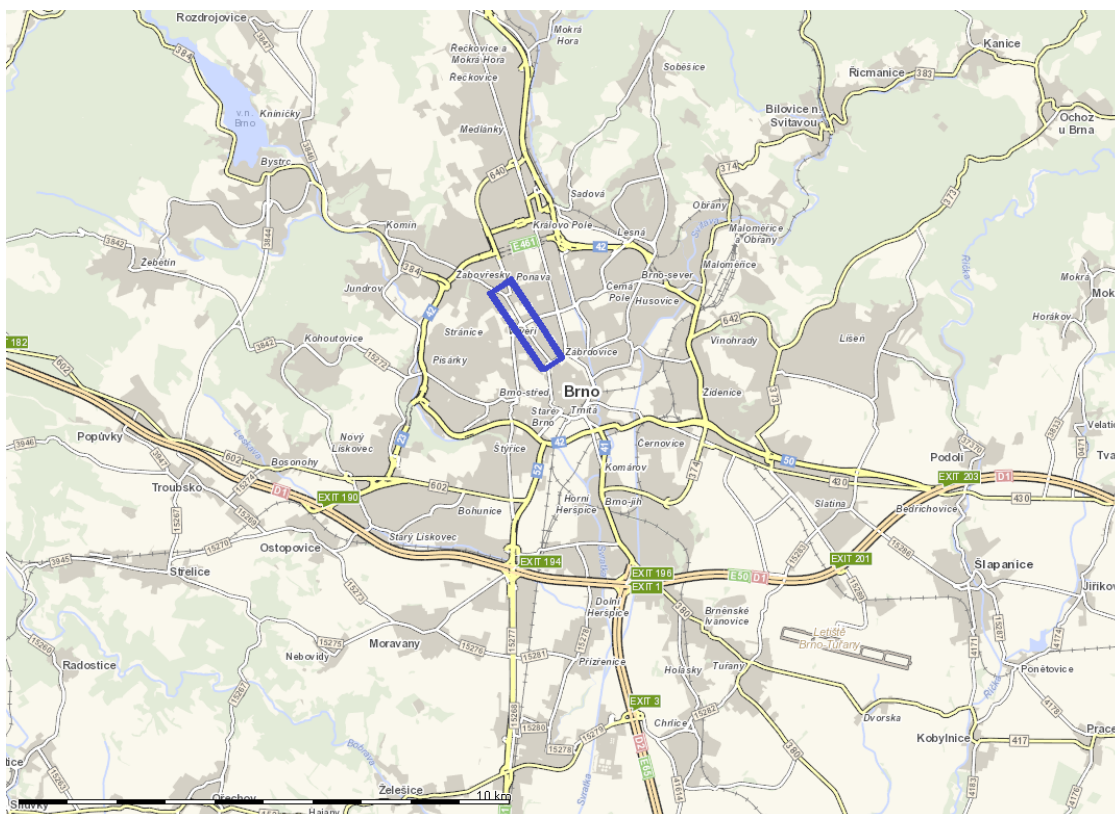
V první kapitole se nachází obecné informace o řešené lokalitě včetně jejího vymezení. Tato kapitola se také zabývá podrobným popisem dotčených ulic a křižovatek. V druhé kapitole jsou popsány všechny druhy dopravy, které se v dané lokalitě nachází. Jedná se o dopravu pěší, cyklistickou, automobilovou a městskou hromadnou dopravu. Kapitola MHD zahrnuje tramvajové, trolejbusové a autobusové linky. Třetí kapitola popisuje podklady, na základě kterých byla diplomová práce vypracována. Ve čtvrté kapitole jsou podrobně popsány všechny zpracované a navržené varianty. V páté kapitole je popsána tvorba modelu v softwaru Aimsun. Dále zobrazuje také výsledky simulací, které byly provedeny. Šestou kapitolou je závěr, který sumarizuje klady a zápory řešených variant. Sedmou kapitolu tvoří seznamy. V osmé kapitole jsou zobrazeny všechny přílohy, které jsou rozděleny do jednotlivých podkapitol.

1 LOKALITA

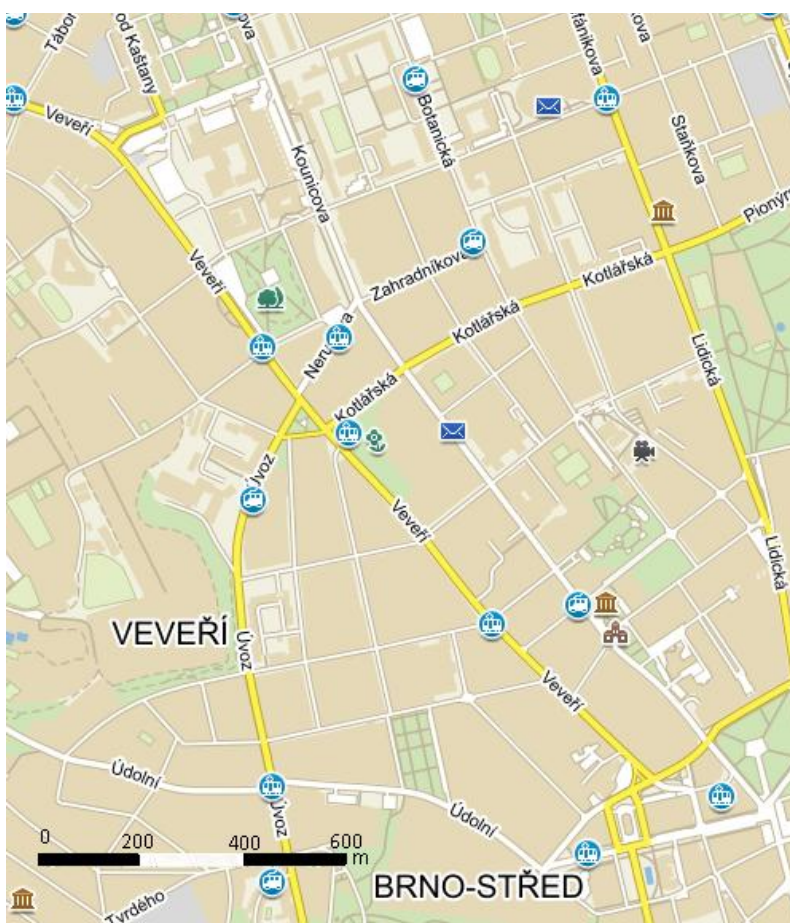
1.1 POLOHA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Zájmová oblast se nachází v blízkosti centra města Brna, přesněji v městské části Brno-střed, katastrální území Veveří. Celkově je Brno rozděleno do 29 městských částí a 48 katastrálních území. Statutární město Brno leží v Jihomoravském kraji a je i jeho sídlem. Žije zde dle dostupných informací 376 877 obyvatel. [1] Počet lidí ve městě se však ve všední dny zvyšuje, neboť sem míří za prací či studiem další desetitisíce lidí.

Řešená lokalita leží ve starší zástavbě a vyznačuje se bohatou občanskou vybaveností. Nachází se zde mnoho základních, středních a vysokých škol, zdravotnických zařízení a sídlí zde spousta podnikatelských subjektů. V posledních letech je Brno velmi vyhledávaným a oblíbeným místem pro život. Nabízí možnosti kulturního, sportovního i společenského vyžití. Atraktivita řešené oblasti sebou nese bohužel i negativa, a to větší množství lidí, kteří vlastní automobil, což způsobuje problémy v individuální automobilové dopravě. Začínaje nedostatkem parkovacích míst, znečištěným ovzduším a přetížeností komunikací ve špičce konče. K tomuto problému se také váže nedostavěný Velký městský okruh.



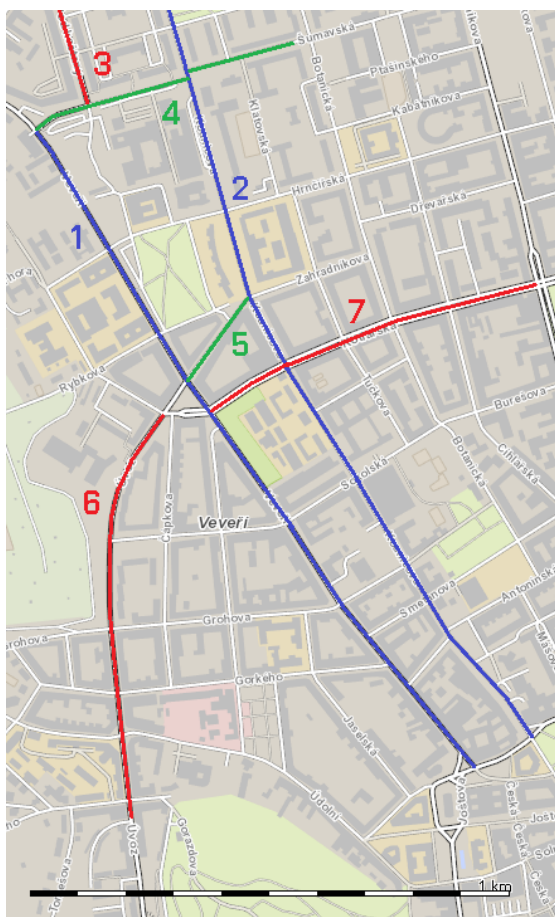
Obr. 1 Mapa širších vztahů [2]



Obr. 2 Mapa polohy zájmové oblasti [3]

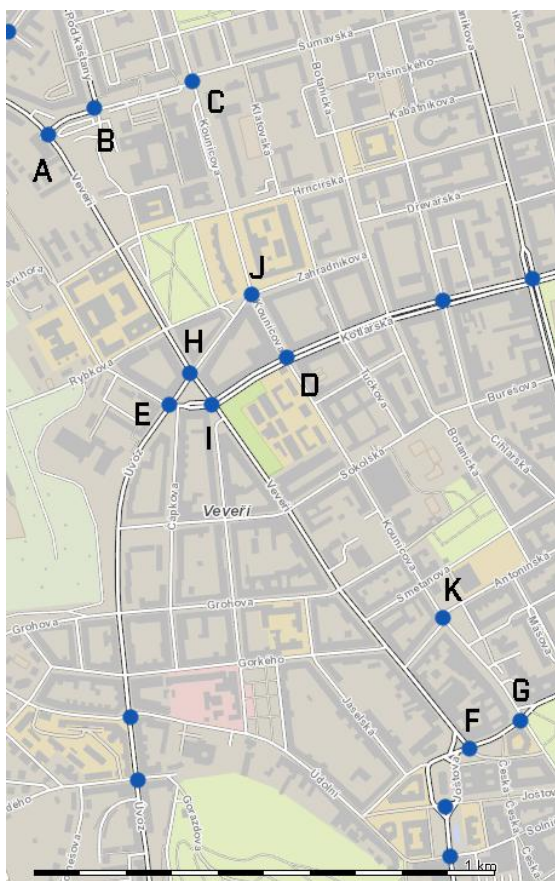
1.2 VYMEZENÍ ŘEŠENÉ LOKALITY

Kraj:	Jihomoravský
Město:	Brno
Městská část:	Brno-střed
Katastrální území:	Veveří
Ulice:	1 - Veveří 2 - Kounicova 3 - Pod Kaštany 4 - Šumavská 5 - Nerudova 6 - Úvoz 7 - Kotlářská
Křižovatky:	A - Veveří x Šumavská B - Veveří x Pod Kaštany C - Kounicova x Pod Kaštany D - Kotlářská x Kounicova E - Úvoz x Žižkova F - Veveří x Žerotínovo náměstí G - Kounicova x Moravské náměstí H - Veveří x Nerudova I - Kotlářská x Veveří J - Nerudova x Kounicova K - Kounicova x Slovákova



Obr. 3 Schéma označených ulic [2]

- 1 - Veverí
- 2 - Kounicova
- 3 - Pod Kaštany
- 4 - Šumavská
- 5 - Nerudova
- 6 - Úvoz
- 7 - Kotlářská



Obr. 4 Schéma označených křižovatek [2]

- A - Veverí x Šumavská
- B - Veverí x Pod Kaštany
- C - Kounicova x Pod Kaštany
- D - Kotlářská x Kounicova
- E - Úvoz x Žižkova
- F - Veverí x Žerotínovo nám.
- G - Kounicova x Moravské náměstí
- H - Veverí x Nerudova
- I - Kotlářská x Veverí
- J - Nerudova x Kounicova
- K - Kounicova x Slovákova

1.2.1 ULICE

V této kapitole je stručný popis sedmi hlavních ulic, které se nachází v řešené lokalitě. Tyto ulice jsou pro přehlednost očíslovány a převážně spadají do komunikací kategorie B. Mapa s vyznačením jednotlivých ulic viz *Obr. 3*. Ostatní dotčené ulice jsou komunikace kategorie C. Jedná se o ulice Resslerova, Hrnčířská, Rybkova, Zahradníková, Žižkova, Jiráskova, Sušilova, Jana Uhra, Sokolská, Grohova, Pekárenská, Smetanova, Gorkého, Slovákova. S výjimkou ulic Rybkova a úseků v Hrnčířské, Zahradníkově a Sokolské jde o ulice s jednosměrným provozem.

1 - VEVEŘÍ

Vede od Žerotínova náměstí a pokračuje severozápadním směrem ke křižovatce s ulicí Tábor, kde končí a přechází v ulici Minskou. Spojuje dvě městské části, a to Brno-střed a Žabovřesky. Veverí je ulice dlouhá přibližně 1,8 km. Šířka komunikace je proměnlivá vzhledem k okolní zástavbě. Uspořádání uličního prostoru je chodník, jízdní pruh, dvě tramvajové koleje, jízdní pruh, chodník. Od ulice Gorkého po Konečného náměstí je stání na vyhrazených místech. Od Žerotínova náměstí k začátku Konečného náměstí je možné ulici bezpečně přejít pomocí sedmi přechodů pro chodce.

2 - KOUNICOVA

Vede od Moravského náměstí a pokračuje rovnoběžně s ulicí Veverí, od které se v severní části oddaluje. Ulice končí v křižovatce s ulicí Tábor, kde přechází v ulici Jana Babáka. Její délka je přibližně 1,9 km. Šířka ulice je vzhledem k nestejně umístěné zástavbě proměnlivá. Od Moravského náměstí až po ulici Kotlářskou je ulice prostorově uspořádána jako chodník, jízdní pruh pro cyklisty, jízdní pruh, jízdní pruh, jízdní pruh pro cyklisty, chodník. Toto uspořádání však není po celé délce zcela konstantní. Od křižovatky s Nerudovou ulicí je až po její konec uspořádání s dvěma tramvajovými pásy a dvěma jízdními pruhy, tedy bez jízdních pruhů pro cyklisty. Zastávky jsou v této ulici s možností předjíždění zastavených vozidel MHD. S výjimkou zastávky Klusáčkova, ve které nelze vozidla MHD předjet. Od Moravského náměstí ke křižovatce s ulicí Kotlářská lze ulici bezpečně přejít pomocí devíti přechodů pro chodce.

3 - POD KAŠTANY

Propojuje severozápadní části města Brno - Medlánky, Řečkovice, Královo Pole, Žabovřesky s centrem města. Napojuje se MÚK Hradeckou, která je součástí Velkého městského okruhu. V zájmové lokalitě je v čtyřpruhovém šířkovém uspořádání s možností podélného parkování. Pohyb pěších je možný po chodnících, které jsou na každé straně. Nachází se zde také dva přechody.

4 - ŠUMAVSKÁ

Spojuje ulici Veveří a Kounicova od křižovatky Veveří x Šumavská (A) až po křižovatku Kounicova x Pod Kaštany (C), odkud východním směrem pokračuje až k ulici Štefánikova.

5 - NERUDOVA

Spojuje ulici Veveří a Kounicova od Konečného náměstí až po křižovatku Nerudova x Kounicova (J). Je dlouhá přibližně 200 m a široká cca 20 m. Její šířkové uspořádání tvoří chodník, jízdní pruh, dvě tramvajové koleje, jízdní pruh, chodník.

6 - ÚVOZ

Vede od Konečného náměstí až po Mendlovo náměstí. Ulice je dlouhá přibližně 1,5 km. Její šířkové uspořádání je proměnlivé vzhledem k okolní zástavbě. Úsek od Konečného náměstí po křižovatku s ulicí Grohova je ve čtyřpruhovém uspořádání včetně vyhrazeného jízdního pruhu pro MHD, taxi, cyklisty v obou směrech. Chodníky jsou po obou stranách ulice.

7 - KOTLÁŘSKÁ

Vede od Konečného náměstí až po křižovatku s ulicí Lidická, od které přechází v ulici Pionýrskou. Dále Ulice Pionýrská tvoří křižovatku s ulicemi Drobného a Sportovní. Pokračováním po ulici Drobného, dále po Provazníkově směřuje doprava na silnici I/42, která tvoří Velký městský okruh. Ulice Kotlářská měří přibližně 750 m. V celé délce je ve čtyřpruhovém uspořádání. Chodníky jsou po obou stranách komunikace. Ulice Kotlářská vede ve stoupání směrem ke Konečnému náměstí. Přechody pro chodce jsou vzdáleny zhruba 130 - 170 m.

1.2.2 KŘIŽOVATKY

V této kapitole je popsáno jedenáct křižovatek, které se nachází v řešené lokalitě. Křižovatky jsou označeny pro přehlednost velkými písmeny. Schéma polohy jednotlivých křižovatek je zobrazeno viz Obr. 2. Podrobné situační plány, schémata pohybů v křižovatkách, signální plány jsou zobrazeny v kapitole 7.3.

A - VEVEŘÍ x ŠUMAVSKÁ

Křižovatku tvoří hlavní silnice Veverí, která se do křižovatky připojuje jedním řadícím pruhem. Ten umožňuje jízdu přímo a odbočení vpravo i vlevo. Veverí také náleží dvojkolejná tramvajová trať. K hlavní silnici se z východního směru připojuje kolmo ulice Šumavská pomocí dvou řadících pruhů. Levý pruh umožňuje odbočení vlevo. Pravý pruh umožňuje jízdu přímo a odbočení vpravo. Západním paprskem křižovatky je vjezd a výjezd z parkoviště s dopravní značkou "Stůj, dej přednost v jízdě!". Na jižním paprsku ulice Veverí chybí přechod pro chodce. Chodci pro přejítí musí využít zbylé tři přechody.

B - VEVEŘÍ x POD KAŠTANY

Křižovatka spojuje ulice Šumavská, Pod Kaštany a Bulínovu. Hlavní komunikaci zde tvoří ze severu ulice Pod Kaštany a západní paprsek ulice Šumavská. Větve křižovatky jsou kolmé. Jižní větví křižovatky je ulice Bulínova. Východní větev křižovatky ulice Šumavská se připojuje pomocí dvou řadících pruhů. Levý pruh umožňuje jízdu přímo a odbočení vlevo. Pravý pruh umožňuje odbočení vpravo. Západní paprsek ulice Šumavská je připojen jedním řadícím pruhem umožňující jízdu vlevo, přímo, vpravo. Ulice Pod Kaštany je připojena třemi řadícími pruhy. Levý pruh je určen pro jízdu přímo a levé odbočení. Dva zbylé pruhy jsou určeny pro odbočení vpravo. Přechody pro chodce jsou na ulici Pod Kaštany a na východní větví ulice Šumavská.

C - KOUNICOVA x POD KAŠTANY

V této mírně odsazené křižovatce se protínají dvě ulice Kounicova a Šumavská. Hlavní silnicí je ulice Kounicova. Ta se připojuje jedním řadícím pruhem, který umožňuje jízdu přímo a odbočení vpravo i vlevo. Východní paprsek křižovatky ulice Šumavská se připojuje taktéž jedním řadícím pruhem umožňující jízdu přímo a odbočení vpravo i vlevo. Západní paprsek křižovatky ulice Šumavská

se připojuje dvěma řadícími pruhy. Levý pruh je určen pro jízdu přímo a levé odbočení. Pravý pruh je určen pro odbočení vpravo. Přechody pro chodce jsou na všech větvích křižovatky.

D - KOTLÁŘSKÁ x KOUNICOVA

Křižující silnice svírají pravý úhel. Hlavní silnicí je ulice Kounicova. Všechny větve křižovatky se sestávají ze dvou řadících pruhů. Na ulici Kotlářské je levý řadící pruh určen pro jízdu přímo a pravý jízdní pruh pro jízdu přímo a odbočení vpravo. Levé odbočení je zakázáno. Na ulici Kounicova je levé odbočení povoleno, a to levým řadícím pruhem. Pravý řadící pruh je pro jízdu přímo a odbočení vpravo. Přechody pro chodce jsou na všech větvích křižovatky.

E - ÚVOZ x ŽIŽKOVA

Křižovatka leží v jihozápadním rohu trojúhelníkového Konečného náměstí. Hlavní silnicí je zde ulice Konečného náměstí pokračující v přímém směru jako ulice Úvoz. Ulice Žižkova je zde připojena jako jednopruhový a jednosměrný výjezd z křižovatky. Východní větev ulice Konečného náměstí je připojena pod ostrým úhlem dvěma řadícími pruhy. Levý pruh je pro levé odbočení. Pravý pruh je pro levé odbočení a jízdu přímo. Pravé odbočení je zde zakázáno. Severní větev ulice Konečného náměstí je připojena jedním řadícím pruhem pro jízdu přímo a pravé odbočení. Levé odbočení je zde zakázáno. Jižní větev ulice Úvoz je připojena dvěma řadícími pruhy. Levý pruh je pro jízdu přímo a levé odbočení. Pravý pruh je pro pravé odbočení. Na větvi ulice Úvoz není přechod pro chodce. Chodci musí použít pro přejití zbylé přechody v křižovatce.

F - VEVEŘÍ x ŽEROTÍNOVO NÁMĚSTÍ

Hlavní komunikaci tvoří ulice Žerotínovo náměstí pokračující v ulici Komenského náměstí. Ze severu ulice Veverí se jeden jízdní pruh dělí na tři řadící pruhy. Pravý řadící pruh slouží pro odbočení vpravo a odděluje se ostrůvkem. Tento řadící pruh je bez SSZ. Další dva řadící pruhy jsou pro levé odbočení. Tyto řadící pruhy jsou odděleny od tramvajových tratí dělícím ostrůvkem. Z východního směru od Moravského náměstí se větev připojuje dvěma řadícími pruhy. Levý pro jízdu přímo. Pravý pruh umožňuje jízdu přímo a odbočení vpravo. Při jízdě přímo se dostane vozidlo do západní výjezdové větve se dvěma řadícími pruhy.

Levý pro levé odbočení. Pravý pro jízdu přímo do Marešovy ulice. Z jihu se připojuje větev od České ulice. Tato větev je určena jen pro MHD. Tvoří ji dvě tramvajové koleje a jízdní pruh pro trolejbusovou dopravu pokračující ulicí Veveří. Další vjezd do křižovatky z jihu od Komenského náměstí tvoří tři řadící pruhy. Levý se odděluje dělicím ostrůvkem a umožňuje levé odbočení. Další dva řadící pruhy pokračují přímou jízdou do křižovatky, kde je v levém pruhu umožněno i levé odbočení. Právě odbočení je zakázáno.

G - KOUNICOVA x MORAVSKÉ NÁMĚSTÍ

Křižovatka je v severozápadním rohu Moravského náměstí. Hlavní silnicí je zde ulice Moravské náměstí přecházející v ulici Žerotínovo náměstí. Na všech větvích křižovatky jsou dva řadící pruhy. Z Žerotínova náměstí levý řadící pruh umožňuje jízdu přímo a odbočení vlevo, pravý pruh umožňuje jízdu přímo a odbočení vpravo. Z Kounicovy levý řadící pruh umožňuje odbočení vlevo, pravý pruh umožňuje jízdu přímo a odbočení vpravo. Z jihu Moravského náměstí levý řadící pruh umožňuje odbočení vlevo, pravý pruh umožňuje jízdu přímo a odbočení vpravo. Z východu Moravského náměstí jsou dva řadící pruhy, které umožňují jízdu pouze přímo. Odbočení vpravo je pomocí bypassu, který není řízen SSZ a připojuje se do Kounicovy ulice připojovacím pruhem.

H - VEVEŘÍ x NERUDOVA

Křižovatka je v severním rohu trojúhelníkového Konečného náměstí. Hlavní silnicí z hlediska přednosti v jízdě je ulice Veveří. Veveří vede dvoupruhová tramvajová trať. V křižovatce se nachází její rozvětvení, které pokračuje ulicí Nerudova. Nerudova se z východního směru zaústí do křižovatky jedním řadícím pruhem, který umožňuje jízdu vpravo, přímo a vlevo. Ze severu se ulice Veveří připojuje dvěma řadícími pruhy. Levý pro jízdu přímo a pravý pro odbočení vpravo. Odbočení vlevo je zakázáno. Připojení Veveří z jihu je realizováno dvěma jízdními pruhy. Levý pro jízdu přímo a pravý pro odbočení vpravo. Odbočení vlevo je zakázáno. Ze směru Úvozu je větev křižovatky připojena dvěma jízdními pruhy. Levý pro levé odbočení a pravý pro jízdu přímo. Odbočení vpravo je zakázáno. Přechody pro chodce se nachází na všech větvích křižovatky, kromě z jihu

připojené větve Veveří. Chodci pro přejití musí využít přechod vzdálený 55 m na sousední křižovatce Kotlářská x Veveří nebo využít tři přechody v křižovatce.

I - KOTLÁŘSKÁ x VEVEŘÍ

Křižovatka se nachází na jihovýchodním rohu Konečného náměstí, které má tvar trojúhelníku. Hlavní silnicí z hlediska přednosti v jízdě je ulice Veveří. Ulicí Veveří vede dvoupruhová tramvajová trať. Křižovatka je opatřena přechody pro chodce na všech větvích. Větev ulice Veveří, která se napojuje do křižovatky ze severozápadu tvoří dva řadící pruhy. Pravý je pro jízdu vpravo a přímo, levý je pro levé odbočení, při kterém musí odbočující vozidlo dávat přednost také tramvajím. Z jihu se připojuje jediným pruhem, který umožňuje odbočení vpravo a přímo, levé odbočení je zakázáno. Tento pruh je vymezen zastávkovým ostrůvkem. V opačném směru je zastávkový ostrůvek odsunut o 35 m. Přechod pro chodce na této větvi křižovatky je rozdělen zastávkovým ostrůvkem. Chování chodců na této větvi je poněkud problematické, jelikož nejsou ochotni čekat na přechodech na signál zelené. Zkracují si cestu přes jízdní pruh na zastávkový ostrůvek v obou směrech, při přestupech přebíhají tramvajové koleje. Z východního směru se na ulici Veveří připojuje v pravém úhlu ulice Kotlářská, a to třemi řadícími pruhy. Pravý pruh je určen pro jízdu vpravo a přímo, prostřední pruh pro jízdu přímo a levý pruh pro levé odbočení. Ze směru Úvozu je větev napojena pod ostrým úhlem a do křižovatky směřuje jediný řadící pruh, který umožňuje jízdu přímo a vpravo.

J - NERUDOVA x KOUNICOVA

Křižovatky se nachází poblíž Univerzity obrany. Hlavní ulici tvoří ulice Kounicova. Křižovatkou vede tramvajová trať, která pokračuje z ulice Nerudovy do ulice Kounicovy směrem z centra. Větev Nerudova se připojuje jedním řadícím pruhem, který umožňuje jízdu vpravo, přímo a vlevo. Kounicova z jihu se připojuje dvěma řadícími pruhy. Levý pro jízdu přímo a pravý pro odbočení vpravo. Levé odbočení je zakázáno. Zahradníková je připojena kolmo na ulici Kounicova jedním řadícím pruhem, který umožňuje jízdu vpravo, přímo a vlevo. Ze severu je Kounicova připojena dvěma řadícími pruhy. Levý pro jízdu přímo a pravý odbočení vpravo. Levé odbočení je zakázáno. Přechody jsou na všech větvích křižovatky.

K - KOUNICOVA x SLOVÁKOVA

Jedná se odsazenou křižovatku, kde hlavní přímou silnicí je ulice Kounicova. Kolmo k ní se připojují ulice Antonínská a Slovákova, které jsou od sebe odsazeny 15 m. Obě ulice jsou jednosměrné a jednopruhové. Ulice Antonínská slouží pouze jako výjezd z křižovatky. Slovákova pouze jako vjezd do křižovatky s dopravní značkou "Stůj, dej přednost v jízdě!". Z tohoto uspořádání vyplývají i možnosti odbočení z Kounicovy ulice. Jižní paprsek Kounicovy ulice je napojen ke křižovatce jedním řadícím pruhem, který umožňuje jízdu přímo a odbočení vpravo. Severní je také připojen jedním řadícím pruhem a umožňuje jízdu přímo a odbočení vlevo. Z výše uvedeného vyplývá, že nelze odbočit do jednosměrné ulice Slovákova.

2 DOPRAVA V ŘEŠENÉ LOKALITĚ

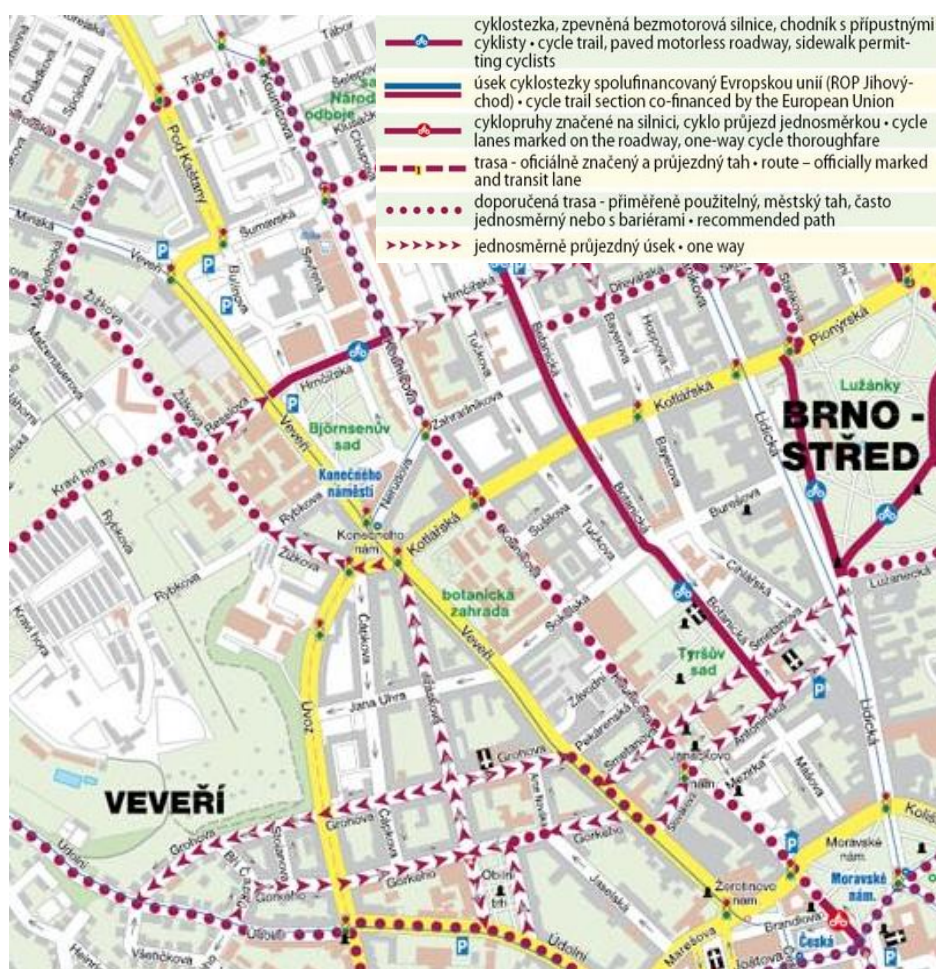
2.1 PĚŠÍ DOPRAVA

Pěší provoz v řešené lokalitě ovlivňuje blízkost centra a velké množství cílů pěší dopravy. Mezi něž za školství patří ZŠ a MŠ Kotlářská a Úvoz, ZUŠ Veverí Obchodní akademie, Střední průmyslová škola, zdravotnické školy, Gymnázium Matyáše Lercha, Moravské gymnázium Brno, Fakulta stavební VUT, Fakulta vojenských technologií UO, Právnická, Přírodovědecká, Filozofická a Fakulta sociálních studií MU, Rektorát VUT a MU, Moravská zemská knihovna a mnoho dalších knihovnických subjektů jednotlivých fakult. Vyhledávaným sportovním cílem je Sportovní hala TJ Sokol Brno. Mezi kulturní cíle patří koncertní sál Sono Centrum nebo sál Břetislava Bakaly. Největší kancelářské prostory najdeme na ulici Šumavská. Mezi další administrativní objekty patří například Ústavní soud, Krajský úřad JMK nebo Krajské ředitelství policie JMK. Zdravotnické zařízení reprezentuje poliklinika Bílý Dům a Zahradníková. V řešené lokalitě se také nachází mnoho obchodů, kaváren a restaurací. V této lokalitě jsou také rezidentní oblasti, vysokoškolské koleje a hotely. K větším plochám zeleně patří sad Björnsonův a Tyršův. Některé ulice v řešené lokalitě lemuje stromořadí, které vytváří příjemný uliční prostor.

Chodníky pokrývají celou řešenou oblast, taktéž přechody pro chodce se vyskytují v uspokojivém množství. Chodci by si však přeci jen zasloužili větší prostor. Město tento požadavek reflektuje a rádo by proměnilo ulici Veverí v obchodní třídu a obytnou ulici. Aktuálně probíhá tvorba dokumentace pro územní řízení. [4]

2.2 CYKLISTICKÁ DOPRAVA

Cyklistická doprava patří společně s pěší dopravou k ekologicky nejpříznivější dopravě. Snahou tedy je umožnit cyklistům bezpečný pohyb po městě a zvyšovat tak podíl cyklistické dopravy. Například dle Strategie BRNO 2050 si klade za cíl zvýšit podíl cyklistické dopravy z 2% na 12%. [5]. K těmto cílům jistě přispívá i možnost sdílení kol, které provozují v Brně Rekola a Velonet. Jejich stojany s koly se nachází právě v řešené lokalitě a jejím blízkém okolí.



Obr. 5 Výřez z cyklomapy města Brna 1:20 000 [6]

V řešené lokalitě je pro cyklisty upravená ulice Kounicova. Kde od křižovatky Kounicova x Moravské náměstí (G) vede ochranný jízdní pruh pro cyklisty, a to až do křižovatky Kounicova x Slovákova (K). Od této křižovatky vede ochranný jízdní pruh pro cyklisty v obou směrech. Tyto pruhy končí a začínají zhruba 100 m před křižovatkou Kotlářská x Kounicova (D). Na ulici Úvoz existuje vyhrazený pruh pro VHD, taxislužbu a cyklisty v obou směrech. Některé úseky komunikací v lokalitě jsou vyznačeny cyklopiktokoridory. Na ulici Veveří zatím nejsou provedeny žádné úpravy pro cyklisty. V plánované rekonstrukci Veveří se však s úpravami pro cyklisty počítá. Ve stávající podobě mohou cyklisté využít cyklostezku, která vede souběžnou ulicí Botanická na stávajícím chodníku.

2.3 SILNIČNÍ DOPRAVA

Řešenou lokalitu tvoří místní komunikace sběrné s funkcí dopravně-obslužnou. Jedná se o ulice Veveří, Kounicova, Kotlářská, Úvoz, Pod Kaštany. Zbylé komunikace v řešené lokalitě mají funkci obslužnou. Tato funkce s sebou přináší potřebu parkovacích a odstavných stání. Největší neplacená parkovací plocha se nachází na rohu křižovatky Veveří x Šumavská (A) a před Právnickou fakultou MU. Dále je zde možnost parkování placeného v parkovacím domě Rozmarýn, garážích hotelu Slovan nebo hotelu Continental. Parkovat lze také na parkovišti Veveří (před Fakultou stavební), Mezírka, Kounicova nebo Žerotínovo náměstí. Samostatným problémem této lokality, zejména Veveří, je zastavování vozidel zásobování, které v době dopravních špiček způsobují komplikace.

2.4 VEŘEJNÁ HROMADNÁ DOPRAVA

VHD v Brně provozuje Dopravní podnik města Brna, a.s., zkratka DPMB, a.s. Hlavním a jediným akcionářem je Statutární město Brno. Hlavním předmětem činnosti je provozování a zajišťování městské hromadné dopravy prostřednictvím tramvají, trolejbusů, autobusů a lodí. Cílem je pak získat co největší množství cestujících a odlehčit tak městu od zatížení individuální osobní dopravou. Za rok 2016 přepravil DPMB, a.s. v tramvajích 193,6 mil. cestujících, v trolejbusech

46,7 mil. cestujících a autobusy využilo 114,5 mil. cestujících. [7] Podíl veřejné hromadné dopravy činí 53%. [5]

2.4.1 TRAMVAJE

V řešené lokalitě se nachází dvojkolejná trať, která vede z přestupního uzlu Česká přes Žerotínovo náměstí a vede v celé délce ulice Veveří. Na této ulici se nachází zastávky Grohova a Konečného náměstí. Zastávky jsou realizovány v obou směrech ostrůvky. Tato trať se větví v křižovatce Veveří x Nerudova (H), kde odbočuje vpravo do ulice Nerudova. V této ulici je zastávka Nerudova bez ostrůvků, čili cestující nastupují z přilehlého jízdního pruhu. Hned na další křižovatce trať odbočuje vlevo a pokračuje ulicí Kounicova. Na jejímž konci se nachází zastávka Klusáčkova, která disponuje tramvajovým pásem v každém směru přímo poježděný automobily. V případě zastavení tramvaje či trolejbusu působí zastávka jako "špunt". Od křižovatky Veveří x Nerudova (H) dále po Veveří se nachází zastávka Rybkova. Ve směru z centra s ostrůvkem. V opačném směru bez ostrůvku. Na konci ulice Veveří se nachází zastávka Tábor s ostrůvkem. V opačném směru na ulici Minská bez ostrůvku.

V současné době (prosinec 2017 [8]) jsou provozovány v řešené lokalitě tyto tramvajové linky:

- 3 **Židenice, Stará osada** – Vojenská nemocnice – Jugoslávská – Nám. 28. října – Moravské nám. – Česká – Konečného nám. – Tábor – Mozolky – Rosického nám. – Vozovna Komín – Svratecká – Podlesí – ZOO – Přístaviště – **Bystrc, Rakovecká**
- 11 **Bystrc, Rakovecká** - Komín, smyčka - Tábor - Rybkova - Konečného náměstí - Grohova - Česká - Malinovského náměstí - Jugoslávská - Lesnická - **Lesná, Čertova rokle**
- 12 **Technologický park** – Červinkova – Skácelova – Klusáčkova – Konečného nám. – Česká – Nové sady – Hlavní nádraží – Úzká – Zvonařka – Svatopetrská – **Komárov**

2.4.2 TROLEJBUSY

V řešené lokalitě se nachází dvě trolejbusové tratě. Trolejbusová trať v ulici Kounicova a v ulicích Úvoz, Kotlářská.

Trolejbusová trať v ulici Kounicova při jízdě z centra začíná v ulici Brandlova. Odkud pokračuje přes Žerotínovo náměstí po ulici Veverí cca 220 m. Poté odbočuje vpravo do jednosměrné ulice Slovákova, kde na křižovatce Kounicova x Slovákova (K) odbočuje vlevo a pokračuje po ulici Kounicova. Na křižovatce Nerudova x Kounicova (J) se trať rozvětjuje na první část, která pokračuje přímo po ulici Kounicova a její druhou část, která odbočuje vpravo do ulice Zahradníková. Z ulice Zahradníková pokračuje trať severně ulicí Botanická, která vede rovnoběžně s ulicí Kounicova. Ve směru do centra se trať odlišuje od křižovatky Kounicova x Slovákova (K), kdy trať pokračuje přímo na křižovatku Kounicova x Moravské náměstí (G) a odtud přímou jízdou na ulici Moravské náměstí. Po 70 m odbočuje trať vpravo opět do výchozího uzlu Česká na ulici Brandlova. Společně obsluhované zastávky v ulici Kounicova jsou Česká, Smetanova, a Sušilova. V Zahradníkově ulici je obsluhovaná zastávka Zahradníková linkou 32. Na konci ulice Kounicova je zastávka Klusáčkova obsluhovaná linkami 34 a 36.

Další trolejbusová trať, která se nachází v řešeném území, vede ulicí Úvoz. Na křižovatce Úvoz x Žižkova (E) odbočuje vpravo do ulice Konečného náměstí směr Kotlářská a Pionýrská. V řešeném území jsou obsluhovanými zastávkami Čápkova a Konečného náměstí.

V současné době (prosinec 2017 [8]) jsou provozovány v řešené lokalitě tyto trolejbusové linky:

- 25 Starý Lískovec, Osová – Nemocnice Bohunice – Čtvrť – Anthropos – Pisárky – Výstaviště – Mendlovo nám. – Úvoz – Konečného nám. – Pionýrská – Lesnická – Tomkovo nám. – Stará osada - Prušánecká - **Novolíšeňská****
- 26 Nový Lískovec, Kamenný vrch – Čtvrť – Anthropos – Pisárky – Výstaviště – Mendlovo nám. – Úvoz – Konečného nám. – Pionýrská – Zimní stadion – Lesnická – Tomkovo nám. – Stará osada - Prušánecká - **Novolíšeňská****
- 32 Česká – Sušilova – Botanická – Slovanské nám. – **Královo Pole, Srbská****

- 34 **Česká** – Sušilova – Botanická - Klusáčkova/Tábor – Spojovací –
Nám. Svornosti – Přívrat – **Žabovřesky, Vychodilova**
- 36 **Česká** – Sušilova – Botanická - Klusáčkova/Tábor – Spojovací –
Nám. Svornosti – (Přívrat) – (Vychodilova) – Vrázova – Svratecká – Kristenova
– **Komín, sídliště.**

2.4.3 AUTOBUSY

V Řešeném území se pohybuje v denním provozu jediná autobusová linka 81, která spojuje nízkopodlažním minibusem zastávku Česká přes Úvoz, Nerudovu, Klusáčkovu, Královo Pole, Halasovo náměstí, Haškovu a Štefánikovu čtvrť. Autobusy jsou využívány výhradně v nočním provozu od 23. hodiny do 5. hodiny ranní. Autobusová linka 81. [8]

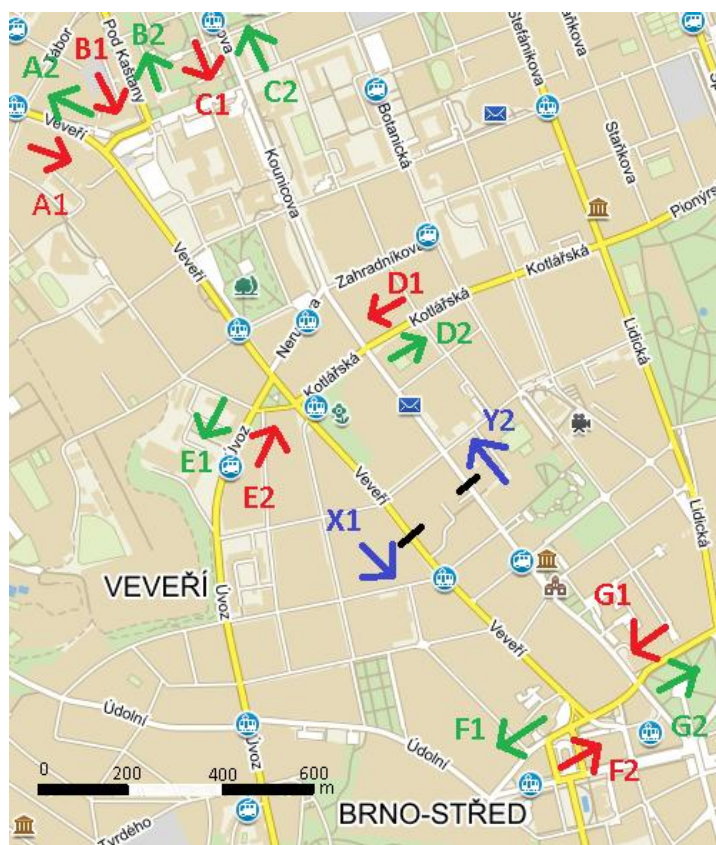
- 81 **Štefánikova čtvrť** – Lesná, nádraží – Brechtova – Haškova – Loosova –
Halasovo nám. – Divišova čtvrť – Královo Pole, nádraží – Mojžírovo nám. –
Nákupní centrum Královo Pole – Šelepova – Úvoz – **Česká.**

3 PODKLADY

Tato diplomová práce byla zpracována na základě podkladů, které byly získány v rámci výuky předmětu CM057 - Dopravní inženýrství. Tento předmět je zařazen do výuky v druhém semestru magisterského studia oboru Konstrukce a dopravní stavby.

3.1 SMĚROVÝ PRŮZKUM

Směrový dopravní průzkum na dopravní síti byl proveden formou zápisu registračních značek. Tento průzkum byl proveden 23. 2. 2017 od 8:30 do 9:30. V řešené lokalitě byly určeny hlavní komunikace dopravní sítě, na kterých byl prováděn zápis registračních značek. Tento zápis byl proveden vždy dvojicí studentů, kteří byli přiřazeni k jednotlivým profilům. Označení měrného profilu, ulice a schéma je zobrazeno v *Obr. 6*. Ze zápisů registračních značek byla odhadnuta matice přepravních vztahů viz *Tab. 1*.



- A1 - Veverí
- A2 - Veverí
- B1 - Pod Kaštany
- B2 - Pod Kaštany
- C1 - Kounicova
- C2 - Kounicova
- D1 - Kotlářská
- D2 - Kotlářská
- E1 - Úvoz
- E2 - Úvoz
- F1 - Husova / Marešova
- F2 - Husova
- G1 - Koliště
- G2 - Koliště
- X1 - Veverí
- Y2 - Kounicova

Obr. 6 Označení měrných profilů v dopravní síti.

Červeně jsou označeny vjezdy do silniční sítě. Zeleně jsou označeny výjezdy z dopravní sítě. Modře označené profily slouží pro orientační kontrolu hodnot.

Vjezdy / Výjezdy	A2 - Veverí	B2 - Pod Kaštany	C2 - Kounicova	D2 - Kotlářská	E1 - Úvoz	F1 - Husova / Marešova	G2 - Koliště	X1 - Veverí	Y2 - Kounicova	Součet
A1 - Veverí	31	19	13	38	37	51	38	140	12	379
B1 - Pod Kaštany	23	50	20	29	77	60	34	94	26	413
C1 - Kounicova	8	25	16	18	15	11	30	14	11	148
D1 - Kotlářská	22	30	21	42	160	34	11	79	22	421
E2 - Úvoz	39	120	26	196	34	22	15	49	44	545
F2 - Husova	23	40	17	28	21	56	143	40	48	416
G1 - Koliště	56	69	63	70	38	290	47	60	217	910
Součet	202	353	176	421	382	524	318	476	380	3232

Tab. 1 Matice přepravních vztahů

3.2 SMĚROVÝ PRŮZKUM KŘÍŽOVATEK

Směrový dopravní průzkum křižovatek byl proveden 2. 3. 2017 od 8:00 do 10:00. Měření bylo provedeno studenty na celkem jedenácti křižovatkách. Výsledné pentlogramy stávajících intenzit vozidel a chodců za hodinu jsou zobrazeny v kapitole 7.1 Pentlogramy křižovatek.

3.3 SIGNÁLNÍ PLÁNY

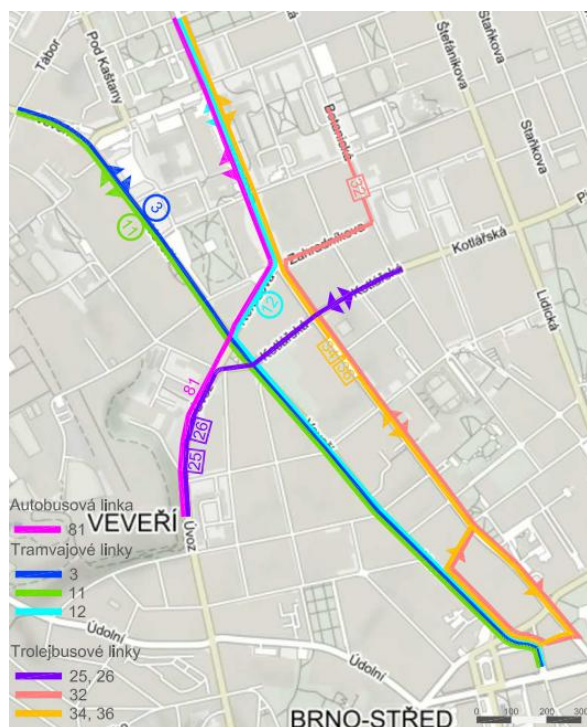
Všechny křižovatky v dané lokalitě jsou řízeny dynamicky s preferencí MHD. Nedá se tedy jednoznačně určit fixní signální plán pro každou křižovatku. Signální plány byly poskytnuty Brněnskými komunikacemi, a.s. pro křižovatky: Veverí x Šumavská, Pod Kaštany x Šumavská, Kounicova x Šumavská. Zbylé signální plány byly převzaty a upraveny z diplomové práce Ing. Všeťčky, Ph.D. [9]. Všechny signální plány jsou zobrazeny v kapitole 7.3 Signální plány a schémata křižovatek.

4 VARIANTY

Vzhledem k vystalým požadavkům města ohledně ulice Veverí byly vypracovány tři možné varianty zklidnění a zjednosměrnění ulice Veverí. Variantou 0 je označován stávající stav dopravní sítě. Varianty 1, 2, 3 jsou podrobně popsány v následujících kapitolách.

4.1 VARIANTA 0

Jako variantou 0 je označen stávající stav. Tato varianta odpovídá aktuální podobě dopravní sítě.



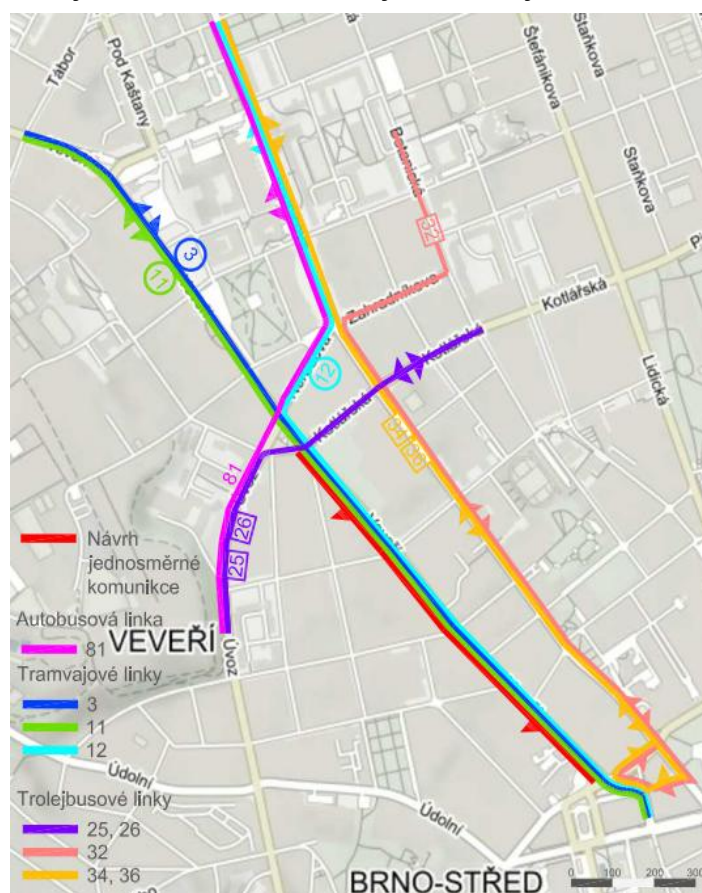
Obr. 7 Schéma organizace dopravy včetně linek MHD - Varianta 0

4.2 VARIANTA 1

Varianta 1 zahrnuje zjednosměrnění ulice Veverí pro osobní automobilovou dopravu ve směru do centra města. Toto zjednosměrnění bude realizováno zachováním jednoho jízdního pruhu. Tramvajová doprava zůstane zachována v obou směrech. Ulice Kounicova zůstane v obousměrném provozu nezměněna.

Na křižovatce Veverí - Žerotínovo náměstí bude zakázáno odbočení doprava ve směru od Moravského náměstí a odbočení doleva od Komenského náměstí. Také musí být zakázáno odbočení doprava v ulicích Smetanova a Sokolská a zároveň odbočení doleva v ulicích Grohova a Jiráskova.

Největší změna v MHD nastane u trolejbusových linek, které projíždějí ve směru z centra ulic Veverí a odbočují ulicí Slovákova na ulici Kounicova. Nově budou trolejbusy odbočovat na křižovatce Veverí x Žerotínovo náměstí (F) doprava směrem na křižovatku Kounicova x Moravské náměstí (G), kde odbočí vlevo na Kounicovu, po které budou dále pokračovat. Tato varianta vyžaduje úpravu trolejového vedení. Tramvajové i trolejbusové zastávky zůstávají zachovány.



Obr. 8 Schéma organizace dopravy včetně linek MHD - varianta 1

4.3 VARIANTA 2

Tato varianta je obdobná jako varianta 1. Zjednosměrnění ulice Veveří je navrženo od křižovatky Kotlářská x Veveří (I) směrem do centra po křižovatku Veveří x Slovákova. Tedy největším rozdílem je, že vozidla i trolejbusy ve směru z centra města jedoucí po ulici Veveří mohou odbočit doprava na ulici Slovákova a dále pokračovat ve své stávající trase. Doprava v ulici Kounicova zůstane beze změn.

Na křižovatce Veveří x Žerotínovo náměstí (F) bude zakázáno odbočení doleva od Komenského náměstí. Také musí být zakázáno odbočení doprava v ulicích Smetanova a Sokolská a zároveň odbočení doleva v ulicích Grohova a Jiráskova. Pro tuto variantu se MHD nemění jako ve variantě 0 tedy ve stávajícím stavu. Tramvajové i trolejbusové zastávky zůstávají zachovány.



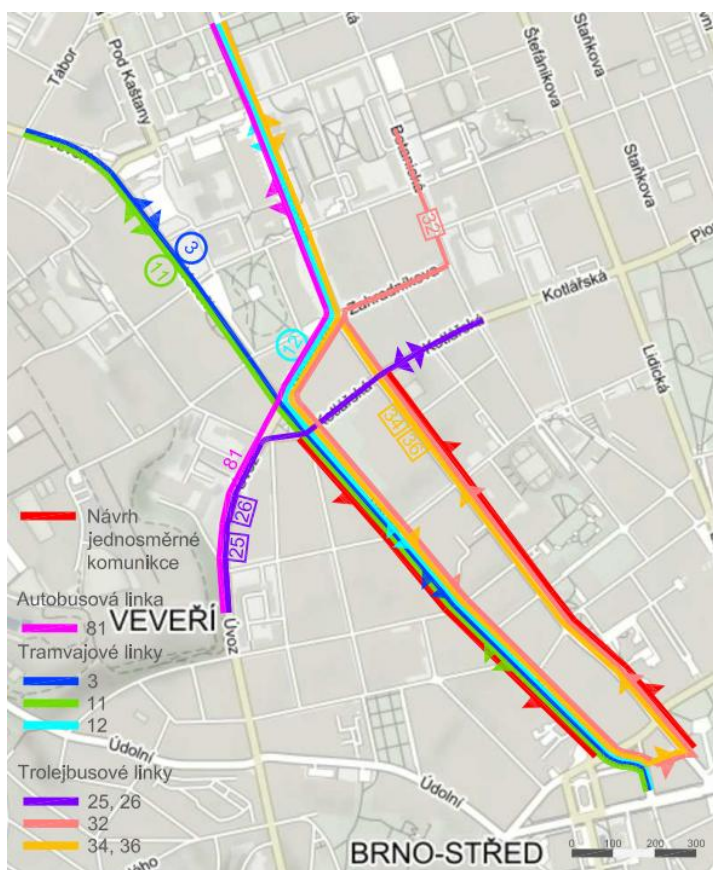
Obr. 9 Schéma organizace dopravy včetně linek MHD - varianta 2

4.4 VARIANTA 3

V této variantě jsou zjednosměrněny obě ulice. Veveří ve směru do města a Kounicova ven z města. Na křižovatce Veveří x Žerotínovo náměstí (F) je zakázáno odbočení doprava ze směru Moravského náměstí a odbočení doleva od Komenského náměstí. Také musí být zakázáno odbočení doprava v ulicích Smetanova a Sokolská a zároveň odbočení doleva v ulicích Grohova a Jiráskova. Na křižovatce Kounicova x Kotlářská (D) musí být zrušen přímý směr od křižovatky Nerudova x Kounicova (J) a odbočení doprava směrem od Konečného náměstí. Na přípojných komunikacích k ulici Kounicova je taktéž nutné upravit příslušná odbočení.

Největší změnu dozná trolejbusová doprava. Ta povede ve směru ven z města z ulice Brandlovy přes křižovatku Moravské náměstí x Kounicova (G) a dále po ulici Kounicova jako ve stávajícím stavu. Nutností ovšem bude převedení linek ve směru do města. Odklon od trasy začne v křižovatce Nerudova x Kounicova (J), kdy linky budou odbočovat ulicí Nerudova. Dále přes Konečného náměstí a ulicí Veveří. Zastávky Smetanova a Sušilova ve směru do centra budou zrušeny a nahrazeny zastávkami Nerudova, Konečného náměstí a Grohova. Touto změnou dojde ke zhoršení obslužnosti dané lokality a prodloužení docházkové vzdálenosti o cca 200 m. S ohledem na tyto změny je vhodné změnit také směr průjezdu trolejbusových linek od Žerotínova náměstí k ulici Brandlova. Tato varianta by si ovšem vyžádala přeložení cca 1200m jednostopého trolejového vedení a řešení na všech příslušných křižovatkách při křížení trolejového vedení s tramvajemi i trolejbusy.

Ze simulace také vyplynula potřeba zřízení dvou světelně řízených křižovatek na ulici Veveří, z důvodu plynulosti dopravy. První nově řízenou křižovatkou je Veveří x Sokolská, druhou je pak Veveří x Pekárenská. Největší problém zde způsobovali chodci přecházející ulici Veveří, kterých je podstatné množství a bylo tedy nutné jejich provoz usměrnit.



Obr. 10 Schéma organizace dopravy včetně linek MHD varianta 3

5 TVORBA MODELU V AIMSUNU

5.1 ZADÁNÍ

Hlavním faktorem pro reálné provedení simulace je správné zadání dopravní infrastruktury a typu vozidel. V následujících kapitolách je popsána tvorba modelu a simulace v softwaru Aimsun v odpovídajícím pořadí jednotlivých kroků. Základem pro zhotovení simulace byly návody a help v angličtině v samotném programu.

Před začátkem vytváření dopravní sítě byla pomocí tohoto programu stažena mapa příslušné oblasti Brna (Kounicova-Veverří). [10] V této mapě jsou zobrazeny osy komunikací, budovy a plochy zeleně.

5.1.1 KOMUNIKACE (SECTION)

Prvním bodem je definování cest. Komunikaci lze nakreslit pomocí vybraní příslušné ikonky "Create Section" v liště "Tools Toolbar", kliknutí levým tlačítkem myši do prostoru a tažením, potvrzení je levým dvojklikem. Změna polohy je možná pomocí přetažení koncového bodu v červené ose jízdního pruhu. Aimsun kreslí pouze jednotlivé jednosměrné komunikace. Jako výhodný způsob pro tvorbu druhého směru se ukázalo nakreslit jeden směr, kliknout na něj pravým tlačítkem a zvolit volbu "make opposite direction". U každé silnice lze zvolit počet jízdních pruhů "Number of Lines" a její šířku "Lane Width". Tato šířka byla zvolená jako jednotná pro všechny pruhy. Pro zakřivení silnice je možné použít opět pravé tlačítko a zadat volbu "Add Straight Vertex" nebo "Add Curve Vertex". Těchto bodů zakřivení je možné přidat libovolný počet. Přetažením myši koncových bodů silnic lze definovat odbočovací nebo připojovací pruh. Není možné definovat délku vyřazovacího pruhu "náběhu", která je příliš malá. Některé pruhy lze vyhradit speciálně pro vozidla MHD. Každou silnici je možné zařadit do příslušné skupiny "Road Type" (dálnice, ulice, tramvajová trať, železnice, cyklostezka, stezka pro pěší atd.), pro kterou jsou definovány programem nastavené parametry. Tyto parametry je možné pro danou komunikaci měnit. Je možné měnit maximální rychlost a kapacitu. Lze také zakázat komunikaci vjezd určitému typu vozidla.

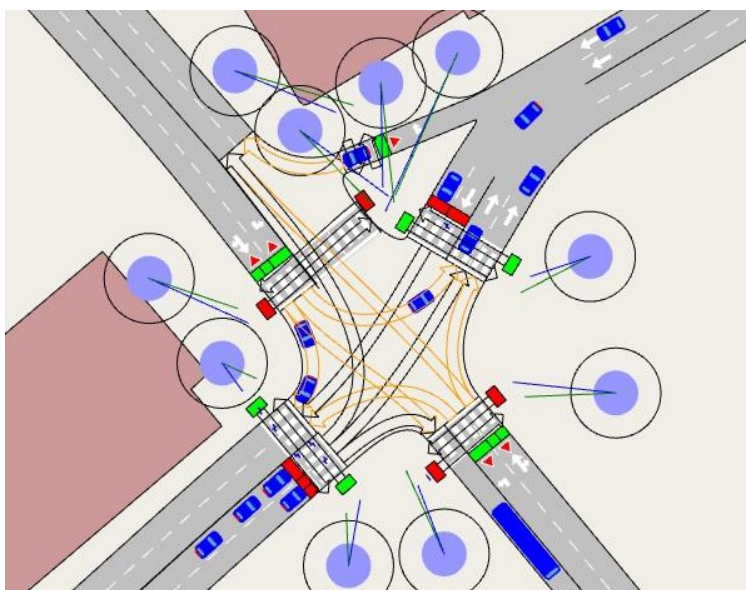
Všechny silnice byly zařazeny do kategorie "Residential" (ulice v obci), čemuž odpovídá maximální rychlost 50 km/h. Šířka jednotlivých pruhů byla určena jednotně na 3 m, což nemusí odpovídat vždy skutečnosti. Nicméně pro tento model je toto zjednodušení dostačující. Tramvajové tratě byly přidány jako samostatné komunikace, vyhrazené jen pro tato vozidla. Jízdní pruhy pro cyklisty nebyly v této práci zadávány, vzhledem k velmi malému počtu cyklistů a jejich vlivu.

5.1.2 KŘÍŽOVATKY (NODE)

Jednotlivé komunikace jsou propojeny křižovatkami (uzel). Křižovatkou se v tomto programu rozumí i spojení dvou samostatných komunikací např. s různým počtem pruhů nebo s jinými parametry. Uzel lze nakreslit pomocí zakliknutí příslušné ikonky "Create Node" v liště "Tools Toolbar", v objevené tabulce označit "New" a vybrat první komunikaci. Například u dvoupruhové komunikace se označí pouze jeden pruh, na který klikneme, červeně. Pro vybrání obou je nutné přidržet klávesu Shift a označit druhý pruh. Dalším klikem vybereme druhou napojovanou komunikaci.

5.1.3 DEFINICE KŘÍŽOVATKY

Křižovatka je tvořena souhrnem dalších propojení jednotlivých vjezdů a výjezdů. Např. křižovatka ve tvaru "T" je tvořena šesti propojeními. Samostatně lze také zadat vjezdy a výjezdy pro jednotlivé pruhy. Směry, které nejsou dovoleny dopravním značením, nejsou v křižovatce nadefinovány. Každé propojení si vytvoří vlastní trajektorii a souhrn těchto tvarů vytvoří geometrický tvar křižovatky. Tento tvar lze upravovat pouze posouváním komunikací. V některých případech vznikají velmi malé poloměry zaoblení křižovatek. Na praktickou simulaci to však nemá vliv. Křižovatky osazené ostrůvky jsou provedeny jako více křižovatek propojené krátkými komunikacemi viz *Obr.11*.



Obr. 11 Ukázka pohybů v křižovatce Kounicova x Moravské náměstí (G)

5.1.4 ŽLUTÁ RYCHLOST (YELLOW BOX SPEED)

Dopravní předpisy přikazují řidičům, aby nevjížděli do křižovatky, pokud ji nemohou opustit. Pokud tedy stojí ve výjezdu z křižovatky vozidlo, nemohu do této křižovatky vjet.

Software Aimsun umožňuje přiřadit křižovatce stav "Yellow Box". Jeho funkcí je zabránění zablokování křižovatky z důvodu porušení výše uvedeného nařízení. V těchto křižovatkách je možné nastavit tzv. žlutou rychlost "yellow box speed". Je to minimální rychlost vozidla, při které následující vozidlo vjede do křižovatky. Bohužel u českých řidičů je téměř pravidlem toto nařízení porušovat, proto v této diplomové práci nebyla tato funkce použita.

5.1.5 STOP ČÁRY (STOP LINES)

Většina křižovatek řízených světelnou signalizací je nastavena pro současný provoz protijedoucích vozidel. Samozřejmě při tomto způsobu musí auta odbočující vlevo dát přednost protijedoucím vozidlům, tramvajím a chodcům na výjezdové větvi křižovatky. Pro lepší propustnost křižovatky je vhodné si najet co nejbližší ke koliznímu bodu s protijedoucími auty. Tato místa je možné v Aimsunu nadefinovat pomocí Stop čáry "Stop Line". Definují se při označení šipky, představující odbočení, vybráním pravým klikem z nabídky "Stop Lines -> New" a následným posunutím na požadované místo. Tyto stop čáry umožňují najetí několika vozidel do křižovatky a jejich čekání na zadané stop čáře na možnost odbočení. Kombinací tzv. žluté rychlosti a vhodně umístěných stop čar se zvyšuje kapacita křižovatky bez rizika jejího zablokování.

5.1.6 PŘEDNOST V JÍZDĚ (GIVE WAY)

Pro každé propojení v křižovatce je nutné nastavit pravidla přednosti v jízdě. Pokud tato pravidla nastavena nejsou, považují se všechny cesty za hlavní. Přednost v jízdě se nastavuje v nabídce pro každé propojení zvlášť. V propojeních je možné nastavit tyto čtyři stavy :

- nic
- "Give Way" P4: Dej přednost v jízdě!
- "Stop" P6: Stůj, dej přednost v jízdě!
- "RTOR" (Right turning on red - pravé odbočení na červenou)
tato varianta vyplývá ze zákonné úpravy v některých zemích, která umožňuje odbočení i proti návěsti "Stůj" pokud dáte přednost v jízdě vozidlům v kolizním směru.

5.1.7 SIGNÁLNÍ SKUPINY (SIGNAL GROUPS)

V dialogu křižovatky se přiřazují jednotlivá propojení do příslušných skupin. Každé propojení může být použito jen jednou. Signální skupiny byly zadány dle signálních plánů v příloze E. Tam, kde je použita zelená šipka vpravo, musí být zadána jako samostatný signál.

5.1.8 PŘECHODY PRO CHODCE (PEDESTRIAN CROSSING)

Přechod pro chodce lze nakreslit pomocí zakliknutí příslušné ikonky "Create a Pedestrian Crossing" v liště "Tools Toolbar" po kliknutí levým tlačítkem myši na vybranou komunikaci. Přechody je možné definovat jen na začátku nebo konci komunikace. Zadávání šikmých přechodů je možné pouze pomocí šikmosti začátku nebo konce komunikace, což činí menší problémy při snaze o věrné zobrazení reálného stavu. V některých případech to vede k nereálné trajektorii odbočujících vozidel. Je možné také upravovat délku přechodů.

Chodníky jsou vytvořeny běžnými komunikacemi uzpůsobenými pro provoz vozidel typu chodec "Pedestrian". Přechody byly zadány všechny dle stávající situace včetně signálních plánů. Tyto přechody byly propojeny v rámci křižovatek

k nimž přiléhají. Aimsun chodcům na přechodu přiznává přednost před vozidly. Pěší propojení je nakonec nutné přidat do příslušných signálních skupin.



Obr. 12 Ukázka zobrazení křižovatky Veveří x Nerudova (H) v Aimsunu.

5.1.9 CENTROID (CENTROID)

Centroid je imaginární bod používaný maticí přepravních vztahů jako výchozí a cílový bod. Vozidla do sítě vyjíždějí v místech připojených na centroidy a v místech připojení na centroidy z něj také vyjíždějí. Umístění centroidů se provede ikonou "Create a Centroid". V dalším kroku se centroid připojí k silnici. V tomto modelu jsou zadány centroidy pro silnice s příznačnými názvy :

- A - Tábor
- B - Pod Kaštany
- C - Klusáčkova
- D - Kotlářská
- E - Úvoz
- F - Žerotínovo náměstí
- G - Moravské náměstí
- X - Veveří
- Y - Kounicova

Pro generování chodců je vytvořeno další množství centroidů připojených k chodníkům, které jsou určeny pro pohyb chodců přecházejících po přechodech.

5.1.10 SIGNÁLNÍ PLÁNY (CONTROL PLANS)

Pro každou křižovatku je možné zadat signální plán. Základním parametrem je typ signálního plánu - nespecifikovaný "Unspecified", žádný "Uncontrolled", pevný "Fixed", externí "External" a dynamický "Actuated". Dále je pro celý signální plán možno nastavit časový posun, délku cyklu a délku žluté. Délka žluté je pro všechny signály stejná - žlutá se také návěstí i chodcům a tramvajím, což u nás samozřejmě neplatí. Pro jednotlivé signální skupiny lze zadat začátek zelené a její délku, a to i vícekrát v rámci jednoho cyklu.

Dialog hlavní signální plán "Master Control Plan" je určen k výběru signálního plánu. V rámci jednoho projektu je možné vytvořit více signálních plánů a pro různé simulace je přepínat. Hlavní signální plán je pojat jako souhrn jednotlivých křižovatek. Zadány byly hodnoty dle signálních plánů uvedených v kapitole 7.3. Délka zelené pro pěší byla zkrácena o délku žluté, délka zelené byla ponechána s rezervou dle skutečného stavu.

5.1.11 HROMADNÁ DOPRAVA (PUBLIC TRANSPORT)

V Aimsunu je zahrnut nástroj pro vytvoření hromadné dopravy. Hlavním znakem hromadné dopravy z hlediska simulace je její pravidelný provoz po stejné trase a zastavování na stejném místě. Typ vozidla pro MHD je vytvořen pomocí "Vehicle Type" viz kapitola 5.1.15. Lze pro ně vyhradit i speciální pruh. Software nedokáže simulovat některé zvláštnosti MHD jako jsou:

- Výhybky a jejich obsluha.
- Omezení při míjení tramvají v obloucích nebo u výhybek.
- Zastávky bez nástupní hrany, kde se vystupuje do vozovky, tzn. že vozidla musí zastavit při zastavení vozidel MHD.

5.1.12 ZASTÁVKY HROMADNÉ DOPRAVY (PUBLIC TRANSPORT STOP)

Zastávku lze umístit do libovolné komunikace, v kterémkoliv jízdním pruhu. Je možné určit její polohu, délku a zda-li bude umístěna v zálivu nebo na cestě.

5.1.13 LINKY HROMADNÉ DOPRAVY (PUBLIC TRANSPORT LINES)

Linky pro MHD se tvoří pomocí "New Transport Lines". V příslušném okně lze vybírat trasu linky, a to výběrem komunikací v posloupnosti od první do poslední. Je-li na komunikaci zastávka, je možné ji přidat do linky. Na jedné komunikaci může být přidána jen jedna zastávka. Pokud je nutné přidat další zastávky, je vhodné komunikaci rozdělit na více úseků. Jízdní řád "Timetable" se zadává intervalově nebo výpisem odjezdů. U první možnosti je možné zadat odchylku a provázání s jinou linkou. Při druhé možnosti se zadávají přímo časy odjezdů včetně jejich odchylky, což se hodí pro linky s nepravidelným jízdním řádem. U obou způsobů je možné zadat čas strávený na zastávce. Linky je nutné vytvořit v obou směrech. V této práci byl využit způsob intervalového zadávání jízdního řádu. Interval se u jednotlivých linek liší dle jízdního řádu. Čas na zastávkách byl stanoven na dobu 30 sekund s odchylkou jedna.

V této práci bylo vytvořeno dvanáct linek:

- 3 Česká - Tábor
- 3 Tábor - Česká
- 11 Česká - Tábor
- 11 Tábor - Česká
- 12 Česká - Klusáčkova
- 12 Klusáčkova - Česká
- 25, 26 Čapkova - Konečného náměstí
- 25, 26 Konečného náměstí - Čapkova
- 32 Česká - Zahradníková
- 32 Zahradníková - Česká
- 34, 36 Česká - Klusáčkova
- 34, 36 Klusáčkova - Česká

5.1.14 PLÁN HROMADNÉ DOPRAVY

V plánu hromadné dopravy je možné vybírat, které linky budou do simulace zařazeny a které ne.

5.1.15 VOZIDLA (VEHICLES)

Pro simulaci dopravní situace je nutné definovat vozidla, která se simulace zúčastní. Základní typy vozidel s jejich parametry jsou v Aimsunu nadefinovány. Jsou to cyklista "Bicycle", autobus "Bus", osobní automobil "Car", dodávka "Van", taxi "Taxi", nákladní automobil "Truck" a chodec "Pedestrian".

Pro všechny typy lze nadefinovat jejich rozměry (šířka x délka), maximální rychlost, zrychlení i zpomalení a velikost odstupů vozidel t_{gap} . U všech parametrů je možné zadat střední hodnotu, minimální a maximální odchylku. Toto je vhodné pro napodobení reálnější simulace, kde např. všechna osobní auta nejsou stejná. Pro simulaci byla použita předdefinovaná vozidla typu osobní automobil a chodec. Vozidlo typu autobus bylo použito pro trolejbusové linky. Tramvaj byla vytvořena a editována přímo v programu Aimsun. Jedná se zjednodušeně o větší autobus jezdící po tramvajových kolejích.

5.1.16 INTENZITY DOPRAVY

Zadání intenzit dopravy je možné v Aimsunu dvěma způsoby. Buď prostřednictvím tzv. dopravních stavů "Traffic States", které jsou přiřazeny každé křižovatce nebo prostřednictvím matic dopravních vztahů "O/D Matrices", které jsou přiřazeny sítí centroidů. Tyto dvě možnosti nelze vzájemně kombinovat.

S ohledem na vypracování více variant dopravní sítě byla použita pro simulace matice přepravních vztahů - vozidla mají definovanou jízdu z bodu do bodu, ale nejsou nařízena konkrétní odbočení na křižovatkách, jak je tomu při použití dopravních stavů.

5.1.17 DOPRAVNÍ STAVY (TRAFIC STATES)

Zadávají se pro každou křižovatku zvlášť. Je možné si zvolit typ vozidla, začátek (např. 8:00) a dobu trvání. V levém okně této volby se zadává počet vozidel na vjezdu do křižovatky. V pravém okně je možné navolit podíly pro jednotlivé směry. Údaje se zadávají v procentech, tedy např. 30% vozidel odbočí doprava, 50% pojede rovně a 20% odbočí doleva (celkově to musí být 100%).

5.1.18 MATICE PŘEPRAVNÍCH VZTAHŮ (O/D MATRICES)

Zadávat se pro celou oblast. Stejně jako u přepravních stavů je možné si zvolit typ vozidla, začátek a dobu trvání. Ve druhé záložce "Cells" (buňky) je nutné nadefinovat do tabulky počty vozidel pro jednotlivé centroidy tzn. odkud a kam směřuje daný počet vozidel. Samostatnou matici je nutné vytvořit také pro chodce. Do modelu stávajícího stavu a všech variant byla zadána matice přepravních vztahů z *Tab. 1*.

Po provedení simulace byly zaznamenávány hodnoty na vstupních a výstupních komunikacích silniční sítě. Tyto hodnoty byly porovnávány s hodnotami získanými ze směrového průzkumu křižovatek (z výsledných pentlogramů). Na základě těchto hodnot byl model kalibrován. Nedílnou součástí dopravních modelů je i validace, která je prováděna pomocí dat, které nebyly použity ke kalibraci. Vzhledem k tomu, že intenzity byly použity pro kalibraci, pro validaci by bylo možné použít dojezdové doby nebo rychlost dopravního proudu. Takováto data bohužel pro účely diplomové práce nebyla k dispozici, a proto model nebyl v rámci přijatelného zjednodušení validován.

Postupně byly dle poměru přidávány počty automobilů k jednotlivým vjezdům a výjezdům. Tak aby přibližně odpovídaly hodnotám ze směrového průzkumu. Rozdíl těchto hodnot na vjezdech činil dle *Tab. 2* v průměru okolo deseti aut, což je vzhledem k množství aut přijatelná odchylka. Na výjezdech byla situace ovšem jiná, jelikož zde chybělo okolo šesti set aut. Tento jev je zřejmě způsoben dobou, kdy byly průzkumy prováděny. Tedy v ranních hodinách, kdy lidé do dané lokality hlavně dojíždějí za prací či studiem a parkují v dané oblasti. Převažuje tedy cílová doprava. Abychom daný jev vyrovnali, byla postupně přidávána zdrojová doprava ze zkoumané oblasti. Hlavně do výjezdů, kde auta nejvíce chyběla. Bohužel na výjezdu F1 - Žerotínovo náměstí nebylo dosaženo dorovnání, z kapacitního důvodu, kdy simulace byla již neproveditelná. Přesto bylo tímto postupem dosaženo odpovídajícího skutečného stavu dopravního zatížení.

Vjezdy /Výjezdy	A2 - Tábor	B2 - Pod Kaštany	C2 - Klusáčkova	D2 - Kotlářská	E1 - Úvoz	F1 - Žerotínovo náměstí	G2 - Moravské náměstí	X1	Y2	Součet	Z pentlogramů křižovatek	Z Aimsunu po provedení simulace	Rozdíl
A1 - Tábor	35	21	14	43	42	57	43	159	14	428	433	440	-7
B1 - Pod Kaštany	37	79	30	42	120	93	53	145	40	639	647	647	0
C1 - Klusáčkova	11	34	22	24	20	15	41	19	15	201	217	219	-2
D1 - Kotlářská	30	41	29	58	221	47	15	109	30	580	593	580	13
E2 - Úvoz	61	190	41	310	54	35	24	78	69	862	828	847	-19
F2 - Žerotínovo n	36	61	24	41	32	82	226	63	74	639	656	641	15
G1 - Moravské n.	55	67	61	68	37	283	46	59	212	888	883	897	-14
X1	25	0	20	0	4	200	100			349			
Y2	25	0	20	0	4	200	100			349			
Součet	315	493	261	586	534	1012	648	632	454	4935			
Z pentlogramů křižovatek	343	419	263	571	562	1340	667						
Z Aimsunu po provedení simulace	343	469	263	608	567	1016	616						
Rozdíl	0	-50	0	-37	-5	324	51						

Tab. 2 Upravená O/D Matice

5.1.19 DOPRAVNÍ POŽADAVKY (TRAFIC DEMANDS)

Tento dialog slouží k výběru dopravních stavů nebo matic přepravních stavů, které budou použity při simulaci. V tomto okně je možné nastavit procentuální snížení nebo zvýšení intenzity dopravy. Pro oba dva způsoby (Demand Matrix a Demand State), byly použity vždy dvě matice přepravních vztahů, a to matice vozidel a chodců. Pro jednotlivé simulace jsme použili koeficienty 90, 100, 110 - tedy snížení a zvýšení o 10%.

5.1.20 SCÉNÁŘE (SCENARIOS) - MIKROSIMULACE

Lze zadat různé scénáře mikrosimulace. Pro tyto simulace se zadává její začátek a délka trvání, dopravní požadavky "Trafic Demands", plán hromadné dopravy "Public Transport Plan" a hlavní signální plán "Master Control Plan". Po spuštění simulace "Run Animated Simulation" je možné sledovat hustotu provozu na jednotlivých komunikacích a křižovatkách. Výsledky simulace se objeví po jejím skončení. Také je možné zobrazit ihned výsledky při zadání "Run Batch Simulation".

K experimentu přísluší volba replikace (Replication), kterou se spouští a ovládá mikrosimulace. Mikrosimulaci lze spustit jako viditelnou nebo skrytou. Skrytá varianta je rychlejší. Viditelnou simulaci lze nahrávat do formátu avi.

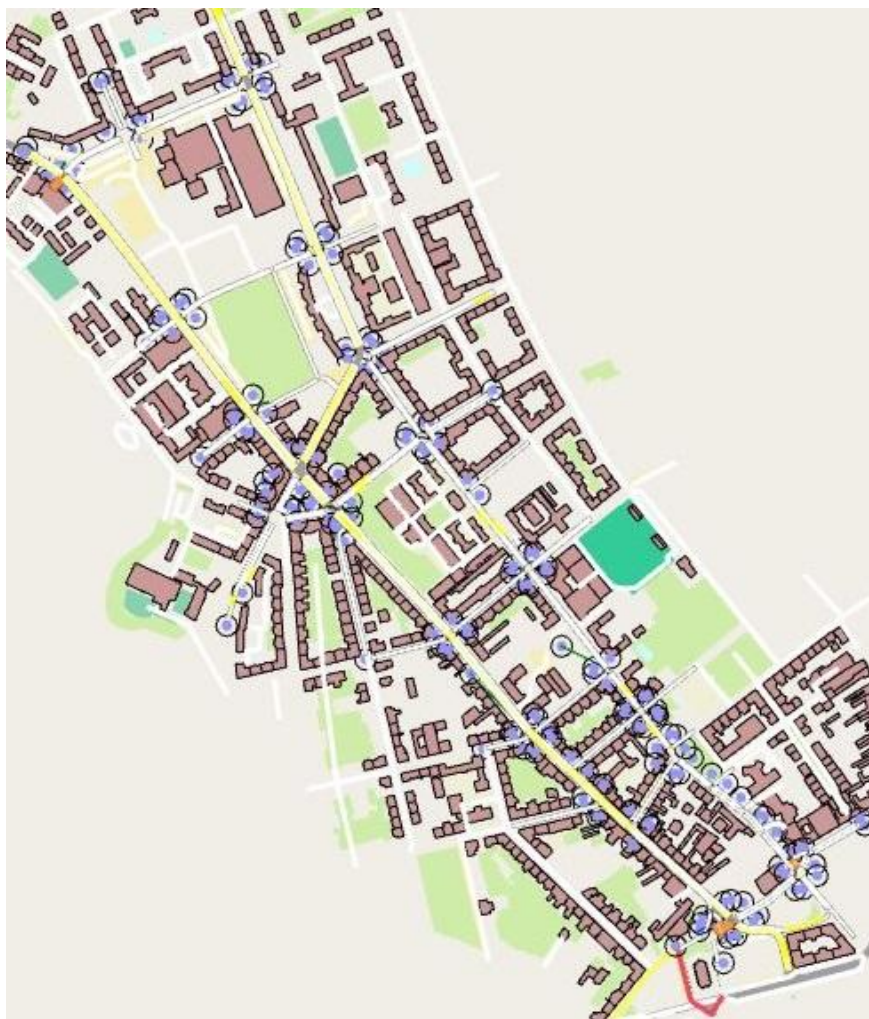
Některé parametry jsou udávány střední hodnotou a směrodatnou odchylkou. Tabulku je možné vložit např. do Excelu. V *Tab 3.* jsou uvedeny hodnoty pro simulace všech variant, a to pro dopravní zatížení s koeficienty 90,100 a 110%.

Ve výsledcích simulace pro celou síť se zobrazují následující parametry zvlášť pro auta, chodce, autobusy, tramvaje a také všechny dohromady:

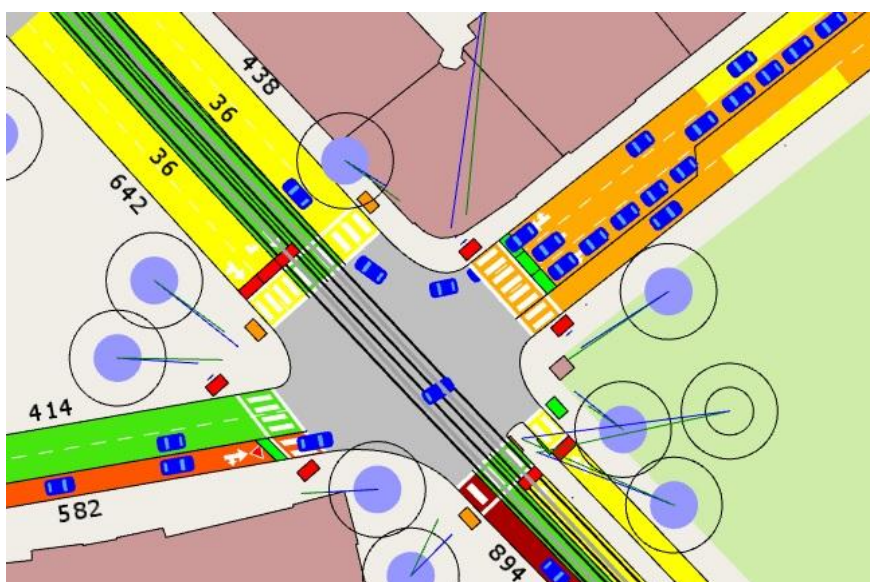
- časová ztráta "Delay Time"
- hustota "Density"
- intenzita "Flow"
- harmonická rychlost "Harmonic Speed"
- počet vstupujících "Input Count"
- max. délka virtuální kolony "Max Virtual Queue"
- počet přejezdů mezi pruhy "Number of Lane Changes"
- počet zastavení "Number of Stops"
- rychlost "Speed"
- délka stání "Stop Time"
- celková ujetá dráha "Total Travelled Distance"
- celkový cestovní čas "Total Travel Time"
- cestovní čas "Travel time"
- počet vozidel v modelu "Vehicles Inside"
- počet odjetých vozidel "Vehicles Outside"
- počet vozidel čekajících na vstup "Vehicles Waiting to Enter"
- počet vozidel ztracených v modelu "Vehicles Lost Inside"
- počet vozidel ztracených vně modelu "Vehicles Lost Outside"

5.2 VÝSLEDKY

Aimsun dovoluje vygenerovat množství různých sestav výsledků. Je možné to udělat pro celý model nebo pro jednotlivé komunikace. Výstup výsledků může být textový nebo grafický. Textové výsledky jsou zobrazeny v *Tab. 3.* Grafické výsledky lze zobrazit v programu po proběhnutí simulace a vybrání zobrazujícího se parametru viz *Obr. 14.*



Obr. 13 Zobrazení celého modelu stávajícího stavu



Obr. 14 Grafické zobrazení výsledků intenzit.
Křižovatka Veverí x Kotlářská (I) ve stávajícím stavu při zatížení 100% O/D maticí.

5.3 VÝSLEDKY SIMULACÍ

V této kapitole jsou zobrazeny výsledky po simulacích ve všech variantách o stejném dopravním zatížení s koeficienty 90,100 a 110%. Celkově bylo provedeno 12 simulací.

	Stávající stav			Varianta 1			Varianta 2			Varianta 3			
	90%	100%	110%	90%	100%	110%	90%	100%	110%	90%	100%	110%	
Delay Time - All	617,24	628,13	651,1	633,09	631,71	647,2	633,13	632,21	644,34	700,31	742,95	808,24	sec/km
Delay Time - Car	89,24	104,78	147,11	84,61	94,95	116,01	85,5	96,65	106,36	96,91	145,32	211,04	sec/km
Delay Time - Bus	89,19	88,66	110,25	92,16	98,17	124,28	91,44	97,32	96,42	92,58	97,32	122,92	sec/km
Delay Time - Pedestrian	1011	1019,7	1020,9	1050,9	1048,6	1054,8	1050,8	1048,4	1056,9	1132,2	1170	1216,8	sec/km
Delay Time - TRAM	78,59	78,68	79,68	74,66	74,66	75,34	78,95	78,94	79,1	72,08	72,94	74,54	sec/km
Density - All	8,06	9,6	13,04	8,44	9,85	11,67	8,41	9,85	11,26	9,49	13,35	18,67	veh/km
Density - Car	5,79	7,11	10,34	6,04	7,26	8,86	6,04	7,28	8,49	6,86	10,44	15,45	veh/km
Density - Bus	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,25	0,23	0,23	0,23	0,24	0,25	0,27	veh/km
Density - Pedestrian	1,83	2,03	2,23	1,92	2,11	2,31	1,91	2,1	2,3	2,1	2,37	2,66	veh/km
Density - TRAM	0,23	0,23	0,23	0,25	0,25	0,25	0,24	0,24	0,24	0,29	0,29	0,29	veh/km
Flow - All	10625	11809	12836	10509	11690	12676	10515	11693	12671	10438	11574	12455	veh/h
Flow - Car	4409	4923	5296	4415	4980	5374	4421	4983	5368	4225	4689	4921	veh/h
Harmonic Speed - All	3,61	3,57	3,48	3,56	3,58	3,52	3,56	3,58	3,53	3,31	3,19	3	km/h
Input Count - All	10641	11812	12966	10513	11690	12764	10513	11690	12764	10456	11615	12622	veh
Input Count - Car	4417	4906	5420	4413	4972	5446	4413	4972	5446	4232	4708	5076	veh
Input Flow - All	10641	11812	12966	10513	11690	12764	10513	11690	12764	10456	11615	12622	veh/h
Input Flow - Car	4417	4906	5420	4413	4972	5446	4413	4972	5446	4232	4708	5076	veh/h
Max. Virtual Queue - All	58	121	197	58	119	174	58	119	173	59	128	287	veh
Max. Virtual Queue - Car	6	5	35	5	8	11	5	8	11	7	9	130	veh
Mean Queue - All	111,85	138,12	212,87	109,81	130,01	159,31	111,01	132,16	152,62	126,65	200,73	308,84	veh
Mean Queue - Car	67,59	89,56	160,53	64,51	80,8	105,91	65,71	82,96	99,41	76,51	145,82	248,83	veh
Mean Virtual Queue - All	38,35	81,38	123,05	38,38	81,32	116,08	38,38	81,39	115,99	39,04	82,63	166,71	veh
Mean Virtual Queue - Car	0,25	0,36	8,01	0,32	0,72	1,16	0,32	0,79	1,08	0,55	0,98	50,62	veh
Missed Turns - All	17	20	29	22	28	27	21	26	26	17	11	42	
Missed Turns - Car	17	20	29	22	28	27	21	26	26	17	11	42	
Number of Stops - All	0,49	0,5	0,51	0,52	0,53	0,53	0,51	0,52	0,52	0,6	0,63	0,67	#/veh/km
Number of Stops - Car	0,1	0,12	0,14	0,11	0,12	0,14	0,11	0,12	0,13	0,12	0,15	0,18	#/veh/km
Speed - All	13,53	12,7	11,37	13,9	13,31	12,32	13,79	13,19	12,53	12,5	11,09	9,53	km/h
Speed - Car	26,59	24,54	21,54	27,27	25,59	23,38	27	25,3	23,88	25	21,59	18,23	km/h
Stop Time - All	766,1	779,01	799,34	783,62	782,89	796,02	783,32	783,31	793,57	871,93	916,53	984,98	sec/km
Stop Time - Car	69,8	83,71	120,38	64,4	72,63	89,97	64,99	74,1	81,38	74,89	117,58	174,63	sec/km
Total Travel Time - All	237,92	284,2	373,9	239,47	279,79	328,57	241,37	282,48	319,36	262,12	368,89	495,93	h
Total Travel Time - Car	171,37	211,62	294,83	172,12	206,98	249,63	174,03	209,68	240,75	189,92	289,09	407,54	h
Total Travelled Distance - All	4470,2	4981,9	5263,1	4574,2	5161,1	5533,3	4577	5152	5509,7	4731,9	5273,7	5392,1	km
Total Travelled Distance - Car	4157,1	4656,9	4924,9	4261,9	4837,3	5198,6	4265,4	4828,8	5175,1	4418,4	4948,2	5057,7	km
Total Travelled Distance - Bus	89,63	89,05	89,64	90,35	90,35	89,79	89,63	89,65	89,66	92,02	91,4	87,75	km
Total Travelled Distance - Pedest	115,1	127,57	140,2	113,58	125,2	136,64	113,58	125,21	136,64	115,07	127,61	140,19	km
Total Travelled Distance - TRAM	108,32	108,32	108,32	108,32	108,32	108,33	108,32	108,32	108,32	106,48	106,48	106,51	km
Travel Time - All	997,18	1007,5	1033,2	1010,1	1006	1023	1009,9	1006,3	1020,2	1086	1128,9	1200,1	sec/km
Travel Time - Car	154,05	169,6	211,89	149,46	159,82	180,83	150,29	161,46	171,1	161,74	210,15	275,82	sec/km
Vehicles Inside - All	255	292	464	270	291	397	272	290	380	287	409	631	veh
Vehicles Inside - Car	176	208	383	187	219	309	189	218	293	201	317	534	veh
Vehicles Lost Inside - All	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	veh
Vehicles Lost Inside - Car	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	veh
Vehicles Lost Outside - All	4	6	9	7	11	11	7	10	9	0	2	11	veh
Vehicles Lost Outside - Car	4	6	9	7	11	11	7	10	9	0	2	11	veh
Vehicles Outside - All	10625	11809	12836	10509	11690	12676	10515	11693	12671	10438	11574	12455	veh
Vehicles Outside - Car	4409	4923	5296	4415	4980	5374	4421	4983	5368	4225	4689	4921	veh
Vehicles Waiting to Enter - All	45	109	182	45	106	158	45	106	158	45	111	283	veh
Vehicles Waiting to Enter - Car	0	0	26	0	0	1	0	0	1	0	2	127	veh
Waiting Time Virtual Queue - All	11,36	19,68	24,96	11,49	19,88	24,53	11,49	19,9	24,51	11,81	20,48	30,85	sec
Waiting Time Virtual Queue - Ca	0,25	0,3	2,48	0,31	0,57	0,76	0,32	0,62	0,71	0,52	0,8	14,84	sec

Tab. 3 Celkové výsledky všech parametrů

Pro porovnání variant bylo vybráno šest reprezentativních parametrů.

- Časová ztráta - všech - aut - autobusů "Delay Time - All - Car - Bus"
- Délka stání - všech "Stop Time - All"
- Celková ujetá dráha - všech "Total Travelled Distance - All"
- Celkový cestovní čas - všech "Total Travel Time - All"

	Stávající stav			Varianta 1			Varianta 2			Varianta 3			
	90%	100%	110%	90%	100%	110%	90%	100%	110%	90%	100%	110%	
Delay Time - All	617,24	628,13	651,1	633,09	631,71	647,2	633,13	632,21	644,34	700,31	742,95	808,24	sec/km
Delay Time - Car	89,24	104,78	147,11	84,61	94,95	116,01	85,5	96,65	106,36	96,91	145,32	211,04	sec/km
Delay Time - Bus	89,19	88,66	110,25	92,16	98,17	124,28	91,44	97,32	96,42	92,58	97,32	122,92	sec/km
Stop Time - All	766,1	779,01	799,34	783,62	782,89	796,02	783,32	783,31	793,57	871,93	916,53	984,98	sec/km
Total Travelled Distance - All	4470,15	4981,86	5263,05	4574,15	5161,12	5533,33	4576,97	5151,96	5509,68	4731,93	5273,7	5392,13	km
Total Travel Time - All	237,92	284,2	373,9	239,47	279,79	328,57	241,37	282,48	319,36	262,12	368,89	495,93	h

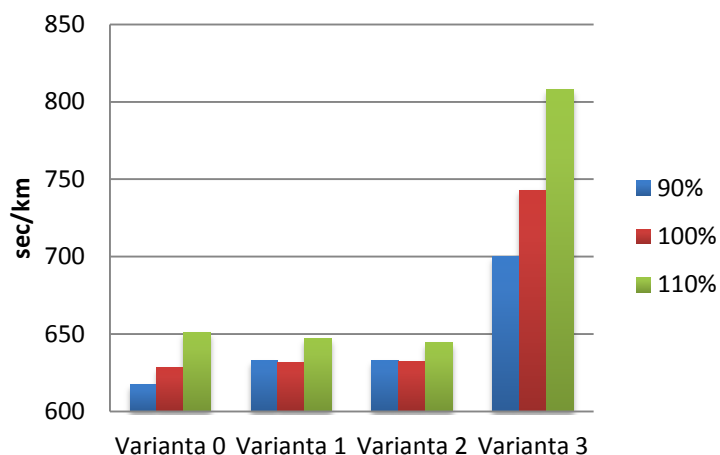
Tab. 4 Výsledky vybraných parametrů

	Stávající stav			Varianta 1			Varianta 2			Varianta 3			
	90%	100%	110%	90%	100%	110%	90%	100%	110%	90%	100%	110%	
Delay Time - All	90%	100%	110%	2,57%	0,57%	-0,60%	2,57%	0,65%	-1,04%	13,46%	18,28%	24,13%	sec/km
Delay Time - Car	90%	100%	110%	-5,19%	-9,38%	-21,14%	-4,19%	-7,76%	-27,70%	8,59%	38,69%	43,46%	sec/km
Delay Time - Bus	90%	100%	110%	3,33%	10,73%	12,73%	2,52%	9,77%	-12,54%	3,80%	9,77%	11,49%	sec/km
Stop Time - All	90%	100%	110%	2,29%	0,50%	-0,42%	2,25%	0,55%	-0,72%	13,81%	17,65%	23,22%	sec/km
Total Travelled Distance - All	90%	100%	110%	2,33%	3,60%	5,14%	2,39%	3,41%	4,69%	5,86%	5,86%	2,45%	km
Total Travel Time - All	90%	100%	110%	0,65%	-1,55%	-12,12%	1,45%	-0,61%	-14,59%	10,17%	29,80%	32,64%	h

Tab. 5 Procentuální vyjádření zlepšení či zhoršení stavu.

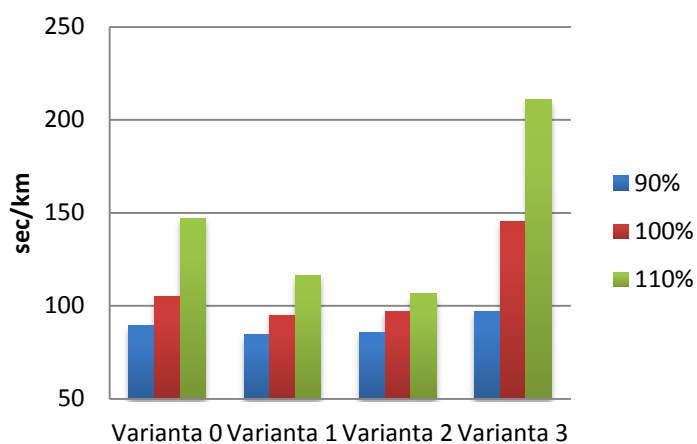
Z hlediska parametrů, které byly porovnávány vychází například dle Tab. 5. (při dopravním zatížení 100%) časová ztráta všech vozidel srovnatelná $\pm 2,5\%$ ve variantách 0, 1, 2. Přitom časová ztráta osobních automobilů vychází u varianty 1 a 2 zhruba o 9% a 7% kratší než je tomu u stávajícího stavu. Oproti tomu zase časová ztráta autobusů je u těchto variant (1 a 2) vyšší o 10%. Záleží tedy na zvolených preferencích dopravy. Varianta 3 byla vyhodnocena vzhledem k výsledkům těchto parametrů jako nevhodná. Délka stání všech vozidel vychází ve variantách 0, 1, 2 srovnatelně $\pm 0,5\%$. Ve variantě 3 vychází délka stání nejdelší. Například délka stání osobních automobilů je u variant 1 a 2 kratší o 12% než u stávajícího stavu. Z celkové ujeté dráhy všech vozidel vychází varianta 0 jako nejefektivnější. Navýšení počtu ujetých kilometrů ve variantě 1 a 2 činí zhruba 3,5%, což lze považovat za přijatelné navýšení. Ve variantě 3 došlo k navýšení o 6%. Přitom celkový cestovní čas se ve variantách 1 a 2 zkrátil v průměru o 1%.

Časová ztráta - všech vozidel



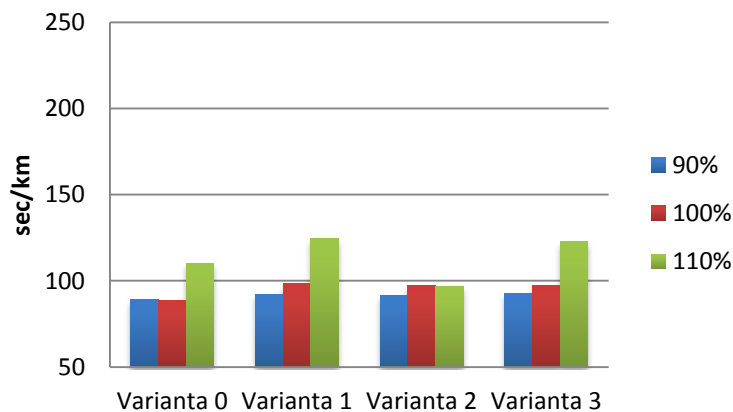
Obr. 15 Časová ztráta - všech vozidel

Časová ztráta - automobilů



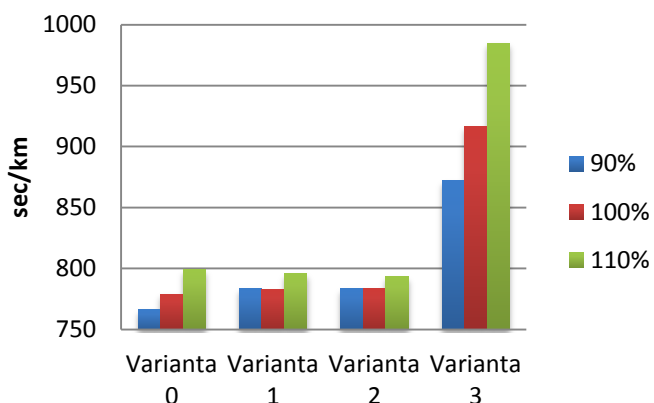
Obr. 16 Časová ztráta - automobilů

Časová ztráta - autobusů



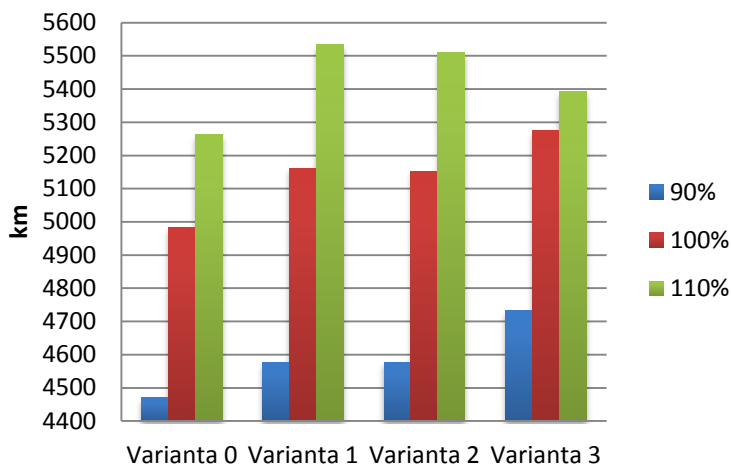
Obr. 17 Časová ztráta - autobusů

Délka stání - všech vozidel



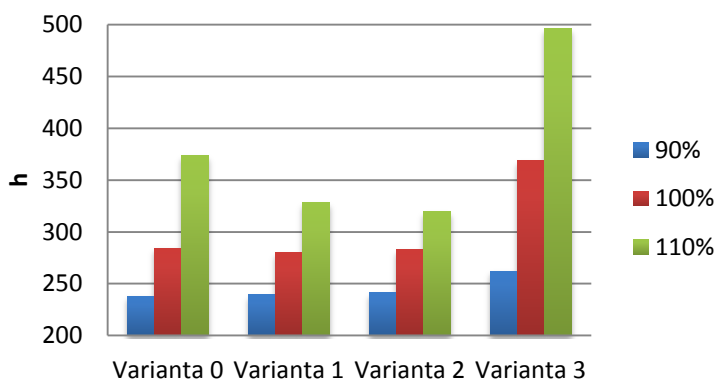
Obr. 18 Délka stání - všech vozidel

Celková ujetá dráha - všech vozidel



Obr. 19 Celková ujetá dráha - všech vozidel

Celkový cestovní čas - všech vozidel



Obr. 20 Celkový cestovní čas - všech vozidel

6 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo ověřit možné úpravy zklidnění a zjednosměrnění ulice Veveří a Kounicova. Toto ověření bylo provedeno pomocí dopravního modelu vytvořeného v softwaru Aimsun. V praktické části práce byl vytvořen model stávajícího stavu dopravní sítě. Dále byly navrženy a vytvořeny tři varianty úpravy řešené lokality v souladu se záměry města.

Cíle práce byly splněny. Dopravní modely navržených variant ověřily proveditelnost navrhovaného zjednosměrnění a zklidnění dopravy s mírným kapacitním zhoršením dopravy. Hodnocení jednotlivých variant závisí především na preferenci dopravy, což úzce souvisí s dopravní politikou města. Všechny navržené varianty byly porovnávány z hlediska pěší, automobilové a městské hromadné dopravy.

Pěší doprava vychází z dopravních modelů srovnatelná. Větší prostor pro chodce by byl vytvořen v jednosměrné části ulice Veveří, který by vznikl ve variantě 1 a 2. Ve variantě 3 by museli být chodci přecházející ulici Veveří usměrněni dvěma světelně řízenými křižovatkami, což se však neslučuje s požadavkem na otevření a zpřístupnění ulice především chodcům. Toto opatření by bylo nezbytné z hlediska plynulosti dopravního provozu na ulici Veveří.

Automobilová doprava dopadla lépe ve variantách 1 a 2. Ve třetí variantě došlo k výraznému zhoršení kapacity na ulici Veveří. Problémy na ulici Veveří se přenesly také na blízké křižovatky Kotlářská x Veveří a Kotlářská x Kounicova. Na těchto křižovatkách se výrazně zvýšil podíl levého odbočení, které způsobovalo při větších intenzitách ucpání dopravního modelu.

MHD ve variantě 1 a 2 je ponechána beze změny dopravní obsluhy v dané lokalitě. Ve variantě 3 vlivem zjednosměrnění obou ulic došlo k přemístění trolejbusových zastávek ve směru do centra na ulici Veveří, což zhorší dopravní obslužnost ulice Kounicova. Z dopravních modelů dopadla Varianta 2 pro MHD nejvýhodněji. Varianty 1 a 3 dopadly srovnatelně hůře.

Z ekonomického hlediska je nejnákladnější varianta 3, která počítá se zjednosměrněním v obou ulicích a přeložením trolejového vedení v délce 1,2 km. Druhou nejnákladnější variantou je varianta 1, která počítá se zjednosměrněním ulice Veveří v celé délce. Bylo by tedy nutné přeložit trolejové vedení v délce 0,4 km. Varianta 2 vychází jako nejméně nákladná varianta.

Výhodou softwarů pro dopravní modelování je možnost ověření plánovaných dopravních řešení a jejich případná úprava problematických míst vyplývajících ze simulací. V tomto ohledu se jedná o relativně levný a účinný nástroj, jelikož je možné do jisté míry eliminovat nevhodná řešení, jejichž stavební úprava by stála nemalé finanční prostředky.

7 SEZNAMY

7.1 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Ministerstvo vnitra České republiky [MVČR]. *Informativní počet občanů v ČR ve všech obcích 3. typu a v městských částech* [online]. © 1. 1. 2017. Ministerstvo vnitra České republiky [cit. 29.12.2017]. Dostupné z:
<http://www.mvcr.cz/clanek/statistiky-pocty-obyvatel-v-obcich.aspx>
- [2] Dopravní informační centrum. *Dopravní informační centrum* [online]. [cit.29.12.2017]. Dostupné z: <https://www.doprava-brno.cz/>
- [3] Mapy. *Seznam.cz, a.s.* [online]. [cit.29.12.2017]. Dostupné z: <http://mapy.cz>
- [4] Magistrát města Brna. *Veveří se stane za pár let kvetoucí obchodní třídou* [online]. © 2017. Tiskové středisko [cit. 29.12.2017]. Dostupné z:
<https://www.brno.cz/brno-aktualne/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/a/veveri-se-stane-za-par-let-kvetouci-obchodni-tridou/>
- [5] Magistrát města Brna. *Brno 2050 - Tvořte s námi město pro příští generace* [online]. © 2017. [cit. 29.12.2017]. Dostupné z:
http://brno2050.cz/pdf/Strategie_Brno_2050_strategicka_cast_brozura.pdf
- [6] Brno - Cyklostezky v Brně a okolí. *Cyklomapa města Brna* [online]. © 2017. [cit. 29.12.2017]. Dostupné z: https://www.brno.cz/fileadmin/user_upload/turista-volny-cas/infomaterialy_ke_stazeni/Cyklomapa/5584_Brno-cyklomapa_2.jpg
- [7] Dopravní podnik města Brna, a.s. [DPMB]. *Výroční zpráva 2016* [online]. [cit.29.12.2017]. Dostupné z: <http://www.dpmb.cz/cs/firma-vyrocní-zpravy>
- [8] Přehled linek. *Jízdní řády Brno. Přehled linek. Jízdní řády Brno* [online].2017. [cit. 29.12.2017]. Dostupné z: <http://www.jrbrno.cz/>
- [9] VŠETEČKA, Martin. *Simulace dopravní sítě v oblasti Veveří a Kounicova*, Brno, 2011. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Holcner, Ph.D.
- [10] *OpenStreetMap* [online].2017. [cit. 29.12.2017]. Dostupné z:
<https://www.openstreetmap.org/#map=15/49.2050/16.6133&layers=N>

7.2 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Matice přepravních vztahů	26
Tab. 2 Upravená O/D Matice	41
Tab. 3 Celkové výsledky všech parametrů	44
Tab. 4 Výsledky vybraných parametrů	45
Tab. 5 Procentuální vyjádření zlepšení či zhoršení stavu.	45

7.3 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Mapa širších vztahů [2]	11
Obr. 2 Mapa polohy zájmové oblasti [3]	11
Obr. 3 Schéma označených ulic [2]	13
Obr. 4 Schéma označených křižovatek [2]	13
Obr. 5 Výřez z cyklomapy města Brna 1:20 000 [6]	21
Obr. 6 Označení měrných profilů v dopravní síti	26
Obr. 7 Schéma organizace dopravy včetně linek MHD - Varianta 0	27
Obr. 8 Schéma organizace dopravy včetně linek MHD - varianta 1	28
Obr. 9 Schéma organizace dopravy včetně linek MHD - varianta 2	29
Obr. 10 Schéma organizace dopravy včetně linek MHD varianta 3	31
Obr. 11 Ukázka pohybů v křižovatce Kounicova x Moravské náměstí (G)	33
Obr. 12 Ukázka zobrazení křižovatky Veverí x Nerudova (H) v Aimsunu	36
Obr. 13 Zobrazení celého modelu stávajícího stavu	43
Obr. 14 Grafické zobrazení výsledků intenzit	43
Obr. 15 Časová ztráta - všech vozidel	46
Obr. 16 Časová ztráta - automobilů	46
Obr. 17 Časová ztráta - autobusů	46
Obr. 18 Délka stání - všech vozidel	47
Obr. 19 Celková ujetá dráha - všech vozidel	47
Obr. 20 Celkový cestovní čas - všech vozidel	47
Obr. 21 Pentlogram Veverí x Šumavská (A)	53
Obr. 22 Pentlogram Veverí x Pod Kaštany (B)	54
Obr. 23 Pentlogram Kounicova x Pod Kaštany (C)	54
Obr. 24 Pentlogram Kotlářská x Kounicova (D)	55
Obr. 25 Pentlogram Úvoz x Žižkova (E)	55
Obr. 26 Pentlogram Veverí x Žerotínovo náměstí (F)	56
Obr. 27 Pentlogram Kounicova x Moravské náměstí (G)	56
Obr. 28 Pentlogram Veverí x Nerudova (H)	57
Obr. 29 Pentlogram Kotlářská x Veverí (I)	57
Obr. 30 Pentlogram Nerudova x Kounicova (J)	58
Obr. 31 Pentlogram Kounicova x Slovákova (K)	58
Obr. 32 Situační plán křižovatky Veverí x Šumavská (A)	59
Obr. 33 Situační plán křižovatky Veverí x Pod Kaštany (B)	59
Obr. 34 Situační plán křižovatky Kounicova x Pod Kaštany (C)	60
Obr. 35 Situační plán křižovatky Kotlářská x Kounicova (D)	60
Obr. 36 Situační plán křižovatky Úvoz x Žižkova (E)	61
Obr. 37 Situační plán křižovatky Veverí x Žerotínovo náměstí (F)	61
Obr. 38 Situační plán křižovatky Kounicova x Moravské náměstí (G)	62
Obr. 39 Situační plán křižovatky Veverí x Nerudova (H)	62
Obr. 40 Situační plán křižovatky Kotlářská x Veverí (I)	63
Obr. 41 Situační plán křižovatky Nerudova x Kounicova (J)	63
Obr. 42 Situační plán křižovatky Kounicova x Slovákova (K)	64
Obr. 43 Schéma pohybů v křižovatce A - Veverí x Šumavská pro všechny varianty	65

Obr. 44 Signální plán křižovatky A - Veveří x Šumavská pro varianty 0, 1, 2	65
Obr. 45 Signální plán křižovatky A - Veveří x Šumavská pro variantu 3	66
Obr. 46 Schéma pohybů v křižovatce B - Veveří x Pod Kaštany pro všechny varianty	67
Obr. 47 Signální plán křižovatky B - Veveří x Pod Kaštany pro všechny varianty	67
Obr. 48 Schéma pohybů v křižovatce C - Kounicova x Pod Kaštany pro všechny varianty	68
Obr. 49 Signální plán křižovatky C - Kounicova x Pod Kaštany pro všechny varianty	68
Obr. 50 Schéma pohybů v křižovatce D - Kotlářská x Kounicova pro varianty 0, 1, 2	69
Obr. 51 Signální plán křižovatky D - Kotlářská x Kounicova pro varianty 0, 1, 2	69
Obr. 52 Schéma pohybů v křižovatce D - Kotlářská x Kounicova pro variantu 3	70
Obr. 53 Schéma pohybů v křižovatce E - Úvoz x Žižkova pro všechny varianty	71
Obr. 54 Signální plán křižovatky E - Úvoz x Žižkova pro variantu 0	71
Obr. 55 Signální plán křižovatky E - Úvoz x Žižkova pro varianty 1, 2, 3	72
Obr. 56 Schéma pohybů v křižovatce F - Veveří x Žerotínovo náměstí pro varianty 0, 2	73
Obr. 57 Signální plán křižovatky F - Veveří x Žerotínovo náměstí pro varianty 0, 2	73
Obr. 58 Schéma pohybů v křižovatce F - Veveří x Žerotínovo náměstí pro variantu 1	74
Obr. 59 Schéma pohybů v křižovatce F - Veveří x Žerotínovo náměstí pro variantu 3	74
Obr. 60 Signální plán křižovatky F - Veveří x Žerotínovo náměstí pro varianty 1, 3	75
Obr. 61 Schéma pohybů v křižovatce G - Kounicova x Moravské náměstí pro varianty 0, 1, 2	76
Obr. 62 Signální plán křižovatky G - Kounicova x Moravské náměstí pro varianty 0, 1, 2	77
Obr. 63 Schéma křižovatky G - Kounicova x Moravské náměstí pro variantu 3	77
Obr. 64 Signální plán křižovatky G - Kounicova x Moravské náměstí pro variantu 3	78
Obr. 65 Schéma křižovatky H - Veveří x Nerudova pro varianty 0, 1, 2, 3	79
Obr. 66 Signální plán křižovatky H - Veveří x Nerudova pro varianty 0, 1, 2	79
Obr. 67 Signální plán křižovatky H - Veveří x Nerudova pro variantu 3	80
Obr. 68 Schéma křižovatky I - Kotlářská x Veveří x Nerudova pro variantu 0	81
Obr. 69 Signální plán křižovatky I - Kotlářská x Veveří pro variantu 0	81
Obr. 70 Schéma křižovatky I - Kotlářská x Veveří x Nerudova pro varianty 1, 2, 3	82
Obr. 71 Signální plán křižovatky I - Kotlářská x Veveří pro varianty 1, 2, 3	82
Obr. 72 Schéma křižovatky J - Nerudova x Kounicova pro varianty 0, 1, 2, 3	83
Obr. 73 Signální plán křižovatky J - Nerudova x Kounicova pro varianty 0, 1, 2, 3	83
Obr. 74 Schéma křižovatky K - Kounicova x Slovákova pro varianty 0, 1, 2	84
Obr. 75 Signální plán křižovatky K - Kounicova x Slovákova pro variantu 0	84
Obr. 76 Signální plán křižovatky K - Kounicova x Slovákova pro variantu 1,2	85
Obr. 77 Schéma křižovatky K - Kounicova x Slovákova pro variantu 3	86
Obr. 78 Schéma křižovatky K - Kounicova x Slovákova pro variantu 3	86
Obr. 79 Pohled na křižovatku Kounicova x Smetanova	87
Obr. 80 Pohled na jednosměrnou ulici Slovákova, kterou jsou vedeny trolejbusové linky	87
Obr. 81 Ulice Veveří ve své spodní části (T křižovatka s ulicí Slovákova)	88
Obr. 82 Tramvajová zastávka Konečného náměstí a lidé přecházející jízdní pruh	88
Obr. 83 Konečného náměstí	89
Obr. 84 Pohled na čekající vozidla na ulici Úvoz.	89
Obr. 85 Křižovatka B - Veveří x Pod Kaštany, pohled směrem na ulici Pod Kaštany	90
Obr. 86 Křižovatka C - Kounicova x Pod Kaštany	90
Obr. 87 Křižovatka J - Nerudova x Kounicova	91
Obr. 88 Ulice Kounicova a místo se stojany pro sdílená kola	91

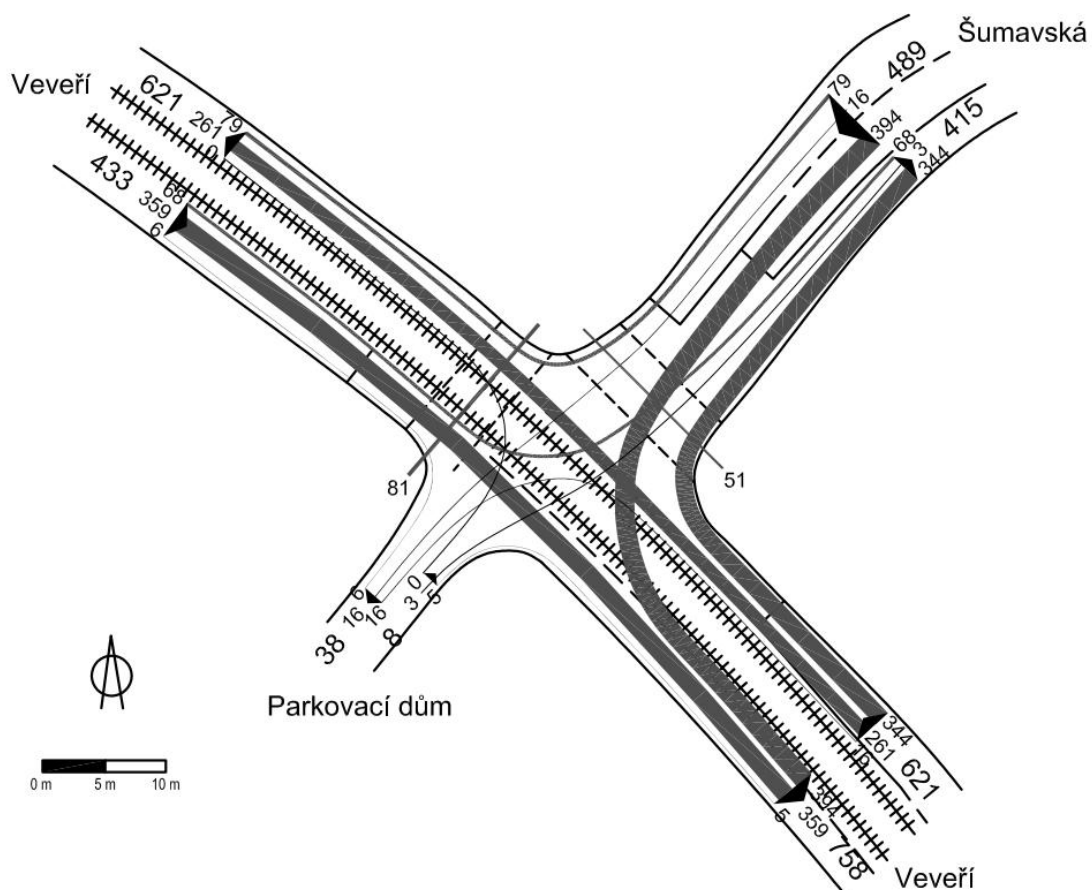
7.4 SEZNAM ZKRATEK

VUT	Vysoké učení technické
UO	Univerzita obrany
MU	Masarykova univerzita
JMK	Jihomoravský kraj
VHD	Veřejná hromadná doprava
MHD	Městská hromadná doprava

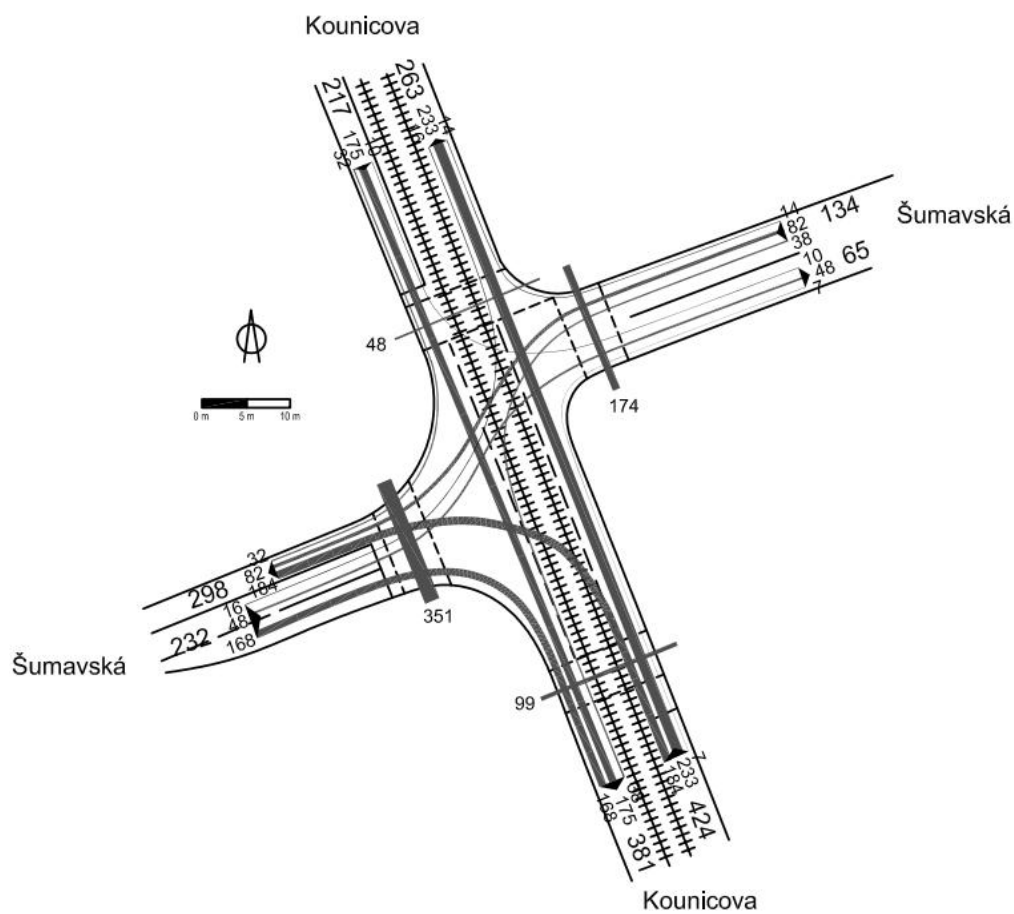
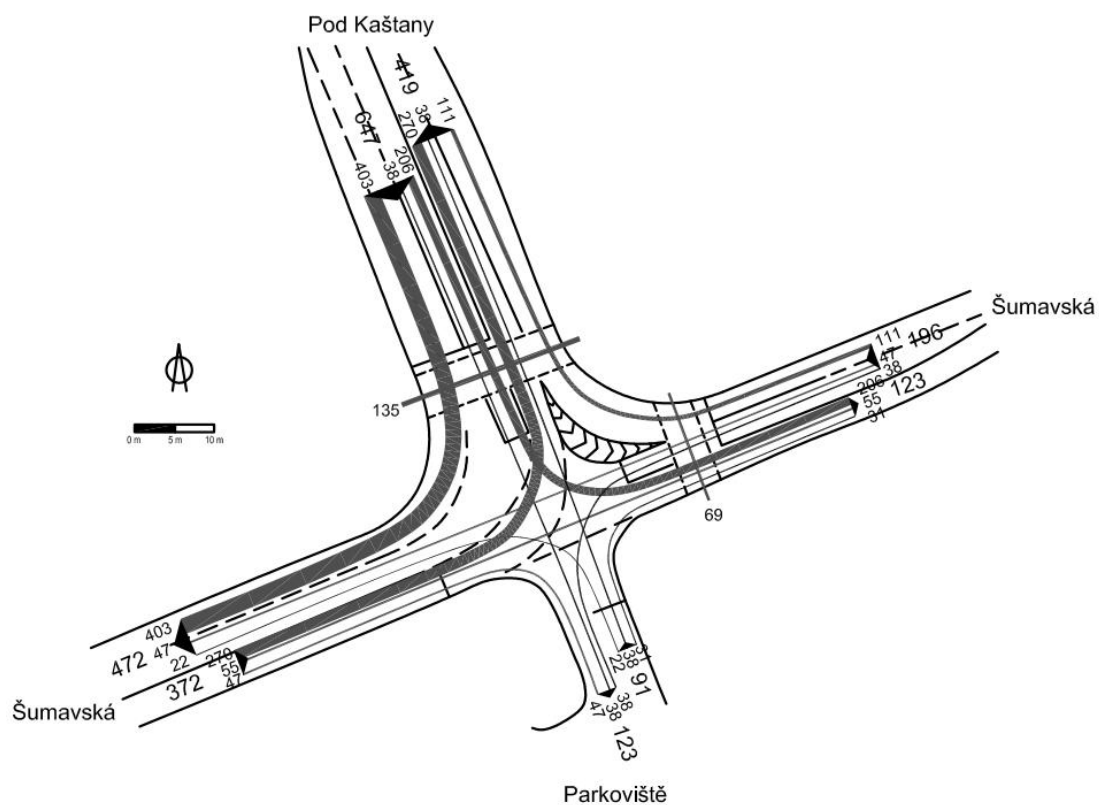
8 PŘÍLOHY

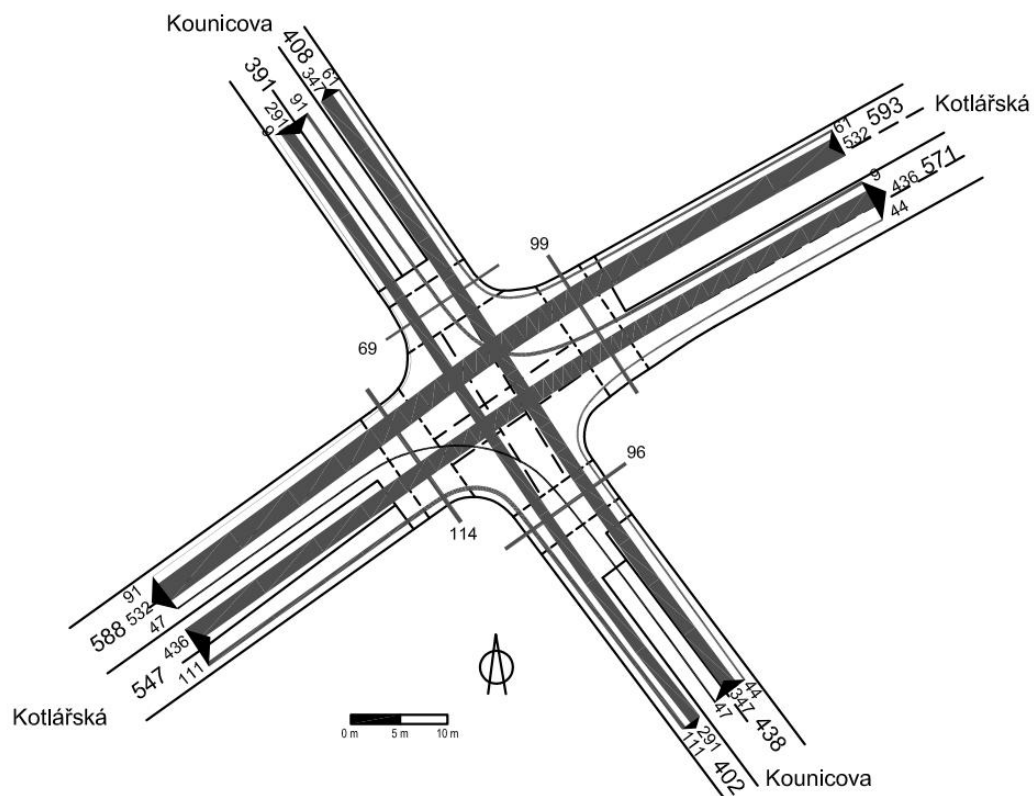
8.1 PENTLOGRAMY KŘIŽOVATEK

V této příloze jsou zobrazeny výsledné pentlogramy stávajících intenzit vozidel a chodců za hodinu. Data vycházejí z provedeného směrového dopravního průzkumu křižovatek.

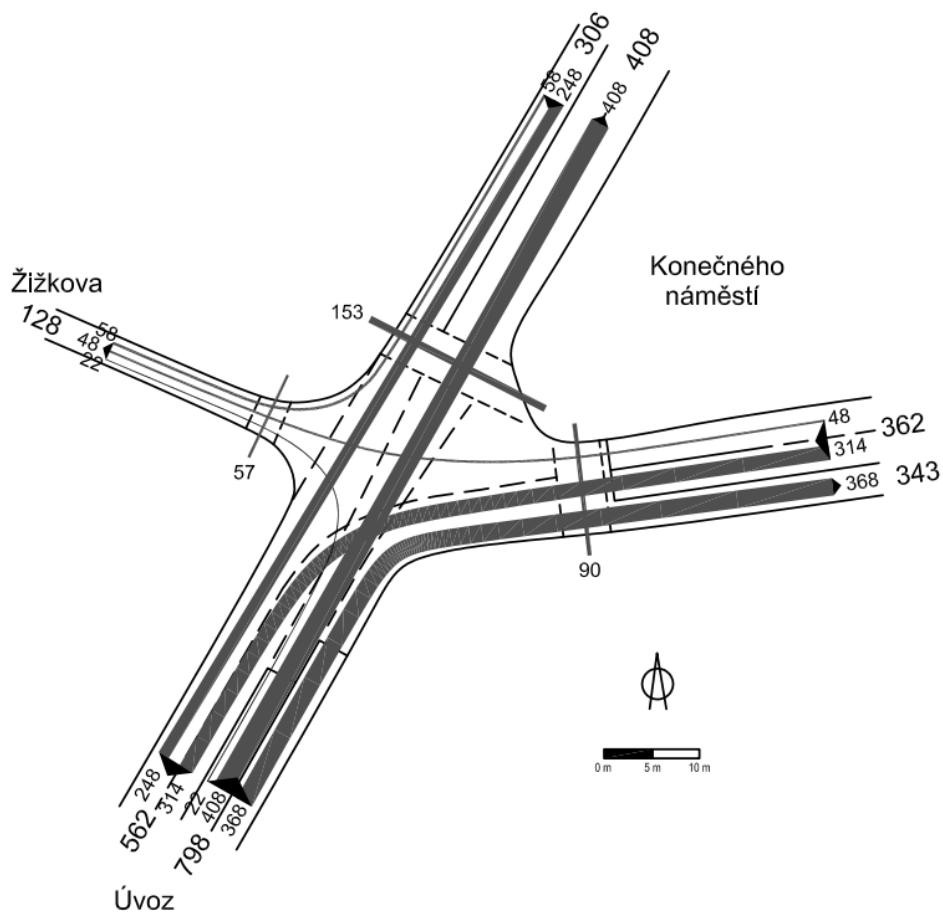


Obr. 21 Pentlogram Veverí x Šumavská (A)

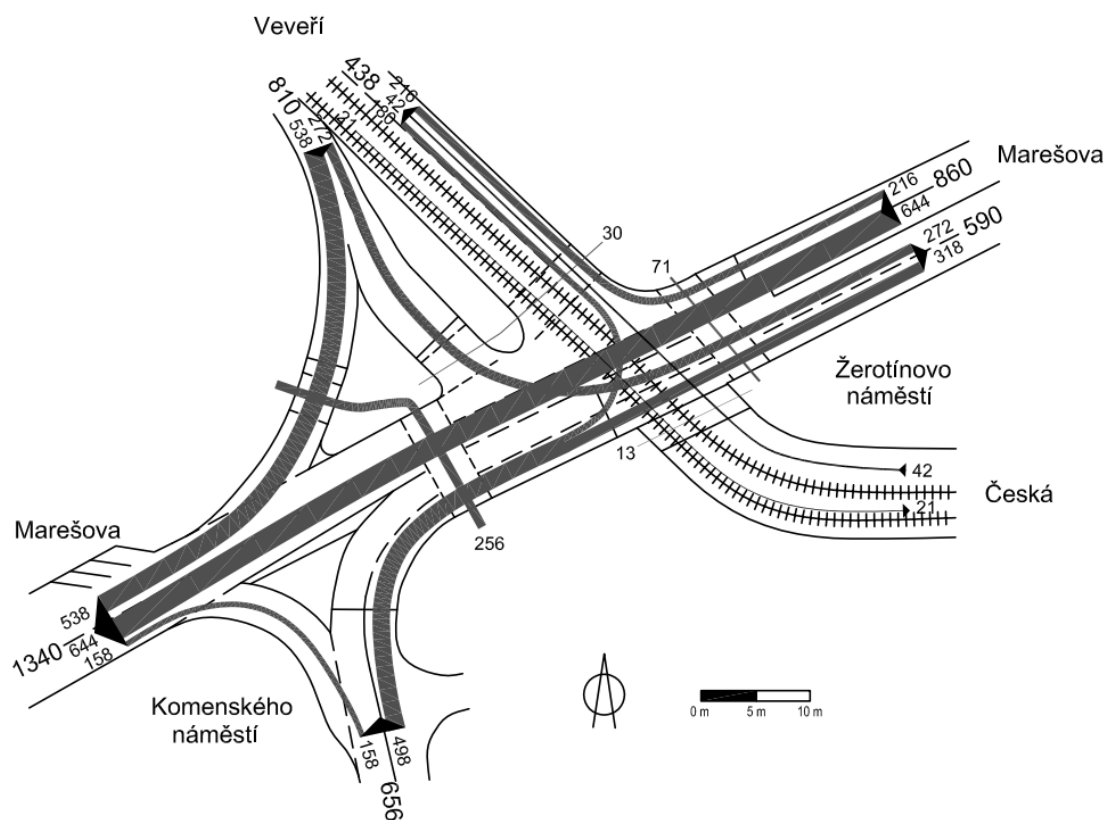




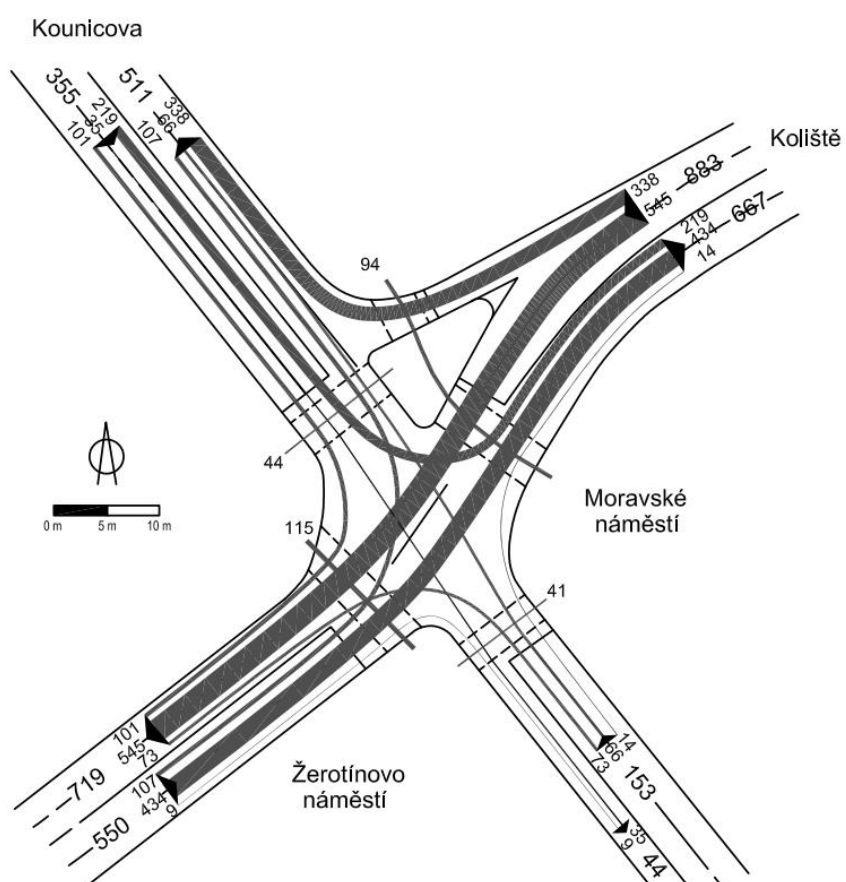
Obr. 24 Pentlogram Kotlářská x Kounicova (D)



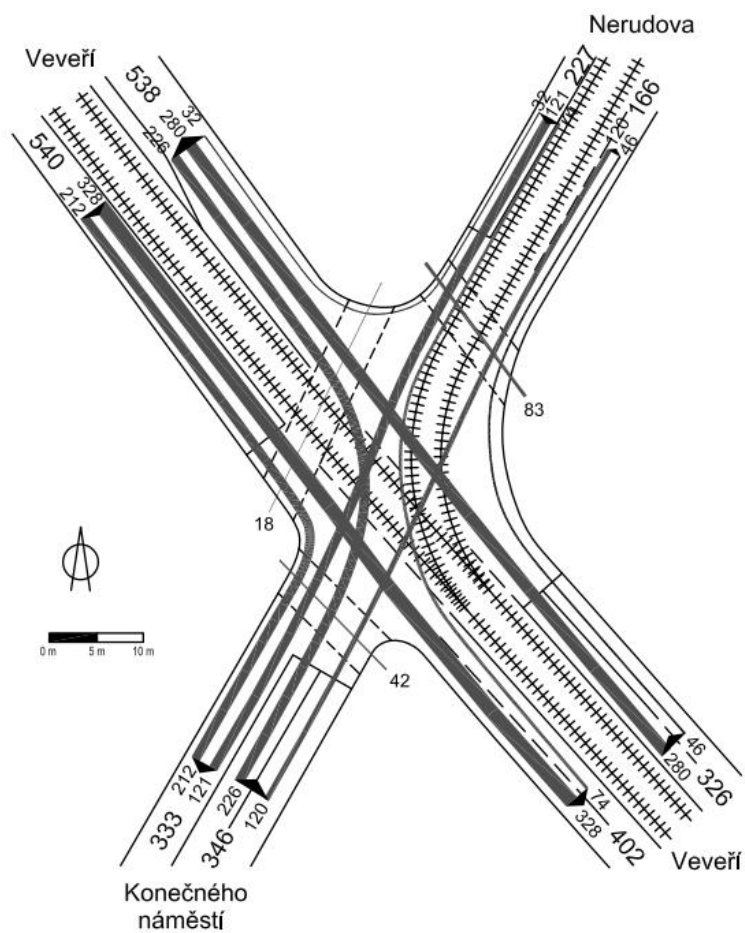
Obr. 25 Pentlogram Úvoz x Žižkova (E)



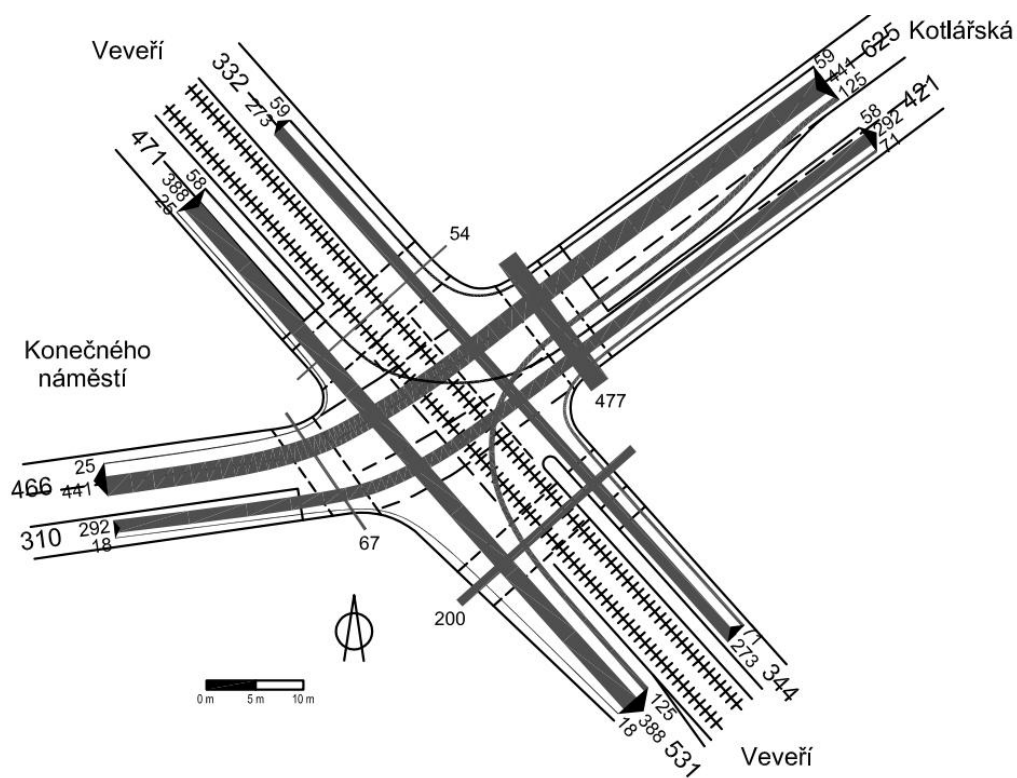
Obr. 26 Pentlogram Veverí x Žerotínovo náměstí (F)



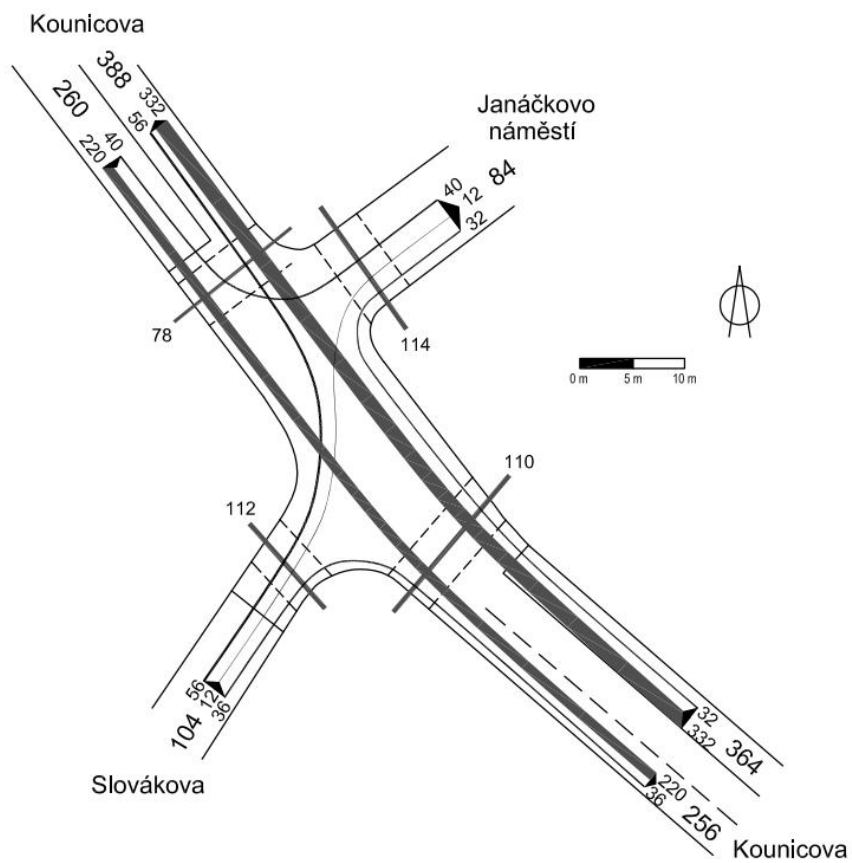
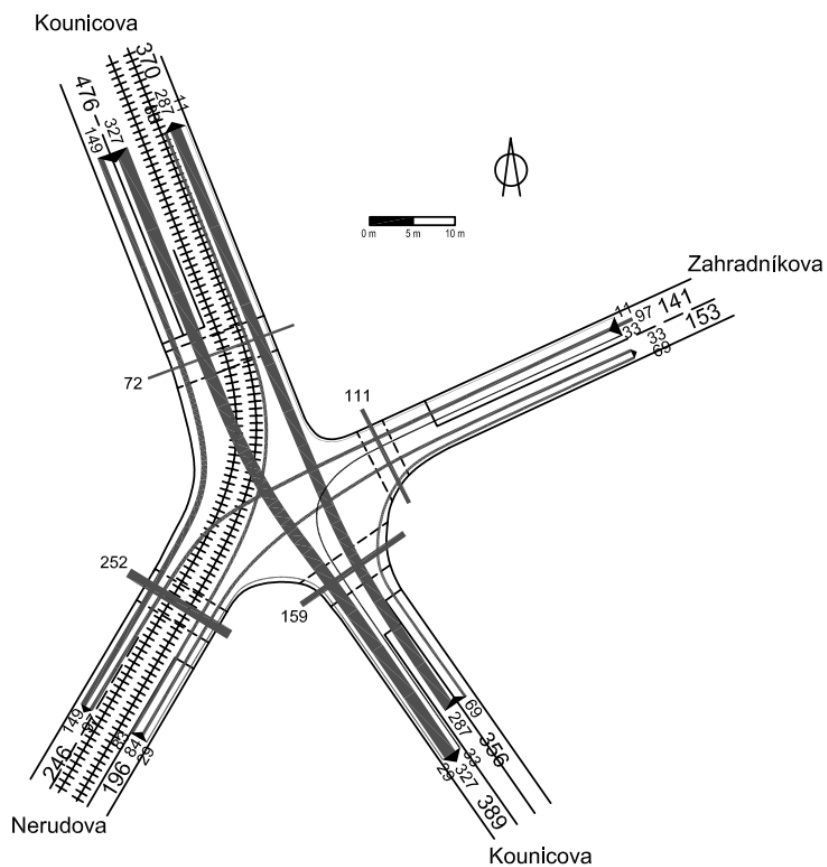
Obr. 27 Pentlogram Kounicova x Moravské náměstí (G)



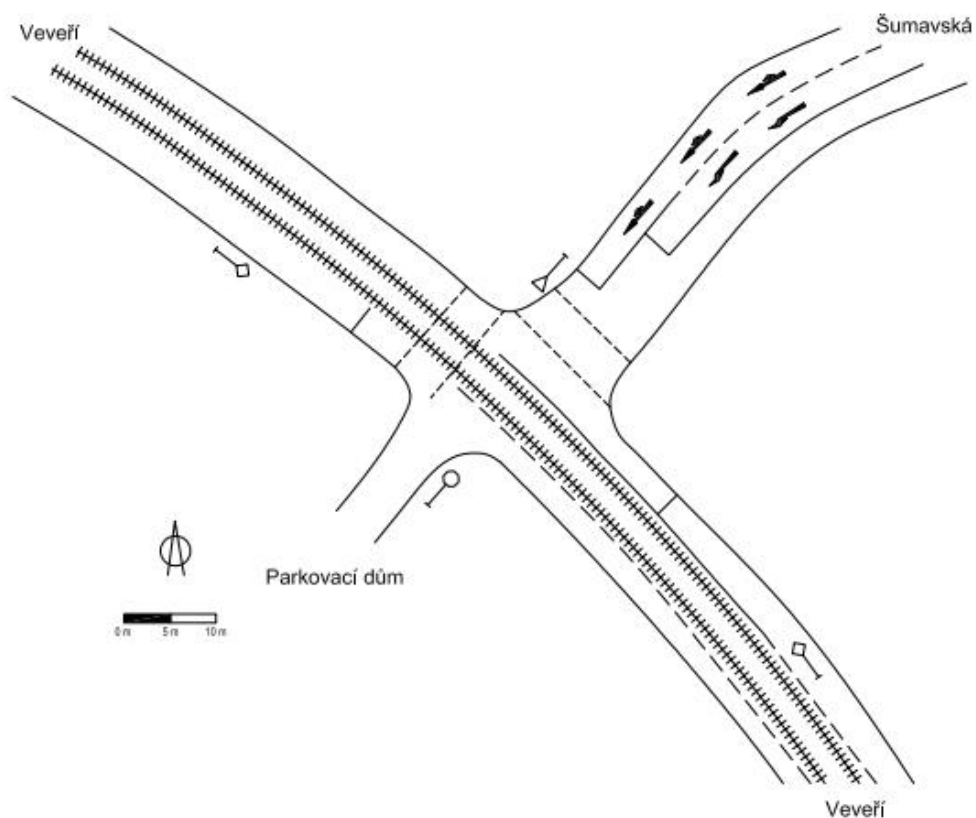
Obr. 28 Pentlogram Veveří x Nerudova (H)



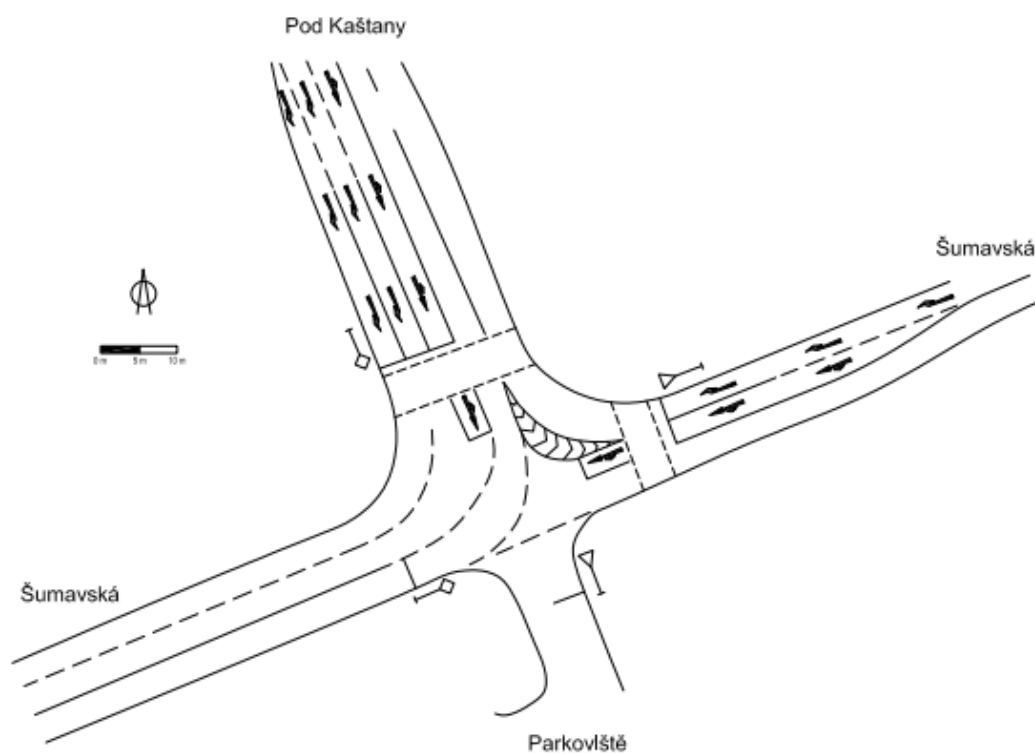
Obr. 29 Pentlogram Kotlářská x Veveří (I)



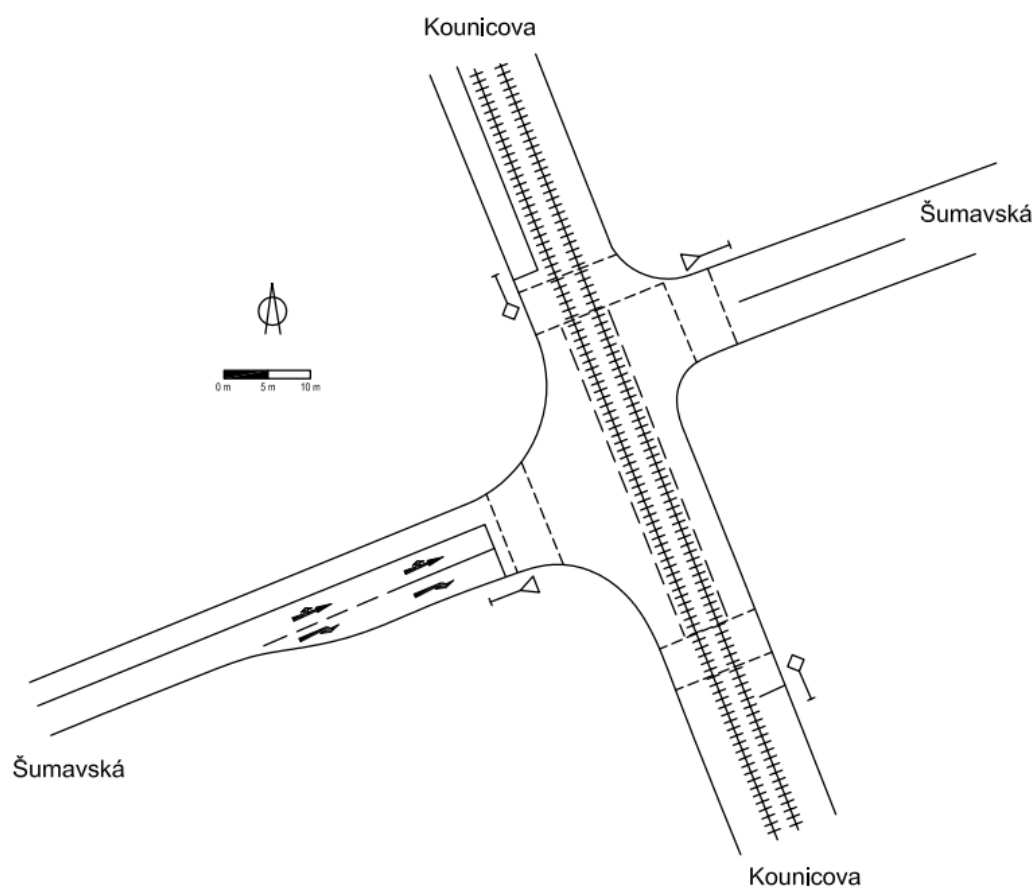
8.2 SITUAČNÍ PLÁNY KŘIŽOVATEK



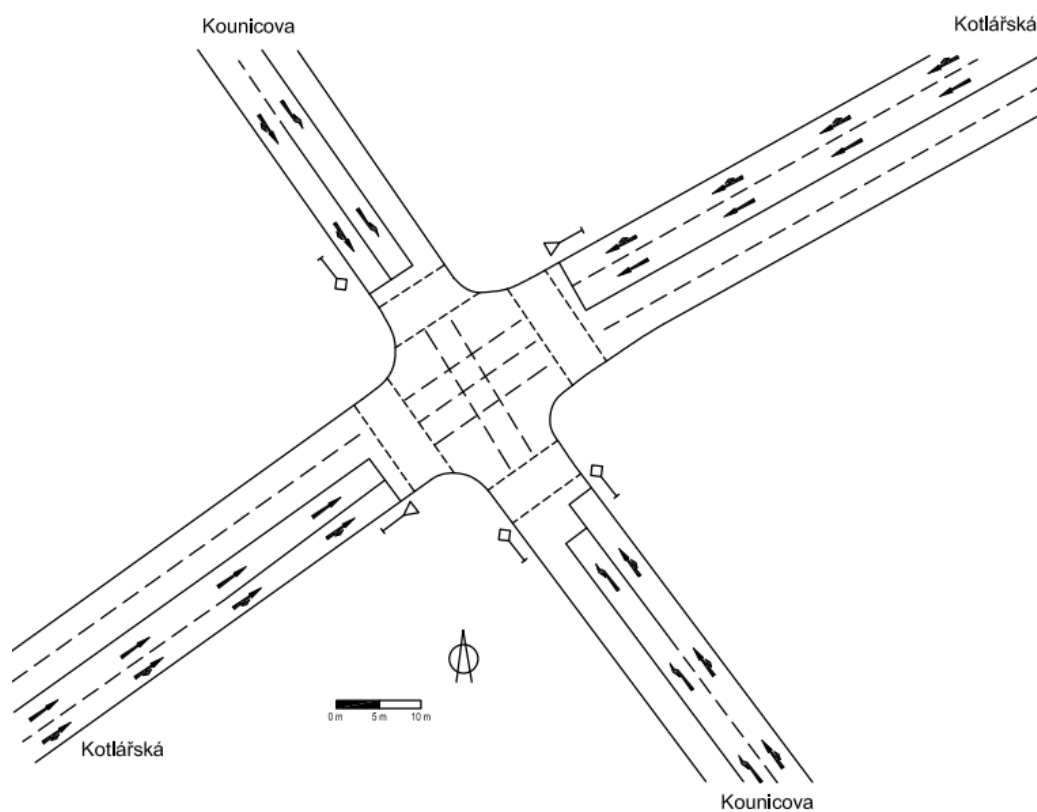
Obr. 32 Situační plán křižovatky Věveří x Šumavská (A)



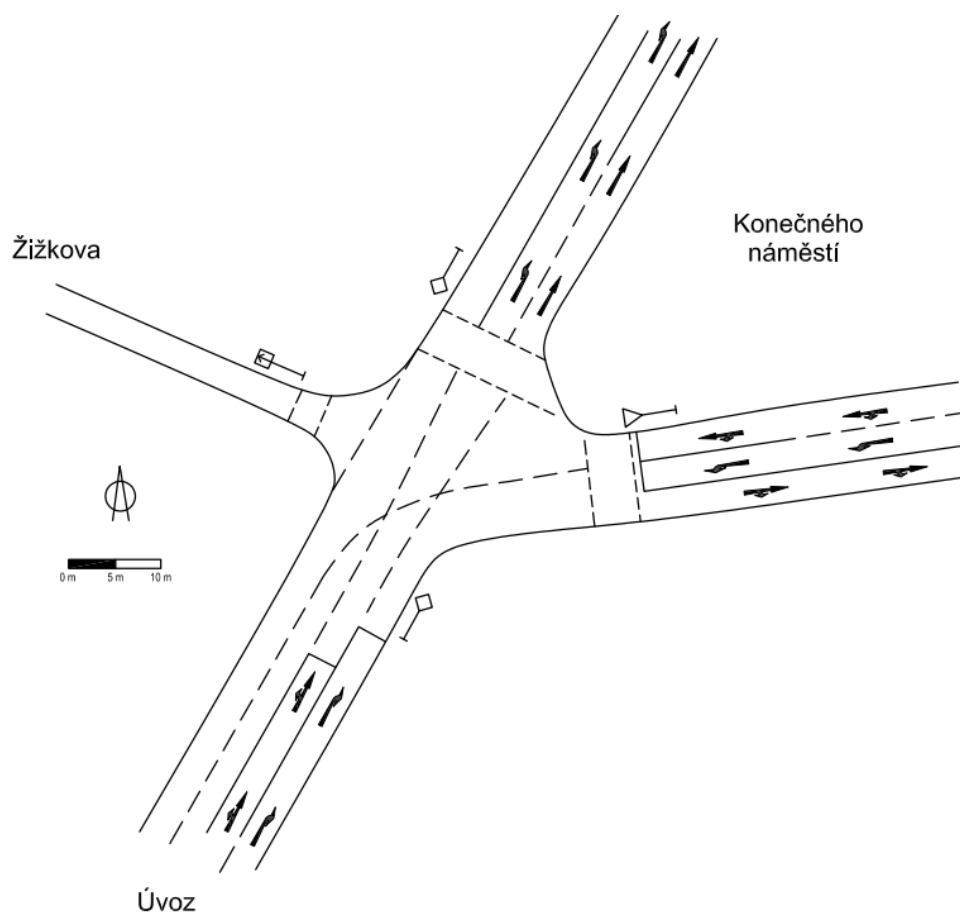
Obr. 33 Situační plán křižovatky Věveří x Pod Kaštany (B)



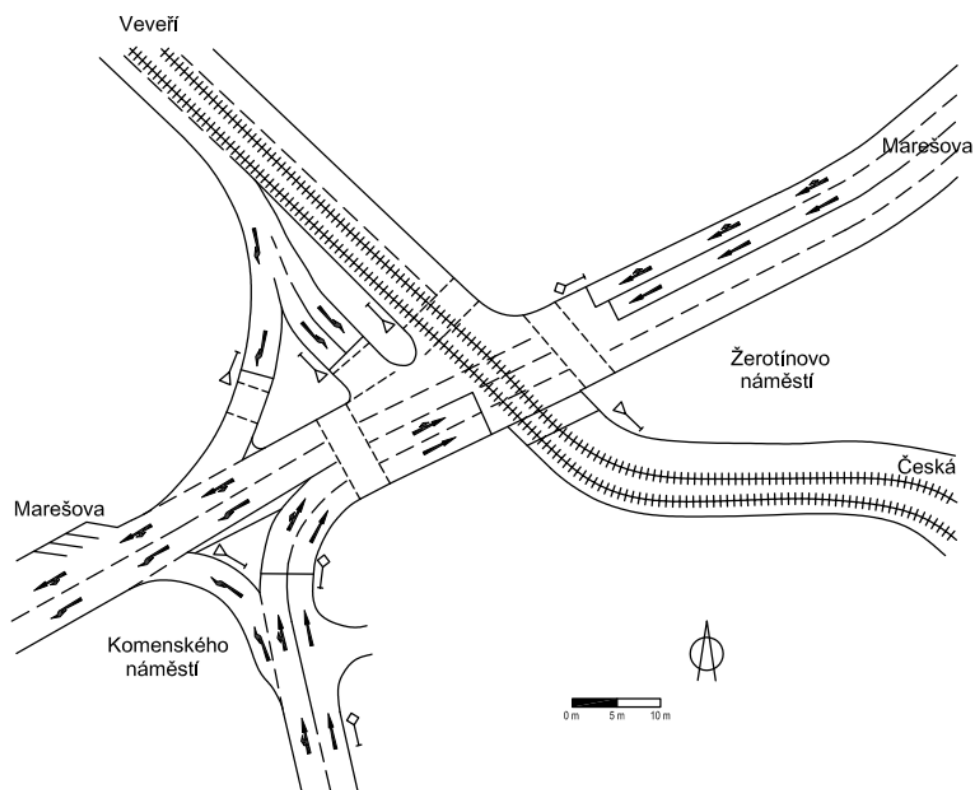
Obr. 34 Situační plán křižovatky Kounicova x Pod Kaštany (C)



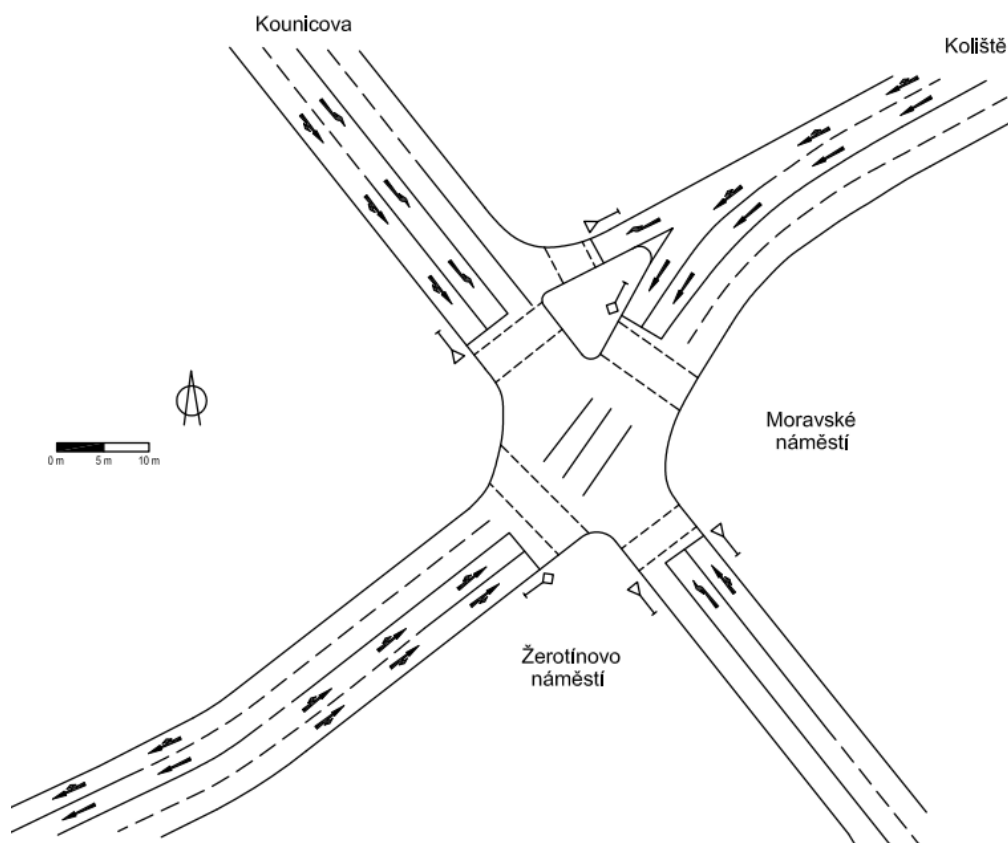
Obr. 35 Situační plán křižovatky Kotlářská x Kounicova (D)



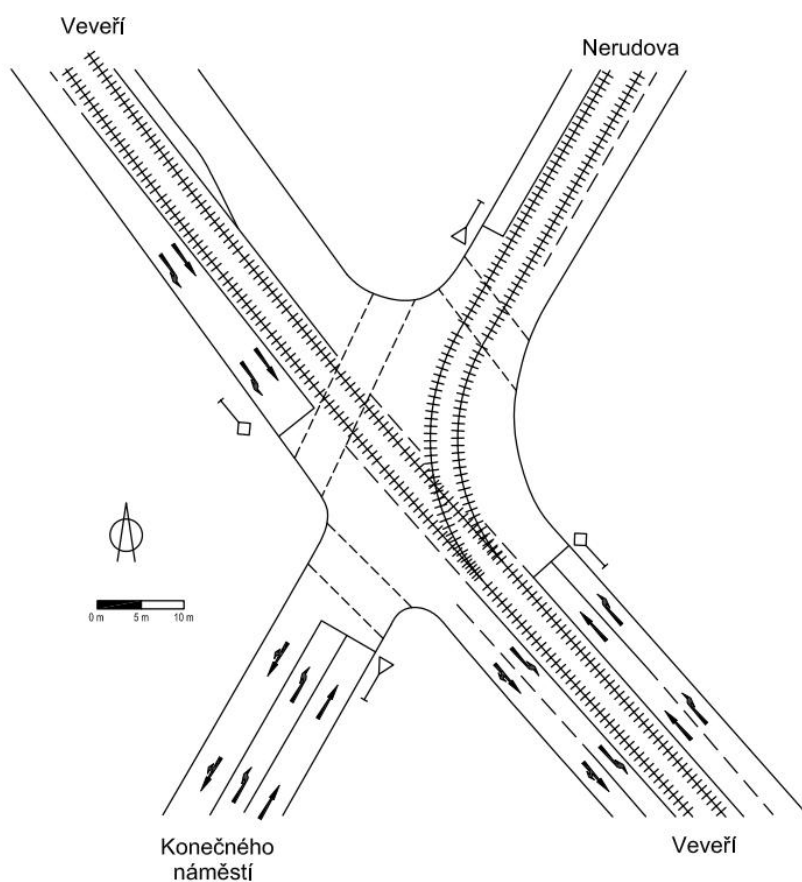
Obr. 36 Situační plán křižovatky Úvoz x Žižkova (E)



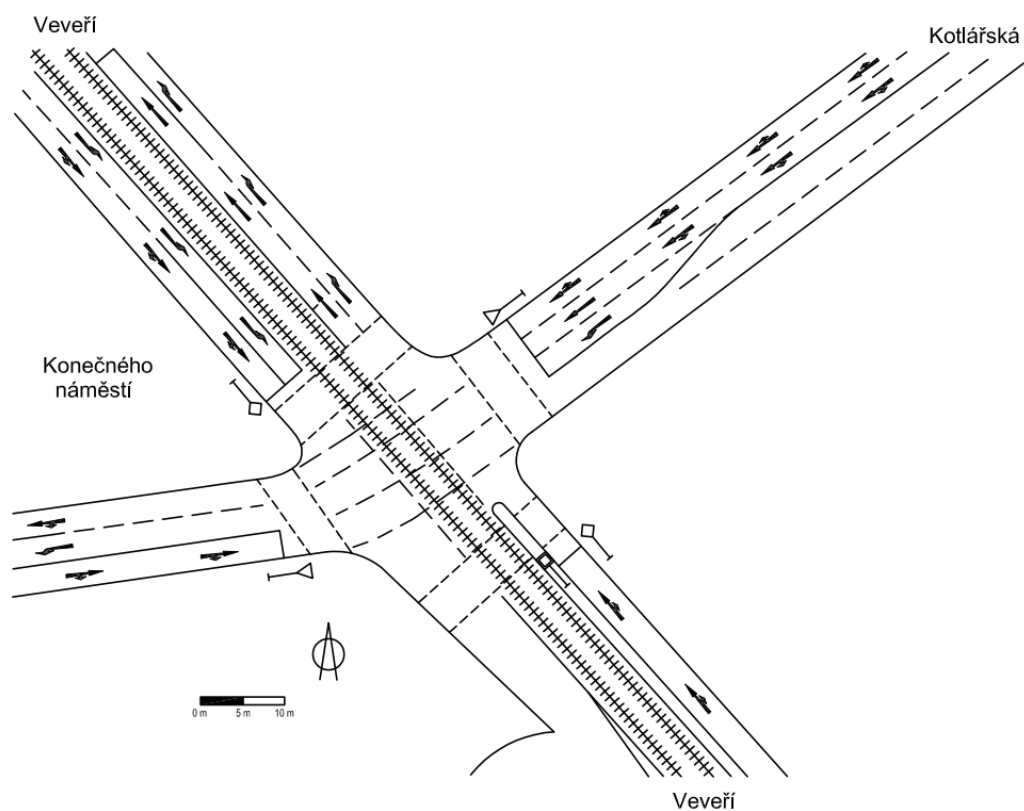
Obr. 37 Situační plán křižovatky Veverí x Žerotínovo náměstí (F)



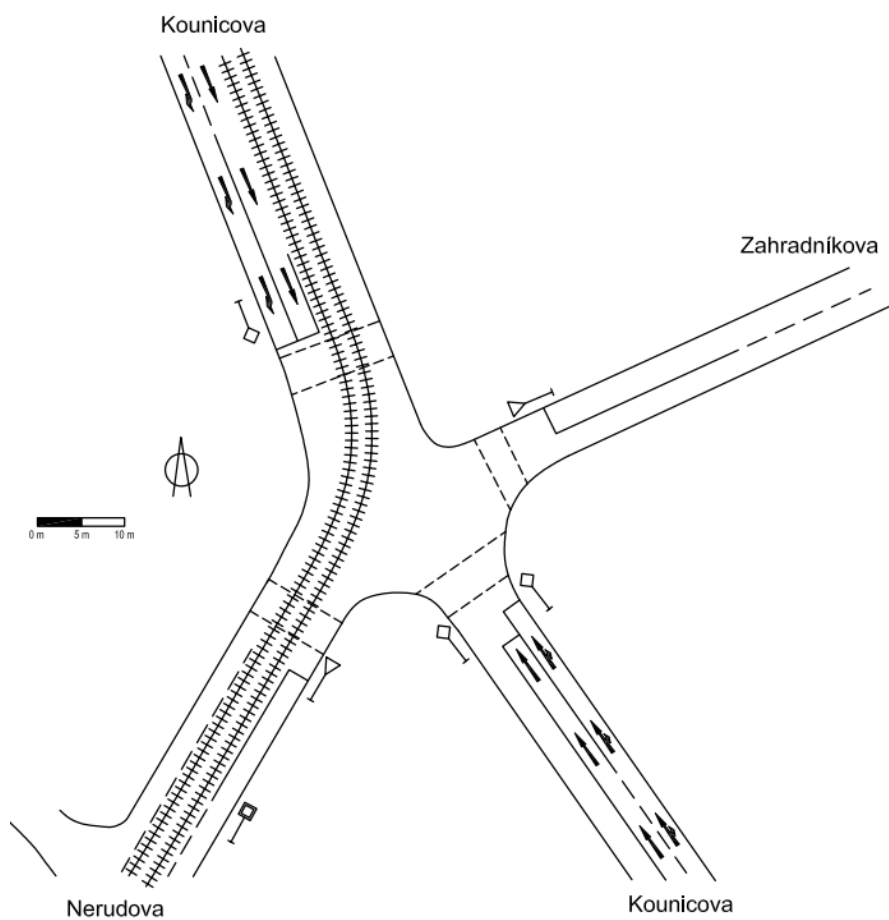
Obr. 38 Situační plán křižovatky Kounicova x Moravské náměstí (G)



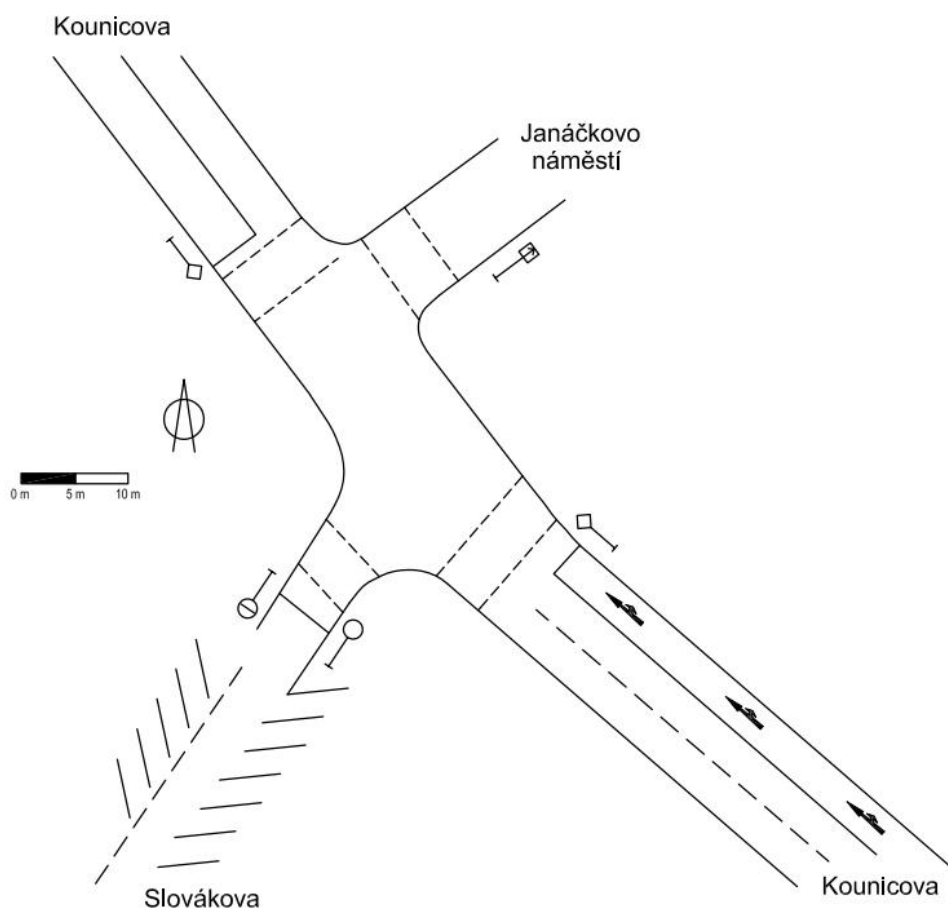
Obr. 39 Situační plán křižovatky Veveří x Nerudova (H)



Obr. 40 Situační plán křižovatky Kotlářská x Veveří (I)



Obr. 41 Situační plán křižovatky Nerudova x Kounicova (I)



Obr. 42 Situační plán křižovatky Kounicova x Slovákova (K)

8.3 SIGNÁLNÍ PLÁNY A SCHÉMATA POHYBŮ V KŘIŽOVATKÁCH

Pro popis signálních plánů a schémat pohybu v křižovatkách byl použit následující systém značení.

První písmeno znamená druh vozidla : V - auto

T - tramvaj

P - chodec

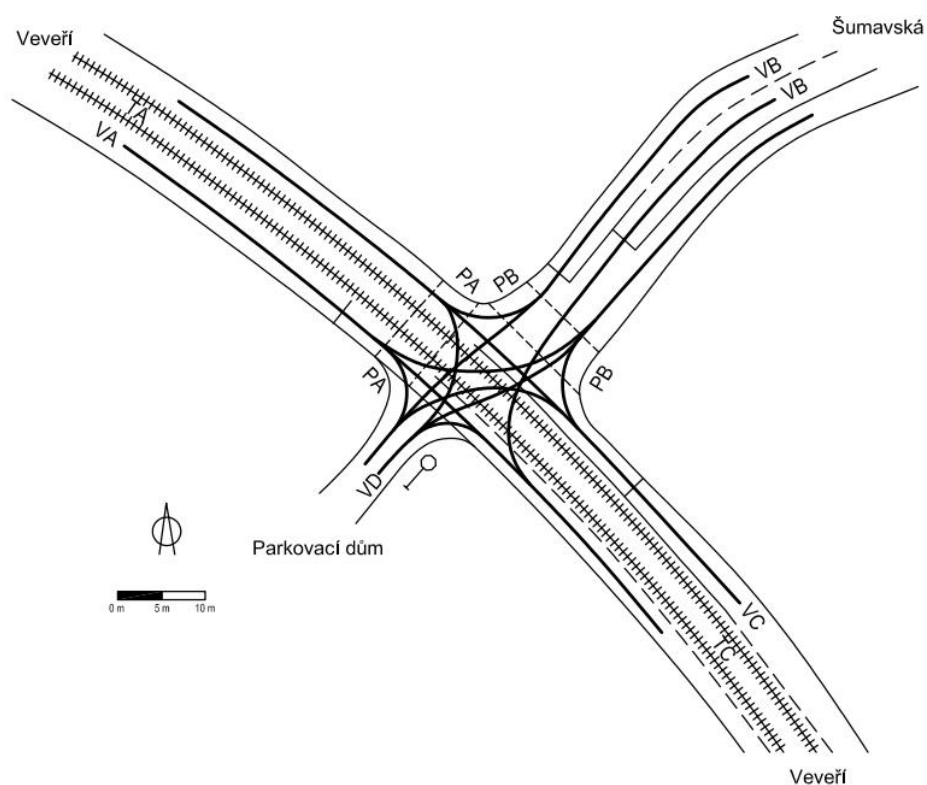
S - zelená šipka vpravo

Druhé písmeno je paprsek křižovatky. Označení začíná ze severu "A" a dále "B", "C", "D" atd. ve směru hodinových ručiček.

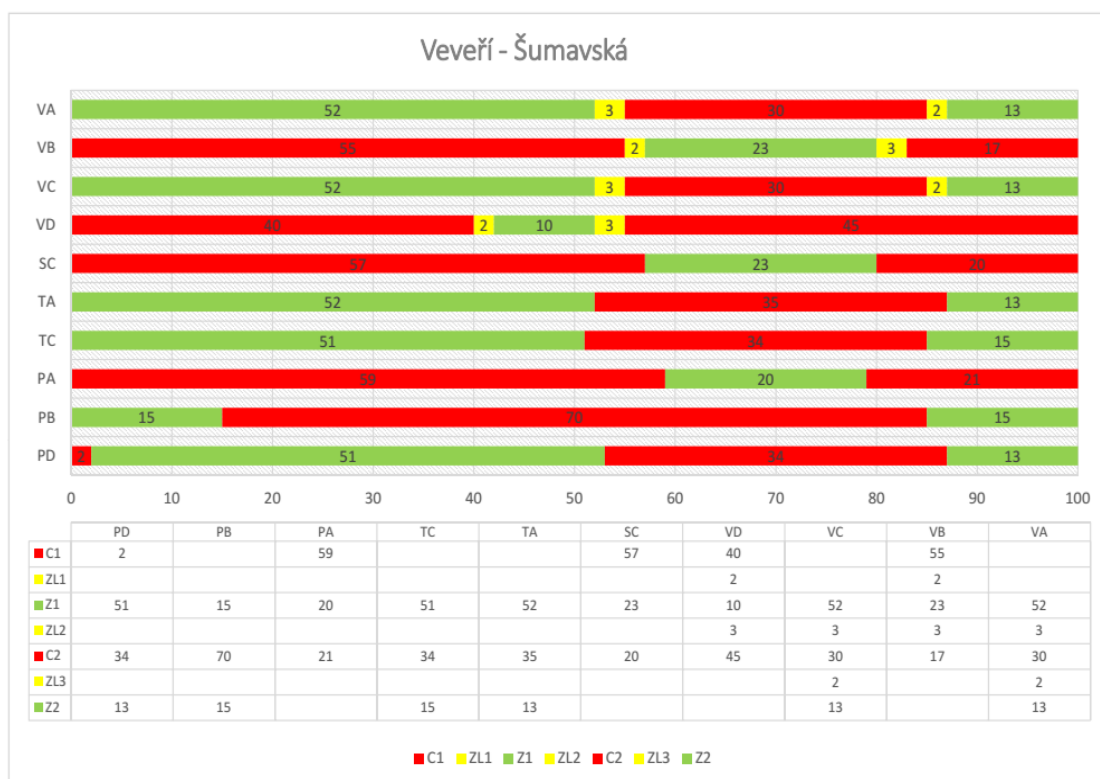
Přechody se označují písmenem dle silnice, kterou protínají.

Hodnoty na vodorovné ose signálních plánů jsou v sekundách. Délka cyklu je 100 s.

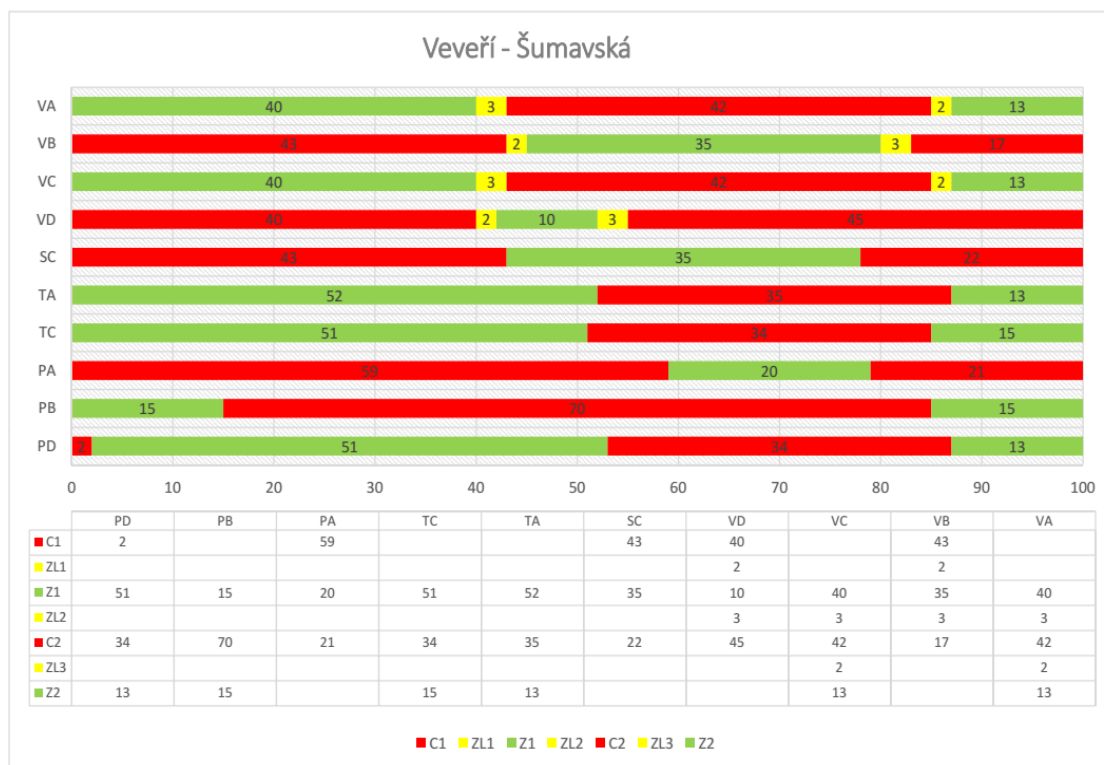
8.3.1 A - VEVEŘÍ x ŠUMAVSKÁ



Obr. 43 Schéma pohybů v křižovatce A - Veverí x Šumavská pro všechny varianty

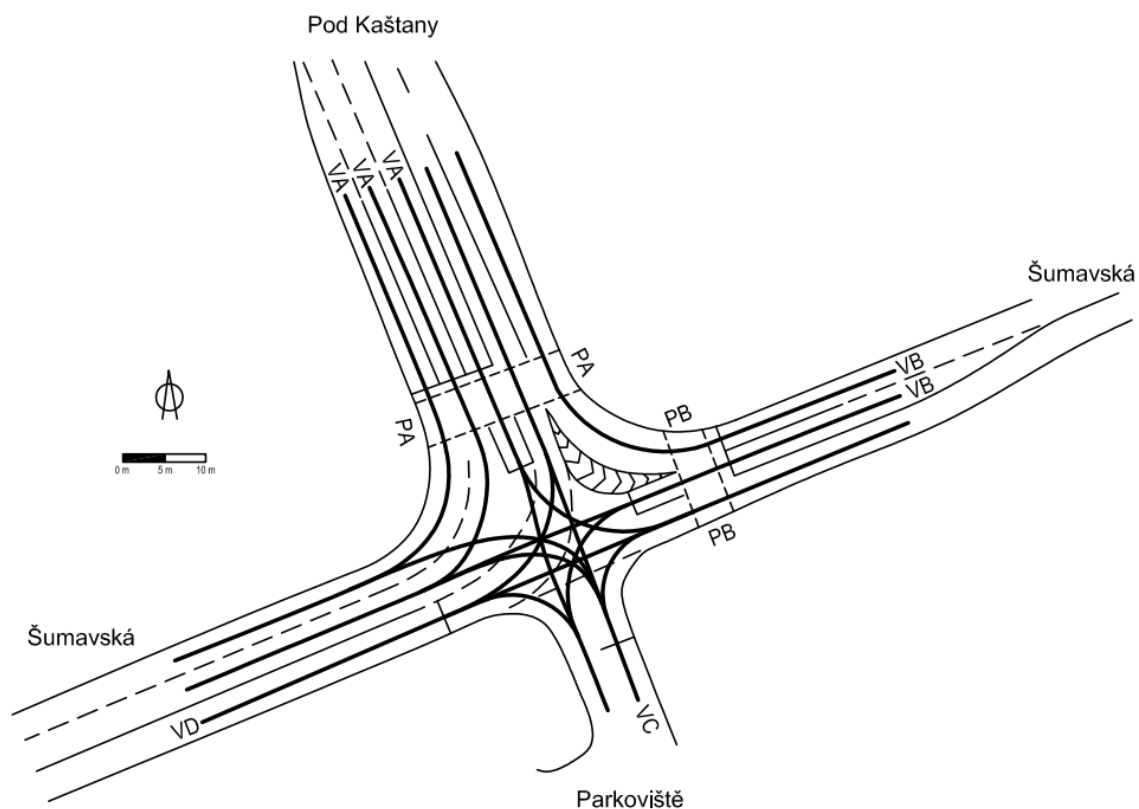


Obr. 44 Signální plán křižovatky A - Veverí x Šumavská pro varianty 0, 1, 2

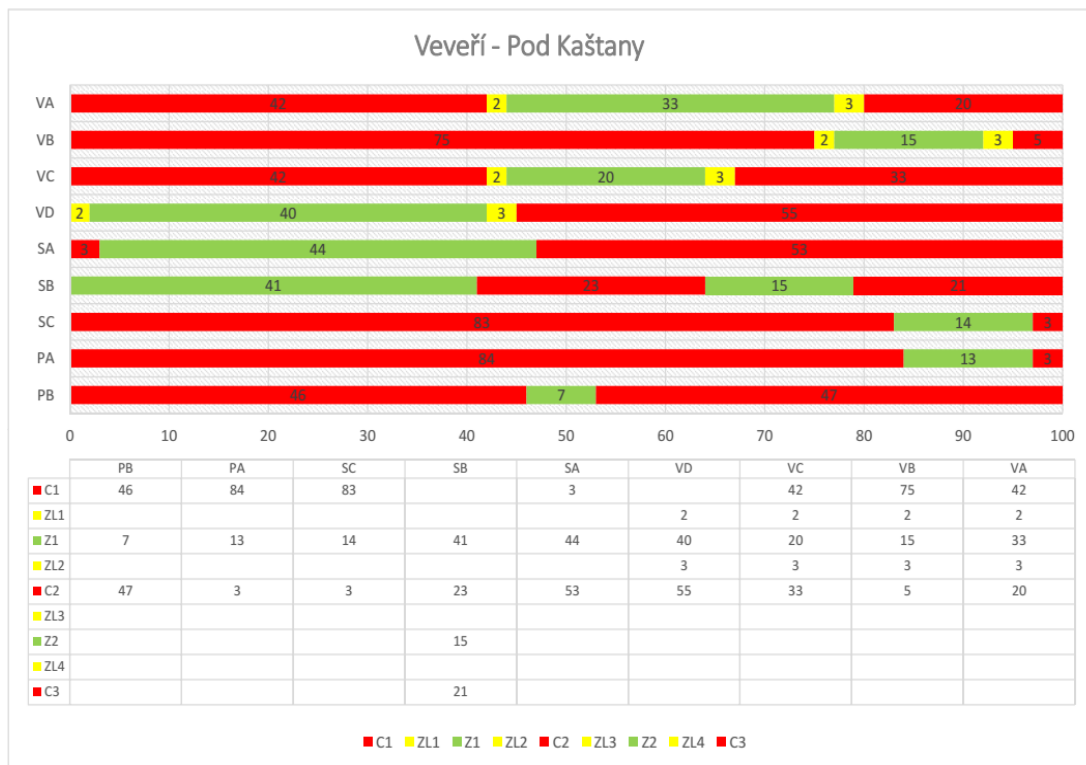


Obr. 45 Signální plán křižovatky A - Veverí x Šumavská pro variantu 3

8.3.2 B - VEVEŘÍ x POD KAŠTANY

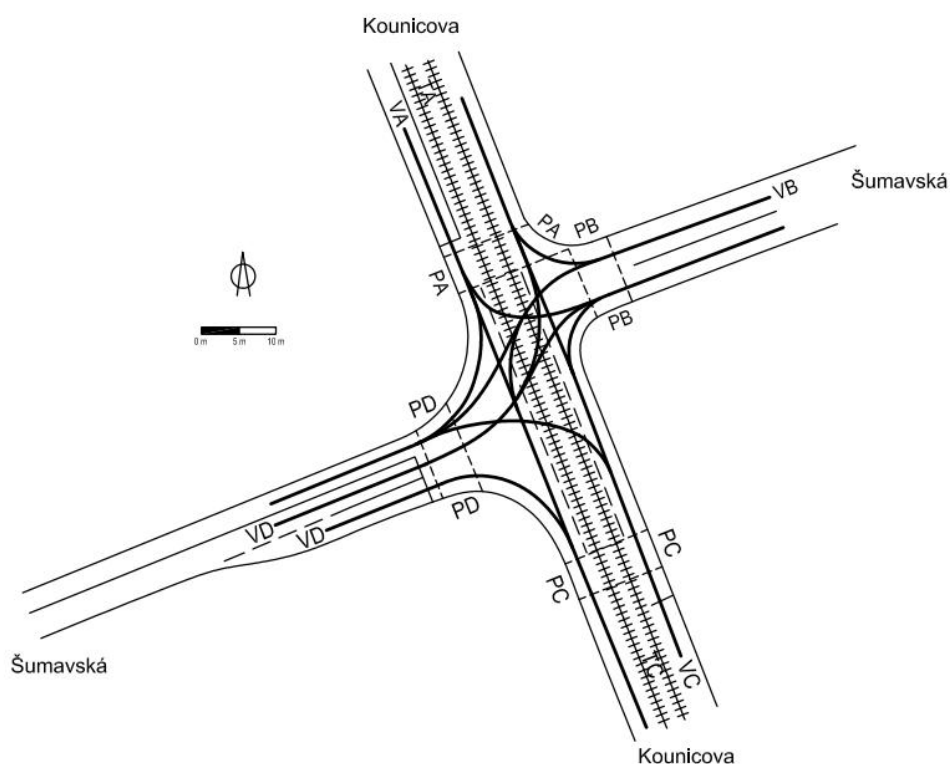


Obr. 46 Schéma pohybů v křižovatce B - Veverí x Pod Kaštany pro všechny varianty

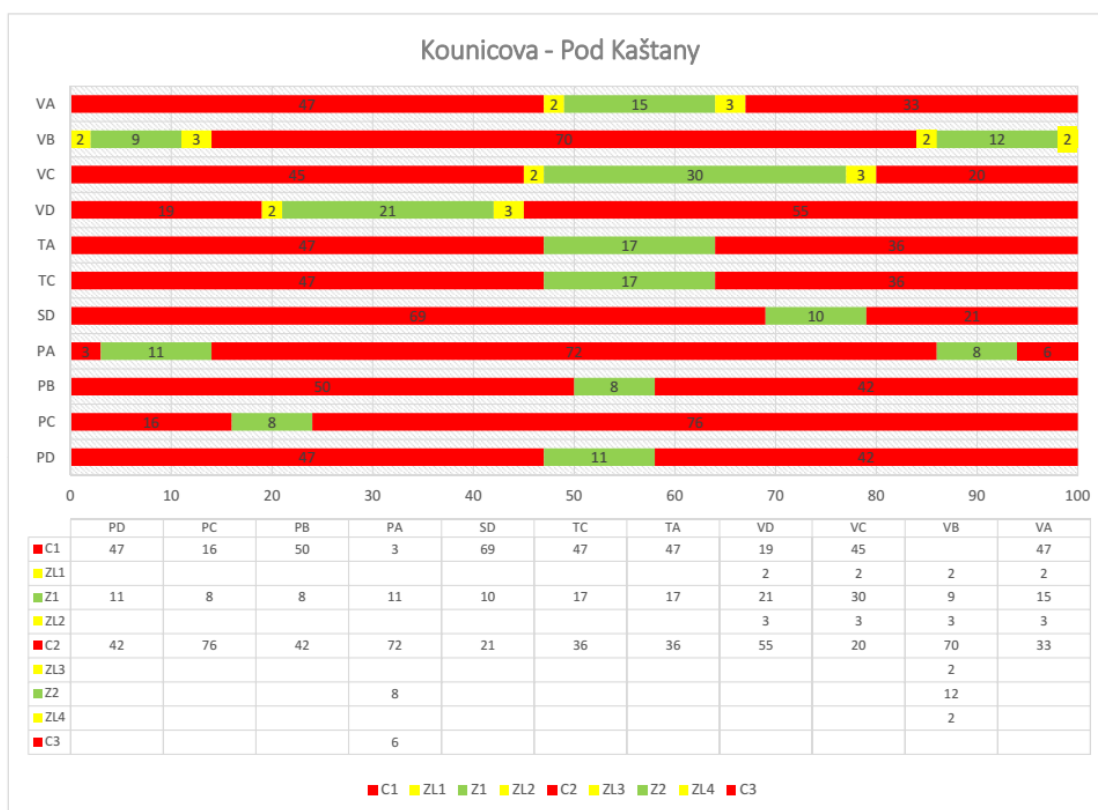


Obr. 47 Signální plán křižovatky B - Veverí x Pod Kaštany pro všechny varianty

8.3.3 C - KOUNICOVA x POD KAŠTANY

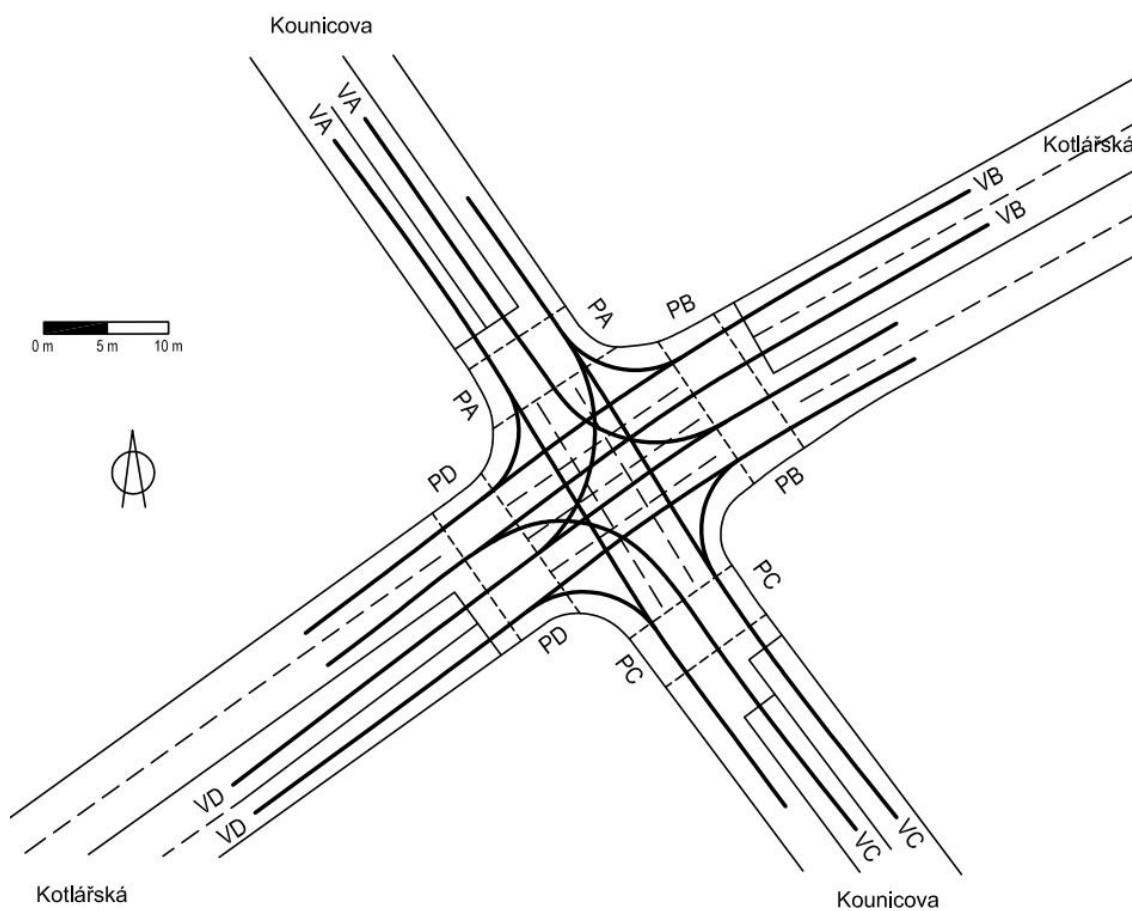


Obr. 48 Schéma pohybů v křižovatce C - Kounicova x Pod Kaštany pro všechny varianty

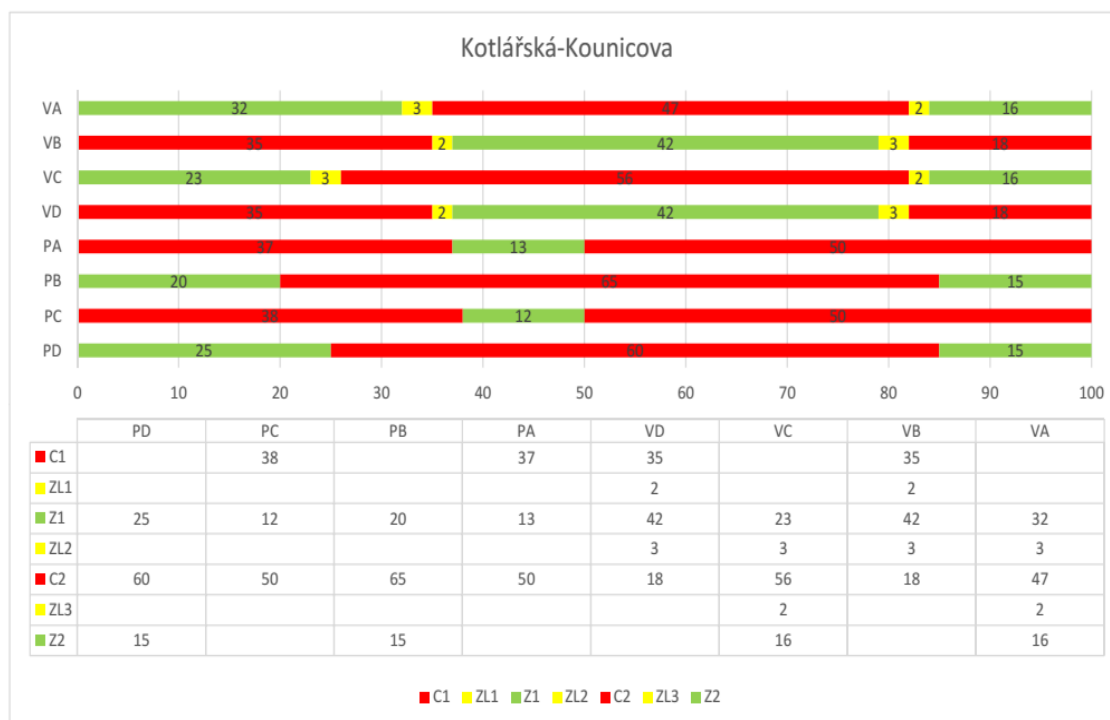


Obr. 49 Signální plán křižovatky C - Kounicova x Pod Kaštany pro všechny varianty

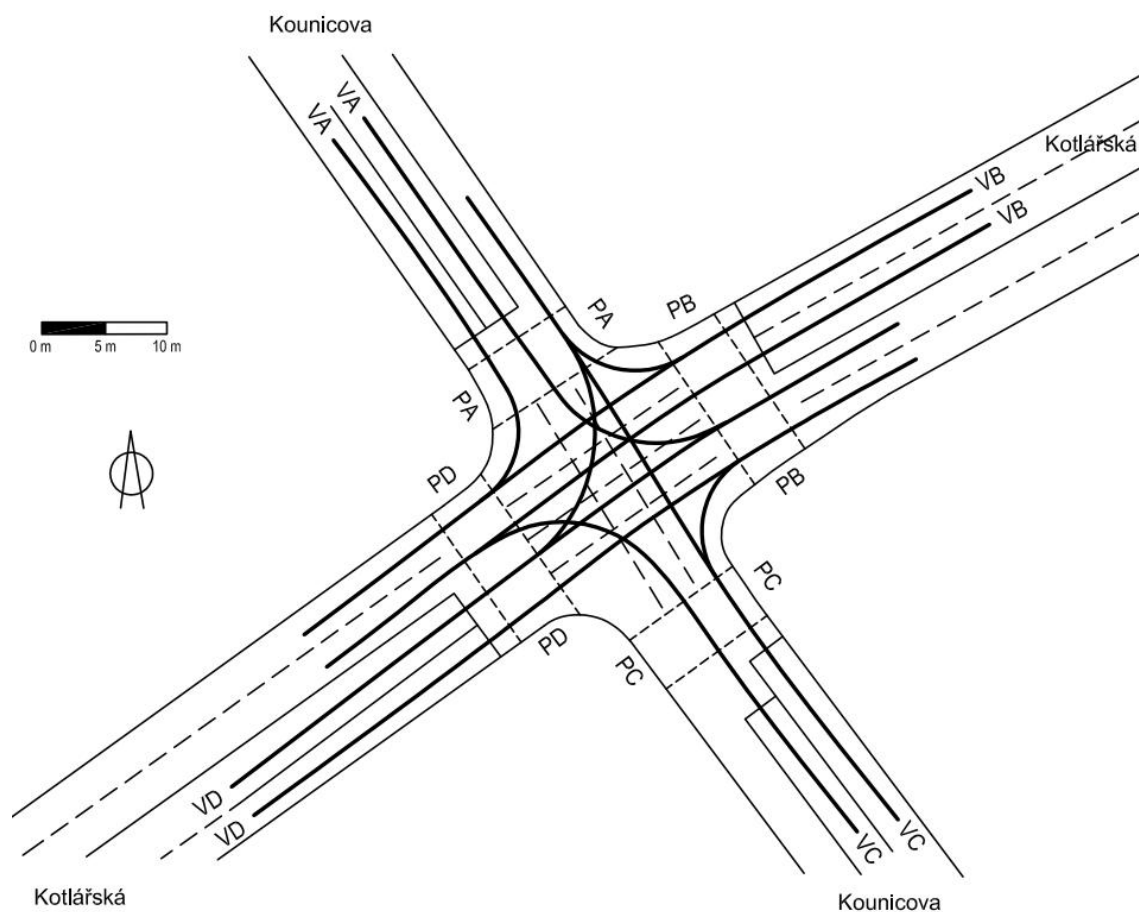
8.3.4 D - KOTLÁŘSKÁ x KOUNICOVA



Obr. 50 Schéma pohybů v křižovatce D - Kotlářská x Kounicova pro varianty 0, 1, 2

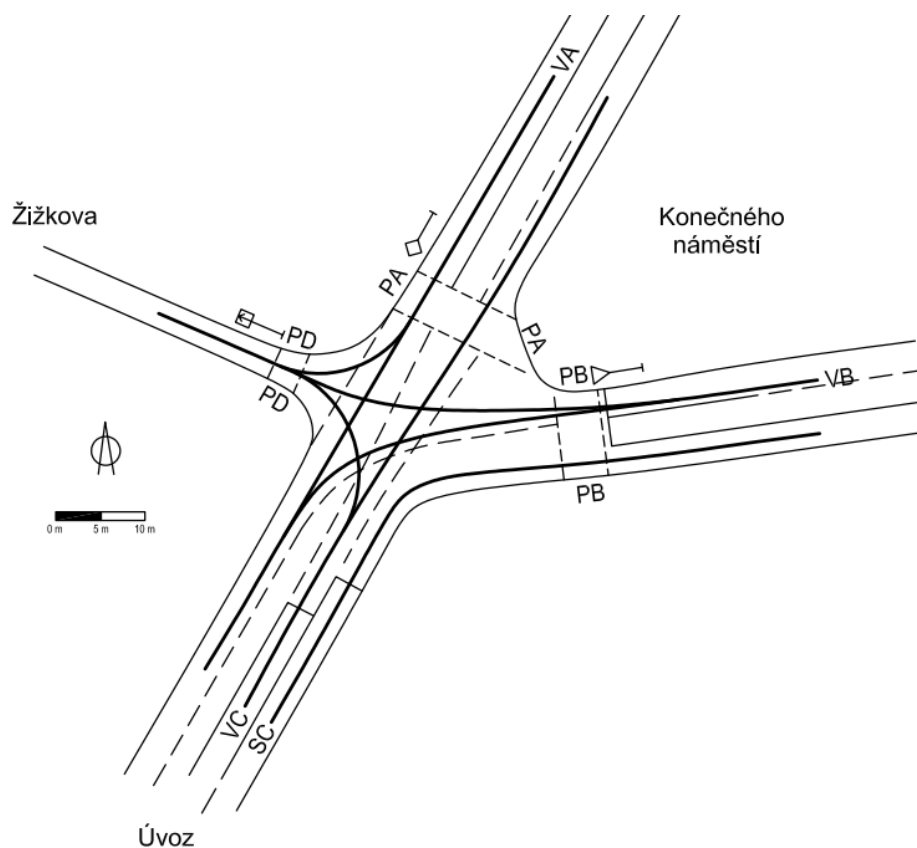


Obr. 51 Signální plán křižovatky D - Kotlářská x Kounicova pro varianty 0, 1, 2

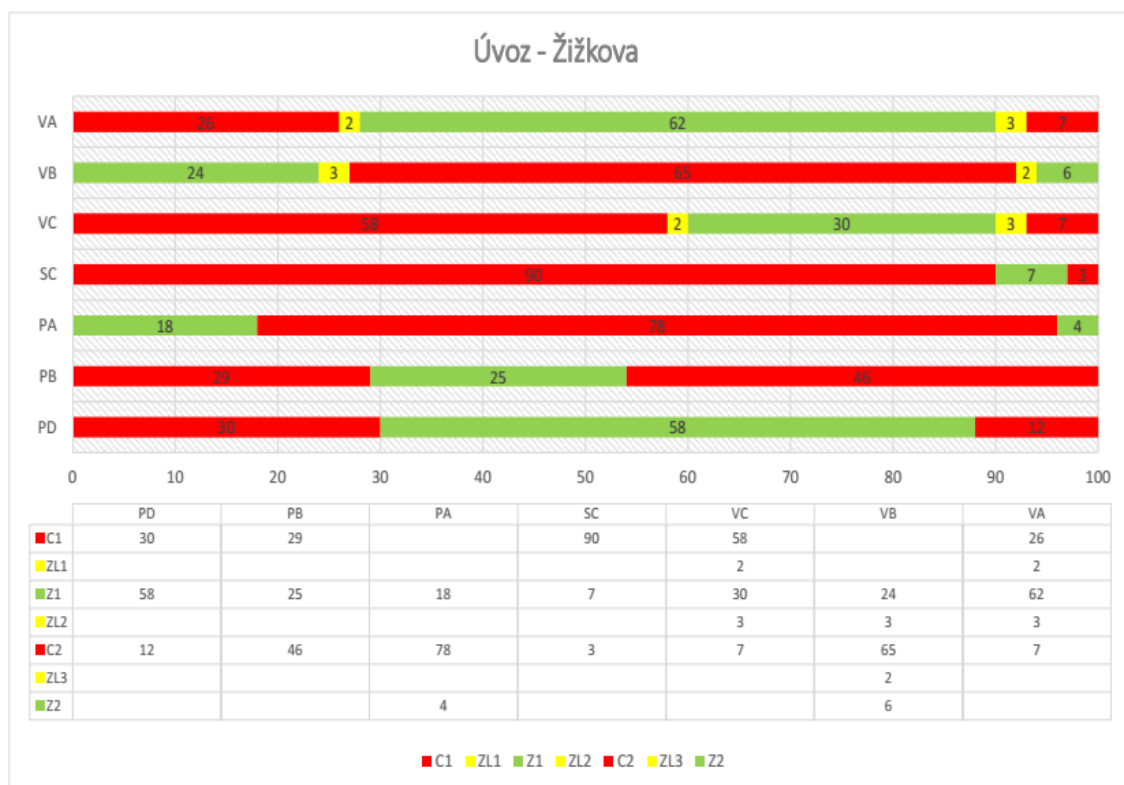


Obr. 52 Schéma pohybů v křižovatce D - Kotlářská x Kounicova pro variantu 3

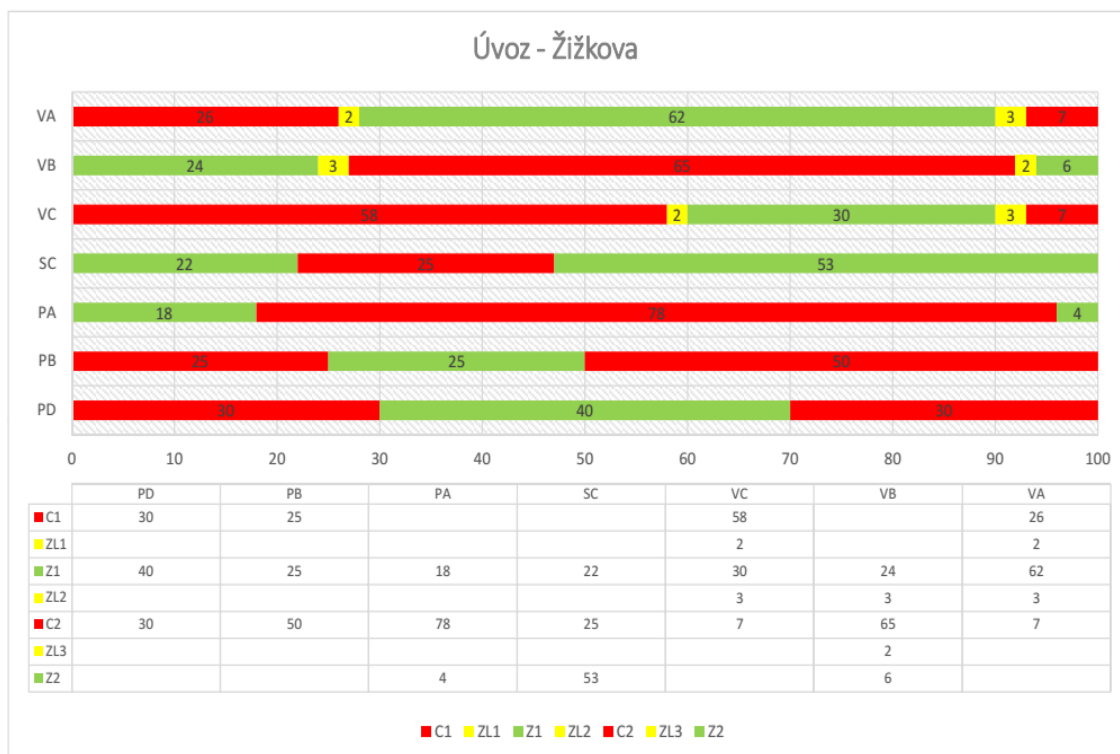
8.3.5 E - ÚVOZ x ŽIŽKOVA



Obr. 53 Schéma pohybů v křižovatce E - Úvoz x Žižkova pro všechny varianty

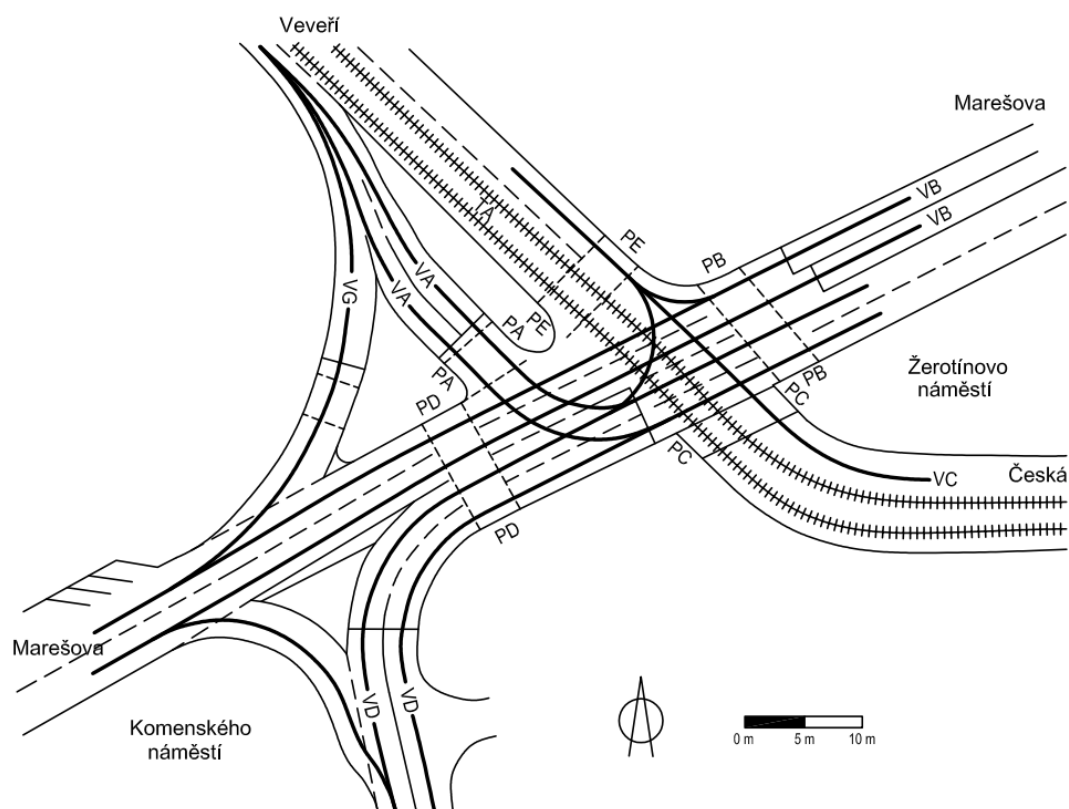


Obr. 54 Signální plán křižovatky E - Úvoz x Žižkova pro variantu 0

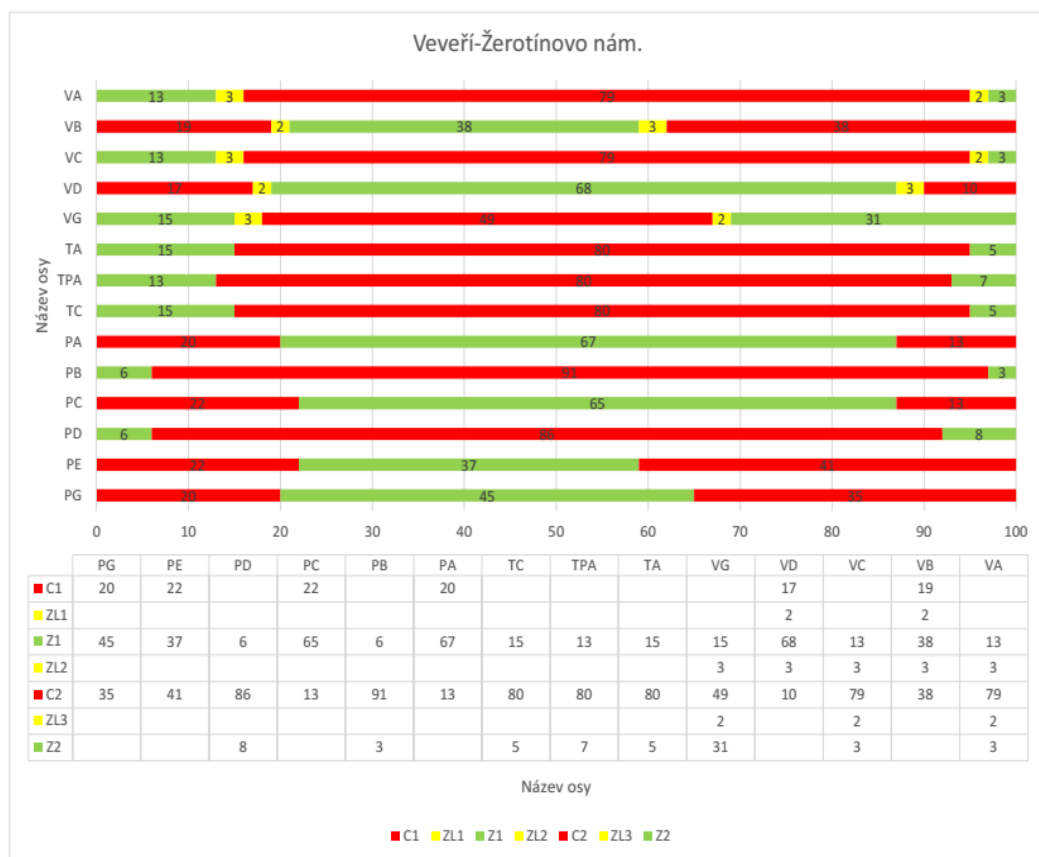


Obr. 55 Signální plán křižovatky E - Úvoz x Žižkova pro varianty 1, 2, 3

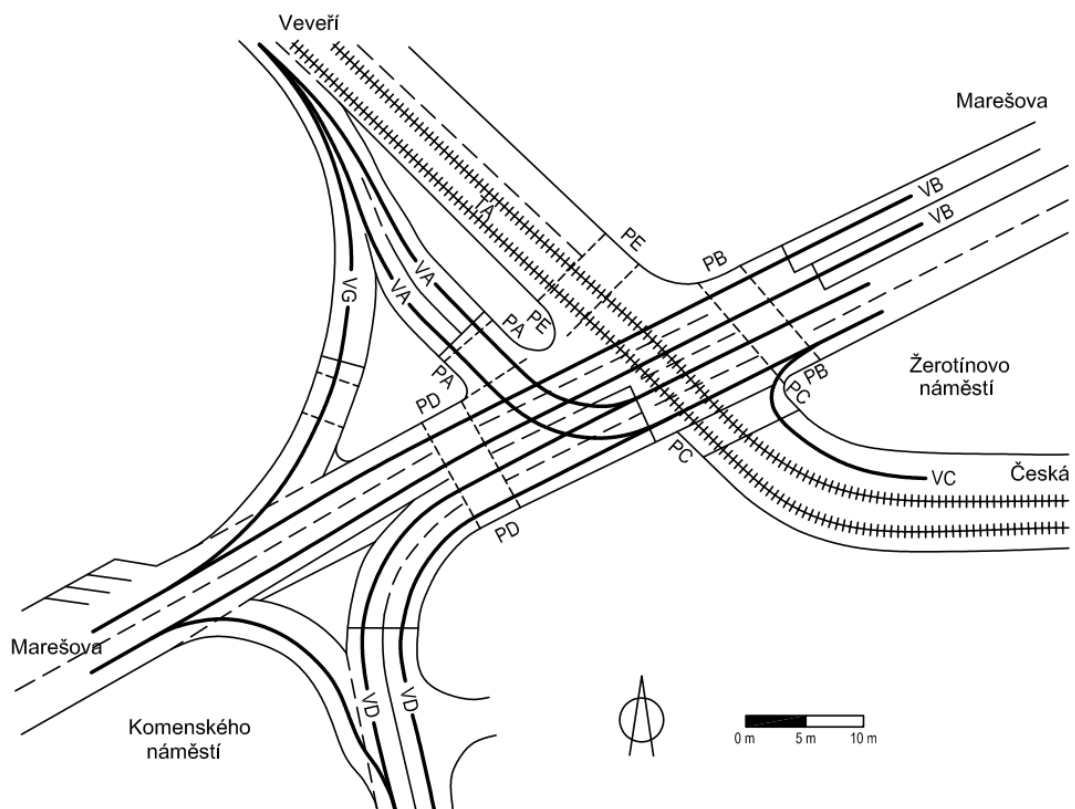
8.3.6 F - VEVERÍ x ŽEROTÍNOVO NÁMĚSTÍ



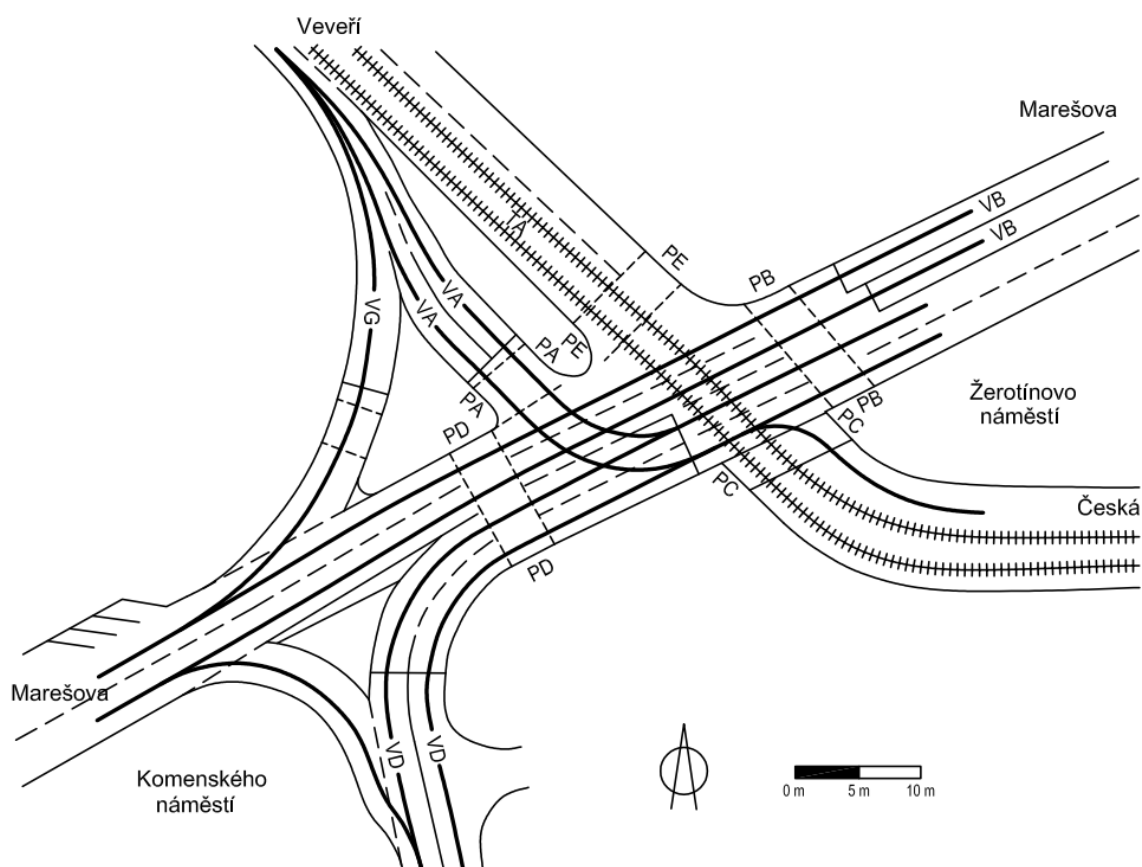
Obr. 56 Schéma pohybů v křižovatce F - Veverí x Žerotínovo náměstí pro varianty 0, 2



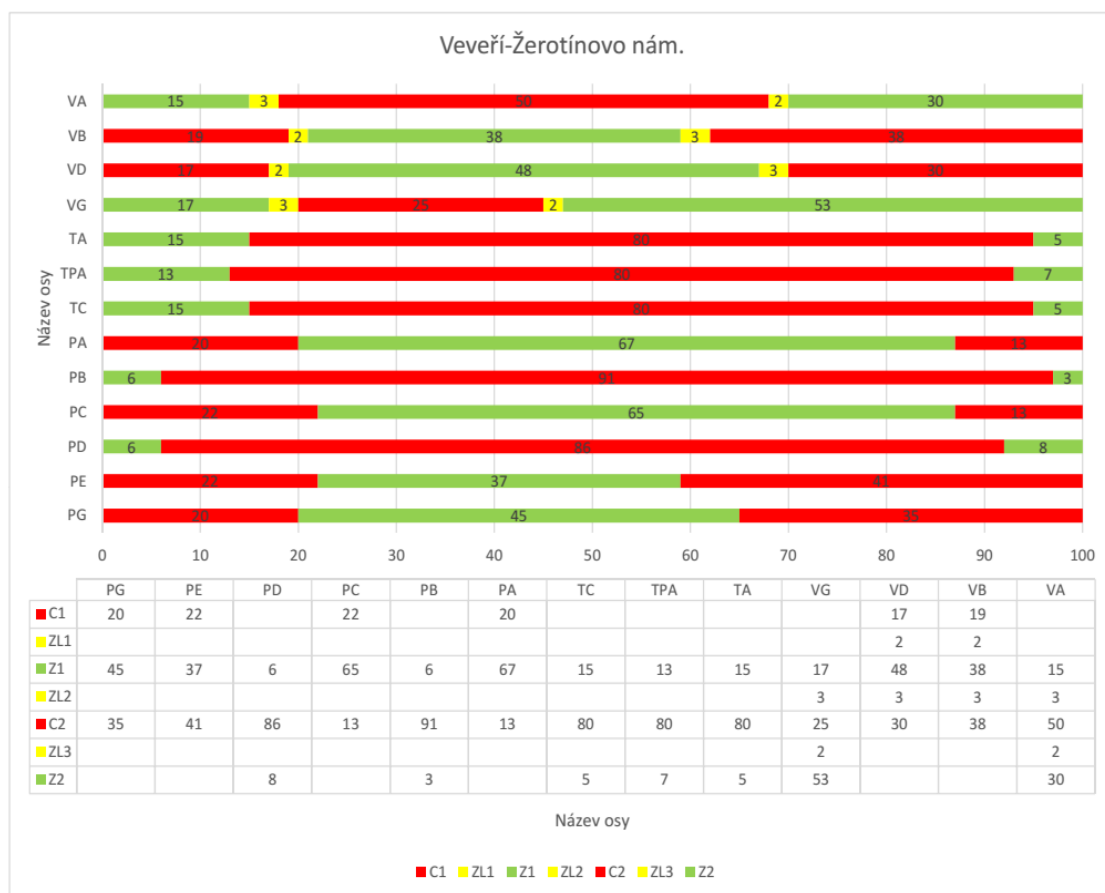
Obr. 57 Signální plán křižovatky F - Veverí x Žerotínovo náměstí pro varianty 0, 2



Obr. 58 Schéma pohybů v křižovatce F - Veverí x Žerotínovo náměstí pro variantu 1

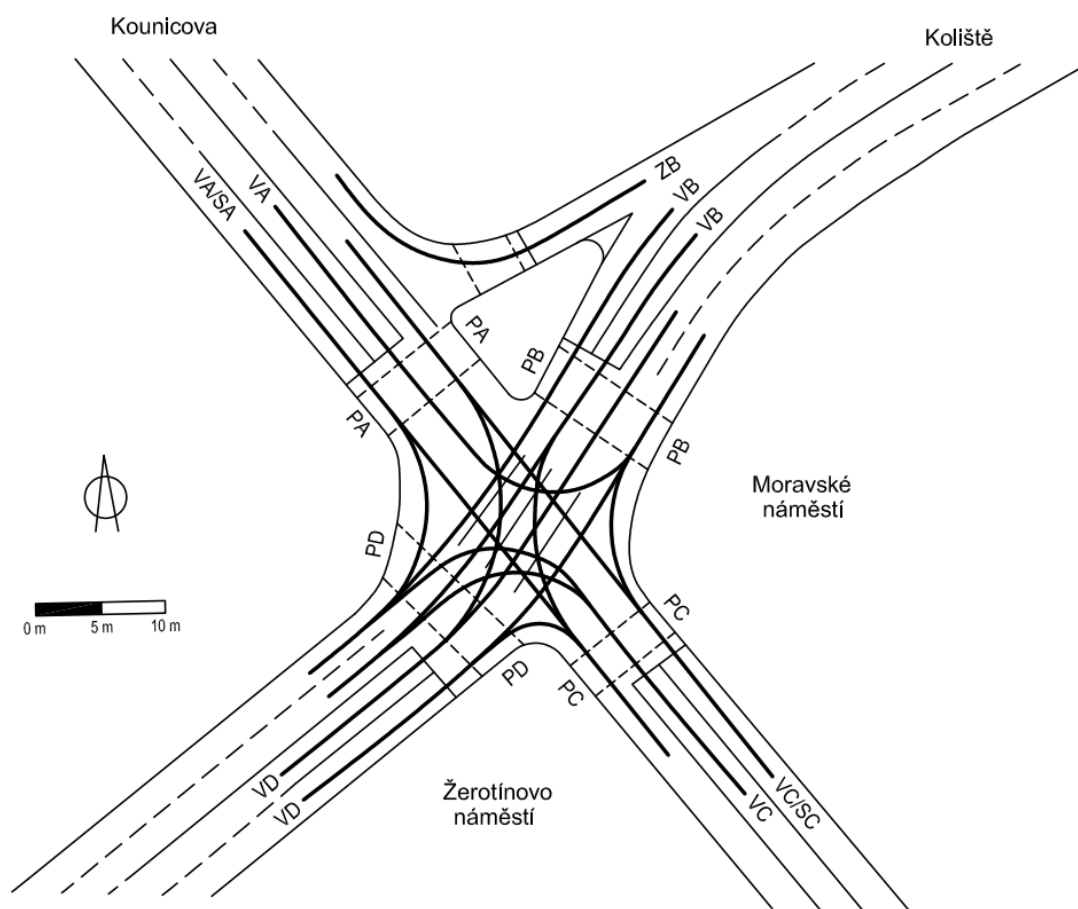


Obr. 59 Schéma pohybů v křižovatce F - Veverí x Žerotínovo náměstí pro variantu 3

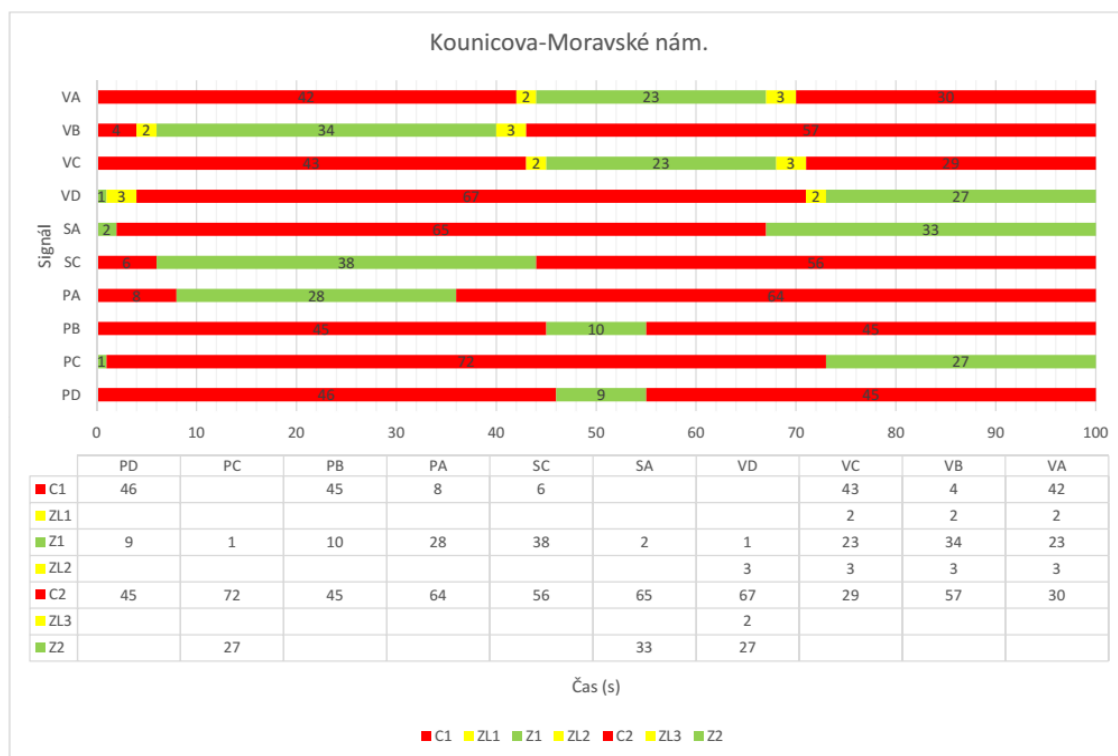


Obr. 60 Signální plán křižovatky F - Veverí x Žerotínovo náměstí pro varianty 1, 3

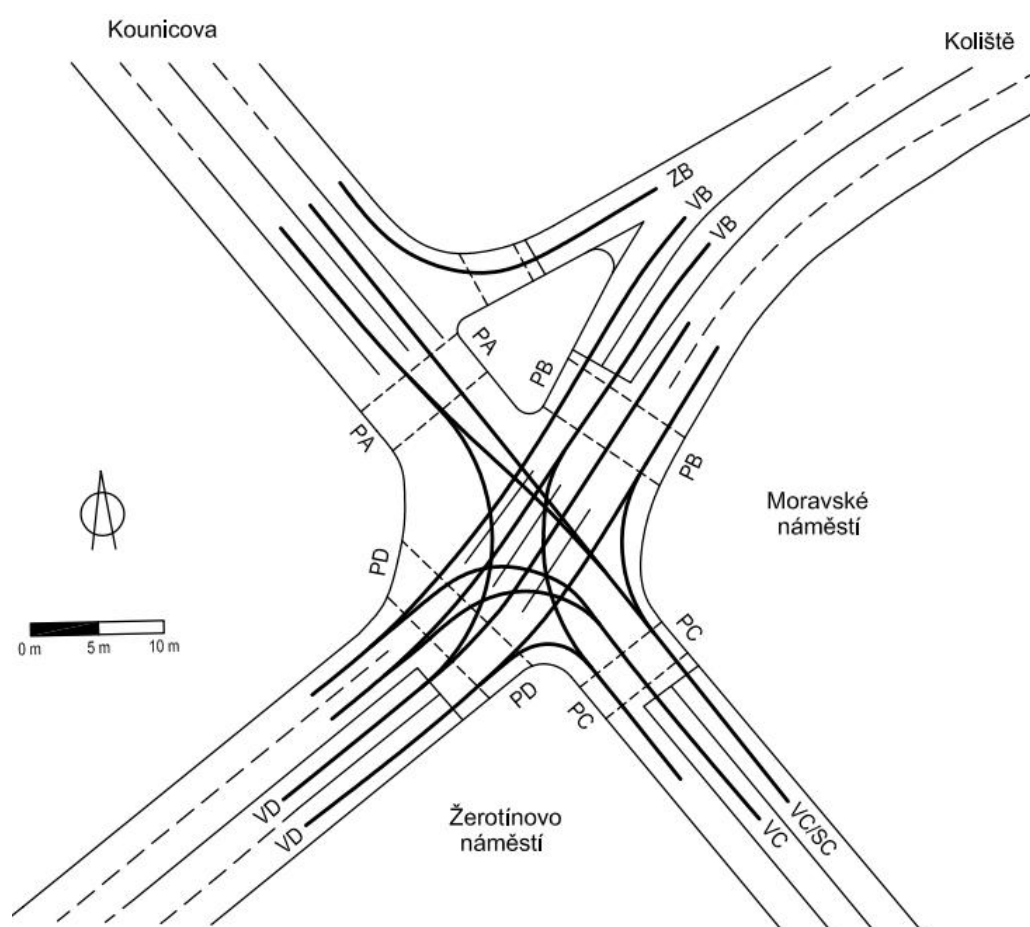
8.3.7 G - KOUNICOVA x MORAVSKÉ NÁMĚSTÍ



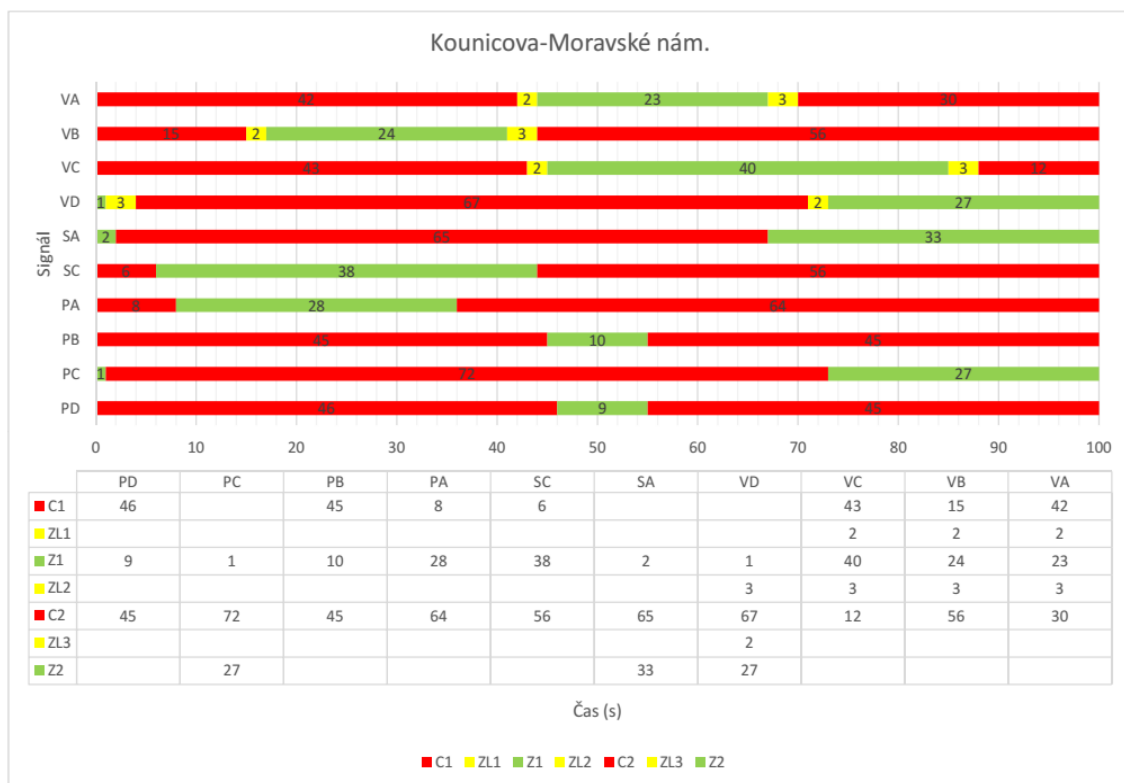
Obr. 61 Schéma pohybů v křižovatce G - Kounicova x Moravské náměstí pro varianty 0, 1, 2



Obr. 62 Signální plán křižovatky G - Kounicova x Moravské náměstí pro varianty 0, 1, 2

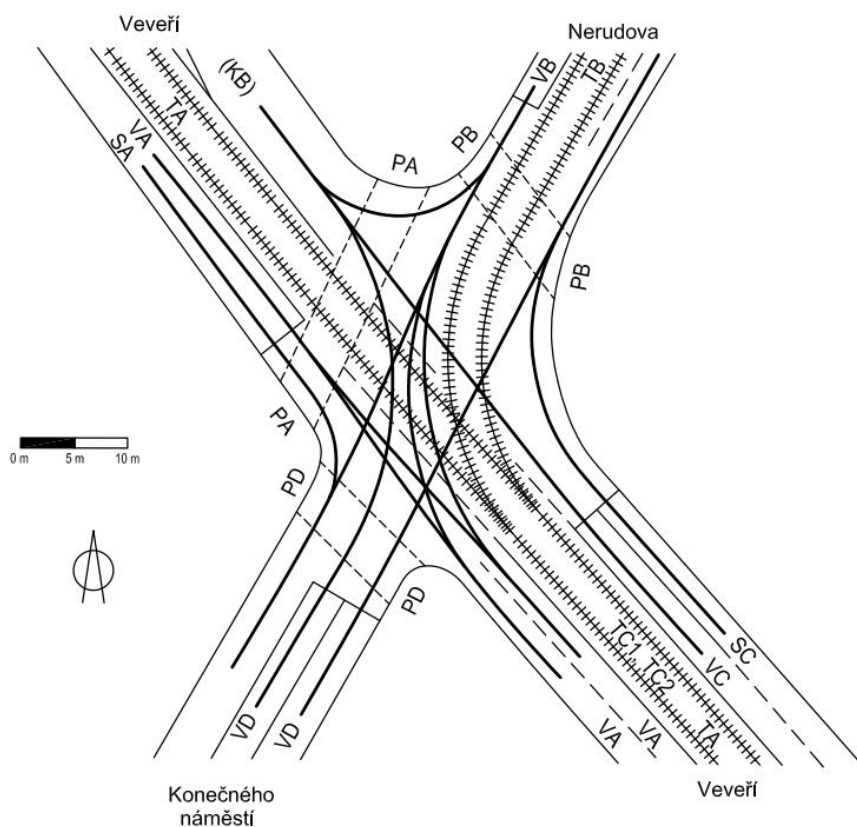


Obr. 63 Schéma křižovatky G - Kounicova x Moravské náměstí pro variantu 3

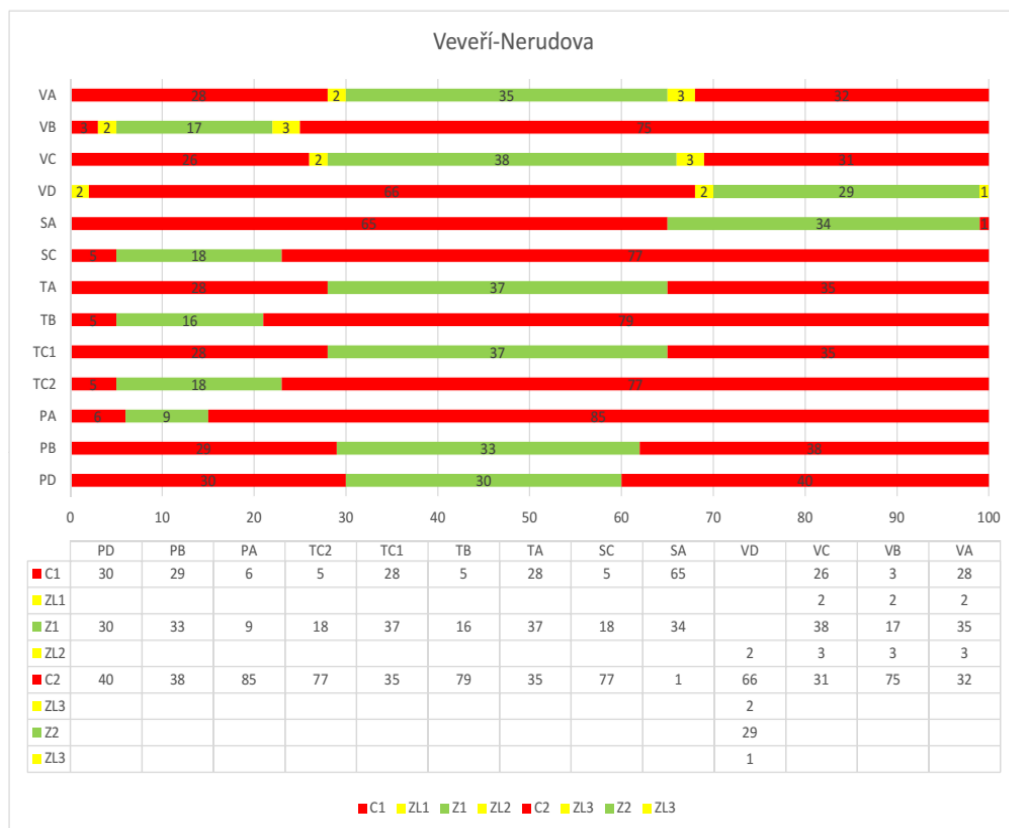


Obr. 64 Signální plán křižovatky G - Kounicova x Moravské náměstí pro variantu 3

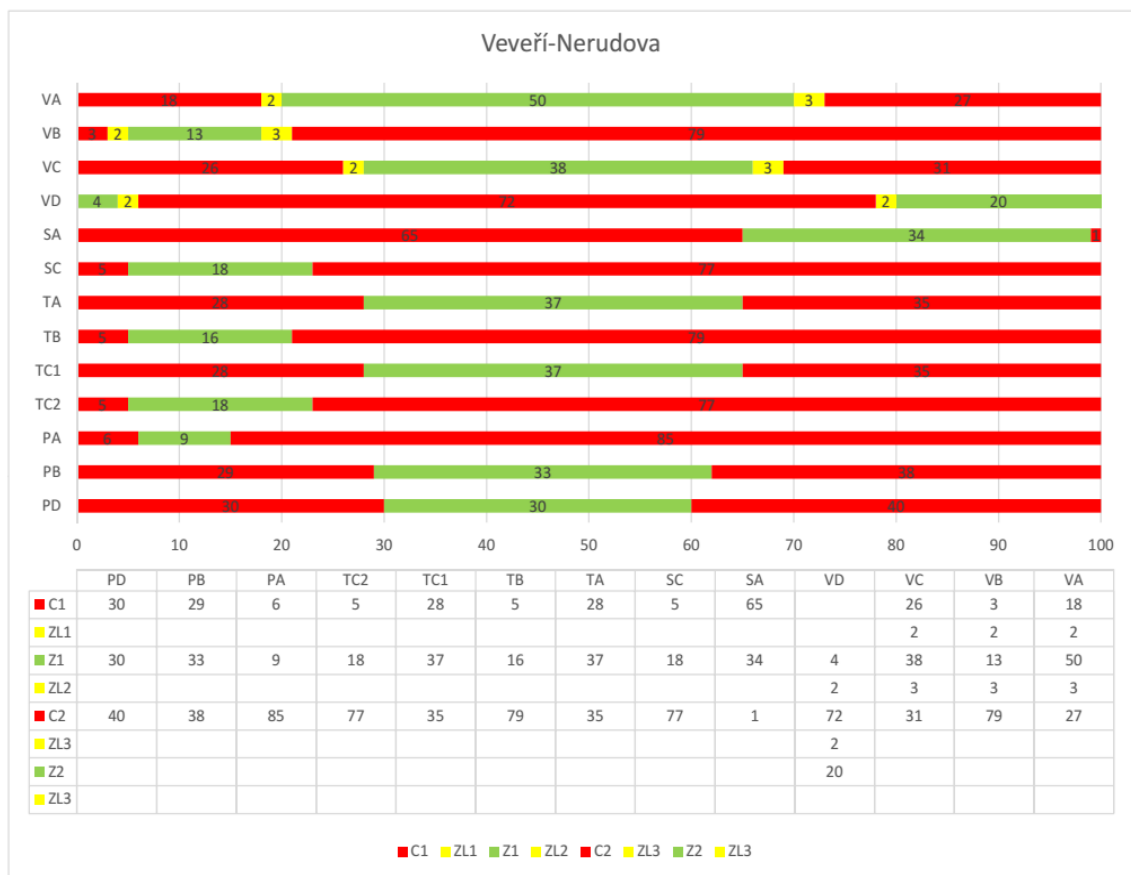
8.3.8 H - VEVERŮ x NERUDOVA



Obr. 65 Schéma křižovatky H - Veverí x Nerudova pro varianty 0, 1, 2, 3

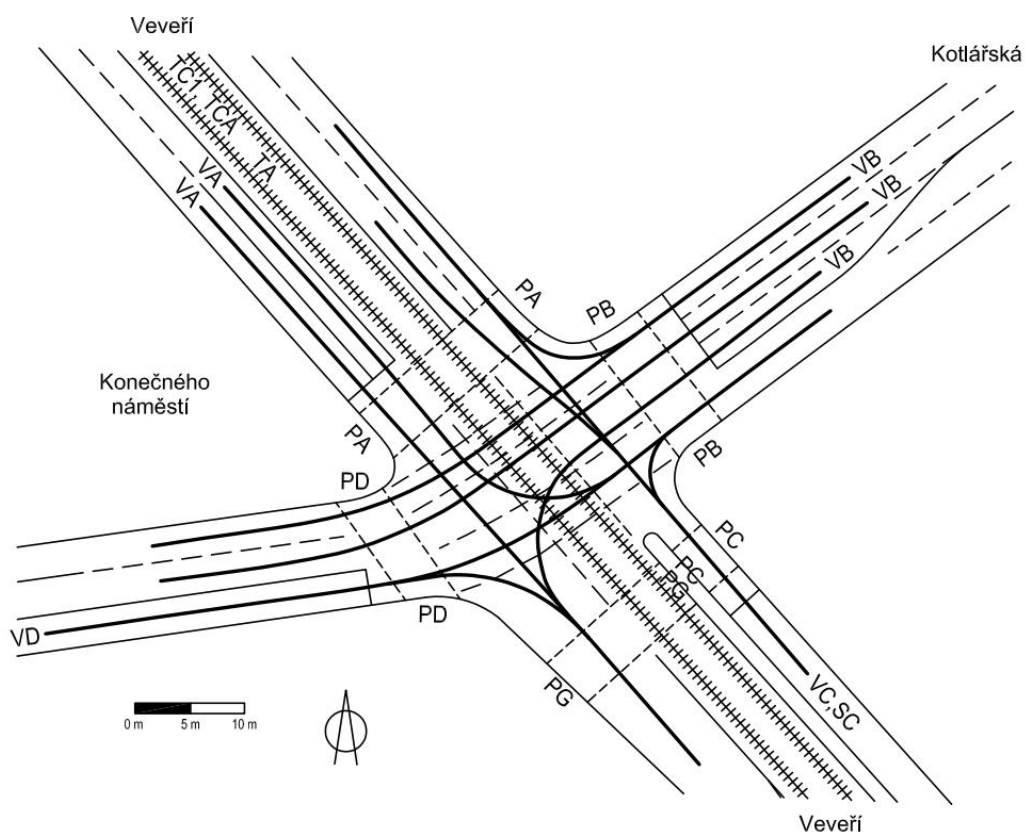


Obr. 66 Signální plán křižovatky H - Veverí x Nerudova pro varianty 0, 1, 2

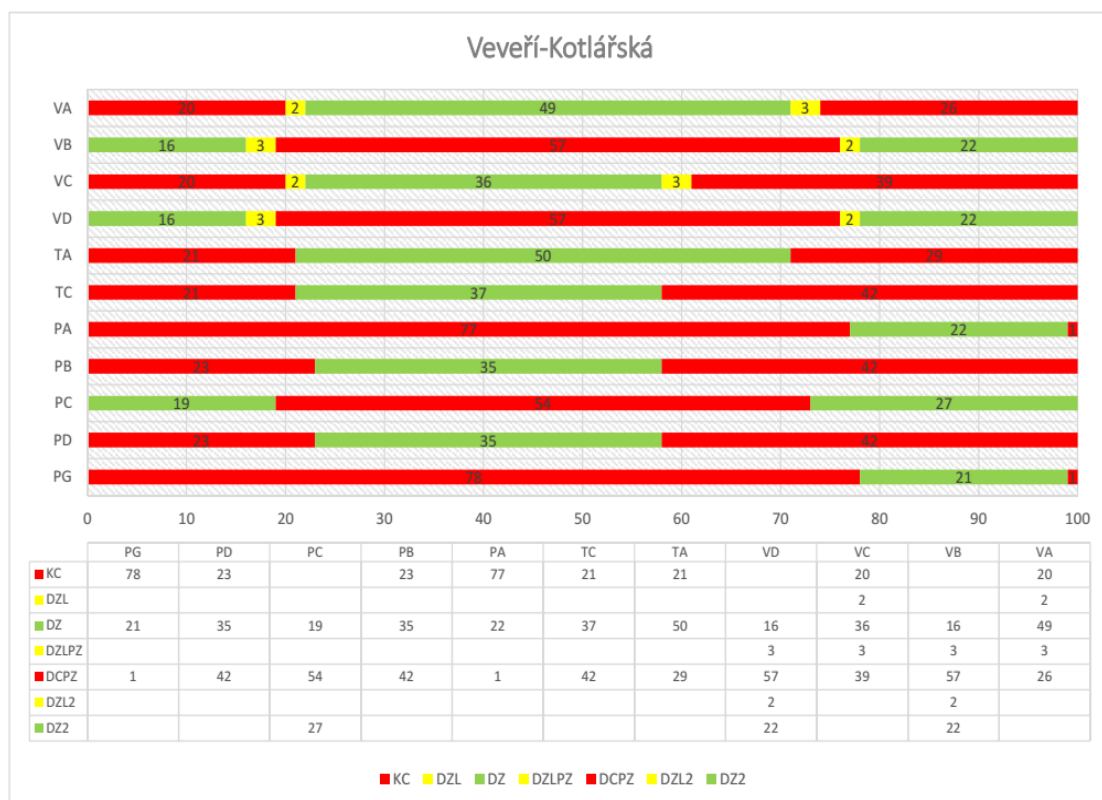


Obr. 67 Signální plán křižovatky H - Veverí x Nerudova pro variantu 3

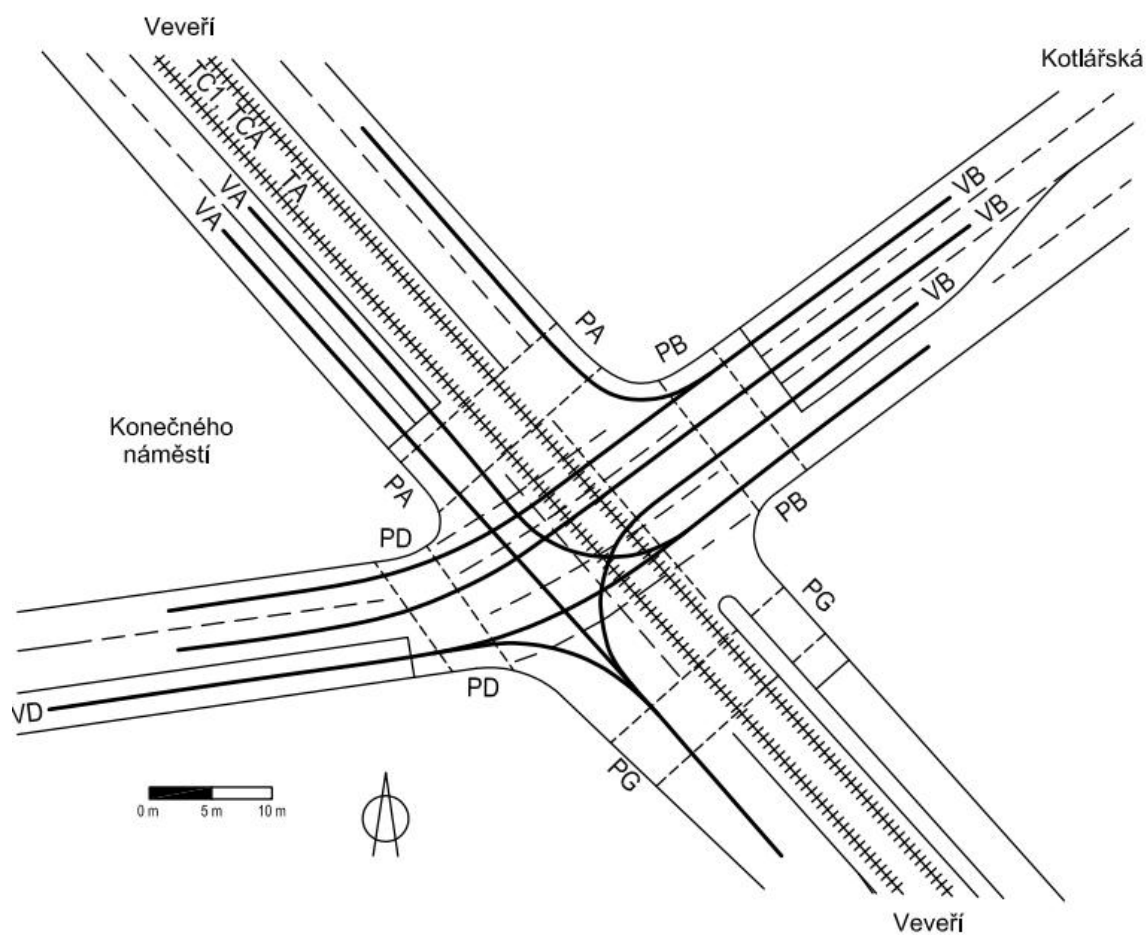
8.3.9 I - KOTLÁŘSKÁ x VEVEŘÍ



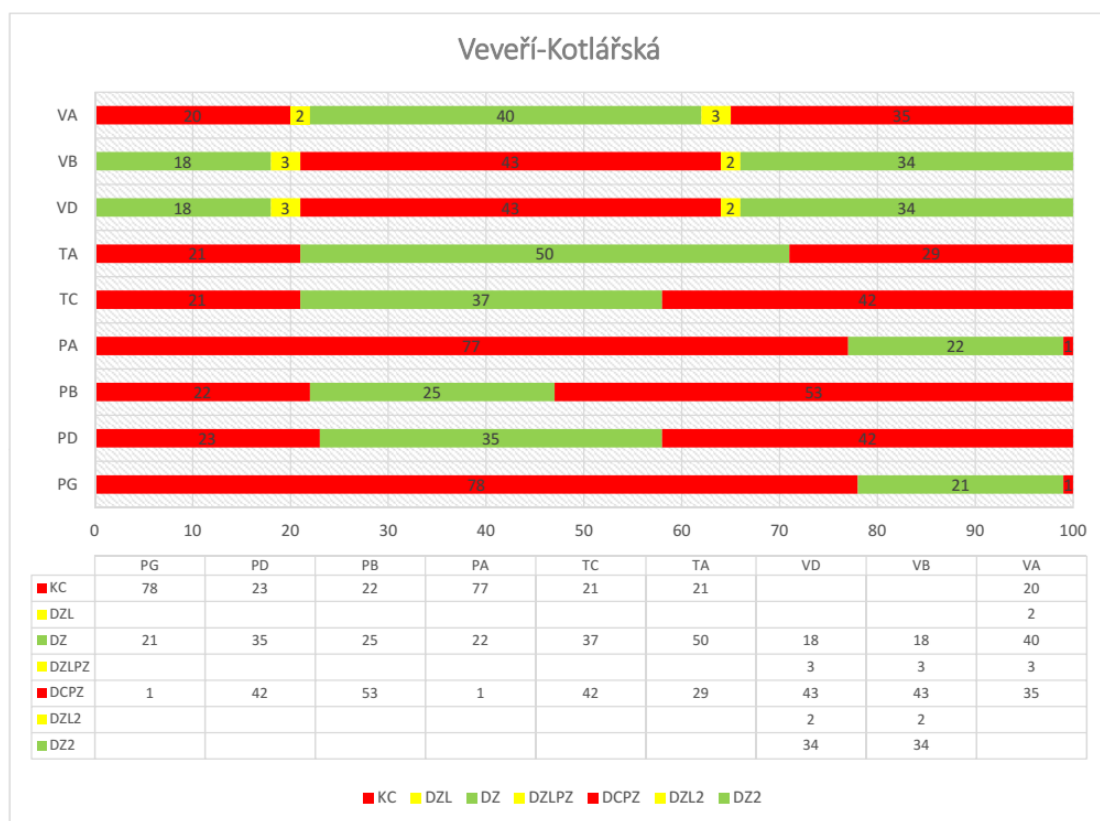
.Obr. 68 Schéma křižovatky I - Kotlářská x Veverí x Nerudova pro variantu 0



Obr. 69 Signální plán křižovatky I - Kotlářská x Veverí pro variantu 0

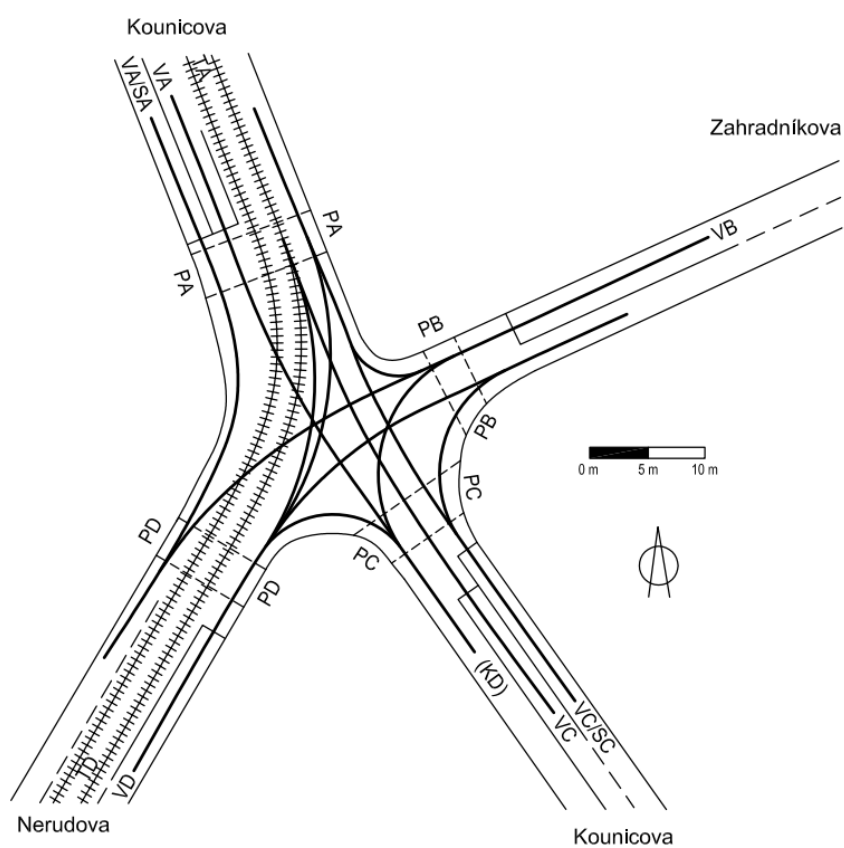


Obr. 70 Schéma křižovatky I - Kotlářská x Veveří x Nerudova pro varianty 1, 2, 3

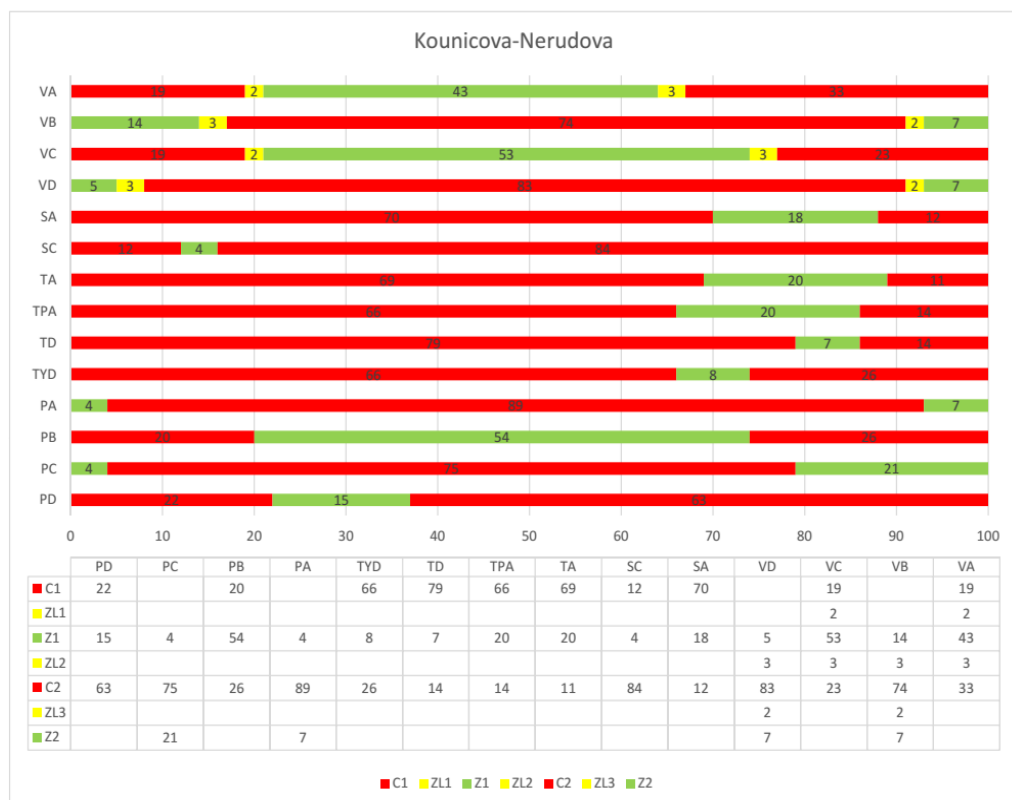


Obr. 71 Signální plán křižovatky I - Kotlářská x Veveří pro varianty 1, 2, 3

8.3.10 J - NERUDOVA x KOUNICOVA

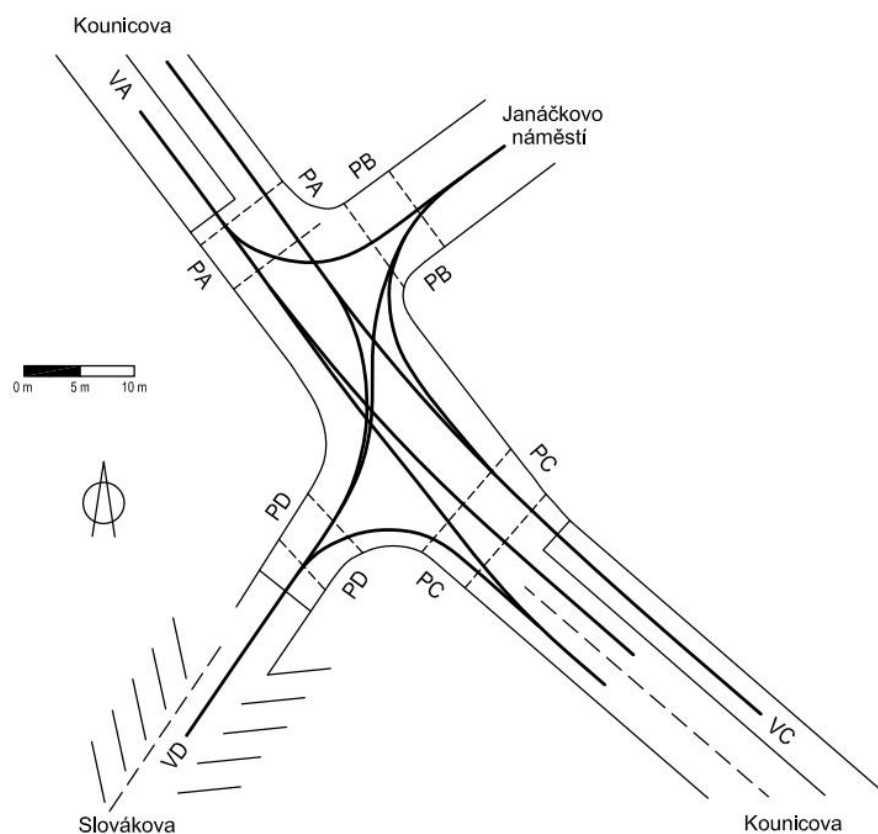


Obr. 72 Schéma křižovatky J - Nerudova x Kounicova pro varianty 0, 1, 2, 3

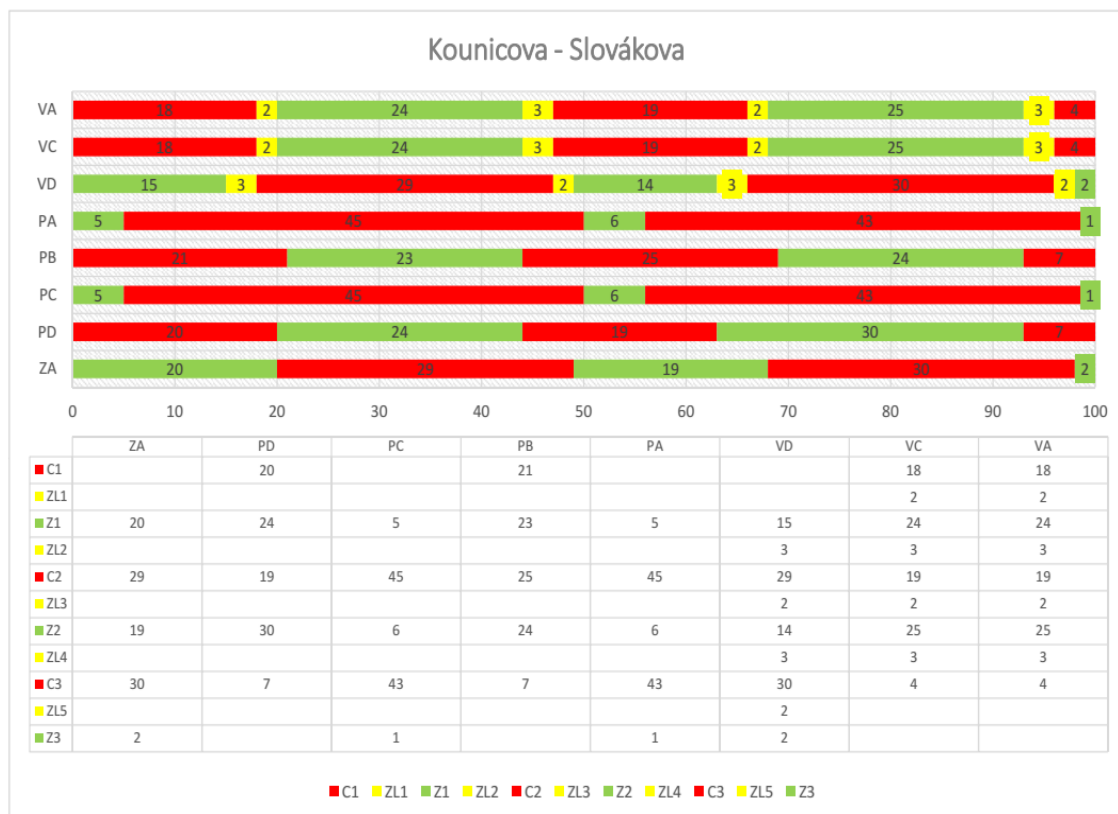


Obr. 73 Signální plán křižovatky J - Nerudova x Kounicova pro varianty 0, 1, 2, 3

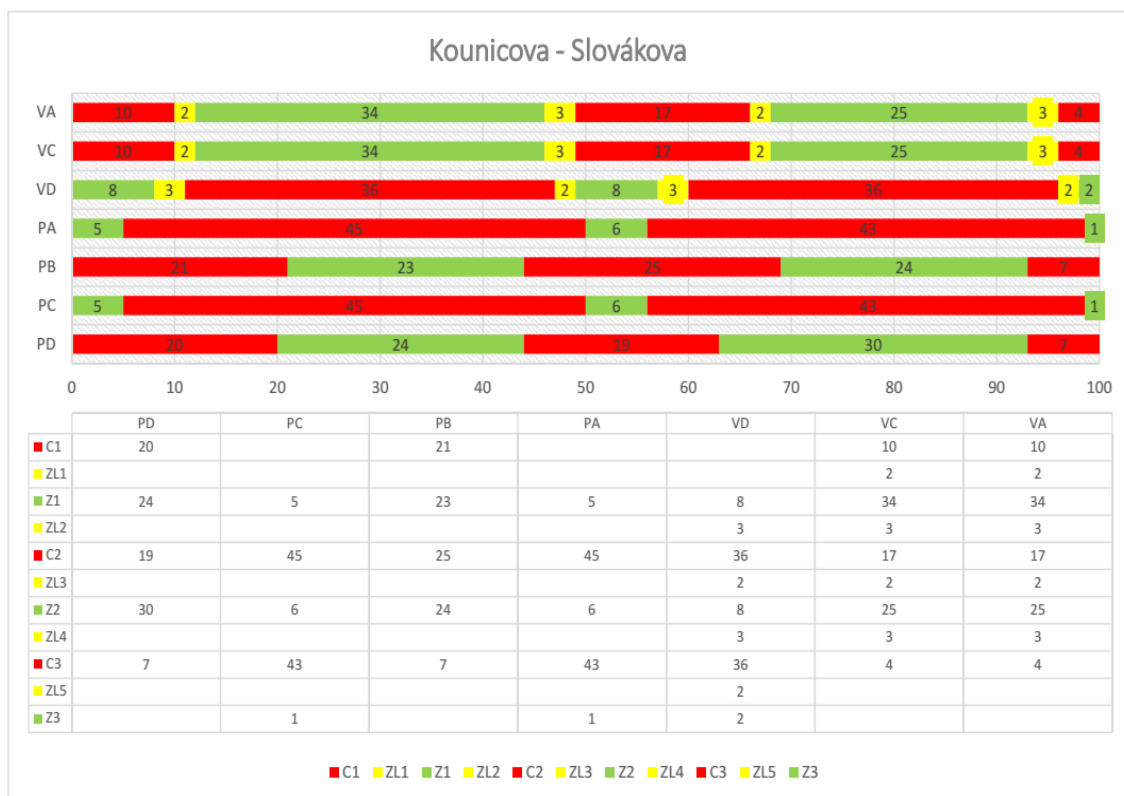
8.3.11 K - KOUNICOVA x SLOVÁKOVA



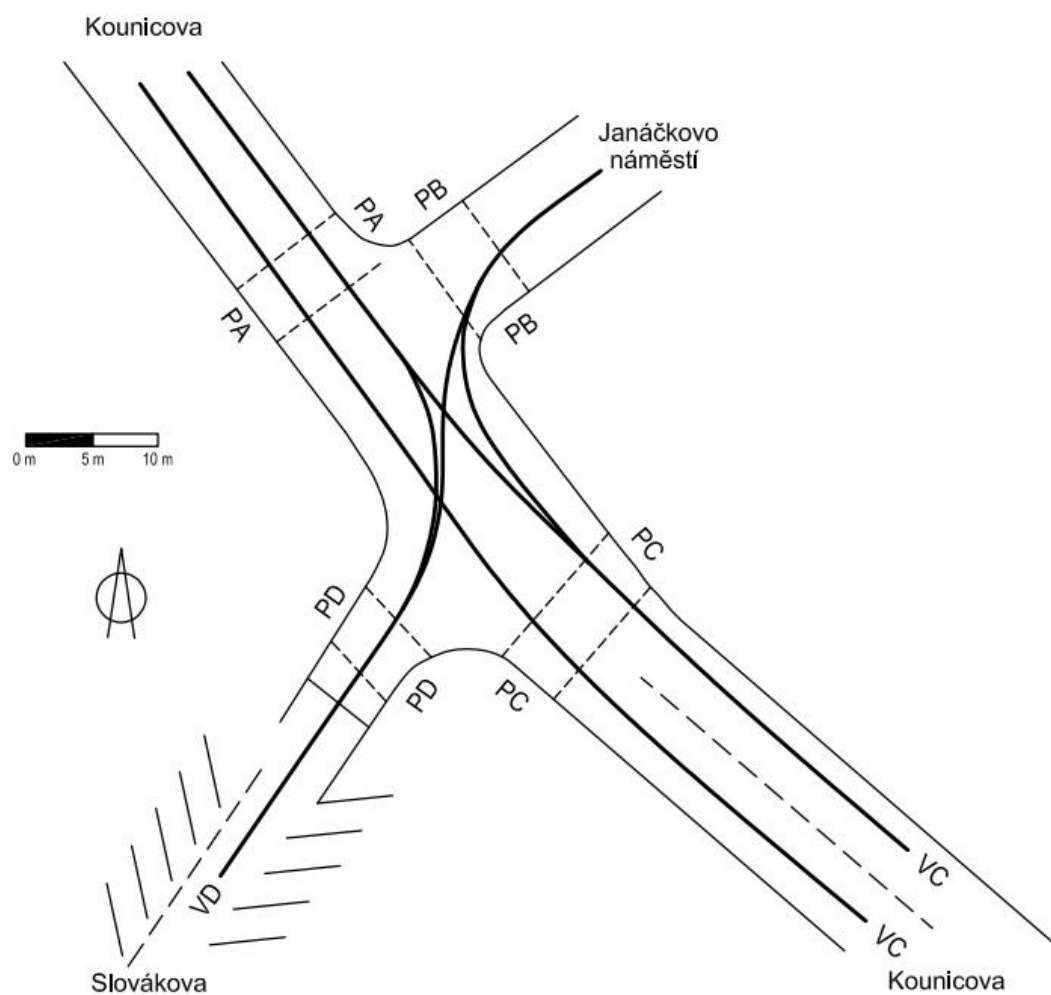
Obr. 74 Schéma křižovatky K - Kounicova x Slovákova pro varianty 0, 1, 2



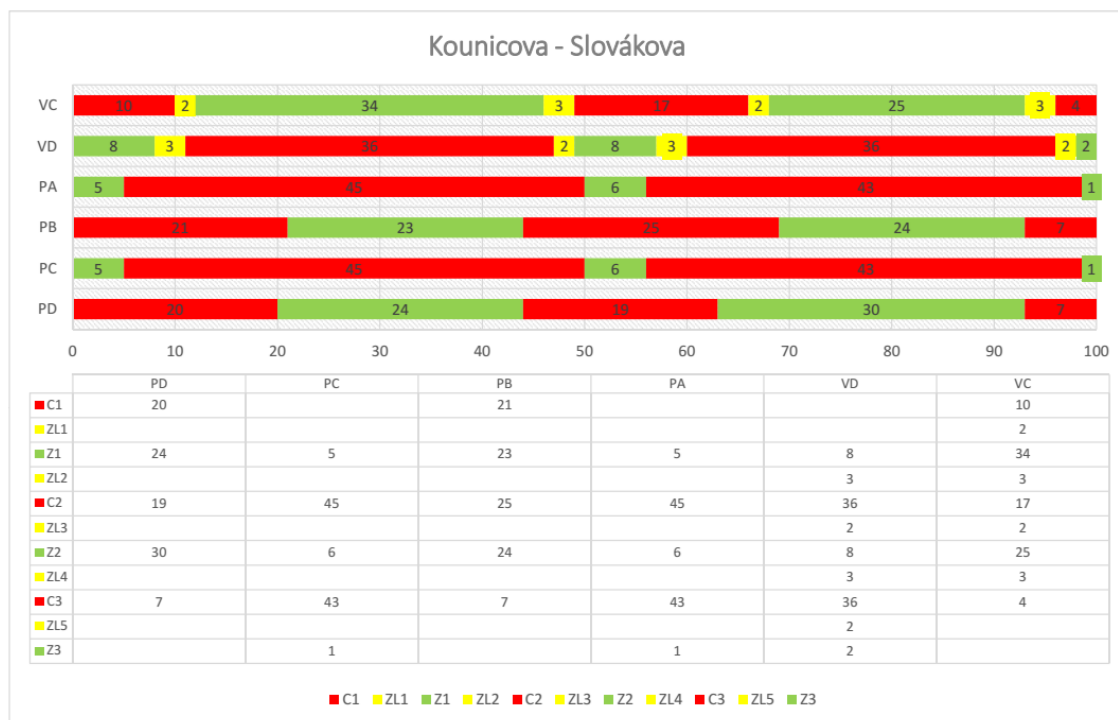
Obr. 75 Signální plán křižovatky K - Kounicova x Slovákova pro variantu 0



Obr. 76 Signální plán křižovatky K - Kounicova x Slovákova pro variantu 1,2



Obr. 77 Schéma křižovatky K - Kounicova x Slovákova pro variantu 3



Obr. 78 Schéma křižovatky K - Kounicova x Slovákova pro variantu 3

8.4 FOTODOKUMENTACE



Obr. 79 Pohled na křižovatku Kounicova x Smetanova



Obr. 80 Pohled na jednosměrnou ulici Slovákova, kterou jsou vedeny trolejbusové linky.



Obr. 81 Ulice Veverí ve své spodní části (T křižovatka s ulicí Slovákova)



Obr. 82 Tramvajová zastávka Konečného náměstí a lidé přecházející jízdní pruh



Obr. 83 Konečného náměstí



Obr. 84 Pohled na čekající vozidla na ulici Úvoz.



Obr. 85 Křižovatka B - Veveří x Pod Kaštany, pohled směrem na ulici Pod Kaštany



Obr. 86 Křižovatka C - Kounicova x Pod Kaštany



Obr. 87 Křižovatka J - Nerudova x Kounicova



Obr. 88 Ulice Kounicova a místo se stojany pro sdílená kola