



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Jan Černý

NÁVRH DYNAMICKÉHO ZPŮSOBU ŘÍZENÍ
KŘIŽOVATKY HUSOVA X VÁCLAVA
KLEMENTA V MLADÉ BOLESLAVI

Diplomová práce

2022



K620..... Ústav dopravní telematiky

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Jan Černý

Studijní program (obor/specializace) studenta:

navazující magisterský – IS – Inteligentní dopravní systémy

Název tématu (česky): **Návrh dynamického způsobu řízení křižovatky
Husova - V. Klementa v MI. Boleslav**

Název tématu (anglicky): **Dynamic design at the TL intersection Husova - V.
Klementa in MI. Boleslav**

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- analýza současné dopravní situace a širších dopravních vztahů na posuzované křižovatce
- návrh dynamického řízení křižovatky včetně prověření preference VHD
- využití softwaru LISA+ pro návrh a vyhodnocení řízení křižovatky
- simulace a testování navržené SSZ v SW LISA+ včetně vytvoření rozhraní do řadiče
- test funkce navrženého SW v LISA+ v řadiči SSZ

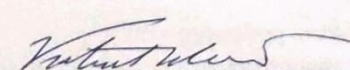



- Rozsah grafických prací: dle požadavků vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Highway Capacity Manual 2010. Washington, D.C. :
Transportation Research Board, 2010;
LISA+ - User manual
TP81, TP 188, ČSN 73 6110;

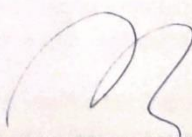
Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Tomáš Tichý, Ph. D., MBA**
Ing. Jiří Růžička, Ph. D.

Datum zadání diplomové práce: **9. července 2021**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

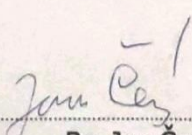
Datum odevzdání diplomové práce: **16. května 2022**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia
a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia


prof. Ing. Zdeněk Votruba, CSc.
vedoucí
Ústavu dopravní telematiky


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



Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.


Bc. Jan Černý
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 9. července 2021

Poděkování

Rád bych poděkoval svým vedoucím bakalářské práce – doc. Ing. Tomáši Tichému, Ph.D., MBA a Ing. Jiřímu Růžičkovi, Ph.D. za odborné vedení a za trpělivost při konzultování práce.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou 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.

V Praze dne

.....

Podpis autora

Abstrakt

V této diplomové práci je řešen návrh světelně řízené křižovatky na doposud neřízené křižovatce Husova x Václava Klementa v Mladé Boleslavi. Předkládaný text navazuje na moji bakalářskou práci, kde bylo navrženo základní situační řešení a kapacitní posouzení. Diplomová práce významně rozšiřuje a prohlubuje návrh, jenž byl uveden v bakalářské práci. Konkrétně se jedná o rozšíření návrhu světelného signalizačního řízení pomocí dynamického způsobu řízení, doplnění detekce a preference MHD za použití technologie V2X a zakresu situace se všemi stavebními úpravami, značením a logikou řízení v rozsahu plnohodnotného dopravního řešení pro realizaci. Návrh logiky řízení pro křižovatku s dynamickým způsobem řízení byl proveden v softwaru LISA+, kde bylo řízení simulováno a otestováno včetně následného ověření přímo v řadiči. Navržené řešení má za úkol zlepšit kvalitu dopravy v dané lokalitě, snížit počet nehod a zvýšit bezpečnost chodců na křižovatce.

Klíčová slova

Křižovatka, světelná signalizace, dynamický signální plán, simulace, LISA+

Abstrakt

This diploma thesis deals with the design of a light-controlled intersection at the hitherto uncontrolled intersection of Husova x Václava Klementa in Mladá Boleslav. The presented text follows up on my bachelor's thesis, where a basic situational solution and capacity assessment were proposed. The diploma thesis significantly expands and deepens the proposal, which was presented in the bachelor's thesis. Specifically, it is an extension of the design of traffic lights using a dynamic method of control, supplementation of detection and preferences of public transport using V2X technology and a plot of the situation with all construction modifications, signage and control logic in the scope of a full-fledged transport solution for implementation. The design of the control logic for the intersection with the dynamic control method was performed in the LISA + software, where the control was simulated and tested, including subsequent verification directly in the controller. The proposed solution aims to improve the quality of traffic in the area, reduce the number of accidents and increase pedestrian safety at the intersection.

Keywords

Intersection, traffic control, dynamic signal plan, simulation, LISA+

Obsah

Seznam použitých zkratk.....	1
Úvod.....	2
1. Analýza současného stavu.....	4
1.1. Popis současného řešení křižovatky a popis jednotlivých ramen křižovatky.....	4
1.2. Širší dopravní vztahy.....	9
1.3. Veřejná hromadná doprava	10
2. Dopravní průzkum a jeho vyhodnocení	11
2.1. Nežádoucí jevy zaznamenané při natáčení intenzit dopravního proudu	12
2.2. Vyhodnocení měření	14
2.3. Stanovení špičkové hodiny.....	19
2.4. Výhody a nevýhody současného řízení křižovatky	20
3. Návrh SSZ na křižovatce.....	21
3.1. Kapacitní posouzení neřízené křižovatky.....	21
3.2. Kritéria návrhu světelného signalizačního zařízení.....	22
3.3. Nové stavební uspořádání	26
4. Využití softwaru LISA+ pro návrh a vyhodnocení řízení křižovatky	38
4.1. Nastavení parametrů v softwaru LISA+.....	38
4.2. Kapacitní posouzení světelně řízené křižovatky	44
4.3. Návrh logiky řízení.....	46
5. Simulace a testování navržené SSZ v softwaru LISA+	55
6. Test funkce navrženého softwaru v LISA+ v řadiči SSZ.....	60
Doporučení.....	62
Závěr	63
Seznam použité literatury	65
Seznam obrázků	67
Seznam grafů.....	69
Seznam tabulek	70
Seznam příloh.....	71

Seznam použitých zkratk

ČSN – české technické normy

MHD – městská hromadná doprava

SSZ – světelné signalizační zařízení

TP – technické podmínky

RSU – road side unite

č. – číslo

UKD – úroveň kvality dopravy

VHD – veřejná hromadná

BP – bakalářská práce

FP – fázový přechod

F – fáze

V2X – Vehicle to everything

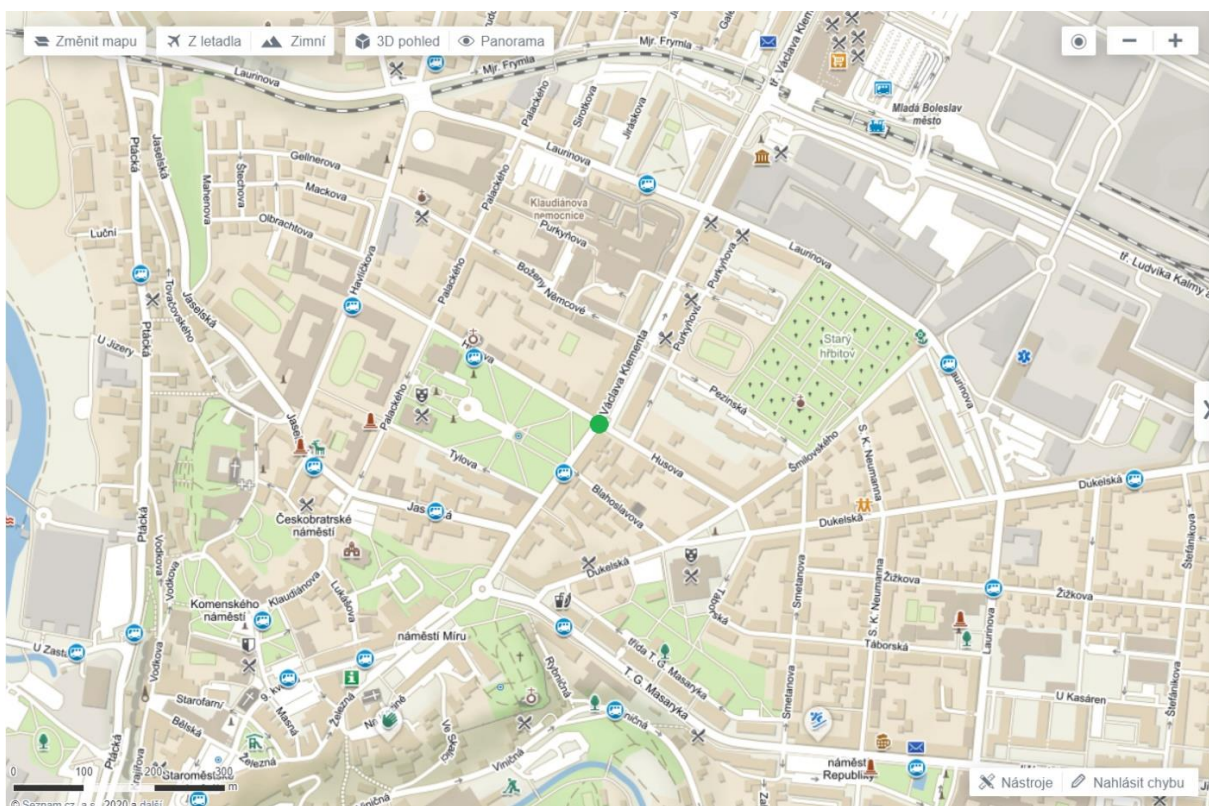
VAK – Vodovody a kanalizace Mladá Boleslav

Úvod

Tato diplomová práce navazuje na moji bakalářskou práci, která byla vytvořena v roce 2020. [1] Bakalářská práce se zabývala návrhem světelného signalizačního zařízení na křižovatce Husova x Václava Klementa v Mladé Boleslavi. Řízení v bakalářské práci bylo navrženo pomocí pevného signálního plánu. Na rozdíl od bakalářské práce bude v diplomové práci navrženo dynamické řízení světelného signalizačního plánu včetně algoritmu řízení.

Křižovatka Husova x Václava Klementa se nachází ve městě Mladá Boleslav ve Středočeském kraji. Třída Václava Klementa, která prochází přes křižovatku, je hlavní tah vedoucí přes celou Mladou Boleslav. Křižovatkou také projíždějí meziměstské autobusy, když jedou z autobusového nádraží na zastávku U Sportu.

Na obrázku č. 1 lze vidět širší okolí posuzované křižovatky, samotná křižovatka je na obrázku vyznačena zeleným bodem.



Obrázek 1 – mapa části města [2]

Důvodem pro výběr křižovatky Husova x Václava Klementa je důkladná znalost této křižovatky, jak z pohledu řidiče, tak z pohledu chodce, a z ní vyplývající otázka, proč řízení této křižovatky není lepší. Hlavní problémy ze strany řidiče jsou malé rozhledové poměry z vedlejší silnice, dlouhý čas, kdy řidič musí čekat na projetí křižovatkou, a nezbytnost nebezpečných manévrů, kterých se řidič musí dopustit, ať už jede z vedlejší komunikace, nebo přijíždí po hlavní komunikaci. Hlavními problémy z pohledu chodců jsou chybějící přechod na třídě Václava Klementa a časté ohrožení chodců na přechodech při odbočování řidičů z hlavní komunikace Václava Klementa.

Druhým důvodem volby této křižovatky bylo doporučení, které jsem obdržel od vedoucího odboru dopravy a silničního hospodářství Statutárního města Mladá Boleslav, Mgr. Josefa Macouna, který mi sdělil, že v budoucím záměru je světelné signalizační zařízení na této křižovatce zřídit.

Po dokončení bakalářské práce bylo navrhované řešení konzultováno s Ing. Milanem Kořátkem, který pracuje na odboru dopravy v Mladé Boleslavi. Na této konzultaci bylo řečeno, že se stavební úpravy navrhované v bakalářské práci odboru dopravy líbí, ovšem pevný signální plán je pro potřeby dopravy nedostatečný. I to byl jeden z důvodů pro pokračování v práci a rozšíření návrhu světelného signalizačního zařízení o dynamické řízení.

Pro zdůraznění nezbytnosti řešení situace v této lokalitě je v příloze č. 1 přiloženo stanovisko odboru dopravy a silničního hospodářství.

Cílem této práce je křižovatku analyzovat a navrhnout dynamické řízení světelného signalizačního zařízení. Je zapotřebí provést kontrolní průzkum intenzity dopravy, a tím získat vstupní data. Dále je potřeba vytvořit situační výkres s prvky pro dynamické řízení, následně vytvořit fázové přechody, pevný signální plán a logiku dynamického řízení v programu LISA+. Tuto logiku je potřeba vyzkoušet v testovacím místě programu LISA+ a následně ji vyzkoušet na zkušebním řadiči. Posledním bodem je simulace dynamického řízení křižovatky. Obecným cílem této práce je zvýšit plynulost dopravního provozu, zmenšit počet nehod a zlepšit komfort řidičů snazším průjezdem křižovatkou.

Všechny výpočty v této práci jsou realizované pomocí programu MS Excel. Grafy použité v této práci jsou vytvořeny v programu RStudio. Situační výkres křižovatky byl vytvořen v programu AutoCad. Pro tvorbu tabulky mezičasů byl použit online program Edip-el.

Online program Edip-el je určen pro práci při vypracovávání kapacitních posudků na světelně řízené křižovatce. Tento program pracuje podle TP 188 a zároveň je v souladu s normou ČSN 73 6102. [9] Edip-el byl pro tuto práci použit pouze k tvorbě tabulky mezičasů.

Program AutoCad slouží ke vzniku přesných 2D a 3D výkresů a je využíván především architekty, projektanty a konstruktéry. [10] Zároveň byla práce v programu AutoCad vypracována i podle návodu pro tento program. [22]

Program LISA+ je komplexní softwarový balík pro plánování a vyhodnocování křižovatek, testování dopravních řídicích systémů a simulaci dopravního proudu. Lze jej také použít k přímému nahrávání dat do různých řadičů od mnoha různých výrobců signalizace. [12]

1. Analýza současného stavu

Tato kapitola vychází z vlastní bakalářské práce. [1]

1.1. Popis současného řešení křižovatky a popis jednotlivých ramen křižovatky

Křižovatka Husova x Václava Klementa se nachází na souřadnicích 50°24' 55" severní šířky a 14°54'38" východní délky [2] v Mladé Boleslavi. Jedná se o úroňovou a průsečnou křižovatku, takže křižovatku tvoří 4 ramena. Ramena křižovatky jsou popsána písmeny A–D. Písmena B, D popisují třídu Václava Klementa a písmena A, C popisují ulici Husova. Třída Václava Klementa je hlavní komunikací a ulice Husova je vedlejší komunikací. Křižovatka je v současné době řízena vodorovným a svislým dopravním značením. Soupis dopravního značení je v příloze č. 2.



Obrázek 2 – uspořádání ramen [6]

Ortofotomapa, která je na obrázku č. 2, byla Geoportálem pořízena 30. 6. 2019 – v době, kdy na křižovatce byla dočasná úprava, která je patrná z výše umístěného obrázku č. 2, tzn. umístění dočasného vodorovného značení z důvodu rekonstrukce křižovatky Havlíčkova x Laurinova x Mjr. Frymly. Okraje vozovky ani jiné technické parametry nebyly při této úpravě změněny. Tato dočasná úprava byla zrušena na začátku září roku 2019.

Předložená ortofotomapa (obrázek č. 2) byla použita jako podklad pro situační výkres v programu AutoCad.

Rameno A – Husova u sokolovny

Jako rameno A je dále v práci popisována část ulice Husova od posuzované křižovatky směrem k budově sokolovny stojící na téže ulici. Rameno A je v současné době tvořeno dvoupruhovou směrově nerozdělenou komunikací. Při pravé straně vozovky směrem ke křižovatce parkují vozidla s tím, že 2 parkovací místa jsou speciálně vyhrazena svislou dopravní značkou. Před křižovatkou je vodorovným dopravním značením již zakázáno parkovat vozidlům, ale tento zákaz je kvůli nedostatku parkovacích míst v období od pondělí do pátku často porušován. Před místem, kde již nesmějí parkovat vozidla, začíná stavebně oddělený pruh zeleně o šířce 1,4 m, který se táhne po celé délce komunikace vedle parkujících vozidel. Po technické stránce má vozovka směrem od Sokolovny před křižovatkou šířku 10,2 m, v místě, kde se nachází pruh zeleně, má vozovka šířku 8,8 m a od zaparkovaných vozidel má vozovka šířku 6,6 m. Sklon vozovky na tomto rameni je 0 %. Přes rameno A vede přechod pro chodce.

Na rameni A je svislým dopravním značením B24b – Zákaz odbočení vlevo zakázáno odbočení vlevo do ramene B. Řidiči vozidel, pokud se chtějí dostat z ramene A na rameno B, by měli odbočit na rameno D, dojet na kruhový objezd a objet kruhový objezd a přes rameno D jet přes křižovátku na rameno B. Tento jízdní úkon provádí menšina řidičů. Většina řidičů buď odbočí vpravo na rameno D, při nejbližší příležitosti se otočí do protisměru a následně přes křižovátku pokračuje na rameno B, nebo poruší svislé dopravní značení B24b – Zákaz odbočení vlevo a odbočí přímo na rameno B.



Obrázek 3 – rameno A [zdroj vlastní]

Rameno B – Václava Klementa u nemocnice

Jako rameno B je dále v práci popisována část třídy Václava Klementa od posuzované křižovatky směrem ke Klaudiánově nemocnici stojící na téže třídě. Rameno B je v současné době tvořeno dvoupruhovou směrově nerozdělenou komunikací. V blízkosti ramena B se nachází Klaudiánova nemocnice, která je jednou ze dvou nemocnic v Mladé Boleslavi, ovšem jedinou nemocnicí v Mladé Boleslavi, v níž se nalézá urgentní příjem, což pochopitelně znamená častý výskyt vozidel integrované záchranné služby v dané lokalitě. Po technické stránce má komunikace šířku 9,7 m. Sklon vozovky na tomto rameni je 5 %. Přes rameno B vede přechod pro chodce. Všechny možnosti jízdy do ostatních ramen jsou povoleny.



Obrázek 4 – rameno B [zdroj vlastní]

Rameno C – Husova u domu kultury

Jako rameno C je dále v práci popisována část ulice Husova od posuzované křižovatky směrem k Domu kultury Mladá Boleslav stojící v téže ulici. Rameno C je v současné době tvořeno dvoupruhovou směrově nerozdělenou komunikací. Při pravé straně vozovky směrem od křižovatky parkují vozidla. Po technické stránce má komunikace šířku 10,2 m. Sklon vozovky na tomto rameni je 0 %. Přes rameno C vede přechod pro chodce.

Před hranicí křižovatky je výjezd z jednopruhé jednosměrné komunikace, kde se nachází Knihovna města Mladá Boleslav a budova firmy Škoda Mezinárodní prodej, která ústí do ulice Husova na rameno C. Tato vedlejší komunikace je zároveň placeným parkovištěm, tzn. že slouží, krom průjezdu, k parkování vozidel. Mezi těmito komunikacemi a ramenem B je velký ostrůvek o úseči 7,6 m, přičemž tato úseč začíná na konci přechodu na rameni C směrem ke křižovatce a končí na konci přechodu na rameni B směrem od křižovatky. Přes tento ostrůvek si mnoho řidičů zkracuje svoji cestu při odbočení vpravo z ramene C na rameno B, ale tímto manévrem ohrožují chodce přecházející po ostrůvku.



Obrázek 5 – rameno C [zdroj vlastní]

Rameno D – Václava Klementa u parku Výstaviště

Jako rameno D je dále v práci popisována část třídy Václava Klementa od posuzované křižovatky směrem k parku Výstaviště ležícímu na téže třídě. Rameno D je v současné době tvořeno dvoupruhovou směrově nerozdělenou komunikací. Na tomto rameni lze nalézt zastávky autobusů Na Výstavišti. Při pravém okraji vozovky směrem ke křižovatce jsou za zastávkou pro autobusy vyhrazena parkovací místa pro 5 vozidel, ale někdy tam ve skutečnosti parkuje až 7 vozidel. Na rameni D není před křižovatkou přechod pro chodce. Po technické stránce se komunikace na tomto rameni rozšiřuje, v místě zastávky autobusu má komunikace šířku 13,0 m, před křižovatkou má komunikace šířku 13,9 m, v místě parkování vozidel má zbylá komunikace šířku 11,5 m. Sklon vozovky na tomto rameni je 5 %. Všechny možnosti jízdy na ostatní ramena jsou povoleny.



Obrázek 6 – rameno D [zdroj vlastní]

1.2. Širší dopravní vztahy

V této kapitole je popsáno, které ulice procházejí přes křižovatku a jaké jsou nejbližší křižovatky od křižovatky Husova x Václava Klementa.

První ulice, která prochází přes křižovatku, je třída **Václava Klementa**. Tato třída vede přes celou Mladou Boleslav. Začíná na kruhovém objezdu, ostatní výjezdy jsou vedeny buď na náměstí Míru, nebo na třídu T. G. Masaryka. Třída Václava Klementa končí až ve městě Kosmonosy, opět na kruhovém objezdu, tentokrát jsou ostatními výjezdy ulice Průmyslová a ulice Boleslavská.

Na třídě Václava Klementa můžeme nalézt řadu budov firmy Škoda Auto – například Škoda Administrativní centrum, Škoda Vedení společnosti nebo Škoda Mezinárodní prodej.

Kromě firmy Škoda Auto se na třídě Václava Klementa nachází Bondy Centrum, největší obchodní středisko v Mladé Boleslavi, autobusové nádraží, vlaková zastávka Mladá Boleslav – město a Klaudiánova nemocnice.

Druhá ulice, která prochází přes křižovatku, je ulice **Husova**. Ulice Husova začíná v blízkosti Střední průmyslové školy Mladá Boleslav, kde tvoří křižovatku s ulicí Havlíčkova. Ulice Husova končí v blízkosti Domu kultury Mladá Boleslav, kde tvoří křižovatku s ulicemi Dukelská a Tábořská.

V ulici Husova můžeme nalézt kancelář obchodního oddělení Městského divadla Mladá Boleslav, Sokolovnu nebo budovu Zaměstnanecké pojišťovny Škoda.

Nejbližší křižovatka, která je řízená světelným signalizačním zařízením, je ve vzdálenosti 325 m od křižovatky Husova x Václava Klementa, konkrétně se jedná o křižovatku Václava Klementa x Laurinova.

Nejbližší křižovatka, která není řízena světelným signalizačním zařízením, se nachází ve vzdálenosti 56 m od křižovatky. Jedná se o křižovatku Václava Klementa x Blahoslavova.

Nejbližší, a pro současné řízení křižovatky velmi významný, kruhový objezd je 257 m od křižovatky. Tento kruhový objezd spojuje ulici Václava Klementa s náměstím Míru a třídou T. G. Masaryka. Zvláště výjezd na ulice Václava Klementa a T. G. Masaryka je důležitý, protože třída Václava Klementa prochází přes celou Mladou Boleslav a třída T. G. Masaryka, která následně přechází v ulici Jičínskou, spojuje tuto část města s nájездem na dálnici D10. Tento kruhový objezd je také podstatný pro křižovatku Husova x Václava Klementa, protože při dodržení svislé dopravní značky B24b – Zákaz odbočení vlevo je tento kruhový objezd jedinou možností řidičů, jak se z ramena A dostat na rameno B.

1.3. Veřejná hromadná doprava

Veřejná hromadná doprava jezdí pouze po rameni B nebo po rameni D, kromě jedné výjimky (tou je linka č. 80, viz text níže).

Městská hromadná doprava má zastávky na rameni A a na rameni D. Na rameni A se nachází zastávka směrem ke křižovatce. Na této zastávce zastavuje pouze linka číslo 80, která dále pokračuje na rameno D. Tato linka jezdí pouze v ranních hodinách pracovních dnů, kdy by, podle jízdního řádu, měla na zastávce na rameni A zastavovat v časech 7:28 a 7:38.

Nedaleko této křižovatky na rameni D se nacházejí 2 autobusové zastávky Na Výstavišti, každá v jednom směru.

Na zastávce na rameni D směrem od křižovatky zastavují autobusové linky městské hromadné dopravy: B, C, H, 20, 30, 31, 32, 33, 40, 41, 42, 50, 60, 61, 70, 71, 72, 73 a 80.

Na zastávce na rameni D směrem ke křižovatce zastavují autobusové linky městské hromadné dopravy: B, C, H, 20, 30, 31, 32, 33, 40, 41, 42, 50, 60, 61, 70, 71, 72, 73 a 80.

Od 1. 9. 2021 byly na žádost občanů zřízeny další 2 linky městské hromadné dopravy, a to linky RA a RB. Obě tyto linky zastavují jak na zastávce na rameni D směrem od křižovatky, tak na zastávce na rameni D směrem ke křižovatce. [4]

Při kontrolním měření v době klidové části jelo 1 vozidlo městské hromadné dopravy z ramena C do ramena A. To byla ovšem pouze výjimka v podobě manipulační jízdy daného vozidla městské hromadné dopravy.

Všechny tyto vypsání spoje jsou využívány především školáky v době začátku či konce školního vyučování.

Veškeré děti do 15 let a osoby, které již dosáhly věku 70 let, mají v Mladé Boleslavi městskou hromadnou dopravu zdarma. Ovšem pro osoby, které již dovršily věk 65 let, zřídilo město Mladá Boleslav v srpnu roku 2018 službu Senior Taxi. Cena jízdy v tomto taxíku, který je provozován firmou Centraltaxi, je 20 Kč. Jízda městskou hromadnou dopravou stojí osobu mezi 65 a 70 lety 16 Kč v době dopravních špiček a 9 Kč mimo dopravní špičky. [7]

Je potřeba ještě zmínit informaci o využívání MHD. Za celou dobu měření neprojel jediný autobus městské hromadné dopravy plný tak, jak to známe například z Prahy. Ve většině autobusů, především mimo dobu ranní špičky, jezdily pouze jednotky cestujících. Tento jev se opakoval i v době kontrolního měření.

Meziměstská hromadná doprava využívá zastávky pouze na rameni D. Tyto zastávky jsou využívány jak městskou hromadnou dopravou, tak meziměstskou hromadnou dopravou. Meziměstskou hromadnou dopravou využívají především děti v době začátku či konce vyučování a cestující, jež míří do Prahy či do Liberce.

Při kontrolním měření v roce 2021 byl nejvyšší počet vozidel městské a meziměstské hromadné dopravy v době ranní špičky, tedy v časovém úseku 7:13–8:13, a to 110 vozidel. Kromě 2 vozidel městské hromadné dopravy, která jela z ramena A na rameno D, jela všechna ostatní vozidla veřejné hromadné dopravy buď po rameni D rovně na rameno B, nebo z ramene B rovně na rameno D. Toto je změna oproti měření v roce 2019, kdy nejvyšší počet vozidel veřejné hromadné dopravy byl v časovém úseku 13:45–14:45, a to 88 vozidel. Přibylo i kloubových vozidel veřejné hromadné dopravy, za celou dobu měření, tedy za 4 h, projelo skrz křižovatku 5 kloubových vozidel veřejné hromadné dopravy. Stále platí, že přes křižovatku jezdí především standardní vozidla veřejné hromadné dopravy.

2. Dopravní průzkum a jeho vyhodnocení

Tato kapitola vychází z vlastní bakalářské práce. [1]

„Podkladem pro správné a účinné řešení dopravních problémů je dokonalá znalost současných objemů přepravy, intenzity přepravních a dopravních poměrů na stávajících dopravních zařízeních, které jsou zjišťovány dopravními průzkumy a rozbory. Dopravní průzkumy zajišťují podklady pro zlepšení dopravních poměrů, včetně bezpečnosti dopravy na stávajících dopravních zařízeních a dopravních cestách, pro modernizaci dopravní silniční sítě, pro projektování nové vybavenosti dopravních i provozních objektů, plánování zdroje dopravního systému, pro řešení provozně ekonomických a organizačních otázek a podobně.“ [11]

Kontrolní průzkum intenzity dopravy byl proveden v úterý 9. 11. 2021, a to za účelem zjištění rozsahu změny intenzity dopravy za poslední 2 roky. Výsledky měření mohou být ovlivněny probíhající pandemií koronaviru SARS-CoV-2. V období před dnem měření bylo přes 10 000 osob denně pozitivních. Podle pracovníků z hygieny toto číslo znamená, že každý den bylo v karanténě okolo 20 000 – 30 000 lidí. Z uvedeného důvodu mohly být výsledky měření ovlivněny.

Podle TP 189 [8] byl zvolen způsob měření intenzity dopravy metodou kombinovanou. Byl pořízen videozáznam s následným ručním vyhodnocením průzkumu.

Pro kvalitní průzkum bylo potřeba zvolit vhodné místo. Místo bylo zvoleno tak, aby kamera natáčela všechna vozidla, která projíždí křižovatkou, a zároveň byla co nejméně viditelná z pohledu řidiče projíždějícího křižovatkou. Konečné místo pro umístění kamery bylo zvoleno na ostrůvku za pítkem mezi rameny C, B a ulicí, kde se nachází knihovna města Mladá Boleslav a budova firmy Škoda Mezinárodní prodej. O vhodnosti výběru vypovídá i to, že i přes přítomnost kamery řidiči nadále porušovali svíslou dopravní značku B24b – Zákaz odbočení vlevo z ramena A do ramena B. Na následujícím obrázku, č. 7, je červeným bodem zakresleno místo, kde byla kamera postavena a odkud natáčela celou křižovátku.

Videozáznam byl pořízen kamerou SJCAM SJ5000X ELITE, jež byla připevněna na stativu.

Záznam byl natáčen v rozlišení HD, tedy 720 p. Výhodou této kamery, a tedy důvodem, proč byla pro natáčení použita, je čočka, jíž tato kamera disponuje, jedná se totiž o širokoúhlou čočku, která je schopna zachytit obraz až ve 170°.



Obrázek 7 – místo umístění kamery [2]

2.1. Nežádoucí jevy zaznamenané při natáčení intenzit dopravního proudu

První část této kapitoly se věnuje nežádoucím jevům, které byly zaznamenány při natáčení intenzit dopravního proudu dne 19. 11. 2019. Tyto nežádoucí jevy jsou rozděleny do čtyř kategorií: opakované nežádoucí jevy, nežádoucí jevy při ranní špičce, nežádoucí jevy v klidové části a nežádoucí jevy při odpolední špičce. V této diplomové práci jsou shrnuty pouze nejčastější nežádoucí jevy, konkrétněji byly popsány v bakalářské práci. [1]

V druhé části této kapitoly jsou rozepsány nežádoucí jevy, které byly zaznamenány v době kontrolního měření, tedy 9. 11. 2021. Uvedeny jsou pouze takové jevy, které nebyly zaznamenány při původním měření v roce 2019.

Nežádoucí jevy při prvním měření

Opakované nežádoucí jevy

- Nedodržování dopravní značky B24b – Zákaz odbočení vlevo z ramene A.
- Častá změna původního úmyslu odbočení z ramene A kvůli dlouhé době čekání na odbočení doleva či rovně.
- Opakované najíždění do křižovatky z ramene A tak, aby si řidič zablokoval křižovatku a v důsledku mohl projet skrz křižovatku.
- Opakované najíždění do křižovatky z ramene C tak, aby si řidič zablokoval křižovatku a v důsledku mohl projet skrz křižovatku.
- Časté parkování vozidel na rameni D, až k hranici křižovatky, což následně způsobuje nedostatečný výhled vozidel jedoucích z ramena C.
- Podjíždění vozidel, která čekají na odbočení z ramena D nebo B doleva, díky čemuž dochází ke skoronehodám s podjíždějícími vozidly.
- Zastavování vozidel jedoucích z vedlejších komunikací rovně u přechodů pro chodce tak, že blokují ostatní vozidla, která jedou po hlavní komunikaci.
- Zastavování vozidel jedoucích po hlavní komunikaci na hranici křižovatky tak, aby nechala projet vozidla jedoucí z vedlejších komunikací.
- Velké množství vozidel veřejné hromadné dopravy jedoucích z ramene B do ramene D a zastavujících na zastávce. Při tomto jevu se stávalo, že množství vozidel bylo tak velké, že blokovalo průjezd křižovatky.

Nežádoucí jevy zaznamenané při ranní špičce

- Časté zastavování vozidel na hranici křižovatky za účelem vysednutí osob sedících v autě. Tento úkon trval obvykle i několik desítek sekund, zatímco ostatní vozidla stojící za daným vozidlem čekala na projetí skrz křižovatku.

Nežádoucí jevy zaznamenané v klidové části

- Časté přecházení chodců skrz křižovatku mimo přechody pro chodce.
- Časté přecházení chodců přes rameno D.
- Otáčení vozidel na rameni D jedoucích z ramene A kvůli tomu, aby řidiči neporušili dopravní značku B24b – Zákaz odbočení vlevo, ale zároveň se dostali z ramene A na rameno B.

Nežádoucí jevy zaznamenané při odpolední špičce

- Časté odbočování vozidel z ramene C na rameno B přes přilehlý chodník.

Nežádoucí jevy zaznamenané při kontrolním měření

Během kontrolního měření dne 9. 11. 2021 byly zaznamenány další nežádoucí jevy, které se staly na křižovatce a které nebyly zpozorovány během prvního měření v roce 2019.

Během celého času měření se stávalo, že vozidlo zastavilo na rameni A na přechodu pro chodce a čekalo, než člověk stojící nedaleko přechodu nastoupí do vozidla. Následkem čehož bylo, že dané vozidlo nejenže zdržovalo ostatní vozidla, která chtěla projet křižovatku z ramene A, ale zároveň zdržovalo chodce, kteří chtěli přejít přes přechod pro chodce vedoucí přes rameno A.

Častým jevem během celého času měření bylo, že vozidla, která chtěla jet z ramene A na rameno B, buď nedala znamení o změně směru jízdy, nebo signalizovala úmysl odbočit doprava, ale přitom jela doleva na rameno B.

Při ranní špičce chtělo odbočit vozidlo z ramene A na rameno B, jenže si nevšimlo jedoucích vozidel na rameni B, která mu svým troubením dala najevo svoji přítomnost, takže vozidlo na rameni A začalo couvat zpět a následně jelo na rameno D.

Při ranní špičce bylo častým jevem, že vozidla, která vyjížděla z přilehlého parkoviště a chtěla jet na rameno B, si svůj křižovatkový pohyb zkrátila a odbočila přes přilehlý chodník na rameno B. Toto se dělo i v ty chvíle, kdy na daném chodníku stáli lidé a čekali, až budou moci přejít přes přechod pro chodce na rameni C.

Při ranní špičce se stalo, že řidič vozidla taxi služby chtěl porušit svislé dopravní značení B24b – Zákaz odbočení vlevo, a chtěl tedy odbočit vlevo z ramene A na rameno B. Jenže kvůli vysokým intenzitám provozu neměl možnost tento svůj záměr vykonat. Tak se řidič vozidla taxi služby rozhodl tuto situaci vyřešit tak, že zdviženým prostředníčkem dal vědět řidičům na rameni B, že on chce projet a ostatní řidiče vozidel upozornil hlasitým troubením, že on vyjíždí z ramene A na rameno B.

Během klidové části vjelo vozidlo z ramena B do křižovatky, uprostřed křižovatky se otočilo o 180 stupňů a pokračovalo zpět na rameno B.

Častým jevem při klidové části bylo, že vozidla, která chtěla jet z ramene A na rameno B, jela nejprve na rameno C a na výjezdu z přilehlého parkoviště se otočila a jela z ramene C na rameno B.

Nebylo výjimkou ani to, že během odpolední špičky vozidlo vyjíždějící z přilehlého parkoviště na rameno C, vzhledem k vysoké intenzitě provozu na rameni C, muselo svým manévrem zablokovat vozidla jedoucí na rameni C, aby samo mohlo na rameno C vjet.

2.2. Vyhodnocení měření

Vyhodnocení bylo vytvořeno ručně, každý záznam byl přehrán 8 x. Při prvním přehrání byla spočítána osobní vozidla a při druhém vozidla ostatní. Takovýto postup byl opakován pro každé rameno křižovatky. Tento způsob vyhodnocení byl zvolen z důvodu přesnějšího měření a kvůli nemožnosti zaznamenávat počet a kategorie vozidel na více ramenech křižovatky při jednom přehrání.

Výsledná skladba vozidel byla vypočítána podle návrhové tabulky pro intenzity jednotlivých druhů vozidel, která se nachází v TP 235. [3]

Druh vozidel	Koeficient
Jízdní kola	0,5
Motocykly	0,8
Osobní vozidla (včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti)	1,0
Nákladní vozidla (nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav), autobusy (mimo kloubových)	1,7
Nákladní soupravy, kloubové autobusy	2,5

Obrázek 8 – koeficienty druhů vozidel [3]

Výsledná tabulka

V této kapitole je uvedena pouze tabulka s nejvyšší intenzitou dopravního proudu, zbylé tabulky se nacházejí v příloze č. 3.

V předkládaných tabulkách lze nalézt výsledky provedených měření a výslednou hodnotu dopravního proudu na jednotlivých ramenech.

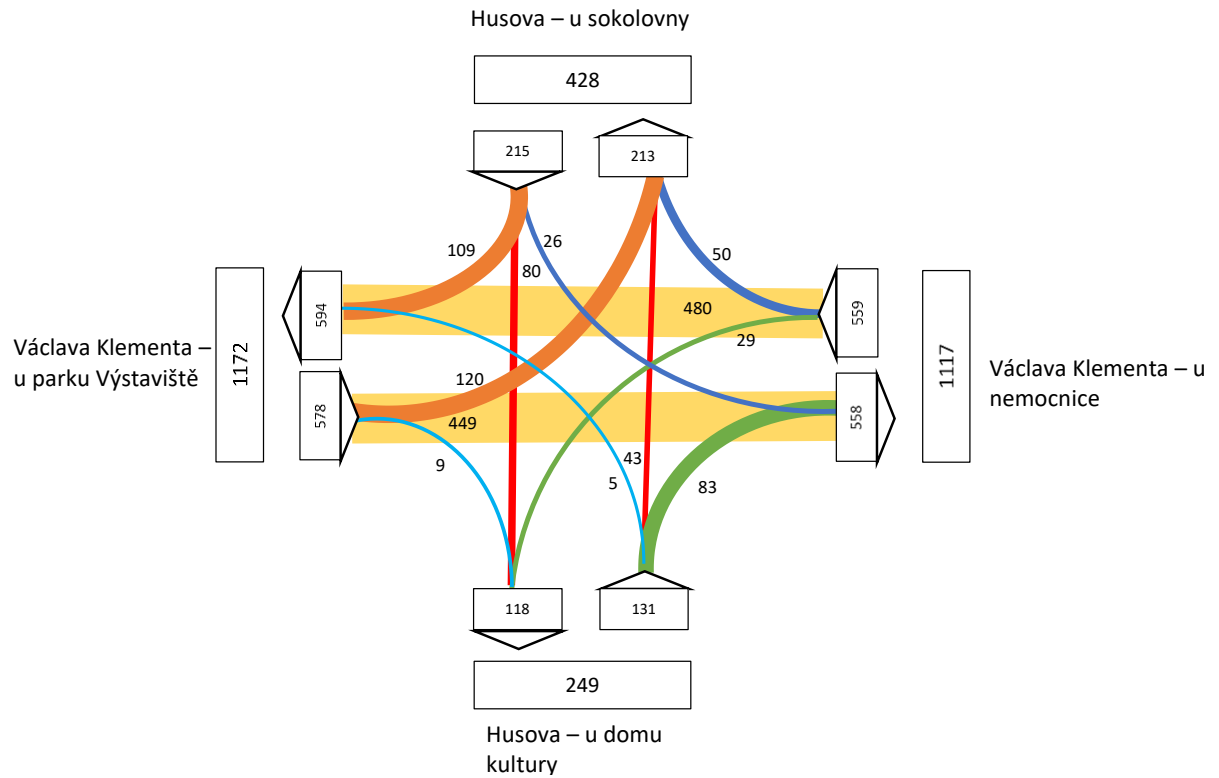
odpolední špička 15:00-16:00								
rameno	název komunikace	směr jízdy	jízdní kola [voz/h]	motocykly [voz/h]	osobní vozidla [voz/h]	nákladní vozidla nad 3,5t+autobusy [voz/h]	nákladní soupravy+kloubové autobusy [voz/h]	Výsledná hodnota
A	Husova – u sokolovny	rovně	1	0	76	0	1	80
		doprava	1	0	108	0	0	109
		doleva	2	0	26	0	0	26
B	Václava Klementa – u nemocnice	rovně	1	2	410	38	1	480
		doprava	0	0	50	0	0	50
		doleva	0	0	29	0	0	29
C	Husova – u domu kultury	rovně	0	0	43	0	0	43
		doprava	0	0	83	0	0	83
		doleva	0	0	5	0	0	5
D	Václava Klementa – u parku Výstaviště	rovně	2	3	405	40	0	449
		doprava	0	0	9	0	0	9
		doleva	0	0	118	1	0	120

Tabulka 1 – odpolední špička [zdroj vlastní]

Pentlogram intenzit

V této kapitole je uveden pouze pentlogram s nejvyšší intenzitou dopravního proudu, zbylé pentlogramy se nacházejí v příloze č. 4.

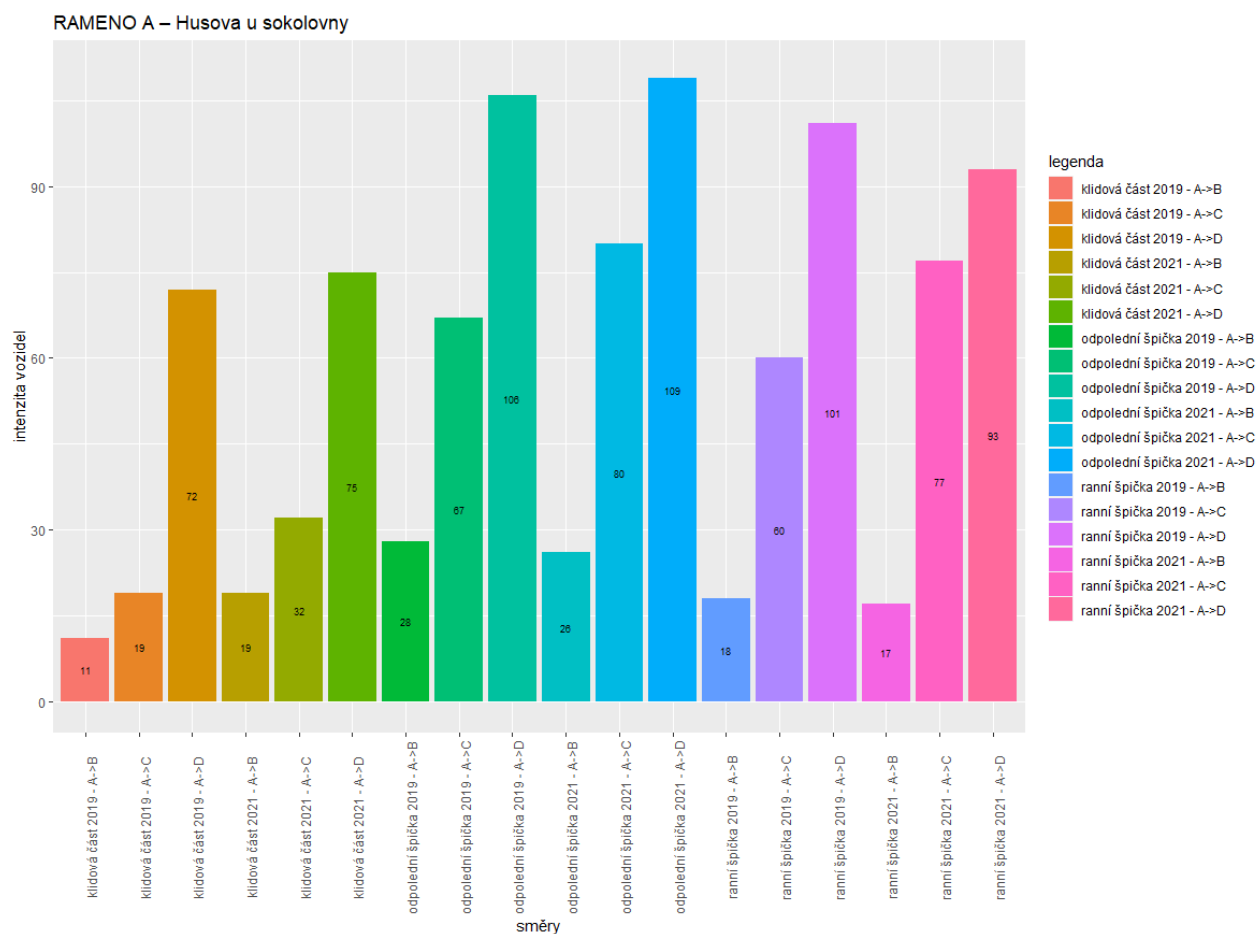
Odpolední špička 15:00–16:00



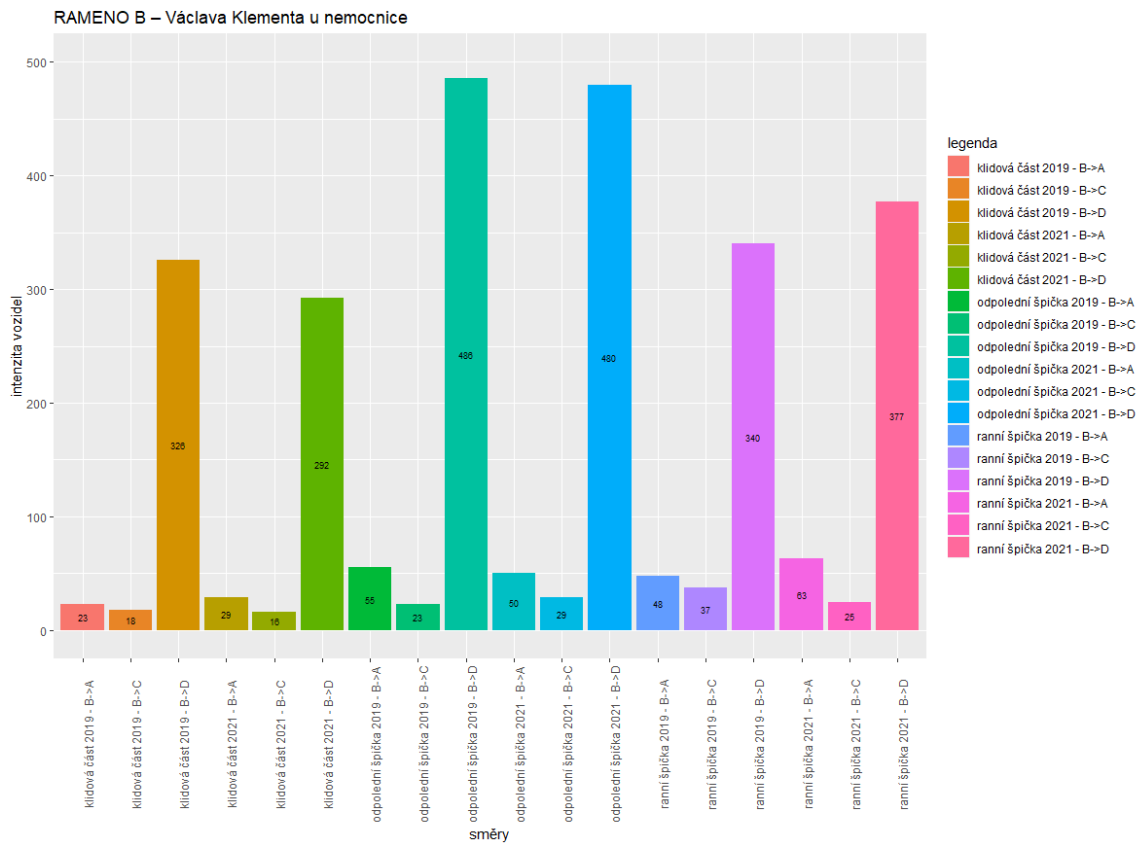
Obrázek 9 – pentlogram intenzit odpolední špičky [zdroj vlastní]

Grafické znázornění rozdílů intenzit dopravních proudů mezi prvním a druhým měřením

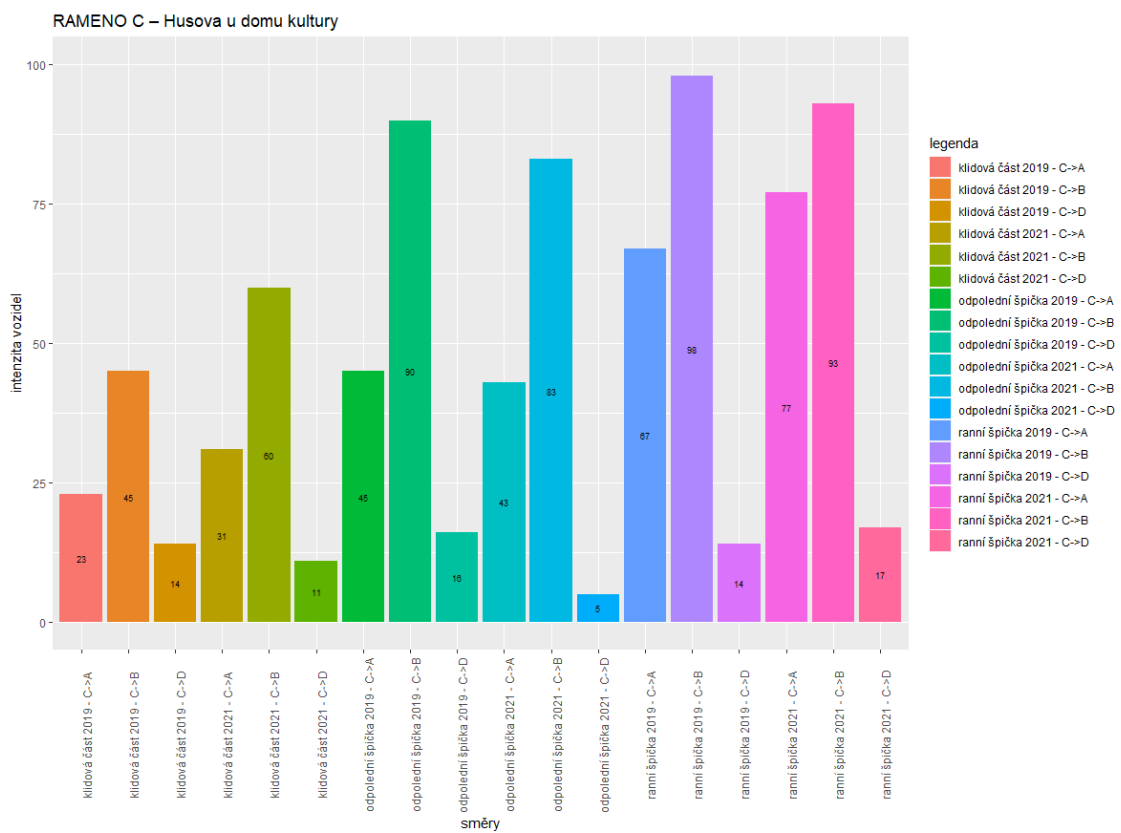
Následující grafy uvádějí změny intenzit dopravního proudu na jednotlivých ramenech křižovatky během prvního měření a kontrolního měření. Počasí bylo při obou měřeních podobné, neovlivnilo tedy žádným způsobem výsledky měření.



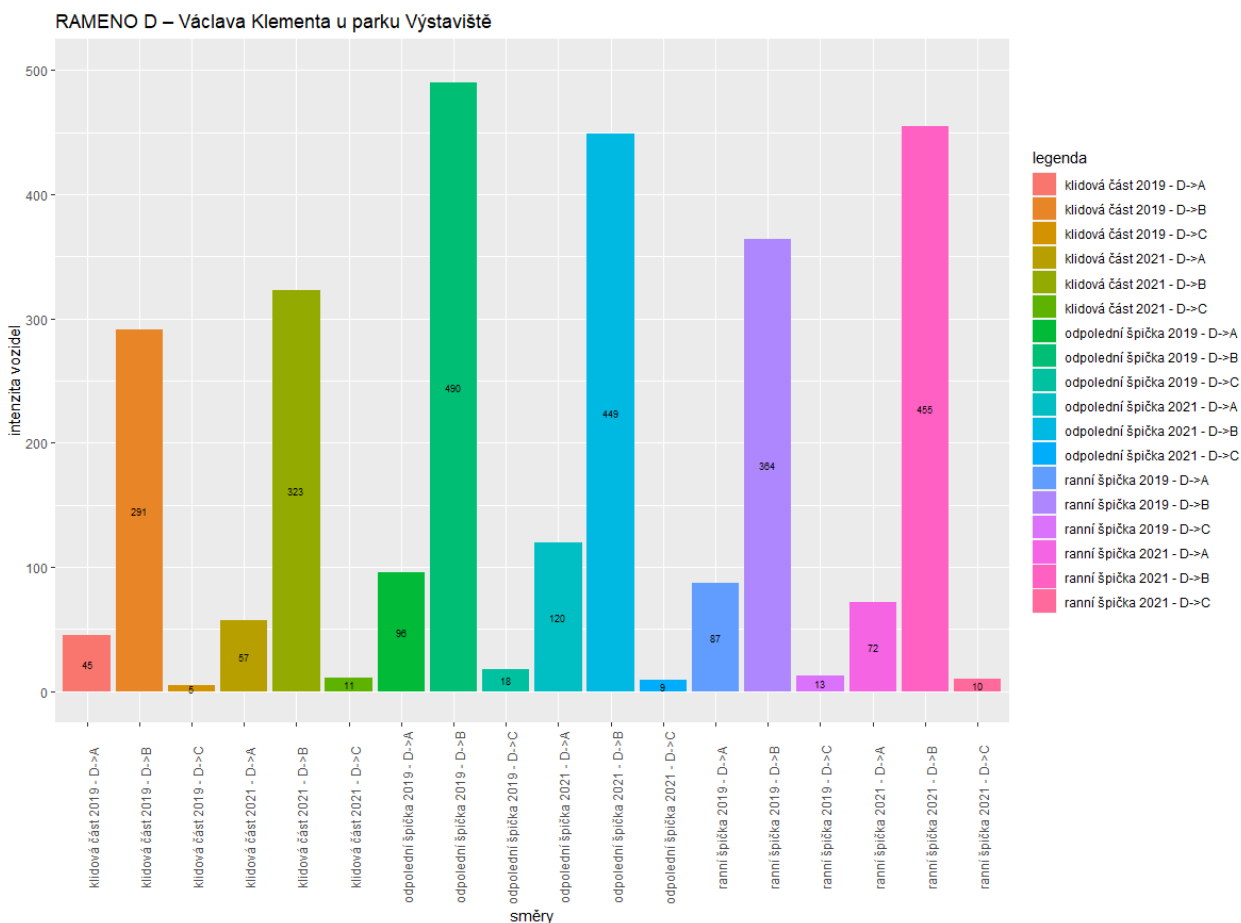
Graf 1 – porovnání intenzit na rameni A [zdroj vlastní]



Graf 2 – porovnání intenzit na rameni B [zdroj vlastní]



Graf 3 – porovnání intenzit na rameni C [zdroj vlastní]



Graf 4 – porovnání intenzit na rameni D [zdroj vlastní]

Nejvyšší nárůst intenzity dopravy mezi prvním měřením a kontrolním měření byl v časovém úseku 13:45–14:45, a to ve směru z ramena B na rameno A, tedy doprava. Nárůst byl o 280 %, tedy z 10 na 38 vozidel.

Nejvyšší pokles intenzity dopravy mezi prvním měřením a kontrolním měřením byl v časovém úseku 13:45–14:45, a to ve směru z ramena B na rameno D, tedy vlevo. Tento pokles byl -81 %, tedy z 69 na 13 vozidel.

Průměrný nárůst intenzity dopravy při ranní špičce, tedy v časovém úseku 7:13–8:13, byl 6 %.

Průměrný nárůst intenzity dopravy při klidové části, tedy v časovém úseku 10:20–11:20, byl 29 %.

Průměrný nárůst intenzity dopravy v časovém úseku 13:45–14:45 byl 45 %.

Průměrný pokles intenzity dopravy v době odpolední špičky, tedy v časovém úseku 15:00–16:00, byl -7 %.

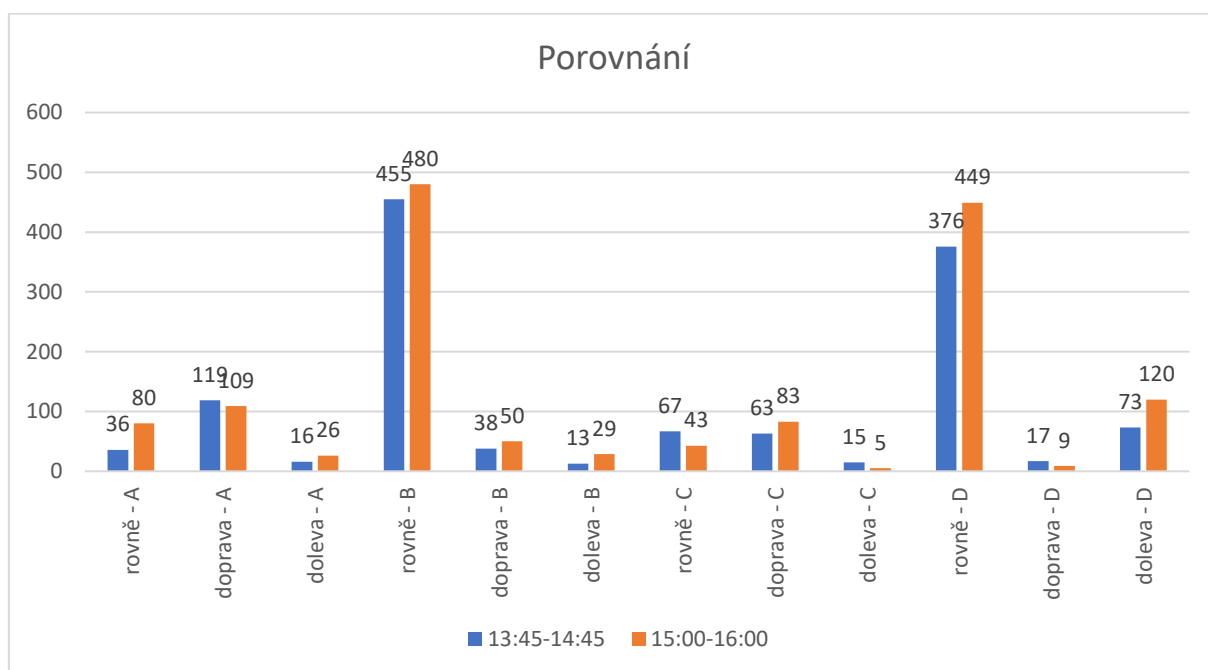
Celkový průměrný nárůst intenzity dopravy mezi prvním měřením v roce 2019 a kontrolním měřením v roce 2021 byl 18 %.

2.3. Stanovení špičkové hodiny

Z krátkého průzkumu, který byl udělán před pořízením záznamu o intenzitách dopravního proudu v roce 2019, vyšlo, že nejvyšší intenzita dopravního proudu, kterou by obyvatelé Mladé Boleslavi nebo lidé znalí místních poměrů očekávali, by měla být v časovém úseku 13:45–14:45. Příčinou této domněnky je střídání směn ve firmě Škoda auto – hlavní závod, kde se směny střídají tak, že jedna skupina začíná směnu od 14:00 a druhá skupina končí směnu ve 14:00. Bylo tedy možno předpokládat, že nejvyšší intenzita dopravního proudu bude v době před začátkem směny, tedy v době, kdy lidé pracující ve Škoda auto – hlavní závod jedou na směnu, a nejvyšší intenzita dopravního proudu bude končit v době, kdy skupina lidí, kteří končí směnu v 14:00, opustí vyhrazené parkoviště pro firmu Škoda auto.

Výše uvedené bylo ověřováno i při kontrolním měření v roce 2021. Tato informace se opět ukázala jako mylná s tím, že výsledky z měření ukazují, že vyšší intenzita dopravního proudu je v době od 15:00 do 16:00. Tento nárůst počtu vozidel lze vysvětlit končící pracovní dobou v závodě Škoda auto, konkrétně v části Česana.

Rozdíl v intenzitách provozu je patrný i v následujícím grafu.



Graf 5 – porovnání 13:45–14:45 a 15:00–16:00 [zdroj vlastní]

Je potřeba zmínit, že při kontrolním měření klesla intenzita vozidel v časovém úseku 15:00–16:00, ovšem intenzita vozidel v časovém úseku 13:45–14:45 naopak o 45 % vzrostla. Tedy intenzity se v těchto dvou časech k sobě více přiblížily, na rozdíl od měření v roce 2019, což mohlo být zapříčiněno i skutečností, že pracovníci ve firmě Škoda auto, konkrétně v části Česana, nemuseli kvůli probíhající pandemii koronaviru SARS-CoV-2 striktně dodržovat pracovní dobu a mohli si svoji pracovní dobu mírně upravit podle svých schůzek tak, aby se všichni pracovníci nepotkávali zároveň v kanceláři. Je otázka, jestli tento trend bude pokračovat i po skončení pandemie koronaviru SARS-CoV-2, nebo jestli se pracovní doba zaměstnanců ve firmě Škoda auto, v části Česana, vrátí do starých pořádků.

2.4. Výhody a nevýhody současného řízení křižovatky

Výhody a nevýhody níže uvedené vyplývají z posouzení širších dopravních vztahů, z provedeního průzkumu a z osobní znalosti křižovatky.

Výhody

- Plynulá jízda pro vozidla jedoucí po hlavní komunikaci.
- Plynulá jízda MHD.
- Velký počet parkovacích stání.

Nevýhody

- Zákaz odbočení vlevo pro vozidla jedoucí z ramene A a s tím spojené časté porušování tohoto zákazu.
- Dlouhý čas potřebný k projetí křižovatkou pro vozidla jedoucí z vedlejší komunikace.
- Časté ohrožování chodců, kteří jdou po přechodu pro chodce.
- Chybějící přechod pro chodce přes rameno D.
- Chybějící dopravní značka P2 – Hlavní pozemní komunikace na rameni D.
- Podélné parkování vozidel na rameni D.
- Chaotické vodorovné dopravní značení.

Na základě výše zmíněných výhod a nevýhod současného řízení křižovatky lze předpokládat, že zavedení světelného signalizačního zařízení by přispělo k větší organizovanosti dopravy a k větší bezpečnosti silničního provozu, zejména chodců.

3. Návrh SSZ na křižovatce

Tato kapitola vychází z vlastní bakalářské práce. [1]

První část práce této kapitoly je věnována kapacitnímu posouzení neřízené křižovatky. Druhá část kapitoly je věnována kritériím návrhu světelného signalizačního zařízení. Třetí část této kapitoly se zabývá situačním výkresem, který byl vytvořen pomocí programu AutoCad. Tento výkres je přílohou č. 5. Součástí třetí části této kapitoly o situačním výkresu jsou i přílohy č. 6 – vlečné křivky a č. 7 – rozhledové trojúhelníky. V neposlední řadě jsou v této kapitole rozebrány inženýrské sítě. Poslední částí této kapitoly je polemika o preferenci MHD na dané křižovatce.

3.1. Kapacitní posouzení neřízené křižovatky

Kapacitní posouzení neřízené křižovatky je provedeno především podle TP 188 – „Posuzování kapacity křižovatky a úseků pozemních komunikací“. [14]

Vzhledem ke skutečnosti, že postup kapacitního výpočtu je detailně rozebrán v bakalářské práci [1], jsou zde přiloženy pouze výsledky kapacitního posouzení neřízené křižovatky podle nových intenzit dopravního proudu a jejich vyhodnocení.

Vyhodnocení

V následujících tabulkách lze vidět výsledky kapacitního posouzení neřízené křižovatky.

Největší střední doba zdržení je při ranní špičce na paprsku 1, tedy na ulici Husova u sokolovny, a to 16,47 s, tento čas odpovídá označení B, tedy zdržení ještě bez front. Všechny paprsky dosahují lepší známky než F, přičemž hlavní komunikace dosáhla označení A, tedy doba zdržení je velmi malá.

Posouzení úrovně kvality dopravy										
Paprsek	Název komunikace	Proud (vjezd - výjezd)	I [pvoz/h]	C [pvoz/h]	Rez [%]	av [-]	tw [s]	L95% [m]	UKD [-]	
									Dosažená	Požadovaná
1	Husova – u sokolovny	1+2+3	221	439	49,61	0,50	16,47	17,80	B	E
2	Václava Klementa – u nemocnice	4+5+6	463	1719	73,06	0,27	2,87	6,63	A	
3	Husova – u domu kultury	7+8+9	187	420	55,43	0,45	15,43	14,18	B	
4	Václava Klementa – u parku Výstaviště	10+11+12	537	1604	66,52	0,33	3,37	9,03	A	

Tabulka 2 – posouzení úrovně kvality dopravy pro ranní špičku [zdroj vlastní]

Největší střední doba zdržení je při odpolední špičce na paprsku 1, tedy na ulici Husova u sokolovny, a to 18,94 s, tento čas odpovídá označení B, tedy zdržení ještě bez front. Všechny paprsky dosahují lepší známky než F, přičemž hlavní komunikace dosáhla známky A, tedy doba zdržení je velmi malá.

Posouzení úrovně kvality dopravy										
Paprsek	Název komunikace	Proud (vjezd - výjezd)	I [pvoz/h]	C [pvoz/h]	Rez [%]	av [-]	tw [s]	L95% [m]	UKD [-]	
									Dosažená	Požadovaná
1	Husova - u sokolovny	1+2+3	215	404	46,77	0,53	18,94	19,79	B	E
2	Václava Klementa - u nemocnice	4+5+6	559	1716	67,43	0,33	3,11	8,67	A	
3	Husova - u domu kultury	7+8+9	131	272	51,86	0,48	25,35	16,10	B	
4	Václava Klementa - u parku Výstaviště	10+11+12	578	1473	60,76	0,39	4,02	11,57	B	

Tabulka 3 – posouzení úrovně kvality dopravy pro odpolední špičku [zdroj vlastní]

3.2. Kritéria návrhu světelného signalizačního zařízení

Účelnost řízení křižovatky světelným signalizačním zařízením je zapotřebí prokázat splněním alespoň jednoho z následujících kritérií:

1. Kritérium bezpečnosti provozu včetně kritéria místního zvláštního zřetele.
2. Kritérium intenzity provozu z hlediska vozidel.
3. Kritérium intenzity provozu z hlediska chodců.
4. Kritérium plynulosti jízdy vozidel městské hromadné dopravy. [5]

Protože tato kapitola je detailně rozebrána v bakalářské práci [1], zde budou prezentovány pouze aktualizované závěry jednotlivých kritérií.

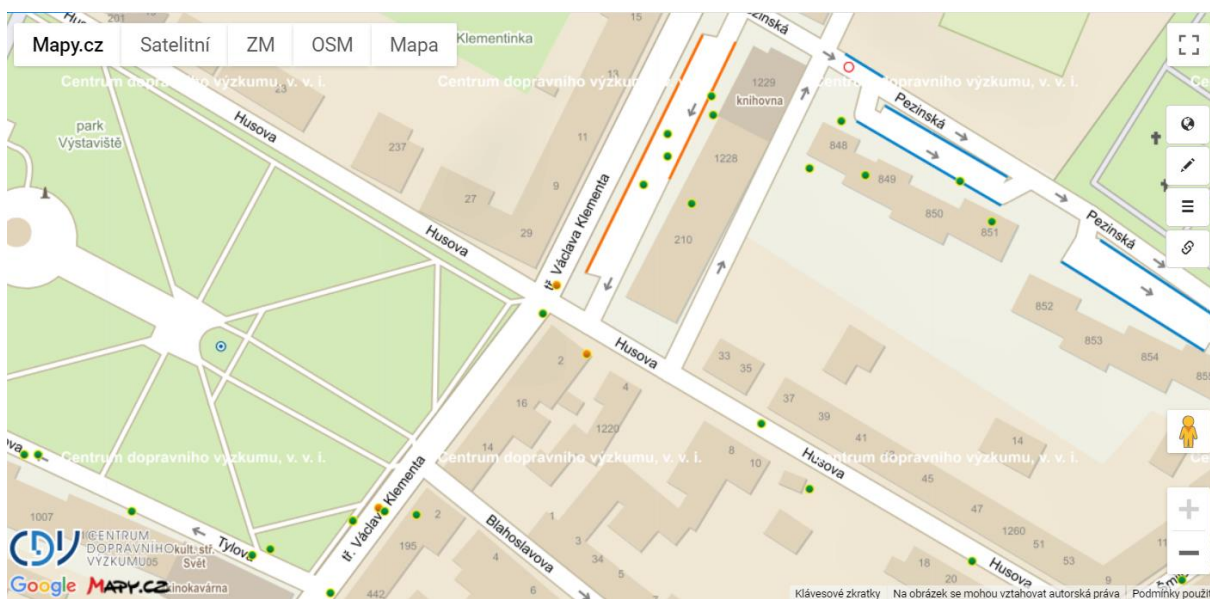
1. Kritérium bezpečnosti provozu včetně kritéria místního zvláštního zřetele

„Světelné signalizační zařízení je účelné navrhovat na silně zatížených a nehodových křižovatkách, kde byla v uplynulých třech letech průměrná relativní nehodovost při neřízeném provozu minimálně 4 nehody na 1 milion vozidel vjíždějících do křižovatky a kde byla analýzou nehodovosti prokázáno, že tyto nehody nelze omezit jiným způsobem.“ [5]

Z výše citovaného vyplývá, že zásadním faktorem je počet nehod ve vybrané oblasti v závislosti na počtu vjíždějících vozidel do oblasti.

Z výpočtu vyplývá, že toto kritérium bude naplněno, pokud se stane 49 nehod za 3 roky v okolí křižovatky.

Za poslední 3 roky došlo přímo na této křižovatce ke 2 nehodám a k 28 nehodám v jejím nejbližším okolí.



Obrázek 10 – vybraná oblast pro nehodovost [15]

Toto kritérium tedy nelze pro tuto křižovatku využít jako důvod pro zřízení světelného signalizačního zařízení.

Kritérium místního zvláštního zřetele

Za kritérium místního zvláštního zřetele můžeme považovat velký počet škol, které se nacházejí v okolí křižovatky Husova x Václava Klementa, a s tím spojený výskyt velkého počtu studentů v blízkosti křižovatky.

Na Komenského náměstí se nachází 1. ZŠ Mladá Boleslav, která je určena pro studenty se speciálními vzdělávacími potřebami, a také 2. ZŠ Mladá Boleslav s rozšířenou výukou jazyků.

V nedaleké ulici Havlíčkova se nachází Střední průmyslová škola Mladá Boleslav a v souběžné ulici s ulicí Havlíčkovou, tedy v ulici Palackého, se nacházejí dvě gymnázia – Gymnázium Mladá Boleslav a Gymnázium Dr. Josefa Pekaře.

Studenti ze všech těchto škol, pokud se chtějí dostat na autobusové stanoviště, odkud jezdí spoje do přilehlých měst a vesnic, musí přejít přes křižovatku Husova x Václava Klementa. To má za následek vyšší počet chodců zejména v době začátku a konce školního vyučování, obzvláště v době před 8. hodinou a následně okolo 14. hodiny.

Často se stává, že chodci, kteří přecházejí přes křižovatku, často nejsou za stojícími auty na křižovatce vidět, a proto je pro ně nebezpečné přejít.

Rovněž je častým jevem, že chodci, kteří chtějí přejít přes rameno D, nejdou po přechodech pro chodce přes rameno A a B, nebo nepřejdou přes přechod pro chodce přes rameno D, který se nachází mezi ulicí Blahoslavova a ulicí Tylova, ale zkrátí si cestu přímo přes rameno D v těsné blízkosti křižovatky.

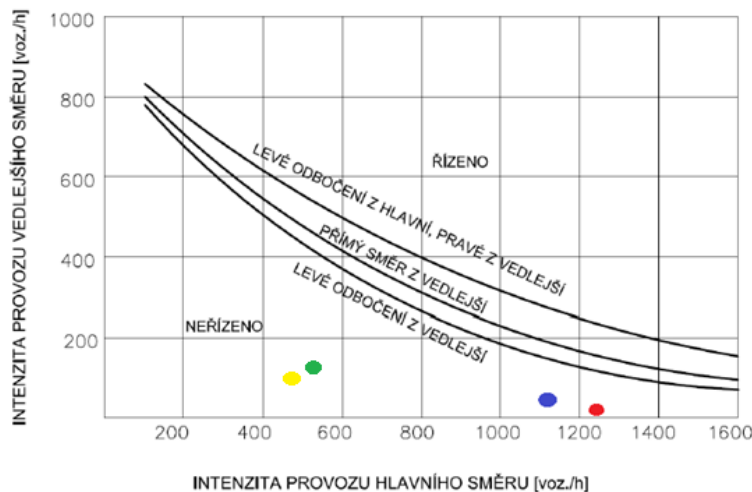
2. Kritérium intenzity provozu z hlediska vozidel

„Světelné signalizační zařízení je účelné, dosáhne-li intenzita silničního provozu vyšších hodnot, než jsou stanoveny přípustnými intenzitami neřízených křižovatek podle ČSN 73 6102, a to v průměru 8 dopravně nejvíce zatížených hodin dne na hlavní i vedlejší komunikaci.“ [5]

V následujících tabulkách se nacházejí výpočty a výsledky výpočtů pro tuto křižovatku.

	levé z hlavní	pravé z vedlejší	přímý směr z vedlejší	levé z vedlejší
VEDLEJŠÍ	120	109	80	26
HLAVNÍ	530	480	1087	1204

Tabulka 4 – hodnoty pro intenzitu provozu z hlediska vozidel [zdroj vlastní]



Obrázek 11 – graf intenzity provozu z hlediska vozidel [5]

Toto kritérium tedy nelze pro tuto křižovatku využít jako důvod pro zřízení světelného signalizačního zařízení.

3. Kritérium intenzity z hlediska chodců

„Světelné signalizační zařízení je účelné tehdy, dosahují-li intenzity dopravy na příslušném přechodu pro chodce v průměru osm dopravně nejvíce zatížených hodin dne hodnot vyšších, než jsou mezní hodnoty intenzit dopravy, při kterých mohou chodci za běžných podmínek podle pravidel provozu na pozemních komunikacích běžně přejít:

- 1 100 voz.h-1 – přechod přes jednopruhový nebo dvoupruhový jízdní pás,
- 1 000 voz.h-1 – přechod přes třípruhový jízdní pás,
- 900 voz.h-1 – přechod přes čtyřpruhový (nebo výjimečně vícepruhový) směrově nerozdělený jízdní pás; takové stavební uspořádání však na nově zřizovaných a rekonstruovaných komunikacích není přípustné podle ČSN 73 6110.

V koordinovaných skupinách SSZ je účelné zřídit řízený přechod pro chodce i v situaci, kdy tato kritéria nejsou splněna, avšak chodci narušují plynulý tok dopravního proudu koordinovaného svazku vozidel. Navíc je v těchto případech ochota řidičů jedoucích v koordinovaném svazku vozidel dát přednost chodcům nízká, a dochází tak k nebezpečným situacím.“ [5]

Pro tuto křižovatku se jedná o hodnotu 1 100 voz/h – přechod přes jednopruhový nebo dvoupruhový jízdní pás.

Na této křižovatce se přechod pro chodce v současném stavu nachází přes rameno A, rameno B a rameno C.

Rameno A – na rameni A se jedná o hodnotu 428 voz/h. Nesplňuje tedy požadovanou hodnotu.

Rameno B – na rameni B se jedná o hodnotu 1 117 voz/h. Splňuje tedy požadovanou hodnotu.

Rameno C – na rameni C se jedná o hodnotu 249 voz/h. Nesplňuje tedy požadovanou hodnotu.

Rameno D – přes rameno D v současné době nevede přechod pro chodce.

Pro tuto křižovatku splňuje rameno B požadovanou hodnotu pro zřízení světelného signalizačního zařízení podle kritéria intenzity z hlediska chodců.

4. Kritérium plynulosti jízdy vozidel městské hromadné dopravy

„Plynulost MHD a určité její upřednostnění před IAD je jedním z parametrů zvyšování komfortu cestujících, čímž roste i atraktivnost cestování tímto způsobem na území měst. Větší využívání MHD vede do jisté míry ke snížení zatížení přeplněných městských aglomerací individuální automobilovou dopravou.

Za důvod k vybudování světelného signalizačního zařízení pro zajištění plynulosti jízdy vozidel Městské hromadné dopravy lze považovat zdržení nejméně každého druhého vozu na dobu delší než dvě minuty ve třech nejzatíženějších hodinách dne.“ [5]

Toto kritérium nelze pro tuto křižovatku využít, protože pouze 3 vozidla městské hromadné dopravy nejela po hlavní komunikaci, a to linka 80 při ranní špičce a manipulační jízda vozidla městské hromadné dopravy, která jela z ramene C na rameno A. Zdržení vozidel městské hromadné dopravy, která projela po hlavní komunikaci, nebylo žádné a zdržení linky 80, která jela při ranní špičce z ramene A do ramene D, bylo minimální.

Výsledek kritérií

Pro možnost řízení křižovatky světelným signalizačním zařízením je zapotřebí prokázat splnění alespoň jednoho ze zmiňovaných kritérií – kritéria bezpečnosti provozu včetně kritéria místního zvláštního zřetele, kritéria intenzity provozu z hlediska vozidel, kritéria intenzity z hlediska chodců nebo kritéria plynulosti jízdy vozidel městské hromadné dopravy.

Tato křižovatka splňuje 2 kritéria pro možnost zřídit SSZ, konkrétně kritérium 1, tzn. bezpečnosti provozu a kritérium 3, tzn. kritérium intenzity z hlediska chodců.

První část kritéria bezpečnosti provozu není splněna především z důvodu, že počet nehod, který je uveden v části věnované kritériu bezpečnosti provozu, nezahrnuje skoronehody, ke kterým na křižovatce dochází velmi často, jak je zmíněno v kapitole 2.1.

U první části kritéria č. 1 je vhodné si též povšimnout, že dříve docházelo k méně nehodám. Zatímco před několika lety byla průměrná nehodovost v okolí křižovatky okolo 1 nehody za rok, dnes je to průměrně 5 nehod za rok.

Na základě tohoto posouzení je možno zřízení světelného signalizačního zařízení na této křižovatce považovat za vhodné, a to především z důvodu snahy o větší bezpečnost chodců.

3.3. Nové stavební uspořádání

Tato kapitola je rozdělena na několik částí. V první části této podkapitoly jsou popsány pouze změny, které byly udělány ve výkresu v bakalářské práci. V druhé části jsou komentovány nové změny ve výkresu, a to takové změny, které vedou k dynamickému řízení světelného signalizačního zařízení, stejně jako takové změny, které opravují původní výkres z bakalářské práce. Obsahem třetí části této kapitoly bude popis inženýrských sítí. V poslední, čtvrté, kapitole je možné nalézt informace ohledně preference MHD a též důvody, proč preference MHD není v této práci zpracovávána.

Stavební uspořádání z bakalářské práce

Křižovatka je navržena jako řízená pomocí světelného signalizačního zařízení. Proto na každé rameno křižovatky je doplněn sloup se světelným signalizačním zařízením a na tento sloup je doplněno dopravní značení P2 – Hlavní pozemní komunikace nebo P4 – Dej přednost v jízdě. Toto značení nahrazuje stávající značení, které se nachází na křižovatce. Světelnou signalizací jsou řízeny i přechody pro chodce.

Na všech ramenech křižovatky je navrženo rozšíření chodníku pro chodce. Tato úprava má za následek kratší čas vyklízení vozidel a také kratší čas pro překonání přechodu pro chodce.

Na rameni D, kde je jeden jízdní pruh, je navrženo rozdělení tohoto jízdního pruhu na 2 jízdní pruhy, jeden pro jízdu vlevo a druhý pro jízdu rovně a vpravo. Na ostatních ramenech křižovatky zůstává v návrhu pouze 1 jízdní pruh.

Na rameni A je navrženo povolení odbočovat vozidlům vlevo, tedy na rameno B, a proto se navrhuje zrušit dopravní značka B24b – Zákaz odbočení vlevo.

Na rameni A a na rameni D jsou z důvodu větší bezpečnosti a plynulosti provozu v návrhu zrušena parkovací stání. Vyhrazená parkovací stání na rameni A budou přesunuta na jiné místo po dohodě s majitelem daného vyhrazeného parkovacího stání. Na rameni D bude vyhrazeno 1 parkovací místo typu K + R.

Do prostoru mezi rameno B a D jsou v návrhu doplněny naváděcí pruhy pro přímý směr z důvodu lepší orientace při jízdě křižovatkou.

Na rameno D je v návrhu přidán chybějící přechod pro chodce.

Na rameni C je v návrhu doplněn chodník pro chodce na místě, kde je výjezd z jednopruhové jednosměrné komunikace, v níž se nacházejí Knihovna města Mladá Boleslav a budova firmy Škoda Mezinárodní prodej, jež ústí do ulice Husova na rameno C. Tato ulice je v návrhu slepá.

Nové změny ve výkresu

Veškeré změny ve výkresu je možné vidět v příloze č. 5 – situační výkres.

Na sloup světelného signalizačního zařízení či na výložník je navíc doplněna videokamera. Pro každou videokameru je vytvořeno detekční místo. Pro hlavní komunikace je délka videodetekčního místa 50 m od stopčáry VB či VD a pro vedlejší komunikace je délka videodetekčního místa 35 m od stopčáry VA či VC.

Dále jsou do výkresu přidány detekční plochy DVXS, případně DVXS', které slouží ke sčítání vozidel. Tyto plochy jsou umístěné ve vzdálenosti 2 m od stopčáry. Jejich využití je například při vyhodnocení zkušebního provozu.

Na sloupy číslo 3, 4, 7 a 8 jsou doplněna chodecká tlačítka. Chodecká tlačítka jsou tedy doplněna na přechody pro chodce přes rameno B a přes rameno D. Vzhledem k tomu, že bude navrženo dynamické řízení takové, které prodlužuje hlavní směr pro vozidla a přechody pro chodce přes rameno A a přes rameno C, chodecká tlačítka není potřeba pro rameno A a C navrhovat.

Kvůli narůstající intenzitě vozidel, která jedou z ramena D na rameno A, je navržen signál pro opuštění křižovatky pro tento křižovatkový pohyb, který bude umístěn na sloup číslo 3, tedy k signální skupině VB. Pro tento signál pro opuštění křižovatky je doplněna videokamera a je vytvořeno speciální detekční místo. Toto videodetekční místo má délku 9 m od přechodu přes rameno D. Délka je určena tak, aby kamera dokázala snímat všechna vozidla, která budou čekat na odbočení z ramene D na rameno A.

Do prostoru mezi rameno B a D jsou v návrhu doplněny naváděcí pruhy pro přímý směr z důvodu lepší orientace při jízdě křižovatkou. Naváděcí pruhy byly dělány podle TP 133, tedy naváděcí pruhy V2b 1,5/1,5/0,125 a krajní naváděcí pruhy V2b 1,5/1,5/0,25. [13]

Oproti výkresu z bakalářské práce je na všech ramenech křižovatky prodlouženo vodorovné dopravní značení V1a, které začíná u stopčáry na každém rameni křižovatky. Na hlavní komunikaci, tedy na rameni B a D, je toto vodorovné značení prodlouženo na 30 m od stopčáry, na rameni A je vodorovné značení V1a prodlouženo na 17 m od stopčáry a na rameni C je vodorovné značení V1a prodlouženo na 20 m od stopčáry.

Na všech ramenech křižovatky je navržena úprava přechodu pro chodce tak, aby osoby se sníženou zrakovou schopností mohly snadněji překonat vozovku. Zároveň jsou navrženy signální a varovné pásy. Tyto úpravy byly dělány v souladu s ČSN 736110 – Z1 Projektování místních komunikací (02/2010) a vyhlášky č. 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb. Povrch signálních a varovných pásů musí mít nezaměnitelnou strukturu a charakter odlišující se od okolí. Povrch plochy do vzdálenosti nejméně 250 mm od těchto pásů musí být rovinný při dodržení požadavku na protiskluzné vlastnosti a musí být vůči signálnímu a varovnému pásu vizuálně kontrastní. Ke každému přechodu pro chodce bylo navíc ještě doděláno snížení chodníku.

Kvůli dodělání signálních a varovných pásů jsou do výkresu přidány hrany stávajících chodníků a nemovitostí, které jsou potřebné pro správné určení vzdálenosti, a křížení signálních a varovných pásů.

Kvůli signálním a varovným pásům jsou posunuty přechody PA a PB, a tím pádem i celá signální skupina VA a VB včetně svislého a vodorovného dopravního značení. Tato úprava má za následek to, že signální a varovné pásy se u sloupu 2 a 3 nepotkají a navazují přímo na přilehlou nemovitost.

Kvůli posunutí přechodu PA a signální skupiny VB je rozšířena stavební úprava mezi rameny B a C, tedy je rozšířen chodník pro chodce mezi rameny B a C.

Do výkresu je přidán radič a jednotka RSU. Radič je umístěn mezi ramena A a D k hraně chodníku. Jednotka RSU je umístěna na sloup na rameni D, tedy na sloup č. 7, k signální skupině VD. Tento sloup byl vybrán proto, že jednotka bude mít rozhled jak na zastávku veřejné hromadné dopravy, která se nachází na rameni D, tak na rameno B do dostatečné vzdálenosti tak, aby bylo možné vozidla veřejné hromadné dopravy přijíždějící z ramene B preferovat.

Pro budoucí preferenci městské hromadné dopravy jsou přidány přihlašovací a odhlašovací místa. Je počítáno s tím, že preference městské hromadné dopravy by se měla týkat pouze vozidel městské hromadné dopravy, která jezdí na rameni B nebo na rameni D, tedy na hlavní komunikaci. Předpokládá se, že linka č. 80 není natolik významnou linkou, aby bylo nezbytné danou linku preferovat. Jiná linka městské hromadné dopravy na rameni A nejezdí a z ramene C nejezdí žádná linka městské hromadné dopravy. Přihlašovací místo DBB1 pro preferenci MHD se nachází ve vzdálenosti 250 m od stopčáry VB, tedy v časové vzdálenosti 20 s od stopčáry VB. Odhlašovací místo DBB2 pro preferenci MHD se nachází ve vzdálenosti 5 m od stopčáry VB. Přihlašovací místo DBD1 pro preferenci MHD se nachází ve vzdálenosti 25 m od stopčáry VD, tedy v časové vzdálenosti 2 s od stopčáry VD. Odhlašovací místo DBD2 pro preferenci MHD se nachází ve vzdálenosti 5 m od stopčáry VD.

Do výkresu je přidána přehledová kamera, která je umístěna na sloupu veřejného osvětlení mezi ramenem B a ramenem C. Tato kamera může sloužit k zjištění incidentů na křižovatce.

Na rameni D je změněno rozřazení do pruhů, kdy levý odbočovací pruh z ramene D na rameno A začíná již u svislého dopravního značení IP 19k ve vzdálenosti 50 m od stopčáry na rameni D.

Vlečné křivky

V příloze č. 6 jsou vytvořeny vlečné křivky, a to z toho důvodu, aby bylo zjištěno, zda není potřeba změnit polohu stopčar vzhledem k jízdě dráze vozidel na svoz komunálního odpadu. Druhým důvodem je rovněž skutečnost, že v návrhu je počítáno s rozšířením chodníků pro chodce, takže bylo třeba ověřit, zda vozidla pro svoz komunálního odpadu nebudou jezdit přes chodník pro chodce. Vzhledem k tomu, že vozidla veřejné hromadné dopravy jezdí především z ramene D na rameno B a z ramena B na rameno D, bylo právě vozidlo na svoz komunálního odpadu bráno jako příklad pro vlečné křivky. Vlečné křivky byly vytvořeny podle TP 171 [16] podle vzoru pro vlečné křivky č. 22. Z přílohy č. 6 je možné vidět, že vlečné křivky vycházejí, a tím pádem vozidla pro svoz komunálního odpadu nebudou mít problém skrz křižovatku projet.

Rozhledové trojúhelníky

V příloze č. 7 jsou vytvořeny rozhledové trojúhelníky. Rozhledové trojúhelníky byly vytvořeny za účelem zjištění, zda je možno ponechat svislé dopravní značení P4 – Dej přednost v jízdě, nebo jestli je toto svislé dopravní značení potřeba vyměnit za svislé dopravní značení P6 – Stůj, dej přednost v jízdě. Rozhledové trojúhelníky byly vytvořeny v souladu s ČSN 736102. [20] Jak je možné vidět v příloze č. 7, rozhledové trojúhelníky na rameni A výrazně nevycházejí, především u odbočení vpravo je z příloženého výkresu vidět, že rozhledový trojúhelník pro tento křižovatkový pohyb výrazně zasahuje do přílehlých nemovitostí. To je tedy důvod, proč na rameni A nemůže být svislé dopravní značení P4 – Dej přednost v jízdě, ale musí na rameni A být svislé dopravní značení P6 – Stůj, dej přednost v jízdě. Takže toto svislé dopravní značení je v příloze číslo 5 změněno.

Inženýrské sítě

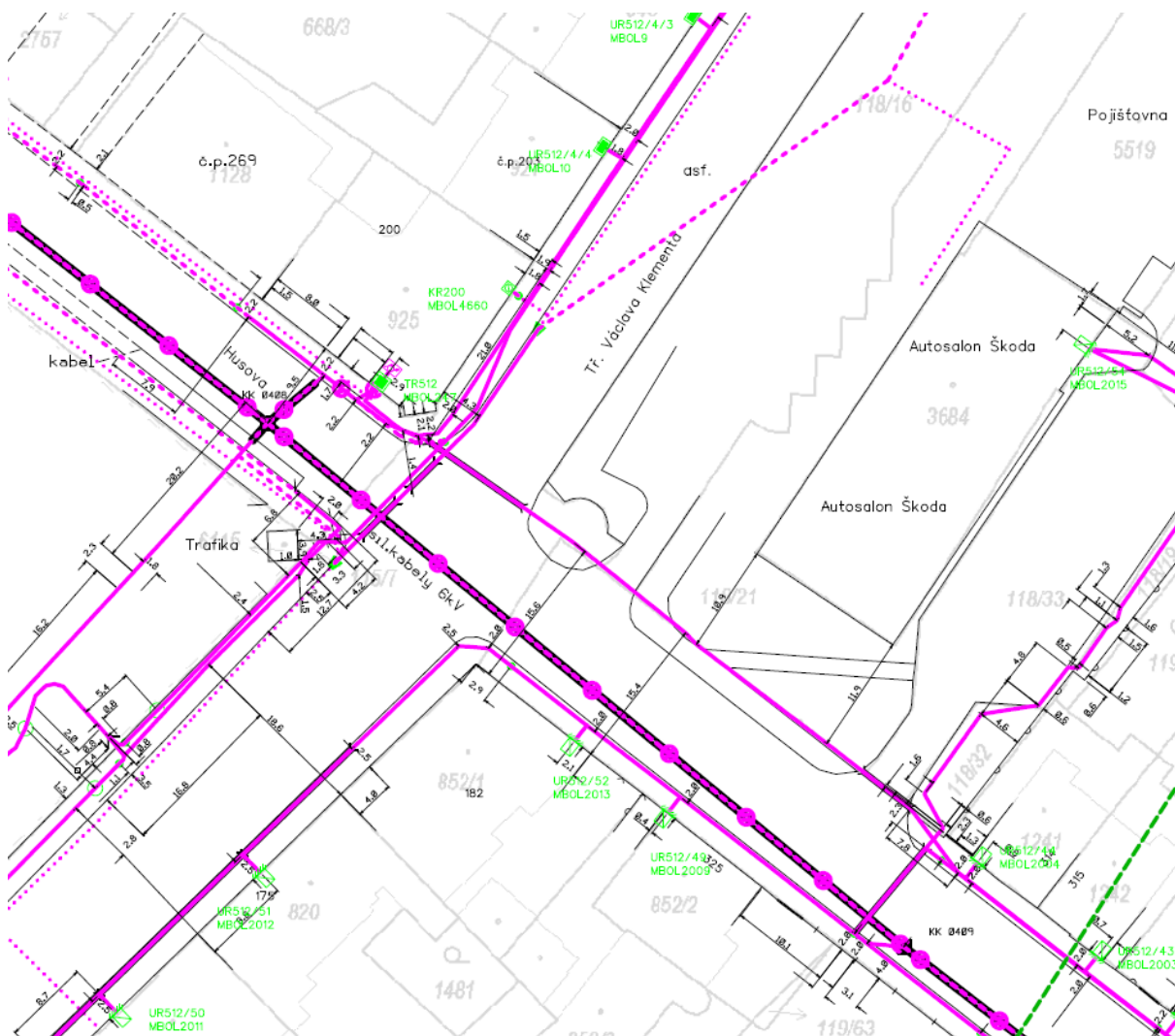
Nezbytným krokem pro vytvoření situačního výkresu bylo získání vyjádření od dotčených subjektů, zda se na území křižovatky nacházejí jejich sítě. Poloha inženýrských sítí může následně ovlivnit polohu jednotlivých sloupů světelného signalizačního zařízení. Pro získání vyjádření od dotčených subjektů byla využita webová stránka mawis.eu [17] od společnosti Hrdlička spol. s.r.o., kde je možné získat seznam dotčených subjektů v určitém území. Seznam dotčených subjektů na této křižovatce je uveden na obrázku č. 12. Tyto subjekty je možné požádat o vyjádření buď přímo přes MAWIS za poplatek, nebo přes kontaktní formulář uvedený na jejich webových stránkách či emailem. Pro tuto diplomovou práci byly jednotlivé dotčené subjekty osloveny napřímo, a to buď přes kontaktní formulář na jejich webových stránkách, který je určený k dotazu ohledně existence sítí v daném území, nebo emailem s dotazem na existenci sítí v okolí křižovatky Husova x Václava Klementa v Mladé Boleslavi.

Název subjektu
ČEZ Distribuce, a. s.
ČEZ ICT Services, a. s.
Telco Pro Services, a.s.
CETIN a.s.
České Radiokomunikace a.s.
GasNet, s.r.o. v zast. GasNet Služby, s.r.o.
New Telekom, s.r.o., zast. UNI Promotion s.r.o.
T-Mobile Czech Republic a.s.
Vodafone Czech Republic a.s.
ALFA TELECOM s.r.o.
Bohuslav Ottomanský Ing.
CEFIL s.r.o.
CENTROTHERM Mladá Boleslav, a.s.
CERBEROS s.r.o.
ČEPRO, a.s.
Českomoravská distribuce s.r.o.
FIBERNET, a.s.
Statutární město Mladá Boleslav
ŠKO-ENERGO, s.r.o.
ČD - Telematika a.s.
Ministerstvo obrany - Sekce ekonomická a majetková - OOÚZ
Povodí Labe, státní podnik
Vodovody a kanalizace Mladá Boleslav, a.s.

Obrázek 12 – MAWIS – seznam dotčených subjektů [17]

Ze všech subjektů, které webová stránka mawis.eu vyhodnotila tak, že by mohly mít v okolí křižovatky umístěné sítě, má nakonec pouze 6 subjektů umístěné sítě v okolí křižovatky. Konkrétně se jedná o subjekty: Cetin, ČEZ, FiberNet, Gasnet, VAK, VODAFONE. V následující části je možné přehledně vidět, kde a jaké sítě dotčené subjekty mají, včetně vysvětlivky k jednotlivým sítím. Sítě jsou též zakomponované v situačním výkresu v příloze č. 5.

Cetin



Obrázek 13 – síť – Cetin [23]

LEGENDA

- | | | | |
|--|--|--|--|
| | hranice zájmového území k vyjádření | | nezaměřený průběh optického kabelu, HDPE trubky nebo souběh optického a metalického kabelu |
| | NN přípojka, území s NN přípojkou CETIN | | radiové sítě, ochranné pásma radiové sítě |
| | zaměřený průběh metalického kabelu | | nadzemní síť |
| | zaměřený průběh optického kabelu, HDPE trubky nebo souběh optického a metalického kabelu | | neprovozované sítě |
| | nezaměřený průběh metalického kabelu | | podzemní síť cizí |
| | nadzemní síť cizí | | sítě s NN |
| | | | kolector, kabelovod |

Obrázek 14 – Legenda Cetin [23]

Z obrázku č. 13 je tedy patrné, že v okolí křižovatky Husova x Václava Klementa se od firmy Cetin nacházejí metalický a optický kabel.

ČEZ



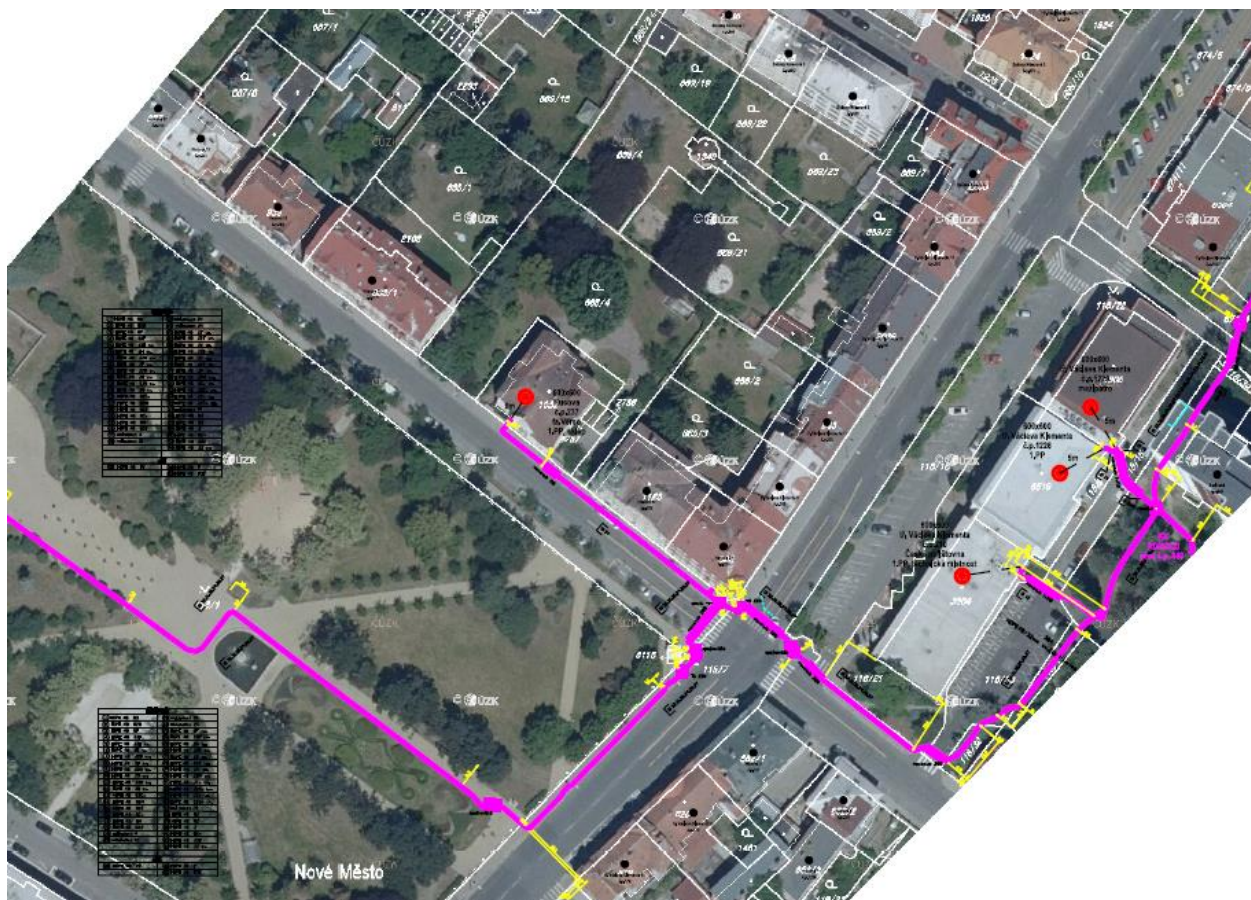
Obrázek 15 – síť – ČEZ [24]

LEGENDA	
	Podzemní vedení NN do 1 kV
	Nadzemní vedení NN do 1 kV
	Podzemní vedení VN do 35 kV
	Nadzemní vedení VN do 35 kV
	Podzemní vedení VVN 110 kV
	Nadzemní vedení VVN 110 kV
	NN přívod odběratele
	Zařízení technické infrastruktury
	Cizí energetické vedení
	Zájmové území
	Stanice do 52 kV - stožárová
	Stanice do 52 kV - zděná
	Transformovna (nad 52 kV)
	Probíhající investice ČEZ Distribuce
	Stanice ČEZ Distribuce ve výstavbě
	Zařízení ČEZ Distribuce ve výstavbě
	Hranice katastrálního území
	Nadzemní síť pro elektronickou komunikaci
	Podzemní síť pro elektronickou komunikaci
	HDPE trubka
<i>Souběhy sítí pro elektronickou komunikaci s energetickými sítěmi:</i>	
	Souběh s podzemním vedením NN do 1 kV
	Souběh s nadzemním vedením NN do 1 kV
	Souběh s podzemním vedením VN do 35 kV
	Souběh s nadzemním vedením VN do 35 kV
	Souběh s podzemním vedením VVN 110 kV
	Souběh s nadzemním vedením VVN 110 kV

Obrázek 16 – Legenda ČEZ [24]

Toto vyjádření o existenci sítě v daném území přišlo konkrétně od subjektu ČEZ distribuce. Jak je patrné z obrázku č. 15, v okolí křižovatky Husova x Václava Klementa se nachází podzemní vedení nízkého napětí do 1 kV.

FiberNet



Obrázek 17 – Sítě – FiberNet [25]

Na obrázku č. 17 je možné vidět, že v okolí křižovatky Husova x Václava Klementa se nachází síť ve správě společnosti FiberNet, konkrétně se jedná o optickou síť této společnosti.

Gasnet



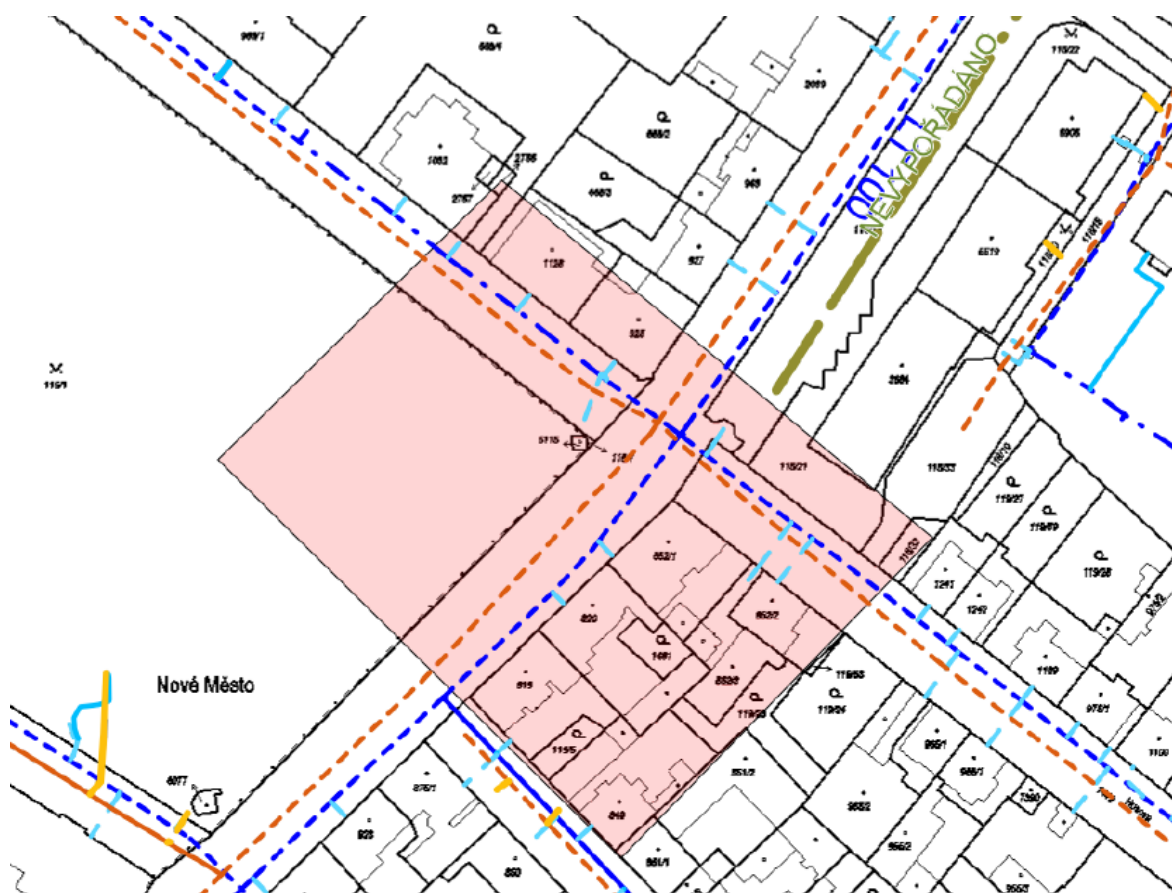
Obrázek 18 – Sítě – Gasnet [26]

	linie		ochranné zařízení		neplynovodní zařízení (linie/bod)
	NTL/ STL/ VTL/		kabel protikorozní ochrany		
	VVTL		kabel		anodové uzemnění
	plynovodu		elektropřípojka		stanice katodové ochrany
	nefunkční		regulační stanice		pásmo vlivu anodového uzemnění SKAO
	plánovaná stavba před realizací				
	výstavba				

Obrázek 19 – Legenda Gasnet [26]

Z obrázku č. 18 je patrné, že v okolí křižovatky Husova x Václava Klementa se od firmy Gasnet nachází vedení NTL – nízkotlaký plynovod. Ve vzdálenějším okolí křižovatky se též nachází linie středotlakého plynovodu (STL), ale ten již není potřeba do návrhu polohy stožárů pro světelné signalizační zařízení brát v úvahu.

VAK – Vodovody a kanalizace Mladá Boleslav



Obrázek 20 – Síť – VAK [27]

Vodárenská zařízení a objekty:

stylizace linií dle zaměření			popis (funkce)	vlastnický vztah
před záhozem	po záhozu	nezaměřeno		
<u>PE 63</u>	<u>OC 600</u>	<u>LT 150</u>	vodovodní potrubí (řad, přivaděč)	vlastníme nebo provozujeme
			vodovodní potrubí (přípojka)	provozujeme nebo vlastníme
<u>LT100</u>		<u>LT100</u>	vodovodní potrubí (řad, přípojka)	provozujeme
			vodovodní potrubí (řad, přípojka)	neprovozujeme
		<u>NM 0</u>	potrubí užitkové vody (řad)	neprovozujeme
<u>OC 80</u>	<u>ET 100</u>	<u>LT 150</u>	vodovodní potrubí ZRUŠENO (řad, přípojka)	neprovozujeme

Obrázek 21 – Legenda VAK – vodovod [27]

Kanalizační zařízení a objekty:

stylizace linií dle zaměření			popis (funkce)	vlastnický vztah
před záhozem	po záhozu	nezaměřeno		
KA 300	BE 250	NM 0	kanalizační potrubí (stoka, výtlak)	vlastníme nebo provozujeme
			kanalizační potrubí (přípojka gravitační, tlaková)	provozujeme nebo vlastníme
			kanalizační potrubí (stoka, výtlak, přípojka)	provozujeme
		BE 500	kanalizační potrubí (dešťová voda)	neprovozujeme
			kanalizační potrubí (stoka, výtlak, přípojka)	neprovozujeme
KA 250	ZB 600	BE 300	kanalizační potrubí ZRUŠENO (stoka, výtlak, přípojka)	neprovozujeme

Obrázek 22 – Legenda VAK – kanalizace [27]

Na obrázku č. 20 je možné vidět, že v okolí křižovatky Husova x Václava Klementa se nachází síť ve správě společnosti Vodovody a kanalizace Mladá Boleslav, konkrétně se jedná o vodovod a kanalizaci. Oranžová plocha na obrázku č. 20 znázorňuje oblast, o kterou bylo při žádosti zažádáno.

Vodafone



Obrázek 23 – Síť – VODAFONE [28]

Na obrázku č. 23 je patrné, kde se v okolí křižovatky Husova x Václava Klementa nacházejí sítě od společnosti VODAFONE. V okolí této křižovatky se nachází vedení veřejné komunikační sítě.

Závěr

Průběh jednotlivých inženýrských sítí je nezbytné brát v úvahu při návrhu polohy stožárů SSZ v situačním výkresu. V této práci byl brán zřetel na průběh inženýrských sítí od firem: Cetin, ČEZ, FiberNet, Gasnet, VAK, VODAFONE. Ostatní společnosti, které byly osloveny ohledně existence sítí, nemají žádné svoje sítě v okolí křižovatky Husova x Václava Klementa v Mladé Boleslavi. Polohy stožárů SSZ byly určeny na základě průběhu jednotlivých inženýrských sítí.

Preference MHD

Poslední část této kapitoly je zaměřena na preferenci městské hromadné dopravy. Při realizaci této diplomové práce bylo zvažováno, zdali je vhodné navrhnout preferenci MHD. Na první pohled by se z naměřených intenzit dopravy mohlo jevit, že preference MHD by na křižovatce byla vhodná, zvláště když veřejná hromadná doprava tvoří až 10 % všech vozidel, ovšem algoritmus pro preferenci MHD není součástí této diplomové práce, neboť v současné době není vhodné navrhnout preferenci MHD v Mladé Boleslavi, a to hned z několika důvodů.

1. Nevyužívané linky MHD

Ze zkušeností je známo, že linky MHD v Mladé Boleslavi nejsou využívány. Obsazenost jednotlivých vozů městské hromadné dopravy se odhadem pohybuje pod 50 % a není výjimkou, že v lince městské hromadné dopravy jedou pouze jednotky cestujících.

Tento fakt byl ověřen i během kontrolního měření, kdy projíždělo skrz křižovatku Husova x Václava Klementa značné množství vozidel MHD, nicméně vozidla jezdila veskrze bez cestujících.

2. Pomalý nástup do vozidel MHD

Nástup do všech vozidel městské hromadné dopravy probíhá pouze přes první dveře, tedy dveře u řidiče. Tento proces, kdy každý cestující musí projít přes 1 dveře, ověřit svoji jízdenku pomocí bezkontaktní čipové karty či si koupit papírový jízdní doklad přímo u řidiče, zdržuje provoz jednotlivých vozů MHD. Stává se, že při větším počtu cestujících, kteří chtějí do vozidla MHD nastoupit na jedné zastávce, tak nástup trvá i několik minut. Toto zdržení může mít za následek to, že někteří obyvatelé města Mladá Boleslav, kteří by za jiných okolností využili linky MHD, raději tyto linky nevyužijí a vydají se na svoji cestu pěšky.

3. Neefektivní trasy linek MHD

Některé trasy linek jsou vedeny tak, že obyvatel města Mladá Boleslav urazí trasu rychleji pěšky než pomocí městské hromadné dopravy.

Tento trend naštěstí začíná ustávat s tím, jak město Mladá Boleslav mění trasy jednotlivých linek a zároveň přidává nové linky. V poslední době to byly linky RA a RB. Linky RA a RB byly přidány na žádost občanů města a trasy těchto linek by s nimi měly být konzultovány tak, aby dané linky měly smysl a byly využívány. [4]

4. Závod Škoda auto není součástí trasy žádné z linek MHD

Dalším problémem městské hromadné dopravy v Mladé Boleslavi je to, že žádná linka MHD nezajíždí do závodu Škoda auto, tedy že zaměstnanci firmy Škoda auto nemohou využívat linek městské hromadné dopravy pro dopravení do práce.

Tento bod se již město Mladá Boleslav snažilo vyřešit rozšířením některé linky MHD tak, aby jejich trasa vedla přes závod Škoda auto. Tento nápad se však neseťkal s úspěchem, a to zejména ze strany společnosti Škoda auto. Důvodem byly především obavy z možné krádeže materiálů skrz vozy MHD a rovněž bylo poukazováno na obtížnost selekce cestujících, kteří mohou vstoupit do areálu firmy Škoda auto a kteří nesmějí.

Dokud se nevyřeší především tento bod, tak preference MHD v Mladé Boleslavi nebude prospěšná pro dopravu ve městě.

5. Na žádné jiné křižovatce není preference MHD

Posledním důvodem, proč součástí této diplomové práce nebude algoritmus pro preferenci MHD, je skutečnost, že na žádné křižovatce v Mladé Boleslavi není v současné době zřízena preference MHD.

Ve chvíli, kdy by se v Mladé Boleslavi měla zřídit preference MHD, bylo by vhodné, aby všechny křižovatky na třídě Václava Klementa byly osazeny technologií pro preferenci MHD.

I přes všechny uvedené nedostatky, je ve výkresu navrženo, jak by mohlo vypadat rozmístění jednotlivých prvků pro preferenci MHD na křižovatce Husova x Václava Klementa. Způsob preference MHD byl zvolen pomocí metody V2X.

Z toho důvodu byla přidána do situačního výkresu jednotka RSU, která je umístěna na sloupu na rameni D, tedy na sloupu č. 7. Tento sloup byl vybrán z toho důvodu, že jednotka bude mít rozhled jak na zastávku veřejné hromadné dopravy, která se nachází na rameni D, tak na rameno B do dostatečné vzdálenosti tak, aby bylo možné vozidla veřejné hromadné dopravy přijíždějící z ramene B preferovat.

Pro budoucí preferenci městské hromadné dopravy jsou přidány přihlašovací a odhlašovací místa. Je počítáno s tím, že preference městské hromadné dopravy by se měla týkat pouze vozidel městské hromadné dopravy, která jezdí na rameni B nebo na rameni D, tedy na hlavní komunikaci. Předpokládá se, že linka č. 80 není natolik významnou linkou, aby bylo nezbytné danou linku preferovat. Jiná linka městské hromadné dopravy na rameni A nejezdí a z ramene C nejezdí žádná linka městské hromadné dopravy. Přihlašovací místo DBB1 pro preferenci MHD se nachází ve vzdálenosti 250 m od stopčáry VB, tedy v časové vzdálenosti 20 s od stopčáry VB. Odhlašovací místo DBB2 pro preferenci MHD se nachází ve vzdálenosti 5 m od stopčáry VB. Přihlašovací místo DBD1 pro preferenci MHD se nachází ve vzdálenosti 25 m od stopčáry VD, tedy v časové vzdálenosti 2 s od stopčáry VD. Odhlašovací místo DBD2 pro preferenci MHD se nachází ve vzdálenosti 5 m od stopčáry VD.

4. Využití softwaru LISA+ pro návrh a vyhodnocení řízení křižovatky

V první části této kapitoly je popsán postup práce v softwaru LISA+, jež byla vykonána, aby bylo možné přejít k logice řízení. Druhá část kapitoly se zabývá kapacitním posouzením světelně řízené křižovatky, a to jak ranní, tak odpolední špičky, stejně jako klidovou částí. Třetí část této kapitoly se věnuje návrhu logiky řízení.

Na začátek je nezbytné zmínit, že postup práce v softwaru LISA+ není striktní, tzn. že představený postup samozřejmě není jediným možným postupem práce. Pro návrh křižovatky byla využita verze 7.2 softwaru LISA+, a to s českým překladem programu. Tento překlad není dokonalý, takže některé názvy či termíny jsou zde uvedeny v angličtině, v souladu s českou verzí programu LISA+.

Celý postup práce popsáný v této kapitole byl proveden za pomoci manuálu pro software LISA+. [18]

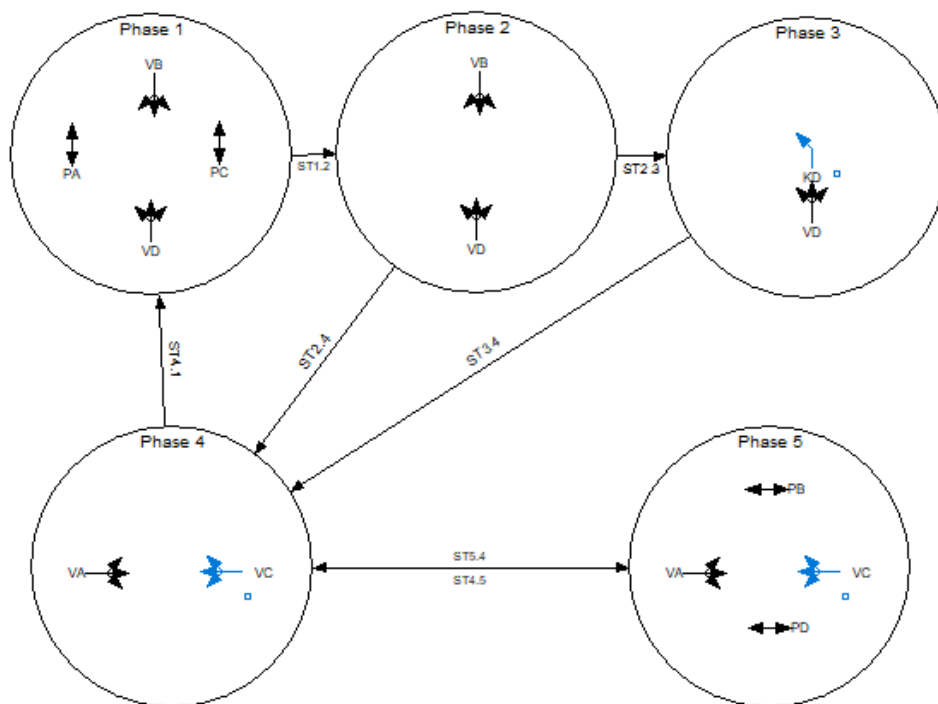
Pro značení jednotlivých návěstidel je potřeba zmínit, že v softwaru LISA+ jsou opakovací návěstidla označena jako i místo $'$. Tedy VA' ve výkresu je VA_i v softwaru LISA+.

4.1. Nastavení parametrů v softwaru LISA+

Pro větší přehlednost samotné práce je nastavení jednotlivých parametrů popsáno v příloze č. 8. V dané příloze je tedy možné nalézt nastavení základních dat, signálních skupin, detektorů, zařízení, rozepsané jednotlivé fáze, nastavení konfliktů a fázové přechody.

Tato kapitola je zaměřena pouze na sled fází, tabulku mezičasů a signální plány.

Sled fází



Obrázek 24 – LISA+ – schéma fází [zdroj vlastní]

Mezičasy

V této části práce byl využit kromě programu LISA+ také program od společnosti EDIP, konkrétně program EDIP-el. Online program EDIP-el slouží pro práci při vypracování kapacitních posudků na světelně řízené křižovatce. EDIP-el pracuje podle TP 188 a zároveň v souladu s normou ČSN 73 6102. [9]

Pro tuto práci byl program EDIP-el ale použit pouze pro vytvoření návrhu tabulky mezičasů s tím, že mezičasy pro vyklizovací šipku byly spočítány manuálně v situačním výkresu v programu AutoCad. Výsledky výpočtů byly následně umístěny do tabulky mezičasů v programu LISA+, která se nachází na obrázku č. 25.

		najíždění								
		VA	VB	VC	VD	KD	PA	PB	PC	PD
vyklizení	VA	■	3	-	5	5	4	-	6	-
	VB	4	■	5	-	5	-	4	-	6
	VC	-	4	■	4	5	6	-	4	-
	VD	3	-	5	■	-	-	5	-	4
	KD	4	4	3	-	■	5	-	-	4
	PA	6	-	3	-	4	■	-	-	-
	PB	-	6	-	4	-	-	■	-	-
	PC	4	-	6	-	-	-	-	■	-
	PD	-	6	-	8	8	-	-	-	■

Obrázek 25 – LISA+ – mezičasy [zdroj vlastní]

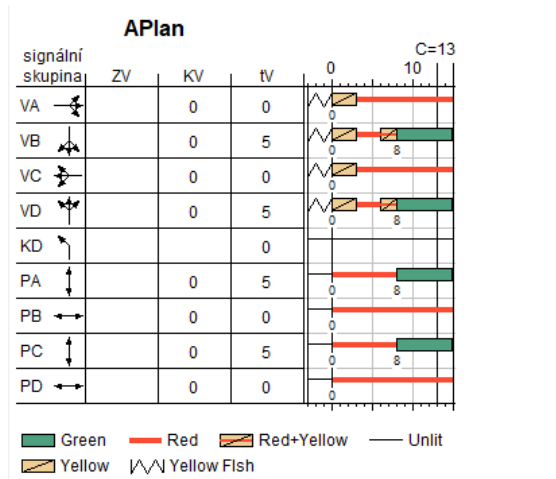
Signální plány

Pro řešení křižovatky Husova x Václava Klementa v Mladé Boleslavi byly vytvořeny 2 signální plány, a to pevný signální plán (P10) a izolovaný signální plán (P1). Dále byly vytvořeny 2 další signální plány, které ukazují minimální a maximální délku volna při dynamickém řízení.

Jak pevný signální plán, tak izolovaný signální plán potřebují pro svoji správnou funkci zapínací program a vypínací program.

Zapínací program

Zapínací program je takový signální plán, který udává, co bude na světelném signalizačním zařízení svítit při přepnutí ze stavu blikavé žluté či z vypnutí světelného signalizačního zařízení do aktivního stavu. Pro tento aktivační plán se používá fáze 1 s tím, že pro fázový přechod se používá nejdelší možný mezičas.



Obrázek 26 – LISA+ – zapínací program [zdroj vlastní]

Vypínací program

Jedná se o takový signální plán, který udává stav, než světelné signalizační zařízení přejde do režimu blikavé žluté či bude vypnuto. V tomto signálním plánu se definují všechny signální skupiny jako zapnuty s tím, že řadič pozná, která signální skupina byla naposledy zapnuta, a z té následně vypne světelné signalizační zařízení či přejde do režimu blikavé žluté. Toto nastavení se používá i z toho důvodu, aby bylo možné přejít do režimu blikavé žluté či vypnout světelné signalizační zařízení z jakékoli fáze.



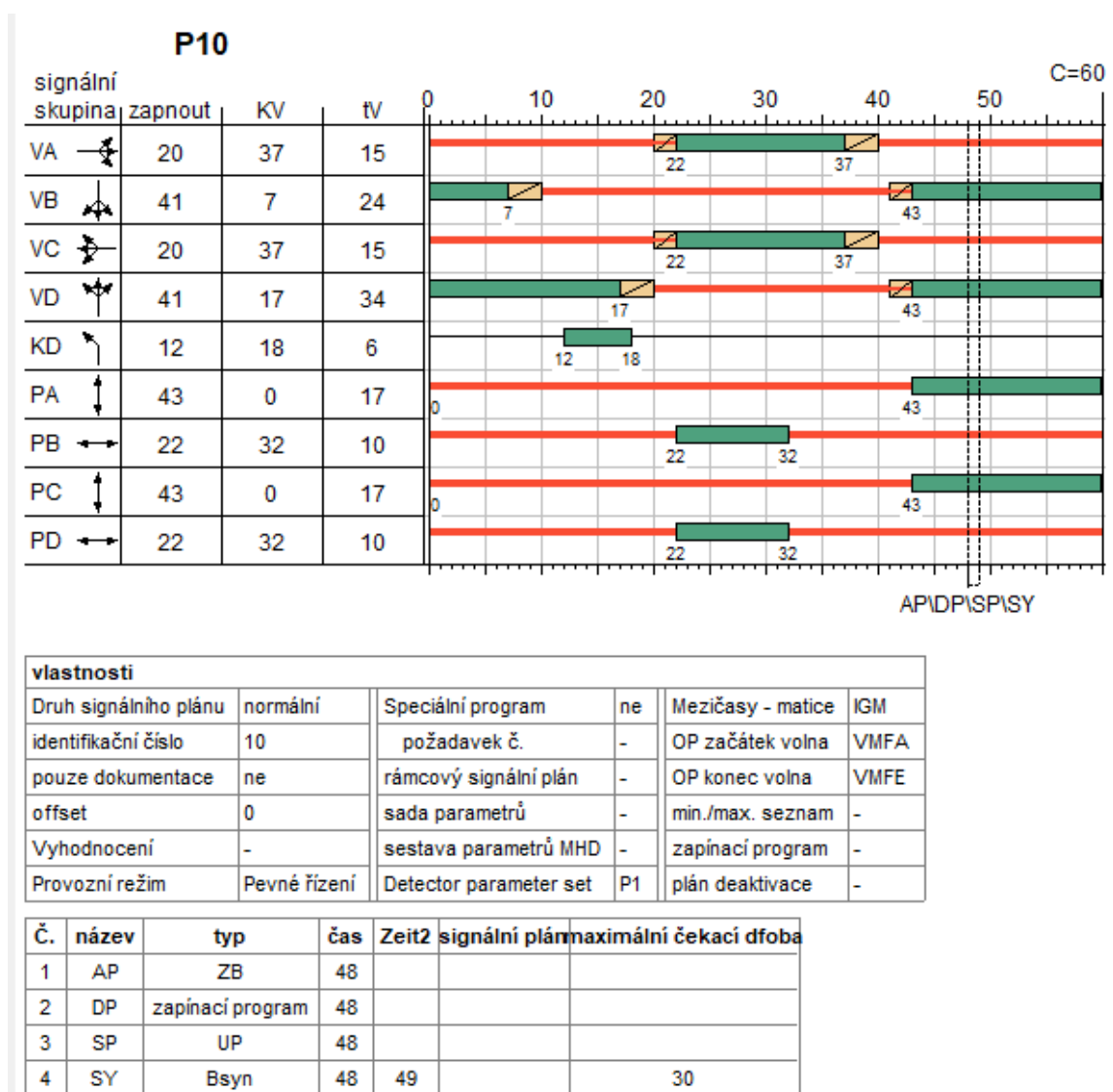
Obrázek 27 – LISA+ – vypínací program [zdroj vlastní]

Pevný signální plán

Tento plán byl vytvořen jako záložní plán pro případ nefunkčnosti dynamického řízení a také jako podklad pro kapacitní výpočet. Délky jednotlivých signálů volno byly optimalizovány na základě kapacitního výpočtu.

Software LISA+ má tu výhodu, že vytvoří pevný signální plán automaticky na základě zvolených fázových přechodů a na základě určení délky cyklu. Pro tento případ byla zvolena následující posloupnost fázových přechodů: F1.2 -> F2.3 -> F3.4 -> F4.5 -> F5.4 -> F4.1. Délka pevného signální plánu byla zvolena na 60 s. Tato délka vychází z vlastní bakalářské práce [1], kde byla tato hodnota vypočítána pomocí metody spotřeby času. Délka signálů volno pro chodecké signální skupiny byla zvolena na 10 s.

Pro případ využití pevného signálního plánu v logice řízení je potřeba nastavit aktivační a deaktivaci plán.

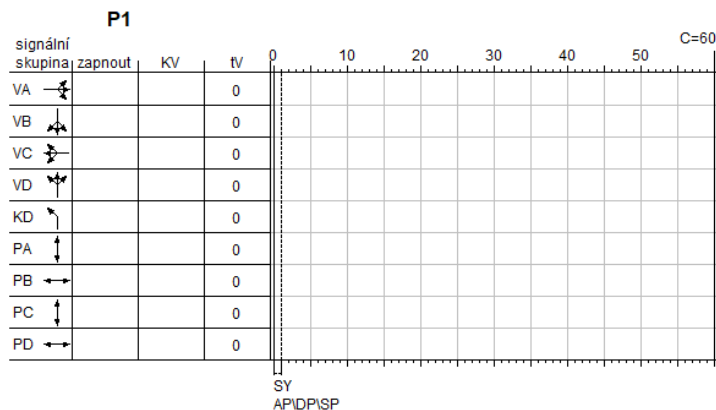


Obrázek 28 – LISA+ – pevný signální plán [zdroj vlastní]

Přepínací body pro signální plán byly nastaveny na 48. sekundu cyklu. Tedy 5 sekund po začátku fáze F1.

Izolovaný signální plán

Izolovaný signální plán, nebo-li signální plán P1, slouží pro dynamické řízení. Délka daného signálního plánu se nastavuje na stejnou délku, jako je pevný signální plán. Je potřeba nastavit aktivační plán, deaktivaci plán a také sadu parametrů. Sada parametrů se definuje v logice řízení a do izolovaného signálního plánu se dává pouze odkaz na danou sadu parametrů.



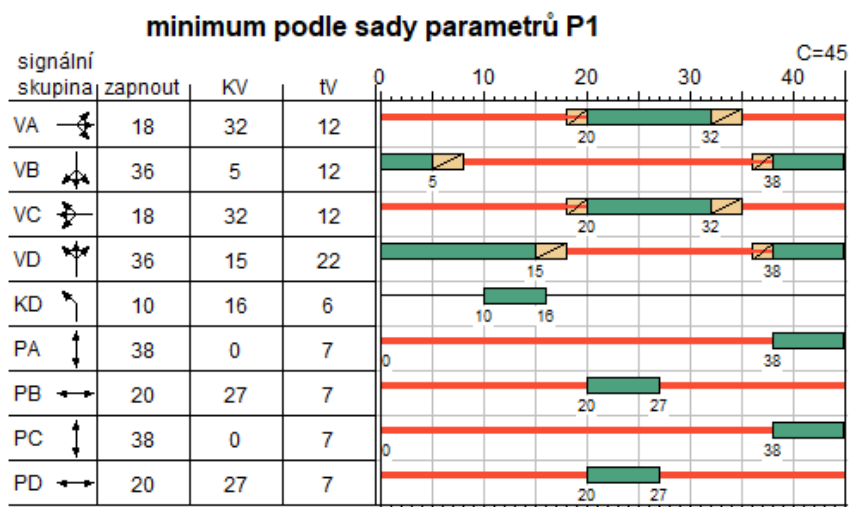
vlastnosti					
Druh signálního plánu	normální	Speciální program	ne	Mezičasy - matice	IGM
identifikační číslo	1	požadavek č.	-	OP začátek volna	-
pouze dokumentace	ne	rámcový signální plán	-	OP konec volna	-
offset	0	sada parametrů	Set_1	min./max. seznam	-
Vyhodnocení	-	sestava parametrů MHD	-	zapínací program	APlan
Provozní režim	VA	Detector parameter set	P1	plán deaktivace	DPlan

Obrázek 29 – LISA+ – izolovaný signální plán [zdroj vlastní]

Přepínací body byly nastaveny na 1 s. Tedy ze signálního plánu P1 je možné přepnutí do jiného signálního plánu vždy ve fázi F1. Přepínací body též slouží pro zapínání a vypínání SSZ.

Minimální dynamický signální plán

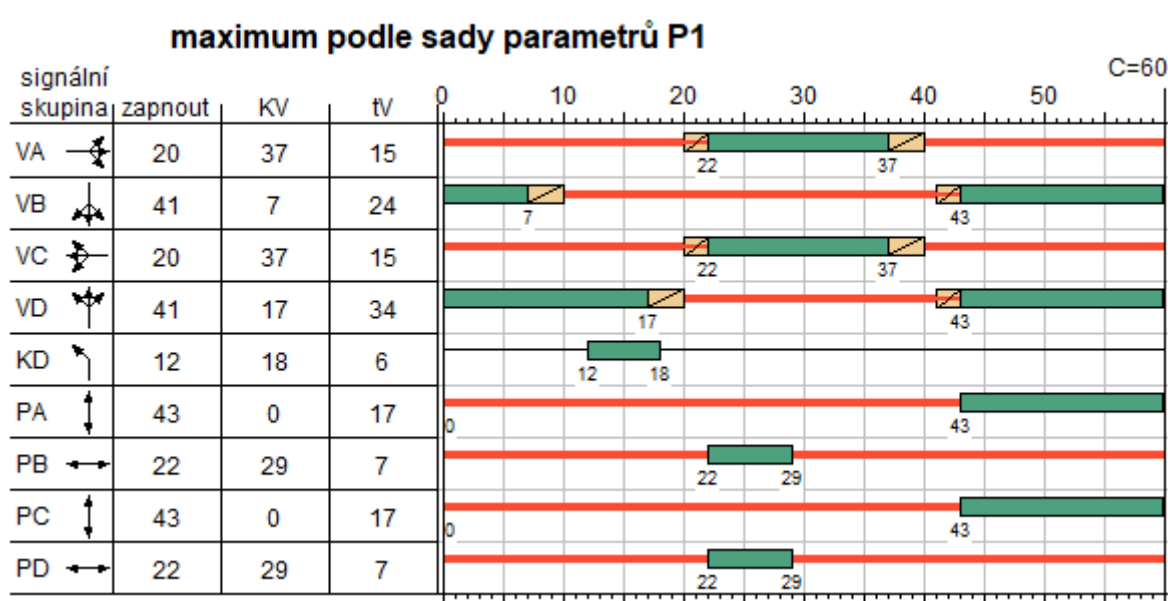
Tento signální plán je vytvořený tak, že délky signálů volno jsou kombinací minimálních dob signálů volno z fázových přechodů a k nim je přičtena hodnota pro minimální prodloužení jednotlivých fází z tabulky parametrů v kapitole 4.3



Obrázek 30 – LISA+ – minimální dynamický signální plán

Maximální dynamický signální plán

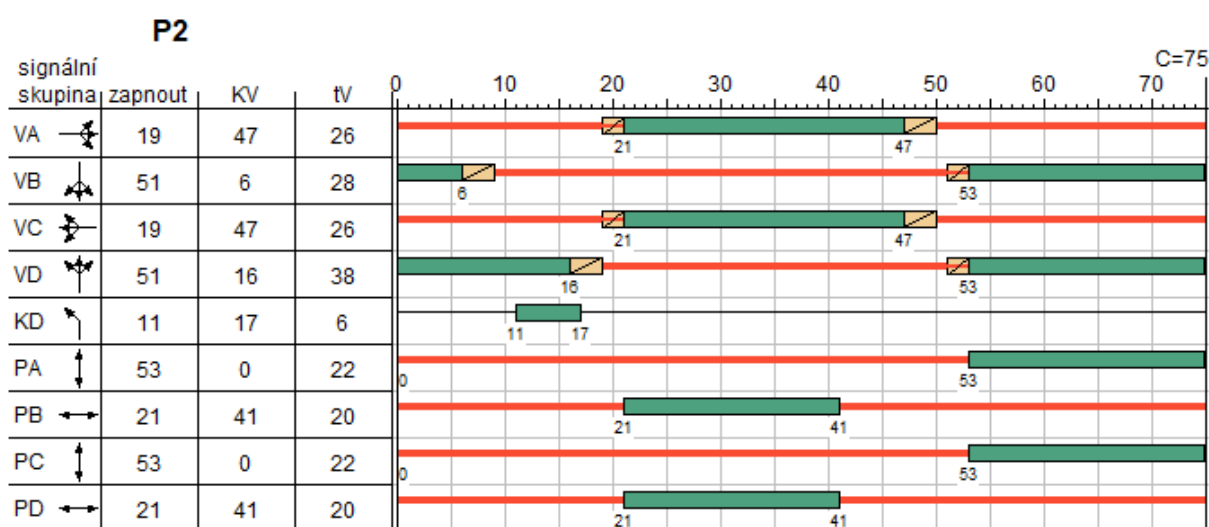
Tento signální plán je vytvořen tím způsobem, že délky signálů volno jsou kombinací minimálních dob signálů volno z fázových přechodů a k nim je přičtena hodnota pro maximální prodlužování jednotlivých fází z tabulky parametrů v kapitole 4.3.



Obrázek 31 – LISA+ – maximální dynamický signální plán

Dynamický signální plán pro přecházení chodců

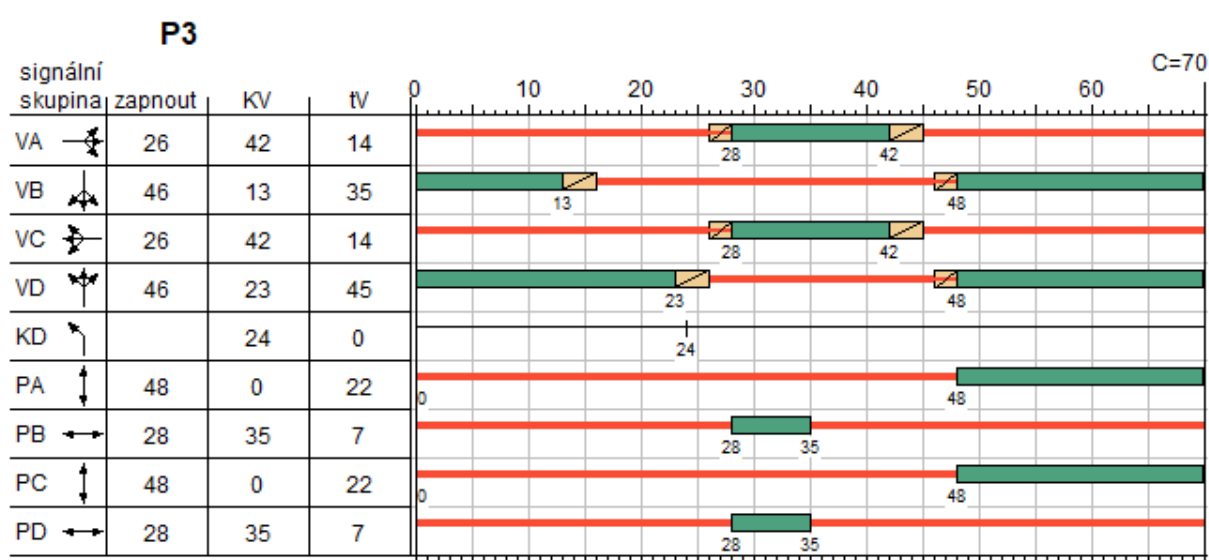
Následující obrázek představuje dynamický plán podle parametrů P2, který by mohl být použitý pro situace, kdy je vyšší intenzita chodců na přechodu pro chodce, tedy v časovém úseku 7:00–8:00 a 13:00–15:00. Tento plán je navržen pouze jako příklad toho, jak by dynamické řízení mohlo vypadat v případě, že by se zjistilo, že řízení podle sady parametrů P1 je pro tyto časy nevyhovující. Pokud by se zjistilo, že je toto nastavení parametrů potřeba, tak by se vytvořil izolovaný signální plán P2, ke kterému by byly přiřazeny parametry P2.



Obrázek 32 – LISA+ – dynamický signální plán pro přecházení chodců

Dynamický signální plán pro preferenci MHD

Následující obrázek představuje dynamický plán podle parametrů P3, který by mohl být použit pro případnou preferenci MHD. Tento plán je navržen pouze jako příklad, jak by mohl vypadat signální plán při preferenci MHD. Pokud by se zjistilo, že je toto nastavení parametrů potřeba, tak by se vytvořil izolovaný signální plán P3, ke kterému by byly přiřazeny parametry P3.



Obrázek 33 – LISA+ – dynamický signální plán pro preferenci MHD

4.2. Kapacitní posouzení světelně řízené křižovatky

Kapacitní posouzení světelně řízené křižovatky bylo vytvořeno podle TP 188 – „posuzování kapacity křižovatek a úseků pozemních komunikací“. [14]

Vzhledem ke skutečnosti, že postup kapacitního výpočtu je detailně rozebrán v bakalářské práci [1], jsou zde přiloženy pouze výsledky kapacitního posouzení světelně řízené křižovatky podle nových intenzit dopravního proudu a jejich vyhodnocení. Při výpočtu byl brán zřetel i na nový poloměr odbočení kvůli změně polohy stopčar, na novou tabulku mezičasů a na signální skupinu KD. Nicméně princip postupu se nijak nezměnil od bakalářské práce. [1] Výsledky výpočtů jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Ranní špička

Posouzení kapacity vjezdů										
peprsek	název komunikace	vjezd (signální skupina)	intenzita [voz/h]	saturovaný tok [pvoz/h]	zelená [s]	Rez [%]	L _r [m]	t _w [s]	UKD [-]	t _w < t _{w,lim} REZ>0
1	Husova – u sokolovny	VA	221	1860	15	52	17	21	B	ANO
2	Václava Klementa – u nemocnice	VB	465	1900	24	39	28	16	A	ANO
3	Husova – u domu kultury	VC	187	1840	15	59	14	19	A	ANO
4	Václava Klementa – u parku Výstaviště	VD ^>	465	2000	34	59	20	7	A	ANO
		VD < + KD	72	2000	34	88	5	6	A	

Tabulka 5 – kapacitní posouzení – ranní špička [zdroj vlastní]

Klidová část

Posouzení kapacity vjezdů											
paprsek	název komunikace	vjezd (signální skupina)	intenzita [voz/h]	saturovaný tok [pvoz/h]	zelená [s]	Rez [%]	L _r [m]	t _w [s]	UKD [-]		t _w < t _{w,lim} REZ>0
1	Husova – u sokolovny	VA	126	1740	15	71	9	18	A		ANO
2	Václava Klementa – u nemocnice	VB	337	1900	24	56	20	13	A		ANO
3	Husova – u domu kultury	VC	102	1800	15	77	8	17	A		ANO
4	Václava Klementa – u parku Výstaviště	VD ^>	334	2000	34	71	14	7	A		ANO
		VD < + KD	57	2000	34	92	5	6	A		

Tabulka 6 – kapacitní posouzení – klidová část [zdroj vlastní]

Odpolední špička

Posouzení kapacity vjezdů											
paprsek	název komunikace	vjezd (signální skupina)	intenzita [voz/h]	saturovaný tok [pvoz/h]	zelená [s]	Rez [%]	L _r [m]	t _w [s]	UKD [-]		t _w < t _{w,lim} REZ>0
1	Husova – u sokolovny	VA	215	1780	15	52	16	21	B		ANO
2	Václava Klementa – u nemocnice	VB	559	1900	24	26	40	20	A		ANO
3	Husova – u domu kultury	VC	131	1920	15	73	10	18	A		ANO
4	Václava Klementa – u parku Výstaviště	VD ^>	458	2000	34	60	20	8	A		ANO
		VD < + KD	120	2000	34	79	5	7	A		

Tabulka 7 – kapacitní posouzení – odpolední špička [zdroj vlastní]

Vyhodnocení

Střední doba zdržení vyšla maximálně na 21 s, ostatní střední doby zdržení byly nižší. Úroveň kvality dopravy pro všechny vjezdy je tedy ohodnocena označením A nebo označením B. Nejmenší rezerva je při odpolední špičce na vjezdu VB, a to 26 %. V porovnání s BP [1] je možné si povšimnout, že v některých případech se zhoršila rezerva a úroveň kvality dopravy. To je způsobeno nárůstem intenzit dopravy v jednotlivých dobách a také tím, že do návrhu byla přidána vyklizovací šipka KD, díky čemuž musela být zkrácena doba signálu volno pro ostatní směry, především pro směr VB. I přes toto zkrácení je rezerva 26 a více procent dostatečná a ohodnocení úrovně kvality dopravy písmenem B a lepší je dostatečné, když požadované označení úrovně kvality dopravy je označení E.

4.3. Návrh logiky řízení

Na začátku této podkapitoly je potřeba zmínit, že při návrhu logiky řízení lze postupovat různými způsoby. Způsob, který byl zvolen pro tuto práci, není jedinou správnou cestou.

Pro logiku řízení je v programu LISA+ připravena samostatná záložka (logika), ve které se veškerá logika řízení navrhuje.

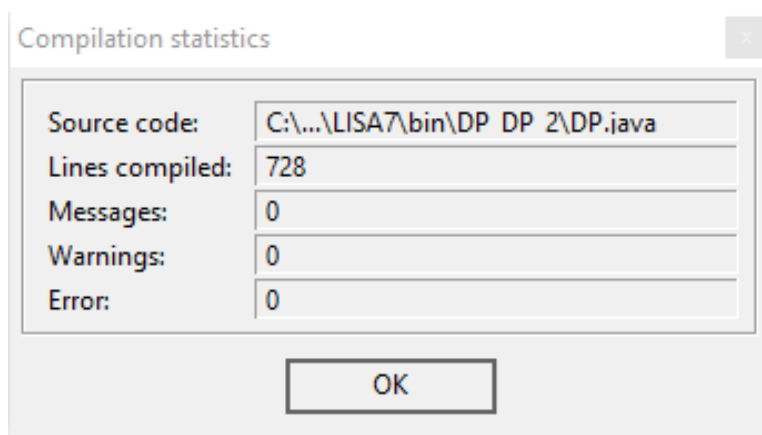
Logika řízení obsahuje několik částí: prelogiku, hlavní logiku a postlogiku. V tomto případě byla k prelogice přidána samostatná část, která se týká logických podmínek. Kromě toho byla vytvořena ještě speciální uživatelská funkce.

Veškeré parametry, proměnné a konstanty jsou automaticky ukládány do 2 tabulek, a to do tabulky sada parametrů (Set_1) a do tabulky proměnné a konstanty. Do tabulky sada parametrů se ukládají veškeré parametry, které jsou v logice řízení zapsány jako data.parametr. Do tabulky proměnné a konstanty se ukládají ostatní globální parametry. S lokálními parametry nebylo v této logice řízení pracováno.

Pro vytváření logiky řízení byla zvolena knihovna LISA OML 2.2.

Syntaxe programu LISA+ je taková, že pokud je podmínka splněna, tak algoritmus pokračuje na další krok doprava, pokud podmínka není splněna, tak algoritmus pokračuje směrem dolů.

Po naprogramování řízení logiky je potřeba nechat provést kontrolu jednotlivých příkazů pomocí kompilace (CTRL + F9), kde program LISA+ zkontroluje celou logiku řízení a vyhodnotí, kde se v logice řízení nacházejí chyby – error, upozorní pomocí varování na možné problémy, které by mohly vzniknout a pomocí zpráv upozorní na to, jestli nejsou zadány parametry, podmínky nebo konstanty, se kterými není pracováno. Po odstranění všech chyb je dosaženo takového výsledku, kdy program LISA+ neupozorňuje na žádnou chybu.



Obrázek 34 – LISA+ – kompilace [zdroj vlastní]

V následující tabulce se nachází veškeré příkazy, které budou použity pro návrh logiky řízení:

název příkazu	význam
DetOccDru	Načti dobu obsazení detektoru.
DetDem	Je požadavek na detektoru?
DetOcc	Je detektor obsazen?
DetTg	Načti aktuální časovou mezeru na detektoru.
StActive	Je fáze aktivní?
StDur	Načti aktuální trvání fáze.
BcTxSet	Nastav nulovou sekundu cyklu.
STrSet	Start fázového přechodu.
SgrColor	Načti aktuální barevnou indikaci signální skupiny.
SgrRest	Načti aktuální dobu stůj signální skupiny.
SgrIni	Nastav nahození.
SgrIGT	Načti mezičas.
SgrGreen	Načti aktuální dobu volna.
DetDemSet	Nastav nebo vymaž požadavek.
BcSTP	Načti aktuální signální program.

Obrázek 35 – LISA+ – příkazy [zdroj vlastní]

Sada parametrů

Do následující tabulky jsou uloženy veškeré parametry, které jsou v logice řízení označené jako data.parametr.

číslo	název	P1	P2	P3
1	N1N	2	2	2
2	N1X	12	17	17
3	N2N	0	0	0
4	N2X	19	23	30
5	N3X	5	5	5
6	N4N	5	5	5
7	N4X	15	26	14
8	N5X	2	15	2
9	NCDKD	10	10	10
10	NKD	5	5	5

Tabulka 8 – sada parametrů [zdroj vlastní]

Dále v práci bude pracováno s parametry P1, parametry P2 a P3 jsou navrženy pro případ, kdyby parametry P1 byly pro řízení křižovatky nedostatečné.

N1N – minimální délka fáze F1. Hodnota tohoto parametru byla vypočítána jako délka přechod/1,4 (rychlost chodců). Od tohoto čísla bylo odečteno 5 s, což je minimální délka signálu volno.

N1X – maximální délka fáze F1. Hodnota tohoto parametru byla vzata z pevného signálního plánu. Od tohoto čísla bylo odečteno 5 s, což je minimální délka signálu volno.

N2N – minimální délka fáze F2.

N2X – maximální délka fáze F2. Hodnota tohoto parametru byla vzata z pevného signálního plánu. Od tohoto čísla bylo odečteno 5 s, což je minimální délka signálu volno.

N3X – maximální délka fáze F3 pro výběr KD. Hodnota tohoto parametru je stejná jako minimální délka volna KD. K tomuto důvodu bylo přistoupeno vzhledem k intenzitám provozu ve směru z ramene D na rameno A.

N4N – minimální délka fáze F4.

N4X – maximální délka fáze F4. Hodnota tohoto parametru byla vzata z pevného signálního plánu.

N5X – Maximální délka fáze F5.

NCDKD – doba, při které se vybere podmínka L30. Tato hodnota byla určena na 10 s, pokud by se při zkušebním provozu ukázalo, že tato hodnota je nízká, je možno ji následně zvýšit.

NKD – minimální délka volna KD. Hodnota tohoto parametru byla vzata podle pevného signálního plánu s tím, že 1 s navíc je ještě ve fázových přechodech.

Proměnné a konstanty

Do následující tabulky se ukládají všechny proměnné a konstanty, které byly při návrhu logiky řízení vytvořeny.

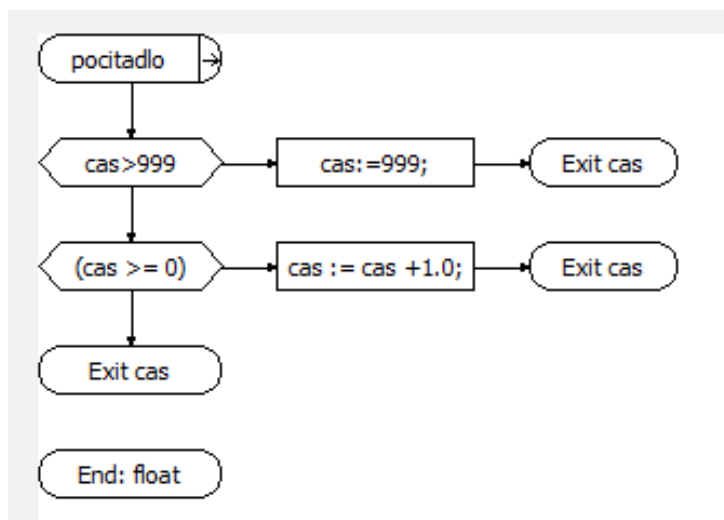
Č.	název	typ	Rozměr	Data type	počáteční hodnota	poznámka	Group	OITD no.
1	L25	Proměnná		boolean			0	
2	L26	Proměnná		boolean			0	
3	L30	Proměnná		boolean			0	
4	L35	Proměnná		boolean			0	
5	L40	Proměnná		boolean			0	
6	L45	Proměnná		boolean			0	
7	L46	Proměnná		boolean			0	
8	L50	Proměnná		boolean			0	
9	M_VBxKD	konstanty		float	5		0	
10	MF5	Proměnná		float			0	
11	MKD	Proměnná		float			0	
12	t12	Proměnná		float			0	
13	t12_zapnuto	Proměnná		boolean			0	
14	t45	Proměnná		float			0	
15	t45_zapnuto	Proměnná		boolean			0	

Obrázek 36 – LISA+ – proměnné a konstanty [zdroj vlastní]

Datový typ jednotlivých konstant je v tomto případě buď boolean nebo float. Byla definována jedna konstanta, a to konstanta M_VBxKD, která má hodnotu 5. Tato hodnota byla vzata z tabulky mezičasu jako hodnota, pro VB vyklizuje a KD najíždí.

Uživatelská funkce – počítadlo

Ještě před zaměřením se na samotnou logiku řízení je zapotřebí zmínit, že byla definována uživatelská funkce, která má za cíl počítat délku trvání jednotlivých fází. Tato funkce je nezbytná především pro prodlužování jednotlivých fází a také pro výběr vyklizovací šipky KD.

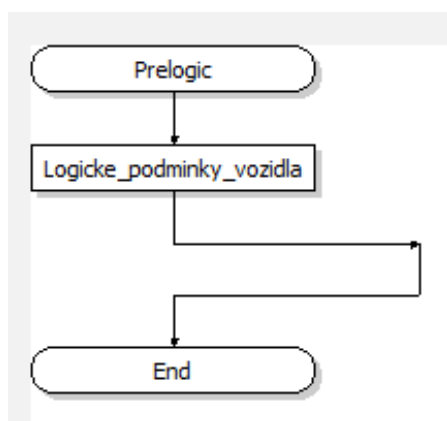


Obrázek 37 – LISA+ – uživatelská funkce [zdroj vlastní]

Daná funkce je datového formátu float. Je omezena horním limitem 999 s. Při průchodu přes tuto funkci se přičte k aktuální proměnné cas vždy 1 sekunda do té doby, dokud není cas větší než 999 s.

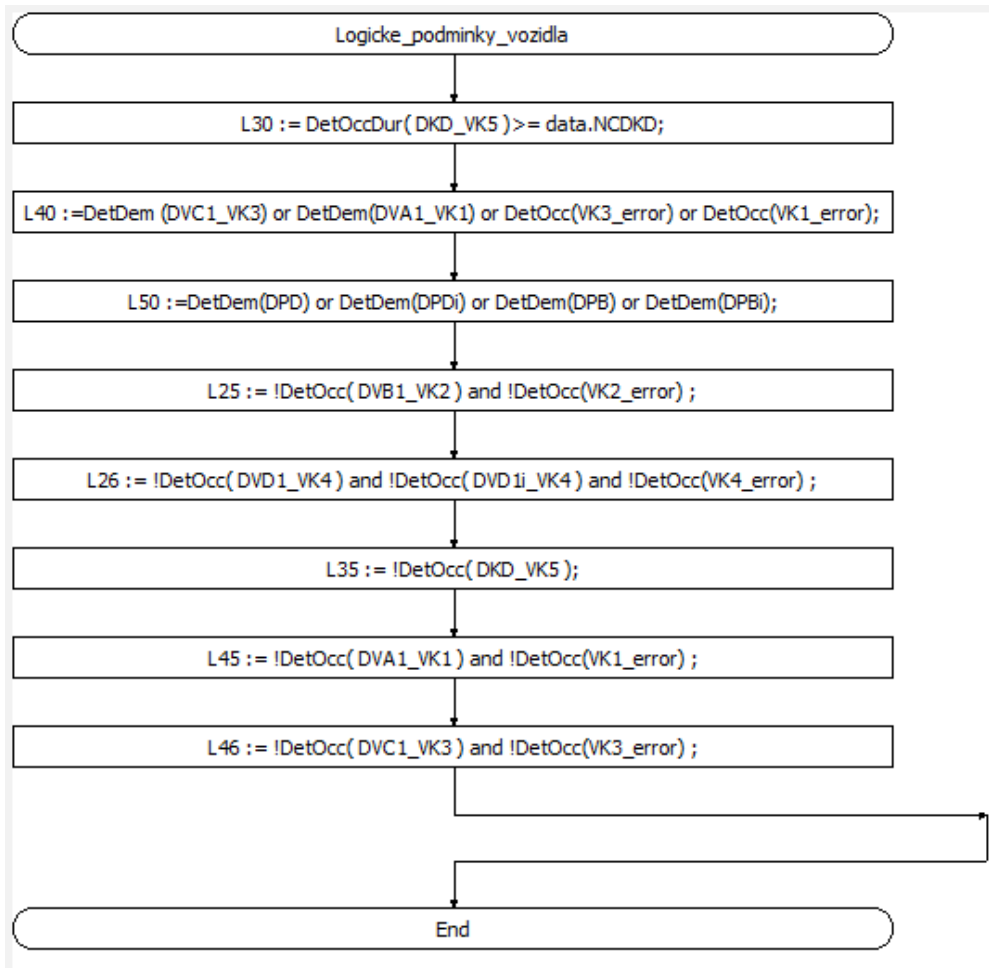
Prelogic

V části prelogic se nachází pouze odkaz na logické podmínky (logicke_podminky_vozidla). Tyto logické podmínky by bylo možno dát přímo do části prelogic místo odkazu na ně, ale tento způsob byl zvolen z důvodu větší přehlednosti a kvůli možnosti v budoucnu na tuto práci navázat přidáním logických podmínek pro preferenci MHD. Tento způsob zápisu zaručuje větší přehlednost.



Obrázek 38 – LISA+ – prelogic [zdroj vlastní]

Logické podmínky vozidla



Obrázek 39 – LISA+ – logické podmínka vozidla [zdroj vlastní]

Logické podmínky jsou vytvořeny tím způsobem, že písmeno L je označení pro logickou podmínku vozidla, první číslo označuje fázi, se kterou je logická podmínka svázaná, a číslo písmeno udává, jestli se jedná o logickou podmínku pro výzvu či obsazenost, nebo logickou podmínku pro prodlužování. Číslo 0 na konci označení logické podmínky pro vozidla znamená, že se jedná o logickou podmínku na výzvu nebo obsazenost. Číslo 5 a 6 na konci označení logické podmínky pro vozidla znamená, že se jedná o logickou podmínku, která je určena pro prodlužování.

U parametrů je logika označování taková, že písmeno N na začátku parametru je označení pro data, následuje písmeno C, které značí časovou mezeru, a následuje název detektoru.

Vysvětlení logických podmínek

označení	význam	parametr	výsledek
L30	S (DKD_VK5)	>=10	výzva na F3 od KD
L40	A(DVC1_VK3 v DVA1_VL1 v VK3_error v VK1_error)	X	výzva na F4 od VA a VC
L50	A(DPD v DPDi v DPB v DPBi)	X	výzva na F5 od PD a PB
L25	!B(DVB1_VK2 \wedge VK2_error)	X	prodlužování F1 nebo F2
L26	!B(DVD1_VK4 \wedge DVD1i_VK4 \wedge VK4_error)	X	prodlužování F1 nebo F2
L35	!B(DKD_VK5)	X	prodlužování F3
L45	!B(DVA1_VL1 \wedge VK1_error)	X	prodlužování F4
L46	!B(DVC1_VK3 \wedge VK3_error)	X	prodlužování F4

Tabulka 9 – logické podmínky vozidla [zdroj vlastní]

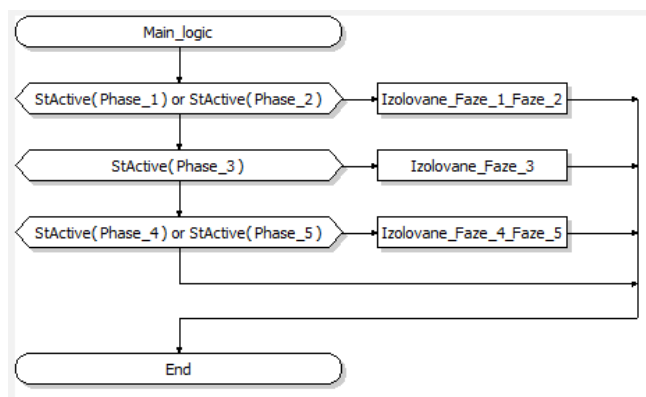
Legenda pro logické podmínky

S – Doba obsazení detektoru

A – Výzva na detektoru

B – Obsazení na detektoru

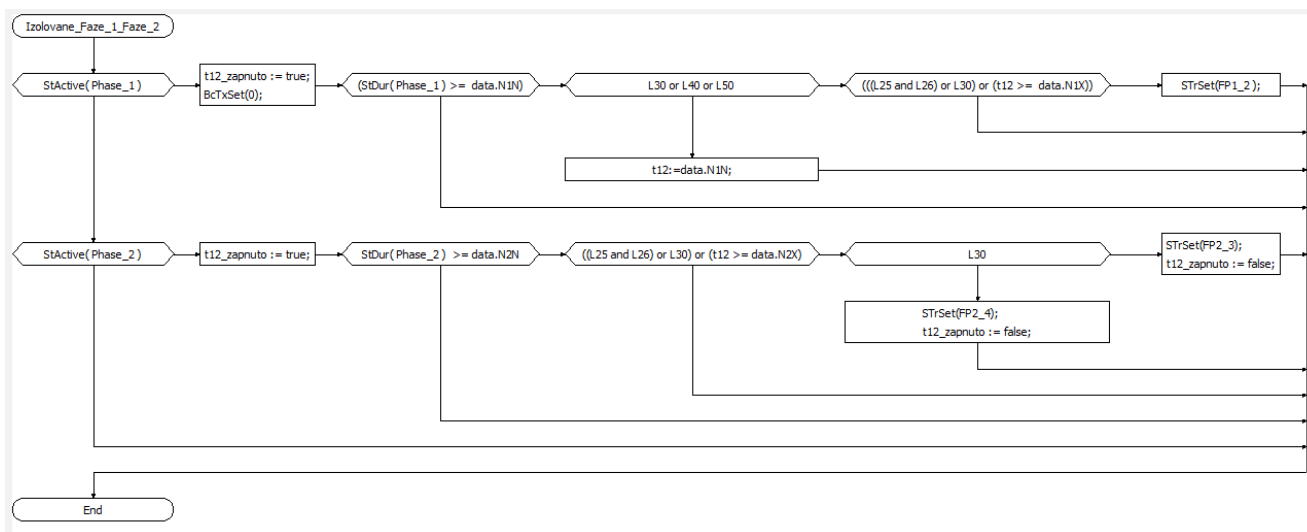
Main logic



Obrázek 40 – LISA+ – main logic [zdroj vlastní]

Hlavní logika zajišťuje, že pomocí logické podmínky: Je aktivní fáze x? se logika dostává do jednotlivých izolovaných fází. Také zde byly vytvořeny pro jednotlivé izolované fáze odkazy kvůli větší přehlednosti. Vzhledem k podobnosti fáze 1 a fáze 2 byly tyto fáze dány dohromady do jednoho odkazu. Pro fáze 4 a 5 byl též vytvořen pouze 1 odkaz. To ovšem nijak neovlivňuje funkčnost logiky řízení, jedná se pouze o grafický rozdíl.

Izolované fáze 1 a fáze 2



Obrázek 41 – LISA+ – izolované fáze 1 a fáze 2 [zdroj vlastní]

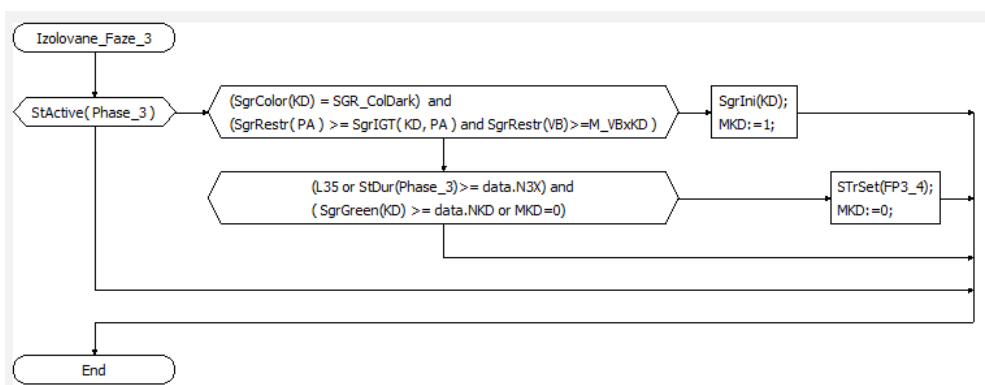
Fáze 1:

Fáze 1 začíná podmínkou: Je aktivní fáze 1? Pokud ano, zapne se proměnná `t12_zapnuto` a nastaví se nulová sekunda cyklu. Následuje podmínka: Načti aktuální trvání fáze 1 a porovnej ji s hodnotou `data.N1N` (2 s). Pokud hodnota bude menší, podmínka nebude splněna a bude se prodlužovat daná fáze (tedy půjde se z této podmínky rovnou do endu), pokud bude větší nebo rovno, algoritmus přechází do další podmínky. V té zkoumá, zda je nárok na logické podmínky L30 nebo L40 nebo L50. Pokud nárok není, čas `t12` se nastaví na hodnotu `data.N1N` (2 s) a algoritmus pokračuje do endu. Pokud nárok je, tak je následně zkoumána další podmínka pro prodlužování fáze 1. V dané podmínce pro prodlužování fáze 1 se zkoumá, zdali je splněna podmínka L25 a zároveň L26 nebo podmínka L30 nebo jestli čas `t12` je větší nebo rovno než parametr `data.N1X` (12 s). Pokud je tato podmínka nesplněna, následuje prodlužování fáze 1, pokud je tato podmínka splněna, následuje fázový přechod FP12.

Fáze 2:

Fáze 2 začíná podmínkou: Je aktivní fáze 2? Pokud ano, zapne se proměnná `t12_zapnuto`. Následuje podmínka: Načti aktuální trvání fáze 2 a porovnej ji s hodnotou `data.N2N` (0 s). Pokud hodnota bude menší, podmínka nebude splněna a bude se prodlužovat daná fáze (tedy půjde se z této podmínky rovnou do endu), pokud bude větší nebo rovno, algoritmus přechází do další podmínky na prodlužování fáze 2. V dané podmínce pro prodlužování fáze 2 se zkoumá, zdali je splněna podmínka L25 a zároveň L26 nebo podmínka L30 nebo jestli čas `t12` je větší nebo rovno než parametr `data.N2X` (19 s). Pokud tato podmínka není splněna, následuje prodlužování fáze 2, pokud tato podmínka splněna je, následuje další podmínka, a to, jestli je nárok na logickou podmínku L30. Pokud není nárok na logickou podmínku L30, následuje fázový přechod FP24 a konstanta `t12_zapnuto` se vypíná. Pokud je nárok na logickou podmínku L30 a podmínka je splněna, následuje fázový přechod FP23 a proměnná `t12_zapnuto` se vypíná.

Izolované fáze 3

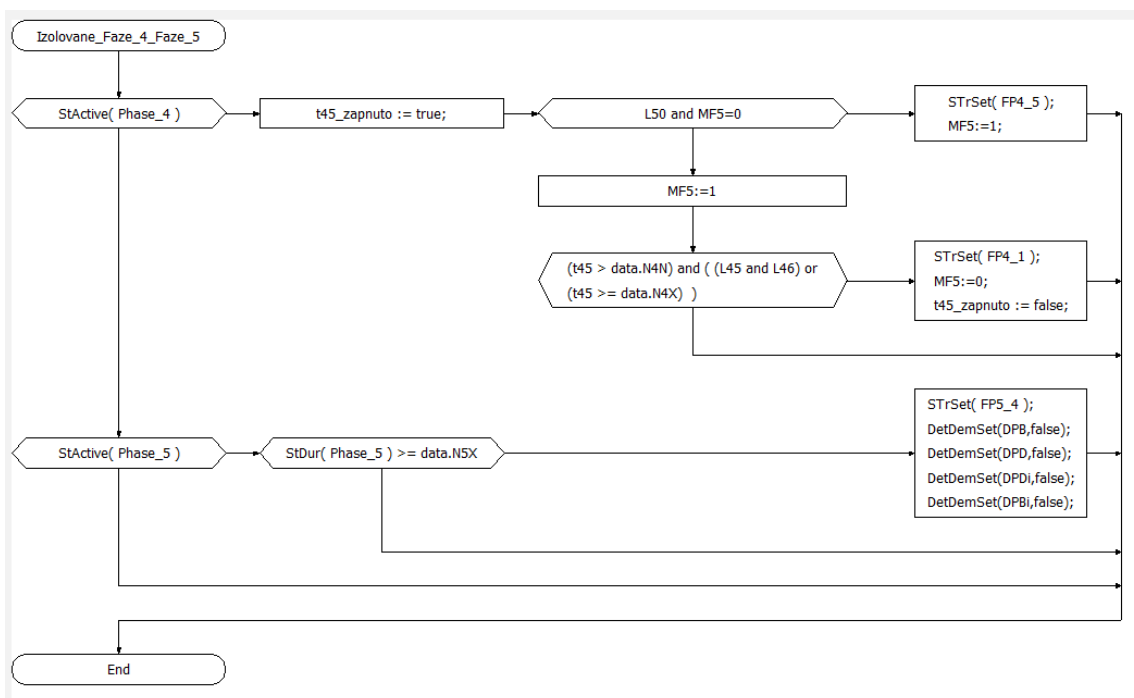


Obrázek 42 – LISA+ – izolované fáze 3 [zdroj vlastní]

Fáze 3:

Fáze 3 začíná podmínkou: Je aktivní fáze 3? Pokud ano, tak následuje podmínka: Načti aktuální barevnou kombinaci signální skupiny a tu porovnej, jestli je tmavá, a zároveň načti aktuální dobu stůj signální skupiny PA a porovnej, jestli je větší nebo rovno než mezičas KD x PA (příkaz načti mezičas KDxPA), a zároveň načti aktuální dobu stůj signální skupiny VB a porovnej, jestli je větší nebo rovno než konstanta M_VBxKD (5 s). Pokud je tato podmínka splněna, Nastav nahození KD a proměnné MKD přiřaď hodnotu 1. Pokud podmínka není splněna, následuje další podmínka: logická podmínka L35 nebo načti aktuální trvání fáze 3 a porovnej, zdali je větší nebo rovno než parametr data.N3X (5 s), a zároveň načti aktuální dobu volna KD a porovnej, jestli je větší nebo rovno než parametr data.NKD (5 s) a zároveň MKD=0. Pokud není tato podmínka splněna, následuje prodloužování fáze 3, tedy algoritmus pokračuje do endu. Pokud je podmínka splněna, tak následuje fázový přechod FP34 a parametr MKD se nastavuje na 0.

Izolované fáze 4 a fáze 5



Obrázek 43 – LISA+ – izolované fáze 4 a fáze 5 [zdroj vlastní]

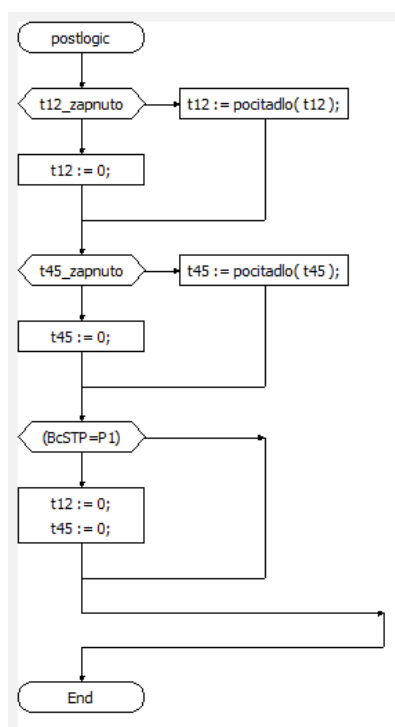
Fáze 4:

Fáze 4 začíná podmínkou: Je aktivní fáze 4? Pokud ano, tak se zapne proměnná t45_zapnuto. Následuje podmínka, ve které se zkoumá, zda je splněna logická podmínka L50 a zároveň je proměnná MF5 rovna 0. Pokud ano, následuje fázový přechod FP 45 a proměnná MF5 se nastaví na 1. Pokud ne, parametr MF5 se nastaví na 1 a následuje další podmínka. V té se zkoumá, jestli proměnná t45 je větší než parametr data.N4N (5 s), a zároveň, jestli je splněna logická podmínka L45, a zároveň jestli je splněna logická podmínka L46, nebo jestli je proměnná t45 větší nebo rovno než parametr data.N4X (15 s). Pokud není tato podmínka splněna, tak se prodlužuje fáze 4 a algoritmus pokračuje do endu. Pokud je podmínka splněna, následuje fázový přechod FP41, parametr MF5 se nastaví na 0 a proměnná t45_zapnuto se vypíná.

Fáze 5:

Fáze 5 začíná podmínkou: Je aktivní fáze 5? Pokud ano, tak následuje další podmínka, která zkoumá, jestli aktuální trvání fáze je větší nebo rovno než parametr data.N5X (2 s). Pokud ne, tak se fáze 5 prodlužuje a algoritmus pokračuje do endu. Pokud ano, tak nastává fázový přechod FP54 a vymazává se požadavek na detektorech DPB, DPB', DPD a DBD'.

Postlogic



Obrázek 44 – LISA+ – postlogic [zdroj vlastní]

V části postlogic se řeší zapínání a vypínání proměnných t12 a t45 a případně jejich nulování, tedy to, že daným proměnným je přidána hodnota 0.

Po startu části postlogic přichází podmínka, jestli je t12_zapnuto. Pokud ano, algoritmus následně přechází do uživatelské funkce a do proměnné t12 se načítá čas. Pokud se podmínka vyhodnotí jako chybná, proměnná t12 bude nastavena na 0. Stejný postup je při proměnné t45. Po vyhodnocení všech proměnných – t12_zapnuto, t12, t45_zapnuto, t45, následuje v části postlogic podmínka, která načítá aktuální signální program. Pokud se aktuální signální program rovná P1, algoritmus pokračuje do endu. Pokud se aktuální signální program nerovná P1, algoritmus nastaví proměnným t12 a t45 hodnotu 0.

5. Simulace a testování navržené SSZ v softwaru LISA+

Tato kapitola je zaměřena na simulaci a testování navržené logiky řízení v softwaru LISA+.

V případě, že je hotová logika řízení a je zkontrolována přes funkci kompilovat a funkce kompilovat nehlásí žádné problémy, je možné se přesunout do testovacího místa přes příkaz F12, nebo přes speciální záložku a otestovat danou logiku a případně vyladit fungování algoritmu.

Testovací místo

V tomto rozhraní je potřeba si definovat všechny objekty, které se budou zobrazovat přímo při testování. Objekty jsou vybírány z tabulky proměnné a konstanty. Byly vybrány 4 objekty, a to: t12, t12_zapnuto, t45, t45_zapnuto.

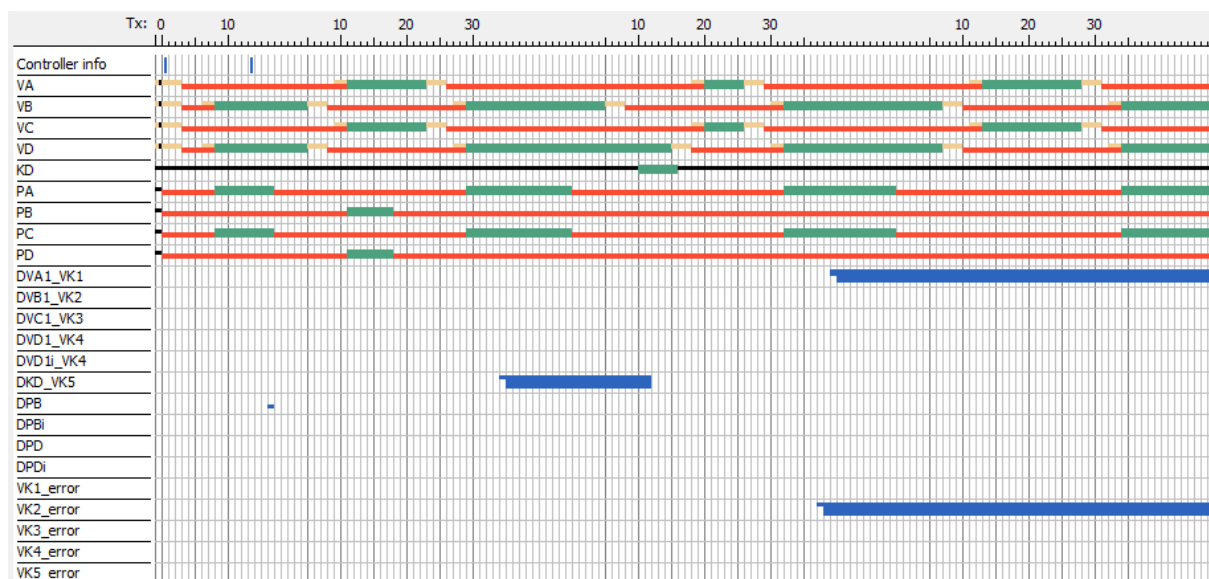
V levé spodní části je možné přepínat mezi signálními programy. Pro tuto práci byly vytvořeny 2 signální programy, mezi kterými je možno přepínat, a to signální program P1, který je určen pro dynamické řízení, a pevný signální program P10.

Ve střední části obrazovky je pak možné vybírat jednotlivé detektory, které byly nadefinovány, a zkoušet, jak se bude algoritmus chovat při vybrání jednotlivých detektorů, a to jak při výzvě, tak při prodloužení, tak při trvalém nároku na detektor.

Chování signálního plánu je možné vidět ve spodní části obrazovky, v kolonce události, kde je možné vidět, jaké události se odehrávají při aktivaci jednotlivých detektorů či při přepnutí signálních programů.

Samotný signální plán lze vidět i v záložce grafický protokol, kde program LISA+ vykresluje signální plán na základě výzev na jednotlivé detektory či prodlužování jednotlivých detektorů či na základě přepnutí signálních programů.

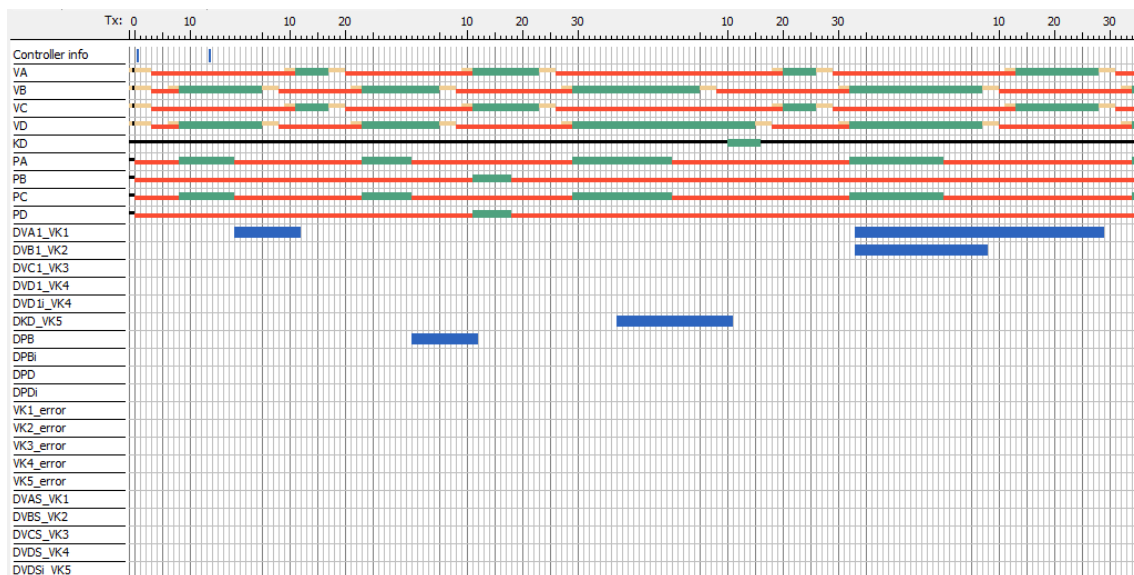
Přílohou č. 9 je video, kde je možné testovací prostředí vidět. Na videu lze spatřit změnu stavu parametrů t12_zapnuto a t45_zapnuto a s tím i načítání hodnot parametrů t12 a t45. Ve spodní části videa jsou vidět jednotlivé události, které se na videu odehrávají. Na začátku videa je možné vidět aktivační program, následně lze spatřit výzvy na jednotlivé detektory či prodlužování jednotlivých fází. V druhé části videa je možné pozorovat, jak se algoritmus chová při trvalém nároku na detektor či při poruše detektoru. Signální plán, který byl vytvořen při natáčení videa, se nachází na následujícím obrázku.



Obrázek 45 – LISA+ – pásový diagram simulace [zdroj vlastní]

V další části této kapitoly jsou uvedeny příklady průběhu řízení při různých signálních plánech či při různých výzvách na detektorech či prodloužení jednotlivých fází.

Na následujícím obrázku lze vidět příklad průběhu řízení se signálním plánem P1. Je možné si povšimnout, kdy přicházely jednotlivé nároky na detektory, zda tyto nároky byly pouze dočasné, tedy na výzvu, nebo zda nároky byly po delší časové období, tedy nároky na prodloužení dané fáze.



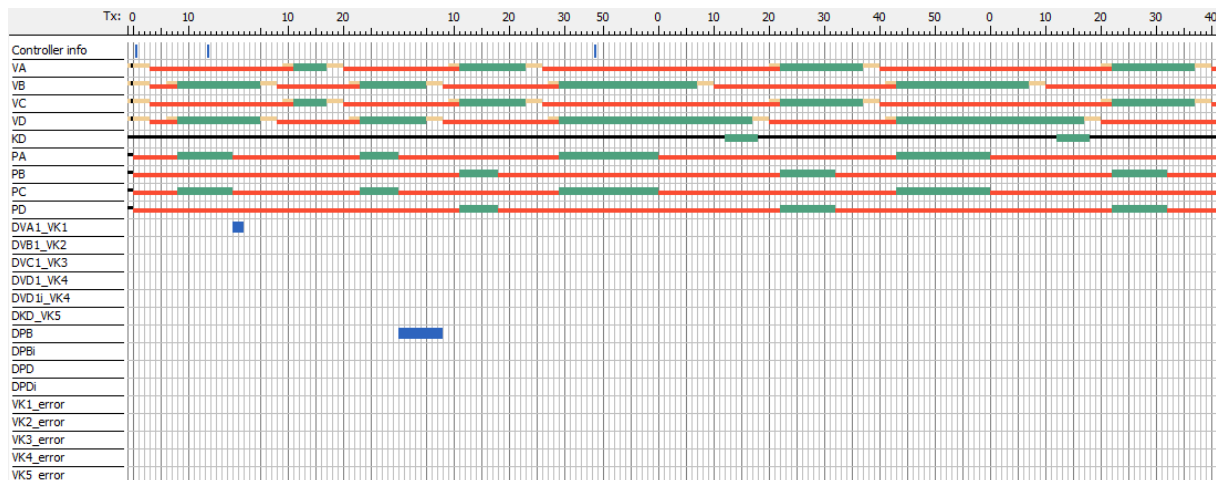
Obrázek 46 – LISA+ – příklad průběhu řízení P1 [zdroj vlastní]

Následující obrázek se váže k obrázku předchozímu a je z něj patrné, jaké události se odehrávaly při řízení pomocí signálního programu P1. V přehledu událostí je dobře patrné, jaká byla posloupnost událostí.

Události
1(0): <Přání / přednost> "P1" VA zrušení koordinace
14: Signální program "P1" (sada parametrů Set_1) VA zrušení koordinace
14(1): Phase 0 active
14(1): Phase 1 active
19(0): FP1.2 run
24(5): Phase 2 active
24(5): FP2.4 run
30(11): Phase 4 active
36(17): FP4.1 run
47(28): Phase 1 active
51(0): FP1.2 run
56(5): Phase 2 active
56(5): FP2.4 run
62(11): Phase 4 active
62(11): FP4.5 run
67(16): Phase 5 active
69(18): FP5.4 run
74(23): Phase 4 active
74(23): FP4.1 run
85(34): Phase 1 active
98(0): FP1.2 run
103(5): Phase 2 active
103(5): FP2.3 run
104(6): Phase 3 active
113(15): FP3.4 run
118(20): Phase 4 active
124(26): FP4.1 run
135(37): Phase 1 active
147(0): FP1.2 run
152(5): Phase 2 active
154(7): FP2.4 run
160(13): Phase 4 active
175(28): FP4.1 run

Obrázek 47 – LISA+ – příklad průběhu událostí P1 [zdroj vlastní]

Na následujícím obrázku je možné vidět příklad průběhu řízení, kdy se mění signální program ze signálního programu P1 na signální program P10.



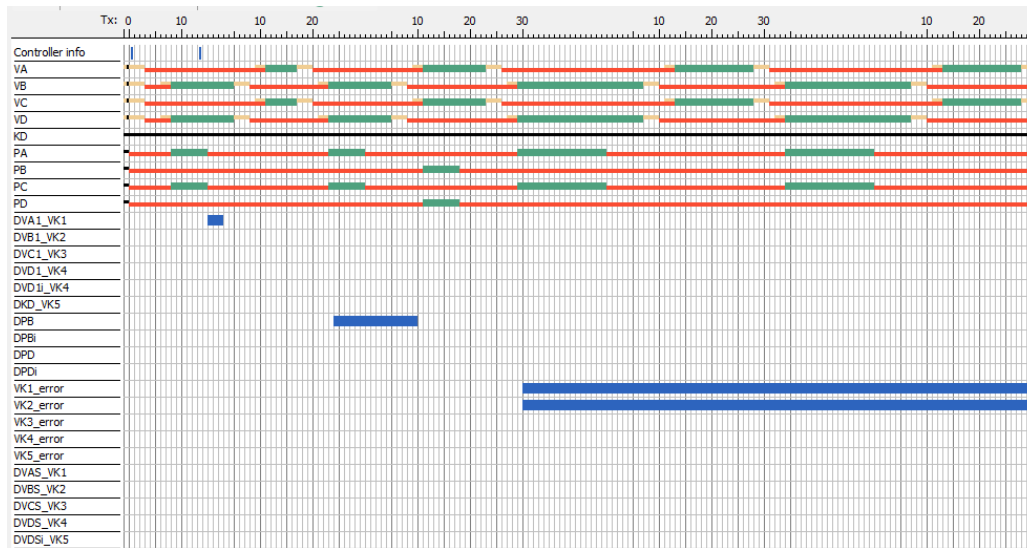
Obrázek 48 – LISA+ – příklad průběhu řízení P1 – P10 [zdroj vlastní]

Následující obrázek dokumentuje, jaké události předcházely a následovaly přepnutí signálního programu ze signálního programu P1 na signální program P10.

Události
1(0):<Přání / přednost> "P1" VA zrušení koordinace
14: Signální program "P1" (sada parametrů Set_1) VA zrušení koordinace
14(1) : Phase 0 active
14(1) : Phase 1 active
19(0) : FP1.2 run
24(5) : Phase 2 active
24(5) : FP2.4 run
30(11) : Phase 4 active
36(17) : FP4.1 run
47(28) : Phase 1 active
49(0) : FP1.2 run
54(5) : Phase 2 active
54(5) : FP2.4 run
60(11) : Phase 4 active
60(11) : FP4.5 run
65(16) : Phase 5 active
67(18) : FP5.4 run
72(23) : Phase 4 active
72(23) : FP4.1 run
83(34) : Phase 1 active
84(0):<Přání / přednost> "P10" PTC zrušení koordinace
84: Signální program "P10" PTC zrušení koordinace

Obrázek 49 – LISA+ – příklad průběhu událostí P1 – P10 [zdroj vlastní]

Na následujícím obrázku je možné vidět příklad průběhu řízení, kdy je detektor VK1 v poruše a zároveň je i detektor VK2 v poruše (tedy jsou nároky na detektory VK1_error a VK2_error).



Obrázek 50 – LISA+ – příklad průběhu řízení s nefunkčními detektory [zdroj vlastní]

Následující obrázek se váže k předchozímu obrázku a zobrazuje, jaké události se odehrávaly při řízení pomocí signálního programu P1 v situaci, kdy byly detektory VK1 a VK2 v poruše.

Události
1(0):<Přání / přednost> "P1" VA zrušení koordinace
14: Signální program "P1" (sada parametrů Set_1) VA zrušení koordinace
14(1) : Phase 0 active
14(1) : Phase 1 active
16(0) : FP1.2 run
21(5) : Phase 2 active
21(5) : FP2.4 run
27(11) : Phase 4 active
33(17) : FP4.1 run
44(28) : Phase 1 active
46(0) : FP1.2 run
51(5) : Phase 2 active
51(5) : FP2.4 run
57(11) : Phase 4 active
57(11) : FP4.5 run
62(16) : Phase 5 active
64(18) : FP5.4 run
69(23) : Phase 4 active
69(23) : FP4.1 run
80(34) : Phase 1 active
92(0) : FP1.2 run
97(5) : Phase 2 active
99(7) : FP2.4 run
105(13) : Phase 4 active
120(28) : FP4.1 run
131(39) : Phase 1 active
143(0) : FP1.2 run
148(5) : Phase 2 active
150(7) : FP2.4 run
156(13) : Phase 4 active
171(28) : FP4.1 run

Obrázek 51 – LISA+ – příklad průběhu událostí s nefunkčními detektory [zdroj vlastní]

Automatická simulace

Po provedení ruční simulace byla provedena i automatická simulace programem LISA+. Automatická simulace byla provedena z toho důvodu, aby bylo řešení otestováno na všechny nároky na detektory v různých okamžicích signálního plánu. Ta byla provedena přes záložku zřídit test, kde byly nastaveny jednotlivé parametry potřebné pro automatickou simulaci. Pro tuto simulaci byly zvoleny všechny vozidlové detektory a chodecká tlačítka. Pro simulaci byly zvoleny signální programy P1 a P10. Dále bylo nezbytné nastavit náhodné vybírání jednotlivých detektorů kvůli tomu, aby se otestovali všechny náhodné možnosti výběru detektorů. V příloze č. 8 je možné vidět konkrétní nastavení jednotlivých parametrů. Přílohou č. 10 je video, na kterém je možno automatickou simulaci vidět. Ze simulace je patrné, že navrhovaná logika řízení funguje v softwaru LISA+ bez problémů.

Závěr

V této kapitole bylo otestováno navržené řešení v softwaru LISA+ a zároveň byla provedena postupná simulace navrženého řešení. V této kapitole též byla provedena automatická simulace navrženého řešení v programu LISA+. Během testování byly odstraněny všechny nedostatky a vyřešena všechna varování. Obě simulace navrženého řešení proběhly úspěšně, videa ze simulace je možné shlédnout v příloze č. 9. a v příloze č. 10.

6. Test funkce navrženého softwaru v LISA+ v řadiči SSZ

Tato kapitola se zabývá testováním navrženého řešení logiky řízení na řadiči Actros od firmy SWARCO TRAFFIC s.r.o. Celá tato kapitola byla zpracována na základě interního manuálu od společnosti SWARCO TRAFFIC s.r.o. [19] Pro možnost doplnění logiky řízení o další uživatelské funkce a pro testování navržené logiky řízení v řadiči musela být zvolena nová knihovna, která je vytvořena přímo společností SWARCO TRAFFIC s.r.o.

Testování proběhlo na řadiči Actros od firmy SWARCO TRAFFIC s.r.o. v součinnosti s danou firmou. Pro správné fungování logiky řízení v řadiči Actros bylo potřeba doplnit logiku řízení o uživatelské funkce, parametry a další příkazy, které jsou nezbytné k tomu, aby logika řízení mohla být otestována v řadiči. Dané uživatelské funkce, parametry, příkazy a nastavení byly doplněny podle manuálu firmy SWARCO TRAFFIC s.r.o. [19]

Byly nastaveny další parametry v softwaru LISA+, jako je signál při otevření dvířek řadiče, signál pro zvuková návěstidla nebo například příkaz pro zapnutí řadiče na dálku.

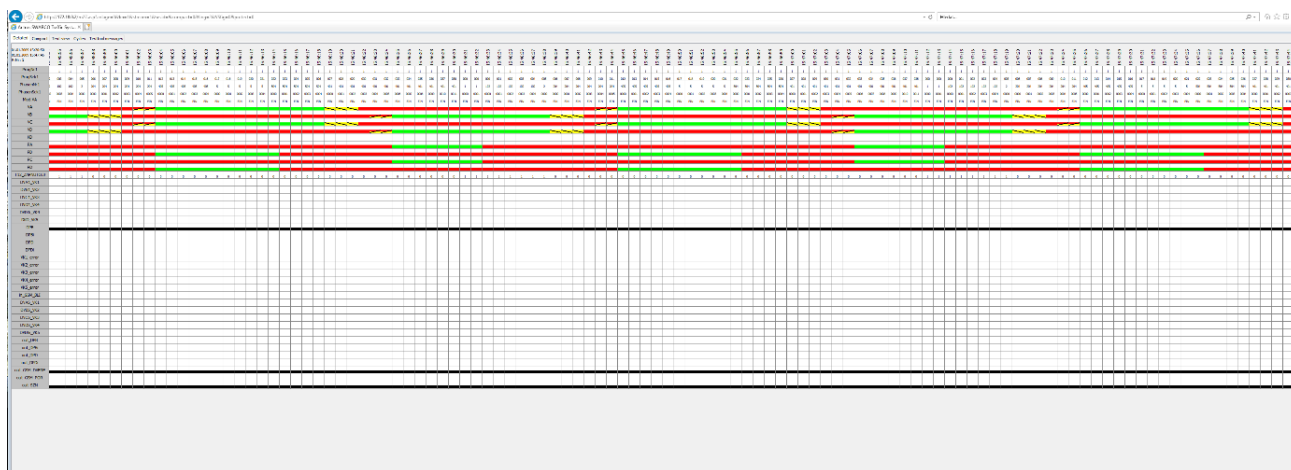
Do samotné logiky řízení byly přidány další uživatelské funkce, jako je funkce pro ruční řízení, funkce pro zapisování průjezdů vozidel, funkce pro závislé řízení nebo např. funkce pro otevření dvířek řadiče. Celkově bylo převzato 19 uživatelských funkcí z manuálu.

Do logiky řízení musely být přidány příkazy pro ruční řízení, které odkazují na uživatelské funkce, a dále např. aktivační fáze F0, která funguje opět na základě definovaných uživatelských funkcí.

Doplněná logika řízení o příslušné požadavky z manuálu byla nahrazena přes záložku Actros v softwaru LISA+. V záložce bylo potřeba nastavit různé parametry, jako je typ řadiče, typy led diod nebo například jističní na svorkách. Všechny tyto parametry byly opět převzaty z manuálu firmy SWARCO TRAFFIC s.r.o. [19]

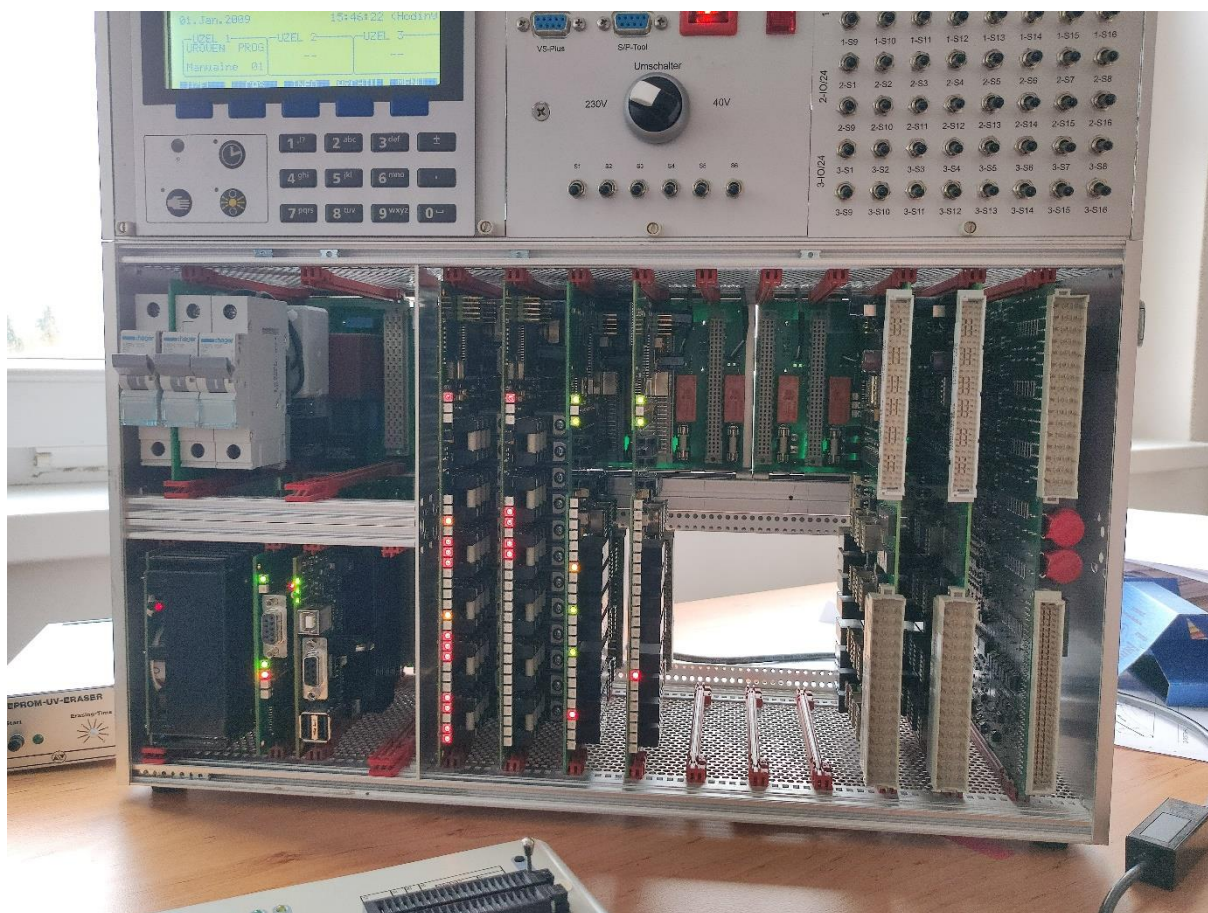
Následně bylo řešení nahráno přes paměťovou kartu do řadiče a otestováno. IP adresa řadiče je 172.18.0.2. a maska je 255.255.0.0. Logika řízení byla otestována přes webové rozhraní řadiče Actros za asistence pracovníka firmy SWARCO TRAFFIC s.r.o.

Na následujícím obrázku je zaznamenán příklad průběhu řízení z webového rozhraní pro řadič Actros.



Obrázek 52 – příklad průběhu řízení z webového rozhraní řadiče [zdroj vlastní]

Na následujícím obrázku je možné vidět, jak vypadal řadič při testování logiky řízení.



Obrázek 53 – řadič [zdroj vlastní]

Po doplnění všech nezbytností do logiky řízení bylo zjištěno, že navržené řešení je funkční s řadičem Actros od firmy SWARCO TRAFFIC s.r.o. Navržené řešení je tedy plně funkční a je připraveno pro reálné použití na křižovatce Husova x Václava Klementa v Mladé Boleslavi.

Doporučení

Realizace návrhu dynamického řízení křižovatky a stavebních úprav ve vybrané lokalitě Husova x Václava Klementa v Mladé Boleslavi má zásadní pozitivní efekt z dopravního hlediska a stavebního upořádání dané lokality. Taktéž má zásadní dopady na bezpečnost a plynulost provozu v dané oblasti, které je možné shrnout do následujících stěžejních bodů:

1. Instalací světelně řízené křižovatky dojde ke zlepšení průjezdnosti danou lokalitou a plynulosti odbočujících vozidel z vedlejších komunikací. Celková rezerva kapacity, v případě realizace návrhu, bude minimálně 26 % a úroveň kvality dopravy jednotlivých signálních skupin bude ohodnocena označením A nebo označením B. V žádném případě nedojde ke zhoršení dopravy oproti stávajícímu stavu.
2. Realizací návrhu na zavedení SSZ dojde k významným stavebním úpravám, které jsou zřejmé z příloženého situačního výkresu, jenž je přílohou č. 5. Zejména pak dojde k lepšímu vedení vozidel v hlavním směru, doplnění tlačítek pro chodce, doplnění videodetekce a k vyřešení širších dopravních vztahů.
3. Zásadním bezpečnostním prvkem bude nejen doplnění SSZ pro přechody pro chodce, ale i zásadní zkrácení jejich délky pro bezpečné přecházení. Zároveň jsou přechody pro chodce navrhovány pomocí signálních a varovných pásů tak, aby osoby se sníženou zrakovou schopností mohly snadněji překonat vozovku.
4. V situačním výkresu je také vyřešeno levé odbočení z třídy Václava Klementa z ramene D do ulice Husova na rameno A samostatným odbočovacím pruhem, navíc je pro tento směr přidána vyklizovací šipka.
5. V situačním výkresu byl brán zřetel na polohu inženýrských sítí, a následně byly tedy polohy stožárů SSZ určeny v souladu s průběhem jednotlivých inženýrských sítí.
6. V příloze č. 6 byly prověřeny vlečné křivky a v příloze č. 7 byly prověřeny rozhledové poměry pomocí rozhledových trojúhelníků. Z důvodu špatného rozhledu z ramene A byla do situačního výkresu umístěna dopravní značka P6 – Stůj, dej přednost v jízdě na rameno A.
7. V této práci bylo též navrženo dynamické řízení křižovatky Husova x Václava Klementa. Parametry pro toto řízení byly vypočítány podle intenzit provozu při dopravním průzkumu.
8. Navržená logika dynamického řízení byla otestována v testovacím prostředí softwaru LISA+ a následně byla otestována i na zkušebním řadiči SSZ ve firmě SWARCO TRAFFIC s.r.o.
9. Doporučuje se v současné situaci použít dynamické řízení SSZ bez preference MHD.
10. Doporučuje se při budoucí preferenci vozidel MHD zavést preferenci pomocí technologie V2X.

Navržená nová organizace dopravy na křižovatce Husova x Václava Klementa výrazně zpřehlední průjezd danou lokalitou, zároveň jsou navržena nová dopravně bezpečnostní opatření, včetně vyšší bezpečnosti pro chodce a odbočující vozidla, stejně jako zlepšení průjezdnosti VHD, a návrh nové organizace dopravy před Knihovnou města Mladá Boleslav.

Závěr

Cílem této práce bylo analyzovat křižovatku Husova x Václava Klementa v Mladé Boleslavi, navrhnout vhodné dopravní řešení, vypracovat logiku řízení a tu otestovat.

Tato diplomová práce navazuje na moji bakalářskou práci [1], která se zabývala návrhem světelného signalizačního zařízení na křižovatce Husova x Václava Klementa v Mladé Boleslavi.

Pro větší přehlednost samotného textu jsou některé postupy práce či výpočty uvedeny v přílohách.

První kapitola této práce se zabývá analýzou současného stavu na posuzovaném uzlu. Rovněž se věnuje širšímu okolí posuzovaného uzlu a hromadné dopravě.

Druhá kapitola je zaměřena na kontrolní dopravní průzkum a jeho vyhodnocení. Tato kapitola je též zaměřena na porovnání výsledků z dopravního průzkumu v bakalářské práci a z kontrolního dopravního průzkumu k diplomové práci. Z dopravního průzkumu vyplynula ranní i odpolední hodina s nejvyšší intenzitou provozu. Bylo zjištěno, že v časovém úseku 13:45–14:45 není, vzdor původním očekáváním, doprava na nejvyšší intenzitě během dne na tomto dopravním uzlu. Ranní špička je v době 7:00–8:00 a odpolední špička je v časech 15:00–16:00. Závěr druhé kapitoly je věnován výhodám a nevýhodám současného řízení křižovatky.

Třetí část práce je věnována kapacitnímu posouzení neřízené křižovatky, kritériím návrhu světelného signalizačního zařízení, situačnímu výkresu a preferenci MHD. Zjistilo se, že křižovatka splňuje podmínky pro zřízení SSZ především z důvodu kritéria intenzity z hlediska chodců. Nelze však opomenout ani kritérium bezpečnosti provozu a jeho část zaměřenou na kritérium místního zvláštního zřetele, protože se křižovatka nachází v oblasti škol, což má za následek zvýšený počet dětí přecházejících přes tuto křižovatku. I jedno splněné kritérium je pro návrh SSZ dostatečné. Ostatní kritéria nebyla splněna. Druhá část této kapitoly je zaměřena na situační výkres, který je přílohou č. 5. Jsou zde rozebrány úpravy v situačním výkresu a také vlečné křivky a rozhledové trojúhelníky (přílohy č. 6 a 7). Další část této kapitoly je věnován inženýrským sítím a vyjádřením od dotčených subjektů. Na průběh inženýrských sítí byl brán zřetel při umístování stožárů SSZ v situačním výkresu. Poslední část této kapitoly je věnována preferenci MHD a důvodům, proč preference MHD není v současném stavu vhodná.

Čtvrtá část práce je věnována využití softwaru LISA+ pro návrh a vyhodnocení křižovatky. První část této kapitoly se věnuje nastavení jednotlivých parametrů v softwaru LISA+. Pro větší přehlednost je nastavení obecných parametrů přiloženo v příloze č. 8. Druhá část této kapitoly je věnována kapacitnímu výpočtu světelně řízené křižovatky, kde UKD vyšlo na písmeno A nebo na písmeno B a rezerva byla minimálně 26 %. Poslední část této kapitoly je věnována logice řízení, která se skládá z části prelogic, hlavní části, části postlogic a uživatelské funkce. V části prelogic byly navrženy logické podmínky pro výzvu a pro prodlužování. Hlavní logika je věnována samotným fázím, jejich výběru a prodlužování. Část postlogic je věnována mimo jiné výběru uživatelské funkce, která má na starosti počítání času při aktivaci jednotlivých fází. V této kapitole jsou též definovány jednotlivé parametry, konstanty a proměnné.

Pátá kapitola je věnována simulaci a testování navržené logiky řízení v softwaru LISA+. Daná logika byla simulována a otestována v testovacím místě v softwaru LISA+. V dané kapitole je přiloženo několik příkladů řízení. Přílohou č. 9 a přílohou č. 10 jsou videa ze simulací v testovacím místě softwaru LISA+.

Poslední, šestá, kapitola je věnována testu navržené logiky řízení v řadiči SSZ. Logika řízení byla testována na řadiči Actros od firmy SWARCO TRAFFIC s.r.o. Pro správné fungování logiky řízení na řadiči Actros bylo nezbytné přijmout uživatelské funkce, parametry a příkazy z firmy SWARCO TRAFFIC s.r.o. a udělat nastavení pro řadič takové, které je definováno v manuálu od firmy SWARCO TRAFFIC s.r.o. pro jejich řadič Actros. [19] Po doplnění a nastavení všech těchto náležitostí bylo zjištěno, že navrhovaný způsob řízení funguje na řadiči Actros.

Tato práce se zabývá návrhem dynamického řízení světelného signalizačního zařízení na křižovatce Husova x Václava Klementa v Mladé Boleslavi. Byla navržena logika řízení, která následně byla otestována jak v softwaru LISA+, tak přímo v řadiči. Z výpočtů vyplývá, že provedené změny v řízení křižovatky by pomohly ke zlepšení dopravní situace na křižovatce Husova x Václava Klementa. Rovněž by se navýšila kapacita křižovatky. A v neposlední řadě by došlo ke zvýšení bezpečnosti a komfortu účastníků silničního provozu. Proto tedy doporučuji dynamické řízení světelného signalizačního zařízení zřídít.

Seznam použité literatury

- [1] ČERNÝ, Jan. Návrh světelně řízené křižovatky Husova x Václava Klementa v Mladé Boleslav . Praha, 2021. Bakalářská práce. ČVUT fakulta dopravní.
- [2] Mapy.cz. Mapy.cz [online]. [cit. 2022-03-29]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.9103948&y=50.4155529&z=19>
- [3] MARTOLOS, Jan. Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek. Liberec: EDIP, 2011. ISBN 978-80-87394-03-8.
- [4] Změny v MHD od 1. září 2021. Dopravní podnik Mladá Boleslav [online]. Mladá Boleslav, 2017 [cit. 2022-03-29]. Dostupné z: <http://www.dpmlb.cz/zmeny-v-mhd-od-1-zari-2021/d-1611/p1=1092>
- [5] Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích [online]. 3. vyd. 2015 [cit. 2022-04-07]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz/technicke-podminky-tp/>
- [6] Geoprohlížeč. Geoportal [online]. [cit. 2022-03-29]. Dostupné z: <https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [7] Senior Taxi Mladá Boleslav. Statutární město Mladá Boleslav [online]. [cit. 2022-03-29]. Dostupné z: <https://www.mb-net.cz/senior-taxi-mlada-boleslav/ms-53261/p1=53261>
- [8] Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích: TP 189. Mariánské Lázně: Pro EDIP vydalo nakl. Koura, 2007. ISBN 978-80-902527-7-6.
- [9] O programech EDIP Software. Edip [online]. [cit. 2022-03-29]. Dostupné z: <https://www.edip.cz/software/o-programech-edip-software>
- [10] Aplikace AutoCAD. AUTODESK [online]. [cit. 2022-03-29]. Dostupné z: <https://www.autodesk.cz/products/autocad/overview?plc=ACDIST&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1#internal-link-what-is-autocad>
- [11] JIRAVA, Petr a Petr SLABÝ. Pozemní komunikace 10: dopravní inženýrství. Vyd. 2. Praha: České vysoké učení technické, 1997. ISBN 80-010-1606-4.
- [12] Schlothauer & Wauer [online]. BERLIN [cit. 2022-03-29]. Dostupné z: <https://www.schlothauer.de/en/company/>
- [13] Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích: TP 133. 2. vyd. Praha, 2005. ISBN 80-86502-25-2.
- [14] BARTOŠ, Luděk. Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek: TP 188. 2. vyd. Mariánské Lázně: Pro EDIP vydalo nakl. Koura, 2007. ISBN 978-80-902527-6-9.
- [15] Nehody v ČR. Centrum dopravního výzkumu [online]. [cit. 2022-03-29]. Dostupné z: <https://nehody.cdv.cz/statistics.php?h=jgj>
- [16] Vlečné křivky pro ověřování průjezdnosti směrových prvků pozemních komunikací: schváleno ministerstvem dopravy, odborem pozemních komunikací pod č.j.: MD-OPK čj. 582/04-120-RS/1 ze dne 22. prosince 2004 s účinností od 1. ledna 2005. [Praha]: Ministerstvo dopravy, 2004. ISBN 80-865-0214-7
- [17] UR města [online]. [cit. 2022-03-29]. Dostupné z: <https://mawis.eu/utilityreport/mesta/>

- [18] SCHLOTHAUER & WAUER. Manual LISA7 [manuál]. Berlin: SCHLOTHAUER & WAUER, 2020 [cit. 2022-04-01].
- [19] SWARCO TRAFFIC. Manuál LISA+. Praha.
- [20] Projektování křižovatek na pozemních komunikacích. Praha, 2007, ČSN 73 6102.
- [21] PŘIBYL, Pavel a Miroslav SVÍTEK. Inteligentní dopravní systémy. Praha: BEN - technická literatura, 2001. ISBN 80-730-0029-6.
- [22] SPIELMANN, Michal a Jiří ŠPAČEK. AutoCAD: názorný průvodce pro verze 2019 a 2020. Brno: Computer Press, 2020. ISBN 978-802-5149-942.
- [23] CETIN. VYJÁDŘENÍ O EXISTENCI SÍTĚ ELEKTRONICKÝCH KOMUNIKACÍ společnosti CETIN a.s. Praha, 2021.
- [24] ČEZ DISTRIBUCE. Sdělení o existenci energetického zařízení, sítě pro elektronickou komunikaci nebo zařízení technické infrastruktury v majetku společnosti ČEZ Distribuce, a. s., pro akci: diplomová práce. Praha, 2021.
- [25] FIBERNET. Vyjádření k existenci našich optických datových sítí pro akci "Tř. Václava Klementa, Mladá Boleslav". Mladá Boleslav, 2021.
- [26] GASNET. MAPOVÝ PODKLAD – diplomová práce. Ústí nad Labem, 2021.
- [27] VAK MLADÁ BOLESLAV. Diplomová práce (zákres vodohospodářských sítí – existence sítí). Mladá Boleslav, 2021.
- [28] VODAFONE. Vyjádření k žádosti k akci "diplomová práce". Praha, 2021.

Seznam obrázků

Obrázek 1 – mapa části města [2]	2
Obrázek 2 – uspořádání ramen [6]	4
Obrázek 3 – rameno A [zdroj vlastní]	5
Obrázek 4 – rameno B [zdroj vlastní]	6
Obrázek 5 – rameno C [zdroj vlastní]	7
Obrázek 6 – rameno D [zdroj vlastní]	8
Obrázek 7 – místo umístění kamery [2]	11
Obrázek 8 – koeficienty druhů vozidel [3]	14
Obrázek 9 – pentlogram intenzit odpolední špičky [zdroj vlastní]	15
Obrázek 10 – vybraná oblast pro nehodovost [15]	22
Obrázek 11 – graf intenzity provozu z hlediska vozidel [5]	24
Obrázek 12 – MAWIS – seznam dotčených subjektů [17]	29
Obrázek 13 – síť – Cetin [23]	30
Obrázek 14 – Legenda Cetin [23]	30
Obrázek 15 – síť – ČEZ [24]	31
Obrázek 16 – Legenda ČEZ [24]	31
Obrázek 17 – Síť – FiberNet [25]	32
Obrázek 18 – Síť – Gasnet [26]	33
Obrázek 19 – Legenda Gasnet [26]	33
Obrázek 20 – Síť – VAK [27]	34
Obrázek 21 – Legenda VAK – vodovod [27]	34
Obrázek 22 – Legenda VAK – kanalizace [27]	35
Obrázek 23 – Síť – VODAFONE [28]	35
Obrázek 24 – LISA+ – schéma fází [zdroj vlastní]	38
Obrázek 25 – LISA+ – mezičasy [zdroj vlastní]	39
Obrázek 26 – LISA+ – zapínací program [zdroj vlastní]	40
Obrázek 27 – LISA+ – vypínací program [zdroj vlastní]	40
Obrázek 28 – LISA+ – pevný signální plán [zdroj vlastní]	41
Obrázek 29 – LISA+ – izolovaný signální plán [zdroj vlastní]	42
Obrázek 30 – LISA+ – minimální dynamický signální plán	42
Obrázek 31 – LISA+ – maximální dynamický signální plán	43
Obrázek 32 – LISA+ – dynamický signální plán pro přecházení chodců	43
Obrázek 33 – LISA+ – dynamický signální plán pro preferenci MHD	44
Obrázek 34 – LISA+ – kompilace [zdroj vlastní]	46
Obrázek 35 – LISA+ – příkazy [zdroj vlastní]	47
Obrázek 36 – LISA+ – proměnné a konstanty [zdroj vlastní]	48
Obrázek 37 – LISA+ – uživatelská funkce [zdroj vlastní]	49
Obrázek 38 – LISA+ – prelogic [zdroj vlastní]	49
Obrázek 39 – LISA+ – logické podmínka vozidla [zdroj vlastní]	50
Obrázek 40 – LISA+ – main logic [zdroj vlastní]	51
Obrázek 41 – LISA+ – izolované fáze 1 a fáze 2 [zdroj vlastní]	52
Obrázek 42 – LISA+ – izolované fáze 3 [zdroj vlastní]	53
Obrázek 43 – LISA+ – izolované fáze 4 a fáze 5 [zdroj vlastní]	53
Obrázek 44 – LISA+ – postlogic [zdroj vlastní]	54
Obrázek 45 – LISA+ – pásový diagram simulace [zdroj vlastní]	55
Obrázek 46 – LISA+ – příklad průběhu řízení P1 [zdroj vlastní]	56
Obrázek 47 – LISA+ – příklad průběhu událostí P1 [zdroj vlastní]	56

Obrázek 48 – LISA+ – příklad průběhu řízení P1 – P10 [zdroj vlastní].....	57
Obrázek 49 – LISA+ – příklad průběhu událostí P1 – P10 [zdroj vlastní]	57
Obrázek 50 – LISA+ – příklad průběhu řízení s nefunkčními detektory [zdroj vlastní]	58
Obrázek 51 – LISA+ – příklad průběhu událostí s nefunkčními detektory [zdroj vlastní].....	58
Obrázek 52 – příklad průběhu řízení z webového rozhraní řadiče [zdroj vlastní]	60
Obrázek 53 – řadič [zdroj vlastní].....	61

Seznam grafů

Graf 1 – porovnání intenzit na rameni A [zdroj vlastní]	16
Graf 2 – porovnání intenzit na rameni B [zdroj vlastní]	17
Graf 3 – porovnání intenzit na rameni C [zdroj vlastní]	17
Graf 4 – porovnání intenzit na rameni D [zdroj vlastní]	18
Graf 5 – porovnání 13:45–14:45 a 15:00–16:00 [zdroj vlastní].....	19

Seznam tabulek

Tabulka 1 – odpolední špička [zdroj vlastní]	14
Tabulka 2 – posouzení úrovně kvality dopravy pro ranní špičku [zdroj vlastní]	21
Tabulka 3 – posouzení úrovně kvality dopravy pro odpolední špičku [zdroj vlastní]	21
Tabulka 4 – hodnoty pro intenzitu provozu z hlediska vozidel [zdroj vlastní]	23
Tabulka 5 – kapacitní posouzení – ranní špička [zdroj vlastní]	44
Tabulka 6 – kapacitní posouzení – klidová část [zdroj vlastní]	45
Tabulka 7 – kapacitní posouzení – odpolední špička [zdroj vlastní]	45
Tabulka 8 – sada parametrů [zdroj vlastní]	47
Tabulka 9 – logické podmínky vozidla [zdroj vlastní].....	51

Seznam příloh

Příloha 1 – Stanovisko odboru dopravy a silničního hospodářství

Příloha 2 – Soupis dopravního značení

Příloha 3 – Tabulky s intenzitou dopravního proudu

Příloha 4 – Pentlogramy

Příloha 5 – Situační výkres

Příloha 6 – Vlečné křivky

Příloha 7 – Rozhledové trojúhelníky

Příloha 8 – Nastavení parametrů v softwaru LISA+

Příloha 9 – Video – Testovací místo v softwaru LISA+

Příloha 10 – Video – Automatická simulace v programu LISA+