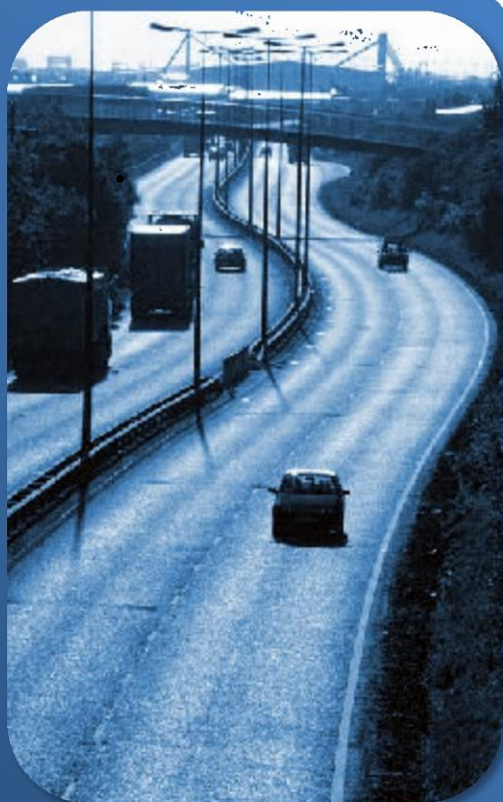




České vysoké učení technické v Praze
Fakulta dopravní
Ústav dopravní telematiky

Výzkumná zpráva č. 103/2020

Dopravní studie:
Vlastní návrh systému krizového řízení – průtah městem Uherské Hradiště



Zodpovědný řešitel:

Ing. Jiří Růžička

Řešitelský tým:

Bc. Kristýna Navrátilová

Bc. Vojtěch Smrž

Srpen-prosinec 2019

Podpořeno z:

SGS19/082/OHK3/1T/16

Obsah

1	Úvod	4
2	Analýza systému	5
2.1	Vymezení řešené oblasti a jejího blízkého okolí	5
2.2	Analýza dopravní oblasti na základě dostupných vstupních podkladů, vstupních dat a zkušeností se současným systémem řízení dopravy v oblasti	7
2.3	Identifikace klíčových komunikací z hlediska zajištění plynulosti dopravy	8
2.4	Identifikace míst častých výskytů mimořádných, resp. krizových situací s významným vlivem na dopravu ve městě	9
2.4.1	Dopravní excesy I. druhu – dopravní kongesce	9
2.4.2	Dopravní excesy II. druhu – dopravní nehody	9
2.4.3	Dopravní kolapsy	9
2.4.4	Hrozby teroristického útoku, či jiné nahlášené hrozby	9
2.4.5	Teroristický útok	10
2.4.6	Následky přírodních katastrof	10
2.4.7	Jiná nebezpečí	10
3	Systémový projekt	11
3.1	Návrh expertní báze znalostí => Stanovení objízdných tras na základě připravených scénářů mimořádných, resp. krizových situací	11
3.1.1	Varianta 1 – mimořádná událost mezi křižovatkami K102 a K103	12
3.1.2	Varianta 2 – mimořádná událost mezi křižovatkami K101 a K102	13
3.1.3	Varianta 3 – mimořádná událost mezi křižovatkami K101 a K107	14
3.1.4	Varianta 4 – mimořádná událost mezi křižovatkami K100b a K107	15
3.1.5	Varianta 5 – mimořádná událost mezi křižovatkami K100a a K100b	16
3.1.6	Varianta 6 – mimořádná událost před křižovatkou K102 směrem od Jarošova	17
3.1.7	Varianta 7 – mimořádná událost v centru města	18
3.2	Procesní návrh navedení vozidel na objížděné trasy	19
3.2.1	Varianta 1 – křižovatka K102	20
3.2.2	Varianta 1 – křižovatka K103	21
3.2.3	Varianta 2 – křižovatka K100a	22
3.2.4	Varianta 2 – křižovatka K100b	23
3.2.5	Varianta 2 – křižovatka K107	24
3.2.6	Varianta 2 – křižovatka K101	25
3.2.7	Varianta 2 – křižovatka K102	26
3.2.8	Varianta 3 – křižovatka K100a	27
3.2.9	Varianta 3 – křižovatka K100b	28
3.2.10	Varianta 3 – křižovatka K107	29
3.2.11	Varianta 3 – křižovatka K101	30
3.2.12	Varianta 3 – křižovatka K102	31
3.2.13	Varianta 4 – křižovatka K100a	32
3.2.14	Varianta 4 – křižovatka K100b	33
3.2.15	Varianta 4 – křižovatka K107	34
3.2.16	Varianta 4 – křižovatka K101	35
3.2.17	Varianta 4 – křižovatka K102	36
3.2.18	Varianta 5 – křižovatka K100a	37
3.2.19	Varianta 5 – křižovatka K100b	38
3.2.20	Varianta 5 – křižovatka K107	39

3.2.21	Varianta 5 – křižovatka K101.....	40
3.2.22	Varianta 5 – křižovatka K102.....	41
3.2.23	Varianta 6 – křižovatka K102.....	42
3.2.24	Varianta 7 – křižovatka K100a.....	43
3.2.25	Varianta 7 – křižovatka K100b.....	44
3.2.26	Varianta 7 – křižovatka K107.....	45
3.2.27	Varianta 7 – křižovatka K101.....	46
3.2.28	Varianta 7 – křižovatka K102.....	47
3.2.29	Varianta 7 – křižovatka K103.....	48
3.3	Simulace stanovených objízdných tras v podobě mikrosimulace ve vybraném SW	49
3.3.1	Nastavení a kalibrace simulačního modelu	49
3.3.2	Simulované varianty	51
3.3.3	Vyhodnocení mikrosimulace.....	51
3.4	Optimalizace parametrů krizového řízení na základě testování pomocí mikrosimulace	57
4	Závěr	59
4.1	Zhodnocení výsledků testování a přínosů systému krizového řízení na základě simulace.....	59
4.2	Předpoklady nutné k reálné implementaci	59
5	Použité zdroje	61

1 Úvod

Studie „Vlastní návrh systému krizového řízení – průtah městem Uherské Hradiště“ navazuje na studii „Souhrnná metodika pro aplikaci krizového řízení v městských oblastech.“ [1]. Na základě metodiky podrobněji rozebírá již konkrétní návrh systému krizového řízení, a to v oblasti ve městě Uherské Hradiště.

Oblast ve městě Uherské Hradiště byla vybrána na základě hlubší znalosti systému současného systému řízení ve městě, přijatelné velikosti a složitosti oblasti a dostupných dopravně-inženýrských dat z již proběhlých průzkumů (částečně realizovaných řešitelským týmem) nebo od jiných subjektů, se kterými bylo poskytnutí dat pro výzkumné účely předjednáno.

Struktura studie se drží doporučeného postupu při návrhu systému krizového řízení v oblasti na základě předchozí metodiky, tedy nejprve je provedena analýza systému, kde dochází k vymezení řešené oblasti a jejího okolí, následuje stručný popis řízení dopravy v oblasti v běžném režimu, dále jsou analyzována dopravně-inženýrská data a další vstupy. Součástí analýzy systému je také identifikace klíčových komunikací z hlediska zajištění plynulosti dopravy a identifikace míst častých výskytů dopravních excesů s významným vlivem na dopravu ve městě.

V druhé fázi pak následuje projekt systému, tedy jsou stanoveny objízdné trasy na základě připravených scénářů mimořádných, resp. krizových situací, následuje procesní návrh navedení vozidel na tyto objízdné trasy. Návrh je simulován v mikrosimulačním prostředí VISSIM a na základě simulace je optimalizován.

V poslední fázi dochází ke zhodnocení výsledků testování a přínosů systému krizového řízení na základě simulačního modelu a k definování předpokladů nutných k implementaci. Samotná implementace není předmětem této Studie, neboť finančně daleko přesahuje rámec tohoto projektu.

2 Analýza systému

Druhá kapitola studie „Vlastního návrh krizového řízení – průtah městem Uherské Hradiště“ se zabývá analýzou současného systému řízení, jehož znalost je nezbytná pro samotný návrh.

2.1 Vymezení řešené oblasti a jejího blízkého okolí

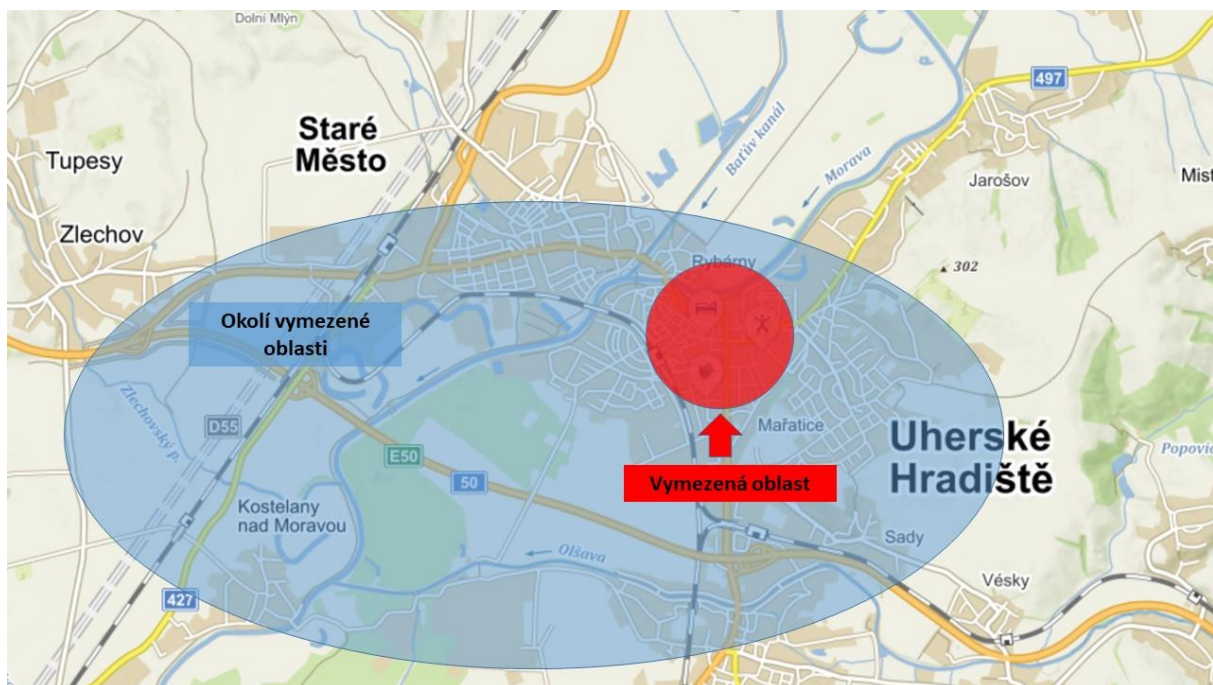
V první podkapitole je vymezena řešená oblast a její blízké okolí. Vymezenou oblast tvoří širší centrum města Uherské Hradiště, které je červeně znázorněno na mapovém podkladu na Obrázek 1.

Městem prochází průtah silnice I/55 a původní průtah I/50, která je dnes vedena po obchvatu. Tyto průtahy vedou po ulicích Brněnská (původní I/50), Tovární, Hradištská, Zerzavice, Velehradská třída, třída Maršála Malinovského a třída Vítězství (všechny I/55). Ulice Sokolovská je průtahem II/497. Všechny tyto ulice tvoří nejdůležitější část silniční sítě města.

V blízkosti města jsou pak silnice I. třídy I/50 (Brno – Slavkov u Brna – Uh.Hradiště – Starý Hrozenkov – Slovensko) a I/55 (Olomouc – Holice – Přerov – Otrokovice – Uh.Hradiště – Veselí n.Moravou – Hodonín – Břeclav – Poštorná – Rakousko). Od roku 2004 je otevřen obchvat silnice I/50 města Uherské Hradiště, který byl proveden přeložkou podél jižního okraje města. Silnice I/55 prochází městem po stejném tělese jako původní I/50.

Silnice I/55 a obchvat I/50 se na jihovýchodním okraji města mimoúrovňově kříží. Napojení I/50 na obchvat města je provedeno také mimoúrovňovým křížením na jihozápad od Starého Města u obce Zlechov.

V budoucnu je plánována v okolí vymezené oblasti výstavba dálnice D55 (Olomouc – Břeclav). Dálnice D55 povede podél současné silnice I/55 do Starého Města a dále na jih podél silnice II/427. Jedná se o úseky 55007, 55008. Tyto úseky jsou ve stádiu přípravy.



Obrázek 1 Vymezená oblast a její blízké okolí

Na Obrázku 2 je pak vymezená oblast na podrobnější rozlišovací úrovni. Průtah městem Uher-
ské Hradiště z hlediska řízení dopravy tvoří několik za sebou umístěných křižovatek řízených
pomocí SSZ.

K100 – Velehradská Třída – Svatojiřské nábřeží vodní (jedná se fyzicky o dvě za sebou jdoucí
křižovatky se SSZ, které jsou však řízeny z jednoho řadiče pomocí jednoho dopravního řešení)

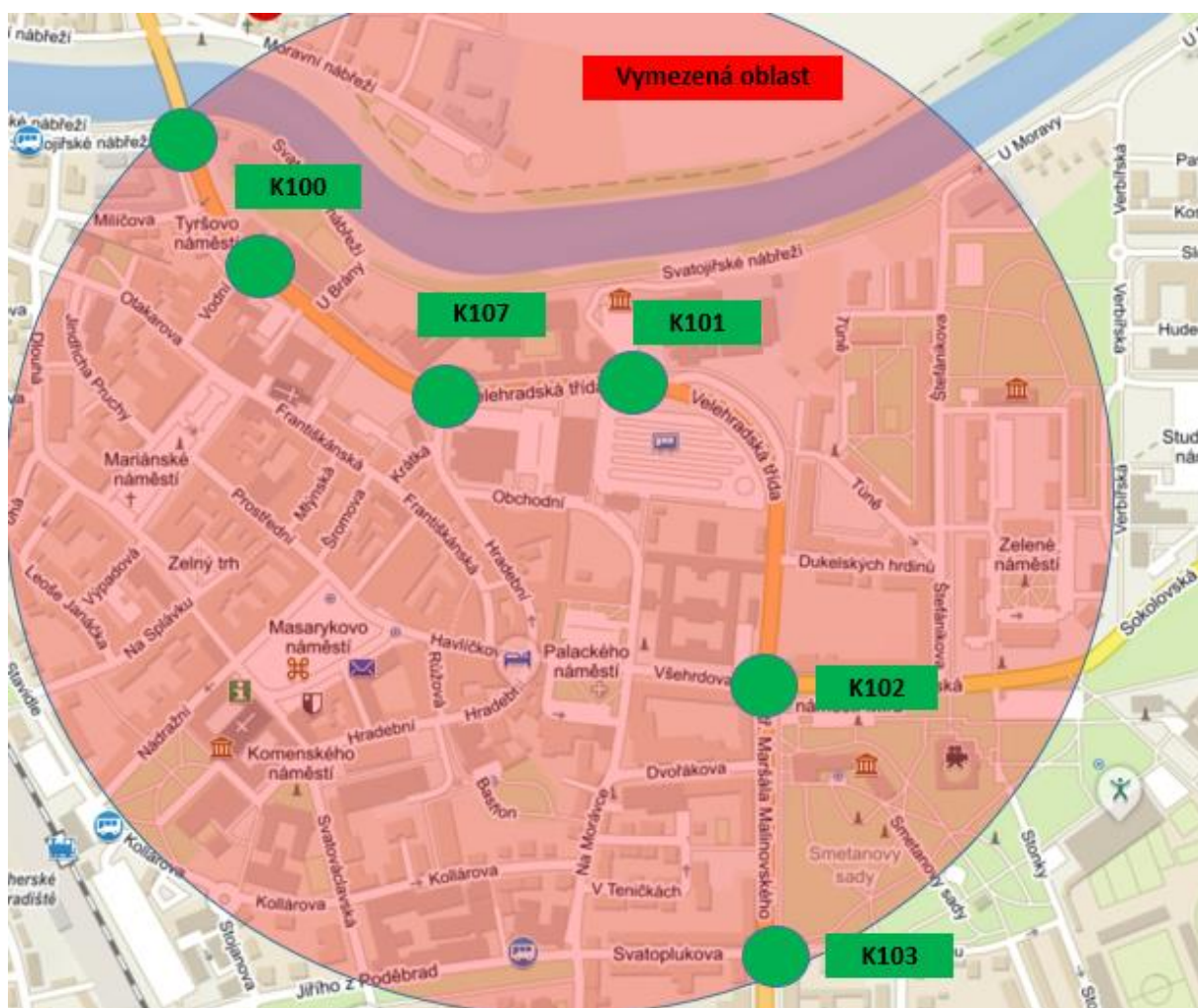
K107 – Velehradská Třída – Hradební

K101 – Velehradská Třída – autobusové nádraží

K102 – Velehradská Třída – Třída Maršála Malinovského – Sokolovská

K103 – Třída Maršála Malinovského – Svatoplukova

Ve standardním režimu řízení jsou tyto křižovatky řízeny pomocí pevných signálních plánů,
které jsou vzájemně v rámci možností koordinovány. V minulosti v úseku ale proběhlo i testo-
vání dynamického a adaptivního řízení dopravy.



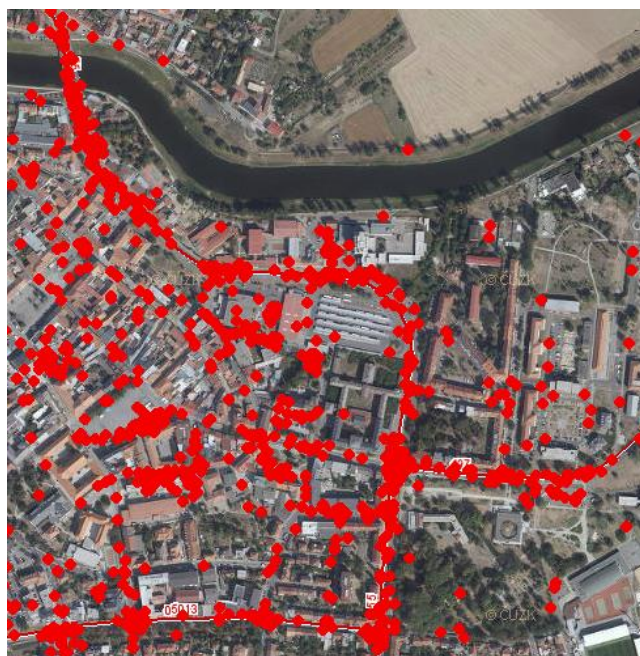
Obrázek 2 Vymezená oblast – podrobnější rozlišovací úroveň

Při pohledu na oba dva Obrázky výše lze konstatovat, že ještě před nasazením uvažovaného
krizového řízení by bylo vhodné rozrůstajícím se dopravním problémům předcházet tak, aby se
vozidla v případě mimořádné, resp. krizové situace vůbec nedostala do vymezené oblasti v cen-
tru města, v případě, že se nejedná o jejich cílovou destinaci. Pro tyto účely je vhodné na ko-
munikace I. třídy, které neprocházejí městem instalovat minimálně informační prvky pro řidiče,
které budou informovat o aktuální dopravní situaci na průtahu I/55 městem Uherské Hradiště.

2.2 Analýza dopravní oblasti na základě dostupných vstupních podkladů, vstupních dat a zkušeností se současným systémem řízení dopravy v oblasti

Současné řešení průtahu městem Uherské Hradiště z hlediska řízení dopravy je poměrně důkladně popsáno v diplomové práci Ing. Kristýny Cikhardtové [2], kde jsou kromě popisů křižovatek dodány i denní variace dopravy pro jednotlivé uzly. Další informace pak lze čerpat z vědeckých studií, které byly v Uherském Hradišti zpracovávány v letech 2018 [3] a 2019 [4]. Studie jsou primárně zaměřeny na testování adaptivního systému řízení města a na parkování v širším centru města, ale jsou v nich nalezeny i cenné informace ohledně využívanosti spojů místního MHD, či o množství cyklistů v oblasti. Z výše uvedených studií vyšly i publikace indexované v databázi SCOPUS.

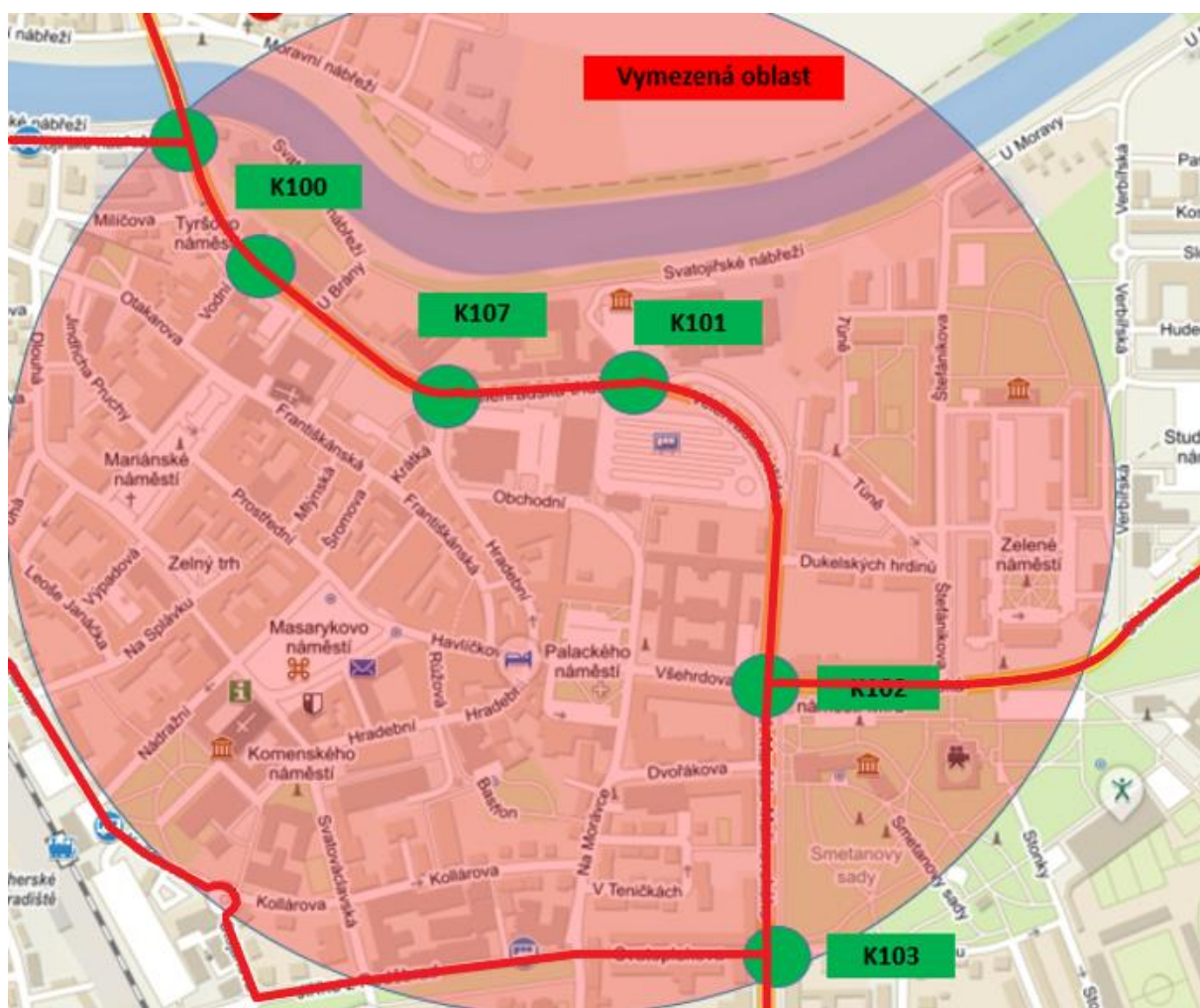
Kromě studií jsou pak důležitými vstupy také data o nehodovosti, které jsou pro účely projektu k dispozici i v tabulkové podobě. Jen za rok 2017 bylo ve městě evidováno celkem 218 nehod. Ve valné většině případů byla nehoda zaviněna řidičem motorového vozidla. Nejčastější příčinou byla srážka se zaparkovaným, odstaveným vozidlem a dále srážka s motorovým vozidlem. Denní doba také měla na vývoj dopravních nehod vliv. Ve dne se nehody stávaly mnohem častěji (172 nehod) než v noci (46 nehod). Nicméně pro všechny denní doby platí, že se většina nehod udála za dobré viditelnosti a méně potom za viditelnosti zhoršené vlivem povětrnostních podmínek. Následky nehod nebyly většinou fatální. K nehodám s následkem na zdraví osob došlo v 53 případech. Ve většině případů šlo o nehodu s lehkým zraněním. Těžce zraněno bylo 7 osob, v tomto období se v Uherském Hradišti nevyskytovaly nehody s následky na životech. K největšímu počtu nehod (cca polovina všech nehod) došlo právě na hlavním průtahu městem Uherské Hradiště, kde se nachází zmíněná SSZ křižovatky, a dále pak v centru města. Velké množství nehod na průtahu městem ve srovnání se všemi nehodami ve městě reflektuje i Obrázek 3, který byl převzat z Jednotné vektorové mapy PČR.



Obrázek 3 Místa výskytu nehod v Uherském Hradišti

2.3 Identifikace klíčových komunikací z hlediska zajištění plynulosti dopravy

Na Obrázku 4 jsou identifikovány klíčové komunikace z hlediska zajištění plynulosti dopravy, tyto jsou znázorněny červeně. Kromě stěžejního průtahu městem silnice I/55 a odbočky do Jaroslova II/427 byla definována i klíčová alternativa objíždky mezi křižovatkami K100 a K103. Je zřejmé, že v případě, že se stane mimořádná, resp. krizová situace na průtahu městem, nebude cílem řešení dopravu směřovat přímo do centra města tvořeného sítí jednosměrných ulic, neboť by pak řešení způsobilo spíše další škody na exhalacích a doprovodných kongescích. Klíčová alternativa objíždky tedy vede mimo užší centrum města, ulicemi Svatojiřské nábřeží, Stará Tenice, Na Stavidle, Kollárova, Stojanova, Jiřího z Poděbrad a Svatoplukova.



Obrázek 4 Klíčové komunikace z hlediska zajištění plynulosti dopravy

2.4 Identifikace míst častých výskytů mimořádných, resp. krizových situací s významným vlivem na dopravu ve městě.

Následující kapitola popisuje jednotlivé typy mimořádných, resp. krizových situací se zaměřením na místa častých vzniků těchto událostí, pokud je lze nějakým způsobem podložit.

Možné typy dalších mimořádných událostí pak specifikuje město na svém webu: <https://www.mesto-uh.cz/mozne-druhy-mimoradnych-udalosti>, včetně doporučeného postupu pro činnosti občanů v případě jejich vzniku.

Je zřejmé, že nejčastějšími typy mimořádných, resp. krizových situací ve městě budou dopravní excesy I. druhu (dopravní kongesce), následovány dopravními excesy II. druhu (dopravní nehody). Mnohem méně jsou pak předpokládány dopravní kolapsy, k dopravním kolapsům dochází většinou, pokud se jevy dopravních nehod a dopravních kongescí doprovázejí či kombinují. A nejmenší předpoklad (pro město velikosti Uherského Hradiště) je pak výskyt mimořádných událostí typu hrozby teroristického útoku, či jiné nahlášené hrozby, následků přírodních katastrof, či jiných nebezpečí.

2.4.1 Dopravní excesy I. druhu – dopravní kongesce

Z hlediska tvorby dopravních kongescí v oblasti je klíčová křižovatka K102. V případě vyšších intenzit tato křižovatka nestačí kapacitně pobírat vozidla ze všech směrů, a tak dochází v tomto uzlu ke zdržení vozidel. Zároveň je ale vhodné konstatovat, že za normální situace je řízení nastaveno dobře, neboť se dostává do rovnováhy. Problém kongescí u křižovatky dochází zejména z důvodu dopravních nehod v blízkosti křižovatky, v důsledku pomalejších vozidel, či pomalu se rozjíždějících vozidel, a to především z oblasti vedlejších směrů.

Z vedlejších směrů na křižovatkách K101, K107 a K103 většinou nedochází z provedených průzkumů k tvorbám takových kolon, že by vozidla musela na křižovatce čekat déle než jeden cyklus. K tomuto jevu dochází nejčastěji na K100 ve směru od Svatojiřského nábreží a na K102 ze směru Všehrdova.

2.4.2 Dopravní excesy II. druhu – dopravní nehody

Při pohledu na Obrázek 3 je zřejmé, že právě průtah městem Uherské Hradiště je nejčastějším výskytem dopravních nehod ve městě. Zároveň je ale nutné zmínit i fakt, že nehody se často dějí nejen v úsecích mezi světelně řízenými křižovatkami, ale i ve světelně řízených křižovatkách samotných. V návrhu bude řešena vždy varianta, že k uzavření komunikace v důsledku nehody dojde v meziúseku nebo v těsné blízkosti křižovatky. Ve vlastním návrhu není řešen případ, že by se nehoda stala přímo ve křižovatkách K100, K102, K103. V daných případech by totiž úprava řízení pomocí SSZ postrádala smysl.

2.4.3 Dopravní kolapsy

K dopravním kolapsům ve městě dochází zřídka a téměř pokaždé se jedná o kombinaci více vlivů. Z vlastní zkušenosti lze zmínit např. situaci ve ČT 31. 8. 2017, kdy příčinou kolapsu byla dopravní nehoda ve Starém Městě v kombinaci s prvním pilotním testováním adaptivního systému řízení. Ve větším rozsahu nelze dopravní kolapsy ve městě předpovídat.

2.4.4 Hrozby teroristického útoku, či jiné nahlášené hrozby

Z veřejně dostupných zdrojů byly nalezeny následující nahlášené hrozby v posledních 10 letech:

1. 10. 2010 – nahlášená bomba na ZŠ ve Sportovní ulici
24. 3. 2015 – nahlášená bomba v budově Okresního soudu
6. 12. 2018 – došlo ke cvičení na základě nahlášené bomby – evakuace nemocnice

Žádná z těchto hrozeb nebyla naštěstí potvrzena, každopádně je z pohledu již nahlášených hrozeb nemožné predikovat místo s největším rizikem potencionální hrozby, jediné, co lze předpokládat, je, že by se jednalo o místo s vysokou koncentrací lidí.

2.4.5 Teroristický útok

Ve městě Uherské Hradiště není evidován žádný teroristický útok, či jiná krizová situace podobného typu. V blízkém Uherském Brodě došlo 24. 2. 2015 ke střelbě v restauraci Družba, kde místní obyvatel zastřelil celkem 8 lidí. Vzhledem k okamžitému jednání střelce nebylo možné krizové situaci nikterak předejít nebo ji zmírnit. Všechny oběti se nacházely v uzavřeném prostoru.

2.4.6 Následky přírodních katastrof

Poslední velkou zkušenost s povodněmi má Uherské Hradiště z roku 1997, kdy na následky katastrofy zemřel 1 člověk a zároveň byly škody vyčísleny na 7 miliard Kč. Od té doby město průběžně buduje protipovodňová opatření. Navíc se dnes dají události tohoto rozsahu mnohem lépe predikovat, a tak se lze domnívat, že by místní o události byli informováni mnohem dříve. Z hlediska řízení lze ale v případě podobné krizové situace doporučit spíše SSZ vypnout, neboť v případě rozsáhlých katastrof jako jsou povodně, není řízení jednotlivých dopravních uzlů řešením a spíše je třeba všechny rychle evakuovat a dostat do bezpečí.

2.4.7 Jiná nebezpečí

Jiná nebezpečí se nepředpokládají, mohou nastat zcela výjimečné případy, kdy by bylo možné krizové řízení využít, např. popadané stromy na přes komunikaci, vysypaný náklad na komunikaci atp.

3 Systémový projekt

Kapitola systémového projektu obsahuje návrh expertní báze znalostí, resp. stanovení objízd-
ných tras na základě připravených scénářů mimořádných, resp. krizových situací. Dále pak pro-
cesní návrh navedení vozidel na objízdne trasy, ověření procesního návrhu v podobě mikrosi-
mulace a optimalizace návrhu na základě výsledků mikrosimulace.

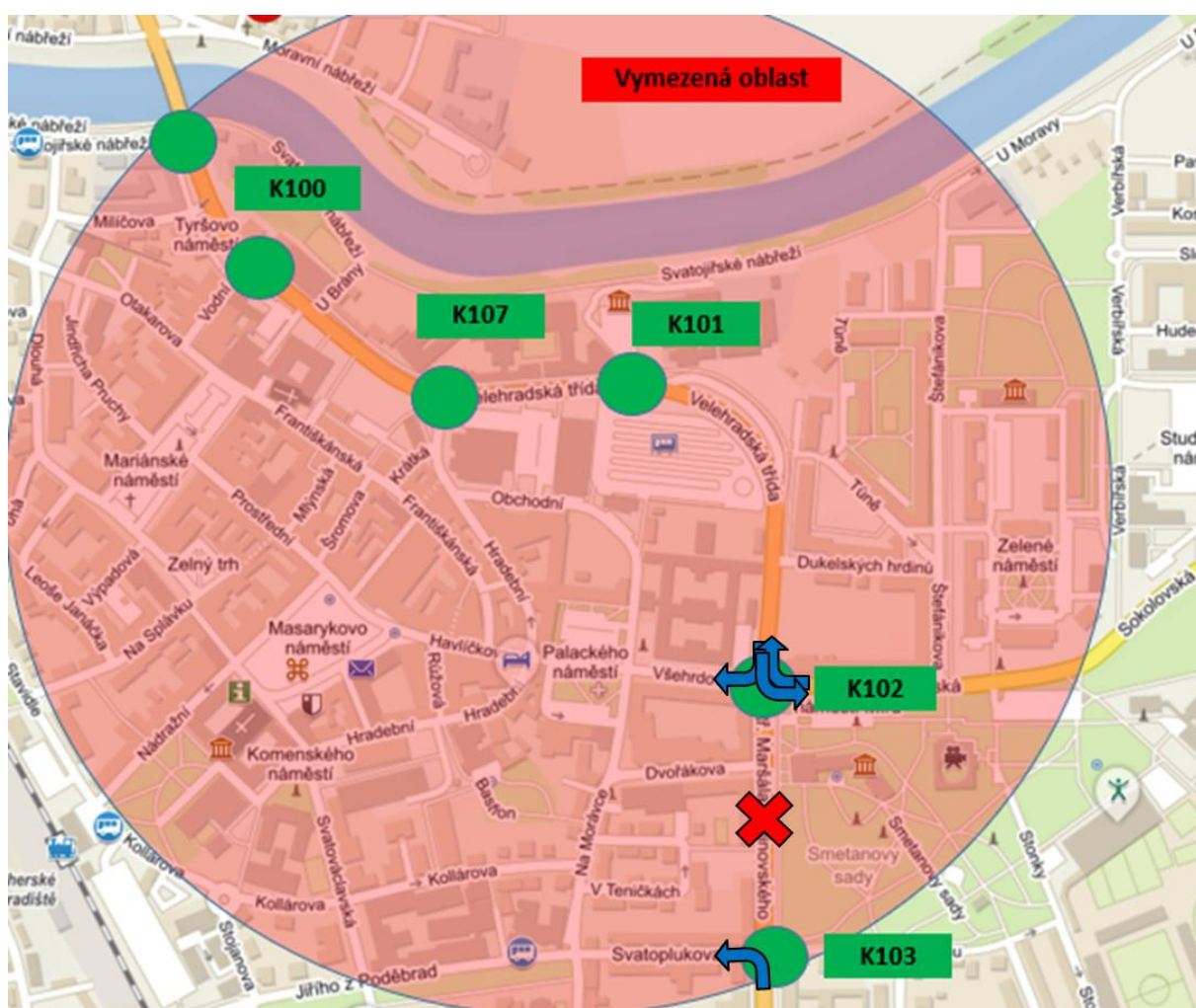
3.1 *Návrh expertní báze znalostí => Stanovení objízdnych tras na základě při- pravených scénářů mimořádných, resp. krizových situací*

Na základě analýzy systému provedené v předchozí kapitole, je vytvořeno 7 základních variant,
pro které budou stanoveny objízdne trasy. Varianty byly stanoveny empiricky a zohledňují
místa nejčastějších vzniků mimořádných, resp. krizových situací na průtahu městem a samot-
nou možnost odklonu vozidel pomocí SSZ. Vytyčená oblast je v tomto velmi jednoduchá a je
předpokládáno, že ve větších městech bude počet variant výrazně vyšší.

Křižovatky jsou v následujícím textu označeny dle nákresu, pouze u křižovatek K100, kde se
jedná o dvě fyzicky oddělené řízené z téhož řadiče, je v některých případech nutné rozlišit,
o kterou konkrétní křižovatku se jedná. Pro účely tohoto textu je křižovatka umístěna blíže
Starému Městu, tedy severněji, označována jako K100a a křižovatka blíže centru města a ná-
sledující křižovatce K107 je označována K100b.

3.1.1 Varianta 1 – mimořádná událost mezi křižovatkami K102 a K103

První varianta znázorňuje stav, kdy se mimořádná událost stane mezi křižovatkami K102 a K103. V této variantě je žádoucí, aby vozidla směřující z jihu od Kunovic do Starého Města byla odkloněna na klíčovou objízdnou trasu definovanou v podkapitole 2.3. Na stejnou trasu je vhodné odklánět i vozidla v relaci Kunovice-Jarošov, s tím, že pak dorazí na křižovátku K102 z jiného směru. Naopak z druhé strany není vhodné odklánět dopravu již na K100, protože by došlo ke zbytečnému odklonu silné relace Staré Město-Jarošov, která může v této alternativě projet bez problému. Proto je navrženo dopravu kompletně odklánět až na K102. (Vozidla v relaci Staré Město-Kunovice) směřovat Všebrdovou ulicí k Palackému Náměstí a odtud vlevo ulicí na Morávce a Svatoplukovou ke K103). Vozidla jedoucí z Jarošova pak odklánět kamkoliv mimo úsek mezi K102 a K103, primárně však na hlavní komunikaci ve směru Staré Město.



Obrázek 5 Grafické znázornění první varianty s hlavními směry pro odklání dopravy

3.1.2 Varianta 2 – mimořádná událost mezi křižovatkami K101 a K102

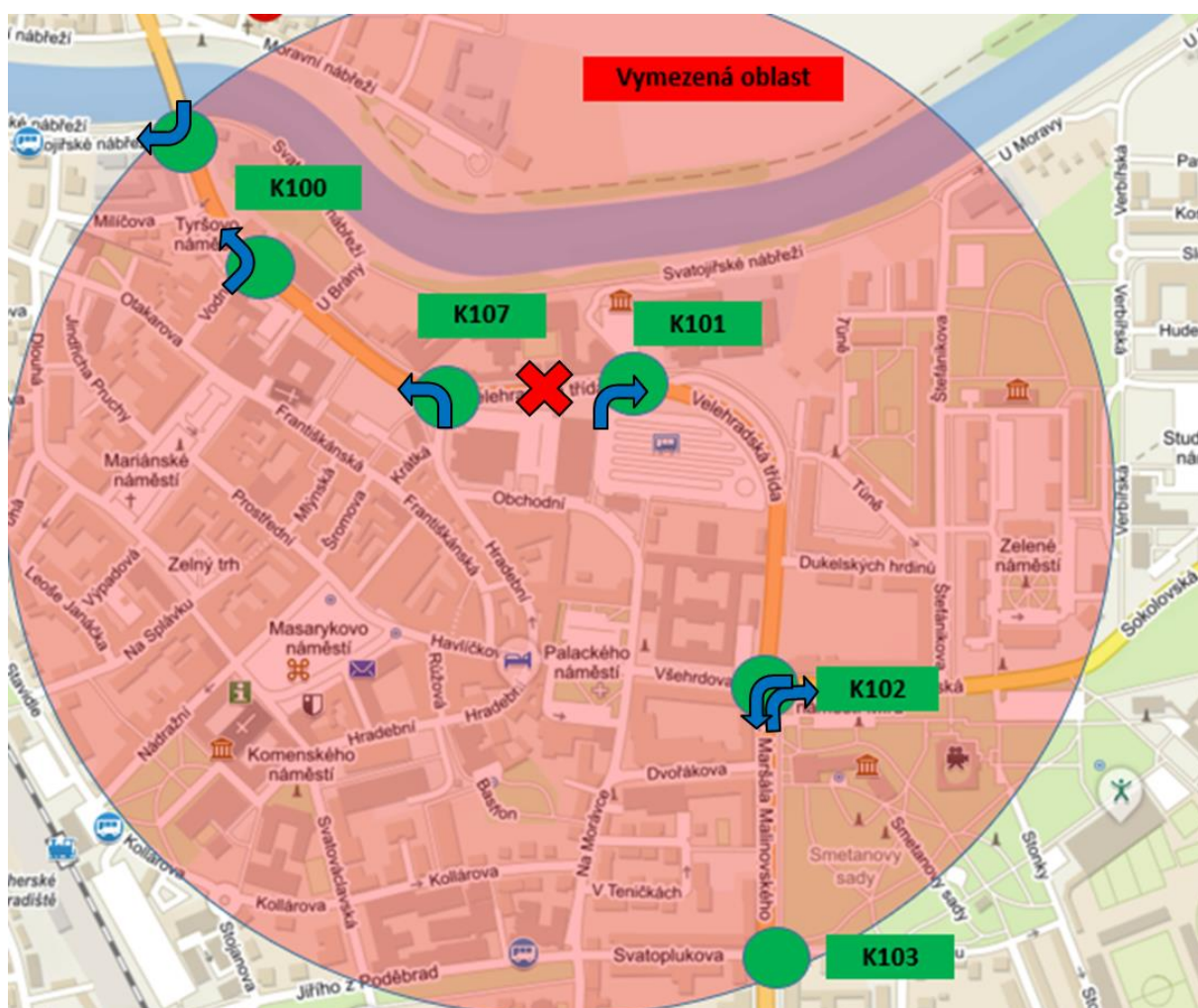
Druhá varianta znázorňuje stav, kdy se mimořádná událost stane mezi křižovatkami K101 a K102, v takovém případě je vhodné vozidla směřující v relaci od Kunovic odklánět mimo úsek s mimořádnou situací, relace Kunovice-Jarošov je zachována, v relaci Kunovice-Staré Město by bylo vhodné uvažovat o nějakém informačním prvku, který by se snažil vozidla odklánět již na K103. Pokud však budou odkloněna až na K102, nevadí to, protože mohou využít Všehrdovu a Obchodní ke zpětnému najetí na původní trasu. Relaci Jarošov-Staré Město je vhodné kompletně odklánět ke křižovatce K103, aby nedošlo k výraznému navýšení intenzit ve Všehrdově ulici, následně mohou tato vozidla využít Svatoplukovu ulici. Vozidla jedoucí ze Starého město je doporučeno odklánět již na K100 na klíčovou objízdnou trasu definovanou v podkapitole 2.3. Vozidla přijíždějící ke křižovatkám K100, K107 a K101 je doporučeno odklánět vlevo mimo místo mimořádné události.



Obrázek 6 Grafické znázornění druhé varianty s hlavními směry pro odklánění dopravy

3.1.3 Varianta 3 – mimořádná událost mezi křižovatkami K101 a K107

Třetí varianta znázorňuje stav, kdy se mimořádná událost stane mezi křižovatkami K101 a K107, v takovém případě je vhodné vozidla směřující v relaci od Kunovic odklánět mimo úsek s mimořádnou situací, relace Kunovice-Jarošov je zachována, v relaci Kunovice-Staré Město by bylo vhodné uvažovat o nějakém informačním prvku, který by se snažil vozidla odklánět již na K103. Pokud však budou odkloněna až na K102, nevadí to, protože mohou využít Všeřdovu a Obchodní ke zpětnému najetí na původní trasu. Relaci Jarošov-Staré Město je vhodné kompletně odklánět ke křižovatce K103, aby nedošlo k výraznému navýšení intenzit ve Všeřdově ulici, následně mohou tato vozidla využít Svatoplukovu ulici. Vozidla jedoucí ze Starého město je doporučeno odklánět již na K100 na klíčovou objízdnou trasu definovanou v podkapitole 2.3. Vozidla přijíždějící ke křižovatkám K100, K107 je doporučeno odklánět vlevo mimo místo mimořádné události, vozidla přijíždějící ke křižovatce K101 pak odklánět vpravo mimo místo mimořádné události.



Obrázek 7 Grafické znázornění třetí varianty s hlavními směry pro odklánění dopravy

3.1.4 Varianta 4 – mimořádná událost mezi křižovatkami K100b a K107

Čtvrtá varianta znázorňuje stav, kdy se mimořádná událost stane mezi křižovatkami K107 a K100b, v takovém případě je vhodné vozidla směřující v relaci od Kunovic odklánět mimo úsek s mimořádnou situací, relace Kunovice-Jarošov je zachována, v relaci Kunovice-Staré Město by bylo vhodné uvažovat o nějakém informačním prvku, který by se snažil vozidla odklánět již na K103. Pokud však budou odkloněna až na K102, nevadí to, protože mohou využít Všehrdovu, Obchodní, Krátkou a Františkánskou a Vodní ke zpětnému najetí na původní trasu. Relaci Jarošov-Staré Město je vhodné kompletně odklánět ke křižovatce K103, aby nedošlo k výraznému navýšení intenzit ve Všehrdově ulici, následně mohou tato vozidla využít Svato-plukovu ulici. Vozidla jedoucí ze Starého město je doporučeno odklánět již na K100a na klíčovou objízdnou trasu definovanou v podkapitole 2.3. Vozidla přijíždějící ke křižovatkám K100 je doporučeno odklánět vlevo mimo místo mimořádné události, vozidla přijíždějící ke křižovatce K101, K107 pak odklánět vpravo mimo místo mimořádné události.



Obrázek 8 Grafické znázornění čtvrté varianty s hlavními směry pro odklánění dopravy

3.1.5 Varianta 5 – mimořádná událost mezi křižovatkami K100a a K100b

Pátá varianta znázorňuje stav, kdy se mimořádná událost stane mezi křižovatkami K100a a K100b, v takovém případě je vhodné vozidla směřující v relaci od Kunovic odklánět mimo úsek s mimořádnou situací, relace Kunovice-Jarošov je zachována, v relaci Kunovice-Staré Město by bylo vhodné uvažovat o nějakém informačním prvku, který by se snažil vozidla odklánět již na K103. Pokud však budou odkloněna až na K102, nevadí to, protože mohou využít Všehrdovu, Obchodní, Krátkou, Františkánskou a Otakarovu ke zpětnému najetí na původní trasu. Relaci Jarošov-Staré Město je vhodné kompletně odklánět ke křižovatce K103, aby nedošlo k výraznému navýšení intenzit ve Všehrdově ulici, následně mohou tato vozidla využít Svatoplukovu ulici. Vozidla jedoucí ze Starého město je doporučeno odklánět již na K100a na klíčovou objízdnou trasu definovanou v podkapitole 2.3. Vozidla přijíždějící ke křižovatce K100b, K101, K107 pak odklánět vpravo mimo místo mimořádné události.



Obrázek 9 Grafické znázornění páté varianty s hlavními směry pro odklápění dopravy

3.1.6 Varianta 6 – mimořádná událost před křižovatkou K102 směrem od Jarošova

Šestá varianta znázorňuje stav, kdy se mimořádná událost stane před křižovatkou K102 směrem od Jarošova. V tomto případě je cíl systému řízení jednoduchý, a to především nepouštět vozidla směrem do Jarošova, hlavní opatření tedy budou navržena zejména na K102 s cílem udržet vozidla na hlavním průtahu městem.



Obrázek 10 Grafické znázornění šesté varianty s hlavními směry pro odklání dopravy

3.1.7 Varianta 7 – mimořádná událost v centru města

Poslední sedmá varianta znázorňuje situaci, kdy se mimořádná, resp. krizová situace stane v centru města Uherského Hradiště. (Bod na Masarykově náměstí je čistě ilustrativní, varianta platí pro jakoukoliv polohu mimořádné situace v rámci centra města. Předpokládán je zde spíše ojedinělý výskyt událostí popsaných v kapitolách 2.3.4. a 2.4.5. V takovém případě je cílem řízení naopak udržet vozidla na hlavních komunikacích, tj. na hlavním průtahu městem a komunikaci do Jarošova, a naopak omezit vjezd těchto vozidel do centra města Uherské Hradiště.



Obrázek 11 Grafické znázornění sedmé varianty s hlavními směry pro odklápění dopravy

3.2 Procesní návrh navedení vozidel na objízdné trasy

V předešlé podkapitole bylo stanoveno 7 základních variant, tedy 7 základních poloh vzniku potenciální mimořádné situace v definované oblasti.

Kapitola 3.2 popisuje procesní návrh navedení vozidel na jednotlivé objízdné trasy, s předpokladem, že se jedná o obousměrnou kompletní uzavírku. Samozřejmě lze očekávat i takové mimořádné, resp. krizové situace, kdy není třeba uzavírat celou komunikaci, ale pouze její část, např. jeden směr. V takovém případě je pak předpoklad aktivace jen těch křižovatek pro danou variantu, u nichž je to z pohledu logiky nutné.

Procesní návrh je proveden v souladu s dokumentem Metodiky, přičemž všechny odchylky oproti Metodice jsou v návrhu vysvětleny a okomentovány. V kapitole řešíme návrh jednotlivých fází z funkčního hlediska a za zachování současných pravidel silničního provozu dle dokumentu Metodiky. Předmětem tedy není fyzické uspořádání křižovatky a konkrétní návrhy každého návěstidla.

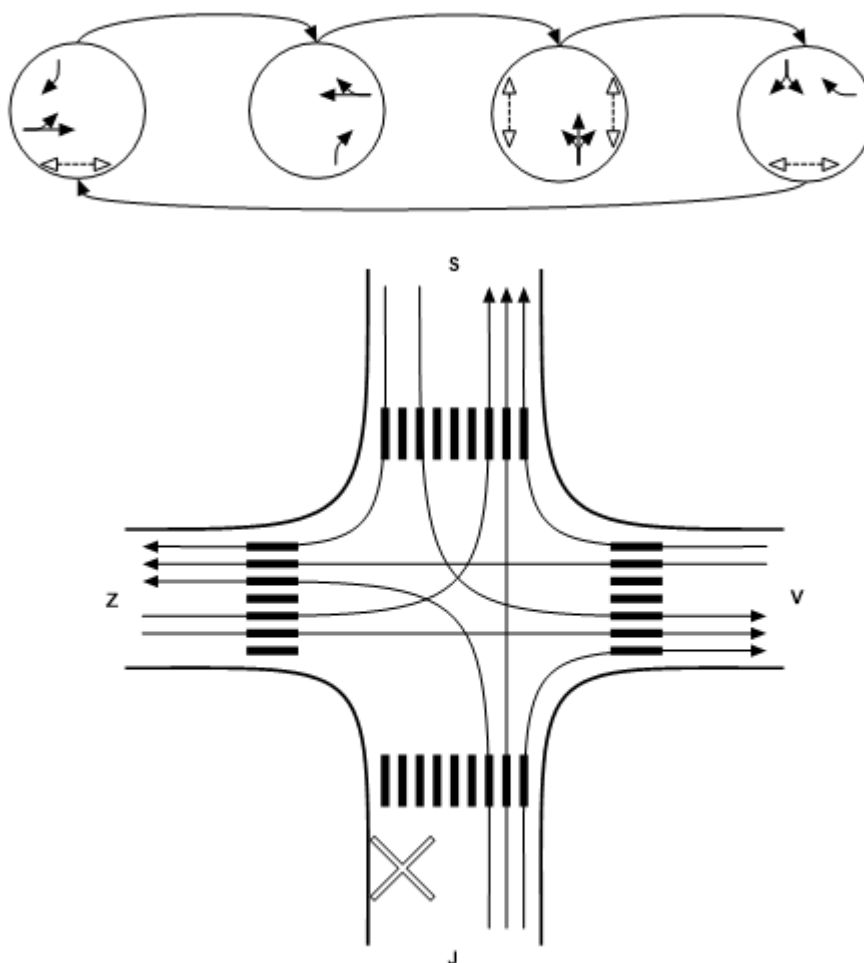
Odchylky, které metodika nezohledňuje a v samotném návrhu je nutné je pak posuzovat individuálně, jsou zejména:

- Vlivy jednosměrných komunikací na návrh sledu fází při krizovém řízení
- Jiné umístění přechodů pro chodce v rámci křižovatek s vlivem na konkrétní fáze v krizovém řízení
- Ostatní místní vlivy (vjezd k autobusovému nádraží atp.)

Dále je nutné zmínit fakt, že přestože jsou v Uherském Hradišti křižovatky často řízeny prakticky třífázovým řízením, není to však pomocí směrových signálů, ale pomocí instalovaných plných signálů a vyklizovacích šipek. Na toto řízení je tedy možné z hlediska návrhu fázového sledu hledět jako na dvoufázové.

3.2.1 Varianta 1 – křižovatka K102

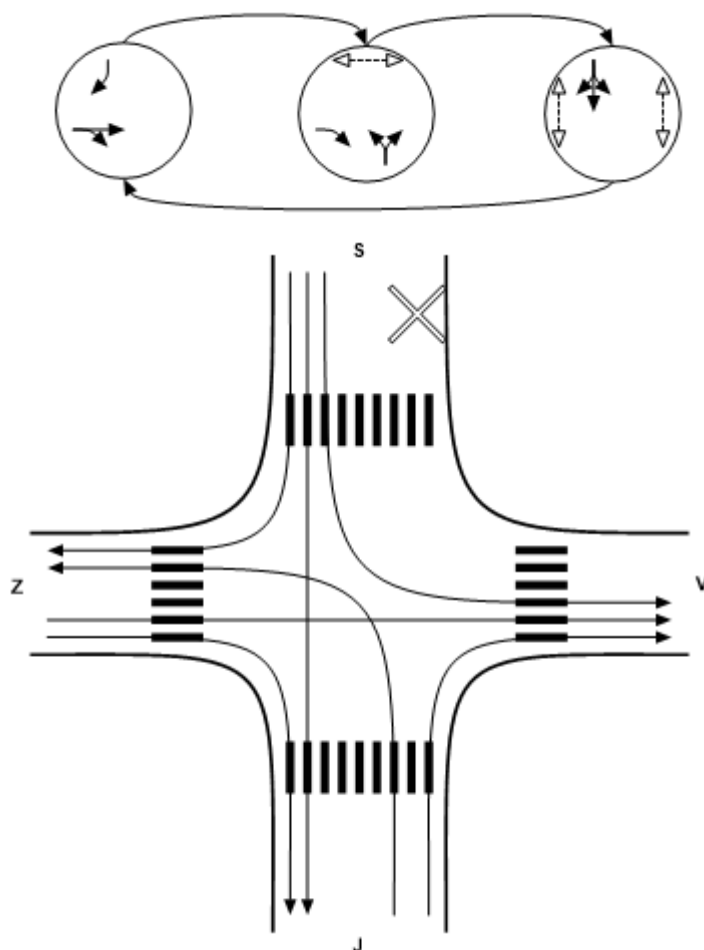
Pro křižovatku K102 lze bez problému použít řešení pro čtyřramennou křižovatku s dvoufázovým řízením dle bodu 5.8.2. dokumentu Metodiky. (Hlavní průtah městem je pak na této křižovatce znázorněn relací sever-jih.)



Obrázek 12 Schéma křižovatky K102 pro první variantu

3.2.2 Varianta 1 – křižovatka K103

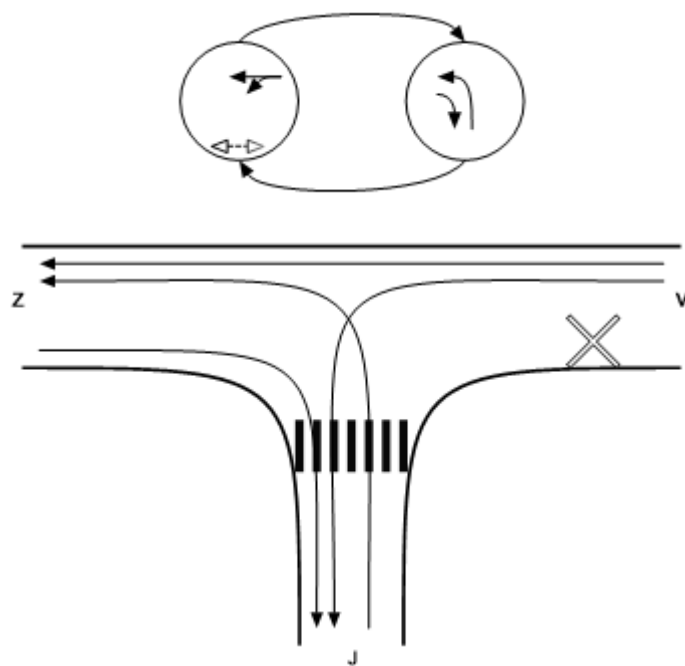
Pro křižovatku K103 lze v první variantě použít řešení pro čtyřramennou křižovatku s dvoufázovým řízením dle bodu 5.8.1. dokumentu Metodiky s tím, že východní rameno tvoří jednosměrná komunikace, a proto došlo v návrhu k vynechání fáze 2. (Hlavní průtah městem je pak na této křižovatce znázorněn relací sever-jih.)



Obrázek 13 Schéma křižovatky K103 pro první variantu

3.2.3 Varianta 2 – křižovatka K100a

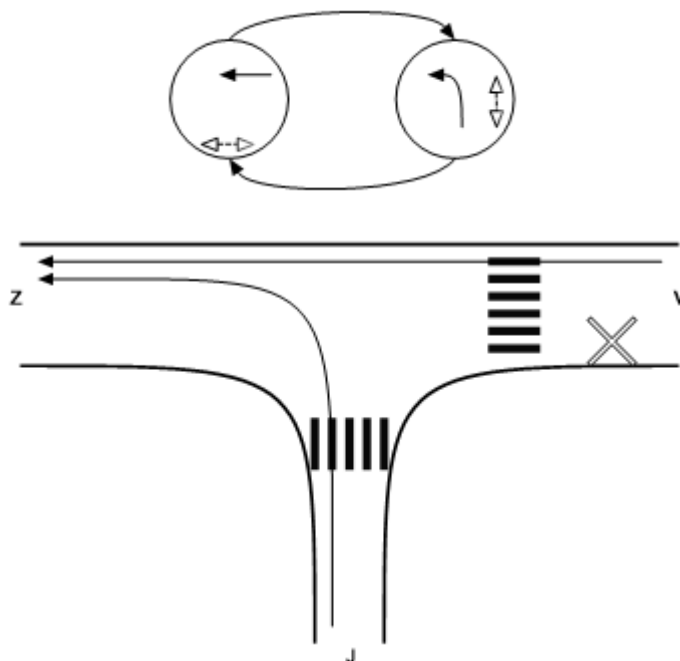
V druhé variantě lze využít pro křižovatku K100a modifikované řešení dle kapitoly 5.3.2 dokumentu Metodiky. K modifikaci dochází na základě faktu, že se na této křižovatce nachází pouze jeden přechod ve vedlejším směru (přechod hlavního průtahu, který je znázorněn relací západ-východ, je zde realizován podchodem).



Obrázek 14 Schéma křižovatky K100a pro druhou variantu

3.2.4 Varianta 2 – křižovatka K100b

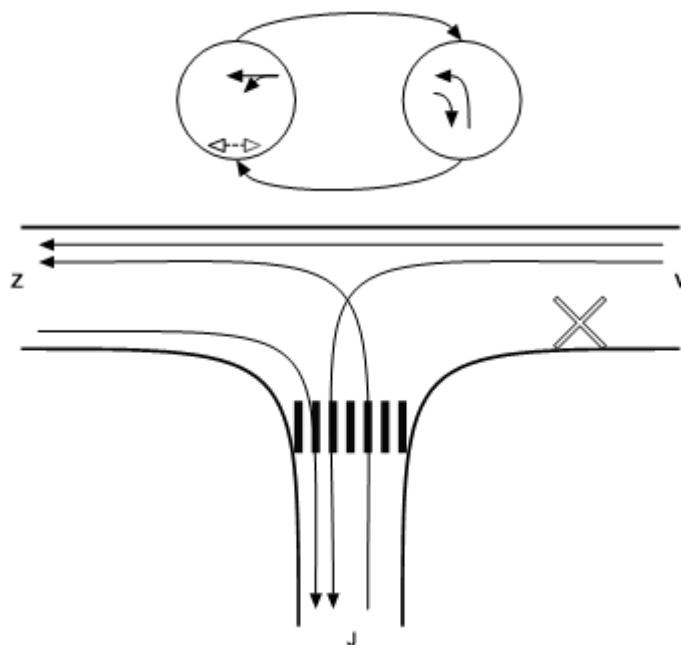
V druhé variantě lze využít pro křižovatku K100b modifikované řešení dle kapitoly 5.3.2 dokumentu Metodiky. K modifikaci dochází na základě faktu, že je příjezd do křižovatky z vedlejšího směru realizován jednosměrnou komunikací. (Hlavní průtah je realizován relací západ-východ.)



Obrázek 15 Schéma křižovatky K100b pro druhou variantu

3.2.5 Varianta 2 – křižovatka K107

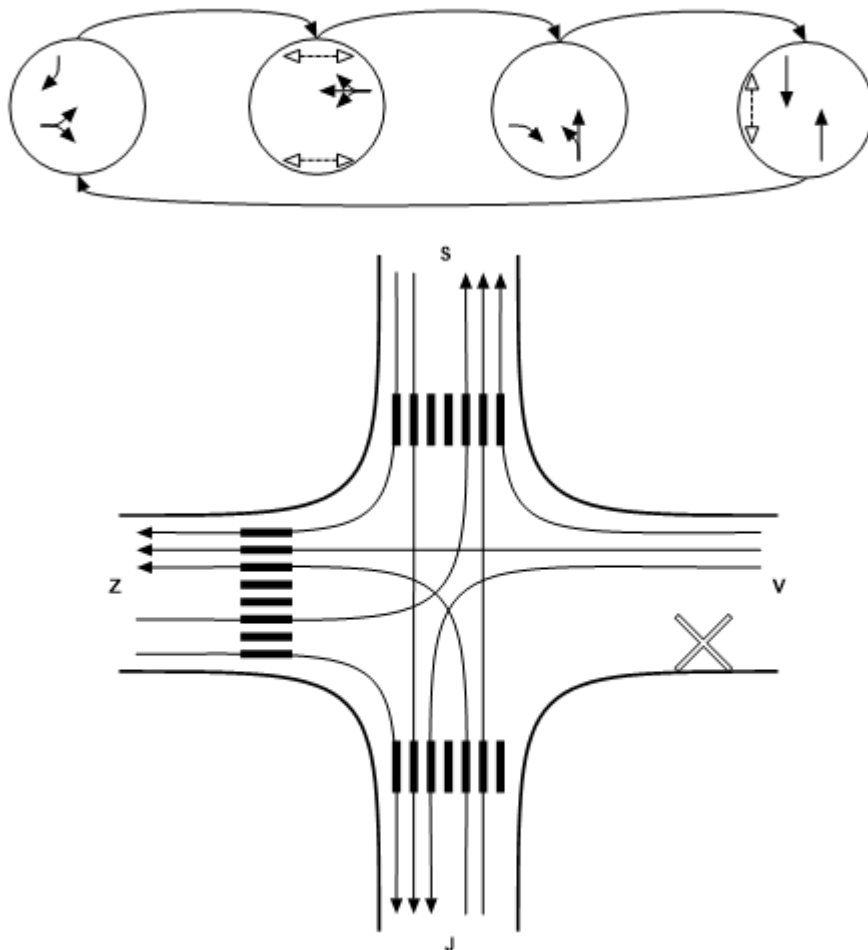
Pro křižovatku K107 lze v druhé variantě rovněž využít modifikované řešení z podkapitoly 5.3.2 dokumentu Metodiky. Stejně jako v případě křižovatky K100a se na křižovatce vyskytuje pouze jeden přechod pro chodce na jižním rameni. (Hlavní průtah je znázorněn relací západ-východ.)



Obrázek 16 Schéma křižovatky K107 pro druhou variantu

3.2.6 Varianta 2 – křižovatka K101

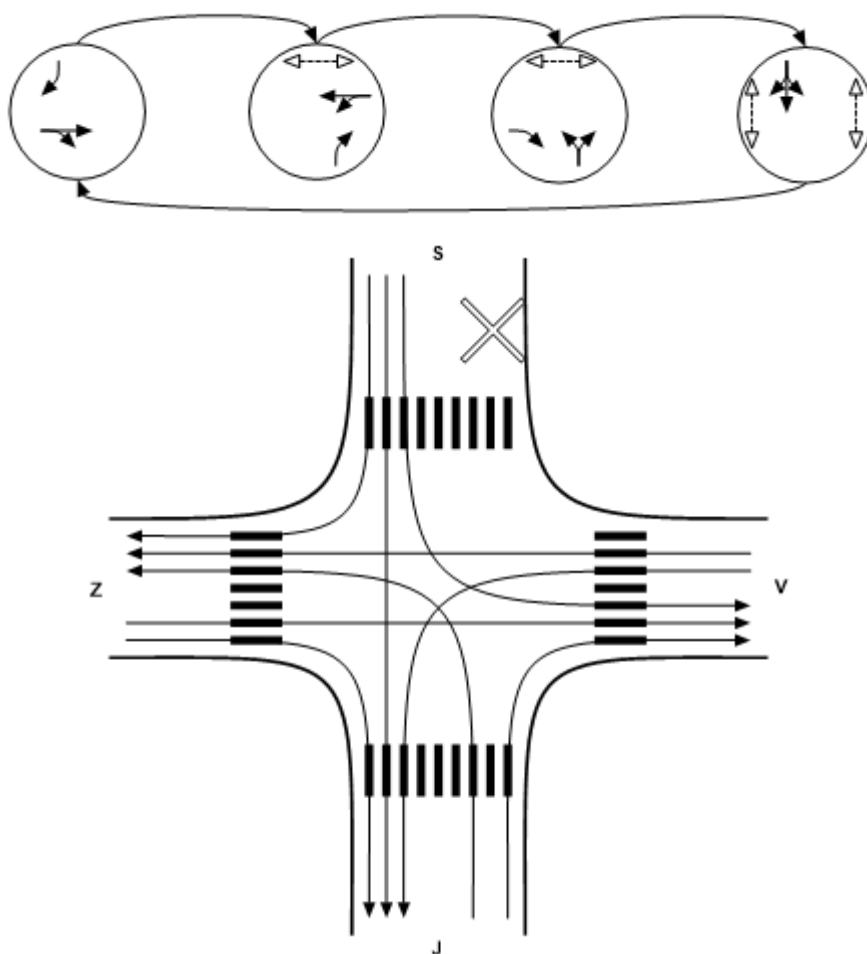
Pro křižovatku K101 lze využít v případě druhé varianty uzavírky využít modifikované řešení z podkapitoly 5.9.3. dokumentu metodiky, je zde oproti metodice jiné rameno, kde se nevyskytuje přechod pro chodce. (Hlavní průtah je znázorněn relací západ-východ.)



Obrázek 17 Schéma křižovatky K101 pro druhou variantu

3.2.7 Varianta 2 – křižovatka K102

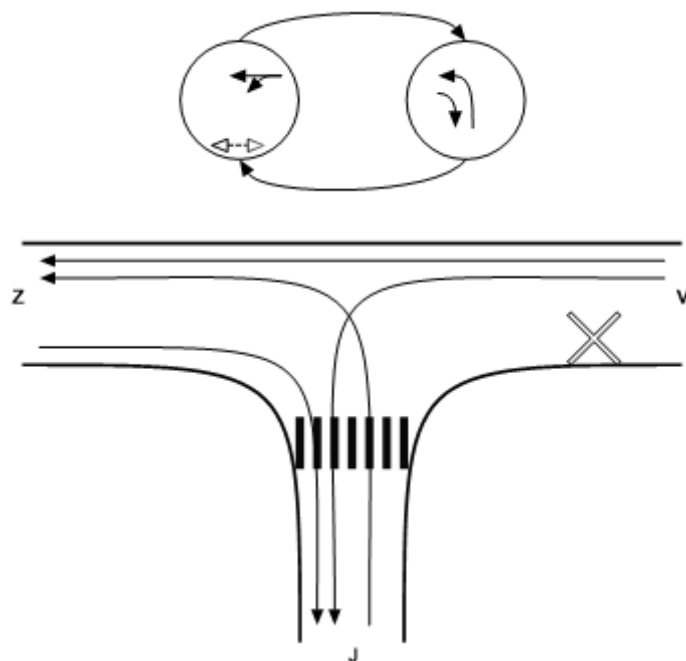
Pro křižovatku K102 se ve druhé variantě postupuje dle podkapitoly 5.8.1 dokumentu Metodiky. (Hlavní průtah je zde znázorněn relací sever-jih.)



Obrázek 18 Schéma křižovatky K102 pro druhou variantu

3.2.8 Varianta 3 – křižovatka K100a

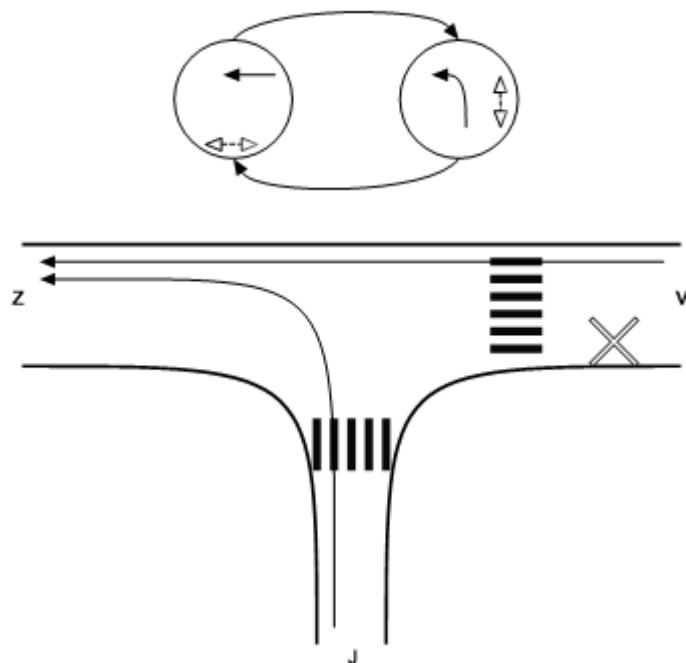
Pro křižovatku K100a ve třetí variantě místa vzniku mimořádné situace se postupuje podle podkapitoly 5.3.2 dokumentu Metodiky s tou modifikací, že se zde nachází pouze jeden přechod pro chodce na vedlejší komunikaci. (Hlavní průtah je zde znázorněn relací východ-západ a pěší přechod přes něj je zde realizován pomocí podchodu.)



Obrázek 19 Schéma křižovatky K100a pro třetí variantu

3.2.9 Varianta 3 – křižovatka K100b

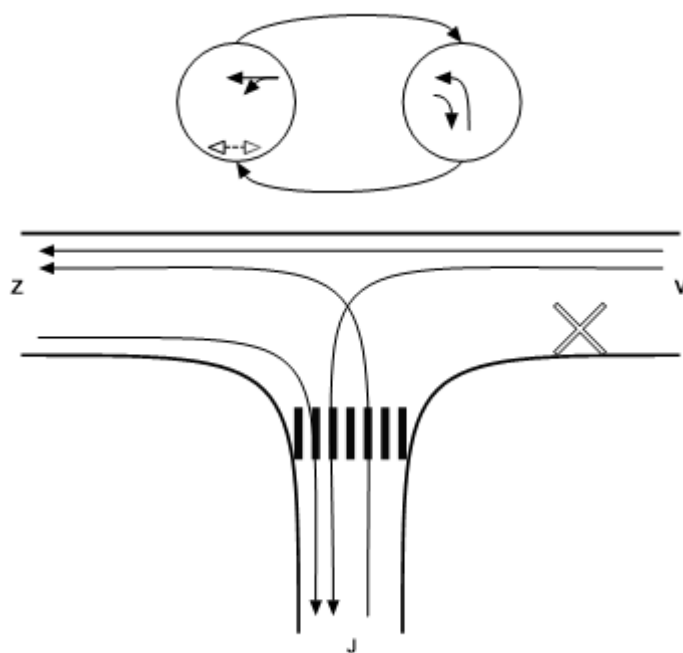
Pro křižovatku K100b ve variantě 3 se použije modifikované řešení z podkapitoly 5.3.2 dokumentu Metodiky. Modifikace spočívá ve faktu, že příjezd z vedlejšího směru je realizován jednosměrnou komunikací. (Hlavní průtah je zde znázorněn relací západ-východ.)



Obrázek 20 Schéma křižovatky K100b pro třetí variantu

3.2.10 Varianta 3 – křižovatka K107

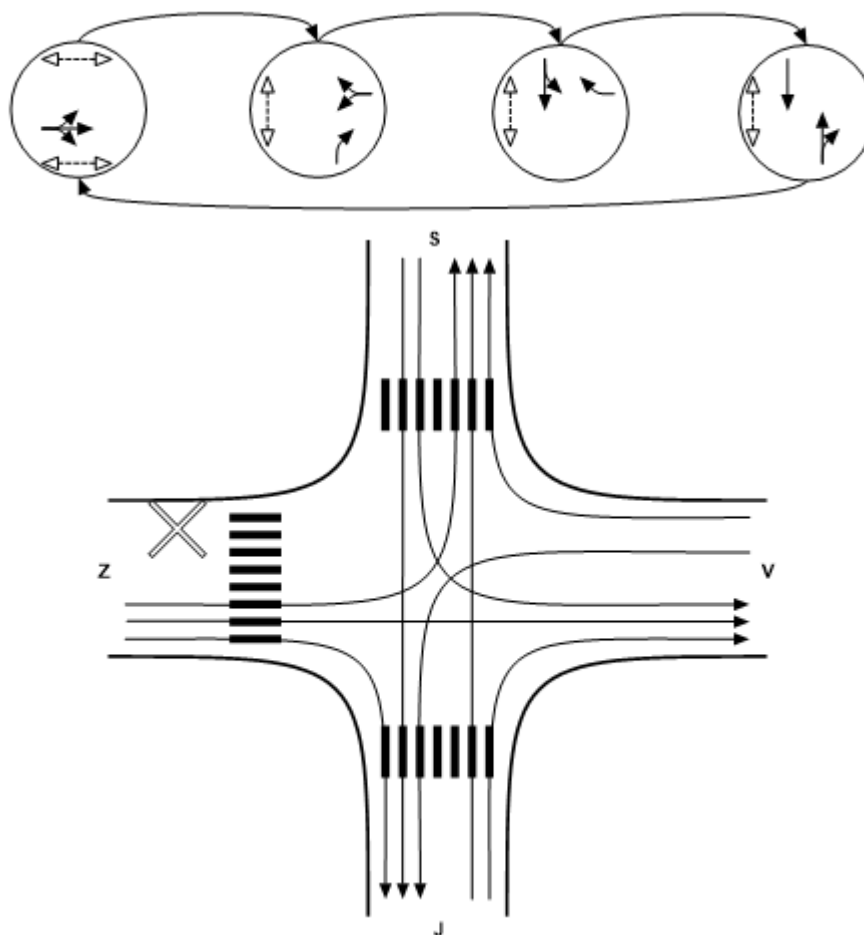
Pro křižovatku K107 se ve třetí variantě postupuje podle podkapitoly 5.3.2. dokumentu Metodiky s mírnou modifikací, která spočívá v umístění přechodu pouze na vedlejším rameni. (Hlavní průtah je zde znázorněn relací západ-východ.)



Obrázek 21 Schéma křižovatky K107 pro třetí variantu

3.2.11 Varianta 3 – křižovatka K101

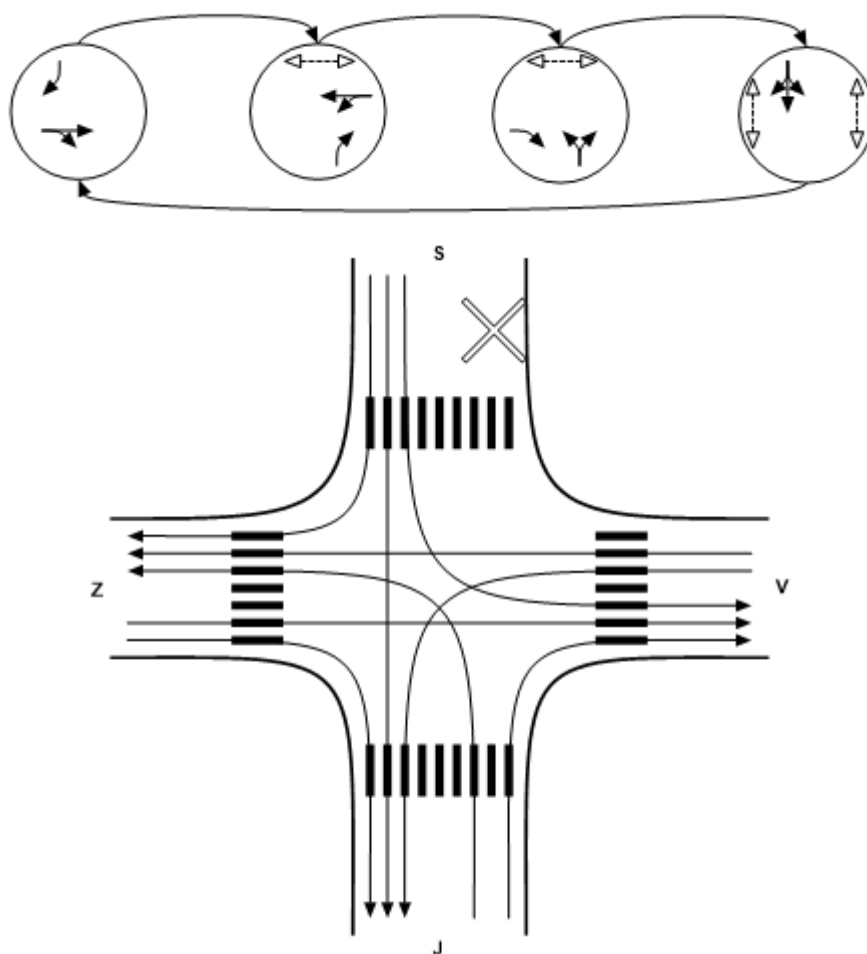
Pro křižovatku K101 se v třetí variantě postupuje podle modifikovaného řešení z podkapitoly 5.9.4. dokumentu Metodiky, modifikace spočívá v jiné poloze ramena, kde se nevyskytuje přechod pro chodce. (Hlavní průtah je zde znázorněn relací západ-východ.)



Obrázek 22 Schéma křižovatky K101 pro třetí variantu

3.2.12 Varianta 3 – křižovatka K102

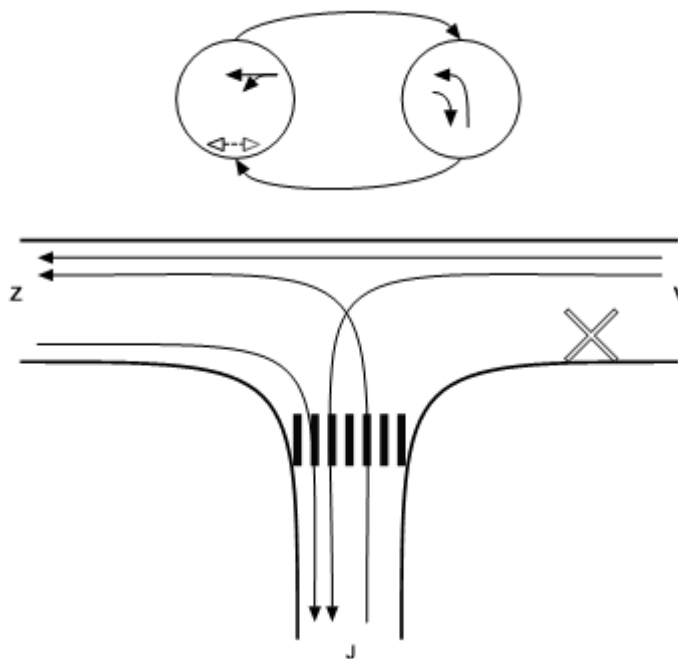
Pro křižovatku K102 ve variantě 3 se postupuje přesně dle podkapitoly 5.8.1 příslušného dokumentu Metodiky. (Hlavní průtah je zde znázorněn relací sever-jih.)



Obrázek 23 Schéma křižovatky K102 pro třetí variantu

3.2.13 Varianta 4 – křižovatka K100a

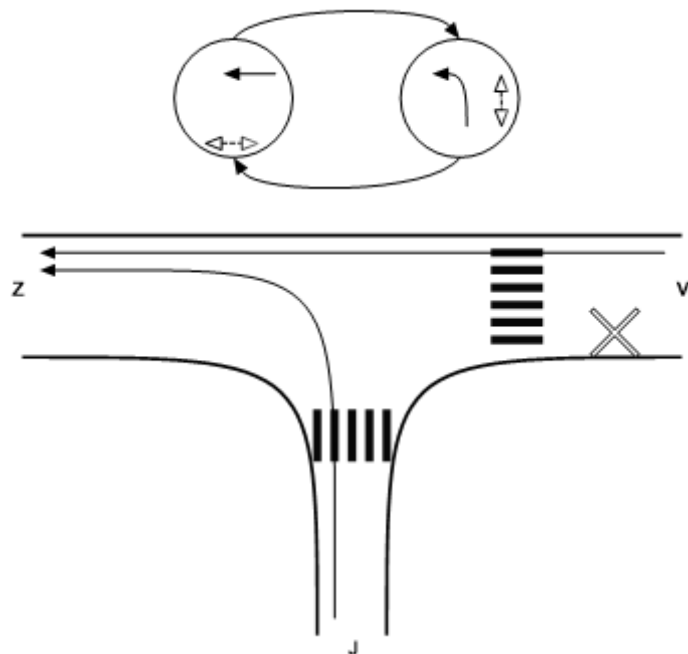
Pro křižovatku K100a ve čtvrté variantě se použije modifikované řešení dle podkapitoly 5.3.2 dokumentu metodiky, modifikace spočívá v umístění přechodu pro chodce pouze na rameni vedlejší komunikace. (Hlavní průtah je zde znázorněn pomocí relace západ-východ a přechod přes hlavní průtah je zde realizován podchodem.)



Obrázek 24 Schéma křižovatky K100a pro čtvrtou variantu

3.2.14 Varianta 4 – křižovatka K100b

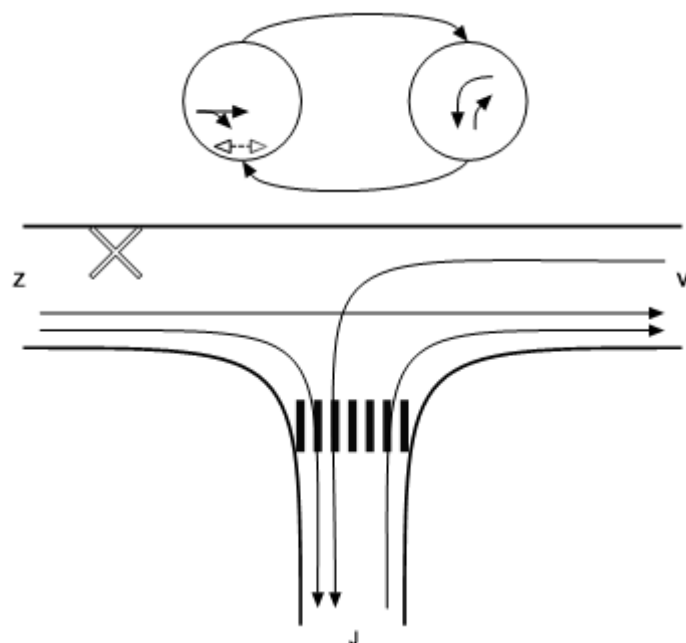
Pro křižovatku K100b ve čtvrté variantě se použije modifikované řešení dle podkapitoly 5.3.2. dokumentu metodiky, modifikace vyplývá z faktu, že příjezd z vedlejšího směru je do křižovatky realizován pomocí jednosměrné komunikace. (Hlavní průtah je zde znázorněn relací západ-východ.)



Obrázek 25 Schéma křižovatky K100b pro čtvrtou variantu

3.2.15 Varianta 4 – křižovatka K107

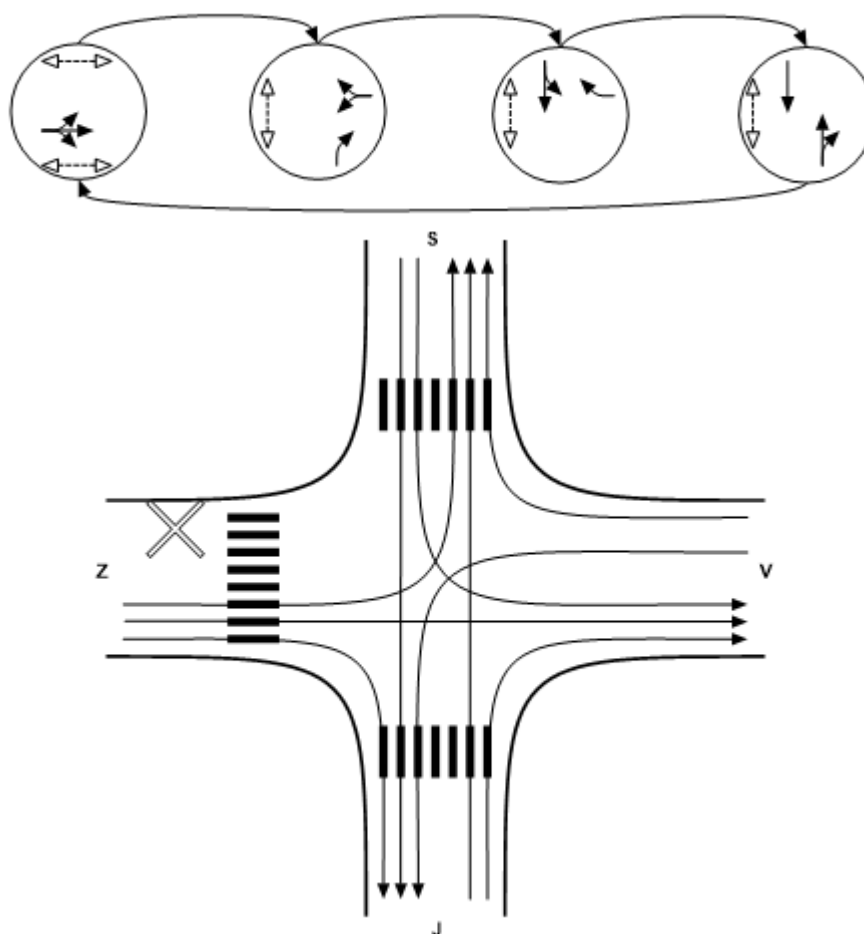
Pro křižovatku K107 ve čtvrté variantě platí modifikované řešení dle 5.3.3. dokumentu Metodiky, modifikace spočívá ve vynechání třetí fáze oproti metodice, což bylo umožněno z důvodu, že na hlavním průtahu se nevyskytuje přechod pro chodce. (Hlavní průtah je zde znázorněn relací západ-východ).



Obrázek 26 Schéma křižovatky K107 pro čtvrtou variantu

3.2.16 Varianta 4 – křižovatka K101

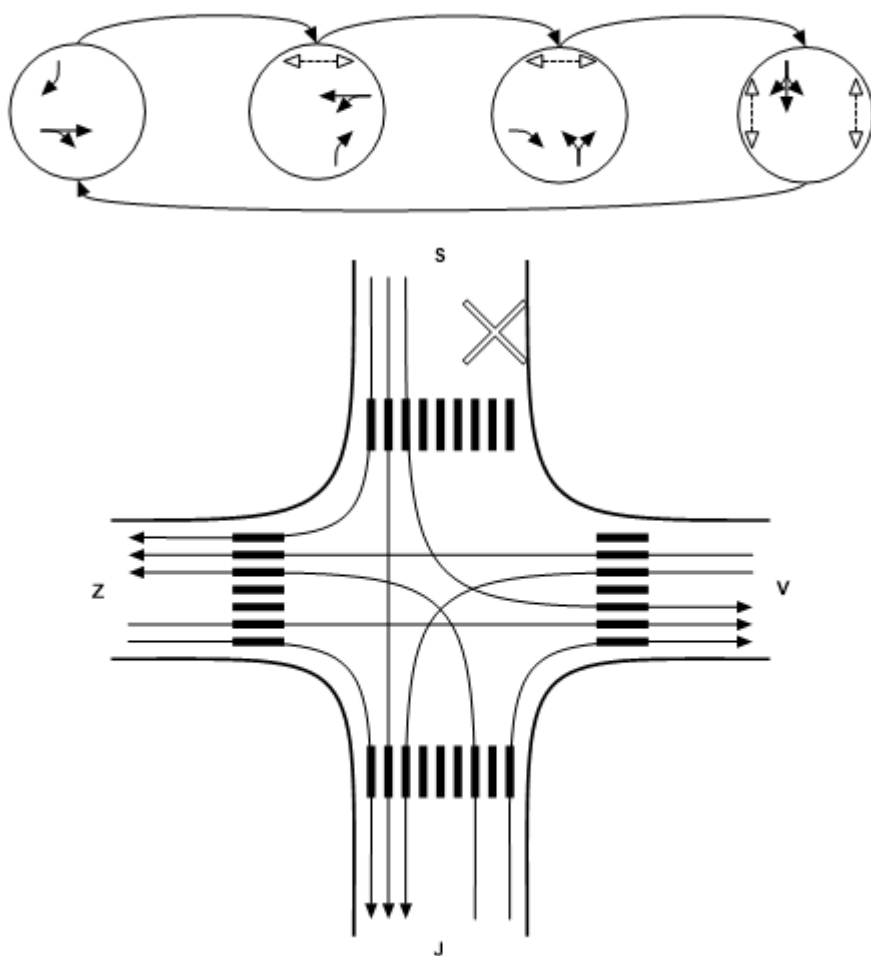
Pro křižovatku K101 ve čtvrté variantě platí modifikované řešení dle podkapitoly 5.9.4. dokumentu Metodiky, plynoucí z jiného umístění přechodů pro chodce v rámci posuzovaného uzlu. (Hlavní průtah je zde znázorněn relací západ-východ.)



Obrázek 27 Schéma křižovatky K101 pro čtvrtou variantu

3.2.17 Varianta 4 – křižovatka K102

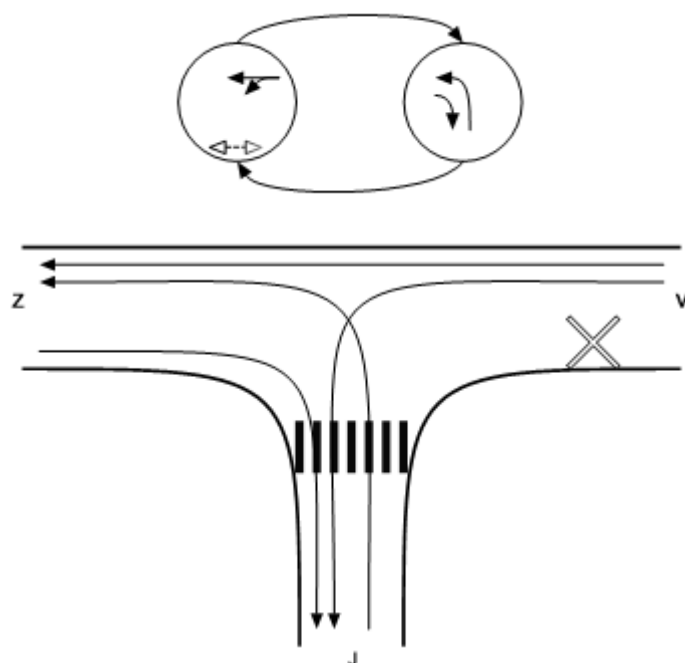
Pro poslední křižovatku K102 je použito řešení dle 5.8.1. dokumentu Metodiky. (Hlavní průtah je zde realizován relací sever-jih.)



Obrázek 28 Schéma křižovatky K102 pro čtvrtou variantu

3.2.18 Varianta 5 – křižovatka K100a

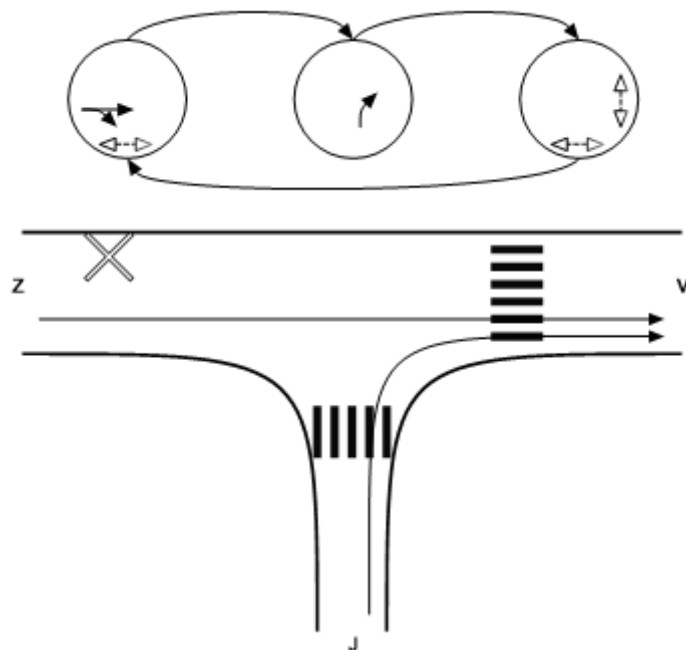
Pro křižovatku K100a se ve variantě 5 použije modifikované řešení dle podkapitoly 5.3.2. dokumentu Metodiky. Modifikace spočívá v umístění přechodu pro chodce pouze na rameni vedlejší komunikace. (Hlavní průtah je realizován relací západ východ a přechod přes něj je zajištěn podchodem.)



Obrázek 29 Schéma křižovatky K100a pro pátou variantu

3.2.19 Varianta 5 – křižovatka K100b

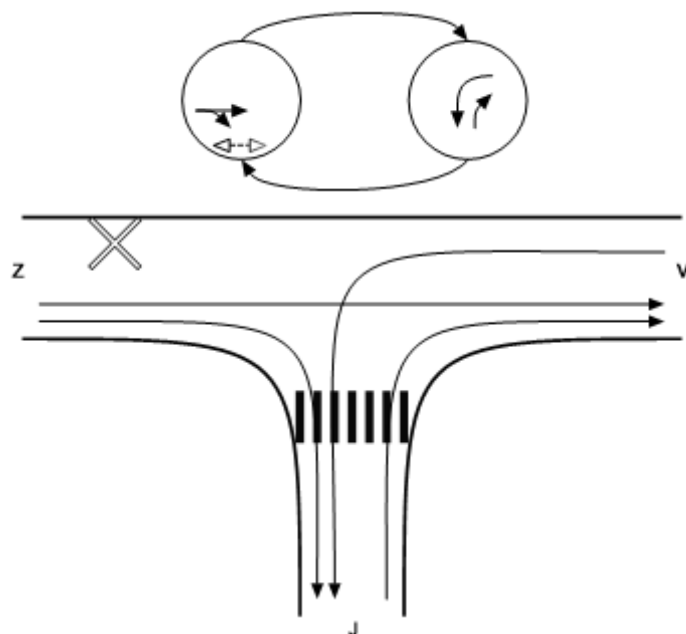
Křižovatka K100b je v páté variantě řešena pomocí podkapitoly 5.3.3. dokumentu Metodiky, rozdíl spočívá pouze v jednosměrném příjezdu do křižovatky z vedlejšího směru.



Obrázek 30 Schéma křižovatky K100b pro pátou variantu

3.2.20 Varianta 5 – křižovatka K107

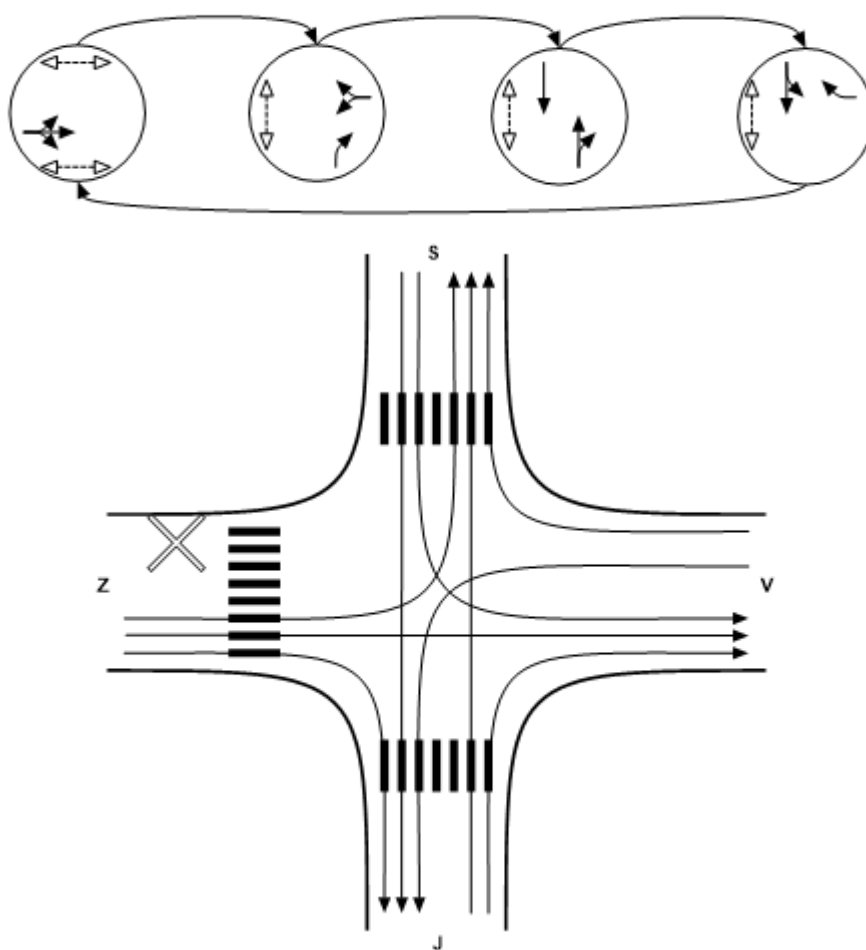
Pro křižovatku K107 se ve variantě 5 použije modifikované řešení dle podkapitoly 5.3.3 dokumentu Metodiky. Modifikace spočívá ve vynechání třetí fáze z důvodu absence přechodu přes hlavní průtah. (Hlavní průtah je realizován relací západ-východ.)



Obrázek 31 Schéma křižovatky K107 pro pátou variantu

3.2.21 Varianta 5 – křižovatka K101

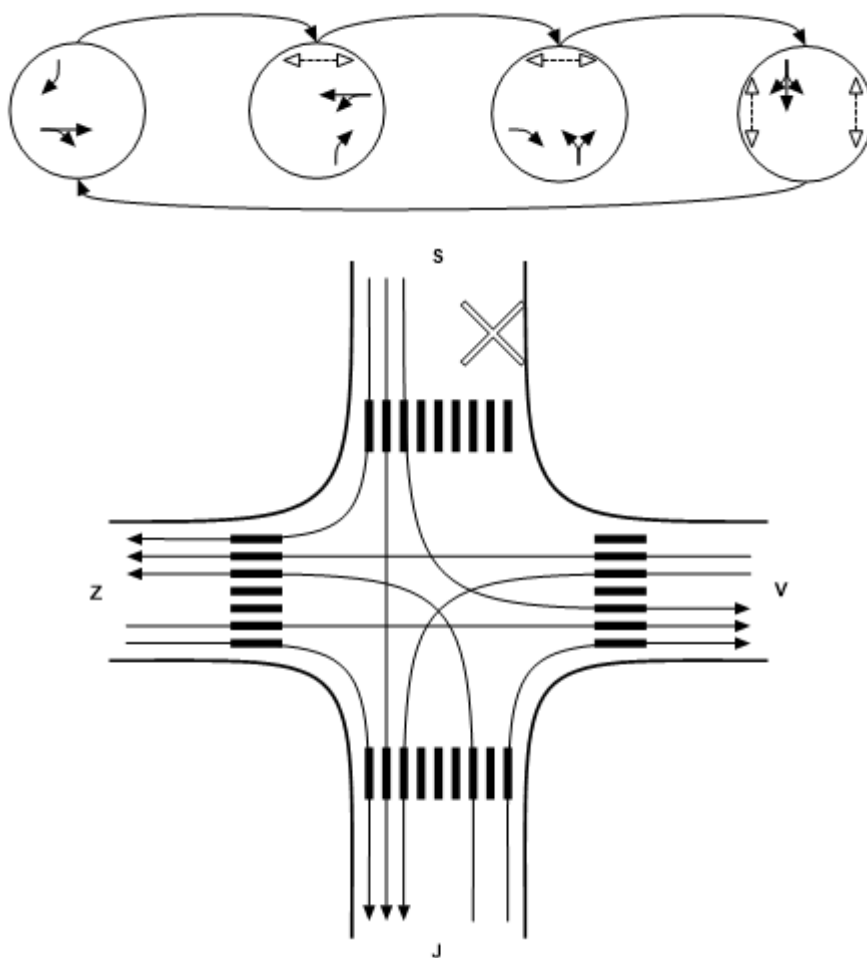
Pro křižovatku K101 se použije ve variantě 5 řešení dle podkapitoly 5.8.4. (Hlavní průtah je znázorněn relací západ-východ.)



Obrázek 32 Schéma křižovatky K101 pro pátou variantu

3.2.22 Varianta 5 – křižovatka K102

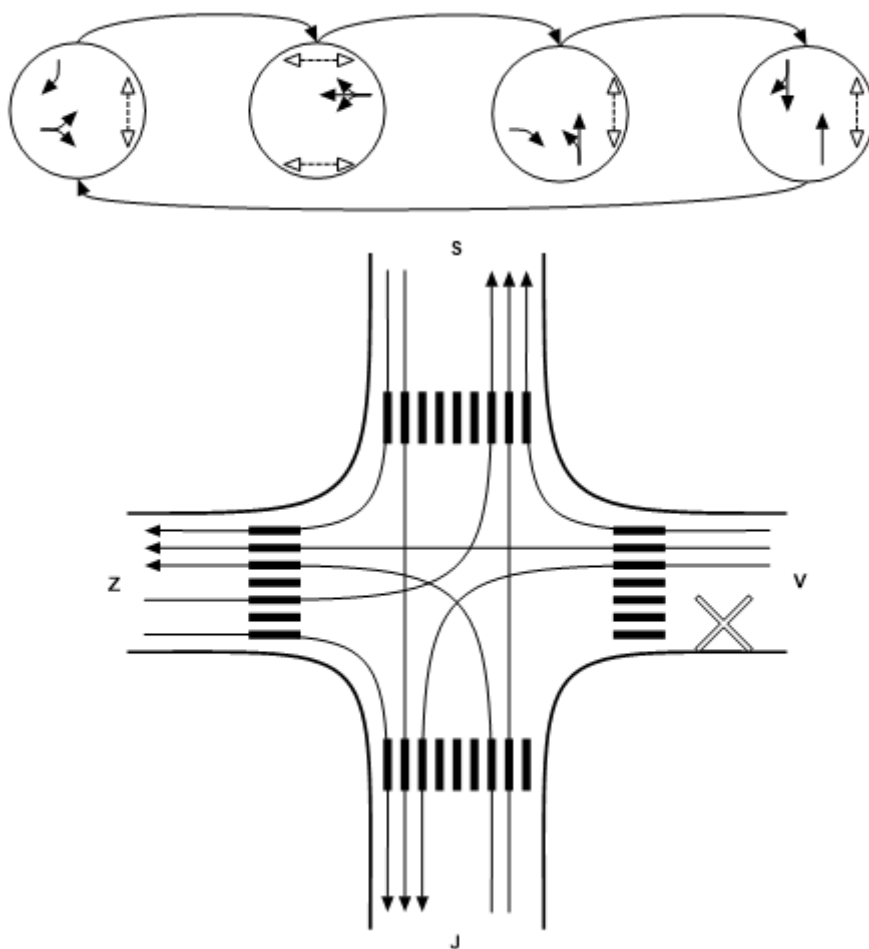
Pro křižovatku K102 se ve variantě 5 využije řešení dle podkapitoly 5.8.1. dokumentu Metodiky. (Hlavní průtah je zde znázorněn relací sever-jih.)



Obrázek 33 Schéma křižovatky K102 pro pátou variantu

3.2.23 Varianta 6 – křižovatka K102

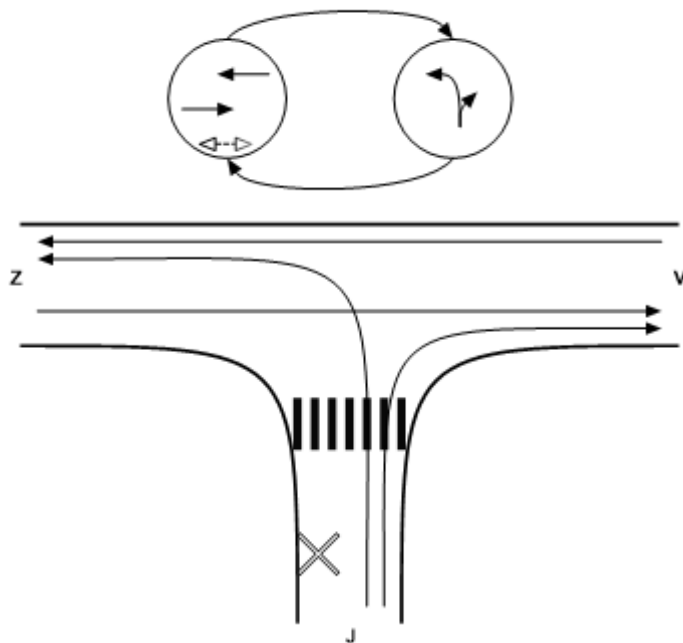
Pro šestý scénář se při krizovém řízení bude upravovat pouze fázový sled a fáze pro křižovatku K102, a to přesně podle podkapitoly 5.8.3 dokumentu Metodiky. (Hlavní průtah je zde realizován relací sever-jih.)



Obrázek 34 Schéma křižovatky K102 pro šestou variantu

3.2.24 Varianta 7 – křižovatka K100a

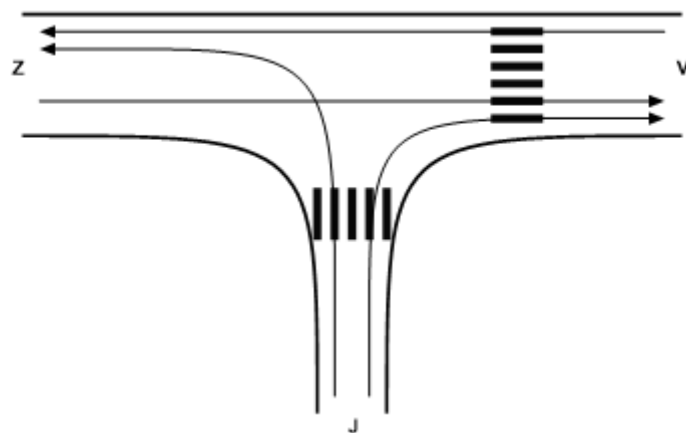
Pro křižovatku K100a se v případě sedmé varianty použije modifikované řešení dle podkapitoly 5.3.1. dokumentu Metodiky. Modifikace plyne z umístění přechodu pro chodce pouze na vedlejším rameni. (Hlavní průtah je zde znázorněn relací západ-východ, pěší přechod přes hlavní průtah je realizován podchodem).



Obrázek 35 Schéma křižovatky K100a pro sedmou variantu

3.2.25 Varianta 7 – křižovatka K100b

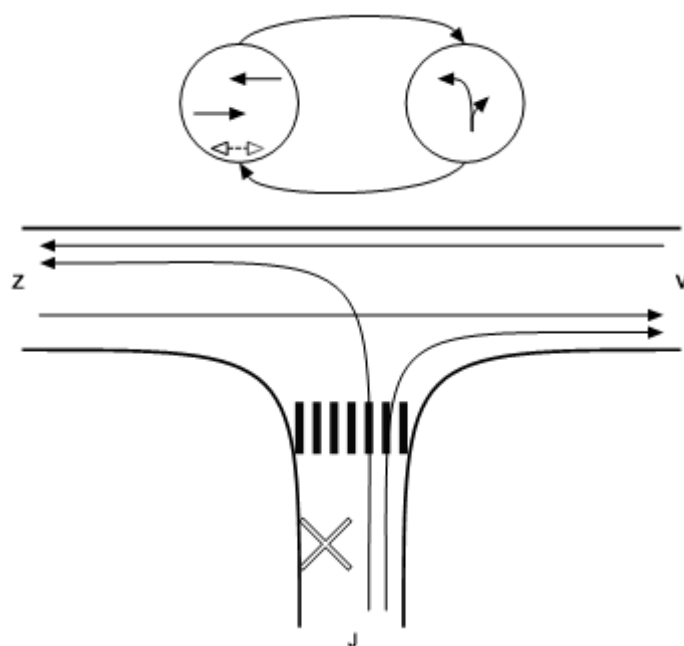
Pro křižovatku K100b zůstává ve variantě 7 běžné řízení beze změny, z důvodu jednosměrného příjezdu z centra.



Obrázek 36 Schéma křižovatky K100b pro sedmou variantu

3.2.26 Varianta 7 – křižovatka K107

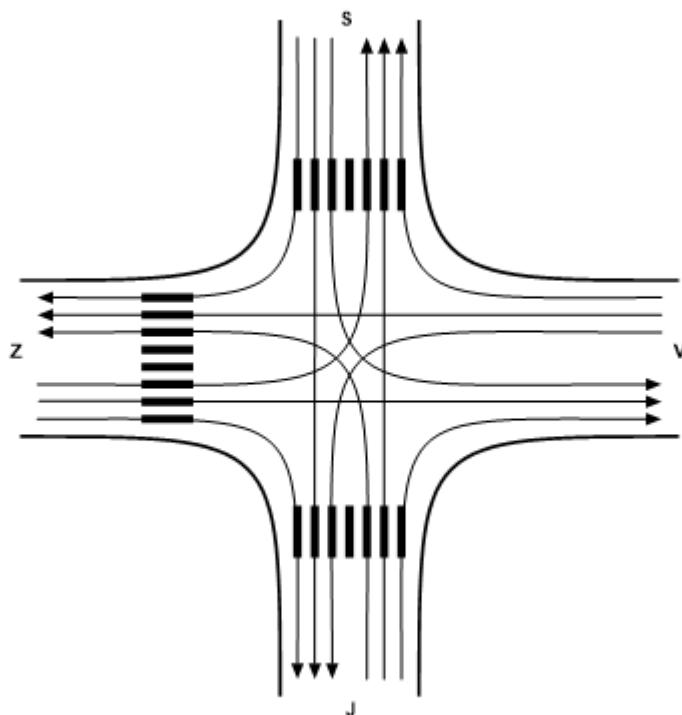
Pro křižovatku K107 se v sedmé variantě použije modifikované řešení dle podkapitoly 5.3.1. dokumentu Metodiky. Modifikace plyne z umístění přechodu pro chodce pouze na jižním rameni. (Hlavní průtah je zde znázorněn relací západ-východ.)



Obrázek 37 Schéma křižovatky K107 pro sedmou variantu

3.2.27 Varianta 7 – křižovatka K101

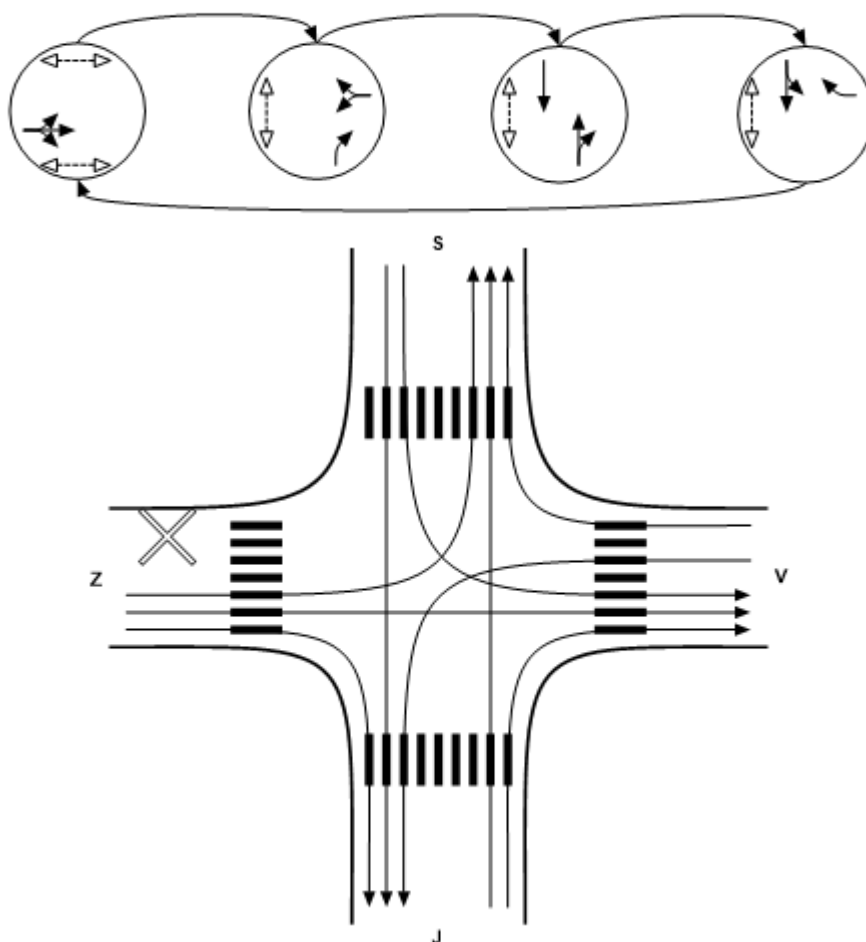
Běžný režim řízení křižovatky K101 zůstane v sedmé variantě beze změny, protože jižní rameno tvoří vjezd na autobusové nádraží.



Obrázek 38 Schéma křižovatky K101 pro sedmou variantu

3.2.28 Varianta 7 – křižovatka K102

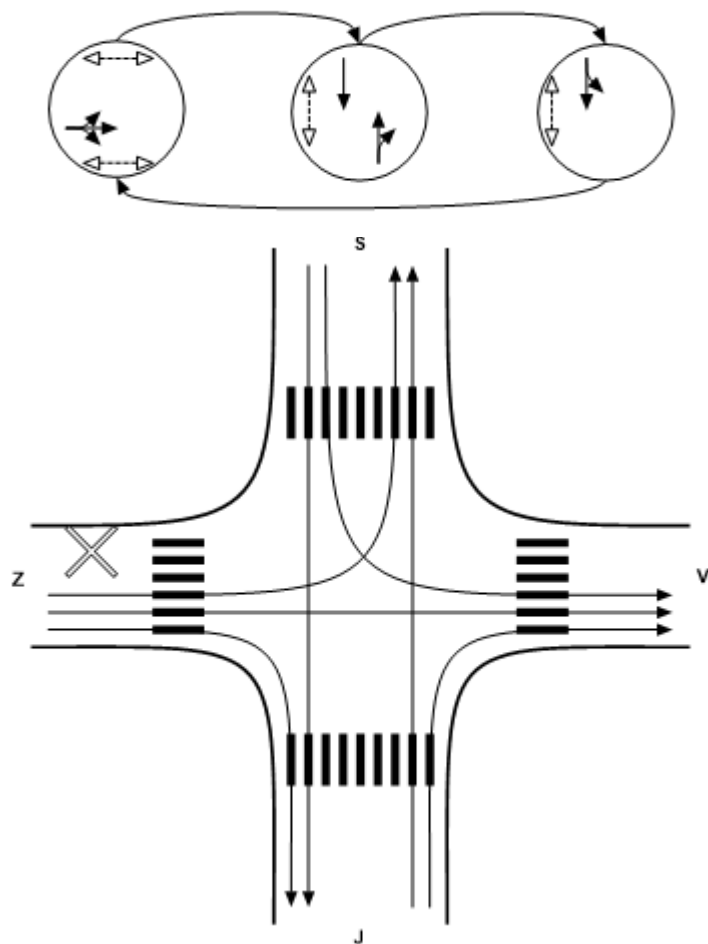
Pro křižovatku K102 se pro sedmou variantu použije řešení z podkapitoly 5.8.4 dokumentu Metodiky. (Hlavní průtah je zde realizován relací sever-jih.)



Obrázek 39 Schéma křižovatky K102 pro sedmou variantu

3.2.29 Varianta 7 – křižovatka K103

Pro křižovatku K103 se v sedmé variantě použije modifikované řešení dle podkapitoly 5.8.4. dokumentu Metodiky. Východní rameno tvoří jednosměrná komunikace, a tak lze oproti tomuto řešení vynechat fázi 2. (Hlavní průtah je zde realizován relací sever-jih.)



Obrázek 40 Schéma křižovatky K103 pro sedmou variantu

3.3 Simulace stanovených objízdných tras v podobě mikrosimulace ve vybraném SW

3.3.1 Nastavení a kalibrace simulačního modelu

Na základě dostupných vstupních dat je v programu PTV VISSIM vytvořen zjednodušený model dopravní oblasti. V první fázi jde o vytvoření co nejvěrohodnějšího modelu řízení dopravy v běžném režimu. Pro vytvoření modelu sítě je použita na webu dostupná ortofotomapa průtahu města Uherské Hradiště a přilehlých komunikací. Model byl z důvodu omezené licence zjednodušen pouze na namodelování řízení na křižovatkách K100a, K102 a K103. (Ostatní uzly jsou v modelu zanedbány. Jako vstupní data o intenzitách jsou použity do modelu hodinové intenzity dopravy ze všech vstupů do křižovatky K102 z vlastního průzkumu dopravy provedeného dne 13. 6. 2019 v dopoledních hodinách. Naměřené hodinové intenzity reflektuje Tabulka 1 níže. Modelové intenzity vozidel přijíždějících z ostatních směrů na hlavní průtah byly empiricky odhadnuty. Směrování vozidel je pak vyvozeno z intenzit v jednotlivých pruzích, které byly rovněž naměřeny v rámci dopravního průzkumu, v místech, kde nebyl průzkum realizován, je pak empiricky odhadnuto.

13.06.2019	hodinová intenzita (voz/h) 8:30-9:30	hodinová intenzita (voz/h) 9:30-10:30
od Starého Města	815	874
od Kunovic	819	777
od Jarošova	691	603
z centra	164	195

Tabulka 1 Naměřené hodinové intenzity na K102

Signální plány v klasickém režimu řízení jsou převzaty z Dopravního řešení jednotlivých křižovatek společnosti Eltodo, a. s., jedná se tedy o reálné signální plány používané ve městě v současné době, které je nutné mít pro účely porovnání výsledků simulace. Cykly na jednotlivých uzlech K100a, K102 a K103 jsou rovny 100 sekundám.

Model vychází z klasického modelu chování Wiedemann 99 a byl v průběhu návrhu kalibrován. Jako kalibrační data jsou pak použity údaje o počtu vozidel, která projela křižovatkou v jednotlivých cyklech (rovněž z vlastního průzkumu). Na základě kalibračních dat jsou v modelu v případě nutnosti upraveny distribuce rychlostí, akcelerací a přednastavené modely chování řidičů v simulaci tak, aby co nejlépe reflektovaly realitu řidičů ve městě Uherské Hradiště. Ukázkou kalibračních dat ze Směru Staré Město reflektuje Tabulka 2 níže:

Samotné vyhodnocení modelu pak reflektuje zásady modelování, tedy vyhodnocení není založeno na jedné proběhlé simulaci a na několika simulačních bězích, které byly provedeny při zadání jiného náhodného čísla, počátek simulace je brán jako záběhová fáze modelu a není vyhodnocován. Samotné vyhodnocení probíhá v hodinovém intervalu v čase 400-4000 sekund.

	Intenzity od Starého města			Kolony ze směru Staré město	
	pravý pruh	střední pruh	levý pruh	Sloup VO	Řadící pruh s vlivem na délku kolony
8:15:50	10	2	9	-	RU
8:17:30	14	0	9	-	RP
8:19:10	15	1	12	2	L
8:20:50	8	1	12	2	L
8:22:30	6	1	12	2	L
8:24:10	10	2	11	0,33	L
8:25:50	5	1	8	1,5	L
8:27:30	12	1	15	0,66	L
8:29:10	12	1	9	-	RP
8:30:50	16	2	9	2	L
8:32:30	12	1	10	2	L
8:34:10	8	2	7	3	L
8:35:50	13	2	11	3	L
8:37:30	11	0	13	2	L
8:39:10	9	4	11	2,5	L
8:40:50	8	3	11	2	L
8:42:30	13	3	10	2	L
8:44:10	11	4	12	1	L
8:45:50	18	3	9	0	L
8:47:30	19	3	6	0	L
8:49:10	14	0	11	-	L
8:50:50	9	0	9	1	L
8:52:30	11	2	4	0	-
8:54:10	9	4	2	-	PR
8:55:50	12	2	10	0	-
8:57:30	12	0	7	-	L
8:59:10	5	2	7	-	L
9:00:50	8	3	8	-	L
9:02:30	13	3	8	-	L
9:04:10	6	1	11	-	L
9:05:50	14	2	7	0	-
9:07:30	10	1	9	0	-
9:09:10	13	3	8	0	L
9:10:50	9	1	11	1	L
9:12:30	12	3	10	-	L
9:14:10	13	1	9	0	-
9:15:50	6	1	9	-	L
9:17:30	11	1	12	0,5	L
9:19:10	9	1	10	-	L
9:20:50	23	2	11	-	L
9:22:30	8	2	9	-	L
9:24:10	13	2	10	0	L
9:25:50	16	1	9	-	RP
9:27:30	8	2	10	-	L
9:29:10	17	2	7	-	RP
9:30:50	11	2	9	0	-

Tabulka 2 Kalibrační data pro dopravní model

3.3.2 Simulované varianty

Pro účely vyhodnocení simulace byly vybrány následující situace:

- Běžný provoz bez mimořádné, resp. krizové situace;
- Běžný provoz s mimořádnou, resp. krizovou situací mezi křižovatkami K102 a K103;
- Běžný provoz s mimořádnou, resp. krizovou situací mezi křižovatkami K100a a K102
- Běžný provoz s mimořádnou, resp. krizovou situací na pravém rameni K102 směrem do Jarošova
- Varianta 1, tzn. mimořádná, resp. krizová situace mezi křižovatkami K102 a K103, při aktivovaném systému krizového řízení;
- Varianta 2, tzn. mimořádná, resp. krizová situace mezi křižovatkami K100a a K102, při aktivovaném systému krizového řízení;
- Varianta 6, tzn. mimořádná, resp. krizová situace na pravém rameni K102 směrem do Jarošova, při aktivovaném systému krizového řízení.

Pro všechny simulované varianty platí, že jsou simulovány pro zcela stejné vstupy (intenzity) a zároveň se nemění délka cyklu pro jednotlivé uzly, zůstává tedy vždy 100 sekund.

3.3.3 Vyhodnocení mikrosimulace

V mikrosimulačním prostředí byly simulovány všechny varianty popsané v předchozí podkapitole, s cílem vyhodnotit dopravní zdržení (průměrné střední doby zdržení) za několik provedených simulací na křižovatkách K100a, K102 a K103 a následně graficky porovnat výsledky mezi sebou. V rámci vyhodnocení je křižovatka K100a místy pojmenována pouze jako K100, neboť křižovatka K100b nebyla simulována, nemůže tudíž dojít k záměně. Stručnějším označením K100 u tabulek a grafů je tedy myšlena křižovatka popsána v textu jako K100a.

V průběhu řešení však vyvstal problém spojený s postupem vyhodnocení středních dob zdržení v programu VISSIM, neboť pro běžný provoz s mimořádnou, resp. krizovou situací, nelze střední doby zdržení relevantně vyhodnotit. Během vyhodnocované hodinové periody totiž dochází k postupnému ucpávání posuzovaného uzlu z důvodu nehody a následně k úplnému zastavení všech vozidel. V momentě, kdy v modelu vozidla dlouhodobě zastaví, nelze vyhodnocovat střední dobu zdržení ve zkoumaném intervalu, jelikož daným intervalem žádná vozidla neprojedou, protože reálně stojí. Pro běžné provoz s mimořádnou, resp. krizovou situací bez použití krizového řízení lze tedy průměrnou dobu zdržení pouze hrubě odhadovat. Je jisté, že bude několikanásobně vyšší, než tomu bude za normálního nebo za krizového systému řízení.

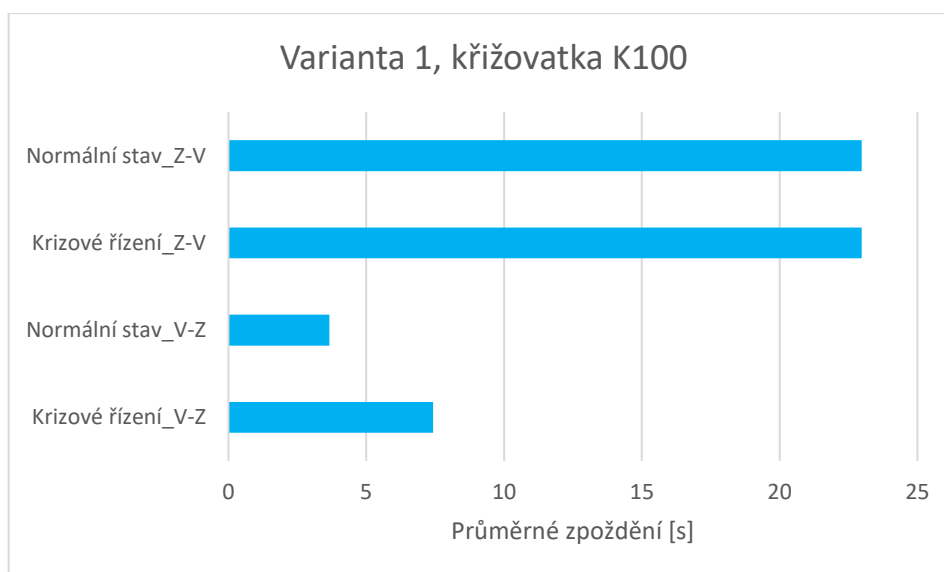
V Příloze 1: Vyhodnocení VISSIM jsou k nalezení veškerá data z vyhodnocení. Dojde-li nám například k mimořádné, resp. ke krizové situaci na rameni do Jarošova, z dat lze krásně vyčíst, že nejdříve dojde k ucpání uzlu K102, následně uzlu K103 a nakonec s delším časovým odstupem i uzlu K100a. Při čemž v případě ucpání prvních dvou jmenovaných uzlů model bude vhodně prezentovat realitu, k ucpání uzlu K100a by ve skutečnosti došlo později nebo vůbec, protože mezi K100a a K102 je více odboček, které by se někteří řidiči snažili v případě vzniku mimořádné situace využívat.

Odhad průměrné střední doby zdržení v případě mimořádné, resp. krizové situace za normálního režimu řízení záleží na několika faktorech, z nichž nejdůležitějšími jsou rozsah dané mimořádné, resp. krizové situace, dále pak čas trvání odstranění následků dané situace a průměrná doba dojezdu složek integrovaného záchranného systému k místu mimořádné, resp. krizové situace. Od doby vzniku situace až do doby obnovení provozu, nedostačuje kapacita jednotlivých uzlů pro vzniklé intenzity, úroveň kvality dopravy je na stupni F a průměrná střední doba zdržení se z řádů sekund dostává do řádů minut, až desetiminutovek.

Následující grafy se tak zaměřují výhradně na porovnání střední doby zdržení za normálního režimu řízení a za upravených signálních plánů na základě dokumentu Metodiky. Jedná se o

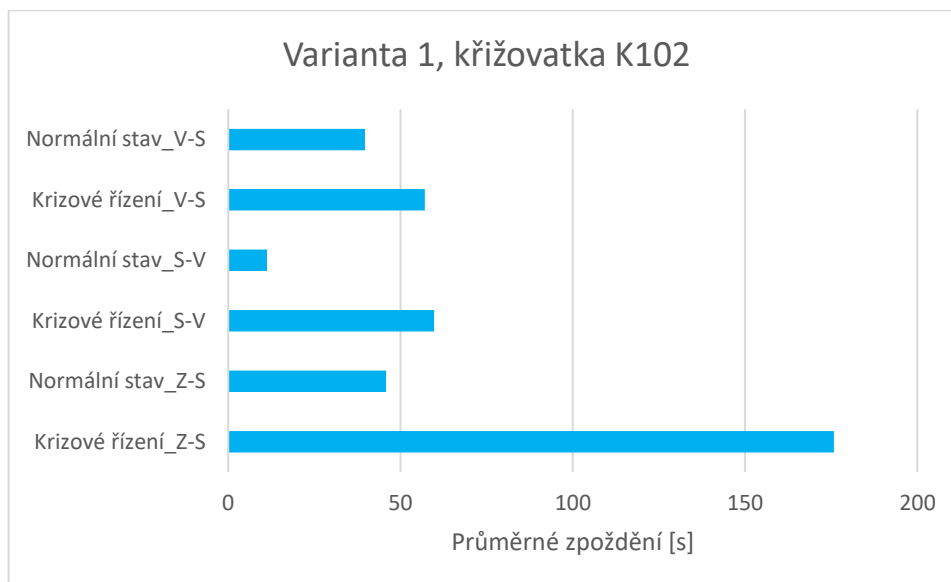
sloupčové grafy, kde na vodorovné ose lze vždy vyčíst průměrné zpoždění v daném uzlu, na svislé ose pak porovnávané režimy řízení a konkrétní vyhodnocované směry. Vyhodnocované směry byly vybírány z logiky věci, jedná se vždy o ty směry, které jsou za normálního i krizového režimu řízení průjezdné.

Na následujících třech obrazech níže lze pozorovat porovnání průměrných dob zdržení v jednotlivých uzlech (jeden graf přísluší jednomu vyhodnocovanému uzlu pro Variantu 1, tzn. potenciálním vzniku mimořádné, resp. krizové situace mezi K102 a K103. U křižovatky K100a lze pozorovat zajímavé a logické závěry, a sice že ve směru k místu vzniklé situace se průměrné zpoždění vůbec nemění, uzel je od situace velmi daleko, naopak v opačném směru dochází k nárůstu zpoždění v případě krizového řízení.



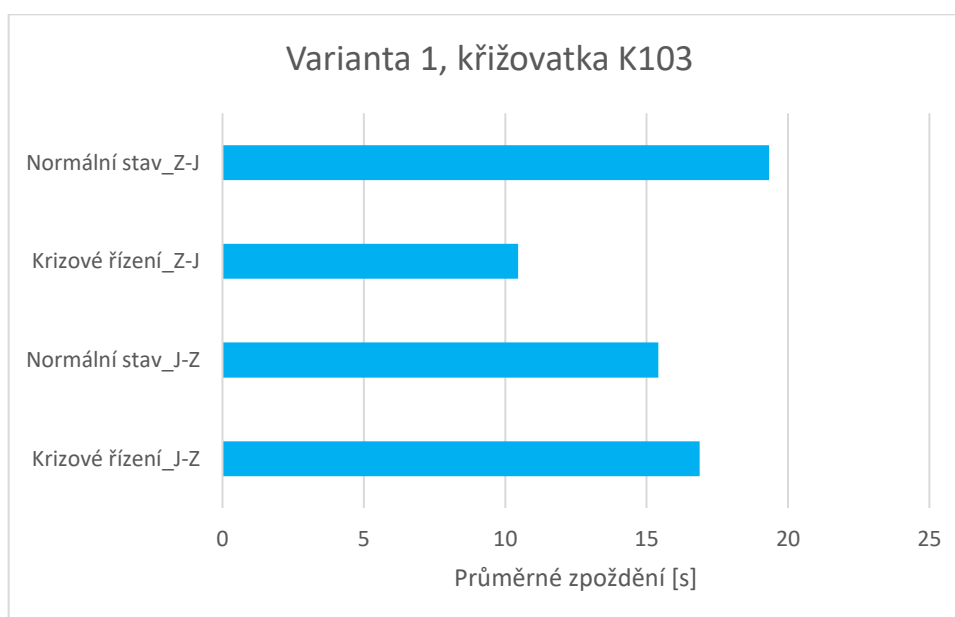
Graf 1 Porovnání středních dob zdržení na křižovatce K100 pro první variantu

U křižovatky K102 pak dochází (opět logicky) k navýšení střední doby zdržení u všech posuzovaných směrů v uzlu, relace Jarošov-Staré Město a Staré Město-Jarošov přece jenom nejsou schopny kapacitně zcela nahradit hlavní komunikaci, na níž se mimořádná, resp. krizová událost stala. Velký nárůst zpoždění pak dochází v relaci Centrum-Staré Město, nárůst je spojen především s důvodem, že řízení křižovatky je za krizového řízení čtyřfázové namísto třífázového, a to může vytvářet problémy v některých relacích.



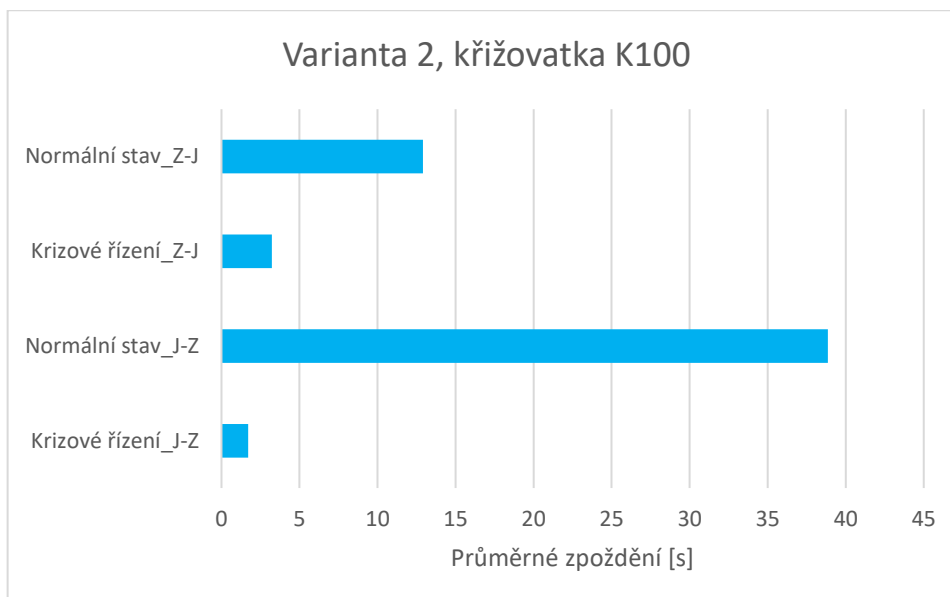
Graf 2 Porovnání středních dob zdržení na křižovatce K102 pro první variantu

U křižovatky K103 pak za krizového řízení naopak dochází k úspoře času v relaci západ-jih, což je způsobeno především faktem, že v této relaci je v případě použití krizového řízení v signálním plánu mnohem delší doba zeleného signálu.



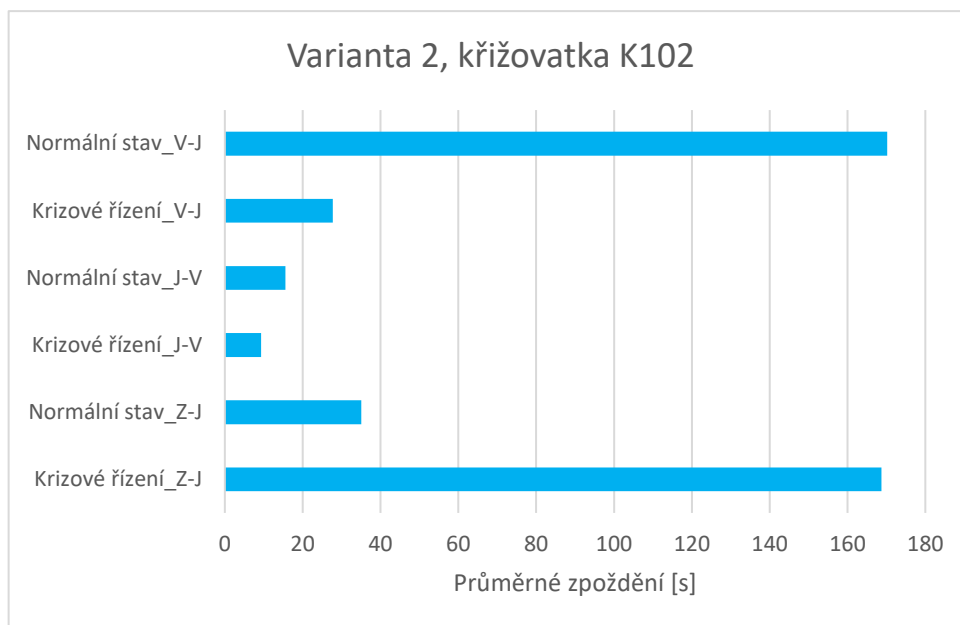
Graf 3 Porovnání středních dob zdržení na křižovatce K103 pro první variantu

U Varianty 2, tj. nehodou mezi křižovatkami K100a a K102 jsou výsledky na první pohled překvapivé, ale rovněž logické, v případě křižovatky K100a dochází k razantnímu zvýšení doby zelené pro relaci západ-jih, resp. jih-západ, protože je snaha na křižovatce dopravu tímto směrem odklánět.



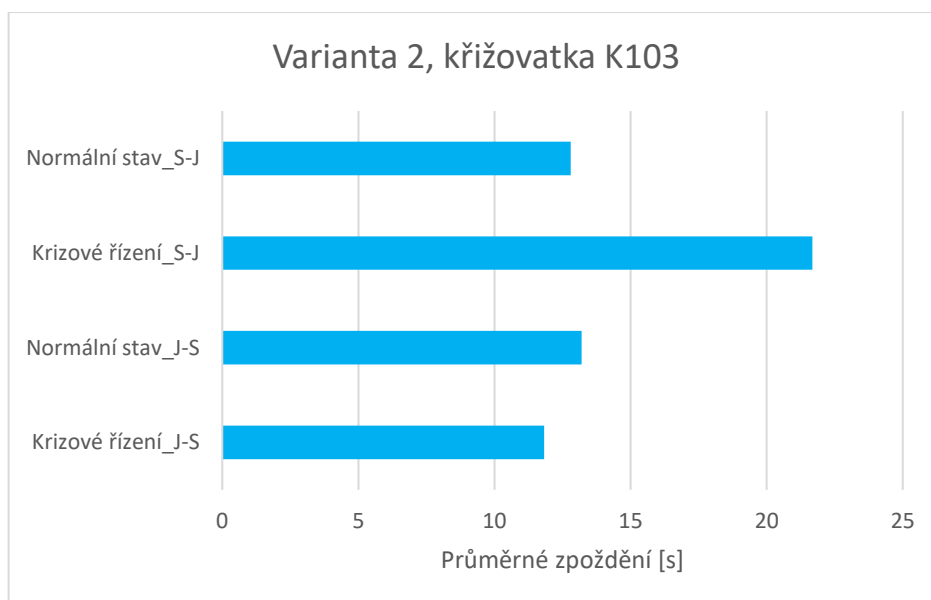
Graf 4 Porovnání středních dob zdržení na křižovatce K100 pro druhou variantu

Nehoda mezi K100a a K102 paradoxně velmi pomůže relaci Jarošov-Kunovice na křižovatce K102, protože kvůli systému krizového řízení bude v této relaci mnohem delší doba zelené. Velký nárůst zpoždění pak dochází v relaci Centrum-Kunovice, nárůst je spojen především s důvodem, že řízení křižovatky je za krizového řízení čtyřfázové namísto třífázového, a to může vytvářet problémy v některých relacích, kde bude ponechána minimální doba zelené.



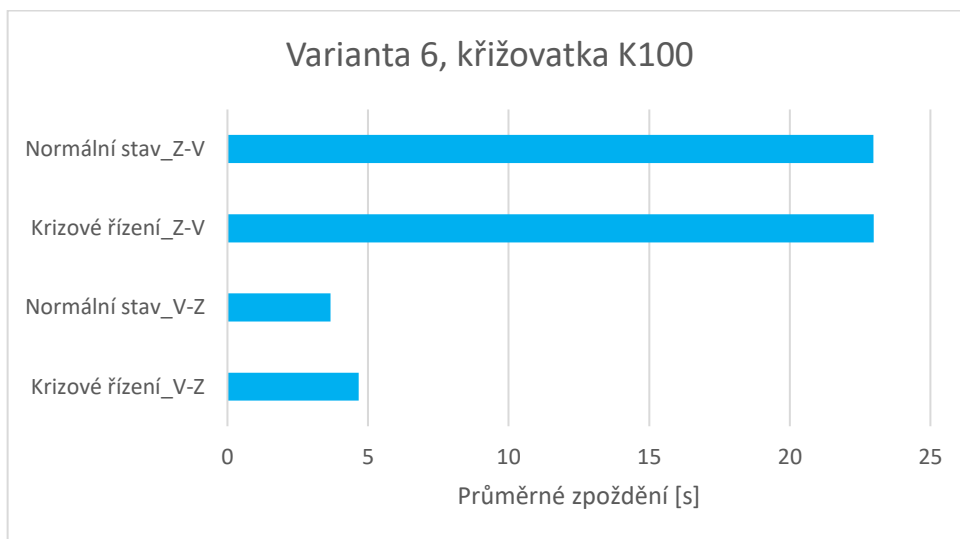
Graf 5 Porovnání středních dob zdržení na křižovatce K102 pro druhou variantu

Křižovatka K103 má v případě Varianty dvě větší problém reagovat na vozidla přijíždějící od uzlu K102, tento jev bude způsoben především nižší schopností koordinovat uzly K102 a K103 při vzniku mimořádné, resp. krizové situace.



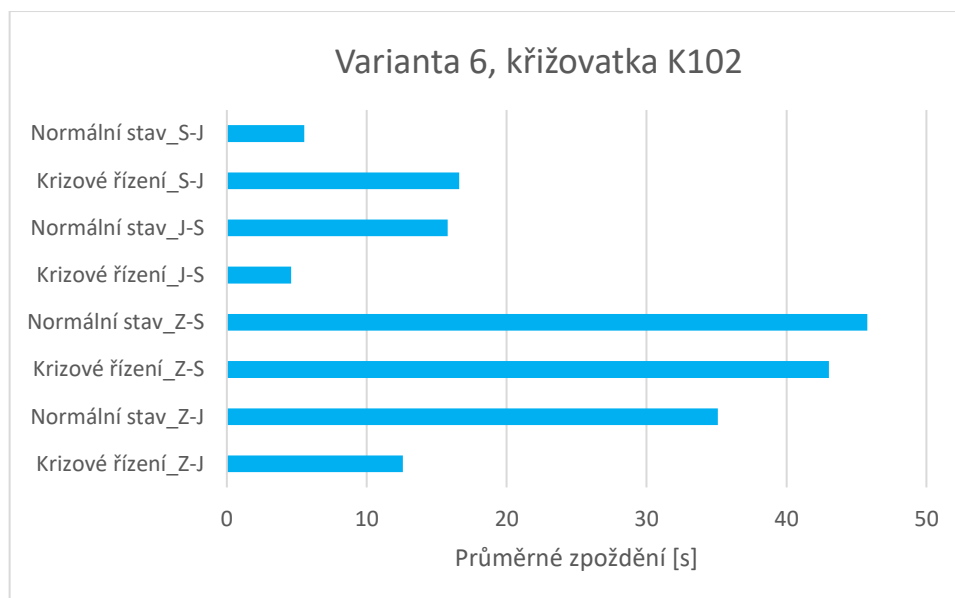
Graf 6 Porovnání středních dob zdržení na křižovatce K103 pro druhou variantu

Poslední simulovanou variantou byla Varianta 6, tzn. mimořádná, resp. krizová situací na rameni do Jarošova. V případě křižovatky K100 se tato situace na střední doby zdržení v uzlu K100 vůbec neprojeví, signální plán zde zůstává stejný jako za normálního režimu.



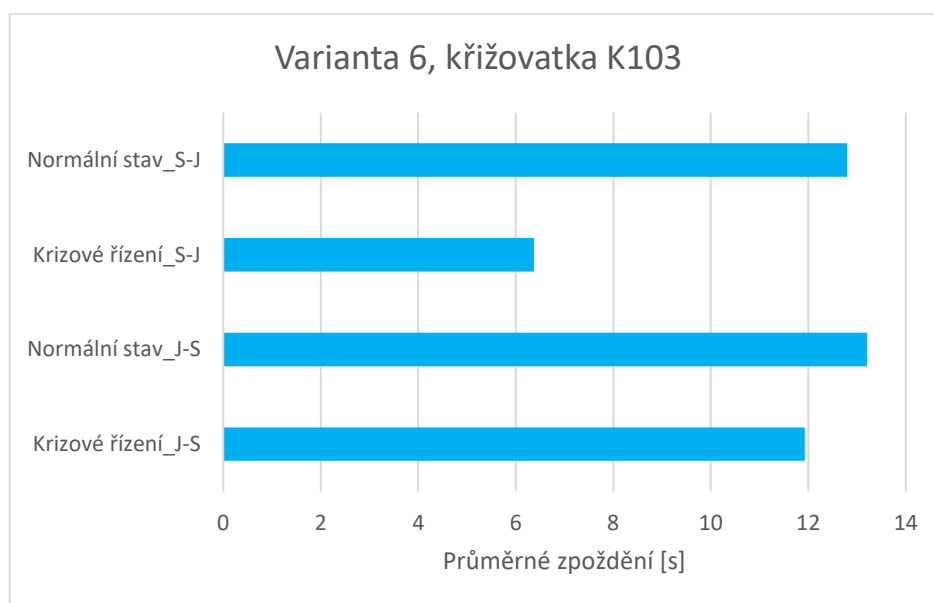
Graf 7 Porovnání středních dob zdržení na křižovatce K100 pro šestou variantu

V případě křižovatky K102 dochází k nárůstu střední doby zdržení u relace Staré Město-Kunovice, což lze očekávat, protože je tato relace vytíženější o vozidla, která nemohou za této situace odbočit do Jarošova. Naopak dochází ke snížení průměrného zpoždění v opačném směru, to je způsobeno především delší dobou zelené v příslušné relaci. Ze západního ramena dochází při obou odbočeních k úspoře času za krizového režimu řízení.



Graf 8 Porovnání středních dob zdržení na křižovatce K102 pro šestou variantu

V případě uzlu K103 je vliv použitého systému při stejném signálním plánu křižovatky velmi zanedbatelný. Signální plán je pro obě varianty totožný.



Graf 9 Porovnání středních dob zdržení na křižovatce K103 pro šestou variantu

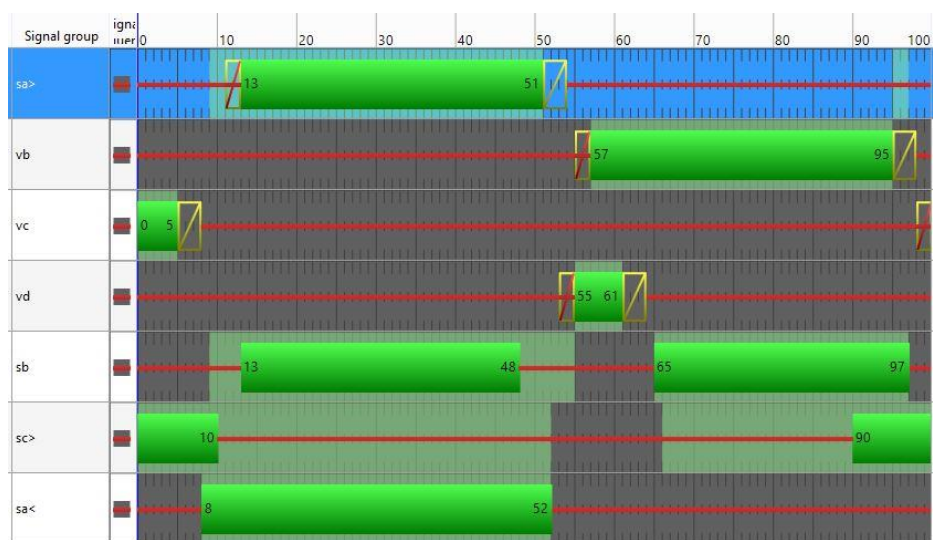
3.4 Optimalizace parametrů krizového řízení na základě testování pomocí mikrosimulace

Optimalizace parametrů krizového řízení probíhala obdobným způsobem jako u optimalizací klasických systémů řízení dopravy. Hlavním kritériem optimalizace byla již zmíněná střední doba zdržení, při čemž hlavním cílem bylo tuto dobu minimalizovat pro křižovatku jako celek. Ovlivňovat střední dobu zdržení v jednotlivých relacích lze obecně:

- Úpravou dob zelených pro jednotlivé signální skupiny;
- Úpravou pořadí fází;
- Úpravou délky cyklu.

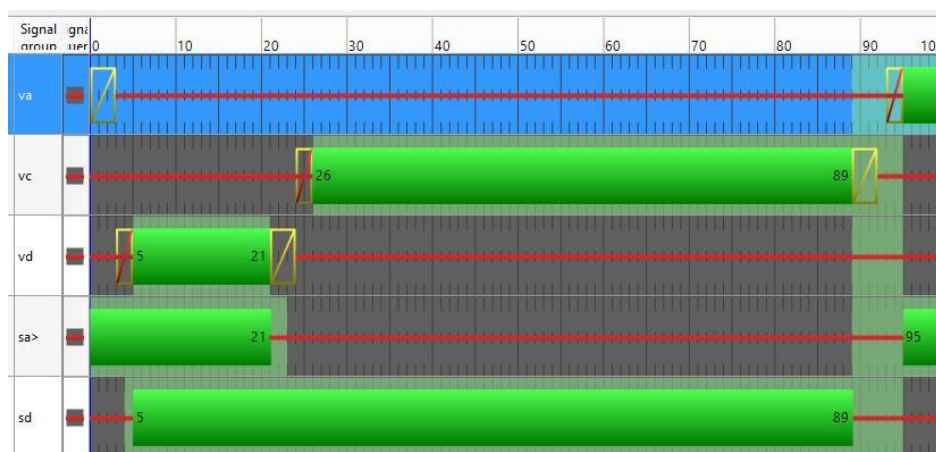
Z uvedených úprav bylo přistupováno především k úpravám dob zelených. Stanovení dob zelených pro optimální řízení je záležitostí obtížně přenositelnou a plynoucí ze zkušeností s reálným systémem a z vizualizace modelu. Jako ukázka finálního signálního plánu pro Variantu 1 jsou ve studii uvedeny následující dva obrázky níže.

Na prvním obrázku lze vidět modifikovaný signální plán pro křižovatku K102. Signální plán respektuje fázový sled navržený pro tuto křižovatku v rámci dokumentu Metodiky, znázorněný na Obrázku Obrázek 41, akorát zde nejsou uvedeny signální skupiny pro chodce, které nebyly modelovány. Sled začíná velmi krátkou Fází 3, sloužící k vyklizení signální skupiny vozidel přijíždějící od Kunovic, tedy ze směru nehody, následuje Fáze 4, tedy odklonění vozidel ze Starého Města do směru mimo místo vzniku mimořádné situace, dále pokračuje Fází 1, tedy krátkou fází pro vozidla z centra města do relací Staré Město a Jarošov a končí Fází 2, určenou především pro přijíždějící z Jarošova.



Obrázek 41 Upravený signální plán pro křižovatku K102

Na druhém obrázku pak lze vidět modifikovaný signální plán pro křižovatku K103. Signální plán respektuje fázový sled navržený pro tuto křižovatku v rámci dokumentu Metodiky, znázorněný na Obrázku 42, akorát ve studii nejsou uvedeny signální skupiny pro chodce, které nebyly modelovány. Největší prostor je v cyklu zcela logicky věnován fázi odklonu vozidel přijíždějících od Kunovic z hlavní komunikace na vedlejší. Naopak velmi malý prostor je zde věnován fázi pro vozidla přijíždějící od místa vzniku mimořádné, resp. krizové situace.



Obrázek 42 Upravený signální plán pro křižovatku K103

4 Závěr

4.1 Zhodnocení výsledků testování a přínosů systému krizového řízení na základě simulace

Simulace ve VISSIM si kladla za cíl zhodnotit střední doby zdržení pro několik variant vzniku mimořádné, resp. krizové situace a dle reálných možností vyvodit z výsledků realistické závěry. Při tvorbě simulace nebylo předpokládáno, že výsledky průměrné doby zdržení při použití krizového řízení budou lepší (tzn. doby zdržení nižší), ale že budou srovnatelné. Nelze se totiž domnívat, že jakýkoliv systém řízení, v němž bude použito v příslušném uzlu více fází, bude vykazovat vyšší úroveň kvality dopravy. Ze zjištěných poznatků lze konstatovat:

- Bylo ověřeno, že navržený systém krizového řízení lze pro posuzovanou oblast použít, za předpokladu zachování stejných dob cyklů na SSZ jako při normálním režimu řízení. Na reálných datech bylo ověřeno, že fázové sledy dle dokumentu Metodiky lze pro oblast smysluplně využít.
- Bylo ověřeno, že navržený systém krizového řízení nabídne úsporu jízdní doby oproti mimořádným, resp. krizovým situacím, které vzniknou za normálního systému řízení a dále budou bez reakce systému řízení. Za normálního režimu dojde k rychlému ucpání posuzovaných uzlů a střední doba nelze v modelu vyhodnotit, prakticky to znamená, že vozidla čekají až do částečného, či úplného obnovení provozu a doba zdržení se rovná této čekací době.
- U křižovatek řízených SSZ, které jsou v bezprostřední blízkosti mimořádné, resp. krizové situace, se střední doba zdržení ve vybraných relacích mírně zhorší (z důvodu menší kapacity uzlu), nebo naopak mírnělepší (z důvodu delší doby zelené pro danou relaci). U křižovatek, které jsou v delší vzdálenosti od místa vzniku situace, se naopak příliš nemění.
- Vyhodnocení střední doby zdržení by šlo určitě ještě zpřesnit na úkor složitosti mikrosimulačního modelu a času potřebného k vyhodnocení, a to především zvýšením rozsahu modelované sítě, naměřením přesnějších dat o intenzitách provozu i z vedlejších směrů, kde byly odhadovány, či zapracováním přechodů pro chodce s příslušnými přesnými daty o intenzitách chodců.
- Simulací byla ověřena funkční realizovatelnost systému a snadnou přenositelnost návrhů jednotlivých fázových sledů dokumentu Metodiky pro reálný systém, nezohledňuje však organizační realizovatelnost (např. reakční dobu mezi dobou vzniku mimořádné, resp. krizové situace a spuštěním systému krizového řízení. Model počítá, že se systém spouští okamžitě), nebo technologickou realizovatelnost. Na úrovni výzkumné aktivity však tyto posoudit prakticky nelze bez realizace pilotního projektu na zadané téma.

4.2 Předpoklady nutné k reálné implementaci

Autoři si uvědomují, že vyhodnocení střední doby zdržení nelze považovat za jediné kritérium při zavádění systémů krizových řízení ve městech. Jedná se však o veličinu vyčíslitelnou i na úrovni mikrosimulace. Navíc tato veličina je jednou ze základních hodnot pro výpočet tzv. Performance indexu – kvalitativního indexu dopravy.

Velkou otázkou zůstává ekonomika podobného systému. Systém krizového řízení je v principu specifickým systémem ve smyslu, že není cílem, aby byl spouštěn a používán co nejčastěji, naopak v ideálním případě by nemusel být použit vůbec. Důležité je, aby zafungoval bezchybně

v reálných případech, jejichž počet se bude lišit s ohledem na danou oblast (v Uherském Hradišti lze na základě historických údajů uvažovat jednotky až desítky případů ročně). Tento fakt klade nároky na spolehlivost i údržbu systému. S tím souvisí samozřejmě i ekonomické náklady na provoz a realizaci podobného systému a také politická ochota uvažovat nad systémy podobného ražení. Je proto zcela zřejmé, že zavádění systémů krizového řízení v městských oblastech může být procesem dlouhodobým.

Z výše uvedených poznatků vyplývají následující předpoklady nutné k reálné implementaci v Uherském Hradišti:

- Přijetí dokumentu Metodiky na úrovni státní, tzn. zapracování nutných legislativních změn do stávající legislativy a úprava příslušných technických norem;
- Ochota města se problematikou krizového řízení zabývat, přijmout její příležitosti a hrozby, vytvoření nabídky pro firmy zabývající se výrobou technologií k SSZ, aby byli výrobci motivováni k vývoji inovativních technologií;
- Rozsáhlejší ověření a testování kvantitativních přínosů (střední doba zdržení) s pozitivními výsledky ze strany města – jako podklad, který deklaruje zvýšení kvality života a zvýšení bezpečnosti v daném městě;
- Koncepční a postupné zavádění systémů krizového řízení do měst. Tedy není cílem státu, resp. města moderní systémy instalovat okamžitě a v každé oblasti řízené SSZ, ale zavádět tam, kde je potenciál přínosu a zároveň je to v daném okamžiku účelné. (Pokud bude např. docházet k rekonstrukci křižovatek z provozních důvodů, není už instalace nových typů technologií takový výdaj, jako v momentě, kdy by mělo docházet k plošnému zavádění systému bez ohledu na jeho stávající stav);
- Vytvoření strategického marketingu systému krizového řízení z pohledu města i výrobců technologií, smysl podobných systémů je nejvíce oceňován v případech, kdy se skutečně osvědčí (a dojde například k záchraně lidského života – viz jiný zaváděný telematický systém e-call). Do té doby je třeba počítat spíše s negativním vnímáním systému ze strany veřejnosti;
- Šíření povědomí o systému krizového řízení mezi samotné řidiče, postupné zapracování nových poznatků do současných autoškol.

5 Použité zdroje

Studie „Vlastní návrh systému krizového řízení – průtah městem Uherské Hradiště,“ je vlastním vytvořeným dokumentem navazujícím na dokument níže včetně jeho referencí:

[1] RŮŽIČKA, J., K. NAVRÁTILOVÁ, and E. HAJČIAROVÁ. Souhrnná metodika pro aplikaci krizového řízení v městských oblastech. [Research Report] 2020. Report no. 102/2020.

Dále využívá poznatků z předchozích studií.

[2] Cikhardtová K.: Implementace řídicího algoritmu pro oblast křižovatek. Diplomová práce. ČVUT FD, 2015

[3] Hlubučková, K. - Langr, M. - Růžička, J. - Bekárková, M. - Bil, M. - Hluska, P. - Ulanovský, A. - Smrž, V., - Vyoral, J.: Dopravní průzkumy realizované v Uherském Hradišti v rámci pilotního projektu testování vyvinutého systému adaptivního řízení. [Research Report] 2018. Report no. 91/2018. Výzkumná zpráva v češtině (2018)

[4] Růžička, J. - Navrátilová, K. - Purkrábková, Z. - Hajčiarová, E. - Gurková, H., - Rek, R. Vyhodnocení průzkumu parkování v Uherském Hradišti – II etapa. [Research Report] 2019. Report no. 98. Výzkumná zpráva v češtině (2019)

Pro schémata byly využity podklady z www.mapy.cz, k vyhodnocení návrhu pak SW MS Excel a PTV VISSIM.