

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2018

Pavel Hluska



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Pavel Hluska

**Návrh řízení křižovatky
Velehradská třída x Sokolovská
v Uherském Hradišti**

Bakalářská práce

2018



K620..... Ústav dopravní telematiky

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Pavel Hluska

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – ITS – Inteligentní dopravní systémy

Název tématu (česky): **Návrh řízení křižovatky Velehradská Třída x
Sokolovská v Uherském Hradišti**

Název tématu (anglicky): The design of traffic control at the IP Velehradská T. x
Sokolovská

Zásady pro vypracování

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

- Analýza současného řešení řízení a prostorového uspořádání včetně širších dopravních vztahů na křižovatce Velehradská Třída x Sokolovská v Uherském Hradišti.
- Analýza dostupných podkladů a prověření stávajícího řízení pomocí SSZ na naměřených dopravně-inženýrských datech.
- Návrh řízení křižovatky pomocí směrových signálů, zohledňující i výhledové intenzity dopravy a koordinační vazby okolních křižovatek.
- Kapacitní výpočet navrženého řešení.
- Ověření a zhodnocení přínosů navrženého řešení



- Rozsah grafických prací: dle požadavků vedoucího práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: TP 81 Zásady pro navrhování SSZ na pozemních komunikacích, 2006, ISBN 80-86502-30-9
TP 235 Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek, 2011, ISBN 978-80-87394-03-8
Highway Capacity Manual 2010. Washington, D.C. : Transportation Research Board, 2010

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Tomáš Tichý, Ph. D., MBA**
Ing. Jiří Růžička

Datum zadání bakalářské práce: **12. srpna 2017**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **13. června 2018**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia


Ing. Zuzana Bělinová, Ph.D.
vedoucí
Ústavu dopravní telematiky




doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.


Pavel Hluska
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....4. května 2018

KLÍČOVÁ SLOVA

Silniční doprava, řízení dopravního uzlu, pevné řízení, světelně signalizační zařízení, Uherské Hradiště, směrové signály

ABSTRAKT

Bakalářská práce Návrh řízení křižovatky Velehradská třída x Sokolovská v Uherském hradišti sleduje současné trendy v oblasti řízení uzlu, analyzuje dostupné podklady a současné řízení křižovatky. Práce se snaží zefektivnit řízení na základě získaných dopravně-inženýrských dat. K návrhu je využíván software Lisa+, ve kterém jsou tvořeny signální plány, pro výpočty je využit MS Excel 2016. Navržené řešení je ověřeno v simulačním prostředí VISSIM.

KEYWORDS

Road transport, control of intersection, invariable traffic control, traffic lights, Uherské Hradiště, directional signals

ABSTRACT

Bachelor thesis The Design of the Crossroads Velehradská tř. x Sokolovská in Uherské Hradiště monitors the current trends in node management, analyzes the available data and current management of the crossroad. The work tries to streamline the management on the basis of acquired traffic engineering data. The design uses the Lisa+ software, which consists of signals plan, MS Excel 2016 is used for the calculations. The proposed solution is verified in the VISSIM simulation.

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucím práce doc. Ing. Tomáši Tichému, Ph.D., MBA a Ing. Jiřímu Růžičkovi, Ing. Kristýně Cikhardtové ze společnosti ELTODO, a.s. za poskytnutí informací a dat. Za podporu při mém dosavadním studiu bych rovněž velice rád poděkoval svým rodičům i sourozencům.

PROHLÁŠENÍ

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

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

V Praze dne 3. června 2018

.....

Obsah

Úvod	10
1 Současné trendy v oblasti řízení dopravního uzlu	13
1.1 Srovnání způsobů řízení dopravního uzlu	13
1.1.1 Základní principy	13
1.1.2 Centralizovaná a decentralizovaná inteligence řízení	14
2 Křižovatka Velehradská třída x Sokolovská	16
2.1 Širší dopravní vztahy posuzované křižovatky	16
2.2 Stavební uspořádání	17
2.3 Nehodovost v období 2015-2018	18
2.4 Současný způsob řízení křižovatky	19
3 Analýza dostupných podkladů	21
3.1 Dopravní průzkum	21
3.2 Vyhodnocení dopravního průzkumu	23
3.2.1 Pentlogram intenzit dopravy v křižovatce	24
4 Návrh řízení křižovatky	26
4.1 Tabulka mezičasů	26
4.2 Způsob řízení	27
4.2.1 Návrh fází a sledů fází	28
4.3 Kapacitní výpočet navrženého řízení	29
4.3.1 Cyklus 60 s	31
4.3.2 Cyklus 80 s	32
4.3.3 Cyklus 90 s	33
4.3.4 Cyklus 100 s	34
4.4 Simulace	35
5 Zhodnocení přínosů navrženého řešení	36
Závěr	40
Zdroje	42
Seznam obrázků	44
Seznam tabulek	45
Seznam grafů	46
Seznam příloh	47
Přílohy	48
Příloha 1: Zohledněná skladba dopravy	48
Příloha 2: Výkres křižovatky	49
Příloha 3: Mezičasy dopravních pohybů	50
Příloha 4: Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 60 s	51
Příloha 5: Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 80 s	52
Příloha 6: Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 90 s	53

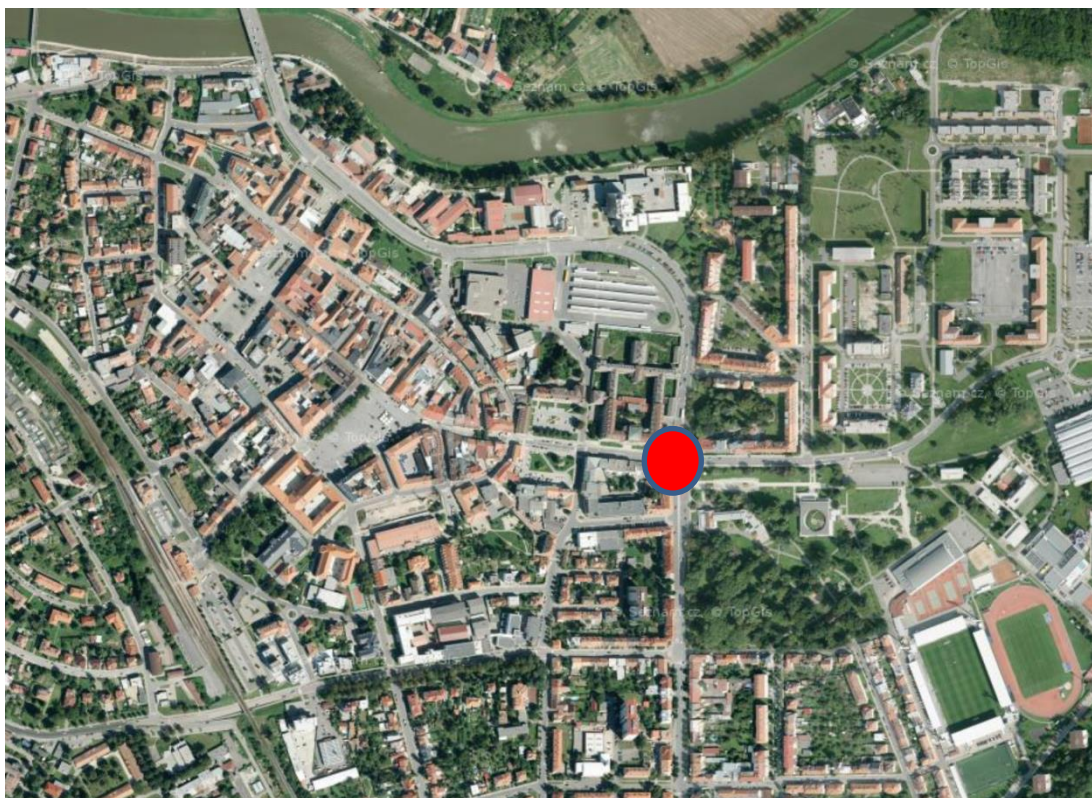
Příloha 7: Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 100 s.....	54
Příloha 8: Kapacitní posouzení pro délku cyklu 60 s.....	55
Příloha 9: Kapacitní posouzení pro délku cyklu 80 s.....	56
Příloha 10: Kapacitní posouzení pro délku cyklu 90 s.....	57
Příloha 11: Kapacitní posouzení pro délku cyklu 100 s.....	58
Příloha 12: Fáze a sled fází.....	59
Příloha 13: Signální plán pro délku cyklu 60 s.....	60
Příloha 14: Signální plán pro délku cyklu 80 s.....	61
Příloha 15: Signální plán pro délku cyklu 90 s.....	62
Příloha 16: Signální plán pro délku cyklu 100 s.....	63
Příloha 17: Znázornění kolizních bodů v křižovatce.....	64

Seznam použitých zkratek

SSZ	- světelně signalizační zařízení
TP	- technické podmínky
IAD	- individuální automobilová doprava
MHD	- městská hromadná doprava
ÚKD	- úroveň kvality dopravy
VISSIM	- Verkehr in Städten – Simulationsmodell
MS	- Microsoft
ČSN	- české technické normy
SCOOT	- Split, Cycle and Offset Optimisation Technique
SCATS	- Sydney Coordinated Adaptive Traffic System
MOTION	- Method for the Optimisation of Traffic Signals in On-line controlled Networks
TASS	- Traffic Actuated Signalplan Selection
SP	- signální plán
I_p	- návrhová intenzita dopravy v protisměru
S_p	- saturovaný tok v protisměru
z_p	- délka zeleného signálu v protisměru
C_{L1}	- dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru
N_A	- Počet míst k najetí do křižovatky a zastavení vozidla při dávání přednosti protijedoucím vozidlům automobily odbočujícími vlevo
C_{L2}	- Dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází
S_L	- Saturovaný tok pruhu pro levé odbočení
z_0	- Délka části zeleného signálu neovlivněná protisměrem
C_{L3}	- Dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem
C_L	- Kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem
I_V	- Návrhová intenzita dopravy na vjezdu
z	- Délka zeleného signálu
S_V	- Saturovaný vjezd vjezdu
C_V	- Kapacita vjezdu
Rez	- Rezerva kapacity vjezdu
L_{F1}	- Průměrná délka fronty na začátku zeleného signálu
L_{F2}	- Délka fronty na vjezdu s překročenou kapacitou vjezdu
t_w	- střední doba zdržení na vjezdu

Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem nových pevných signálních plánů na křižovatce Velehradská třída x Sokolovská v Uherském Hradišti. Křižovatka se nachází na hlavním průtahu městem Uherské Hradiště ve Zlínském kraji a je jednou z nejfrekventovanějších ve městě. Silnice, na které se křižovatka nachází, spojuje Staré Město u Uherského Hradiště, Uherské Hradiště a Kunovice.



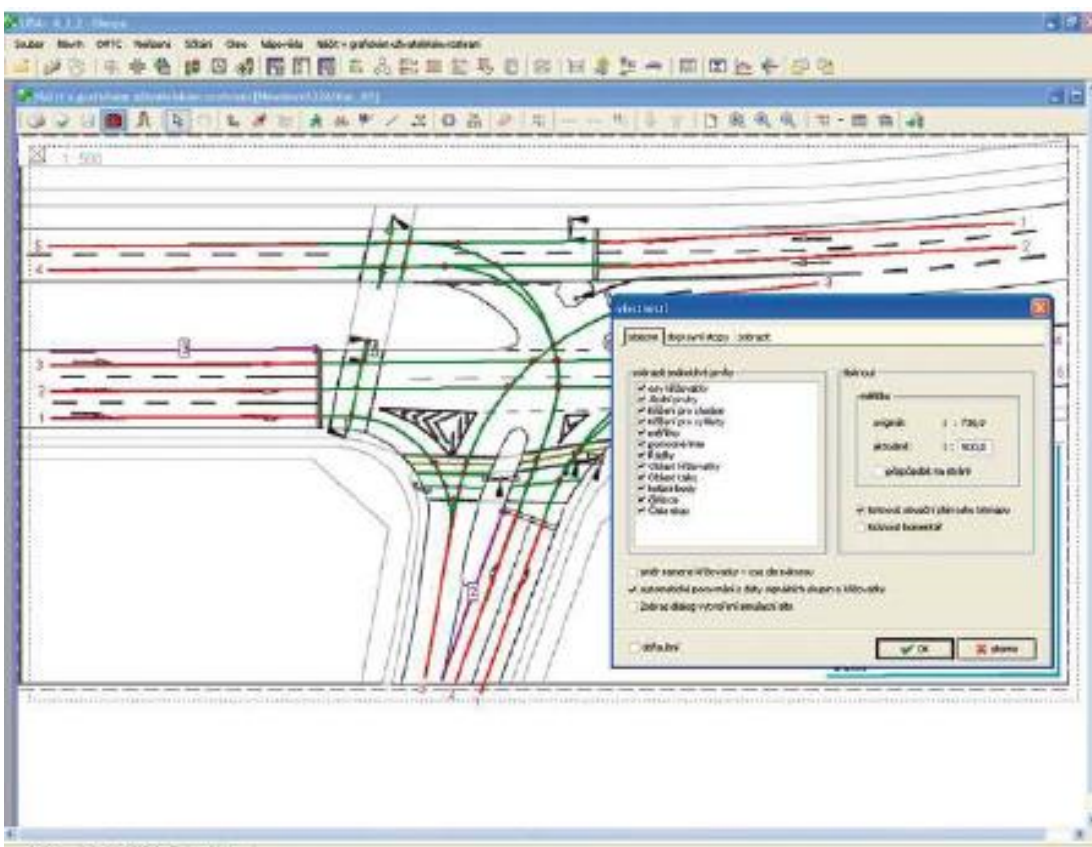
Obrázek 1: Průtah městem [7]

Výpočty v práci, jako jsou návrhové intenzity, mezičasy dopravních pohybů, mezičasy signálních skupin, výpočet saturovaného toku, návrh délky cyklů a kapacitní výpočet, byly zpracovány pomocí tabulkového editoru MS Excel. Situace křižovatky a jiné výkresy byly tvořeny v programu AutoCAD. Pro tvorbu modelace sloužil software VISSIM. Pentlogram byl vygenerován programem Lisa, na základě zadaných intenzit. Pro tvorbu kapacitního posouzení byl použit software EDIP eL, který umožňuje posouzení kapacity světelně řízených křižovatek dle TP 235.

V bakalářské práci je analyzováno současné řešení řízení a prostorového uspořádání včetně širších dopravních vztahů na křižovatce Velehradská třída x Sokolovská v Uherském Hradišti. Dále jsou analyzovány podklady a je prověřeno stávající řízení

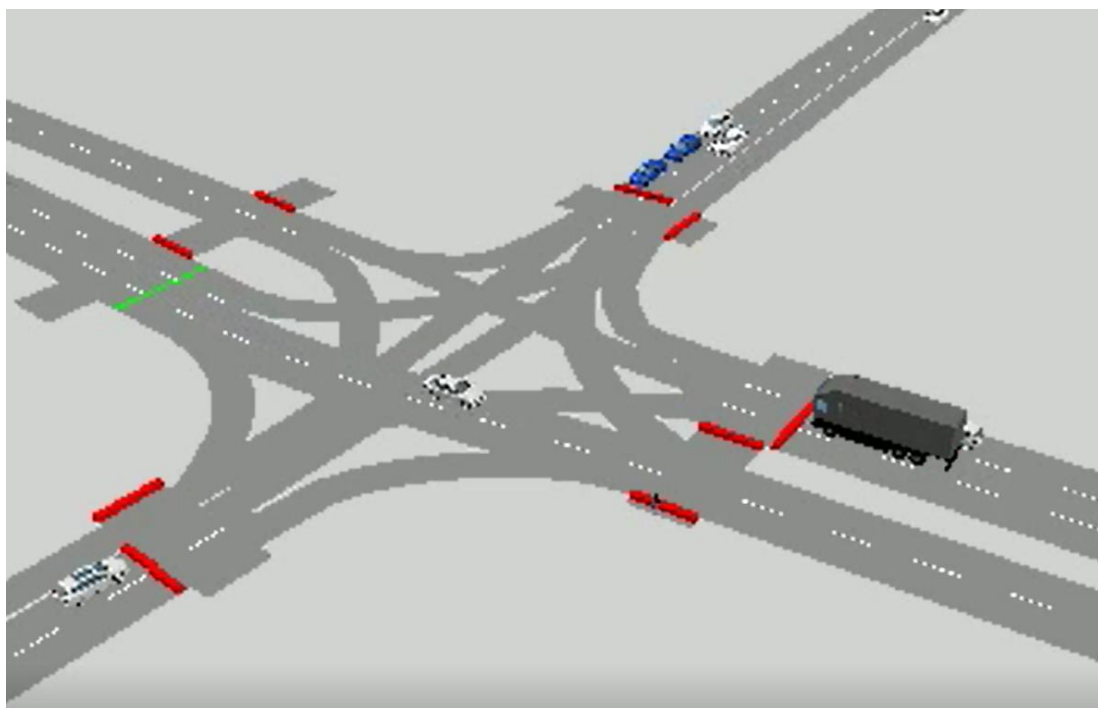
pomocí světelně signalizačního řízení na naměřených dopravně inženýrských datech. Je navrženo již zmíněné řízení křižovatky pomocí směrových signálů, které zohledňuje i výhledové intenzity dopravy a koordinační vazby okolních křižovatek. Na základě navrženého řízení křižovatky je provedeno kapacitní posouzení nového řešení. V simulaci jsou dále ověřeny a zhodnoceny přínosy navrženého řešení.

Lisa+ je komerční softwarový nástroj pro dopravní inženýry, pomocí kterého na základě zadaných vstupních dat lze automaticky vytvářet tabulku mezičasů, počítat a optimalizovat signální plány, počítat kapacitu dle [4], koordinovat křižovatky s možností preference městské hromadné dopravy, nebo simulovat provoz na křižovatkách. V této bakalářské práci byl software Lisa+ použit pro tvorbu signálních plánů. Program nabízí příjemné grafické prostředí, které je velmi intuitivní.



Obrázek 2: Uživatelské prostředí v SW Lisa+ [6]

PTV Vissim je software, který je určený pro tvorbu mikroskopických simulací individuální i veřejné hromadné dopravy. Lze v něm simulovat městský provoz, včetně interakcí mezi vozidly, chodci a cyklisty. Dále lze simulovat provoz na mimoúrovňových křižovatkách, či na dálnicích. Jedná se tak o nástroj pro dopravní plánování a optimalizaci dopravy.



Obrázek 3: Ukázka simulace vytvořené v PTV Vissim

AutoCAD slouží k 2D a 3D projektování a konstruování. Je hojně využíván strojaři, architekty, či stavaři. Pro širokou škálu jeho funkcí je poměrně oblíbeným softwarem. Výkresy, které jsou v AutoCAD vytvořeny, mají příponu DWG.

1 Současné trendy v oblasti řízení dopravního uzlu

Kapitola nabízí teoretický přehled o systémech řízení křižovatky, přičemž jednotlivé systémy řízení jsou srovnány a okomentovány. Jsou popsány základní principy řízení dopravního uzlu. V podkapitole 1.1.2 jsou popsány pokročilejší inteligence řízení – centralizovaná a decentralizovaná.

1.1 Srovnání způsobů řízení dopravního uzlu

1.1.1 Základní principy

Základní principy řízení jsou sepsány v několika zákonech, normách a technických podmínkách. Ze zákonů je to např. zákon č. 183/2016 Sb. – stavební zákon, č. 361/2001 Sb. – zákon o provozu na pozemních komunikacích, či zákon č. 13/1997 Sb. – zákon o pozemních komunikacích. Z norem se jedná o ČSN 73 6110 – projektování místních komunikací a ČSN 73 6102 – projektování křižovatek. Z technických podmínek jde zejména o TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení silničního provozu [6].

Základní dělení řízení může být podle samotného provedení řízení. Nejjednodušším způsobem řízení je řízení podle pravidla pravé ruky. Takto je řízeno místo na pozemní komunikaci, které není osazeno značkami, ani světelně signalizačním zařízením. Dalším způsobem je řízení pomocí dopravního značení. To může být svislé či vodorovné. Značky se dělí na výstražné, které upozorňují na oblouky, křižovatky, klesání, stoupání, apod. Dále se jedná o značky upravující přednost, kam se řadí např. hlavní pozemní komunikace (P 2), Dej přednost v jízdě (P 4), atd. Další skupinou značek jsou značky zákazové, jako například Zákaz vjezdu všech vozidel (B 1) nebo Zákaz vjezdu všech motorových vozidel (B 11). Čtvrtou skupinou jsou příkazové značky, kam se řadí značky příkazující směr jízdy, nejnižší dovolenou rychlost, konec stezky pro chodce, atd. Informativní značky provozní informují o doporučené rychlosti, přechodu pro chodce, tunelech, aj. Informativní značky směrové informují o příjezdu k dálnici, letišti, výjezdech, atd. Dále se jedná o informativní značky jiné, které označují např. nejbližší služebnu Policie České republiky, nemocnici, zastávku, apod. Poslední skupinou jsou dodatkové tabulky, které informují např. o tvaru křižovatky (E 2c), konci úseku, obsahuje směrové šipky, atd. [5].

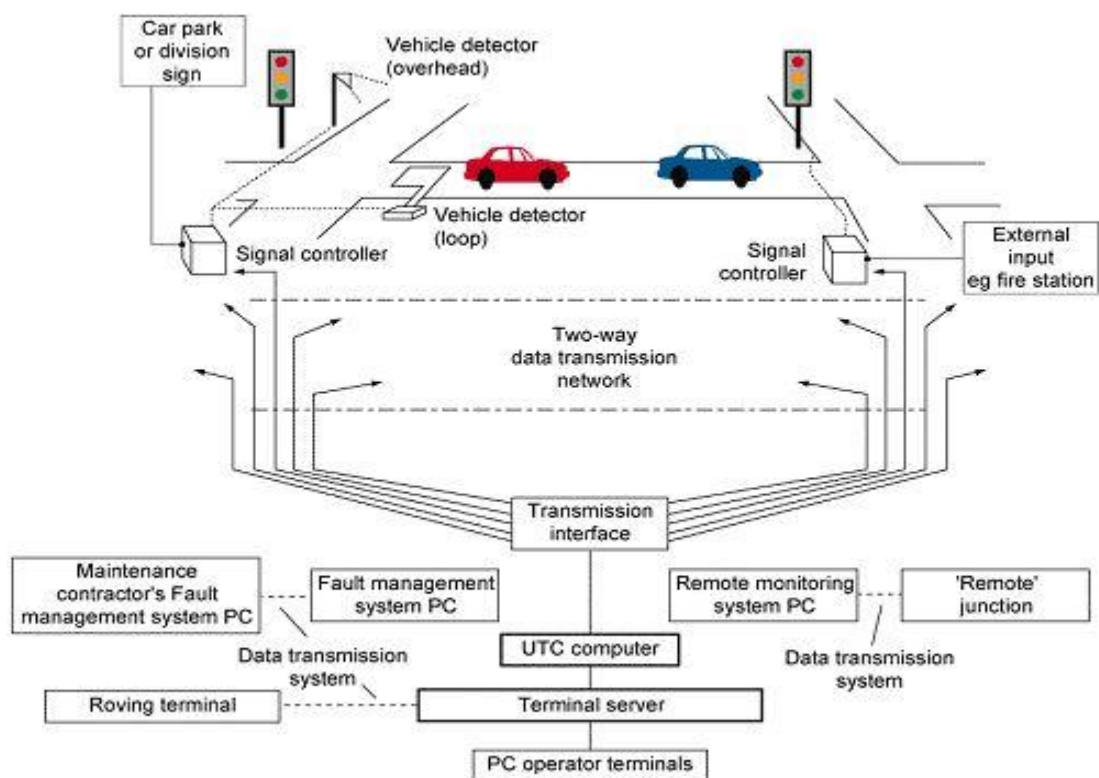
Třetím způsobem řízení křižovatek je řízení pomocí světelně signalizačního zařízení. Toto řízení se rozděluje na řízení pevným signálním plánem a řízení dynamické. Řízení dynamickým plánem sbírá a zpracovává dopravní data a dle současné situace dynamicky upravuje signální plán. Řízení pevným signálním plánem probíhá off-line

na základě intenzit získaných dopravním průzkumem. Na základě tohoto průzkumu je sestaven signální plán, který je statický.

Čtvrtým způsobem je řízení pokyny policisty. Toto řízení se používá pro zachování bezpečnosti uzlu v případech, kdy z nějakého důvodu nefunguje světelně signalizační zařízení. Policista využívá základních gest k řízení křižovatky, kterými se řidiči řídí.

1.1.2 Centralizovaná a decentralizovaná inteligence řízení

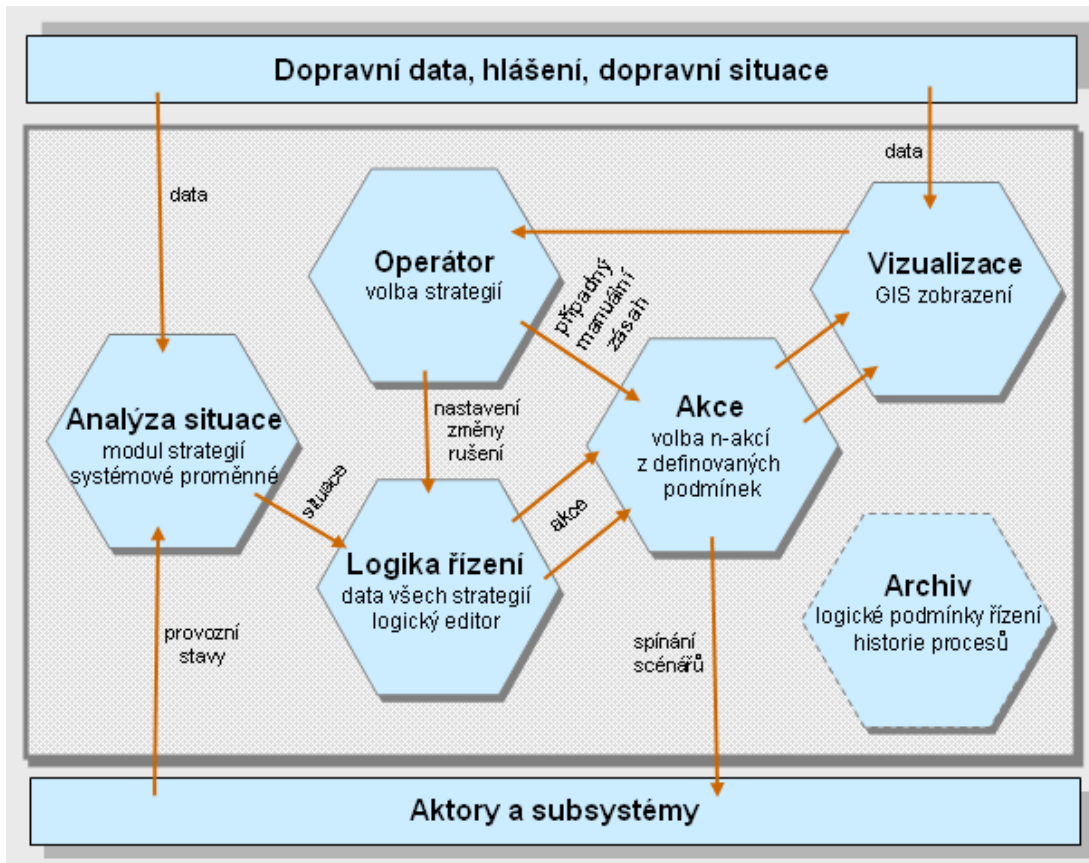
Centralizované řízení spočívá ve vyhodnocení všech detektorů v oblasti a optimalizačním výpočtu pohybu vozidel. Na základě výpočtů se v reálném čase mění řízené parametry jako je čas cyklu, čas offsetu, času zelené a skladby fází. Implementace centralizované inteligence řízení je technicky i ekonomicky náročná [6]. Příkladem je systém SCOOT (Split, Cycle and Offset Optimisation Technique) instalované v Aberdeen (Skotsko) a Londýně (Anglie) ve Velké Británii, či v Nijmegenu (Nizozemsko). Dalším příkladem této inteligence je systém SCATS (Sydney Coordinated Adaptive Traffic System) v Austrálii [6].



Obrázek 4: Princip fungování systému SCOOT [15]

Při decentralizovaném řízení je vyšší úrovní řídicí počítač, který má za úkol koordinovat jednotlivé uzly sítě. Tento počítač řídí více světelně signalizačních zařízení,

které jsou sdruženy do oblastí a řízeny adaptivně v určitém časovém rastru. Decentralizovaná inteligence řízení sbírá data od všech detektorů a podle momentální dopravní situace mění délky cyklu, skladbu fází, či délky zelených. Příkladem této inteligence řízení je systém MOTION (Method for the Optimisation of Traffic Signals In On-line controlled Networks) a TASS (Traffic Actuated Signalplan Selection), které jsou instalovány v Německu, či Rakousku. Tyto systémy jsou testovány i v Praze[6].



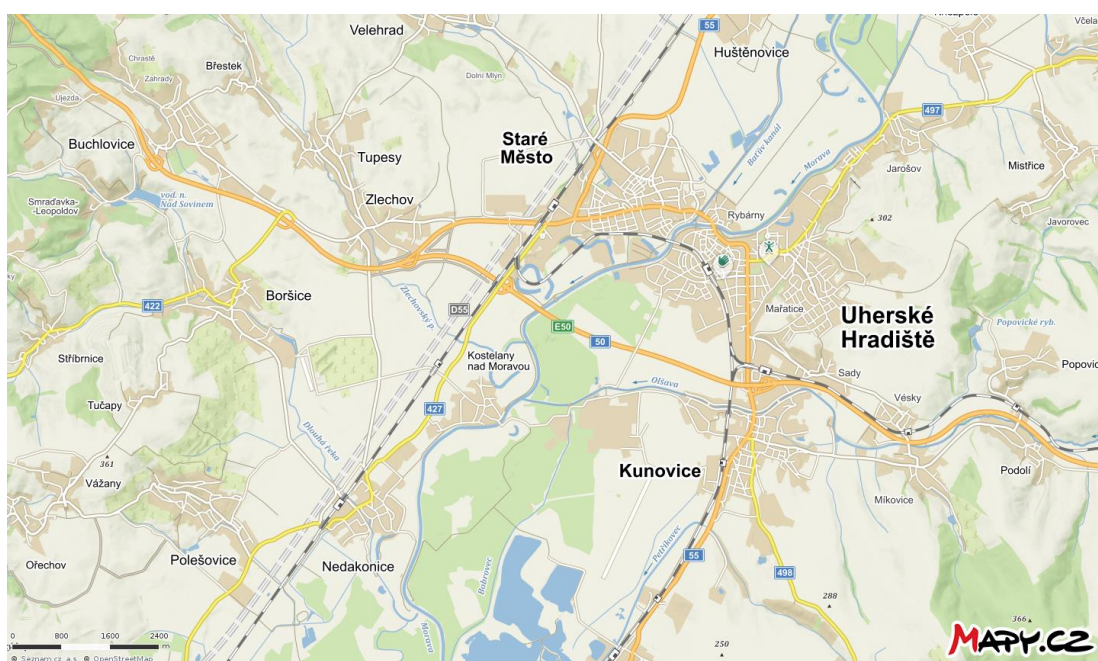
Obrázek 5: Decentralizované řízení [6]

2 Křižovatka Velehradská třída x Sokolovská

Kapitola pojednává o širších dopravních vztazích křižovatky Velehradská třída x Sokolovská. Součástí kapitoly je také popis stavebního uspořádání doplněný o leteckou mapu. V této kapitole je také uvedena nehodovost v daném místě v letech 2015-2018.

2.1 Širší dopravní vztahy posuzované křižovatky

Křižovatka, která je předmětem této bakalářské práce, se nachází ve městě Uherské Hradiště ve Zlínském kraji. Město se nachází 23 km jihozápadně od Zlína. Ve městě žije více než 25 tisíc obyvatel. Společně se Starým Městem a Kunovicemi tvoří městskou aglomeraci s téměř 40 tisíci obyvateli [12].



Obrázek 6: Uherské Hradiště [12]

Jedná se o 4-ramennou křižovatku, která je řízena světelným signalizačním zařízením. Hlavní komunikace Velehradská třída má v prostoru křižovatky charakter děleného čtyřpruhu s odbočením vlevo na plný signál v samostatných řadících pružích [3]. Křižovatka je řízena pomocí pevných signálních plánů. Je také zapojena do koordinované skupiny, která vede po Velehradské třídě.

2.2 Stavební uspořádání

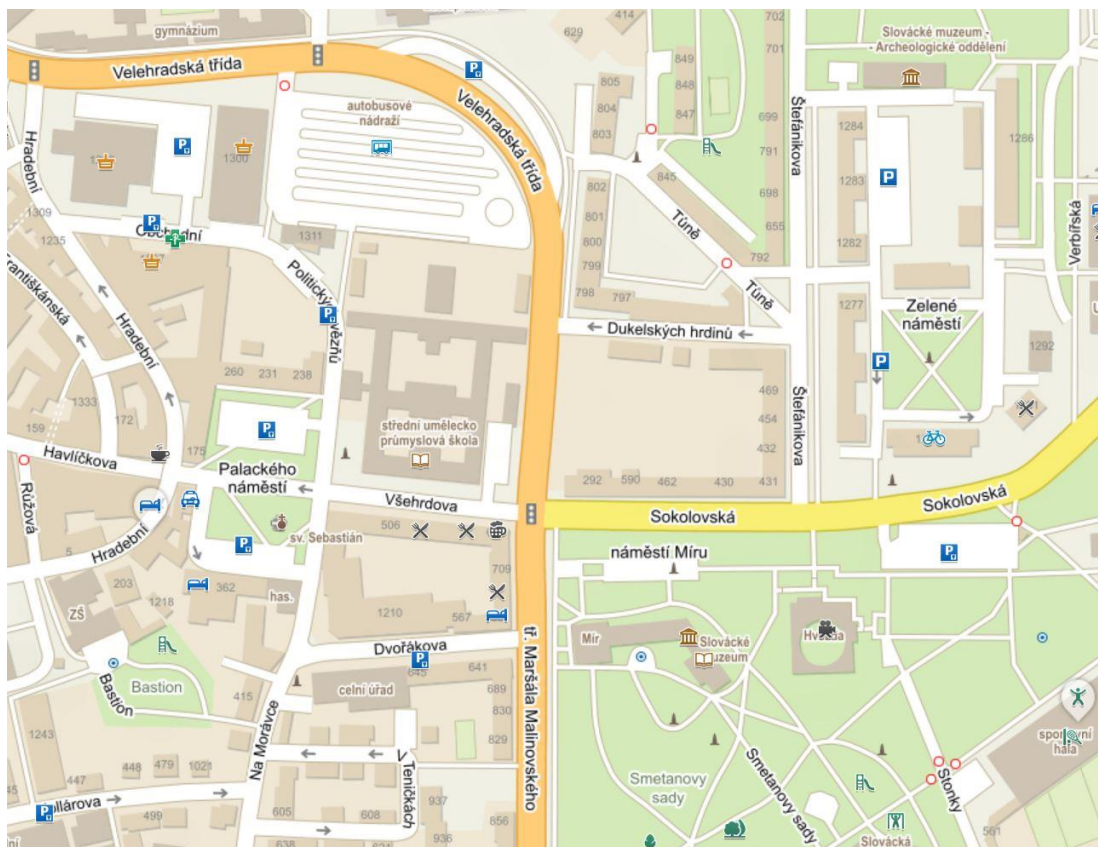
Šířka pruhů odpovídá minimálně 3 metrům [9]. Na rameni Sokolovská směrem od Zlína se nachází dva jízdní pruhy. Jeden směrem rovně do centra města a pro odbočení doprava, druhý odbočující doleva. Délka druhého zmiňovaného řadicího pruhu je 119 m [12].



Obrázek 7: Letecký pohled na křižovatku [12]

Rameno tř. Maršála Malinovského disponuje třemi jízdními pruhy. První je určený pro odbočení vpravo a jízdu rovně, prostřední pruh je určený pro jízdu v nezměněném směru a poslední pruh slouží pro levé odbočení. Délka tohoto pruhu je 120 metrů [12].

Směrem z centra, tedy na rameni Všebrdova, jsou vybudovány dva pruhy. První je pro odbočení vpravo směrem na třídu Maršála Malinovského a jízdu rovně směrem na Sokolovskou, druhý pro levé odbočení a následnou jízdu po Velehradské třídě. Délka tohoto pruhu je 50 metrů [12], nicméně za celou dobu dopravního průzkumu se v místě netvořily kongesce z důvodu malých intenzit.



Obrázek 8: Mapa s názvy ulic [12]

Rameno na Velehradské třídě je stavebně uspořádáno stejně jako rameno na třídě Maršála Malinovského. Disponuje tedy třemi pruhy, přičemž jeden slouží pro jízdu doprava směrem do centra a rovně, prostřední pruh primárně slouží pro jízdu bez změny směru jízdy a třetí pruh je odbočovací vlevo. Délka posledního zmíněného pruhu byla změřena na 93 m [12].

Na všech ramenech křižovatky jsou přechody pro chodce. Chodníky jsou oboustranné a dle [9] také dostatečně široké. Na rameni třída Maršála Malinovského se nachází městský park.

2.3 Nehodovost v období 2015-2018

Dle geografického informačního systému Jednotná dopravní vektorová mapa, který je veden pod záštitou Ministerstva dopravy a Policie ČR, došlo v rozmezí let 2015-2018 na dané křižovatce k 27 nehodám [2]. Jednalo se o 10 nehod s následky na zdraví, 15 nehod s lehce zraněnými osobami a 2 ostatní nehody. Při žádné nehodě nebyl usmrcen nikdo z účastníků.

U 25 viníků nehod nebyla zjištěna přítomnost alkoholu nebo drog v krvi. U dvou viníků nehod byl zjištěn obsah alkoholu v krvi, přičemž hodnoty obsahu alkoholu u

prvního viníka byly naměřeny v rozsahu od 0,5 ‰ do 0,8 ‰, u druhého dokonce od 1,0 ‰ do 1,5 ‰ [2].

Při pohledu na statistiku nehod podle hlavních příčin nehody bylo zjištěno, že 14 dopravních nehod vzniklo při odbočování vlevo. V pěti případech řidiči jeli na červenou a ve dvou nedodrželi bezpečnou vzdálenost. V jednotlivých případech nebyla nehoda zaviněná řidičem, nebyla dána přednost v jízdě, bylo předjížděno vlevo vozidlo odbočující vlevo, nebyla přizpůsobena rychlost stavu vozovky, řidič se nevěnoval řízení vozidla, anebo se jednalo o jiný druh nesprávného způsobu jízdy, který není blíže specifikován [2].

V 25 případech nehod se jednalo o srážku s jedoucím nekolejovým vozidlem, jednou o srážku s chodcem a též v jednom případě o srážku s pevnou překážkou. Ve 26 případech byl viníkem řidič motorového vozidla a pouze v jednom případě chodec, který na přechod vstoupil na signál „stůj“. Ve 13 případech se nehoda stala ve dne, přičemž viditelnost nebyla zhoršena vlivem povětrnostních podmínek. V noci za nezhoršených povětrnostních podmínek se stalo 9 nehod, 3 nehody se staly při zhoršené viditelnosti vlivem povětrnostních podmínek [2].



Obrázek 9: Vyznačení míst nehod v dané křižovatce [2]

2.4 Současný způsob řízení křižovatky

V současné době je 4-ramenná křižovatka řízena světelným signalizačním zařízením. Hlavní komunikace má v prostoru charakter děleného čtyřpruhu s odbočením vlevo na plný signál v samostatných řadicích pruzích. Na všech ramenech křižovatky jsou přechody pro chodce [3].

Křižovatka je v současnosti řízena pomocí pevných signálních plánů (SP5/100, SP4/80 a SP3/60) v koordinaci a je zapojena do koordinované skupiny po Velehradské třídě. SSZ je řízeno řadičem Siemens C800 [3].

Kapacitní posouzení stávajícího stavu nebylo k dispozici, a proto bylo nutné jeho vypracování. Posouzení bylo vypracováno pro délky cyklů 60 s, 80 s, 90 s a 100 s, které jsou v místě nyní nastaveny. Kapacitní posouzení bylo vypracováno programem Software EDIP eL, ke kterému byla poskytnuta licence. Do tohoto programu bylo zapotřebí zadat naměřené intenzity, uspořádání jízdních pruhů a v posledním kroku zadat signální plán obsažený v dokumentu [3]. Tato posouzení jsou přiložena v přílohách 4-7.

Při pohledu na kapacitní posouzení je patrné, že úprava stávajícího řízení bude nezbytná. Kongescemi je postiženo zejména rameno Sokolovská, a to z důvodu krátkého odbočovacího pruhu vlevo.

3 Analýza dostupných podkladů

V kapitole Analýza dostupných podkladů je popisováno, jakým způsobem probíhal sběr dopravních dat. Dále jsou data z dopravního průzkumu porovnána s daty z dopravních detektorů, které jsou umístěny v křižovatce. Následně je podrobně popsáno vyhodnocení naměřených dat. Na konci kapitoly je znázorněn pentlogram.

3.1 Dopravní průzkum

Dne 19. ledna 2018 byl proveden dopravní průzkum. Situace byla zaznamenávána kamerou značky SONY a následně vyhodnocena. Průzkum probíhal ve dvou měřeních. První měření se uskutečnilo během ranní špičky od 6:45 do 7:45, druhé od 13:30 do 14:30. Kamera byla umístěna na stativu na rameni třídy Maršála Malinovského tak, aby byl patrný směr jízdy vozidel.

Dle TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích nebyla doba průzkumu zvolena vhodně. Aby byla získána z dopravního průzkumu validní data, musel by být průzkum prováděn v běžné pracovní dny a nejlépe v měsících duben, květen, červen, září a říjen [10]. Z důvodu velké vzdálenosti mezi Prahou, respektive Českými Budějovicemi a Uherským Hradištěm, nemohl být průzkum proveden ve vhodnějším datu.

Data proto musela být porovnána s daty z dopravních detektorů instalovaných v křižovatce. Z dat nebylo možné zjistit skladbu dopravního proudu, která byla potřeba pro zjištění zohledněné skladby dopravy (viz Příloha 1).

Tabulka 1: Data z detektorů

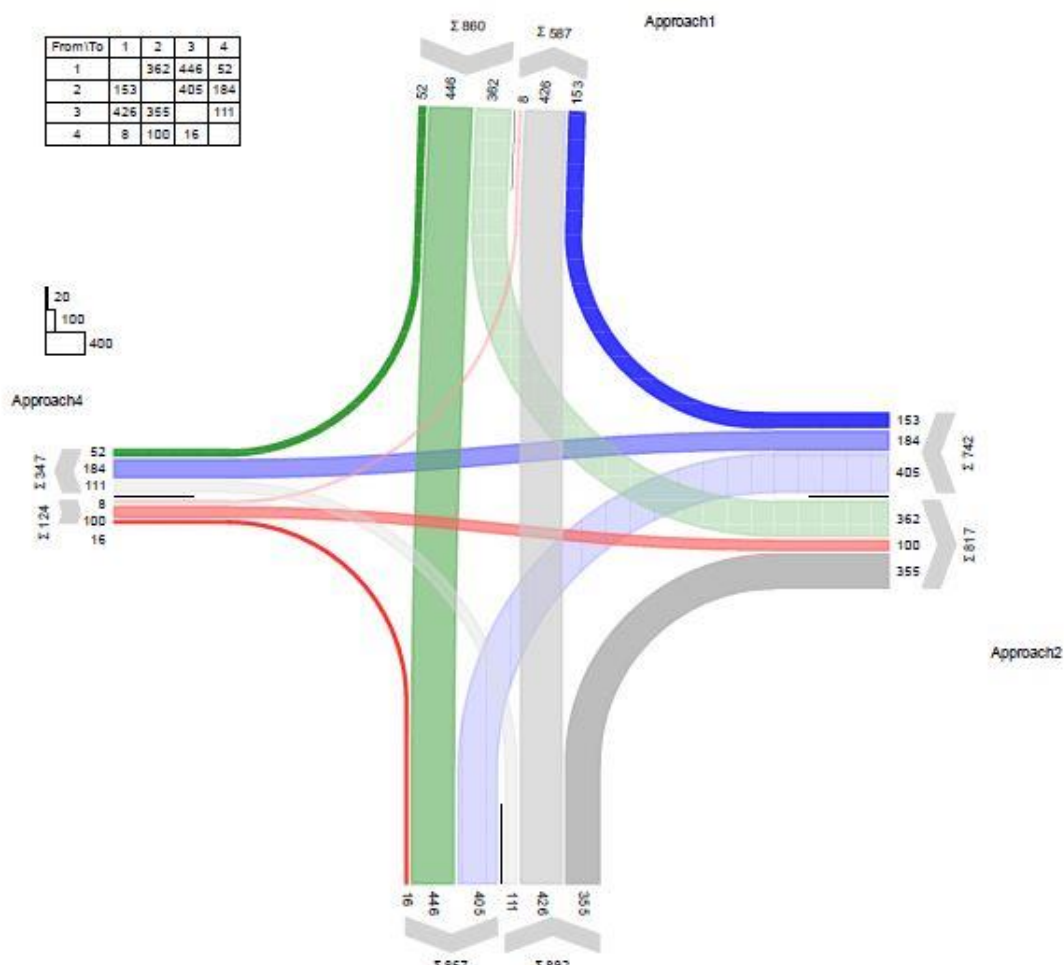
Datum	Rameno	Detektor	Typ detektoru	Celková intenzita [jvoz/h]
4.10.2017	Velehradská třída od Starého Města	DVA	Výzvodový	327
		DVA'	Výzvodový	159
		DVA''	Výzvodový	335
		DVA1	Prodlužovací	378
		DVA1''	Prodlužovací	111
	Sokolovská od Zlína	DVB	Výzvodový	295
		DVB'	Výzvodový	417
		DVB1'	Prodlužovací	117
	tř. Maršála Mali- novského od Kunovic	DVC	Výzvodový	125
		DVC'	Výzvodový	10
		DVC''	Výzvodový	318
		DVC1	Prodlužovací	273
		DVC1''	Prodlužovací	14

Současný řadič, který řídí křižovatku – Siemens C800 je schopen pracovat pouze s 16 detektory, a proto data z některých jízdních pruhů nejsou dostupná. Byly instalovány pouze nejdůležitější směry. Zcela chybí údaje z detektorů z ramena Všeherdova. Z dat uvedených v Tabulce 1 vyplývá, že ve středu 4.10.2017 v časovém rozmezí 6:45-7:45 místem projelo srovnatelné množství aut, jako v pátek 19.1.2018, kdy probíhal dopravní průzkum.

Kloubové autobusy, které se však v oblasti nevyskytovaly, by byly zahrnuty do kategorie „Nákladních souprav“. Vzhledem k rozšířenosti cyklostezek ve městě je na této posuzované křižovatce i na většině ostatních pozemních komunikací v Uherském Hradišti zákaz vjezdu cyklistů. Za celou dobu dopravního průzkumu žádný cyklista tento zákaz neporušil. Po celý průzkum nebyl též zaznamenán žádný projíždějící motocykl, což by mohlo být také přisuzováno ročnímu období a teplotě vzduchu klesající pod bod mrazu.

3.2.1 Pentlogram intenzit dopravy v křižovatce

Pentlogram byl vytvořen automaticky v software Lisa+ na základě zohledněné skladby dopravního proudu. Jedná se o znázornění intenzit dopravy, které jsou v křižovatce. Největší intenzity jsou v hlavních směrech, tj. tř. Maršála Malinovského, kde ve špičkové hodině projelo 892 vozidel, přičemž 426 vozidel směr jízdy nezměnilo a pokračovalo rovně, 355 vozidel odbočilo na rameno Sokolovská. Druhým vytíženým ramenem byla Velehradská třída, ze které do křižovatky vjelo 860 vozidel. Rovně na Kunovice pokračovalo 446 vozidel, 362 vozidel odbočovalo vlevo na Sokolovskou.



Obrázek 11: Pentlogram, vytvořeno v SW Lisa+

Velká intenzita byla napočítána i na rameni Sokolovská, odkud do křižovatky vjelo 742 vozidel. 405 vozidel odbočovalo vlevo na třídu Maršála Malinovského, 184 vozidel pokračovalo rovně směrem do centra a 153 odbočilo vpravo na Velehradskou třídu. Tabulka zohledněné skladby je uvedena v příloze 1.

4 Návrh řízení křižovatky

Kapitola Návrh řízení křižovatky uvádí tabulku mezičasů a postup jejího výpočtu. Dále je uveden způsob řízení v křižovatce. Ten popisuje současný způsob řízení a navrhuje jeho změny. Také je navržen fázový sled, neboli posloupnost, v jaké jdou jednotlivé fáze za sebou. Na konci této kapitoly je popsáno kapacitní posouzení.

4.1 Tabulka mezičasů

Mezičasem se rozumí doba od konce signálu volno signální skupiny, po začátek signálu volno kolizní signální skupiny [14]. Pro výpočet tabulky mezičasů bylo zapotřebí určit vyklizovací a najížděcí dráhy, a dále spočítat mezičasy pro všechny kolizní pohyby. Pro výpočet mezičasů slouží tento vzorec:

$$t_m = t_v - t_n + t_b,$$

přičemž $t_v = (L_v + L_{voz})/V_v$,

$$t_n = L_n/V_n,$$

kde v je vyklízení, n je najíždění. Velikost vyklizovacích a najížděcích rychlostí se odvíjí od toho, zda tento proces probíhá v přímé, či do oblouku a dále, zda se jedná o motorové vozidlo, cyklistu, či chodce.

Tabulka 2: Vyklizovací a najížděcí rychlosti [11]

Vyklizovací a najížděcí rychlosti	V_v a V_n	
	[km·h ⁻¹]	[m·s ⁻¹]
Motorová vozidla		
• V přímém směru	35	9,7
• V oblouku	25	7,0
Cyklisté	15	4,2
Chodci	5	1,4

Na základě výpočtu mezičasů se stanoví tabulka mezičasů dopravních pohybů. Do té se vloží hodnoty mezičasů zaokrouhlené asymetricky na celé sekundy. Hranice zaokrouhlení byla zvolena na 0,3. Jednalo se tedy o nejméně přísnou variantu (také možno zaokrouhlit na 0,1 a 0,2). Po sestavení tabulky mezičasů dopravních pohybů bylo možné zkonstruovat tabulku mezičasů signálních skupin, jejíž hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 3.

Tabulka 3: Tabulka mezičasů

		Najíždí															
		Vozidla										Chodci					
		VA	VB	VC	VD	VE	VF	VG	SC	SG	KC	PA	PB	PC	PD	PE	PF
Vykřizuje	VA		-	2	-	-	1	3	-	3	-	4	-	-	8	-	8
	VB	-		7	7	6	-	-	-	-	7	-	10	-	-	-	-
	VC	6	4		-	5	4	5	-	5	-	-	4	-	8	8	-
	VD	-	3	-		-	-	6	-	-	-	-	8	-	-	-	-
	VE	-	3	5	-		-	6	5	-	3	-	8	4	-	8	-
	VF	6	-	7	-	0		8	-	-	3	-	-	-	-	-	-
	VG	8	-	8	-	3	2		-	-	8	-	-	-	-	-	9
	SC	-	-	-	-	5	0	-		-	-	-	-	-	-	8	-
	SG	8	-	8	-	-	-	-	-		8	-	-	-	-	-	9
	KC	-	4	-	-	4	4	7	-	7		-	-	-	-	-	-
	PA	12	-	-	-	1	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
	PB	-	6	12	8	8	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
	PC	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
	PD	8	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
	PE	-	-	6	-	5	-	-	6	-	-	-	-	-	-		-
	PF	5	-	-	-	-	-	5	-	5	-	-	-	-	-	-	

4.2 Způsob řízení

Nově navržené řízení křižovatky nepočítá s žádnými rozsáhlými stavebními úpravami, pouze se změnou řazení pruhů na některých ramenech. Jedná se o rameno tř. Maršála Malinovského, kde vznikne samostatný odbočovací pruh vpravo. K tomuto řešení došlo z důvodu vysokých intenzit vozidel, které odbočující vpravo na Sokolovskou. Při pohledu na zohledněnou skladbu vozidel (viz Příloha 1) je patrné, že v místě dochází k odbočování rozměrných vozidel, jimž trvá odbočení podstatně déle než osobním automobilům. Samostatný odbočovací jízdní pruh tak může zvýšit také bezpečnost na tomto rameni. Pro jízdu rovněž tak řidiči budou moci využít pouze jeden pruh. Další změna se týká ramene Všehrdova. Při současném řešení se na tomto rameni nachází pruh pro odbočení vpravo a zároveň jízdu rovněž, druhý pruh slouží k odbočování vlevo. Nové řešení počítá se samostatným odbočením vpravo, druhý pruh bude sloužit k odbočení doleva a zároveň k jízdě rovněž. Samostatným odbočením vpravo tak vznikne možnost využití plného potenciálu směrových signálů, jejichž návrh je principem této bakalářské práce. Výkres křižovatky je přiložen v příloze 2.

Při návrhu řízení došlo ke změně signálních skupin. Ve starém řízení jsou signální skupiny nazvány VA-VD, přičemž VA je označení pro rameno Velehradská, VB pro

rameno Sokolovská, VC pro rameno třída Maršála Malinovského a VD pro rameno Všehrdova [3]. Ke změně značení signálních skupin došlo zejména kvůli změně řazení jízdních pruhů. Grafické znázornění signálních skupin je uvedeno na Obrázku 10. Návrh řízení počítá s tímto označením: Průběžný pruh a odbočení vpravo z ramene Velehradská, je signální skupina VA. Samostatné odbočení vlevo z téhož ramene je signální skupina VB. Rameno Sokolovská je označeno signální skupinou VC pro všechny směry jízdy. Odbočení vpravo z ramene tř. Maršála Malinovského je označeno skupinou VD, jízda rovně skupinou VE a samostatné odbočení vlevo směrem do centra signální skupinou VF. Rameno Všehrdova je označena signální skupinou VG.

Současné řešení využívá vyklizovacích šipek KA< (pro levé odbočení z ramena Velehradská tř.), KB< (pro levé odbočení z ramena Sokolovská) a KC< (pro levé odbočení z ramena tř. Maršála Malinovského). Nové řešení bylo navrženo tak, aby byla využita pouze vyklizovací šipka KC<. Z důvodu kritičnosti levého odbočení byly fáze upraveny tak, aby levá odbočení měla samostatnou fázi a nemusela dávat přednost protijedoucím vozidlům.

4.2.1 Návrh fází a sledů fází

Fázový přechod je doba od prvního konce volna první fáze do posledního začátku volna druhé fáze [14]. Fázové přechody se dělí na pevné a dynamické. Návrh dynamického fázového přechodu není náplní této práce. Proto se tato bakalářská práce věnuje návrhu pevného fázového přechodu.

Délka fázového přechodu je limitována délkou maximálního mezičasu. V návrhu fázových přechodů tedy rozhodují mezičasy kolizních směrů, a proto musí být fázový přechod větší nebo se rovnat mezičasu.

Správně zvolený sled zapřičiní, že na sebe jednotlivé fáze budou plynule navazovat. Dále dojde k eliminaci zdržení vozidel v křižovatce, chodci i cyklisti budou plynule přecházet, respektive přejíždět. Při více možných variantách fázových sledů musí být vybrán ten, který má nejmenší součet časů fázových přechodů během cyklu. V případě této bakalářské práce bylo navrženo celkem 5 fází s dobou fázových přechodů celkem 43 s. Grafické znázornění fází a jejich sledu je uvedeno v příloze 12. Časy fázových přechodů mezi jednotlivými fázemi navrhovaného řešení jsou uvedeny v tabulce 4.

Při tvorbě signálního programu musí být zohledněny okrajové podmínky. Mezi tyto podmínky patří např. dodržení minimální doby volna 5 s, žlutá pro vozidla 3 s, žlutá pro cyklisty 2 s, červenožlutá všeobecně 2 s [11]. Dále projít alespoň poloviny

přechodu pro chodce, první chodec 1-2 s před prvním vozidlem v kolizním odbočujícím směru. Nezbytností je také rozdělení na jednotlivé fáze úměrně intenzitám provozu [14].

Tabulka 4: Fázové přechody navrhovaného řešení

Fáze	t_{FP}
F2,F5	8
F5,F1	10
F1,F3	12
F3,F4	8
F4,F2	5

4.3 Kapacitní výpočet navrženého řízení

Kritériem posouzení kapacity SSZ je ztrátový čas. Ztrátovým časem se rozumí střední doba zdržení na jednotlivých vjezdech do křižovatky [6]. Kapacitní výpočet je ověřením navrženého řízení křižovatky. Jeho výstupem je hodnocení stupni A-F, přičemž A je velmi dobré a při stupni F je překročena kapacita a navržené řízení nevyhovuje. Tabulky s kapacitními výpočty pro jednotlivé cykly jsou uvedeny v přílohách 8-11.

Tabulka 5: Princip posouzení kapacity SSZ [4]

Úroveň kvality dopravy		Střední doba zdržení
Stupeň	Charakteristika kvality dopravy	
A	Velmi dobrá	≤ 20
B	Dobrá	≤ 35
C	Uspokojivá	≤ 50
D	Dostatečná	≤ 70
E	Nestabilní stav	> 70
F	Překročená kapacita	-1)
1) Na stupni F je dosaženo při rezervě kapacity vjezdu $Rez \leq 0$		

Dle technických podmínek 235 – Posuzování kapacity světelně řízené křižovatky, jsou pro pozemní komunikace požadovány různé stupně kvality dle jejich významu. Na dálnicích, rychlostních komunikacích I. třídy je vyžadován maximálně stupeň C, pro silnice II. třídy stupeň D a na silnicích III. třídy stačí stupeň E. Na rychlostních místních komunikacích a přechodových úsecích je povolen nejhůře stupeň D, na místních komunikacích potom stupeň E. Na posuzované křižovatce bylo určeno, že vjezd smí být ohodnocen maximálně stupněm D (viz přílohy 8-11, sloupec 20).

S ohledem na koordinaci okolních křižovatek je nutné navrhnout řízení v několika různých cyklech. Z tohoto důvodu navržené řízení počítá s cykly 60 s, 80 s, 90 s a 100 s. V podkapitolách 4.3.1-4.3.4 jsou uváděny signální skupiny, jejichž přehled je uveden v tabulce 6. V těchto podkapitolách bude uvádět a srovnáván pojem rezerva. Jedná se o hodnotu, která udává, o kolik % se může navýšit intenzita provozu, aby posuzované řízení bylo schopné zajistit stále plynulý a bezpečný provoz.

Tabulka 6: Značení signálních skupin

Rameno	Směr jízdy	Signální skupina
Velehradská třída	Rovně, vpravo	VA \wedge >
	Vlevo	VB<
Sokolovská	Rovně, vpravo	VC \wedge >, SC>
	Vlevo	VC<
tř. Maršála Malinovského	Vpravo	VD>
	Rovně	VE \wedge
	Vlevo	VF<
Všehrdova	Vpravo	VG>, SG>
	Rovně, vlevo	VG \wedge <

4.3.1 Cyklus 60 s

V tomto cyklu jízdní pruh na rameni tř. Maršála Malinovského překročil povolený stupeň klasifikace C. Střední doba zdržení při jízdě v tomto jízdním pruhu dosáhla 52 s, a proto byl klasifikován stupněm D. Při pohledu na kapacitní posouzení stávajícího stavu (viz Příloha 4) je možné zjistit, že stávající řešení je v tomto směru navrženo lépe. Při levém odbočení z ramena Sokolovská je však vjezd hodnocen stupněm E, přičemž střední doba zdržení je 205 s a rezerva pouze 2 %. Nově navržené řešení zvyšuje propustnost křižovatky v daném jízdním pruhu o 20 %. Je nutné zmínit, že byla zvolena přísnější varianta hodnocení úrovně kvality dopravy, protože např. rameno Všeřdova by dle [4] mohlo být hodnoceno maximálně stupněm E, ale v této práci je hodnoceno stupněm D. Je to z důvodu snahy zlepšení úrovně silniční dopravy v křižovatce. Tabulka 7 porovnává rezervy a průměrné délky kolon stávajícího a nově navrženého řešení.

Tabulka 7: Porovnání stávajícího a nově navrženého řešení pro cyklus 60 s

Rameno	Směr jízdy	Rezerva [%]		Délka kolony [m]	
		Stávající stav	Nově navržená	Stávající stav	Nově navržená
Velehradská tř.	Vpravo	77	69	11	14
	Rovně	77	69	11	14
	Vlevo	32	23	16	27
Sokolovská	Vpravo	24	57	26	26
	Rovně	24	57	26	26
	Vlevo	2	22	31	26
tř. Maršála Malinovského	Vpravo	53	11	23	27
	Rovně	53	-12	21	34
	Vlevo	76	46	6	10
Všeřdova	Vpravo	97	90	1	1
	Rovně	75	68	9	10
	Vlevo	75	68	9	10

V tabulce 7 je možné zjistit, že nově navržené řešení není vhodné pro všechny směry. Cyklus s délkou 60 s by proto měl být implementován pro noční provoz či víkendy, kdy intenzity nejsou příliš vysoké.

4.3.2 Cyklus 80 s

Z důvodu koordinace s okolními křižovatkami bylo nutné navrhnout také cyklus s délkou trvání 80 s. V kapacitním posouzení světelně řízené křižovatky v tomto případě vyšly stupně B všem signálními skupinám, kromě skupiny VA \wedge >. V této signální skupině byla střední doba zdržení vypočítána na 12 s. U ostatních signálních skupin byla střední doba zdržení výpočtem určena od 21 s (signální skupina SC>) do 34 s (signální skupiny VB< a VE \wedge). Kapacitní posouzení pro délku cyklu 80 s je uvedeno v příloze 9.

Tabulka 8: Porovnání stávajícího a nově navrženého řešení pro cyklus 80 s

Rameno	Směr jízdy	Rezerva [%]		Délka kolony [m]	
		Stávající stav	Nově navržená	Stávající stav	Nově navržená
Velehradská tř.	Vpravo	73	72	18	17
	Rovně	73	72	18	17
	Vlevo	24	25	26	35
Sokolovská	Vpravo	29	54	34	36
	Rovně	29	54	34	36
	Vlevo	-16	32	380	39
tř. Maršála Malinovského	Vpravo	53	34	28	33
	Rovně	53	22	31	40
	Vlevo	79	58	8	13
Všehrdova	Vpravo	55	91	13	2
	Rovně	55	72	13	13
	Vlevo	94	72	1	13

V tabulce 8 je možné zjistit, že nově navržené řešení není vhodné pro všechny směry. Na rameni Sokolovská však dojde dle výpočtů k výraznému zlepšení situace.

4.3.3 Cyklus 90 s

Nejhůře je v novém řešení hodnocena signální skupina $VG^{\wedge}<$, přičemž úroveň kvality dopravy v tomto pruhu byla stanovena stupněm C s časem zdržení 36 sekund. Signální skupiny $VB^<$, $VC^{\wedge}>$, $VD^>$, VE^{\wedge} , $VF^<$, $VG^>$, $SC^>$ a $SG^>$ byly hodnoceny shodně stupni B s časy zdržení od 23 sekund do 35 sekund. Dle TP 235 je 35 sekund hraniční čas pro klasifikaci stupněm B. Signální skupina $VA^{\wedge}>$ byla ohodnocena stupněm A s časem zdržení 13 s. Kapacitní posouzení pro cyklus 90 s je uvedeno v příloze 10.

Tabulka 9: Porovnání stávajícího a nově navrženého řešení pro cyklus 90 s

Rameno	Směr jízdy	Rezerva [%]		Délka kolony [m]	
		Stávající stav	Nově navržená	Stávající stav	Nově navržená
Velehradská tř.	Vpravo	71	73	21	19
	Rovně	71	73	21	19
	Vlevo	24	29	31	39
Sokolovská	Vpravo	41	54	35	40
	Rovně	41	54	35	40
	Vlevo	-3	23	110	37
tř. Maršála Malinovského	Vpravo	44	36	35	36
	Rovně	44	25	39	45
	Vlevo	75	59	11	14
Všehrdova	Vpravo	93	92	15	1
	Rovně	62	75	15	14
	Vlevo	93	75	1	15

I v případě délky cyklu 90 je na rameni znatelné zlepšení. Hodnoty na ostatních ramenech vyšly nepatrně hůře než při stávajícím řízení.

4.3.4 Cyklus 100 s

Jedná se o nejdelší délku cyklu, jaká byla v této práci navržena. Tento návrh v kapacitním posouzení vyšel podobně, jako návrh 90 s, ale u dvou signálních skupin bylo dosaženo stupně C. Jedná se o signální skupiny $VG_{\wedge <}$ a $VG_{>}$, přičemž střední doba zdržení v křižovatce je 37 s, respektive 36 s. Na klasifikaci stupněm B je potřeba dosáhnout středního zdržení 35 s, nejedná se tedy o velký rozdíl. Navíc je potřeba říci, že signální skupiny $VG_{\wedge <}$ a $VG_{>}$ se nachází na rameni Všehrdova od centra, kde nejsou vysoké intenzity, a proto by se nemělo jednat o zásadní problém. Další signální skupiny byly hodnoceny typicky stupněm B, signální skupina $VA_{\wedge >}$ stupněm A. Střední doba zdržení na vjezdu u této skupiny činí 14 s. U klasifikací stupněm B se tato doba pohybuje od 25 s (konkrétně signální skupina $SC_{>}$) do 35 s (v případě signálních skupin $VB_{<}$, VE_{\wedge} a $VF_{<}$). Kapacitní posouzení návrhu řízení pro cyklus 100 s je uvedeno v příloze 11.

Tabulka 10: Porovnání stávajícího a nově navrženého řešení pro cyklus 100 s

Rameno	Směr jízdy	Rezerva [%]		Délka kolony [m]	
		Stávající stav	Nově navržená	Stávající stav	Nově navržená
Velehradská tř.	Vpravo	74	72	22	22
	Rovně	74	72	22	22
	Vlevo	35	31	31	42
Sokolovská	Vpravo	34	54	41	45
	Rovně	34	54	41	45
	Vlevo	-14	15	339	47
tř. Maršála Malinovského	Vpravo	43	37	40	40
	Rovně	43	28	44	49
	Vlevo	74	65	12	15
Všehrdova	Vpravo	65	92	16	2
	Rovně	65	76	16	16
	Vlevo	93	76	1	16

Tabulka 10 porovnává stávající a nově navržené řešení této délky cyklu. Je patrné, že nově navržené řešení nabízí srovnatelné výsledky se stávajícím řešením, ale na rameni Sokolovská došlo k výraznému zlepšení.

4.4 Simulace

V rámci této bakalářské práce je zpracována simulace v programu VISSIM, aby se potvrdila vhodnost nově navrženého řešení. Model je fyzicky vytvořen na základě pokladu situace z AutoCAD. Vstupem do modelu jsou data nasbíraná při dopravním průzkumu (viz kapitola 3.1). Základním výstupem k prezentaci navrženého řešení, je grafický výstup ve formě videa. Video ze simulace je součástí příloženého CD.



Obrázek 12: Ukázka simulace navrženého řešení

Program umožňuje generovat i další výstupy, které vypovídají o vhodnosti zavedení daného řízení na křižovatce. Tabulka 11 informuje o vybraných veličinách, které ze simulace vzešly. Jedná se o průměrnou dobu zdržení, průměrný počet zastavení a čas zdržení zastavením. Nejvíce využitelným výstupem je průměrná doba zdržení, protože určuje úroveň kvality dopravy. Z tabulky 11 je patrné, že průměrná doba zdržení mírně převyšuje výsledky kapacitního posouzení. K tomu dochází z důvodu, že v kapacitních výpočtech dle TP 235 nejsou zohledňováni chodci, ale program VISSIM s nimi počítá.

Tabulka 11: Export vybraných veličin navrženého řešení z programu VISSIM

Délka cyklu [s]	Průměrná doba zdržení [s]	Průměrný počet zastavení	Čas zdržení zastavením [s]
60	41,05	1,30	34,10
80	43,21	1,19	37,04
90	49,44	1,27	43,64
100	51,36	1,06	45,51

5 Zhodnocení přínosů navrženého řešení

Vhodnost navrženého řešení byla ověřena dvěma způsoby. Zaprvé se jednalo o kapacitní posouzení, ve kterém byly hodnoceny jednotlivé signální skupiny stupni A-F, přičemž A je nejlepší a F neprospěl. Kritériem pro dosažení určitého stupně je střední doba zdržení v dané křižovatce. Nejhorší hodnocení, kterého bylo dosaženo, byl stupeň D, tedy průměrná doba zdržení 51-70 s. Tohoto stupně bylo dosaženo v jednom případě v délce cyklu 60 s (rameno tř. Maršála Malinovského, pravý jízdní pruh, střední doba zdržení 52 s). Ve dvou případech bylo dosaženo stupně C v délce cyklu 100 s (rameno Všehrdova, střední doba zdržení 37 s, respektive 36 s). V ostatních případech byly signální skupiny klasifikovány stupni B, v některých dokonce stupni A. Dále bylo nutné posoudit rezervy a průměrné délky front v křižovatce. Tabulky 7-10 porovnávají stávající řešení s nově navrženým řešením. Z těchto tabulek je patrné, že k nejvýraznější změně dojde na rameni Sokolovská, kde dochází k velkému zdržení, a proto by nově navržené řízení mohlo pomoci ke zlepšení situace v křižovatce.

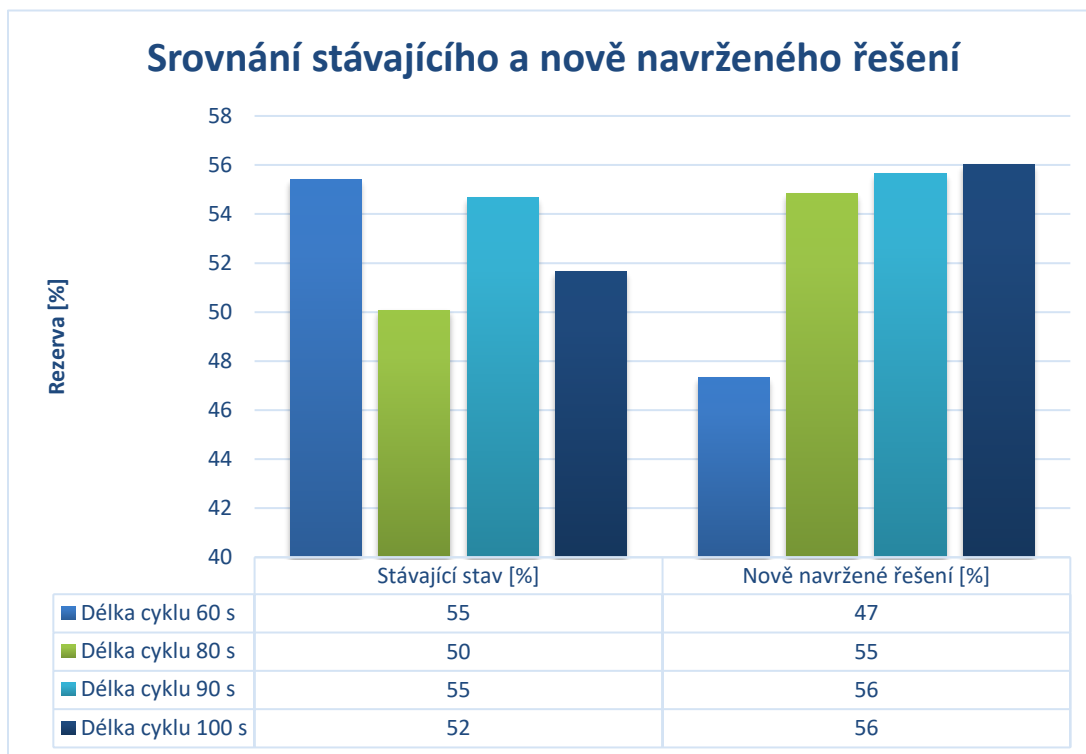
Tabulka 12: Shrnutí nejhorších ÚKD navrženého řešení

Délka cyklu [s]	Signální skupina	ÚKD	Průměrná doba zdržení [s]
60	VD>	D	52
100	VG^<	C	37
100	VG>	C	36

Druhým způsobem, kterým bylo zkontrolováno navržené řešení, bylo vytvoření simulace v software PTV VISSIM. Byla vytvořena simulace všech 4 navržených délek cyklů, včetně video výstupů a exportu hodnot. Na video záznamech je patrné, že v místě nedochází k žádným velkým zdržením a vše tak bylo patrně dobře navrženo. Sled fází byl zvolen vhodně a systematicky, každá fáze plynule navazuje na tu předchozí.

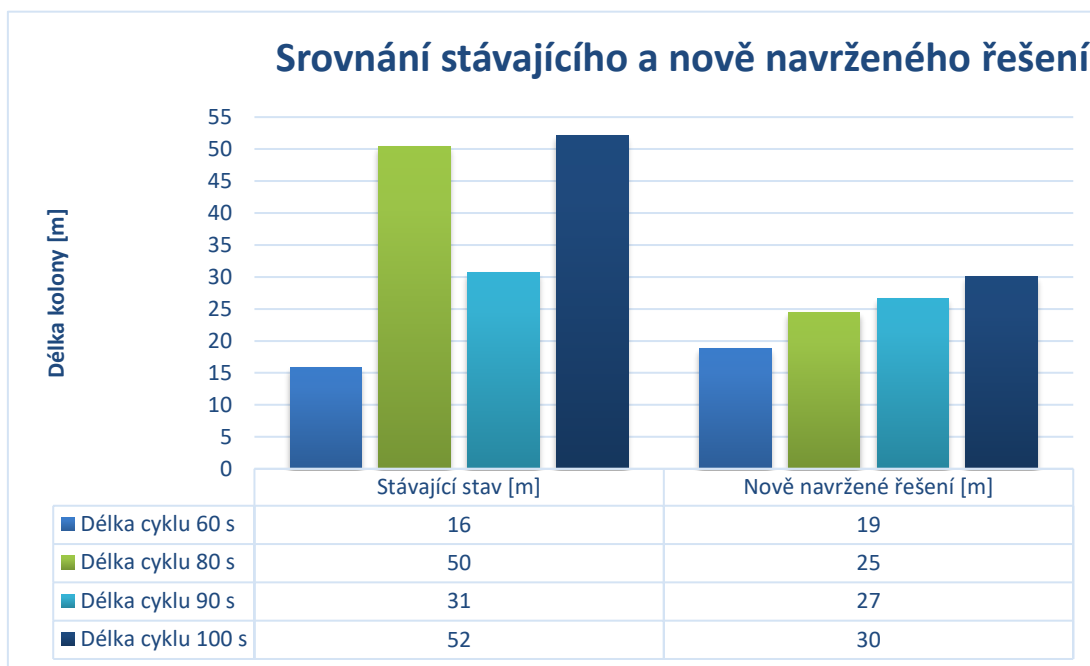
Na vhodnost navrženého řešení řízení může být nahlíženo ze dvou rovin. První rovinou je pohled města Uherské Hradiště. Správně navržené řízení zajistí hladší a plynulejší průjezd městem, čímž dojde k ztraktivnější dopravě v místě. Také zmírní hlukovou a emisní zátěž, která vzniká zejména při rozjezdech vozidel ze signálu „Stůj“. Druhou rovinou je zajisté rovina uživatelská. Uživatelé individuální automobilové dopravy, ale i cestující v MHD ocení kratší dobu strávenou v provozu z důvodu kongescí. Vhodně navržené řešení bude také levnější, protože dojde k minimalizaci rozjezdů. V důsledku zpřehlednění celého dopravního řešení křižovatky lze také předpokládat snížení nehodovosti v posuzovaném uzlu.

Graf 1 nahlíží na velikost rezervy jednotlivých vjezdů. Zprůměrováním všech hodnot, které jsou uvedené v tabulkách 7-10 bylo zjištěno, že i z pohledu rezervy byl nejlépe navržen cyklus 80 s. Délka rezervy byla v tomto případě zvětšena o 5 procentních bodů, ze současných 50 % na 55 %. Průměrná hodnota rezervy v 90 s cyklu nově činí 56 %, což znamená zlepšení o 1 procentní bod oproti stávajícímu řešení. Délka cyklu nabízí zlepšení ze současných 52 % rezervy na 56 %. V cyklu 60 s došlo ke zhoršení propustnosti křižovatky, poněvadž současná průměrná hodnota rezervy činí 55 %, nově navržené řešení však pouze 47 %.



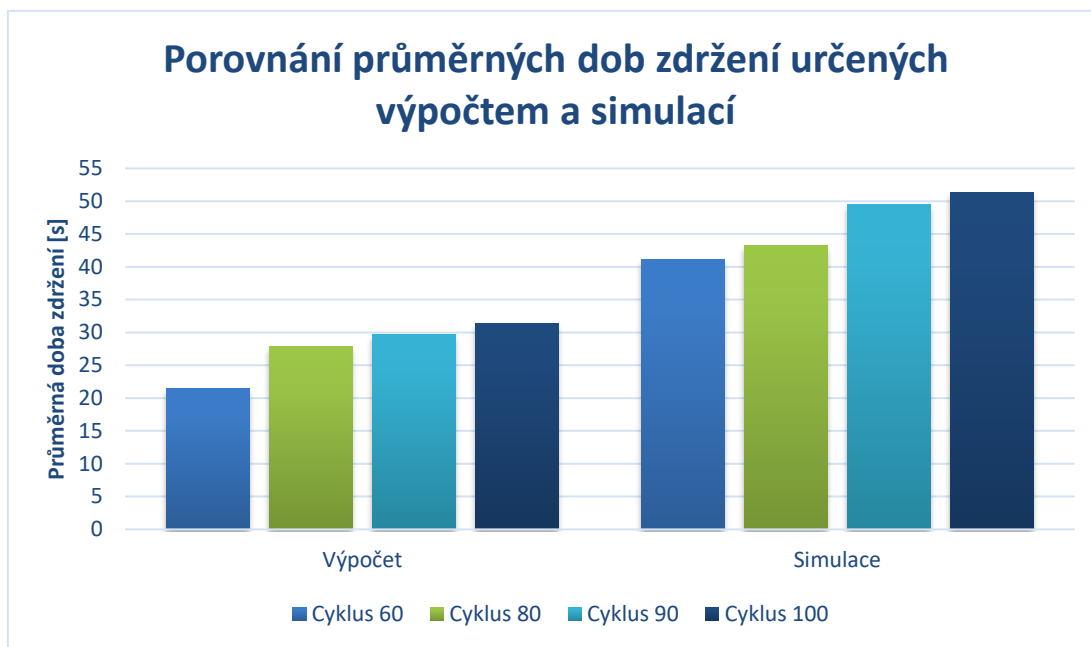
Graf 1: Srovnání stávajícího a nově navrženého řešení - rezerva

Z grafu 2 je patrné, že vyjma cyklu 60 s došlo ke značnému zlepšení situace. Zatímco v cyklu 60 s došlo ke zhoršení situace a průměrná délka kolony se zvětší ze současných 16 m na 19 m, v cyklu 80 s je zlepšení. Ve stávajícím řešení byla v tomto cyklu výpočtem stanovena délka kolony na 50 m, ale průměrná délka kolony v nově navrženém řešení je dle výpočtu pouze 25 m. Další zlepšení situace nabízí také cyklus 90 s a 100 s. V případě délky cyklu 90 s byla vypočítána průměrná délka kolony na všech vjezdech při stávajícím řešení na 31 metrů, nově navržené řešení nabízí však délku kolony 27 metrů. Při 100 s cyklu jsou hodnoty 52 m pro stávající řešení a 30 m pro nově navržené.



Graf 2: Srovnání stávajícího a nově navrženého řešení - délka kolony

Graf 3 porovnává průměrné doby zdržení určené výpočty v MS Office a vygenerované hodnoty z PTV VISSIM. Hodnoty určené výpočty vyšly lépe než hodnoty ze simulace. Je to z toho důvodu, že kapacitní výpočty dle [4] nezohledňují chodce na přechodech, ale VISSIM chodce do svých výpočtů zahrnuje.



Graf 3: Porovnání průměrných dob zdržení určených výpočtem a simulací

Z grafů 1-2 je patrné, že nově navržené řešení situaci v dopravním uzlu Velehradská tř. x Sokolovská v Uherském Hradišti zlepšilo. V cyklech 80-100 s došlo ke zlepšení dopravní situace, poněvadž došlo ke zmenšení délek kolon. Také došlo k navýšení rezervy křižovatky. K nejlepším výsledkům dochází při délce cyklu 80 s. Implementace nového řízení lze proto doporučit. Parametry cyklu 60 s se oproti stávajícímu řešení zhoršily, avšak toto zhoršení není tak výrazné, aby se tento cyklus také nemohl instalovat. Je vhodný pro provoz s menšími intenzitami, a proto se hodí např. v nočních hodinách.

Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo srovnání stávajícího systému řízení na křižovatce Velehradská třída x Sokolovská s nově navrženým řešením pomocí směrových signálů. Z kapacitního posouzení stávajícího řešení vyplývá, že problematické je zejména rameno Sokolovská. Doba zdržení na tomto rameni dle výpočtů dosahuje až 205 s, ale ve skutečnosti ze zkušeností z provedených průzkumů zmíněných ve studii [7] je tato doba mnohdy větší. Z důvodu nutnosti koordinovat danou křižovatku s ostatními světelně signalizačními zařízeními na průtahu městem bylo navrženo řešení se směrovými signály pro různé délky cyklů (60 s, 80 s, 90 s, 100 s). V délce cyklu 60 s bylo dosaženo ÚKD stupně D při naměřených intenzitách, a proto lze doporučit tento cyklus nasazovat v noci, o víkendech, či svátcích.

Došlo ke srovnání kapacitních posouzení původní a navržené varianty, ze kterého je patrné, že nové řízení z hlediska střední doby zdržení v křižovatce vyhovuje podstatně lépe a je stabilnější na všech vjezdech než to stávající. Nejhorší klasifikací u nového řízení je stupeň D s délkou zdržení 52 sekund. Je třeba brát v potaz, že maximální možné klasifikace úrovně kvality dopravy byly záměrně nastavovány přísně, aby bylo zlepšení znatelné. ÚKD byly nastaveny tak, aby splnily klasifikátory C-D, což dle TP 235 odpovídá klasifikaci dálnic, rychlostních silnic a silnic I. tříd, respektive silnic II. tříd v případě klasifikace D.

V tabulkách 7-10 bylo porovnáno stávající a nově navržené řešení z hlediska rezerv a průměrných délek front. Z tohoto hlediska dosahuje nově navržené řešení podobných hodnot jako to stávající, ale na rameni Sokolovská dojde k výraznému zlepšení. Propustnost křižovatky na tomto rameni se díky instalaci nově navrženého řešení zlepšit až o 50%, zatímco průměrná délka front na tomto rameni se zmenší na 39 m (viz délka cyklu 80 s, kapitola 4.3.2). Je nutné upravit fáze tak, aby rameno Sokolovská stihlo během signálu „Volno“ odbavit co nejvíce vozidel. Levý odbočovací jízdní pruh má totiž délku 119 metrů, což znamená, že se tohoto pruhu vejde pouze 23 osobních automobilů. Při pohledu na pentlogram je však zřejmé, že intenzity na tomto rameni jsou srovnatelné s rameny tř. Maršála Malinovského a Velehradská tř., a takto je potřeba k návrhu přistupovat. Ta vozidla, která se při odbočování vlevo nevejdou do levého odbočovacího jízdního pruhu, překáží v jízdě vozidlům v pravém jízdním pruhu. Nově navržené řízení problém s ramenem Sokolovská dokázalo vyřešit, a proto lze pouze doporučit jeho implementaci.

Důkazem vhodně navrženého řízení je simulace, která koresponduje s výsledky kapacitních posouzení. V délce cyklu 80 s je střední doba zdržení 44,36 s a průměrný

počet zastavení 1,5. Při zavádění je však nutné brát v úvahu vazby na okolní křižovatky řízené pomocí SSZ, které by měly být navrženy v koordinaci s nově navrženým řešením ještě před uvedením do praxe.

Zavedení směrových signálů by mělo výrazně pomoci bezpečnosti oproti stávajícímu řešení. Při současném řízení docházelo ke vzniku nebezpečných situací, které blíže popisuje kapitola 2.3. Dále došlo ke snížení četnosti levých odbočení s dáváním přednosti protijedoucím vozidlům na minimum. Těmto kritickým odbočením jsou věnovány samostatné fáze. Díky směrovým signálům dojde k eliminaci četnosti nestandardně zapínané směrové šipky. Další výhodou směrových signálů je eliminace jízdy kolizních směrů během jedné fáze, což samo o sobě enormně zvýší bezpečnost křižovatky. Zajisté díky tomuto řešení dojde ke snížení finančních nákladů, které jsou spotřebovány na opravy hmotných škod vzniklých při haváriích, na odklizení nehod, nebo léčebných výloh. Dále toto řešení bude působit méně stresu motoristům, poněvadž se zpřehlední situace v uzlu.

Zavedení nově navrženého řízení křižovatky Velehradská tř. x Sokolovská lze s odkazem na výpočty jedině doporučit (viz graf 1, graf 2). V cyklech 80 s, 90 s a 100 s došlo k výraznému zlepšení situace. V noci či o víkendech lze doporučit také cyklus o délce 60 s. Jak se ukázalo, tato délka cyklu při současných intenzitách přináší spíše horší výsledky, než kterých je dosahováno nyní. Při menších intenzitách toto řízení bude však dostačující. Ukázalo se také, že změna řazení pruhů není nutná, nicméně ji lze doporučit. Zvýší se tím zejména propustnost pravého odbočení na rameni tř. Maršála Malinovského ve směru od Kunovic.

Zdroje

- [1] **PŘIBYL, Pavel a SVÍTEK, Miroslav.** *Inteligentní dopravní systémy.* Praha : BEN - technická literatura, 2001. ISBN 80-7300-029-6.
- [2] **Ministerstvo dopravy.** *Statistika nehod na křižovatce Všebrdova x třída Maršála Malinovského.* Praha : Ministerstvo dopravy, 2018.
- [3] **ELTODO, a.s.** *Změna DŘ - přidání SC>; SP6/100.* [Dokument] Praha : ELTODO, a.s., 2015.
- [4] **TP 235.** *Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek.* Liberec : EDIP, 2011. ISBN 978-80-87394-03-8.
- [5] **WEIGEL, Ondřej.** *Autoškola: pravidla, značky, testy ... : aktualizováno k roku 2013 v souladu s platnými zákony a vyhláškami.* Brno : Computer Press, 2001. ISBN 978-80-264-0140-7.
- [6] **TICHÝ, Tomáš.** *Řízení silniční dopravy: Základní principy řízení.* Praha : ČVUT v Praze Fakulta dopravní, 2018.
- [7] **HLUBUČKOVÁ, Kristýna, RŮŽIČKA, Jiří a LANGR, Martin.** *Dopravní průzkumy realizované v Uherském Hradišti v rámci pilotního projektu testování vyvinutého systému adaptivního řízení.* [Dopravní studie] Praha : ČVUT v Praze Fakulta dopravní, 2018.
- [8] **ČSN 73 6102.** *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích.* Praha : Český normalizační institut, 2007.
- [9] **ČSN 73 6110.** *Projektování místních komunikací.* Praha : Český normalizační institut, 2006.
- [10] **TP 189.** *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích: 2. vyd.* Plzeň : EDIP, 2012. ISBN 978-80-87394-06-9.
- [11] **TP 81.** *Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích.* Praha : Ministerstvo dopravy, 2015. ISBN 80-86502-30-9.
- [12] **Seznam.cz.** *www.mapy.cz.* [Online] www.seznam.cz. [Citace: 7. únor 2018.] <https://mapy.cz/zakladni?x=17.4663909&y=49.0678547&z=18&source=muni&id=3274&q=uhersk%C3%A9%20hradi%C5%A1t%C4%9B>.
- [13] **město Uherské Hradiště.** *město Uherské Hradiště.* [Online] [Citace: 5. Březen 2018.] <http://www.mesto-uh.cz/zakladni-informace-o-meste>.

- [14] FALTUS, Vladimír a LANGR, Martin. *Řízení silniční dopravy: Výpočet mezičasu*. Praha : ČVUT v Praze Fakulta dopravní, 2018.
- [15] Urban traffic control systems. *www.its.leeds.ac.uk*. [Online] University of Leeds. [Citace: 5. Červen 2018.]
http://www.its.leeds.ac.uk/projects/konsult/private/level2/instruments/instrument014/l2_014a.htm.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Průtah městem [7].....	10
Obrázek 2: Uživatelské prostředí v SW Lisa+ [6]	11
Obrázek 3: Ukázka simulace vytvořené v PTV Vissim.....	12
Obrázek 4: Princip fungování systému SCOOT [15].....	14
Obrázek 5: Decentralizované řízení [6]	15
Obrázek 6: Uherské Hradiště [12].....	16
Obrázek 7: Letecký pohled na křižovatku [12].....	17
Obrázek 8: Mapa s názvy ulic [12]	18
Obrázek 9: Vyznačení míst nehod v dané křižovatce [2]	19
Obrázek 10: Grafické znázornění křižovatky s umístěním detektorů [3]	23
Obrázek 11: Pentlogram, vytvořeno v SW Lisa+	24
Obrázek 12: Ukázka simulace navrženého řešení.....	35
Obrázek 13: Výkres křižovatky	49
Obrázek 14: Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 60 s; zpracováno programem EDIP eL	51
Obrázek 15: Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 80 s; zpracováno programem EDIP eL	52
Obrázek 16: Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 90 s; zpracováno programem EDIP eL	53
Obrázek 17: Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 100 s; zpracováno programem EDIP eL	54
Obrázek 18: Fáze a jejich sled	59
Obrázek 19: Signální plán pro délku cyklu 60 s; zpracováno PTV VISSIM.....	60
Obrázek 20: Signální plán pro délku cyklu 80 s; zpracováno PTV VISSIM.....	61
Obrázek 21: Signální plán pro délku cyklu 90 s; zpracováno PTV VISSIM.....	62
Obrázek 22: Signální plán pro délku cyklu 100 s; zpracováno PTV VISSIM	63
Obrázek 23: Znázornění kolizních bodů v křižovatce	64

Seznam tabulek

Tabulka 1: Data z detektorů	22
Tabulka 2: Vyklizovací a najížděcí rychlosti [11]	26
Tabulka 3: Tabulka mezičasů	27
Tabulka 4: Fázové přechody navrhovaného řešení.....	29
Tabulka 5: Princip posouzení kapacity SSZ [4]	29
Tabulka 6: Značení signálních skupin.....	30
Tabulka 7: Porovnání stávajícího a nově navrženého řešení pro cyklus 60 s	31
Tabulka 8: Porovnání stávajícího a nově navrženého řešení pro cyklus 80 s	32
Tabulka 9: Porovnání stávajícího a nově navrženého řešení pro cyklus 90 s	33
Tabulka 10: Porovnání stávajícího a nově navrženého řešení pro cyklus 100 s	34
Tabulka 11: Export vybraných veličin navrženého řešení z programu VISSIM	35
Tabulka 12: Shrnutí nejhorších ÚKD navrženého řešení.....	36
Tabulka 13: Zohledněná skladba dopravy.....	48
Tabulka 14: Mezičasy dopravních pohybů.....	50
Tabulka 15: Kapacitní posouzení pro délku cyklu 60 s	55
Tabulka 16: Kapacitní posouzení pro délku cyklu 80 s	56
Tabulka 17: Kapacitní posouzení pro délku cyklu 90 s	57
Tabulka 18: Kapacitní posouzení pro délku cyklu 100 s.....	58

Seznam grafů

Graf 1: Srovnání stávajícího a nově navrženého řešení - rezerva.....	37
Graf 2: Srovnání stávajícího a nově navrženého řešení - délka kolony	38
Graf 3: Porovnání průměrných dob zdržení určených výpočtem a simulací	39

Seznam příloh

- Příloha 1 - Zohledněná skladba dopravy
- Příloha 2 - Výkres křižovatky
- Příloha 3 - Mezičasy dopravních pohybů
- Příloha 4 - Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 60 s
- Příloha 5 - Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 80 s
- Příloha 6 - Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 90 s
- Příloha 7 - Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 100 s
- Příloha 8 - Kapacitní posouzení pro délku cyklu 60 s
- Příloha 9 - Kapacitní posouzení pro délku cyklu 80 s
- Příloha 10 - Kapacitní posouzení pro délku cyklu 90 s
- Příloha 11 - Kapacitní posouzení pro délku cyklu 100 s
- Příloha 12 - Fáze a sled fází
- Příloha 13 - Signální plán pro délku cyklu 60 s
- Příloha 14 - Signální plán pro délku cyklu 80 s
- Příloha 15 - Signální plán pro délku cyklu 90 s
- Příloha 16 - Signální plán pro délku cyklu 100 s
- Příloha 17 - Znázornění kolizních bodů v křižovatce
- Příloha 18 - CD obsahující simulace navrženého řešení

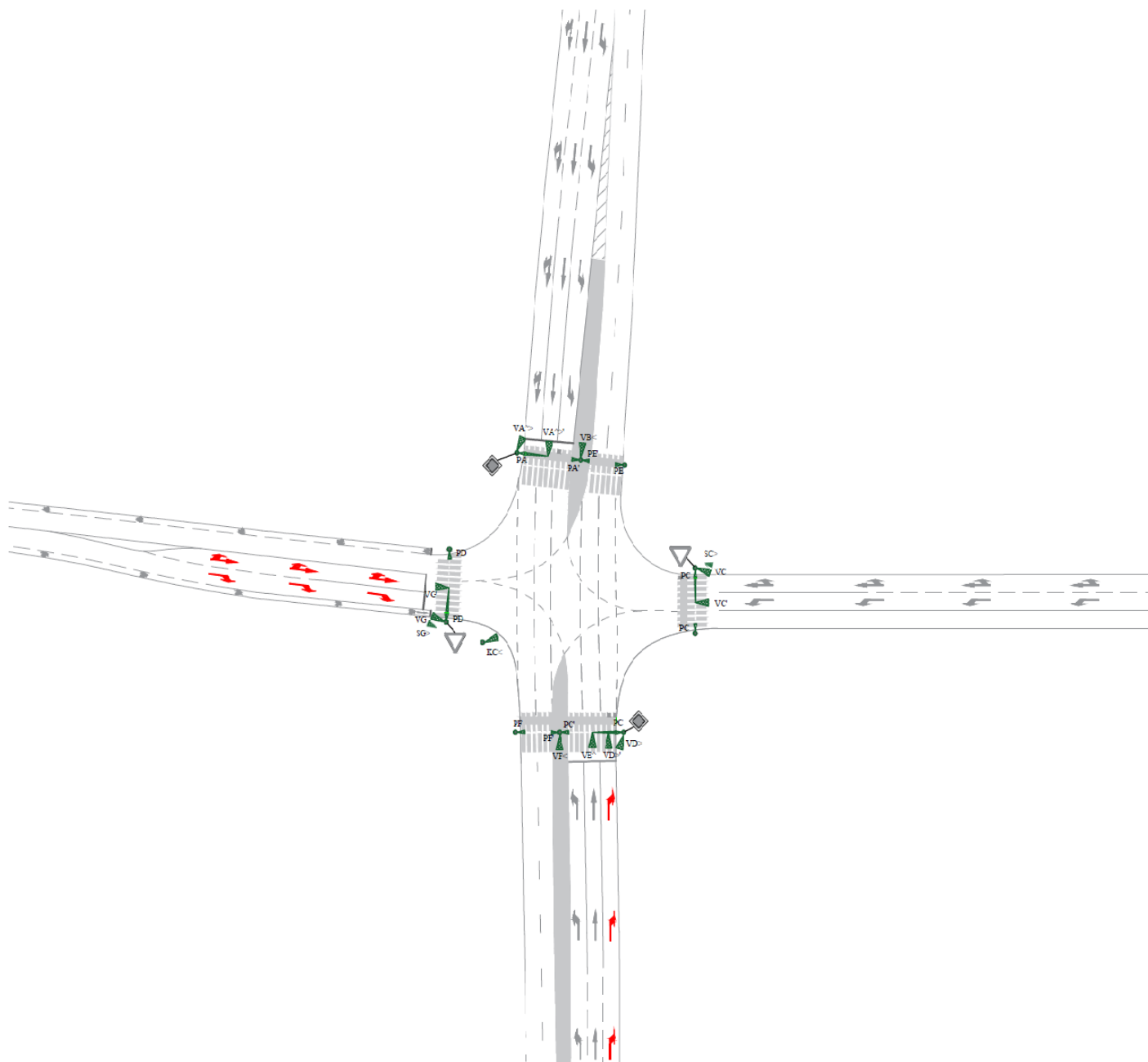
Přílohy

Příloha 1: Zohledněná skladba dopravy

Tabulka 13: Zohledněná skladba dopravy

Návrhové intenzity dopravy - rok 2018, špičková hodina 6:45-7:45									
Název křižovatky:		Uherské Hradiště, Velehradská třída x Sokolovská							
Paprsek	Číslo ramene	Název komunikace	Směr jízdy	Jízdní kola [voz/h]	Motocykly [voz/h]	Osobní vozidla [voz/h]	Nákladní vozidla [voz/h]	Nákladní soupravy [voz/h]	Zohledněná skladba [pvoz/h]
A	3	tř. Maršála Malinovského od Kunovic	vlevo	0	0	108	2	0	111
			rovně	0	0	338	28	16	426
			vpravo	0	0	272	40	6	355
B	4	Všehrdova od centra	vlevo	0	0	8	0	0	8
			rovně	0	0	100	0	0	100
			vpravo	0	0	16	0	0	16
C	1	Velehradská třída od Starého Města	vlevo	0	0	306	30	2	362
			rovně	0	0	358	34	12	446
			vpravo	0	0	52	0	0	52
D	2	Sokolovská od Zlína	vlevo	0	0	378	10	4	405
			rovně	0	0	176	3	1	184
			vpravo	0	0	143	3	2	153

Příloha 2: Výkres křižovatky



Obrázek 13: Výkres křižovatky

Příloha 4: Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 60 s

6. 6. 2018

Protokol výpočtu - EDIP eL - EDIP s.r.o. software

Kapacitní posouzení světelně řízené křižovatky podle TP 235

Název křižovatky: Velehradská tř. x Sokolovská

Intenzity:

Název uspořádání: Velehradská tř x Sokolovská, Uherské Hradiště

Délka cyklu t_C [s] 60

Kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem

Vjezd (signální skupina)	I_p	S_p	z_p	C_{L1}	N_A	C_{L2}	S_L	z_o	C_{L3}	C_L
	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz/h]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VD-L	337	1893	14	67	3	180	1000	0	0	247
VC-L	498	3956	26	282	3	180	1846	0	0	462
VB-L	116	1966	14	234	3	180	1000	0	0	414
VA-L	781	3822	26	133	3	180	1846	7	215	529

Posouzení kapacity vjezdů, úroveň kvality dopravy

Vjezd (signální skupina)	I_V	z	S_V	C_V	Rez	L_{F1}	L_{F2}	t_w	ÚKD	
	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[%]	[m]	[m]	[s]	dosažená	požadovaná
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
VD-L	8	14	1000	247	97	1		16	A	D
VD-R,P	116	14	1966	459	75	9		18	A	D
VC-L	111	26	1846	462	76	6		11	A	C
VC-R,P	372	26	1822	790	53	21		13	A	C
VC-R	409	26	2000	867	53	23		13	A	C
VB-L	405	14	1000	414	2	31		205	E	D
VB-R,P	337	14	1893	442	24	26		31	B	D
VA-L	362	33	1846	529	32	16		15	A	C
VA-R,P	246	33	1956	1076	77	11		7	A	C
VA-R	252	33	2000	1100	77	11		7	A	C

Obrázek 14: Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 60 s; zpracováno programem EDIP eL

Příloha 5: Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 80 s

6. 6. 2018

Protokol výpočtu - EDIP eL - EDIP s.r.o. software

Kapacitní posouzení světelně řízené křižovatky podle TP 235

Název křižovatky: Velehradská tř. x Sokolovská

Intenzity:

Název uspořádání: Velehradská tř x Sokolovská, Uherské Hradiště

Délka cyklu t_C [s] 80

Kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem

Vjezd (signální skupina)	I_p	S_p	z_p	C_{L1}	N_A	C_{L2}	S_L	z_o	C_{L3}	C_L
	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz/h]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VD-L	337	1893	10	0	3	135	1000	0	0	135
VC-L	498	3956	25	171	3	135	1846	10	231	537
VB-L	116	1966	10	88	3	135	1000	10	125	348
VA-L	781	3822	25	63	3	135	1846	12	277	475

Posouzení kapacity vjezdů, úroveň kvality dopravy

Vjezd (signální skupina)	I_V	z	S_V	C_V	Rez	L_{F1}	L_{F2}	t_w	ÚKD	
	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[%]	[m]	[m]	[s]	dosažená	požadovaná
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
VD-L	8	10	1000	135	94	1		28	B	D
VD-R,P	116	10	1966	258	55	13		34	B	D
VC-L	111	35	1846	537	79	8		13	A	C
VC-R,P	372	35	1822	797	53	28		16	A	C
VC-R	409	35	2000	875	53	31		16	A	C
VB-L	405	20	1000	348	-16		380		F	D
VB-R,P	337	20	1893	473	29	34		33	B	D
VA-L	362	37	1846	475	24	26		27	B	C
VA-R,P	246	37	1956	905	73	18		13	A	C
VA-R	252	37	2000	925	73	18		13	A	C

Obrázek 15: Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 80 s; zpracováno programem EDIP eL

Příloha 6: Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 90 s

6. 6. 2018

Protokol výpočtu - EDIP eL - EDIP s.r.o. software

Kapacitní posouzení světelně řízené křižovatky podle TP 235

Název křižovatky: Velehradská tř. x Sokolovská

Intenzity:

Název uspořádání: Velehradská tř x Sokolovská, Uherské Hradiště

Délka cyklu t_C [s] 90

Kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem

Vjezd (signální skupina)	I_p	S_p	z_p	C_{L1}	N_A	C_{L2}	S_L	z_o	C_{L3}	C_L
	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz/h]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VD-L	337	1893	14	0	3	120	1000	0	0	120
VC-L	498	3956	23	119	3	120	1846	10	205	444
VB-L	116	1966	14	129	3	120	1000	13	144	394
VA-L	781	3822	23	30	3	120	1846	16	328	478

Posouzení kapacity vjezdů, úroveň kvality dopravy

Vjezd (signální skupina)	I_V	z	S_V	C_V	Rez	L_{F1}	L_{F2}	t_w	ÚKD	
	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[%]	[m]	[m]	[s]	dosažená	požadovaná
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
VD-L	8	14	1000	120	93	1		30	B	D
VD-R,P	116	14	1966	306	62	15		34	B	D
VC-L	111	33	1846	444	75	11		19	A	C
VC-R,P	372	33	1822	668	44	35		23	B	C
VC-R	409	33	2000	733	44	39		23	B	C
VB-L	405	27	1000	394	-3		110		F	D
VB-R,P	337	27	1893	568	41	35		28	B	D
VA-L	362	39	1846	478	24	31		30	B	C
VA-R,P	246	39	1956	848	71	21		16	A	C
VA-R	252	39	2000	867	71	21		16	A	C

Obrázek 16: Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 90 s; zpracováno programem EDIP eL

Příloha 7: Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 100 s

6. 6. 2018

Protokol výpočtu - EDIP eL - EDIP s.r.o. software

Kapacitní posouzení světelně řízené křižovatky podle TP 235

Název křižovatky: Velehradská tř. x Sokolovská

Intenzity:

Název uspořádání: Velehradská tř x Sokolovská, Uherské Hradiště

Délka cyklu t_C [s] 100

Kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem

Vjezd (signální skupina)	I_p [pvoz/h]	S_p [pvoz/h]	z_p [s]	C_{L1} [pvoz/h]	N_A [pvoz]	C_{L2} [pvoz/h]	S_L [pvoz/h]	z_o [s]	C_{L3} [pvoz/h]	C_L [pvoz/h]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VD-L	337	1893	17	0	3	108	1000	0	0	108
VC-L	498	3956	25	114	3	108	1846	11	203	425
VB-L	116	1966	17	149	3	108	1000	10	100	357
VA-L	781	3822	25	27	3	108	1846	23	425	559

Posouzení kapacity vjezdů, úroveň kvality dopravy

Vjezd (signální skupina)	I_V [pvoz/h]	z [s]	S_V [pvoz/h]	C_V [pvoz/h]	Rez [%]	L_{F1} [m]	L_{F2} [m]	t_w [s]	ÚKD	
	11	12	13	14	15	16	17	18	dosažená 19	požadovaná 20
VD-L	8	17	1000	108	93	1		33	B	D
VD-R,P	116	17	1966	334	65	16		36	C	D
VC-L	111	36	1846	425	74	12		22	B	C
VC-R,P	372	36	1822	656	43	40		26	B	C
VC-R	409	36	2000	720	43	44		26	B	C
VB-L	405	27	1000	357	-14		339		F	D
VB-R,P	337	27	1893	511	34	41		35	B	D
VA-L	362	48	1846	559	35	31		23	B	C
VA-R,P	246	48	1956	939	74	21		15	A	C
VA-R	252	48	2000	960	74	22		15	A	C

Obrázek 17: Kapacitní posouzení stávajícího stavu, délka cyklu 100 s; zpracováno programem EDIP eL

Příloha 8: Kapacitní posouzení pro délku cyklu 60 s

Tabulka 15: Kapacitní posouzení pro délku cyklu 60 s

Kapacitní posouzení světelně řízené křižovatky podle TP 235										
Název křižovatky	Uherské Hradiště, Velehradská třída x Sokolovská									
Posuzovaný stav	stav 2018, šh 6:45 - 7:45						Délka cyklu t_c [s]	60		
Kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem										
Vjezd (sig- nální skupina)	I_p	S_p	z_p	C_{L1}	N_A	C_{L2}	S_L	z_o	C_{L3}	C_L
	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz/h]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VC<	116	3589	5	66	3	180	950	8	127	373
Posouzení kapacity vjezdů, úroveň kvality dopravy										
Vjezd (sig- nální skupina)	l_v	z	S_v	C_v	Rez	L_{F1}	L_{F2}	t_w	ÚKD	
	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[%]	[m]	[m]	[s]	dosažená	požadovaná
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SC>	153	17	1747	495	69	11		17	A	D
SG>	16	5	1689	155	90	1		24	B	D
VA^>	498	25	3741	1559	68	15		11	A	C
VB<	362	16	1754	468	23	27		30	B	C
VC^>	337	13	3647	790	57	26		20	A	D
VD>	355	14	1716	400	11	27		52	D	C
VE^	426	12	1900	380	-12	34		-17	A	C
VF<	111	8	1754	234	53	10		28	B	C
VG^<	108	5	3669	336	68	10		26	B	D
VG>	16	5	1689	155	90	1		24	B	D

Příloha 9: Kapacitní posouzení pro délku cyklu 80 s

Tabulka 16: Kapacitní posouzení pro délku cyklu 80 s

Kapacitní posouzení světelně řízené křižovatky podle TP 235										
Název křižovatky	Uherské Hradiště, Velehradská třída x Sokolovská									
Posuzovaný stav	stav 2018, šh 6:45 - 7:45						Délka cyklu t_c [s]	80		
Kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem										
Vjezd (sig- nální skupina)	l_p	S_p	z_p	C_{L1}	N_A	C_{L2}	S_L	z_o	C_{L3}	C_L
	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz/h]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VC<	116	3589	8	88	3	135	950	8	95	318
Posouzení kapacity vjezdů, úroveň kvality dopravy										
Vjezd (sig- nální skupina)	l_v	z	S_v	C_v	Rez	L_{F1}	L_{F2}	t_w	ÚKD	
	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[%]	[m]	[m]	[s]	dosažená	požadovaná
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SC>	153	23	1747	502	70	15		21	B	D
SG>	16	9	1689	190	92	2		29	B	D
VA^>	498	38	3741	1777	72	17		12	A	C
VB<	362	22	1754	482	25	35		34	B	C
VC^>	337	16	3647	729	54	36		27	B	D
VD>	355	25	1716	536	34	33		27	B	C
VE^	426	23	1900	546	22	40		34	B	C
VF<	111	12	1754	263	58	13		32	B	C
VG^<	108	8	3669	390	72	13		32	B	D
VG>	16	8	1689	179	91	2		30	B	D

Příloha 10: Kapacitní posouzení pro délku cyklu 90 s

Tabulka 17: Kapacitní posouzení pro délku cyklu 90 s

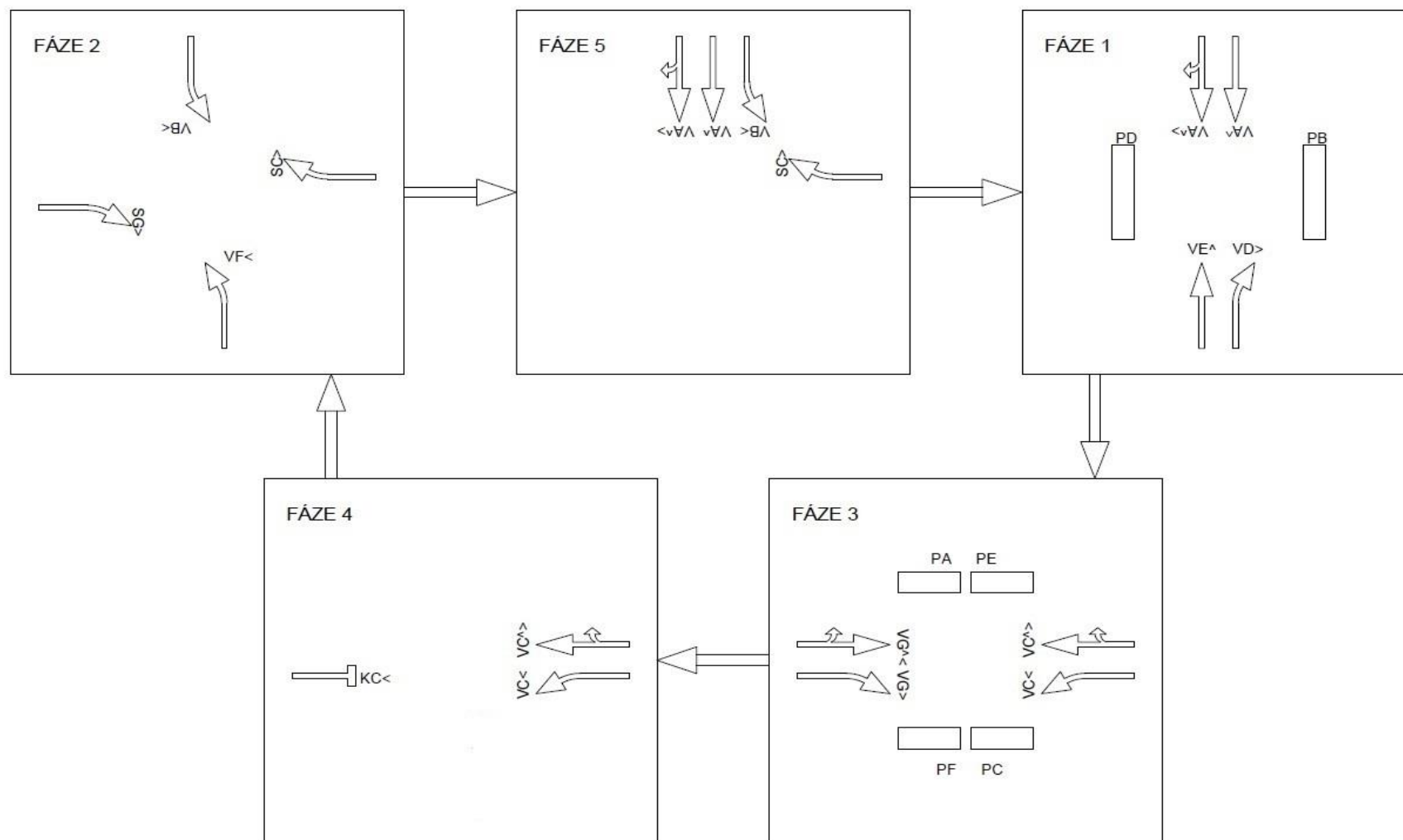
Kapacitní posouzení světelně řízené křižovatky podle TP 235										
Název křižovatky	Uherské Hradiště, Velehradská třída x Sokolovská									
Posuzovaný stav	stav 2018, šh 6:45 - 7:45						Délka cyklu t_c [s]	90		
Kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem										
Vjezd (sig- nální skupina)	I_p	S_p	z_p	C_{L1}	N_A	C_{L2}	S_L	z_o	C_{L3}	C_L
	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz/h]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VC<	116	3589	10	103	3	120	950	8	84	307
Posouzení kapacity vjezdů, úroveň kvality dopravy										
Vjezd (sig- nální skupina)	I_v	z	S_v	C_v	Rez	L_{F1}	L_{F2}	t_w	ÚKD	
	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[%]	[m]	[m]	[s]	dosažená	požadovaná
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SC>	153	27	1747	524	71	16		23	B	D
SG>	16	11	1689	206	92	2		32	B	D
VA^>	498	44	3741	1829	73	19		13	A	C
VB<	362	26	1754	507	29	39		34	B	C
VC^>	337	18	3647	729	54	40		30	B	D
VD>	355	29	1716	553	36	36		29	B	C
VE^	426	27	1900	570	25	45		34	B	C
VF<	111	14	1754	273	59	14		35	B	C
VG^<	108	10	3669	428	75	14		34	B	D
VG>	16	10	1689	197	92	2		33	B	D

Příloha 11: Kapacitní posouzení pro délku cyklu 100 s

Tabulka 18: Kapacitní posouzení pro délku cyklu 100 s

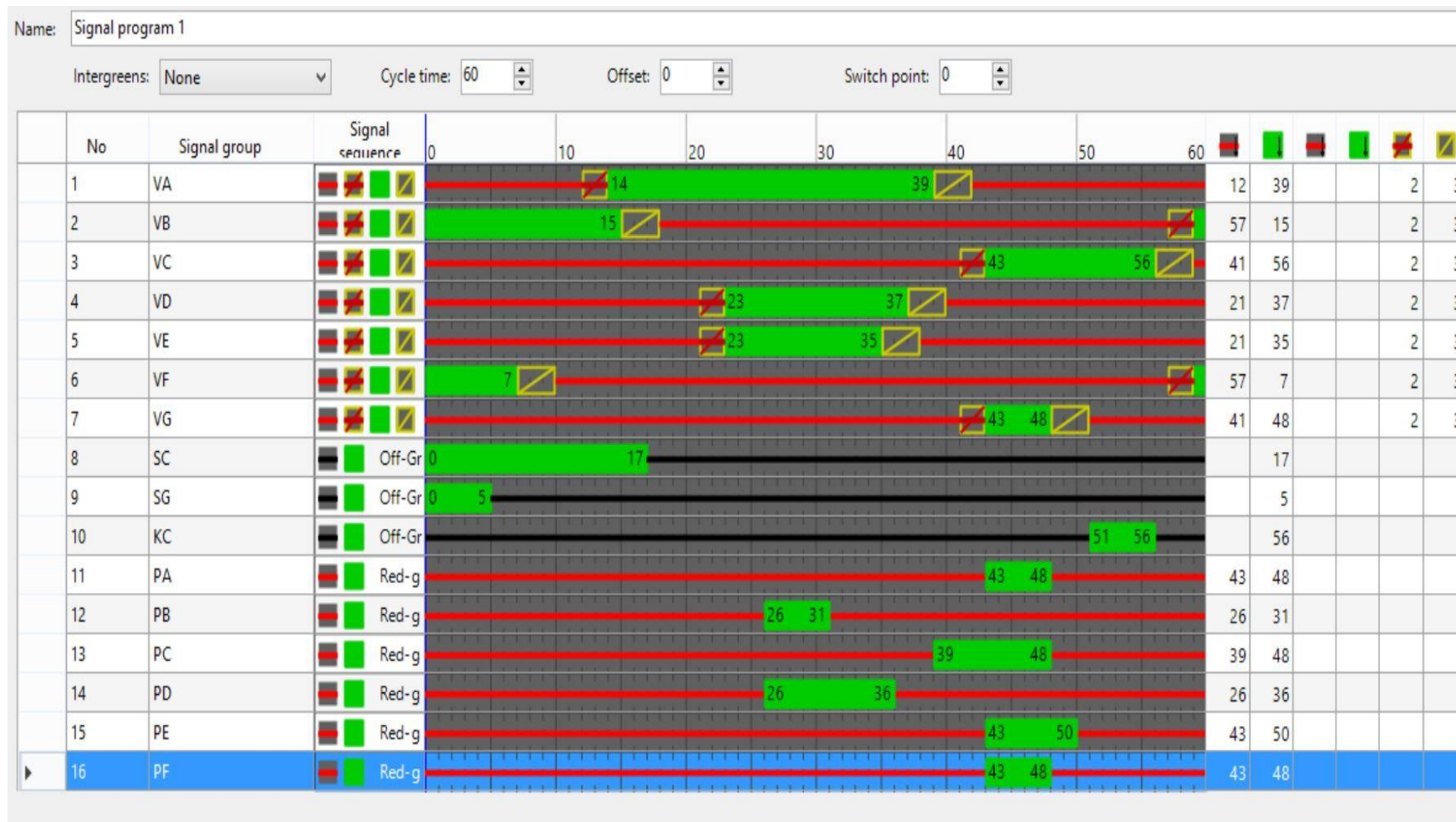
Kapacitní posouzení světelně řízené křižovatky podle TP 235										
Název křižovatky	Uherské Hradiště, Velehradská třída x Sokolovská									
Posuzovaný stav	stav 2018, šh 6:45 - 7:45						Délka cyklu t_c [s]	100		
Kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem										
Vjezd (sig- nální skupina)	l_p	S_p	z_p	C_{L1}	N_A	C_{L2}	S_L	z_o	C_{L3}	C_L
	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz/h]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VC<	116	3589	12	114	3	108	950	8	76	298
Posouzení kapacity vjezdů, úroveň kvality dopravy										
Vjezd (sig- nální skupina)	l_v	z	S_v	C_v	Rez	L_{F1}	L_{F2}	t_w	ÚKD	
	[pvoz/h]	[s]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[%]	[m]	[m]	[s]	dosažená	požadovaná
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SC>	153	31	1747	542	72	18		25	B	D
SG>	16	15	1689	253	94	2		33	B	D
VA^>	498	48	3741	1796	72	22		14	A	C
VB<	362	30	1754	526	31	42		35	B	C
VC^>	337	20	3647	729	54	45		34	B	D
VD>	355	33	1716	566	37	40		30	B	C
VE^	426	31	1900	589	28	49		35	B	C
VF<	111	18	1754	316	65	15		35	B	C
VG^<	108	12	3669	459	76	16		37	C	D
VG>	16	12	1689	211	92	2		36	C	D

Příloha 12: Fáze a sled fází



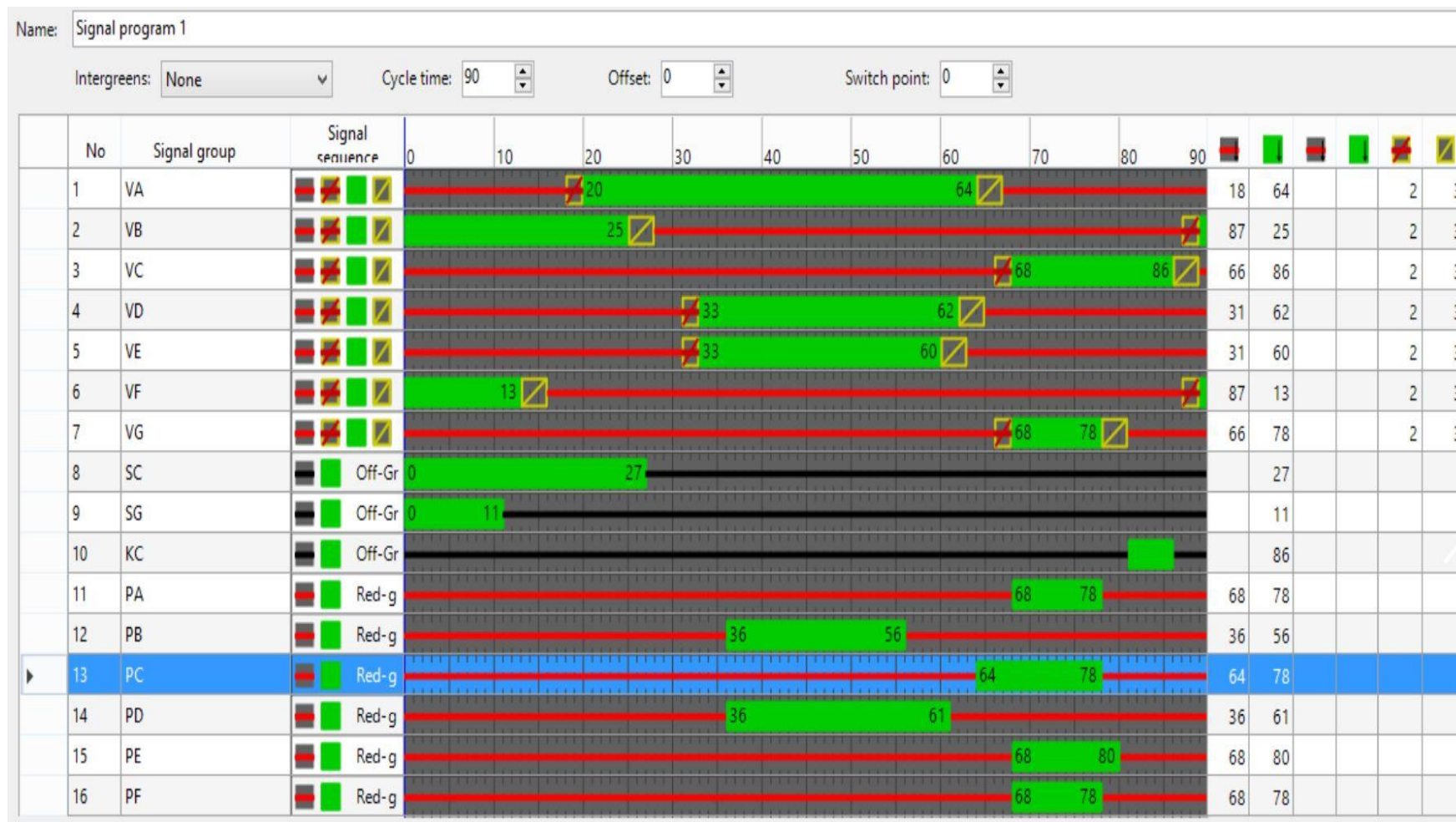
Obrázek 18: Fáze a jejich sled

Příloha 13: Signální plán pro délku cyklu 60 s



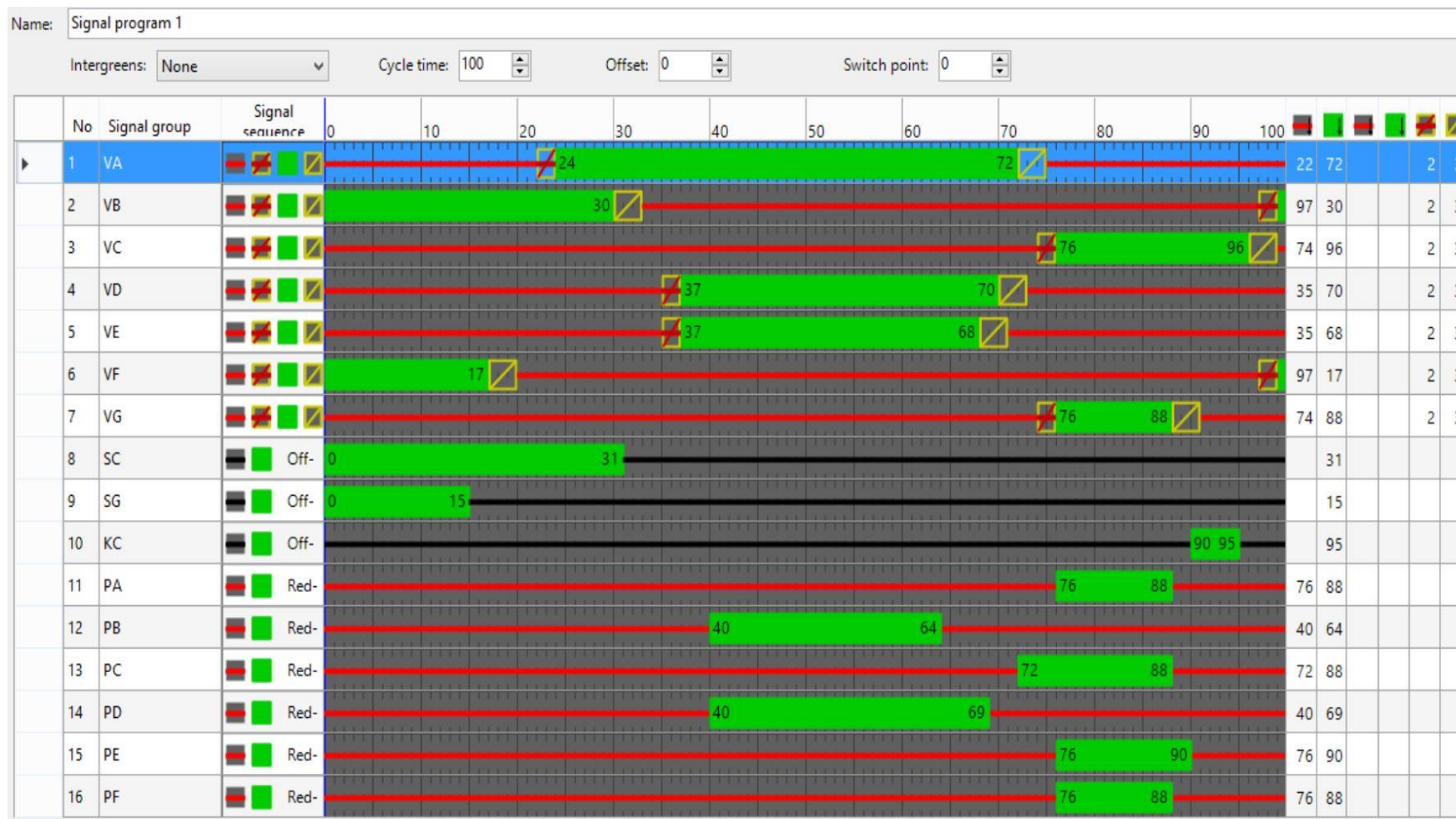
Obrázek 19: Signální plán pro délku cyklu 60 s; zpracováno PTV VISSIM

Příloha 15: Signální plán pro délku cyklu 90 s



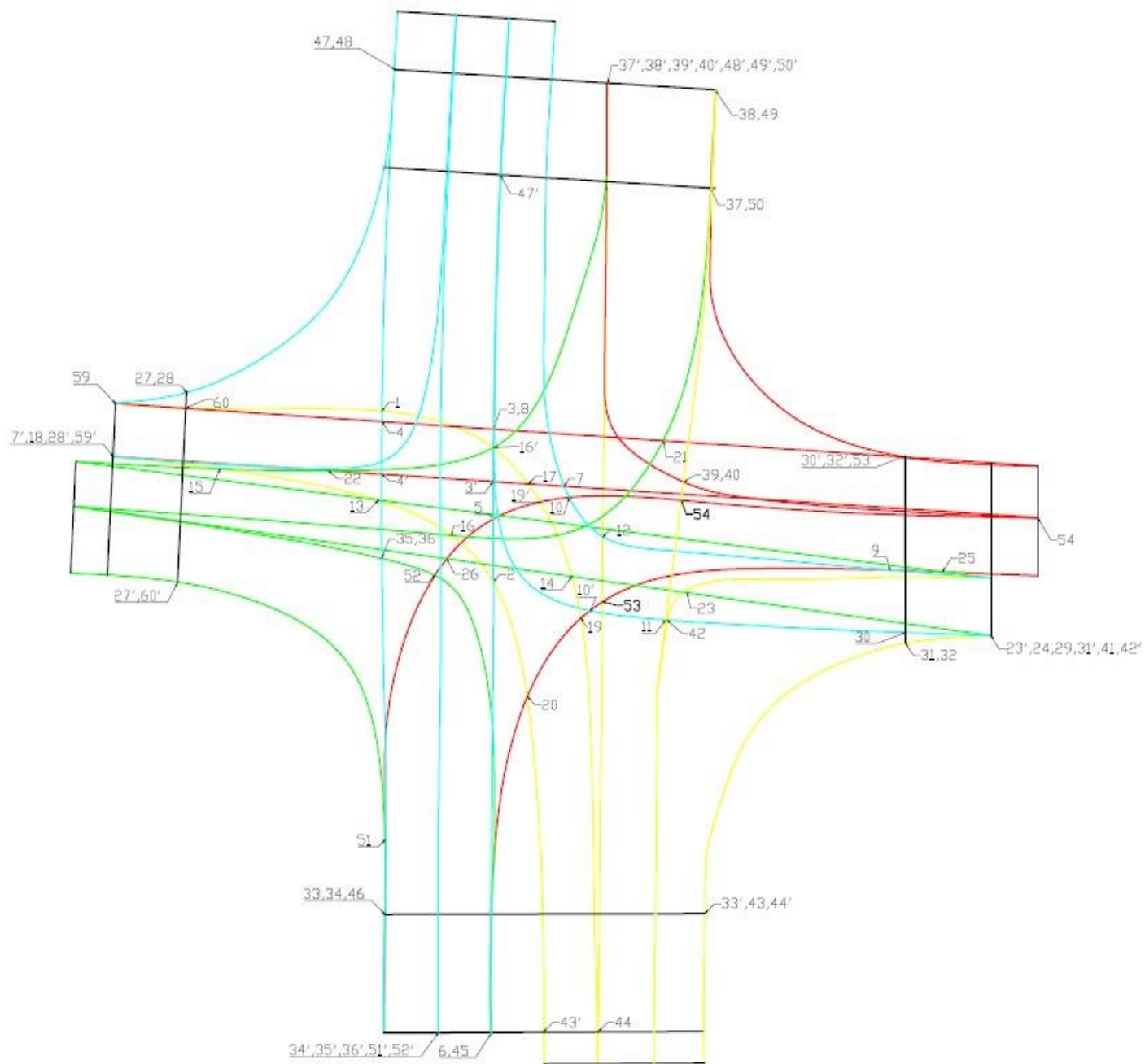
Obrázek 21: Signální plán pro délku cyklu 90 s; zpracováno PTV VISSIM

Příloha 16: Signální plán pro délku cyklu 100 s



Obrázek 22: Signální plán pro délku cyklu 100 s; zpracováno PTV VISSIM

Příloha 17: Znázornění kolizních bodů v křižovatce



Obrázek 23: Znázornění kolizních bodů v křižovatce