



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA DOPRAVNÍ

Jan Černý

NÁVRH SVĚTELNĚ ŘÍZENÉ KŘÍŽOVATKY  
HUSOVA X VÁCLAVA KLEMENTA V MLADÉ  
BOLESLAVI

Bakalářská práce

2020

**K620**..... **Ústav dopravní telematiky**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Jan Černý**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – ITS – Inteligentní dopravní systémy**

Název tématu (česky): **Návrh světelně řízené křižovatky Husova x Václava Klementa v Mladé Boleslavi**

Název tématu (anglicky): The Design of Traffic Control at the Intersection Husova x Václava Klementa

### **Zásady pro vypracování**

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Analýza současné dopravní situace a širších dopravních vztahů na posuzované křižovatce v Mladé Boleslavi včetně ověření kapacity současného způsobu řízení.
- Návrh a provedení dopravního průzkumu na křižovatce a analýza dostupných DI dat včetně směrových vztahů.
- Návrh SSZ na křižovatce včetně posouzení účelnosti dle ČSN 736102
- Ověření a zhodnocení návrhu řízení pomocí vhodného simulačního nástroje včetně kapacitního posouzení řízené křižovatky dle platných TP 188.



- Rozsah grafických prací: dle požadavků vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: TP 81 - Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích  
Jirava P., Slabý P.: pozemní komunikace 10 - Dopravní inženýrství, skripta ČVUT, 1997.I

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

Datum zadání bakalářské práce: **10. října 2019**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **10. srpna 2020**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia



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

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

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Jan Černý  
jméno a podpis studenta

V Praze dne ..... 10. října 2019

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval svým vedoucím bakalářské práce – doc. Ing. Tomáši Tichému, Ph.D., MBA a Ing. Jiřímu Růžičkovi za odborné vedení a za trpělivost při konzultování práce. Dále bych rád poděkoval Mgr. Josefu Macounovi z Odboru dopravy a silničního hospodářství Statutárního města Mladá Boleslav za návrh tématu této bakalářské 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 bakalářské práci je řešen návrh světelného signalizačního zařízení na doposud neřízené průsečné křižovatce Husova x Václava Klementa v Mladé Boleslavi. Po provedení průzkumu a po zohlednění všech kritérií je navržen pevný signální plán. Tento návrh je ověřen pomocí simulace v programu VISSIM a dále zhodnocen. Navržené řešení má za úkol zlepšit kvalitu dopravy a zmenšit počet dopravních nehod.

### **Klíčová slova**

Křižovatka, světelná signalizace, dopravní průzkum, pevný signální plán, VISSIM

## Abstrakt

This bachelor thesis is focused on designing a traffic-lights signalization in a previously uncontrolled intersection of streets Husova and Vaclava Klementa in Mlada Boleslav. After conducting a research on the matter, a signal plan for this intersection was designed with regards to all given criteria. This design was tested and evaluated in VISSIM simulation. The goals of the introduced design are to improve quality of transport and reduce quantity of incidents.

### **Keywords**

Intersection, light signalization, transport research, invariant signal plan, VISSIM

## 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.....	10
1.3. Hromadná doprava.....	11
2. Dopravní průzkum a jeho vyhodnocení.....	12
2.1. Nevhodné jevy zaznamenané při natáčení intenzit dopravního proudu.....	13
2.2. Vyhodnocení měření.....	15
2.3. Stanovení špičkové hodiny.....	19
2.4. Výhody a nevýhody současného řízení křižovatky.....	20
3. Kritéria návrhu světelného signalizačního zařízení včetně kapacitního posouzení.....	21
3.1. Kapacitní posouzení neřízené křižovatky.....	21
3.2. Kritéria návrhu světelného signalizačního zařízení.....	24
4. Návrh signálního plánu a kapacitní posouzení.....	29
4.1. Návrh světelného signalizačního zařízení.....	29
4.2. Délka cyklu.....	33
4.3. Kapacitní posouzení světelně řízené křižovatky.....	36
5. Ověření návrhu světelného signalizačního zařízení v programu VISSIM.....	40
5.1. Nastavení simulace.....	40
5.2. Porovnání středních dob zdržení.....	43
5.3. Shrnutí simulace.....	45
Doporučení.....	46
Závěr.....	47
Seznam použité literatury.....	48
Seznam obrázků.....	49
Seznam grafů.....	50
Seznam tabulek.....	51
Seznam příloh.....	52

## Seznam použitých zkratk

ČSN – české technické normy

MHD – městská hromadná doprava

SSZ – světelné signalizační zařízení

TP – technické podmínky

ÚKD – úroveň kvality dopravy

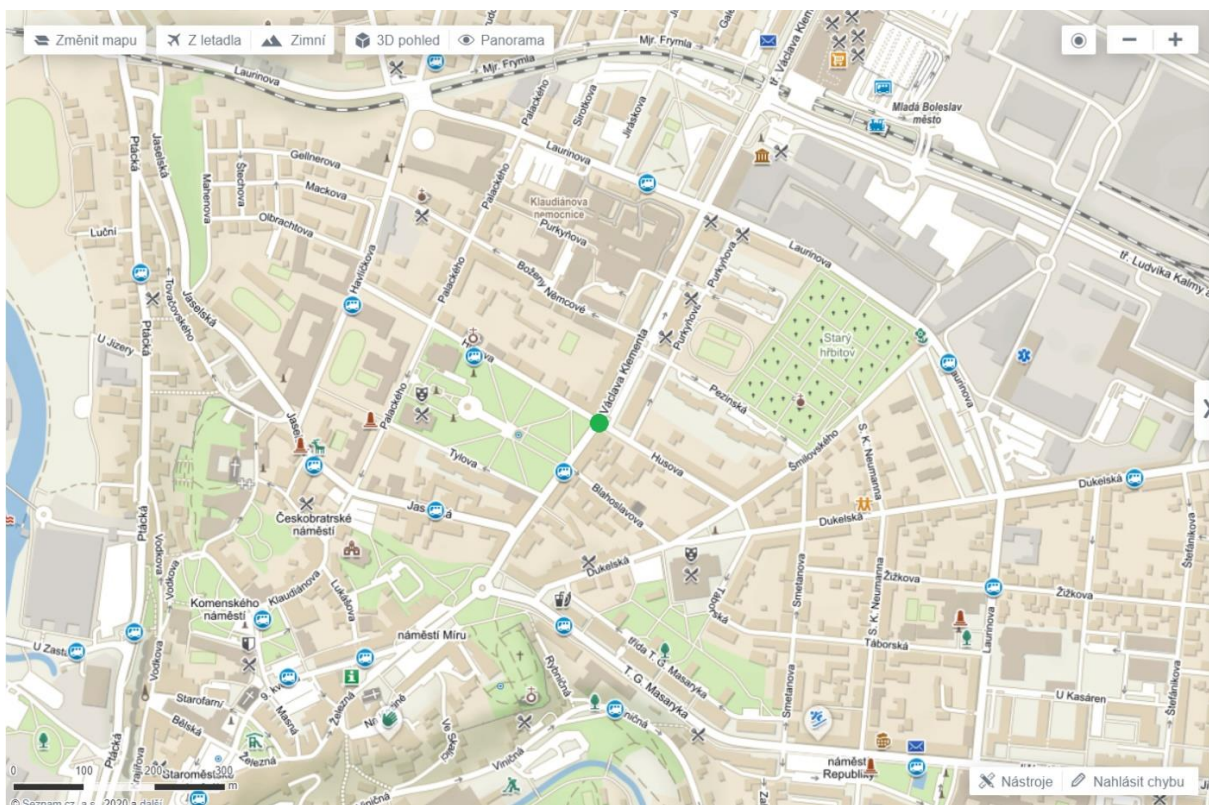
VHD – Veřejná hromadná doprava

VISSIM – Verkehr In Städten – SIMulationsModel

## Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem světelného signalizačního zařízení na doposud světelně neřízené křižovatce Husova x Václava Klementa. Tato křižovatka se nachází ve městě Mladá Boleslav ve Středočeském kraji. Třída Václava Klementa, která prochází přes křižovatku, je hlavní tah 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 [1]

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 udivená 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 důvody 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.

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



Cílem této práce je křižovátku analyzovat a navrhnout vhodné dopravní řešení. Je zapotřebí provést průzkum intenzity dopravy, a tím získat vstupní data. Dále je zapotřebí zanalyzovat, zda je vhodné na této křižovatce SSZ zřídit, následně navrhnout vhodné stavební úpravy a vytvořit signální plán a kapacitní posouzení dopravního uzlu. Posledním bodem je simulace řízení křižovatky v programu VISSIM, což má za cíl zjistit, zda nevznikají dopravní kongesce. 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. Situační výkres křižovatky byl vytvořen v programu AutoCad. Pro tvorbu simulace posloužil program VISSIM. Pro tvorbu tabulky mezičasů byl použit online program Edip-el. Pro vytvoření videa ze simulace byl použit program Windows Movie Maker.

Program AutoCad slouží ke vzniku přesných 2D a 3D výkresů a je využíván především architekty, projektanty a konstruktéry. [11]

Online program Edip-el je určen pro práci při vypracování kapacitních posudků na světelně řízené křižovatce. Tento program pracuje podle TP 235 a zároveň je v souladu s normou ČSN 73 6102. [10] Edip-el byl pro tuto práci použit pouze k tvorbě tabulky mezičasů.

Program VISSIM se používá k pochopení současného stavu řízení, identifikování problému a pomáhá vybrat správné řešení problému v řízení. [16] Pro účely této práce byl program využit pro simulaci vytvořeného řešení a pro tvorbu videozáznamu ze simulace.

Posledním programem, který byl pro účely této práce použit, byl program Windows Movie Maker. Tento program slouží ke zpracování videí a byl použit na sestřihání videozáznamu ze simulace v programu VISSIM.

## 1. Analýza současného stavu

### 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 [1] v Mladé Boleslavi. Jedná se o úrovnovou 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.

Tato ortofotomapa, která je na obrázku č. 2, byla použita jako podklad pro situační výkres v programu AutoCad a také pro vybudování dopravní sítě v programu VISSIM.

## 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]

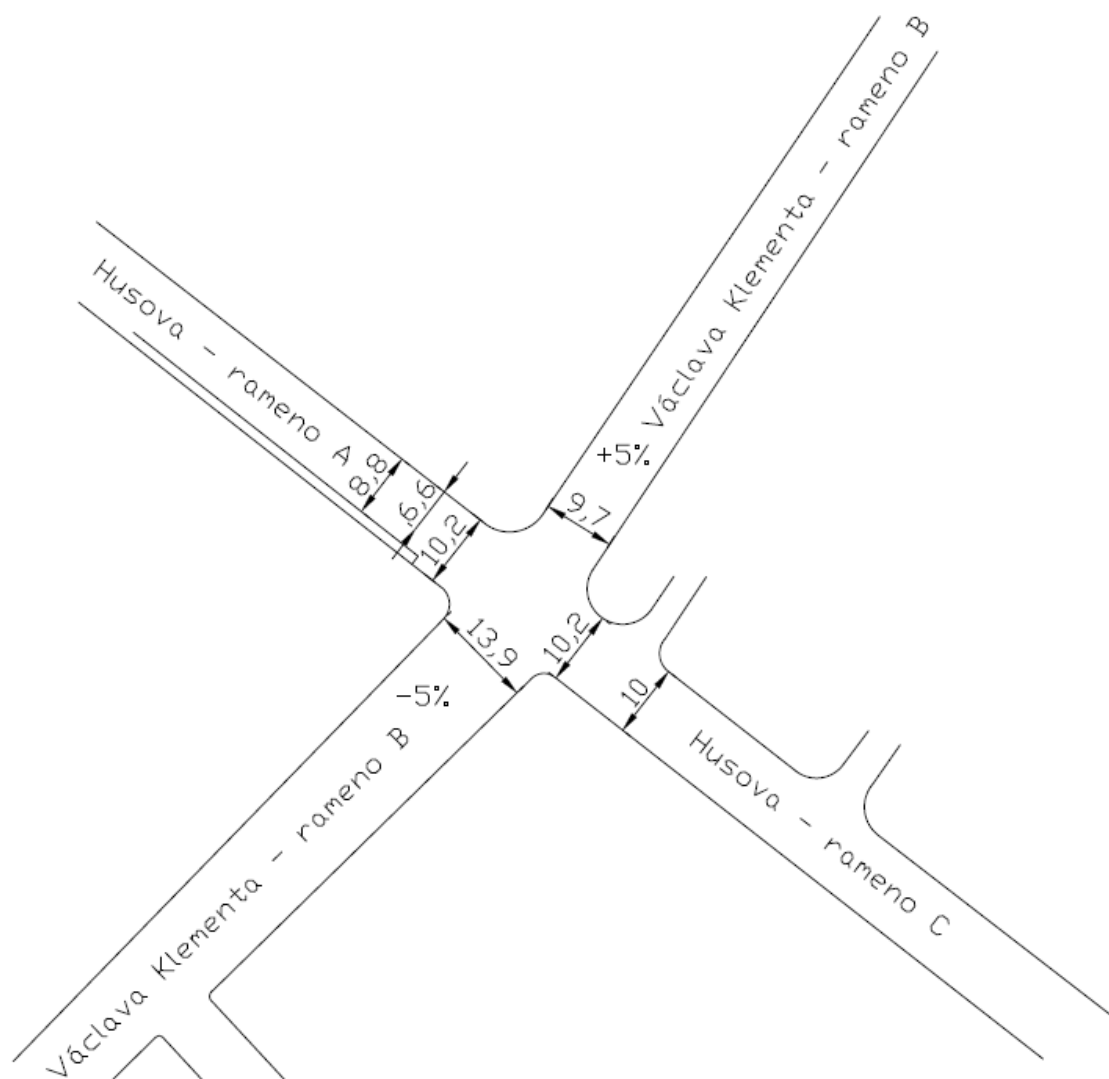
## Rameno D – Václava Klementa u parku Výstaviště

Jako rameno D je dále v práci popisována část třídy Václava Klementa od posuzované křižovatky směrem k parku Výstaviště ležící 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]

## Schématické znázornění aktuálního šířkového uspořádání posuzovaného uzlu



Obrázek 7 – současný technický stav [zdroj vlastní]

## 1.2. Širší dopravní vztahy

V této kapitole je popisováno, 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 nebo 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**. 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 ulicí Dukelská a Táborská.

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 ulici Václava Klementa a T. G. Masaryka je významný, 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 z možností řidičů, jak se z ramena A dostat na rameno B.



### 1.3. Hromadná doprava

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.

Všechny tyto vypsane spoje jsou využívane především školáky v době začátku či konce školy.

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.[8]

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. Většina autobusů, především mimo dobu ranní špičky, jezdila prakticky prázdná.

**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.

Nejvyšší počet vozidel městské a meziměstské hromadné dopravy projel v době mezi 13:45–14:45, a to 88 vozidel. Všechny tyto autobusy jely buď po rameni D rovně na rameno B, nebo z ramene B rovně na rameno D. Přes tuto křižovatku jezdí především standardní autobusy. Kloubové autobusy byly za celou dobu měření, tedy za 4 h, spatřeny pouze třikrát.

## 2. Dopravní průzkum a jeho vyhodnocení

„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 rozborů. 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.“ [13]

Podle TP 189 [9] 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 svislou dopravní značku B24b – Zákaz odbočení vlevo z ramena A do ramena B. Na následujícím obrázku, č. 8, je červeným bodem zakresleno místo, kde byla kamera postavena a odkud natáčela celou křižovátku.

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

Záznam byl natáčen v rozlišení HD, tedy 720 p. Výhodou této kamery, a tedy důvodem, proč byla pro natáčení použita, je čočka této kamery. Kamera totiž disponuje širokoúhlou čočkou, která je schopna zachytit obraz až ve 170°.



Obrázek 8 – místo umístění kamery [1]

## 2.1. Nevhodné jevy zaznamenané při natáčení intenzit dopravního proudu

Tato kapitola je věnována nevhodným jevům, které byly zaznamenávány při natáčení intenzit dopravního proudu dne 19. 11. 2019. Tyto nevhodné jevy jsou rozděleny do čtyř kategorií: opakované nevhodné jevy, nevhodné jevy při ranní špičce, nevhodné jevy v klidové části a nevhodné jevy při odpolední špičce.

### Opakované nevhodné jevy

Opakované nedodržování dopravní značky B24b – Zákaz odbočení vlevo z ramene A. Tento zákaz byl za dobu, po kterou bylo prováděno měření, porušen 69krát, z toho 62krát tento zákaz porušili muži a 7krát ženy. Zákaz byl porušován dokonce za přítomnosti strážníků městské policie, kteří pozorovali nerespektování dopravního značení bez zásahu.

Pravidelně se stávalo, že řidiči porušovali dopravní značku B24b – Zákaz odbočení vlevo, když z ramene A odbočovali tak, že i po dokončení odbočovacího oblouku jeli v protisměru a ohrožovali tím protijedoucí vozidla. Tento jev museli řidiči protijedoucích vozidel často řešit zastavením nebo upravením své stávající rychlosti na menší hodnoty.

Pravidelně se stávalo, že řidiči vozidel jedoucích z ramene A, si najeli na střed komunikace bez použití směrového značení (blinkru), zprava vedle nich si najeli na hranici křižovatky řidiči dalších vozidel, jež dávali směrovým značením (blinkrem) najevo úmysl jet vpravo. V době, kdy z ramene B nejela vozidla, rozhodl se řidič vozidla, které stálo uprostřed komunikace na rameni A, že také pojedje doprava, a obě vozidla současně vyjížděla doprava na rameno D.

Několikrát se v době ranní či odpolední špičky stalo, že řidič vozidla jedoucího z ramene A chtěl porušit dopravní značku B24b – Zákaz odbočení vlevo a chtěl odbočit doleva. Tento úmysl si však rozmyslel ve chvíli, kdy z důvodu velké intenzity dopravy na ostatních ramenou stál před křižovatkou déle než 2 minuty, takže místo odbočení doleva projel křižovatkou rovně do ramene C či doprava do ramene D.

Opakovaně se stávalo, že řidiči vozidel jedoucích rovně z ramene A nebo z ramene C vzhledem k velké intenzitě dopravního proudu na hlavní komunikaci „ztratili nervy“ a nechtěli již déle čekat, takže se rozhodli porušit dopravní předpisy a v okamžiku, kdy nejela vozidla z ramene B (respektive z ramene D), najeli doprostřed křižovatky a čekali, až nepojedou vozidla z ramene D (respektive z ramene B). Tím křižovatkou částečně zablokovali pro průjezd vozidel z ramene B, ale získali tím dřívější možnost průjezdu do ramene C.

Rovněž na ramenou A a C se pravidelně stávalo, že řidiči vozidel jedoucích z těchto ramen si najeli co nejbližší ke křižovatce tak, aby viděli do křižovatky, čímž ale vjeli do křižovatky natolik, že následně museli couvat, aby vozidla jedoucí po hlavní komunikaci, tedy po rameni D nebo po rameni B, mohla projet. Tento manévr se stával především na rameni C, protože na rameni D parkují vozidla po pravé straně komunikace směrem ke křižovatce. Výše popsaný jev byl způsoben tím, že řidiči se z důvodu neochoty využít možnosti placeného stání, a zároveň neexistence většího množství neplacených parkovacích míst, snaží zaparkovat svá vozidla na rameni D, což má za následek, že zaparkovaná vozidla občas zasahují až do křižovatky.

Při odbočení vozidel doleva z ramene D do ramene A se opakovaně stávalo, že řidiči těchto vozidel čekali na možnost odbočit, a řidiči vozidel, kteří chtěli jet přímo z ramene D do ramene B, je zprava podjížděli, díky čemuž docházelo ke skoronehodě, neboť řidiči vozidel jedoucích z ramene B, kteří chtěli odbočit doleva na rameno C, o nich nevěděli, díky čemuž tedy hrozil vznik dopravní nehody s projíždějícími vozidly z ramene D do ramene B.

Nebylo výjimkou, že řidiči vozidel jedoucích z ramene C do ramene A po najetí do křižovatky začali dávat přednost chodcům jdoucím po přechodu přes rameno A, díky čemuž tato vozidla blokovala auta jedoucí z ramene B, a to i po dobu několika vteřin, protože především v ranní špičce je v této oblasti velký výskyt chodců. Totožné situace byly samozřejmě obvyklé i pro vozidla jedoucí z ramene A do ramene C, kdy tato vozidla dávala přednost chodcům jdoucím přes rameno C, čímž blokovala průjezd vozidel z ramene D.

Nebylo výjimkou, že řidiči vozidel jedoucích z ramene D do ramene A po zahájení svého úkonu odbočení vlevo začali dávat přednost chodcům přecházejícím po rameni A, a blokovali tak vozidla, která chtěla jet z ramene B. Tento jev se stával i obráceně, když řidiči vozidel jedoucích z ramene B do ramene C zahájili svůj jízdní úkon odbočení vlevo a následně začali dávat přednost chodcům jdoucím po rameni C, přičemž blokovali vozidla, která chtěla jet z ramene D.

Řidiči vozidel jedoucích po rameni D nebo po rameni B opakovaně zastavovali před křižovatkou a nechávali provést jízdní úkon řidiče vozidel jedoucích z vedlejších komunikací, což mělo za důsledek tvořící se kolonu vozidel na rameni D nebo na rameni B.

V dopravních špičkách se stávalo, že množství autobusů jedoucích z ramene B na rameno D bylo tak velké, že se nevešly na zastávku Na Výstavišti, která se nachází nedaleko této křižovatky na rameni D, takže zástup vozidel a autobusů zasahoval až do křižovatky, a bránil tak projetí křižovatky jak z ramene B do ramene D, tak provedení úkonu zatočení vlevo vozidlům jedoucím z ramene D do ramene A, stejně jako vozidlům, která chtěla jet z ramene A nebo z ramene C na rameno D. Toto zdržení bylo i v řádu desítek sekund, a to nejen vzhledem k velkému množství autobusů, které potřebují využít tuto zastávku, ale také z důvodu pomalého prodeje jízdenek v autobusu, a to jak meziměstských, tak autobusů městské hromadné dopravy.

### **Nevhodné jevy při ranní špičce**

V ranní špičce se pravidelně stává, že při vysazování školáků z vozidel, které často trvá několik desítek vteřin, řidiči zastaví na přechodu pro chodce na rameni A nebo na rameni C, čímž zdržují nejen vozidla čekající na projetí křižovatkou, která stojí za nimi, ale také omezují chodce v bezpečném překonání komunikace z jedné strany na druhou. Extrémním příkladem byla situace, kdy jednomu školákovi při vystupování z vozidla vypadl z kapsy mobilní telefon, takže všechna vozidla čekající na tomto rameni na projetí křižovatkou musela počkat, než si školák sebere všechny části svého mobilního telefonu, složí si je dohromady, zavře dveře od vozidla a odejde z vozovky.

### **Nevhodné jevy v klidové části**

V době s nižší intenzitou provozu se opakovaně stávalo, že chodci, kteří přecházeli křižovatkou, nevyužívali přechody pro chodce, ale přecházeli skrz křižovátku.

Podobným problémem bylo nevhodné přecházení komunikace, a to na rameni D, kde není přechod pro chodce. Chodci by museli pro korektní přechod komunikace využít buď přechod pro chodce vzdálený několik desítek metrů, nebo využít více přechodů pro chodce, aby se dostali na druhou stranu komunikace.

Dále bylo běžné, že řidiči vozidel jedoucích z ramene A zatáčeli doprava na rameno D a po několika metrech se v další křižovatce (Václava Klementa x Blahoslavova) otočili do protisměru a pokračovali v jízdě z ramene D na rameno B.

## Nevhodné jevy při odpolední špičce

Při odpolední špičce se pravidelně stávalo, že řidiči vozidel jedoucích z ramene C, kteří chtěli jet doprava na rameno B, nechtěli čekat, až vozidla stojící před nimi budou moci pokračovat do ramene A nebo D, a tak si zkrátili svoji cestu přes přílehlý chodník, na kterém před křižovatkou zastavili, počkali, než jim situace dovolí provést jízdní úkon na rameno B, a zase sjeli z chodníku a pokračovali v jízdě po silnici.

### 2.2. Vyhodnocení měření

Vyhodnocení bylo vytvořeno ručně, každý záznam byl přehrán 8 x. Při prvním přehrání byla napočítána 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.

Zohlednění skladby vozidel bylo provedeno přenásobením návrhových intenzit jednotlivých druhů vozidel koeficienty podle tabulky, která se nachází v TP 235. [2]

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 9 – koeficienty druhů vozidel [2]

### Výsledná tabulka

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

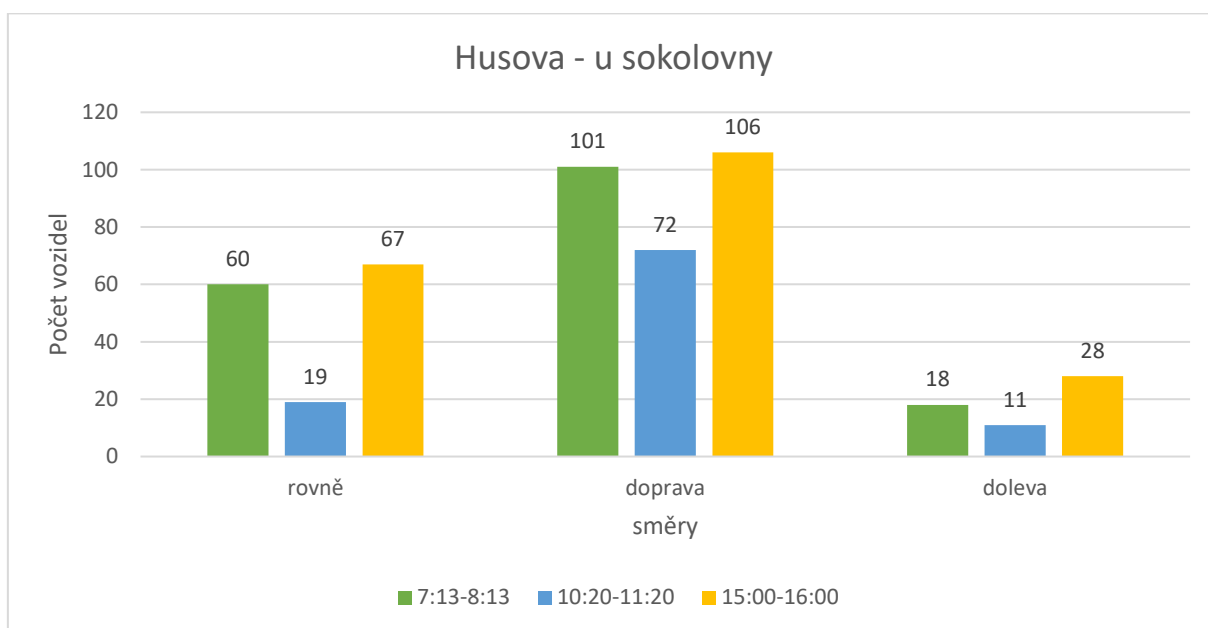
V těchto tabulkách lze nalézt výsledky provedených měření a výslednou hodnotu dopravního proudu na jednotlivých ramenech.

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]	kloubové autobusy [voz/h]	Výsledná hodnota
A	Husova - u sokolovny	rovně	1	0	66	0	0	67
		doprava	0	0	106	0	0	106
		doleva	0	0	28	0	0	28
B	Václava Klementa - u nemocnice	rovně	1	2	415	40	0	486
		doprava	0	0	53	1	0	55
		doleva	0	0	23	0	0	23
C	Husova - u domu kultury	rovně	1	0	44	0	0	45
		doprava	0	0	90	0	0	90
		doleva	1	0	15	0	0	16
D	Václava Klementa - u parku Výstaviště	rovně	4	0	406	47	1	490
		doprava	0	0	18	0	0	18
		doleva	1	0	95	0	0	96

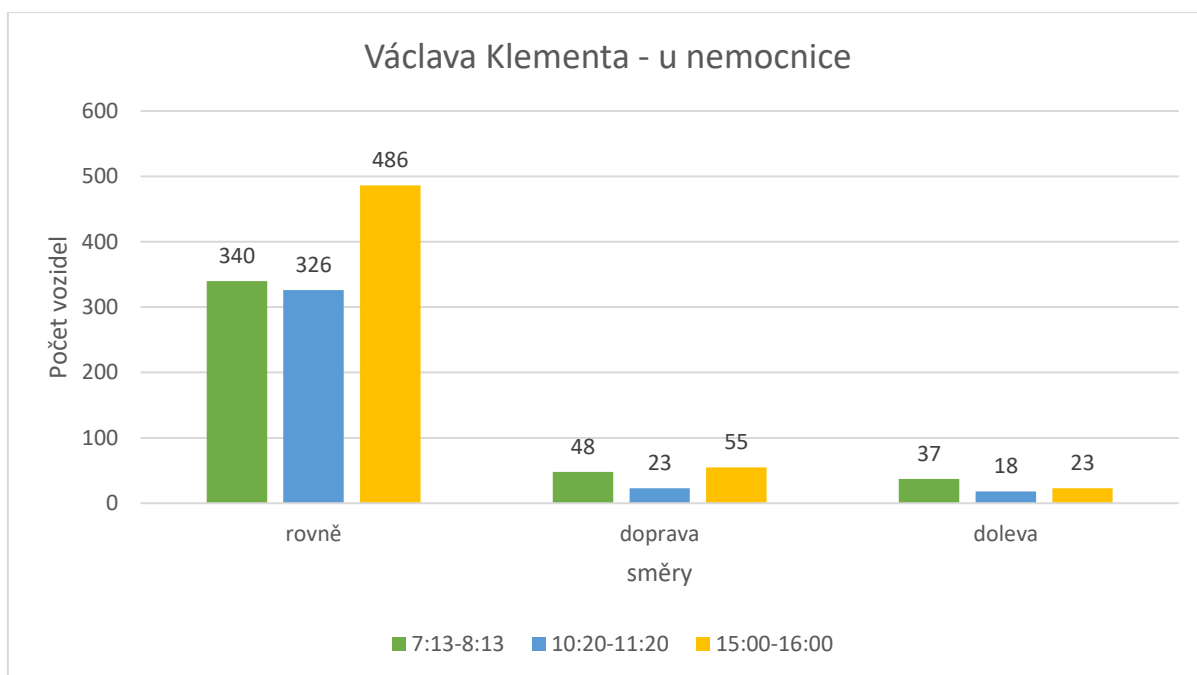
Tabulka 1 – odpolední špička [zdroj vlastní]

## Grafické znázornění intenzity dopravních proudů

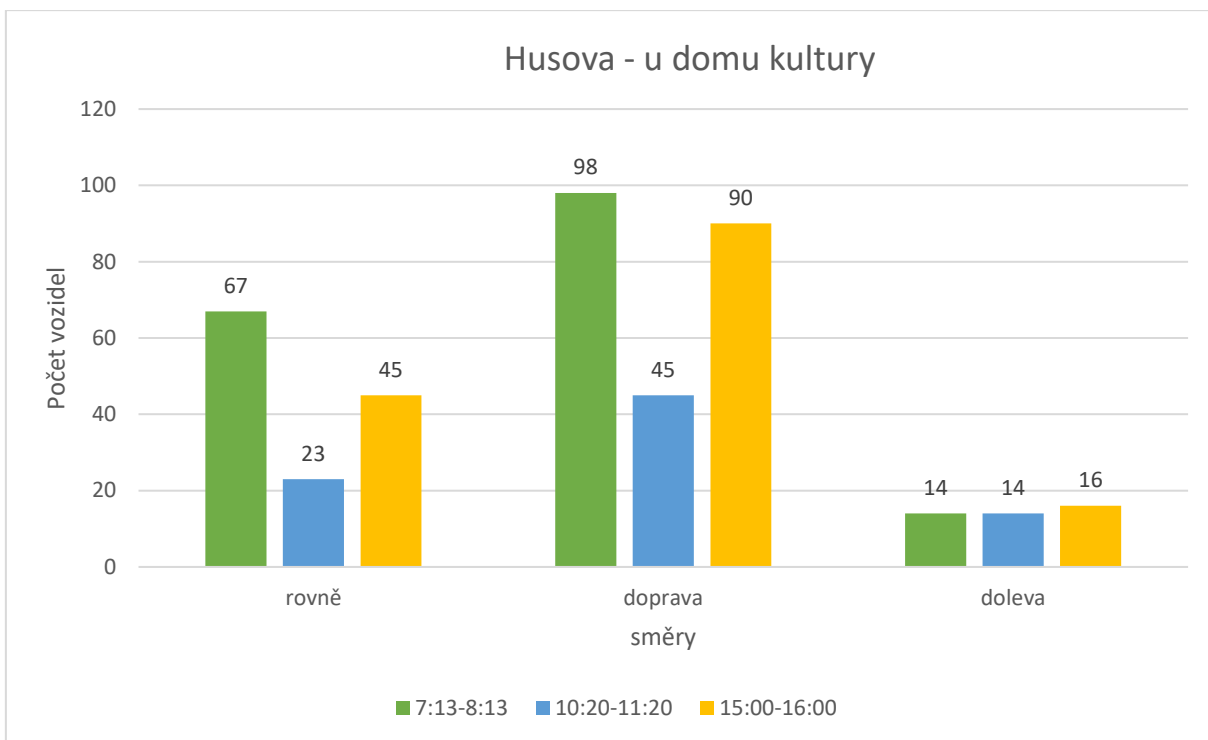
V následujících grafech je možné si povšimnout, jak se měnila intenzita dopravního proudu na jednotlivých ramenou během sledovaných období.



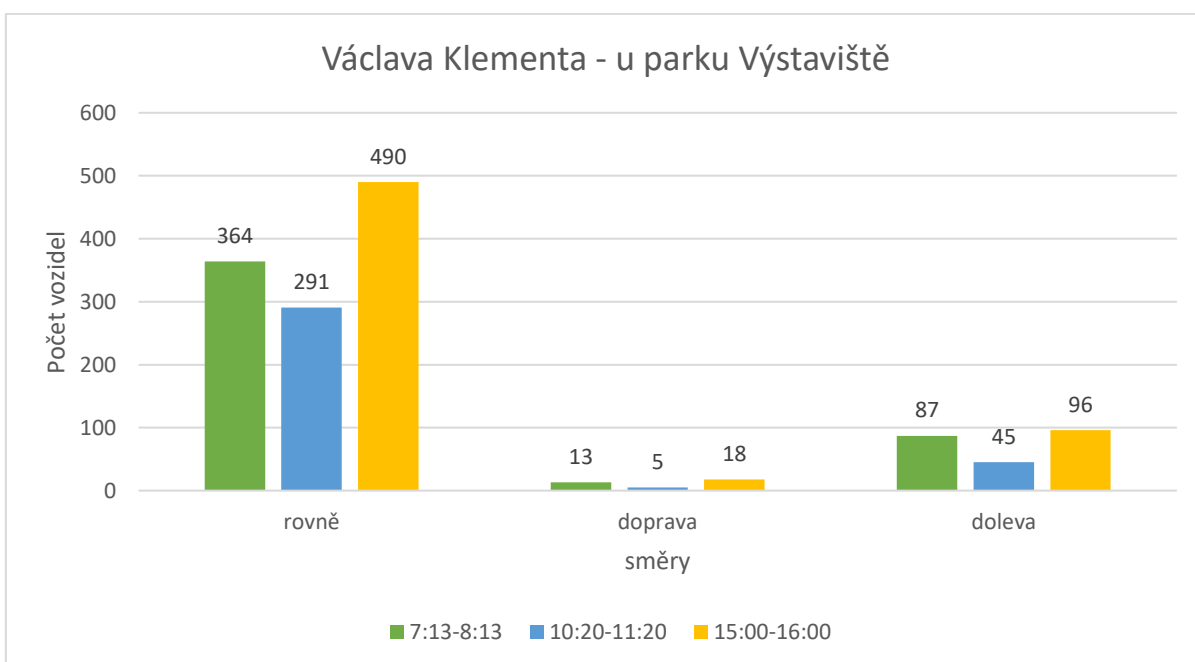
Graf 1 – intenzity na rameni A [zdroj vlastní]



Graf 2 – intenzity na rameni B [zdroj vlastní]



Graf 3 – intenzity na rameni C [zdroj vlastní]

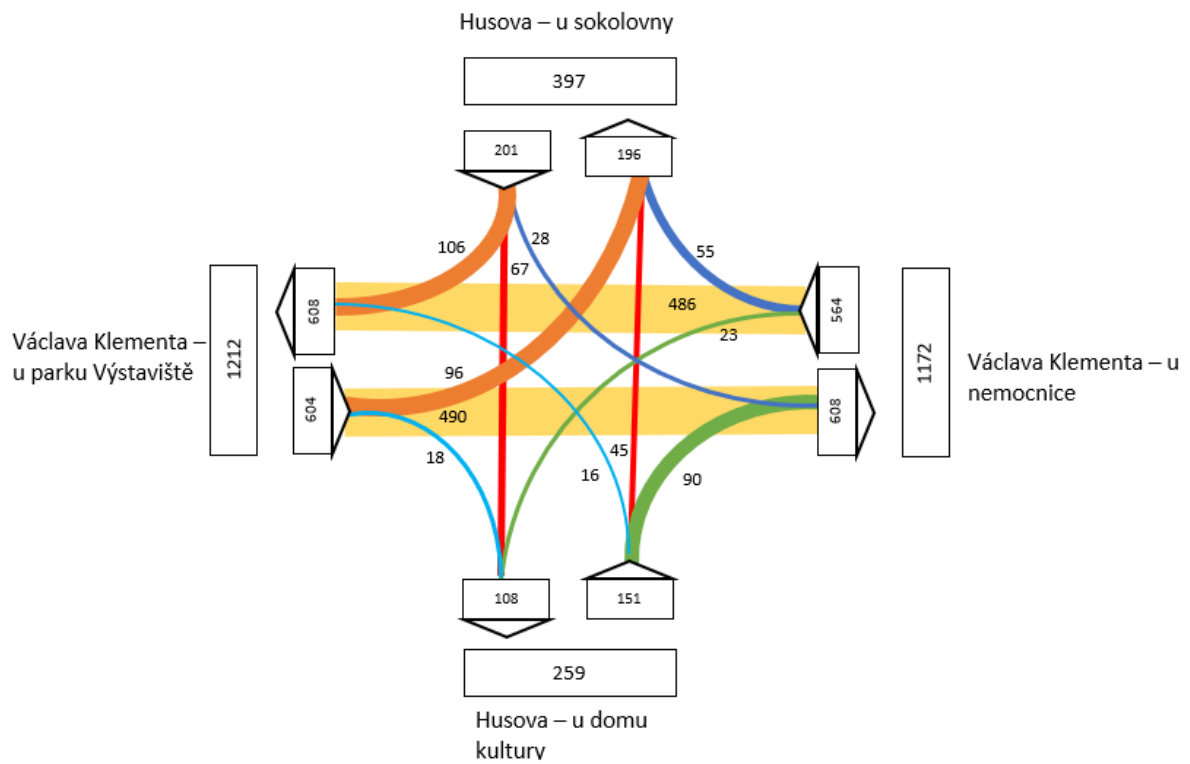


Graf 4 – intenzity na rameni D [zdroj vlastní]

## Pentlogram intenzit

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

Odpolední špička 15:00–16:00



Obrázek 10 – pentlogram intenzit odpolední špičky [zdroj vlastní]

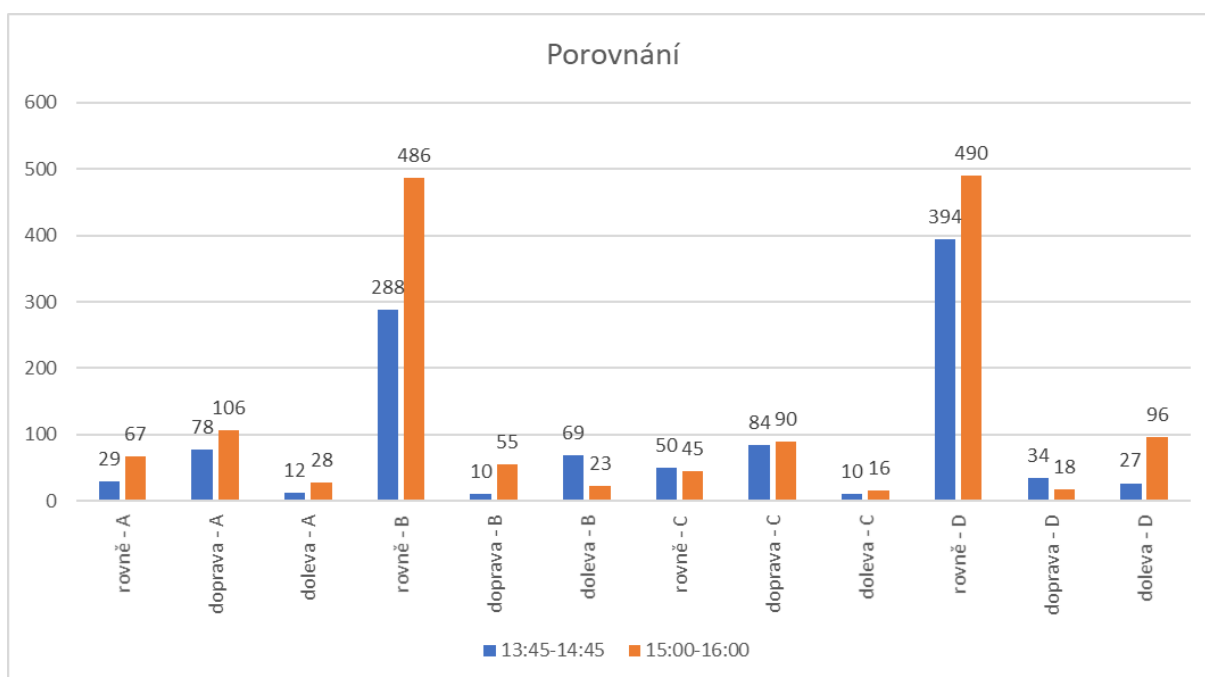


### 2.3. Stanovení špičkové hodiny

Z krátkého průzkumu, který byl udělán před pořízením záznamu o intenzitách dopravního proudu, vyšlo, že nejvyšší intenzita dopravního proudu, kterou by obyvatelé Mladá Boleslavi nebo lidé znalí místních poměrů očekávali, by měla být v době mezi 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. Proto tedy bylo očekáváno, 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.

Tato informace se při měření ukázala jako mylná. 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]

## 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**

1. Plynulá jízda pro vozidla jedoucí po hlavní komunikaci.
2. Plynulá jízda MHD.
3. Velký počet parkovacích stání.

### **Nevýhody**

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

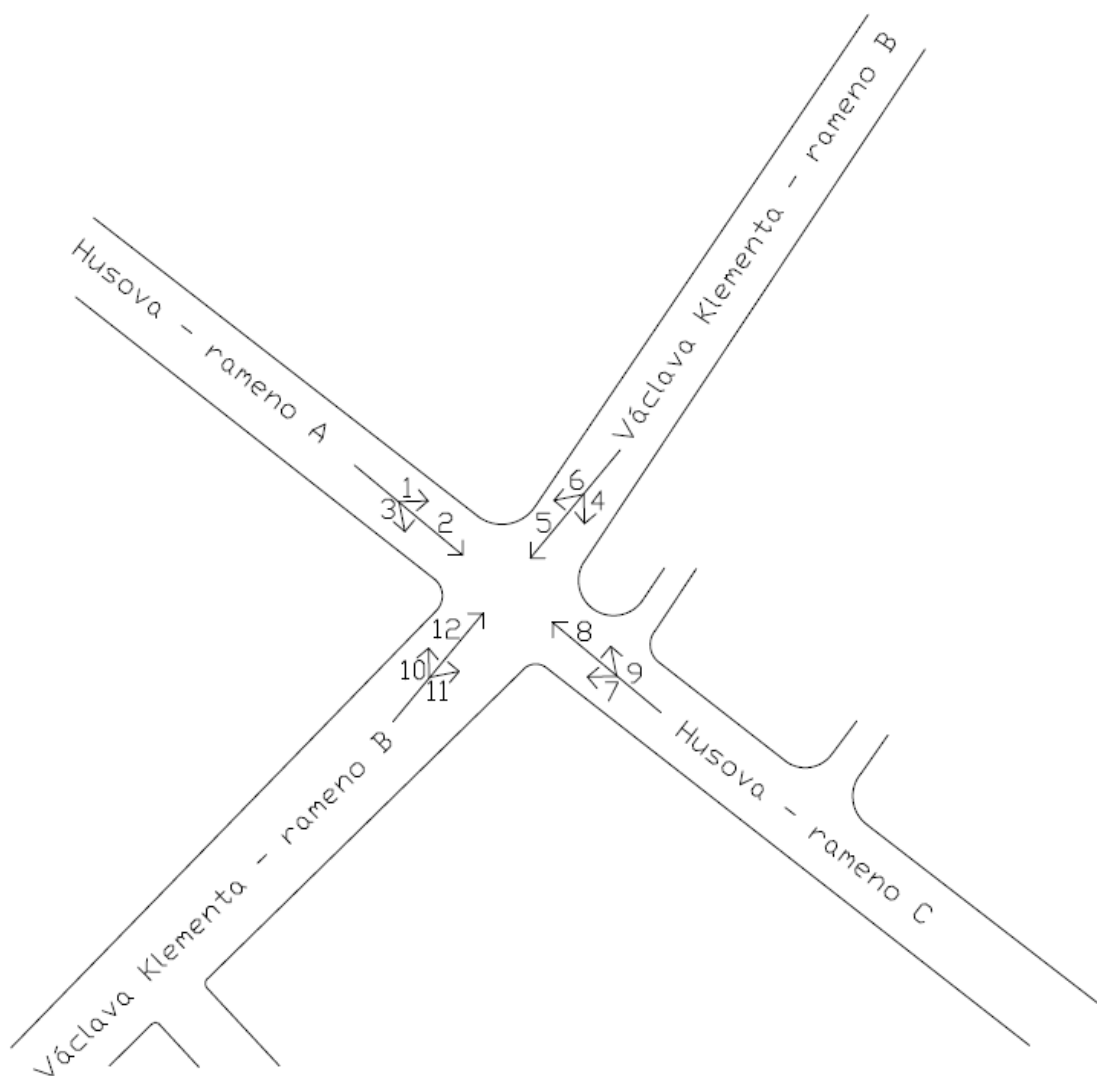
Na základě výše zmíněných výhod a nevýhod současného řízení křižovatky lze předpokládat, že zavedení světelného signalizačního zařízení by přispělo k větší organizovanosti dopravy a k větší bezpečnosti silničního provozu, zejména chodců.

### 3. Kritéria návrhu světelného signalizačního zařízení včetně kapacitního posouzení

Tato kapitola je věnována otázce, zda je vhodné zřídit světelné signalizační zařízení na dané křižovatce. Vychází se přitom z dat získaných v kapitole 2.2. Cílem je podle příslušných technických podmínek zjistit, zda současné řízení kapacitně vyhovuje a zda jsou splněna kritéria návrhu světelného signalizačního zařízení.

#### 3.1. Kapacitní posouzení neřízené křižovatky

Kapacitní posouzení neřízené křižovatky je provedeno především podle TP 188 – „Posuzování kapacity křižovatky a úseků pozemních komunikací“. [3] Všechny výpočty v této kapitole podléhají těmto technickým podmínkám, přičemž značení je upraveno podle následujícího obrázku č. 11 tak, aby odpovídalo zvolenému označení ramen.



Obrázek 11 – značení jednotlivých proudů [zdroj vlastní]

Pro kapacitní posouzení neřízené křižovatky jsou stanovené přepočtové koeficienty dopravního proudu podle následující tabulky:

osobní vozidla	nákladní vozidla, autobusy	nákladní soupravy, kloubové autobusy	motocykly	jízdní kola
1	1,5	2	0,8	0,5

Tabulka 2 – koeficienty kapacitního posouzení neřízené křižovatky [3]

Klíčová hodnota pro posouzení neřízené křižovatky je  $t_w$  – střední doba zdržení na všech dopravních proudech. Tato vypočítaná hodnota musí být menší nebo rovna nejvyšší přípustné době zdržení pro příslušný stupeň ÚKD podle ČSN 73 6102.

Z následující tabulky vyplývá, jaká známka je přidělována úrovni kvality dopravy dle výsledné doby zdržení. Čím delší doba zdržení, tím horší známka.

Úroveň kvality dopravy		Střední doba zdržení [s]
Označení	Charakteristika	
A	Velmi dobrá (Doba zdržení velmi malá)	≤ 10
B	Dobrá (Zdržení ještě bez front)	≤ 20
C	Uspokojivá (Ojedinelé krátké fronty)	≤ 30
D	Dostatečná (Stabilní stav s vysokými ztrátami)	≤ 45
E	Nestabilní (Nestabilní stav)	> 45
F	Nevyhovující (Překročená kapacita)	–

ÚKD na stupni F je dosaženo při překročení kapacity, tj. při hodnotě stupně vytížení  $a_v > 1$

Obrázek 12 – ÚKD pro neřízenou křižovatku [15]

## Vyhodnocení

V následujících tabulkách lze vidět výsledky kapacitního posouzení neřízené křižovatky.

Největší střední doba zdržení je při ranní špičce na paprsku 3, tedy na ulici Husova u domu kultury, a to 24,08 s, tento čas je ohodnocen známkou C. Všechny paprsky dosahují lepší známky než F, přičemž hlavní komunikace dosáhla známky A.

Posouzení úrovně kvality dopravy										
Paprsek	Název komunikace	Proud (vjezd - výjezd)	I [pvoz/h]	C [pvoz/h]	Rez [%]	a <sub>v</sub> [-]	t <sub>w</sub> [s]	L <sub>95%</sub> [m]	UKD [-]	
									Dosažená	Požadovaná
1	Husova - u sokolovny	1+2+3	169	482	64.94	0.35	11.49	9.62	B	E
2	Václava Klementa - u nemocnice	4+5+6	417	1682	75.21	0.25	2.85	5.92	A	
3	Husova - u domu kultury	7+8+9	179	327	45.30	0.55	24.08	20.77	C	
4	Václava Klementa - u parku Výstaviště	10+11+12	452	1561	71.05	0.29	3.24	7.32	A	

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

Největší střední doba zdržení je při odpolední špičce na paprsku 3, tedy na ulici Husova u domu kultury, a to 24,08, tento čas je ohodnocen známkou B. Hodnocení paprsku 3 je tedy lepší než při ranní špičce. Ostatní paprsky byly ohodnoceny stejnou známkou jako při ranní špičce.

Posouzení úrovně kvality dopravy										
Paprsek	Název komunikace	Proud (vjezd - výjezd)	I [pvoz/h]	C [pvoz/h]	Rez [%]	a <sub>v</sub> [-]	t <sub>w</sub> [s]	L <sub>95%</sub> [m]	UKD [-]	
									Dosažená	Požadovaná
1	Husova - u sokolovny	1+2+3	201	427	52.89	0.47	15.90	15.67	B	E
2	Václava Klementa - u nemocnice	4+5+6	556	1728	67.82	0.32	3.07	8.52	A	
3	Husova - u domu kultury	7+8+9	151	338	55.27	0.45	19.22	14.20	B	
4	Václava Klementa - u parku Výstaviště	10+11+12	595	1535	61.23	0.39	3.83	11.35	A	

Tabulka 4 – 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.
2. Kritérium intenzity provozu z hlediska vozidel.
3. Kritérium intenzity provozu z hlediska chodců.
4. Kritérium plynulosti jízdy vozidel městské hromadné dopravy.
5. Kritérium místního zvláštního zřetele. [4]

#### 1. Kritérium bezpečnosti provozu

„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.“ [4]

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

Při výpočtu množství vozidel se vycházelo z vypořádané skutečnosti, že v normální den je vysoká intenzita vozidel 4h, nízká intenzita vozidel 11h a noční intenzita vozidel je 9h.

Při výpočtech bylo za vysokou intenzitu vozidel dosazováno číslo 1 085 voz/h, za nízkou intenzitu číslo 896 voz/h a za noční intenzitu byla dosazována hodnota 200 voz/h. Za intenzitu během víkendu, svátku či měsíců července a srpna byla dosazována též hodnota 200 voz/h pro celý den. Měsíce červenec a srpen byly zahrnuty do kategorie víkend či svátek, jelikož v tomto období není školní vyučování a je doba dovolených a na základě dlouhodobé znalosti křižovatky je známo, že v těchto měsících je menší provoz. Počet vozidel při vysoké i nízké intenzitě vychází z naměřených hodnot, noční intenzita vozidel a intenzita vozidel během víkendu či svátku byla vybrána kvalifikovaným odhadem.

Z výpočtů tedy vyplývá, že za jeden pracovní den projede křižovatkou 15 996 vozidel, za jeden den o víkendu, svátku či měsících červenci nebo srpnu projede křižovatkou 4 800 vozidel.

V roce 2019 bylo 251 pracovních dnů, z toho bylo 44 pracovních dnů v měsících červenci a srpnu. Což znamená, že při výpočtu je tedy za pracovní dny dosazena hodnota 207 a za víkend, svátek či prázdniny je dosazena hodnota 158.

Za rok tedy křižovatkou projede 4 069 572 vozidel. Za 3 roky křižovatkou projede 12 208 716 vozidel.

Podmínkou pro využití tohoto kritéria je, že za 3 roky musí být průměrná relativní nehodovost minimálně 4 nehody na milion vozidel, která projedou křižovatkou.

Výpočet:

$$12\,208\,716 / 1\,000\,000 = 12,21 * 4 = 49 \text{ nehod za 3 roky.}$$

Podle výpočtů by se muselo stát na této křižovatce 49 nehod za 3 roky.

V případě této křižovatky došlo za poslední tři roky k 5 nehodám, jak je patrné z následujícího obrázku.



Obrázek 13 – vybraná oblast pro nehodovost [7]

Všeobecný přehled o nehodách v zadané lokalitě		
Počet nehod celkem		5
Počet nehod s následky na zdraví		2
Počet usmrcených osob (stav do 24 hod.)	●	0
Počet těžce zraněných osob (stav do 24 hod.)	●	1
Počet lehce zraněných osob (stav do 24 hod.)	●	3

Obrázek 14 – nehodovost ve vybrané oblasti [7]

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

## 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 nejméně zatížených hodin dne na hlavní i vedlejší komunikaci.“ [4]

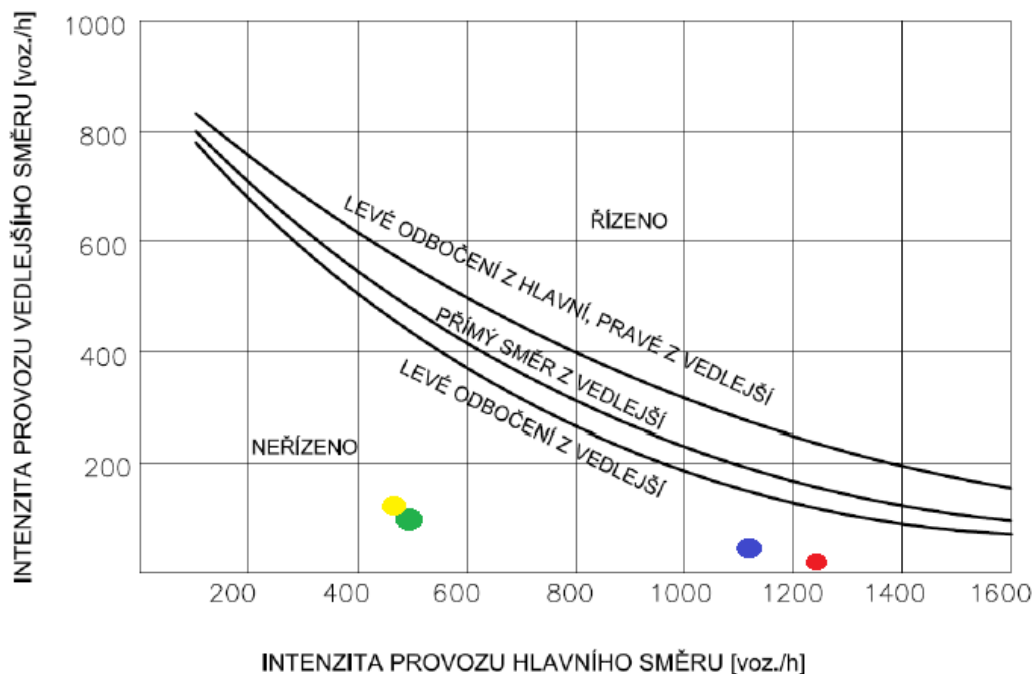
V následujících tabulkách se nachází výpočty a výsledky výpočtů pro tuto křižovatku.

	levé z hlavní	pravé z vedlejší	přímý směr z vedlejší	levé z vedlejší
VEDLEJŠÍ	96	106	67	28
HLAVNÍ	486+55	486	486+96+490+18+23	486+23+96+490+45+90

Tabulka 5 – výpočet intenzity provozu z hlediska vozidel [zdroj vlastní]

	levé z hlavní	pravé z vedlejší	přímý směr z vedlejší	levé z vedlejší
VEDLEJŠÍ	96	106	67	28
HLAVNÍ	541	486	1113	1230

Tabulka 6 – hodnoty pro intenzitu provozu z hlediska vozidel [zdroj vlastní]



Obrázek 15 – graf intenzity provozu z hlediska vozidel [4]

Toto kritérium nelze využít pro tuto křižovatku jako důvod pro zřízení světelného signalizačního zařízení, protože všechny body se v grafu nacházejí v části neřízeno.



### 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.“ [4]

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 397 voz/h. Nesplňuje požadovanou hodnotu.

Rameno B – na rameni B se jedná o hodnotu 1 172 voz/h. Splňuje požadovanou hodnotu.

Rameno C – na rameni C se jedná o hodnotu 259 voz/h. Nesplňuje 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.

V druhé části tohoto bodu se v TP 81 píše, že světelné signalizační zařízení je účelné zřídit pro přechod pro chodce i v situaci, kdy chodci narušují plynulý tok dopravního proudu koordinovaného svazku vozidel. [4] Tato křižovatka případně splňuje i tento požadavek, protože na této křižovatce se pravidelně stává, že chodci, kteří přecházejí přes rameno A, nejsou vidět z ramene D přes stojící vozidla na rameni A, jež čekají na projetí křižovatkou. Řidiči vozidel odbočujících z ramene D vlevo do ramene A zjistí pozdě, že nemohou najet do ramene A kvůli chodcům přecházejícím po přechodu pro chodce přes rameno A, čímž blokují vozidla, která jedou z ramene B do ramene D.

Tento jev se stává i na přechodu přes rameno C, kde vozidla jedoucí z ramene B do ramene C nezaznamenají chodce, kteří procházejí přes přechod na rameni C, a blokují tak vozidla, která jedou z ramene D do ramene B.

#### **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.“ [4]

Toto kritérium nelze pro tuto křižovatku využít, protože pouze 2 vozidla městské hromadné dopravy nejela po hlavní komunikaci, a to linka 80 při ranní špičce. 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.

#### **5. Kritérium místního zvláštního zřetele**

Za kritérium místního zvláštního zřetele můžeme považovat velký počet škol, které se nachází 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.

Jak je již zmíněno v bodě 3, tzn. v kritériu intenzity z hlediska chodců, nejen, že přes křižovatku přechází mnoho studentů a mladistvých, ale tyto chodci často nejsou za stojícími auty na křižovatce vidět, a proto je pro ně nebezpečné přejít.

Často se stává, 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 ulicemi Blahoslavova a ulicí Tylova, ale zkrátí si cestu přímo přes rameno D v těsné blízkosti křižovatky.

#### **Výsledek kritérií**

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

Tato křižovatka splňuje 2 kritéria pro možnost zřídít SSZ, konkrétně kritérium 3, tzn. kritérium intenzity z hlediska chodců, a kritérium 5, tzn. kritérium místního zvláštního zřetele.

Kritérium bezpečnosti provozu není splněno 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.

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.

## 4. Návrh signálního plánu a kapacitní posouzení

Tato část práce se bude zabývat situačním výkresem, který byl vytvořen pomocí programu AutoCad. Tento výkres je možno nalézt v příloze č. 8. Dále se tato část zabývá návrhem signálního plánu, jeho výpočtem a fázemi pro zvolenou křižovatku. Všechny výpočty k této části lze nalézt v příloze č. 6, stejně jako signální plán. Poslední část této kapitoly je věnována kapacitnímu posouzení. Všechny výpočty, které se věnují kapacitnímu posouzení, se nacházejí v příloze č. 7.

### Nové stavební uspořádání

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

Na všech ramenou je navrženo rozšíření chodníku pro chodce. Tato úprava má za následek kratší čas vyklizení 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 ramenou 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 jednosměrné komunikace, kde se nachází Knihovna města Mladá Boleslav a budova firmy Škoda Mezinárodní prodej, jež ústí do ulice Husova na rameno C. Tato ulice bude slepá.

### 4.1. Návrh světelného signalizačního zařízení

Tato kapitola se zabývá návrhem organizace dopravy, signálními skupinami, zvolením vhodných fází a výpočtem mezičasů mezi fázemi.

### Návrh organizace dopravy

Původní označení třídy Václava Klementa jako hlavní komunikace a ulice Husovy jako vedlejší komunikace zůstane z hlediska označení hlavní a vedlejší komunikace zachováno vzhledem k intenzitám dopravních proudů na jednotlivých ramenou, které jsou patrné i z pentlogramu. Druhý důvod pro zachování současného stavu je využívání komunikace Václava Klementa městskou hromadnou dopravou, jejíž autobusy jezdí prakticky výhradně po rameni B či rameni D.

## Signální skupiny

„Signální skupiny se označují vždy základním označením (typem signálu a jeho pořadím) a v některých případech i doplňujícím označením (např. směr pohybu). Související signály mají stejné označení pořadí vjezdu jako hlavní signál.

Základní označení každého signálu je tvořeno dvěma symboly, a to typem signálu a jeho pořadím (pořadí vjezdu). Pro označení typu signálu se používají velká písmena abecedy.“ [4]

Typ signálu	Písmeno
signál pro Vozidla	V
signál pro Tramvaje	T
signál pro Cyklisty	C
signál pro chodce – Pěší	P
signál dvoubarevné soustavy pro řízení provozu v Jízdnicích pruzích	J
signál doplňkové zelené Šipky	S
signál pro opuštění Křižovatky (vyklizovací šipka)	K
přerušované Žluté světlo	Z
přerušované Žluté světlo ve tvaru chodce	
Žluté světlo ve tvaru chodce	
výzvový signál pro tramvaje	
signál Účelové signalizace	U
Rychlostní signál	R

Obrázek 16 – typy signálů [4]

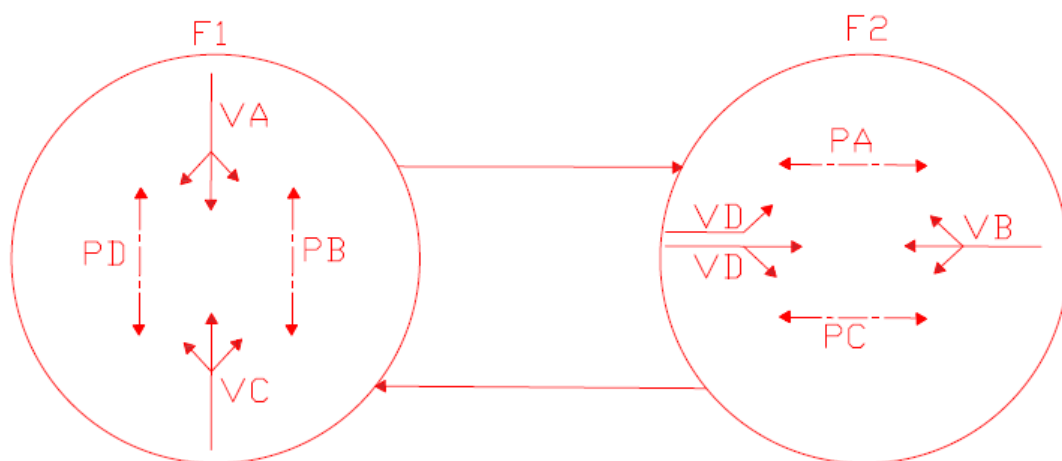
Pro všechna ramena křižovatky jsou použity plné signály. Rozdělení signálních skupin je patrné z následující tabulky č. 7.

Signální skupina	místo	typ signálu
VA	Husova - u sokolovny	plný signál
VB	Václava Klementa - u nemocnice	plný signál
VC	Husova - u domu kultury	plný signál
VD	Václava Klementa - u parku Výstaviště	plný signál
PA	Husova - u sokolovny	signál pro chodce
PB	Václava Klementa - u nemocnice	signál pro chodce
PC	Husova - u domu kultury	signál pro chodce
PD	Václava Klementa - u parku Výstaviště	signál pro chodce

Tabulka 7 – signální skupiny [zdroj vlastní]

## Fáze

Jsou zvoleny 2 fáze. Fáze F1, kdy signál volno mají vozidla jedoucí z vedlejších komunikací (signální skupiny VA, VC) a zároveň chodci, kteří přecházejí přes hlavní komunikaci (signální skupiny PB, PD). Při druhé fázi, F2, mají signál volno vozidla jedoucí po hlavní komunikaci (signální skupiny VB, VD) a chodci, kteří přecházejí vedlejší komunikaci (signální skupiny PA, PC). Grafické znázornění je vyobrazeno na následujícím obrázku č. 17.



Obrázek 17 – fáze [zdroj vlastní]

K tomuto rozdělení fází je přistoupeno z důvodu vysoké intenzity dopravních proudů z ramene D a ramene B, přičemž nejvyšší intenzity byly naměřeny z ramene D do ramene B a opačně z ramene B do ramene D.

## Tabulka mezičasů

„Mezičas je časový interval od konce signálu volno signální skupiny po začátek signálu volno kolizní signální skupiny. V této době musí poslední (vyklizující) vozidlo projíždějící v končící době signálu volno bezpečně opustit kolizní plochu dříve, než první (najíždějící) vozidlo jedoucí v době signálu volno v kolizním směru této kolizní plochy dosáhne.“

Kolizní dopravní pohyby jsou ty vzájemné pohyby vozidel nebo vozidel a chodců na místech řízených světelným signalizačním zařízením, které se střetávají, kříží nebo připojují. Kolizní plocha je ta část plochy komunikace, kde se dráha vyklizujícího vozidla nebo chodce střetává s dráhou najíždějícího vozidla nebo chodce. Kolizní plocha je různá pro každou dvojici kolizních dopravních pohybů.“ [4]

V této části práce bylo pracováno s programem od společnosti EDIP, konkrétně s programem EDIP-el. Tento online program slouží pro práci při vypracování kapacitních posudků na světelně řízené křižovatce. EDIP-el pracuje podle TP 235 a zároveň v souladu s normou ČSN 73 6102. [10] Pro tuto práci byl program EDIP-el ale použit pouze pro vytvoření návrhu tabulky mezičasů, která byla následně upravena do podoby na obrázku č. 18.

Tabulka mezičasů																	
	NAJÍŽDÍ																
	A←	A↑	A→	B←	B↑	B→	C←	C↑	C→	D←	D↑	D→	PA	PB	PC	PD	
V Y K L I Z U J E	A←	X			4	3					2	4		4			
	A↑		X		2	2				2	3	3	3		6		
	A→			X			3							4			
	B←	2	4		X			4	4						4		
	B↑	2	3	3		X		2	2						3	5	
	B→						X		3						4		
	C←				2	3		X			4	3				4	
	C↑				2	3	2		X		2	2		5		3	
	C→									X		3				4	
	D←	4	3					2	3		X						4
	D↑	1	2					2	3	3		X			5		3
	D→		3										X				4
	PA	5	5	5					3					X			
	PB				5	5	5					3			X		
	PC		3					5	5	5						X	
	PD					6					7	8	7				X

Obrázek 18 – tabulka mezičasů celá [zdroj vlastní]

Dále byla tato tabulka mezičasů zjednodušena na menší tabulku, která je na obrázku č. 19, v níž jsou patrné vyklizovací a najížděcí doby jednotlivých úseků a jejich maxima.

	NAJÍŽDÍ								
	Vozidla				Chodci				
		↑	↑	↑	↑				
	VA	VB	VC	VD	PA	PB	PC	PD	
VA	X	4		4	4		6		
VB	4	X	4			4		5	
VC		3	X	4	5		4		
VD	4		3	X		5		4	
PA	5		3		X				
PB		5		3		X			
PC	3		5				X		
PD		6		8				X	

Obrázek 19 – tabulka mezičasů zjednodušená [zdroj vlastní]

## 4.2. Délka cyklu

Celá kapitola 4.2 je vytvořena především v souladu s TP 81 – „Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích“. [4]

„Potřebná délka cyklu je součet nutných dob signálů volno a rozhodujících mezičasů příslušných k jednotlivým signálům volno.

Hodnota délky cyklu je stanovena podle TP 81:

minimální doba: 30 s,

optimální doba: 50 s až 80 s,

maximální doba: 120 s.“

Délku cyklu lze vypočítat 3 metodami: metodou saturovaného toku (Websterova metoda), metodou spotřeby času a metodou postupného přibližování (iterační metoda).

Pro tuto práci byly využity dvě metody, a to metoda saturovaného toku a metoda spotřeby času.

Každá metoda počítá délku cyklu jiným způsobem, to znamená, že výsledná délka cyklu může vyjít každou metodou jinak.

### Metoda saturovaného toku (Websterova metoda)

„Principem metody saturovaného toku (Websterovy metody) je stanovení délky cyklu a signálů volno v závislosti na stupních saturace vjezdů v jednotlivých fázích.“

„Saturovaný tok je maximální množství vozidel, která projedou profilem stopčáry za hodinu zelené fáze při ideálních stavebních a dopravních podmínkách.“ [13]

Při výpočtu saturovaného toku byla za veličinu základní saturovaný tok dosazována hodnota 1 900 jvoz/h. Hodnota 2000 jvoz/h nebyla použita z důvodů špatného povrchu, který se nachází na křižovatce, poslední velká úprava povrchu vozovky proběhla na křižovatce okolo roku 2006.

Délka cyklu musí splňovat následující podmínku:  $0,75 \cdot C_{opt} \leq C \leq 1,5 \cdot C_{opt}$ .

$C_{opt}$  se vypočítá přes vzorec:  $C_{opt} = \frac{1,5 \cdot L + 5}{1 - Y}$

$C_{opt}$  – optimální délka cyklu,

L – celkový ztrátový čas za cyklus,

Y – celkový stupeň saturace.

Po výpočtu délky cyklu se vypočítá délka volna pro kritické vjezdy, přičemž musí platit podmínka, že délka volna pro kritické vjezdy > minimální délka volna pro kritické vjezdy. Pokud by tato podmínka nebyla splněna, znamenalo by to nutnost zvýšit délku cyklu nebo snížit rezervu.

Rezerva se volí expertním odhadem podle variability proudu, v této práci byla rezerva zvolena na 30 %.

Délka volna pro kritické vjezdy byla vypočítána přes vzorec:  $z_j = \frac{y_j \cdot (C - L)}{Y} - 1$

y – kritický vjezd,

Y – celkový stupeň saturace,

C – délka cyklu,

L – celkový ztrátový čas za cyklus.

Minimální délka volna pro kritické vjezdy byla vypočítána přes vzorec:  $Z_{jmin} = \frac{q_j \cdot C}{S_j} \cdot \frac{100}{100 - Rez} - 1$

$q_j$  – intenzita vjezdu podle průzkumu,

$C$  – délka cyklu,

$S_j$  – saturovaný tok vjezdu,

$Rez$  – rezerva.

### Metoda spotřeby času

„Podstatou této metody je, že se intenzita jednotlivých dopravních směrů upravuje vynásobením koeficientem faktoru omezení, čímž se zohledňují vlivy na zpomalení nebo na zrychlení pohybu vozidla prostorem křižovatky. Toto fiktivní, tzv. výpočtové zatížení, se zavádí do výpočtu délky cyklu a jednotlivých zelených fází.“

Vzorec:  $M = \frac{I \cdot k}{n}$

$M$  – výpočtové zatížení,

$I$  – intenzita určitého dopravního směru,

$k$  – výsledný koeficient faktoru omezení pro předmětný dopravní směr,

$n$  – počet řadicích pruhů tohoto směru.

„Určení koeficientů  $k$ :

- Šířka řadicího pruhu.
- Sklonové poměry.
- Poloměr odbočení.
- Odbočující a přímo jedoucí vozidla v jednom řadicím pruhu.
- Počet řadicích pruhů pro tentýž směr na jednom vjezdu.
- Vozidla odbočující současně s přecházejícími chodci, přechod je zatížen.“

Každý z těchto koeficientů nabývá určité hodnoty, výsledným přenásobením všech koeficientů získáme výsledný koeficient  $k$  s tím, že výsledný koeficient  $k$  nemá být vyšší než hodnota 1,43.

Výsledný cyklus  $C$  se následně získá přes vzorec:  $C = \frac{\sum t}{1 - \frac{\sum M}{S}}$

$t$  – součet rozhodujících mezičasů mezi jednotlivými fázemi,

$M$  – součet výpočtových zatížení rozhodujících pro každou fázi,

$S$  – saturovaný tok.

Součet rozhodujících mezičasů mezi jednotlivými fázemi byl počítán podle [14].

„V rámci jedné křižovatky se uvažuje hodnota saturovaného toku konstantní, a to 1 400 jv/h až 1 900 jv/h. Nižší hodnoty saturovaného toku se používají pro výpočet cyklu řízení pro obce, kde si intenzita dopravy prozatím nevyžádala pokles vstupních časů vozidel, případně, kde se světelná signalizace teprve zavádí.“

Z tohoto důvodu byla za veličinu  $S$ , tedy za saturovaný tok vjezdu, dosazována hodnota 1 400 jvoz/h.



Délka zelené i-té signální skupiny se vypočítá přes vzorec:  $Z_i = \frac{C}{S} \cdot M_i$

C – cyklus,

S – saturovaný tok,

M – výpočtové zatížení.

Jako poslední úkon proběhl výpočet posouzení kapacity, to se provede podle vzorce:  $K = \frac{S}{C} \cdot Z$

S – saturovaný tok,

C – cyklus,

Z – délka zeleného signálu.

### **Ranní špička a odpolední špička**

Výpočty pro ranní a odpolední špičku vyšly stejně.

Websterovou metodou vyšla délka cyklu 40 s. Metodou spotřeby času vyšla délka cyklu 60 s. Konečná délka cyklu byla zvolena jako 60 s.

Délka signálu volno pro signální skupinu VA vyšla výpočtem na 12 s a délka signálu volno pro signální skupinu VB vyšla výpočtem na 34 s. Tyto časy byly následně upraveny na konečné hodnoty signálů volno. Pro VA 15 s, pro VB 34 s, pro VC 16 s a pro VD 34 s.

### **Klidová část**

V této části dne s nižší intenzitou vozidel vyšla délka cyklu Websterovou metodou na 40 s. Metodou spotřeby času vyšel cyklus na 50 s. Dále je zachován cyklus 60 s, jako v dobách s vyšší intenzitou, ale kapacitní ověření je uděláno i pro cyklus 50 s. Kapacitní posouzení pro cyklus o délce 50 s je možno nalézt v příloze č. 7.

Délky signálů volno byly zachovány na 15 s pro VA, 34 s pro VB, 16 s pro VC a 34 s pro VD.

### 4.3. Kapacitní posouzení světelně řízené křižovatky

Kapacitní posouzení světelně řízené křižovatky bylo vytvořeno podle TP 188 – „posuzování kapacity křižovatek a úseků pozemních komunikací“. [3]

Důležitým kritériem pro kapacitní posouzení je ztrátový čas, což je střední doba zdržení na jednotlivých vjezdech. Podle střední doby zdržení na jednotlivých vjezdech můžeme určit charakteristiku kvality dopravy podle následující tabulky:

Úroveň kvality dopravy		Střední doba zdržení $t_w$ [s]
Označení	Charakteristika kvality dopravy	
A	Velmi dobrá	$\leq 20$
B	Dobrá	$\leq 35$
C	Uspokojivá	$\leq 50$
D	Dostatečná	$\leq 70$
E	Nestabilní stav	$> 70$
F	Překročená kapacita	– <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> UKD na stupni F je dosaženo při rezervě kapacity vjezdu  $Rez \leq 0$

Obrázek 20 – úroveň kvality dopravy [3]

Na rozdíl od Websterovy metody byla při tomto výpočtu za veličinu Základní saturovaný tok dosazována hodnota 2 000 jvoz/h.

Střední doba zdržení byla vypočítána přes vzorec:  $t_w = 0,45 \cdot \left( \frac{(t_c \cdot z')^2 \cdot C_v}{C_v \cdot t_c - l_v \cdot z'} + \frac{t_v \cdot 3600}{C_v^2 - l_v \cdot C_v} \right)$

$t_c$  – délka cyklu,

$z'$  – délka efektivní zelené,

$C_v$  – kapacita vjezdu,

$l_v$  – návrhová intenzita dopravy na vjezdu.

## ranní špička

posouzení kapacity vjezdu											
Paprsek	Název komunikace	vjezd (signální skupina)	$l_v$	$z$	$S_v$	$C_s$	$C_p$	$C_L$	$C_{dz}$	$C_{kp}$	$C_v$
1	Husova - u sokolovny	VA	169	15	1740	435	276	-	-	-	435
2	Václava Klementa - u nemocnice	VB	415	34	1652	936	784	-	-	-	936
3	Husova - u domu kultury	VC	179	16	1759	469	309	-	-	-	469
4	Václava Klementa - u parku Výstaviště	VD	439	34	1735	983	823	-	-	-	983
		VD	87	34	1986	1125	942	525	-	-	525

Tabulka 8 – kapacitní výpočet ranní špičky [zdroj vlastní]

posouzení kapacity vjezdů											
Paprsek	Název komunikace	vjezd (signální skupina)	Rez [%]	$a_v$ [-]	$t_w$ [s]	UKD [-]	$L_f$ [m]	$t_{w,lim}$ [s]			$t_w < t_{w,lim}$ REZ>0
1	Husova - u sokolovny	VA	61	39	19	A	13	-			ANO
2	Václava Klementa - u nemocnice	VB	55	45	8	A	18	-			ANO
3	Husova - u domu kultury	VC	62	38	18	A	13	-			ANO
4	Václava Klementa - u parku Výstaviště	VD	62	38	8	A	16	-			ANO
		VD	83	8	6	A	4	-			

Tabulka 9 – kapacitní výpočet ranní špičky [zdroj vlastní]

## odpolední špička

posouzení kapacity vjezdu											
Paprsek	Název komunikace	vjezd (signální skupina)	$l_v$	$z$	$S_v$	$C_s$	$C_p$	$C_L$	$C_{dz}$	$C_{kp}$	$C_v$
1	Husova - u sokolovny	VA	201	15	1766	442	281	-	-	-	442
2	Václava Klementa - u nemocnice	VB	564	34	1731	981	821	-	-	-	981
3	Husova - u domu kultury	VC	151	16	1740	464	305	-	-	-	464
4	Václava Klementa - u parku Výstaviště	VD	508	34	1735	983	823	-	-	-	983
		VD	96	34	1981	1122	940	398	-	-	398

Tabulka 10 – kapacitní výpočet odpolední špičky [zdroj vlastní]

posouzení kapacity vjezdů											
Paprsek	Název komunikace	vjezd (signální skupina)	Rez [%]	$a_v$ [-]	$t_w$ [s]	UKD [-]	$L_f$ [m]	$t_{w,lim}$ [s]			$t_w < t_{w,lim}$ REZ>0
1	Husova - u sokolovny	VA	54	46	20	A	15	-			ANO
2	Václava Klementa - u nemocnice	VB	42	58	10	A	24	-			ANO
3	Husova - u domu kultury	VC	68	32	18	A	11	-			ANO
4	Václava Klementa - u parku Výstaviště	VD	48	52	9	A	22	-			ANO
		VD	76	24	7	A	4	-			

Tabulka 11 – kapacitní výpočet odpolední špičky [zdroj vlastní]

## klidová část

Kapacitní ověření pro klidovou část s cyklem 50 s lze nalézt v příloze č. 7.

posouzení kapacity vjezdu											
Paprsek	Název komunikace	vjezd (signální skupina)	$l_v$	$z$	$S_v$	$C_s$	$C_p$	$C_L$	$C_{dz}$	$C_{kp}$	$C_v$
1	Husova - u sokolovny	VA	101	15	1699	425	270	-	-	-	425
2	Václava Klementa - u nemocnice	VB	362	34	1715	971	813	-	-	-	971
3	Husova - u domu kultury	VC	82	16	1710	456	300	-	-	-	456
4	Václava Klementa - u parku Výstaviště	VD	291	34	1735	983	823	-	-	-	983
		VD	49	34	1991	1128	944	567	-	-	567

Tabulka 12 – kapacitní výpočet klidové části s cyklem 60 s [zdroj vlastní]

posouzení kapacity vjezdů									
Papísek	Název komunikace	vjezd (signální skupina)	Rez [%]	$a_v$ [-]	$t_w$ [s]	UKD [-]	$L_f$ [m]	$t_{w,lim}$ [s]	$t_w < t_{w,lim}$ REZ>0
1	Husova - u sokolovny	VA	76	24	17	A	8	-	ANO
2	Václava Klementa - u nemocnice	VB	62	38	7	A	16	-	ANO
3	Husova - u domu kultury	VC	82	18	16	A	6	-	ANO
4	Václava Klementa - u parku Výstaviště	VD	70	30	7	A	13	-	ANO
		VD	91	4	6	A	2	-	

Tabulka 13 – kapacitní výpočet klidové části s cyklem 60 s [zdroj vlastní]

### Shrnutí

Střední doba zdržení vyšla při všech výpočtech menší než 21 s, proto jsou všechny vjezdy ohodnoceny výslednou známkou A. Nejkratší doba zdržení vyšla na vjezdu VD při odbočení vlevo, a to 6 s při klidové části a při ranní špičce. Naopak nejdelší doba zdržení vyšla na vjezdu VA, a to 20 s při odpolední špičce. Jelikož jsou všechna ramena křižovatky tvořena místní komunikací, je požadovaná známka úrovně kvality dopravy E a lepší, tedy všechny vjezdy při všech denních dobách splňují toto kritérium. Nejmenší rezerva kapacity je při odpolední špičce na vjezdu VD, a to 48 %.

## 5. Ověření návrhu světelného signalizačního zařízení v programu VISSIM

Pro ověření navrhovaného modelu a zhodnocení kvality řízení křižovatky světelným signalizačním zařízením byla použita simulace v programu VISSIM.

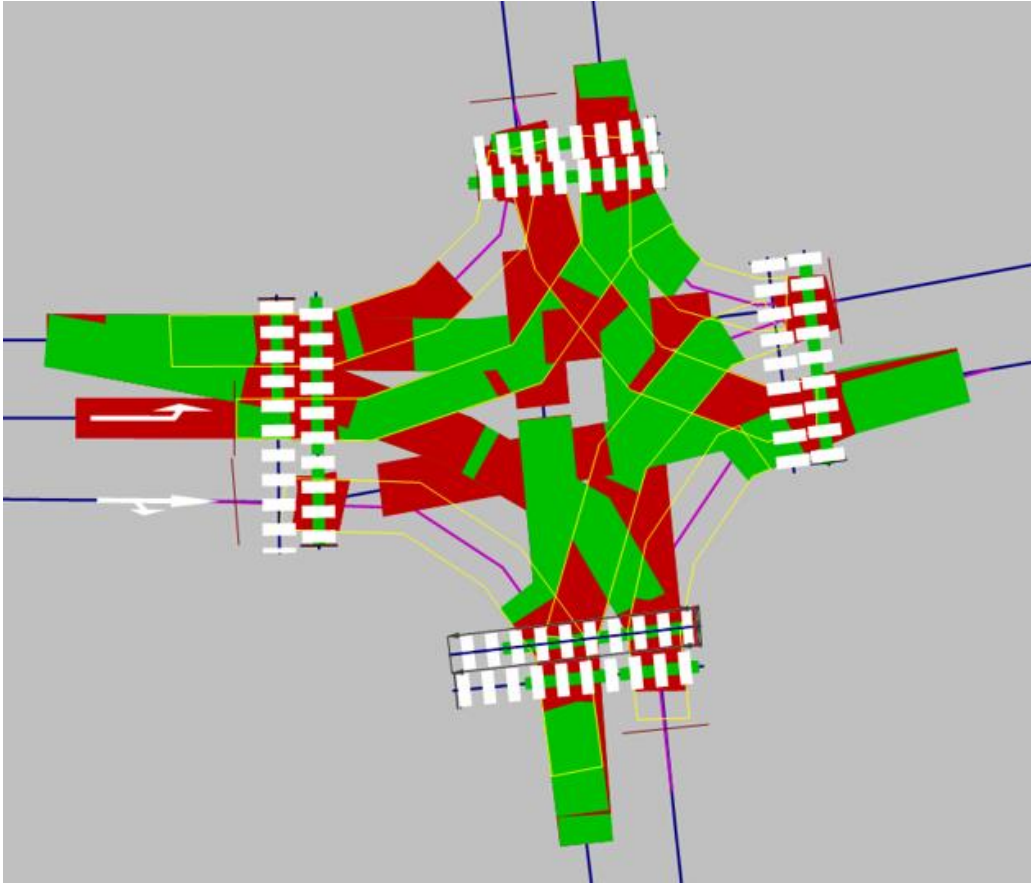
Software VISSIM se používá k pochopení současného stavu řízení, identifikování problému a pomáhá vybrat, a především ověřit správné řešení problému v řízení. [16]

Simulace v programu VISSIM byla provedena pouze pro odpolední špičku, tedy pro čas 15:00 – 16:00, a to pouze pro řešení se světelným signalizačním zařízením. Simulace ranní špičky nebyla provedena z toho důvodu, že signální program je pro ranní i odpolední špičku stejný a intenzita vozidel je vyšší při odpolední špičce, a tedy výsledná simulace může více odpovídat větší dopravní zátěži v reálném prostředí.

### 5.1. Nastavení simulace

Tato podkapitola popisuje postup simulace. Celá kapitola 5.1 (nastavení simulace) byla provedena především podle návodu inženýra Růžičky [12] a podle návodu k programu VISSIM [17].

Nejprve bylo třeba nadefinovat parametry simulace a jednotlivé funkce. Poté bylo potřeba nadefinovat kategorie vozidel. Pro tento případ byly definovány kategorie osobní automobily, autobusy, jízdní kola a chodci, kteří byli rovnoměrně rozděleny do dvou skupin – muž a žena. Dále bylo potřeba načíst mapový podklad. Místo ortofotomapy byl použit situační výkres, který byl vytvořen v programu AutoCad a bylo nastaveno správné měřítko mapy. Na vložený situační výkres byla vytvořena dopravní síť včetně přechodů pro chodce. Dále byly vloženy intenzity jednotlivých ramen, na které byly použity intenzity z dopravního průzkumu. Pro intenzitu chodců byla vložena hodnota 100 chodců/h, s tím, že 50 chodců byli muži a 50 chodců byly ženy. Dále bylo potřeba nadefinovat snížení rychlostí v oblasti pomocí redukovaných rychlostních zón. Tato místa se nastavují tam, kde se očekává zpomalení řidičů. Tyto zóny se nacházejí před stopčárou, před přechodem pro chodce nebo při odbočení vozidel. Rychlost všech osobních automobilů byla snížena na 30 km/h a rychlost cyklistů na 15 km/h. Rychlost chodců byla nechána na přednastavené rychlosti 5 km/h. Dále byla místo zakreslení hlavní a vedlejší komunikace použita funkce „Conflict areas“ a byly nastaveny přednosti v jízdě pro jednotlivé možnosti jízdy na křižovatce. Též byly nastaveny přednosti pro chodce před vozidly. Nastavení kolizních ploch je možné vidět na následujícím obrázku.



Obrázek 21 – kolizní plochy v programu VISSIM [zdroj vlastní]

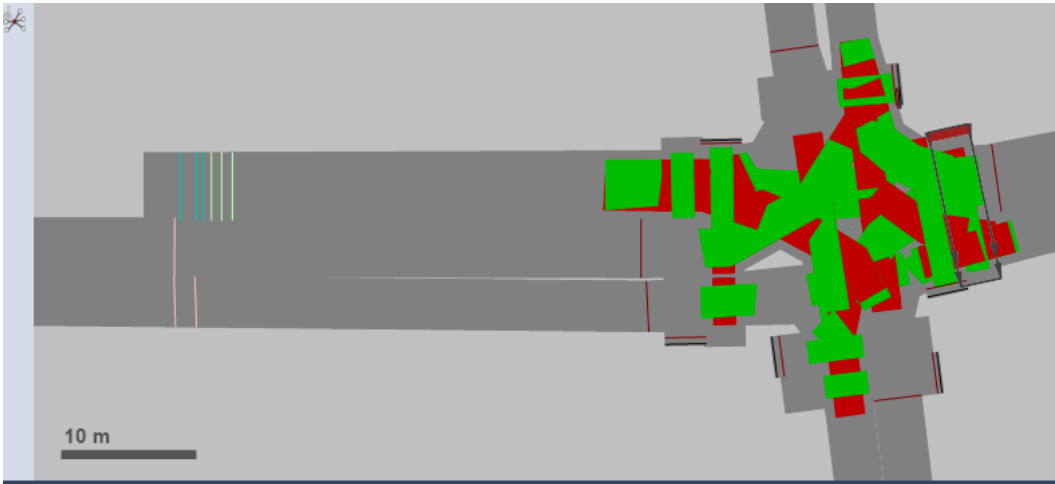
Po správném nastavení kolizních ploch bylo potřeba definovat všechny signální skupiny a nastavit správné výchozí sekvence včetně minimálních hodnot jednotlivých signálů dle platných českých norem.

Dále byla do programu vložena připravená tabulka mezičasů a byl přidán signální program pro odpolední špičku.





Obrázek 22 – signální program v programu VISSIM [zdroj vlastní]

Posledním krokem před spuštěním simulace bylo přidání návěstidel na patričná místa a přidání signální skupiny k patričnému návěstidlu. Přiřazení je možné vidět na následujícím obrázku.



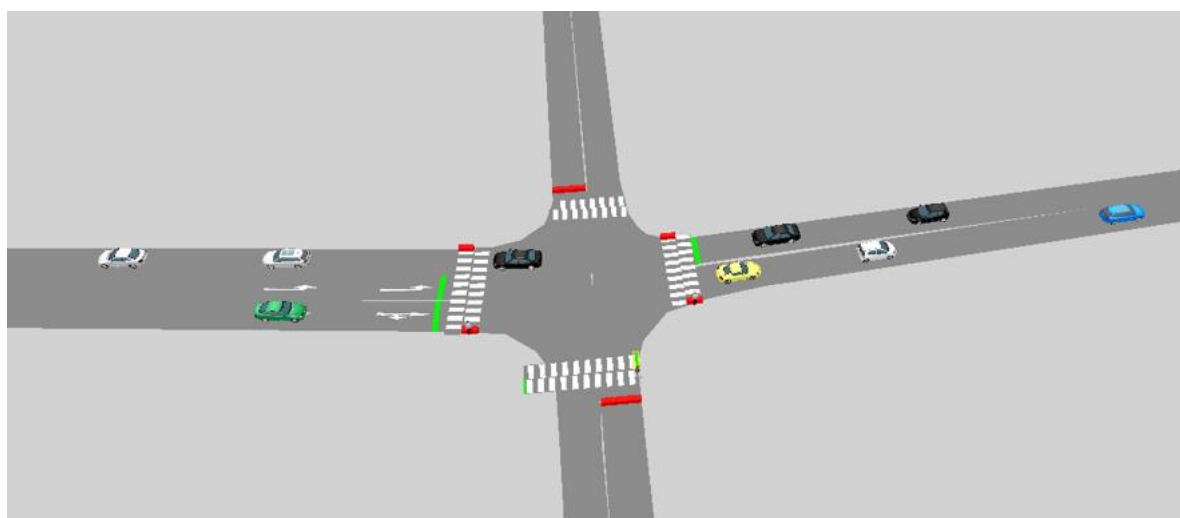
Signal Heads

Select layout...  <Single List> 

Count	No	Name	Lane	Pos	SG	Type
1	1	VC	5 - 1	83,741	1 - 3: VC	Circular
2	2	VB	3 - 1	174,626	1 - 2: VB	Circular
3	3	VA	4 - 1	123,466	1 - 1: VA	Circular
4	4	VD	1 - 1	106,716	1 - 4: VD	Circular
5	5	VD	2 - 1	74,426	1 - 4: VD	Circular
6	6	PC	9 - 1	0,425	1 - 7: PC	Circular
7	7	PC,	8 - 1	0,635	1 - 7: PC	Circular
8	8	PD	7 - 1	0,583	1 - 8: PD	Circular
9	9	PD,	6 - 1	0,326	1 - 8: PD	Circular
10	10	PA	12 - 1	0,488	1 - 5: PA	Circular
11	11	PA,	14 - 1	0,250	1 - 5: PA	Circular
12	12	PB,	11 - 1	0,687	1 - 6: PB	Circular
13	13	PB	10 - 1	0,396	1 - 6: PB	Circular

Obrázek 23 – přiřazení signálních skupin [zdroj vlastní]

Pak již mohla být simulace spuštěna. Průběh simulace je možné vidět na následujícím obrázku. Kalibrovaný model je přiloženém videu v příloze č. 9.



Obrázek 24 – simulace v programu VISSIM [zdroj vlastní]



## 5.2. Porovnání středních dob zdržení

Simulace byla nastavena na 4 200 s. Prvních 600 s probíhala “zahřívací“ část, kdy vozidla postupně najížděla a od 600. s již probíhalo pozorování a vyhodnocení simulace. Kdyby takto nebylo učiněno a data by byla vyhodnocována již od první sekundy, došlo by ke zkreslení dat. Výsledná doba měření byla 3600 s, tedy 1 hodina.

Bylo provedeno 30 simulací s různým náhodným číslem. Toto náhodné číslo bylo měněno z důvodu různého reálného chování modelu. V případě, že by se náhodné číslo neměnilo, výsledky všech simulací by byly stejné.

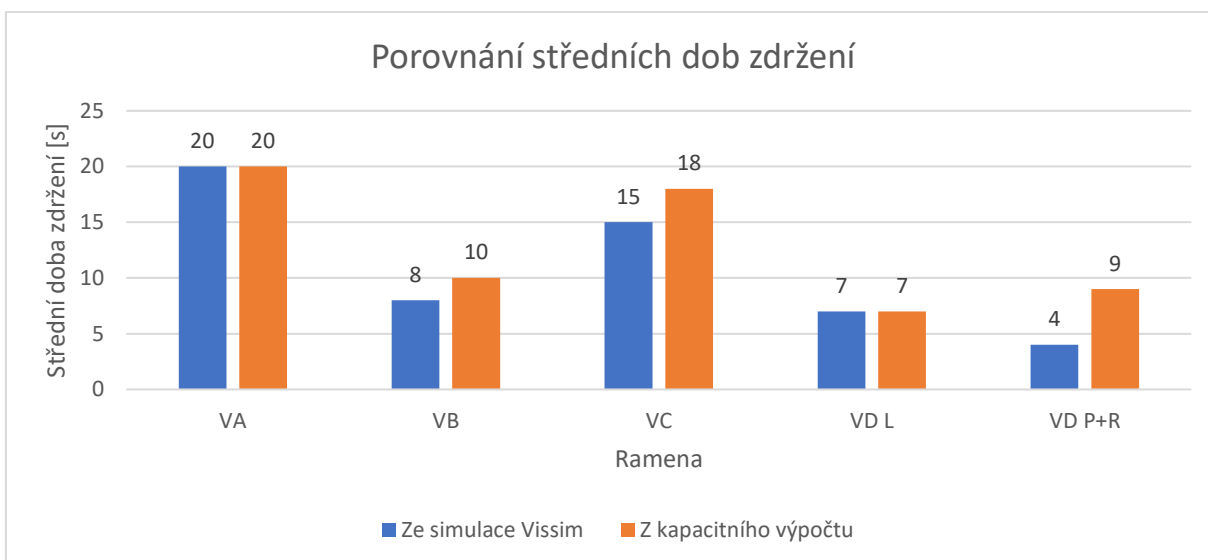
Ze simulace byly získány raw data ve formátu .rsr, které bylo zapotřebí dále filtrovat a vyhodnotit. K tomuto účelu byl použit program MS Excel. Jako oddělovač dat byl v tomto programu použit středník. Pro každý vjezd do křižovatky byl získán parametr střední doby zdržení při průjezdu vozidel křižovatkou. Pro každý vjezd do křižovatky byl tento parametr zprůměrován, a tím bylo možné stanovit ÚKD. Výsledky těchto výpočtů lze zjistit z následující tabulky, kde je rovněž možné vidět i porovnání středních dob zdržení z kapacitního výpočtu.

Vjezd	Střední doba zdržení [s]		ÚKD	
	Ze simulace Vissim	Z kapacitního výpočtu	Ze simulace Vissim	Z kapacitního výpočtu
VA	20	20	A	A
VB	8	10	A	A
VC	15	18	A	A
VD L	7	7	A	A
VD P+R	4	9	A	A

Tabulka 14 – porovnání středních dob zdržení [zdroj vlastní]

Při porovnání středních dob zdržení při simulaci a z kapacitního výpočtu je možné si povšimnout, že všechny střední doby zdržení dopadly stejně, nebo lépe při simulaci. Odchytky jsou pravděpodobně způsobeny přednastaveným modelem chování vozidel v programu VISSIM. Střední doba zdržení pro signální skupiny VA a VD L zůstala nezměněna, a to pro VA 20 s a pro VD L 7 s. U signálních skupin VB, VC a VD P+R se střední doba zdržení při simulaci zkrátila. Konkrétně u signální skupiny VB o 2 s z 10 s na 8 s, u signální skupiny VC o 3 s z 18 s na 15 s a u signální skupiny VD P+R o 5 s z 9 s na 4 s. Toto zkrácení ovšem nemělo vliv na ÚKD, které zůstalo pro všechny vjezdy na známce A.

Všechny zmíněné rozdíly jsou přehledně vidět v následujícím grafu.



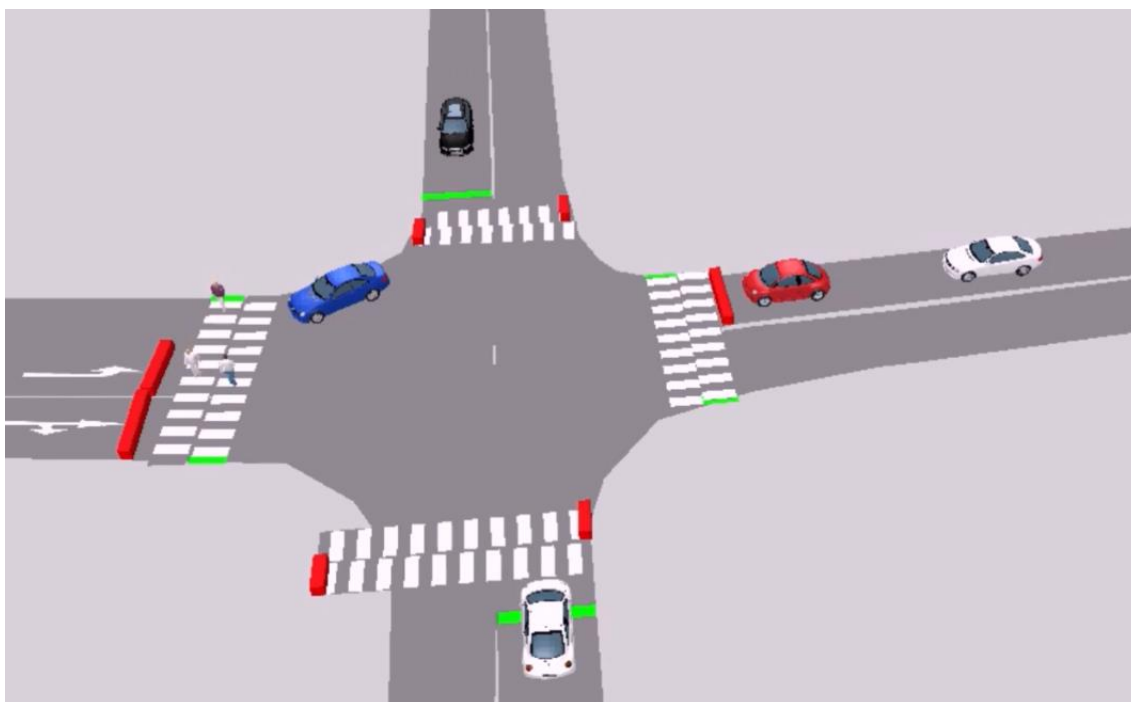
Graf 6 – porovnání středních dob zdržení [zdroj vlastní]

### Možná prodloužení středních dob zdržení programem VISSIM

I přes to, že střední doba zdržení vyšla stejně, nebo lépe při simulaci v programu VISSIM než při kapacitním výpočtu, je potřeba ještě zmínit možná prodloužení středních dob zdržení při simulaci.

#### 1. Přecházení chodců

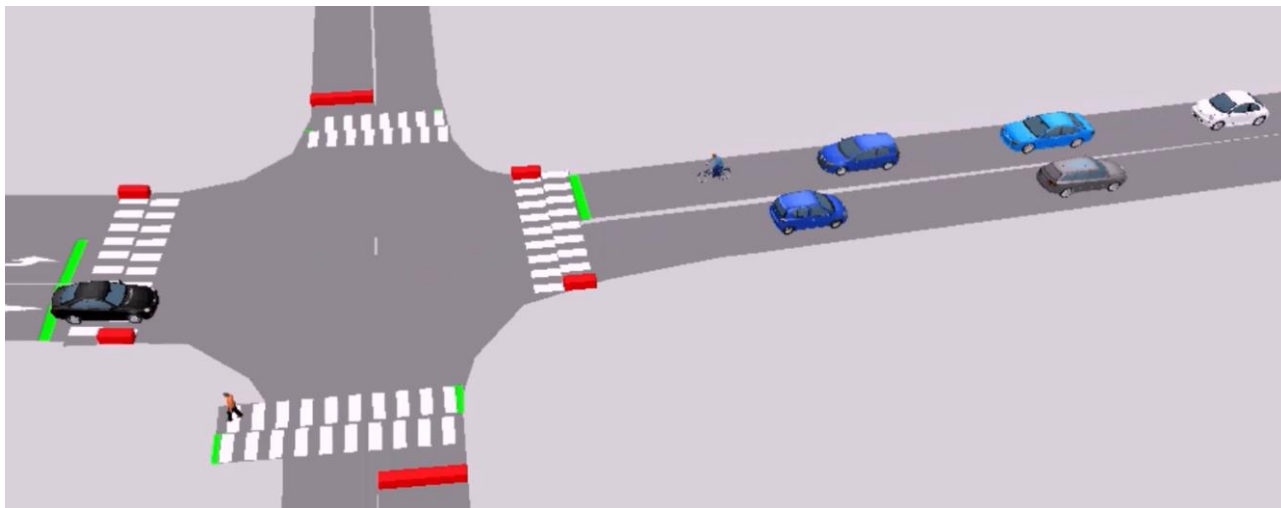
V programu VISSIM je nastaveno přecházení chodců tak, že chodci chodí za sebou v rozestupech. To má pak za následek delší čas, při kterém řidiči vozidel čekají, než budou moci přes přechod přejet, aniž by ohrozili chodce. Tento jev je znatelný u signální skupiny VA, kde 53 % řidičů vozidel odbočuje doprava a dává přednost chodcům. Tento jev je patrný i na následujícím obrázku.



Obrázek 25 – přecházení chodců v programu VISSIM [zdroj vlastní]

## 2. Jízda cyklistů

Druhý faktor, který mohl prodloužit střední dobu zdržení, je jízda cyklistů během simulace. V simulaci se chovají cyklisti stejně jako vozidla, tedy nedochází k předjíždění cyklistů vozidly, ale vozidla neustále jedou za cyklisty. K tomu byla snížena rychlost cyklistů na 15 km/h, kdežto vozidla měla rychlost 30 km/h, a tak v době, kdy jel po komunikaci cyklista, vozidla stále jela za cyklistou. Procento cyklistů se sice pohybuje okolo 1 %, ale i tak tato skutečnost mohla prodloužit výslednou střední dobu zdržení při simulaci. Popisovaný jev je vidět na následujícím obrázku.



Obrázek 26 – jízda cyklistů v programu VISSIM [zdroj vlastní]

Popisované jevy je možno shlédnout na videu, které je přílohou č. 10.

### 5.3. Shrnutí simulace

Návrh SSZ byl v programu VISSIM úspěšně ověřen. Během simulace nebyl zjištěn žádný problém v délce signálního plánu ani v délce signálů volno pro jednotlivé vjezdy. Na žádném rameni křižovatky se netvořily kolony. Dílčí problém vzniknul pouze v případě, že po rameni jel cyklista, který ovšem nebyl předjet vozidly, nebo při přecházení chodců přes přechod pro chodce, kteří chodili postupně. I přes tyto nedokonalosti simulace se netvořily kolony a výsledné ÚKD vyšlo na známku A, stejně jako při kapacitním výpočtu. Simulace tedy potvrdila, že navržený signální plán vyhovuje simulované situaci.

## Doporučení

Realizace návrhu světelně řízené 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 na 40 % a úroveň kvality dopravy jednotlivých signálních skupin bude ohodnocena známkou A. 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, který je přílohou č. 8. Zejména pak dojde k lepšímu vedení vozidel v hlavním směru 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.
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, je vyřešena zastávka hromadné dopravy na rameni D, nově doplněno místo pro stání vozidel K + R na rameni D a vylepšen vjezd ze zastávky hromadné dopravy či z vyhrazeného parkovacího stání K + R do křižovatky.
5. V situačním výkresu jsou v ulici Husova (rameno A) zrušena 2 parkovací stání pro vozidla. Jsou zlepšeny rozhledové podmínky na chodce a je doplněn zelený pás. Přechod pro chodce má v návrhu normovou vzdálenost.
6. V situačním výkresu je třída Václava Klementa (rameno B) zpřehledněna a jízdní pruh je zúžen z důvodu bezpečnosti včetně vytvoření kratšího přechodu přes komunikaci, což mj. umožňuje pohodlnější přístup chodců k mladoboleslavské městské knihovně.
7. V situačním výkresu je v Husově ulici (rameno C) zaslepeno rameno od mladoboleslavské městské knihovny, kde je provedena změna organizace dopravy tak, aby křižovatka byla výrazně bezpečnější, což mj. znamená, že vozidla parkující před Knihovnou města Mladá Boleslav nenarušují plynulý provoz křižovatky. Současně je přechod pro chodce výrazně zkrácen do normových hodnot a je vytvořen bezpečný parkovací záliv s parkovacím pruhem.
8. Doporučuje se nastavit řízení dopravy, s ohledem na nižší intenzity dopravních proudů, v cyklu do 60 s.
9. V případě blízké křižovatky, nebo přechodu pro chodce, řízené SSZ se doporučuje tuto křižovatku dopravně koordinovat.

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, odbočující vozidla a 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 a navrhnout vhodné dopravní řešení.

První kapitola této práce se zabývá analýzou současného stavu na posuzovaném uzlu. Rovněž se věnuje širšímu okolí posuzovaného uzlu a hromadné dopravě. Preference hromadné dopravy však nebyla prioritou této práce, a to především vzhledem ke skutečnosti jejího malého využití cestujícími.

Druhá kapitola je zaměřena na dopravní průzkum a jeho vyhodnocení. Z dopravního průzkumu vyplynula ranní i odpolední hodina s nejvyšší intenzitou provozu. Bylo zjištěno, že v období mezi 13:45–14:45 není, vzdor původním očekáváním, doprava na nejvyšší intenzitě během dne na tomto dopravním uzlu. Ranní špička je 7:00–8:00 a odpolední špička je 15:00–16:00. Dále se tato kapitola zabývá realitou dopravního stavu na posuzovaném uzlu. Poslední částí této kapitoly je zhodnocení výhod a nevýhod současného řešení.

Ve třetí kapitole jsou, mimo jiné, rozebrána kritéria návrhu světelného signalizačního zařízení. Zjistilo se, že křižovatka splňuje podmínky pro zřízení SSZ především z důvodu kritéria intenzity z hlediska chodců. Nelze však opomenout ani 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.

Čtvrtá kapitola je věnována návrhu signálního plánu a kapacitního posouzení. Na začátku této kapitoly je zmíněno několik stavebních úprav. Všechny navrhované stavební úpravy je možné vidět v příloženém situačním výkresu. Jsou navrženy signální skupiny a zvoleny 2 fáze. Po zjištění tabulky mezičasu pomocí programu Edip-el se už přistoupilo k výpočtu samotného cyklu. Cyklus byl vypočítán pomocí Websterovy metody a metody spotřeby času. Pro ranní i odpolední špičku byl zvolen cyklus 60 s, pro klidovou část byl zvolen též cyklus 60 s. V příloze je přiloženo kapacitní posouzení i pro cyklus 50 s. Po zjištění délky cyklu a délky signálů volno pro jednotlivé vjezdy už bylo možné sestavit rozvinutý signální plán a přejít ke kapacitnímu posouzení. Při kapacitním posouzení bylo zjištěno, že všechny známky ÚKD vycházejí na známku A.

Poslední pátá kapitola je věnována ověření návrhu SSZ v programu VISSIM. Simulace byla prováděna podle signálního plánu pro odpolední špičku a s intenzitami vozidel pro odpolední špičku, které byly naměřeny během dopravního průzkumu. Výsledná data ze simulace byla porovnána s daty z kapacitního výpočtu a bylo zjištěno, že střední doba zdržení vychází stejně nebo lépe při simulaci v programu VISSIM, ovšem tato změna nebyla zásadní a výsledné známky ÚKD zůstaly na známce A.

Výpočty a z nich plynoucí simulace prokazují, 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 světelné signalizační zařízení zřídit.

## Seznam použité literatury

- [1] Mapy.cz. Mapy.cz[online]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.9103948&y=50.4155529&z=19>
- [2] TP 235. Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek. Liberec : Edip, 2011, ISBN 978-80-87394-03-8
- [3] TP 188. BARTOŠ, Luděk. Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek. Mariánské Lázně: Pro EDIP vydalo nakl. Koura, 2007. ISBN 978-80-902527-6-9.
- [4] TP 81. Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích: technické podmínky. Praha: Ministerstvo dopravy, 2015. ISBN 80-86502-30-9.
- [5] TP 133. Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích: technické podmínky: s účinností od 15.8.2005. Brno: Centrum dopravního výzkumu, 2005. ISBN 80-86502-25-2.
- [6] Geoportal [online]. Česká Republika: geoportal [cit. 2020-05-08]. Dostupné z: <https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [7] Centrum dopravního průzkumu. Policie české republiky [online]. Česká Republika: geoportal [cit. 2020-05-08]. Dostupné z: <http://maps.jdvm.cz/cdv2/apps/nehodynalokalite/Search.aspx>
- [8] Mladá Boleslav oficiální web [online]. Česká Republika: Mladá Boleslav [cit. 2020-05-08]. Dostupné z: <https://www.mb-net.cz/senior-taxi-mlada-boleslav/ms-53261/p1=53261>
- [9] Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích: TP 189. Mariánské Lázně: Pro EDIP vydalo nakl. Koura, 2007. ISBN 978-80-902527-7-6.
- [10] EDIP eL - Software - EDIP s.r.o. - dopravní inženýrství. 301 Moved Permanently [online]. Dostupné z: <http://www.edip.cz/cs/software/edip-el/>
- [11] AutoCad. Autodesk [online]. [cit. 2020-06-29]. Dostupné z: <https://www.autodesk.cz/products/autocad/overview?plc=ACDIST&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1#internal-link-what-is-autocad>
- [12] Ing. Jiří Růžička. Návod k ukázkovému příkladu ve VISSIMu. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní.
- [13] Pozemní komunikace 10. 1997. Praha: Ediční středisko ČVUT, 1997. ISBN 80-01-01606-4.
- [14] DORDA, Michal. Návrh signálního plánu metodou spotřeby času pro reálnou křižovatku [online]. Ostrava [cit. 2020-06-30]. Dostupné z: [http://homel.vsb.cz/~dor028/DI\\_8.pdf](http://homel.vsb.cz/~dor028/DI_8.pdf)
- [15] ČSN 73 6102: Projektování křižovatek na silničních komunikacích. 2. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [16] PTV VISSIM [online]. [cit. 2020-06-30]. Dostupné z: <https://www.ptvgroup.com/en/solutions/products/ptv-vissim/>
- [17] VISSIM Manual. PTV Vissim [online]. Germany, 2011 [cit. 2020-07-15]. Dostupné z: [https://www.et.byu.edu/~msaito/CE662MS/Labs/VISSIM\\_530\\_e.pdf](https://www.et.byu.edu/~msaito/CE662MS/Labs/VISSIM_530_e.pdf)

## Seznam obrázků

Obrázek 1 – mapa části města [1] .....	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 – současný technický stav [zdroj vlastní] .....	9
Obrázek 8 – místo umístění kamery [1] .....	12
Obrázek 9 – koeficienty druhů vozidel [2].....	15
Obrázek 10 – pentlogram intenzit odpolední špičky [zdroj vlastní] .....	18
Obrázek 11 – značení jednotlivých proudů [zdroj vlastní] .....	21
Obrázek 12 – ÚKD pro neřízenou křižovatku [15].....	22
Obrázek 13 – vybraná oblast pro nehodovost [7].....	25
Obrázek 14 – nehodovost ve vybrané oblasti [7] .....	25
Obrázek 15 – graf intenzity provozu z hlediska vozidel [4] .....	26
Obrázek 16 – typy signálů [4].....	30
Obrázek 17 – fáze [zdroj vlastní] .....	31
Obrázek 18 – tabulka mezičasů celá [zdroj vlastní].....	32
Obrázek 19 – tabulka mezičasů zjednodušená [zdroj vlastní] .....	32
Obrázek 20 – úroveň kvality dopravy [3] .....	36
Obrázek 21 – kolizní plochy v programu VISSIM [zdroj vlastní].....	41
Obrázek 22 – signální program v programu VISSIM [zdroj vlastní].....	41
Obrázek 23 – přiřazení signálních skupin [zdroj vlastní].....	42
Obrázek 24 – simulace v programu VISSIM [zdroj vlastní].....	42
Obrázek 25 – přecházení chodců v programu VISSIM [zdroj vlastní] .....	44
Obrázek 26 – jízda cyklistů v programu VISSIM [zdroj vlastní] .....	45

## Seznam grafů

Graf 1 – intenzity na rameni A [zdroj vlastní] .....	16
Graf 2 – intenzity na rameni B [zdroj vlastní].....	16
Graf 3 – intenzity na rameni C [zdroj vlastní].....	17
Graf 4 – intenzity na rameni D [zdroj vlastní] .....	17
Graf 5 – porovnání 13:45–14:45 a 15:00–16:00 [zdroj vlastní].....	19
Graf 6 – porovnání středních dob zdržení [zdroj vlastní] .....	44



## Seznam tabulek

Tabulka 1 – odpolední špička [zdroj vlastní] .....	15
Tabulka 2 – koeficienty kapacitního posouzení neřízené křižovatky [3] .....	22
Tabulka 3 – posouzení úrovně kvality dopravy pro ranní špičku [zdroj vlastní] .....	23
Tabulka 4 – posouzení úrovně kvality dopravy pro odpolední špičku [zdroj vlastní] .....	23
Tabulka 5 – výpočet intenzity provozu z hlediska vozidel [zdroj vlastní] .....	26
Tabulka 6 – hodnoty pro intenzitu provozu z hlediska vozidel [zdroj vlastní] .....	26
Tabulka 7 – signální skupiny [zdroj vlastní] .....	30
Tabulka 8 – kapacitní výpočet ranní špičky [zdroj vlastní] .....	37
Tabulka 9 – kapacitní výpočet ranní špičky [zdroj vlastní] .....	37
Tabulka 10 – kapacitní výpočet odpolední špičky [zdroj vlastní] .....	38
Tabulka 11 – kapacitní výpočet odpolední špičky [zdroj vlastní] .....	38
Tabulka 12 – kapacitní výpočet klidové části s cyklem 60 s [zdroj vlastní] .....	38
Tabulka 13 – kapacitní výpočet klidové části s cyklem 60 s [zdroj vlastní] .....	39
Tabulka 14 – porovnání středních dob zdržení [zdroj vlastní] .....	43

## 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 – Protokoly pro posouzení kapacity podle TP 188 – neřízené úrovně křižovatky

Příloha 6 – Výpočet délky cyklu a grafické znázornění

Příloha 7 – Kapacitní posouzení

Příloha 8 – Situační výkres

Příloha 9 – Video – kalibrovaný model

Příloha 10 – Video – možné prodloužení středních dob zdržení programem VISSIM