

Optimalizace dopravního provozu ve městě Kyjov a jeho okolí s akcentem na bezpečnost provozu

Bc. Jan Jaroš

Diplomová práce
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav logistiky

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Jan Jaroš
Osobní číslo: L21223
Studijní program: N1032A020002 Bezpečnost společnosti
Specializace: Bezpečnost logistických systémů
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Optimalizace dopravního provozu ve městě Kyjov a jeho okolí s akcentem na bezpečnost provozu

Zásady pro vypracování

1. Z dostupných domácích a zahraničních zdrojů zpracujte literární rešerši na zvolené téma.
2. Analyzujte současný stav dopravního provozu ve městě Kyjov.
3. Proveďte optimalizaci dopravního provozu.
4. Na základě optimalizačního kritéria vyberte vhodné řešení.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. KESSELS, Femke. *Traffic Flow Modelling: Introduction to Traffic Flow Theory Through a Genealogy of Models*. Cham: Springer, 2018. ISBN 978-3-319-78695-7.
2. MACIOSZEK, El Bieta, Rahmi AKÇELIK a Grzegorz SIERPINSKI. *Roundabouts as Safe and Modern Solutions in Transport Networks and Systems*. Katowice: Springer, 2018. ISBN 978-3-319-98617-3.
3. ŠIROKÝ, Jaromír. *Technologie dopravy*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2020. ISBN 978-80-7560-309-8.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucí diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Kateřina Vichová, Ph.D.**
Ústav logistiky

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2022**

Termín odevzdání diplomové práce: **28. dubna 2023**

L.S.

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 21.4.2023

Jméno a příjmení studenta: Bc. Jan Jaroš

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá problematikou optimalizace dopravního provozu ve městě. Teoretická část práce, se zabývá problematikou dopravy, dopravní infrastruktury, zejména pak silniční dopravy a pozemních komunikací. Značná pozornost je věnována typům křížení na komunikacích. Nechybí ani seznámení s moderními technologiemi v podobě chytré silnice a chytrých semaforů. Část věnovaná bezpečnosti část je zaměřená na Vizi Nula a její implementaci na národní úrovni.

Praktická část práce je zaměřena na dopravní systém města Kyjov, lokalizuje zájmové body, které následně pomocí simulace zkoumá. Úkolem optimalizace zvýšení bezpečnosti dopravy a zachováním její plynulosti.

Klíčová slova: optimalizace, bezpečnost silničního provozu, modelování a simulace, křižovatky

ABSTRACT

This thesis deals with the issue of traffic optimization in the city. The theoretical part of the thesis deals with the issue of transport, transport infrastructure, especially road transport and roads. There is also an introduction to modern technologies in the form of a smart road and smart traffic lights. The section devoted to safety is focused on Vision Zero and its implementation at the national level.

The practical part of the work is focused on the transport system of the city of Kyjov, it locates points of interest, which it then investigates using simulation. The task of optimizing is to increase the traffic safety while maintaining its fluidity.

Keywords: optimization, road safety, modeling and simulation, crossroads

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Kateřině Víchové Ph.D. za odborné vedení při zpracování mé diplomové práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	8
CÍL A METODY	9
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 DOPRAVA A DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURA	12
2 SILNIČNÍ DOPRAVA	16
2.1 SILNIČNÍ DOPRAVNÍ PROSTŘEDKY	18
2.2 POZEMNÍ KOMUNIKACE	19
2.3 KŘÍŽOVATKY A KŘÍŽENÍ POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ	22
3 CHYTRÉ TECHNOLOGIE VE MĚSTECH	27
3.1 TECHNOLOGIE INTELIGENTNÍCH SILNIC	28
3.2 CHYTRÉ SEMAFORY	30
4 BEZPEČNOST	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	37
6 MĚSTO KYJOV	38
7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	40
7.1 SILNICE I/54	41
7.2 KŘÍŽENÍ VE MĚSTĚ KYJOV	44
8 SIMULACE SOUČASNÉHO STAVU	46
8.1 SILNICE I/54	47
8.2 KŘÍŽENÍ VE MĚSTĚ KYJOV	55
9 OPTIMALIZACE DOPRAVNÍHO PROVOZU MĚSTA KYJOV	57
9.1 OPTIMALIZACE I/54.....	60
9.2 OPTIMALIZACE KŘÍŽENÍ VE MĚSTĚ KYJOV	65
10 ZHODNOCENÍ OPTIMALIZACE	67
10.1 OVĚŘENÍ PLYNULOSTI NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ	67
10.2 MULTIKRITERIÁLNÍ ANALÝZA	79
10.3 NÁVRH NEJVHODNĚJŠÍHO ŘEŠENÍ	82
11 DISKUZE	85
ZÁVĚR	86
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	87
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	96
SEZNAM OBRÁZKŮ	97
SEZNAM TABULEK	99

ÚVOD

Toto téma práce jsem si zvolil, jelikož se již dlouhou dobu zajímám o obor dopravy a logistiky. Zejména pak o silniční dopravu, kde jsem se dlouho zabýval převážně dopravními prostředky. Tato práce mě má lépe seznámit s jednou z nejvíce používaných dopravních cest na světě, a to pozemními komunikacemi. Denně miliony lidí využívají dálnice a silnice, aby se dostaly do zaměstnání, školy nebo za zábavou, aniž by si uvědomili složitost systému, po kterém se právě pohybují. I přesto, že internet a knihovny jsou plné publikací, článků a webů věnovaných dopravě a logistice, jen málo se jich věnuje pozemním komunikacím nebo silniční dopravě.

Očekávaným přínosem této práce je zvednout povědomí o problematice řízení dopravy ve městech všech velikostí, zejména pak těch středních. Dalším přínosem bude otestování možných řešení dopravní situace ve městě. V reakci na stále se zvyšující počet silničních vozidel na komunikacích. V blízkosti města navíc na konci roku 2024 bude zprovozněn nový úsek dálnice D55 vedoucí ze Starého Města do Bzence (Dálnice D55, c2023).

S narůstajícím počtem automobilů ve městech, roste také poptávka po efektivním řízení jejich pohybu po cestách a ulicích měst. Zároveň je kladen čím dál větší důraz na bezpečnost všech účastníků silničního provozu, nejen řidičů motorových vozidel ale i cyklistů a chodců. Města jsou tak postavena před těžké rozhodování, jak zajistit dostatečnou plynulost dopravního provozu, a přitom neohrozit ale ochránit chodce a cyklisty. Do této problematiky ještě pak vstupují rostoucí nároky na ekologičnost silniční dopravy. Města jsou tak nucena přijímat opatření, která vedou k útlumu dopravy v zastavěných oblastech, ke snižování povolených rychlostí a zákazům vjezdů, které mohou negativně ovlivnit podniky třeba v centru města. S využitím chytrých technologií a rozvojem elektromobility, se však daří propojit všechny tři oblasti v jeden celek, který má za cíl bezpečně a ekologicky dopravit materiál, lidi, věci ze širokého okolí města do jeho centra.

CÍL A METODY

Hlavním cílem této práce je navrhnout vhodné řešení optimalizace dopravního provozu ve městě Kyjov s akcentem na bezpečnost provozu. Dílčími cíli je zpracování literární rešerše, analýza současného stavu, zvolení optimalizačního kritéria, návrh opatření a výběr nejvhodnějšího opatření na základě optimalizačního kritéria, kdy optimalizační kritérium je snížení množství dopravních nehod a přestupků v oblasti dopravy za využití co nejnižších nákladů a zachování nebo zlepšení plynulosti dopravy.

Ke splnění cílů budou použity matematicko-statistické metody, optimalizační metody, modelace a simulace.

Model reprezentuje skutečnou nebo plánovanou událost, objekty nebo systémy. K tvorbě modelu je nutné mít základní popis vlastností systému. Model znázorňuje systém v určité úrovni nepřesnosti s cílem ho znázornit matematicky možným způsobem. Pro vytvoření modelu existuje následující postup stanovení požadavků, kterých bude dosaženo vytvořením modelu, zvolení typu, provedení analýzy modelovaného systému, vytvoření modelu, ověření modelu, simulace, interpretace a aplikace (Weiszer et al., 2015).

Simulace má mnoho definic, jedna ji popisuje jako metodu implementace modelu v časovém období, jiný zas jako techniku testování, analýzy nebo tréninku, v kterém je použit skutečný systém nebo jeho model (Weiszer et al., 2015).

PTV Vissim je multimodální simulační program dopravy, schopný simulovat dopravu na mikro a mezoskopické úrovni, s možností kombinace obou. Umožňuje simulaci vozidel, chodců, analýzu světelné signalizace, analýzu parkování, rychlé porovnání s reálným světem pomocí map a možnost vložení výstupů vlastních dat (PTV Vissim, b.r.).

Pro co nejpřesnější simulaci je nutné znát intenzitu dopravního proudu. Pro tuto práci byla zvolena padesátirázová hodinová intenzita dopravy. Ta se využívá pro silnice, dálnice a veřejně přístupné účelové komunikace ve volné krajině a pro průjezdní úseky silnic I. třídy v zastavěném území obcí. Padesátirázová hodinová intenzita dopravy je padesátou nejvyšší hodinovou intenzitou ze všech hodinových intenzit roku (těch je 365 x 24). Tento výpočet intenzity byl součástí Celostátního sčítání dopravy 2020 (Martolos a Bartoš, 2012).

Zásady dopravního zklidňování obsahují prvky pro zklidnění dopravy ve městech. Konkrétně se jedná o prvky ke snížení rychlosti, psychologické prvky, fyzicko-psychologické prvky, fyzické prvky, kombinace prvků, prvky ke snížení intenzity

dopravního proudu, prvky na křižovatkách, prvky pro ochranu ostatních účastníků silničního provozu a harmonizace prvků s prostředím (TP132, 2000). Zásady pro navrhování úprav průtahů silnic obcemi, obsahuje výčet opatření, která je možná aplikovat před samotným vjezdem do obce, na vjezdu do obce a na samotném průtahu (TP145, 2001).

Multikriteriální analýza se zabývá hodnocením možných alternativ podle několika kritérií, přičemž alternativa dobře hodnocená podle jednoho kritéria zpravidla nebývá nejlépe hodnocená podle jiného kritéria. Metody vícekriteriálního rozhodování poté řeší konflikty mezi vzájemně protikladnými kritérii. Jde o metodu, která má za cíl shrnout a utřídit informace o variantních projektech (Haluza a Macháček, c2001-2023).

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 DOPRAVA A DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURA

Doprava je odvětví národního hospodářství, které realizuje přemísťování osob i věcí, vedoucí k ekonomickému rozvoji a zvyšování životní úrovně. (Široký, 2018) Doprava je nositelem hmotného toku. Za dopravu, ale nelze označit každé jedno přemístění hmoty. Je nutné, aby do systému, v němž působí způsobila změny v daném systému. (Svoboda, 2006) Na webu Česká logistika se dodává, že doprava je tedy pohyb dopravních prostředků po dopravní cestě s daným účelem a smyslem (Česká logistika, c2022).

Dopravu lze klasifikovat dle mnoha hledisek:

- prostředí – pozemní, podzemní, vodní, vzdušná
- dopravních cest – silniční, železniční, lodní – říční, námořní, letecká, potrubní, dopravníková
- organizační formy – v klidu (parkoviště a odstavné plochy), v pohybu
- pravidelnost – pravidelná, nepravidelná
- intenzita dopravy v časovém období – dopravní špička, dopravní sedlo, noční provoz
- územní rozdělení – mezistátní, vnitrostátní, příměstská, městská, místní a kyvadlová
- uspokojení přepravních potřeb – vlastní nebo cizí
- dopravní prostředky – automobilová, autobusová, železniční, letecká, lodní atd. (Široký, 2018)

Pro správné fungování dopravy je nutné zajistit tři základní složky. Dopravní cesty (sítě), do kterých se řadí silnice, železnice, splavné řeky nebo vzdušné koridory. Dopravní prostředky, tedy vlaky, autobusy, automobily a letadla. Dopravní zařízení (uzly) přístavy, letiště nebo překladiště, na kterých dochází k manipulaci s přepravovaným materiálem. Pro dopravu je taky důležitý předmět přemístění (lidé a věci), ale i lidský činitel podílející se na správném fungování dopravy (Tvrdoň a Bazala, 2017).

Doprava musí být provozována bezpečným způsobem, tedy její provozování by mělo být zajištěno tak, aby nedošlo ke srážkám dopravních prostředků, ke kolizním situacím, které lze předvídat a předem řešit, a aby dopravní infrastruktura byla v takovém normovém stavu, díky němuž nedojde k poškození dopravního prostředku (např. vykolejení). Dále musí být doprava (jak vlastní provoz, tak i infrastruktura atd.) navržena a zajištěna proti mimořádným událostem (např. proti povodním, teroristickým útokům apod.) (Česká republika, 2021).

Organizace dopravy jsou plánovitě zpracovávaná opatření vedoucí k žádoucím cílům, výkonu a kvalitě dopravního systému například v oblasti bezpečnosti, ekonomiky, atraktivity nebo ekologické šetrnosti dopravního systému. Opatření organizace dopravy mají rozličný charakter a zahrnují jak regulační rámec a legislativu, tak organizační opatření a cílevědomé zásahy do vývoje dopravní situace, pro které lze s výhodou použít systémy ITS. (Srp a Mikláš, 2017)

Dopravní infrastruktura je nejen jedním ze základních předpokladů dopravy, ale i limitujícím faktorem rozvoje národního hospodářství a regionálního rozvoje, neboť umožňuje mobilitu výrobních faktorů. Se stále sílící globalizací její význam roste. Trendy v současné dopravě s dopady na dopravní dostupnost lze shrnout na rostoucí mobilita společnosti a růst významu individuální dopravy na úkor veřejné hromadné silniční i drážní dopravy zejména v důsledku růstu flexibility a mobility pracovní síly a nutnosti zajištění dodávek zboží JIT (just in time). (Centrum investic, rozvoje a inovací, b. r.)

V roce 2000 byl na základě zákona č. 104/2000 Sb., zřízen Státní fond dopravní infrastruktury. Účelem Fondu je financování výstavby, modernizace, oprav a údržby silnic a dálnic, celostátních a regionálních drah a dopravně významných vnitrozemských vodních cest v rozsahu stanoveném zákonem. (Česko, 2000)

Dopravní infrastruktura v České republice je nedostatečná a ve špatném stavu. Ve srovnání s okolními státy byla výstavba nových silnic a dálnic v České republice v posledních letech velmi pomalá, a i přes rekordní výstavbu infrastruktury v roce 2022 nedostatečná. Zlepšení by pomohla především úprava legislativy a menší administrativní zátěž při výstavbě. V současné době probíhá v České republice realizace 247 kilometrů dálničních a silničních projektů. (BusinessInfo.cz, c1997-2023)

Ve všech krajích ČR jsou různě velké nedostatky v kvalitě dopravní infrastruktury. Největším zdrojem neefektivnosti jsou meziroční nepředvídatelné změny rozpočtových rámců (příprava a realizace větších celků dopravní infrastruktury je záležitostí 10 až 15 let). V obdobích hospodářské recese a rozpočtových úspor, se kterými je z dlouhodobého pohledu nutné počítat, nejde o navyšování rozpočtu pro dopravu (to závisí na celospolečenských prioritách), ale o stabilizaci zdrojů. Jedním ze stabilních příjmů je zpoplatnění dálnic a rychlostních silnic. Na silnicích nižších tříd v této souvislosti musí být zaváděno několik opatření, která budou chránit infrastrukturu před objížděním zpoplatněných úseků těžkou dopravou, a to omezováním provozu např. formou legislativních úprav omezujících užití určitých částí infrastruktury těžkými nákladními vozidly. Sektor doprava bude stále

i v období 2021–2027 významným příjemcem evropských fondů. Pro zajištění potřeb dopravní infrastruktury je tedy nutné zajistit stabilní rozpočet na úrovni 110 mld. Kč ročně. (Česká republika, 2021)

Zásadním strategickým dokumentem Evropské unie, který vymezuje směřování dopravy v novém tisíciletí, a to v ohledu k její udržitelnosti, dopadu na životní prostředí i společnost, je tzv. Bílá kniha (KOM/2011/144 Plán jednotného evropského dopravního prostoru – vytvoření konkurenceschopného dopravního systému účinně využívajícího zdroje) vydaná v roce 2001, v konečném znění v roce 2011. Bílá kniha stanovuje 40 specifických akčních bodů a uvádí 131 konkrétních iniciativ s cílem vybudovat konkurenceschopný dopravní systém, který odstraní hlavní překážky a zajistí účinnou a bezpečnou přepravu lidí a zboží po celé EU. Cílem návrhů je snížit závislost členských států na dovážené ropě (zlepšení energetické účinnosti vozidel u všech druhů dopravy, vývoj a využití udržitelných paliv a pohonných systémů), do roku 2030 dosáhnout ve velkých městských centrech městské mobility v podstatě bez obsahu CO₂ a do roku 2050 snížit emise uhlíku z dopravy o 60 %. Zásadním bodem je uvedení zásady „uživatel platí“ (tj. za infrastrukturu platí ti, kdo ji používají) a „znečišťovatel platí“ (tj. za znečišťování platí ti, kdo jsou za ně zodpovědní) (Andrlík, David a Máca, 2022).

Politika transevropské dopravní sítě EU, taky známá jako politika TEN-T, je klíčovým nástrojem pro rozvoj soudržné, účinné, multimodální a vysoce kvalitní dopravní infrastruktury v celé EU. Zahrnuje železnice, vnitrozemské vodní cesty, krátké námořní plavební trasy a silnice spojující městské uzly, námořní a vnitrozemské přístavy, letiště a terminály. Podporuje účinnou přepravu osob a zboží, zajišťuje přístup k pracovním místům a službám a umožňuje obchod a hospodářský růst. Posiluje hospodářskou, sociální a územní soudržnost EU a vytváří bezproblémové přeshraniční dopravní systémy bez fyzických mezer, úzkých míst nebo chybějících spojení. Jejím cílem je rovněž snížit dopad dopravy na životní prostředí a zvýšit bezpečnost a odolnost sítě (Evropská komise, b.r.).

Transevropská dopravní síť je navržena podle objektivní metodiky. Jak je stanoveno ve stávajícím nařízení, skládá se ze dvou vrstev, hlavní a rozšiřující sítě. Hlavní síť zahrnuje nejdůležitější spojení spojující velká města a uzly a musí být dokončena do roku 2030. Musí také splňovat nejvyšší standardy kvality infrastruktury. Rozšiřující síť spojuje všechny regiony EU s hlavní sítí a musí být dokončena do roku 2050. Poslední revizí nařízení TEN-T by měla být přidána třetí vrstva – rozšířená základní síť – jako přechodný milník, který má být dokončen do roku 2040. Na podporu dokončení transevropské dopravní sítě

bylo vytvořeno devět koridorů hlavní sítě a dvě horizontální priority. Pro každý koridor a horizontální prioritu je jmenován evropský koordinátor, který dohlíží na průběh koridoru nebo priority a působí jako „velvyslanec“ politiky TEN-T. Evropští koordinátoři jsou klíčoví pro řízení TEN-T. Na území České republiky existují tři koridory hlavní sítě (v rámci ustanovení TEN-T). Baltsko-jadranický koridor, Koridor Orient/Východní Středomoří a Koridor Rýn-Dunaj (Evropská komise, b.r.).

Dopravní stavby se zaměřují zejména na projektování, realizaci, údržbu, rekonstrukci, opravy a budování infrastruktury, železničních koridorových staveb, silniční a dálniční sítě. Základní činností dopravních staveb je zajištění zemních prací, stavby pozemních komunikací a zpevněných i nezpevněných ploch, stavby a opravy mostů, výstavby inženýrských staveb, vodovodních řádů a přípojek a provádění monolitických kanalizačních stok s použitím nafukovacího bednění (Černá, 2012).

Dopravní stavby zahrnují výstavbu rychlostních komunikací, silnic, dálnic, městských ulic, parkovišť, lesních a polních cest, dopravních ploch, nádvoří v průmyslových objektech, cyklistických stezek, chodníků, městského mobiliáře a dalších zpevněných ploch. Výstavba železničních koridorů zahrnuje oblasti dopravní a výrobní koordinace, odborné řízení stavební výroby subdodavatelů i plnění environmentálních prvků stavby, controlling ekonomiky stavby, rekonstrukci tramvajových drah, kolejových vleček a projekční činnost (Černá, 2012).

2 SILNIČNÍ DOPRAVA

Pro potřeby diplomové práce je nutné se zaměřit na silniční dopravu. Silniční doprava je doprava při níž se zajišťuje přemísťování osob nebo věcí silničními vozidly, ale i přemístění vozidel samotných po pozemních komunikacích (Široký, 2018 str.127). Zákon č. 111/1994 definuje silniční dopravu jako *souhrn činností, jimiž se zajišťuje přeprava osob (linková osobní doprava, kyvadlová doprava, příležitostná osobní doprava, taxislužba), zvířat a věcí (nákladní doprava) vozidly, jakož i přemísťování vozidel samých po dálnicích, silnicích, místních komunikacích a veřejně přístupných účelových komunikacích a volném terénu* (Česko, 1994). Silniční doprava je druhým největším odvětvím EU produkujícím emise skleníkových plynů a emise, které z ní pocházejí, se nadále zvyšují (Andrlík, David a Máca, 2022).

Silniční doprava je ovlivněna mnoha mezinárodními úmluvami a dohodami, evropskými směrnicemi, českými zákony a směrnicemi a vyhláškami.

- Evropská dohoda o hlavních silnicích s mezinárodním provozem (AGR) stanovuje parametry a kategorizaci E – silnic v Evropě.
- Dohoda o mezinárodních přepravách zkazitelných potravin a o specializovaných prostředcích určených pro tyto přepravy (ATP), udává požadavky na přepravce rychle zkazitelného zboží a definuje specializované prostředky využívané při jejich přepravě (Široký, 2020).
- Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR) stanovuje podmínky pro přepravu nebezpečných věcí v mezinárodní i vnitrostátní silniční přepravě, definuje jednotlivé třídy nebezpečných látek a podmínky manipulace a zacházení s nimi v rámci přepravy a přípravy na přepravu. Také definuje povinnosti odesílatele, dopravce a příjemce (Široký, 2020).
- Směrnice rady 91/671/EHS o sblížení právních předpisů členských států týkající se používání bezpečnostních pásů ve vozidlech s hmotností do 3,5 tuny (Široký, 2020).
- Zákon č. 111/1994 Sb. Zákon o silniční dopravě, stanovující podmínky pro provozování silniční dopravy vnitrostátní i mezinárodní, podmínky přepravy nebezpečných věcí v silniční dopravě a aktivity státní správy a dozoru v silniční dopravě (Česko, 1994).

- Zákon č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích upravuje kategorizaci pozemních komunikací, jejich stavbu, podmínky užívání a jejich ochranu včetně jejich bezpečnosti, práva a povinnosti vlastníků pozemních komunikací a jejich uživatelů a výkon státní správy ve věcech pozemních komunikací příslušnými silničními správními úřady (Česko, 1997).
- Zákon č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu) upravuje práva a povinnosti účastníků provozu na pozemních komunikacích, pravidla provozu na pozemních komunikacích, úpravu a řízení provozu na pozemních komunikacích, řidičská oprávnění a řidičské průkazy, působnost a pravomoc orgánů státní správy a Policie České republiky ve věcech provozu na pozemních komunikacích (Česko, 2000).
- Zákon č. 56/2001 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, definuje, co je to silniční vozidlo, vozidlo v provozu, zvláštní vozidla, historická a sportovní vozidla, jeho provozovatele nebo třeba typ a druh, upravuje registraci a registraci silničních vozidel, jejich schvalování a podmínky přestavby, činnost státní správy a dozoru, také mění zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla (Česko, 2001).

Řízení dopravy (silničního provozu) je soustavná činnost, která se zaměřuje na cílevědomé zásahy do dopravní situace za účelem dosažení požadovaných cílů, má pevnou oporu v zákonných předpisech a uskutečňuje se podle zpracovaných postupů a modelů řízení dopravního systému. Dle § 69 zákona 361/2000 Sb. se provoz na pozemních komunikacích řídí světelnými, případně i doprovodnými akustickými signály, nebo pokyny policisty nebo osob oprávněných k řízení provozu na pozemních komunikacích podle § 75 odst. 5. Pro realizaci řízení dopravy lze s výhodou použít ITS (Srp a Mikláš, 2017).

Intenzita dopravy (silniční provoz) je počet vozidel nebo chodců, který projede nebo projde příčným řezem pozemní komunikace za zvolené časové období. (Srp a Mikláš, 2017) Většina ukazatelů dopravní vytíženosti/intenzity je zaměřena na přepravní kapacitu, cestovní dobu, zpoždění, cestovní rychlost aj., které lze klasifikovat jako indikátory výkonu dopravního systému. (Hui a Yang, Ye, c2018)

Běžná pozorování provozu ukazují, že při vysokých hustotách dopravy, například v (silné) dopravní zácpě, jsou rychlosti vozidel nízké. Naopak, když je na silnici vozidel málo, rozestupy mezi nimi jsou velké a rychlosti tedy vyšší. To je částečně způsobeno přirozeným

chováním člověka. Řidiči mají tendenci volit rychlost, která je co nejvyšší, a přitom bezpečná. Proto modely dopravního toku běžně používají klesající – nebo alespoň nerostoucí – vztah mezi hustotou a rychlostí (Kessels, 2018).

2.1 Silniční dopravní prostředky

Dle zákona č. 56/2001 Sb. Česká legislativa rozeznává dva základní druhy vozidel fungujících na českých silnicích. **Silniční vozidla**, která se následně dělí na motocykly, osobní automobily, autobusy, nákladní automobily, vozidla zvláštního určení, přípojná vozidla, vozíky pro invalidy s motorickým pohonem (podmínkou je, že jejich šířka nebo délka přesahuje 1,4 m, jejich konstrukční rychlost převyšuje 15 km/h nebo jejich maximální přípustná hmotnost převyšuje 450 kg) a ostatní silniční vozidla. **Zvláštní vozidla** se rozdělují na zemědělské nebo lesnické traktory a jejich přípojná vozidla, pracovní stroje samojízdné, pracovní stroje nesené, pracovní stroje přípojně, výměnná tažená zařízení, vozidla určená především pro jízdu na sněhu, vozidla určená především pro jízdu v terénu, jednonápravové traktory a jejich přípojná vozidla, speciální tahače a jejich přípojná vozidla, přepravníky pracovních adaptérů a ostatní zvláštní vozidla. Silniční vozidla a zvláštní vozidla se rozdělují do kategorií L, M, N, O, T, C, R, S a Z (Česko, 2001).

Motocykl taky znám jako motorka je jakékoliv dvoukolové, výjimečně tříkolové motorové vozidlo poháněné spalovacím nebo elektrickým motorem (Cromer, c2023). Nutností je minimální výkon o objemu 50 cm³, a přesáhnutí šířky 60 cm a rychlosti 25 km/h, v opačném případě se jedná o chodce nebo cyklistu. Pro provoz na silničních komunikacích je nutné, aby řidič vlastnil řidičské oprávnění skupiny AN, A1, A2 nebo A v závislosti na výkonu motocyklu (Česko, 2000).

Osobní automobil je vozidlo, které je speciálně navrženo pro přepravu lidí a drobných věcí. Jeho základní struktura je tvořena z ocelového rámu zvaného podvozek. Typický automobil má čtyři kola a je poháněn motorem, který používá nějaké palivo. Většina automobilů je dnes poháněna motory s vnitřním spalováním (Bedi et al., c2016). Většina spalovacích motorů spaluje benzín nebo naftu, vybrané motory také fungují na ethanol a zemní plyn (Ehsami et al., c2018). Ekologickou alternativou jsou plug-in hybridy, využívající kombinaci spalovacího motoru a elektromotoru, který je poháněn baterií, bateriová elektrická vozidla, která k pohybu využívají pouze elektromotor poháněný baterií, a elektromobily s palivovými články, využívající vodík jako palivo (European Environment Agency, 2016). Pro řízení osobního auta je nutné, aby řidič vlastnil řidičské oprávnění

skupiny B1 a B. V osobním automobilu smí cestovat maximálně 8 osob kromě řidiče a jeho hmotnost nesmí přesáhnou 3,5 tuny (Česko, 2000).

Autobus je velké, samohybné kolové vozidlo, které je určeno k přepravě cestujících více jak 8 cestujících. obvykle na stálé lince (Cromer a Easton, c2023). Oprávnění řídit autobus jsou řidiči s řidičským průkazem skupiny D a D1(Česko, 2000).

Nákladní automobily jsou motorová vozidla jejichž maximální povolená hmotnost převyšuje 3500 kg a je v nich možno přepravovat maximálně 8 osob kromě řidiče a jsou určena k přepravě nákladů. Řidič nákladního automobilu musí vlastnit řidičské oprávnění skupiny C nebo C1 (Česko, 2000). Elektrifikace probíhá již i u nákladních automobilů, do roku 2027 se předpokládá, že na světových silnicích bude provozováno na 371 000 nákladních automobilů s hybridním, nebo kompletně elektrickým pohonem (Gies, 2017).

Přípojná vozidla jsou silniční nemotorová vozidla, určená k tažení jiným vozidlem, s nímž je spojeno do soupravy (Široký, 2020).

Traktor je kolové nebo pásové motorové vozidlo sloužící k tažení nebo používání zemědělských a lesnických strojů (Dunne et al., c2015). Od 1. ledna 2022 v české republice platí novela zákona, který umožňuje řidičův vlastní řidičský průkaz skupiny C řídit traktory (Elsnic, 2021).

Jízdní souprava je spojení motorového vozidla (tažného) s jedním nebo více přípojnými vozidly. Jízdní soupravu může tvořit tahač s návěsem (návěsová jízdní souprava, tahač přívěsů s přívěsem nebo nákladní automobil s přívěsem (Přívěsová jízdní souprava) (Široký, 2020).

2.2 Pozemní komunikace

Pozemní komunikace je dopravní cesta určená k užití silničními, jinými vozidly a chodci, včetně pevných zařízení nutných pro zajištění tohoto užití a jeho bezpečnosti (Česko, 1997). Vybrané pozemní komunikace v ČR jsou zpoplatněny, jedná se o všechny dálnice, mimo vybrané úseky, a zvolené silnice první třídy. Výběr poplatku probíhá dvěma způsoby u vozidel nad 3,5 tuny pomocí mýtného a u vozidel pod 3,5 tuny pomocí dálniční známky. Od povinnosti koupě dálniční známky jsou osvobozeny motocykly a přípojná vozidla, historická vozidla a vozidla s elektrickým, hybridním a vodíkovým pohonem. Osvobozena je také přeprava vybraných osob, držitelů ZTP a ZTP/P, a nezaopatřených dětí, léčených pro zhoubné nádorové onemocnění nebo hemoblastózu (edalnice.cz, c2023). Výše mýtného

závisí na emisní třídě vozidla (EURO IV, EURO V atd.) a počtu náprav. Zvláštní motorová vozidla nepodléhají povinnosti platit mýtné na zpoplatněných komunikacích, avšak motorová vozidla zvláštního určení s nejvyšší povolenou hmotností více jak 3,5 tuny, mají povinnost mýtné hradit (MYTO CZ, c2019).

Pozemní komunikace se dělí na tyto kategorie:

- a) *dálnice,*
- b) *silnice,*
- c) *místní komunikace,*
- d) *účelová komunikace (Česko, 1997).*

Dálnice je pozemní komunikace určená pro rychlou dálkovou a mezistátní dopravu silničními motorovými vozidly, která je budována bez úrovnových křížení, s oddělenými místy napojení pro vjezd a výjezd a která má směrově oddělené jízdní pásy. Dálnice se podle svého určení a dopravního významu rozdělují na dálnice I. třídy a dálnice II. třídy. Dálnice je přístupná pouze silničním motorovým vozidlům, jejichž nejvyšší povolená rychlost není nižší, než 80 km/h (Česko, 1997). V České republice je v současnosti (18.4.2023) Celková délka dálniční sítě 1363,2 km, kdy dalších 158 km je v procesu výstavby (ŘSD ČR, 2023).

Silnice je veřejně přístupná pozemní komunikace určená k užití silničními a jinými vozidly a chodci. Silnice tvoří silniční síť. Silnice se podle svého určení a dopravního významu rozdělují do těchto tříd:

- a) *silnice I. třídy, která je určena zejména pro dálkovou a mezistátní dopravu,*
- b) *silnice II. třídy, která je určena pro dopravu mezi okresy,*
- c) *silnice III. třídy, která je určena k vzájemnému spojení obcí nebo jejich napojení na ostatní pozemní komunikace (Česko, 1997).*

Silnice nebo místní komunikace může být označena jako silnice pro motorová vozidla, pouze jde-li o silnici I. třídy, která je budována bez úrovnových křížení, s oddělenými místy napojení pro vjezd a výjezd a na níž není přímo připojena sousední nemovitost s výjimkou nemovitostí přímo připojených z odpočívek (Česko, 1997).

Místní komunikace je veřejně přístupná pozemní komunikace, která slouží převážně místní dopravě na území obce. Místní komunikace se rozdělují podle dopravního významu, určení a stavebně technického vybavení do těchto tříd:

- a) *místní komunikace I. třídy,*
- b) *místní komunikace II. třídy, kterou je dopravně významná sběrná komunikace s omezením přímého připojení sousedních nemovitostí,*
- c) *místní komunikace III. třídy, kterou je obslužná komunikace,*
- d) *místní komunikace IV. třídy, kterou je komunikace nepřístupná provozu silničních motorových vozidel nebo na které je umožněn smíšený provoz (Česko, 1997).*

Účelová komunikace je pozemní komunikace, která slouží ke spojení jednotlivých nemovitostí pro potřeby vlastníků těchto nemovitostí nebo ke spojení těchto nemovitostí s ostatními pozemními komunikacemi nebo k obhospodařování zemědělských a lesních pozemků. Účelovou komunikací je i pozemní komunikace v uzavřeném prostoru nebo objektu, která slouží potřebě vlastníka nebo provozovatele uzavřeného prostoru nebo objektu. Tato účelová komunikace není přístupná veřejně, ale v rozsahu a způsobem, který stanoví vlastník nebo provozovatel uzavřeného prostoru nebo objektu (Česko, 1997).

Silnice I. třídy jsou označeny dopravní značkou s jednociferným nebo dvojciferným číslem v modrém poli, silnice II. třídy trojciferným číslem taktéž v modrém poli. Zjednodušeně řečeno, čím více čísel, tím nižší třída silnice. U silnic, jež jsou součástí sítě evropských mezinárodních silnic, najdeme před číselným označením ještě písmenko „E”. Značky, které je označují, pak mají zelený podklad. Přes Česko prochází hned 13 evropských mezinárodních silnic, z toho čtyři páteřní, vedoucí přes celý kontinent (E50, E55, E65 a E75) (Deml, 2019).

Každá komunikace má tak tzv. kategoriální znak, který se skládá z písmene a dvou čísel, jež jsou oddělena lomítkem. Písmena (například D, S nebo P) určují druh komunikace. „D” mají dálnice, „S” silnice, „P” polní cesty, „M” místní komunikace. První číslo kategoriálního znaku označuje celkovou šířku komunikace v metrech. Do této cifry se započítávají kromě samotných jízdních pruhů i střední dělicí pás a zpevněné i nezpevněné krajnice. Za lomítkem pak najdeme údaj o návrhové rychlosti, která je také základním rozlišujícím znakem při plánování a rekonstrukci komunikace. Na českých silnicích se nejčastěji vyskytuje kategoriální znak S 11,5/80, resp. S 11,5/90, což jsou silnice spadající do kategorie silnic I. tříd. Mají 1 + 1 jízdní pruh, celkovou šířku 11,5 metru a jsou projektovány na rychlost 90 km/h. České dálnice mají zase nejčastěji kategoriální znak D 27,5/120, u šestiproudých úseků (3 + 3 pruhy) pak můžeme narazit na kategoriální znak D 33,5/120 (Deml, 2019).

Dálnice a silnice I. třídy spravuje je Ředitelství silnic a dálnic České republiky. O silnice II. a III. třídy se stará Správa a údržba silnic. Místní komunikace jsou majetkem jednotlivých obcí, které si zároveň tyto komunikace spravují – často za to někomu platí, ať už místní Správě a údržbě silnic nebo třeba soukromé firmě. Účelová komunikace je nejčastěji majetkem fyzické nebo právnické osoby, které náleží pozemek, na němž se komunikace nachází (Správa a údržba silnic Pardubického kraje, 2022).

2.3 Křižovatky a křížení pozemních komunikací

Česká silniční síť je značně rozvětvená. Vezme-li v úvahu navíc i morfologii terénu na našem území a z ní plynoucí síť vodních toků a dále i poměrně hustou síť železniční, je třeba se zamyslet nad množstvím křížení silnic s těmito systémy i mezi silnicemi navzájem. Existuje velká řada typů úrovněových a mimoúrovňových křižovatek silnic. Jejich tvar a parametry vyplývají z konkrétní lokality a z hustoty provozu (Kučera, 2009).

Křižovatka je místo, v němž se pozemní komunikace protínají nebo stýkají a alespoň dvě z nich jsou vzájemně propojeny. Za křižovatkou se nepovažují připojení lesních a polních cest, sjezdy z nemovitostí a připojení obslužných dopravních zařízení (parkoviště, čerpací stanice). Křížení je místem, kde se pozemní komunikace protínají, ale nejsou vzájemně propojeny (mimoúrovňové dálnice a polní cesty) nebo kde se pozemní komunikace protíná s drážní komunikací případně jinou inženýrskou sítí (Široký, 2020).

Základní dělení křižovatek je podle počtu jejich úrovní:

- *úrovněové – komunikace se protínají na jedné úrovni a mohou obsahovat všechny typy kolizních bodů*
- *mimoúrovňové (úplné) – komunikace se protínají ve dvou a více úrovních (neobsahují křížové kolizní body)*
- *kombinované – komunikace se protínají ve dvou a více úrovních, mohou ale i obsahovat křížové kolizní body (Široký, 2020).*

Mimoúrovňové křižovatky se následně ještě rozlišují podle jejich půdorysu. Využívají se především při křížení dálnic. Typy: trubkovitá, kolmá, šikmá, srdcovitá, tří a čtyř ramenné, čtyřlístkové, osmičkové, prstencové a útvarové (Kučera, 2009).

Dělení křižovatek podle počtu ramen:

1. *stykové – tříramenná křižovatka ve tvaru T*

2. *průsečné* – čtyřramenná křižovatka ve tvaru písmene X
3. *odsazené* – čtyřramenná křižovatka s dvěma stykovými křižovatkami umístěnými v určité vzdálenosti od sebe
4. *vidlicové* – tříramenná křižovatka ve tvaru písmene Y
5. *hvězdicové* – pěti a více ramenná křižovatka
6. *okružní* – tři a více ramenná křižovatka se středním ostrovem kruhového tvaru (Široký, 2020).

Nejčastější je kolmá Průsečná křižovatka, která je sice jednoduchá, ale obsahuje velký počet nebezpečných střetných bodů, v nichž může dojít ke kolizím. Rozeznávají se dva druhy rozšířená a nerozšířená, kdy rozšířená obsahuje zpomalovací pruhy, zrychlovací pruhy, dělicí ostrůvky nebo střední dělicí pásy. Postupem času dochází na místech, kde je to možné k nahrazení průsečné křižovatky za okružní (Kučera, 2009).

Dělení křižovatek dle stupně usměrnění:

- *prosté* – obvykle se nachází na méně frekventovaných komunikacích, kde nejsou velké nároky na řízení.
- *usměrněné* – s rostoucí intenzitou silničního provozu, rostou taky nároky na rozšiřování vozovek a zvětšování poloměrů pro odbočování. Je tedy vhodné, když jsou dopravní proudy usměrněny pomocí optických nebo fyzických směrových ostrůvků (Široký, 2020).

Ve srovnání s konvenčními křižovatkami kruhové objezdy mohou poskytnout řadu výhod, jako je zlepšení bezpečnosti a kapacity křižovatek, snížení nákladů na údržbu a znečištění ovzduší. Proces jejich návrhu je vysoce iterativní a obvykle se skládá z několika kroků:

- počáteční geometrický návrh prvků
- kontroly výkonu a bezpečnosti (analýza točivosti, analýza nejrychlejší cesty a analýza dohledové vzdálenosti)
- konečný návrh prvků.

Tyto kroky jsou předepsány národními směrnici a standardy. Každý krok je stejně důležitý; jestli nějaký z nich je ignorován, dříve zmíněné výhody mohou být eliminovány nebo omezeny (Ahac, Bezina a Stančerić, c2017 s.237).

Typy kruhových objezdů:

- mini kruhové objezdy
- jednopruhové kruhové objezdy
- vícepruhové kruhové objezdy
- turbo kruhové objezdy
- tear drop kruhové objezdy
- „magické“ kruhové objezdy (Wolhuter, c2015)

Mini kruhové objezdy jsou podmnožinou jednopruhových kruhových objezdů a obvykle se používají v obytných oblastech kvůli omezením prostoru. V extrému může mini kruhový objezd zasahovat do šířky silniční rezervy. Tento design je vhodný pouze pro osobní automobily (Wolhuter, c2015).

Konvenční vícepruhový kruhový objezd je efektivním řešením, jak se vyrovnat s poptávkou po větším dopravním toku. Dodatečné vjezdové a okružní pruhy sice zvyšují parametry zefektivnění provozu, ale také zvyšují nebezpečnost provozu. To souvisí především s nesprávným chováním řidiče ve vstupní, oběhové a výstupní zóně a s následnými proplétacími manévry uvnitř kruhového objezdu (Macioszek, Akçelik a Sierpinski, 2018).

Koncept turbo kruhového objezdu se objevil jako možná alternativa ke konvenčním vícepruhovým kruhovým objezdům s cílem zlepšit bezpečnost provozu. Design turbo kruhového objezdu je definován především turbo blokem. Existují dvě skupiny návodů pro design turbo kruhových objezdů: návody, které poskytují šablony turbobloků (střed kruhového objezdu) s předem určenými rozměry, a návody, které neposkytují šablony turbobloků. Turboblok by měl být navržen tak, aby se kruhové oblouky na jedné straně osy posunu překrývaly s kruhovými oblouky na druhé straně osy posunu, tj. aby vnitřní kruhový pruh na jedné straně osy posunu pokračoval ve vnějším kruhovém pruhu na druhé straně boční osy bloku (Macioszek, Akçelik a Sierpinski, 2018).

Tear drop kruhové objezdy, jsou obvykle spojeny s mimoúrovňovým křížením, konkrétně na diamantových křižovatkách. Má to dvě výhody. První je, že vozidla na křižovatce nejsou omezována pravidlem pravé ruky, dopravní značkou stop/ dej přednost v jízdě nebo světelnou signalizací a druhým je, relativní jednoduchost tvorby návrhu zabraňující jízdě v protisměru (Wolhuter, c2015).

Takzvaný magický kruhový objezd je britský vynález, který působí až děsivě na řidiče, kteří se s ním setkají poprvé. Je určen k řešení problému křižovatek s více jak čtyřmi rameny a údajně dokážou pojmout větší objem dopravy. Podle všeho by se mělo již minimálně pět „magických“ kruhových objezdů nacházet ve Velké Británii, kde mají velmi dobré bezpečnostní výsledky, způsobené nízkými rychlostmi (Wolhuter, c2015).

Nastane okamžik, kdy intenzita dopravy vzroste na takovou úroveň, že standartní organizace dopravy na křižovatkách již nestačí. Ve skutečnosti jsou toky na hlavní silnici natolik silné, aby způsobily, že mezery mezi vozidly nejsou adekvátní vzdáleností nebo časem, aby umožnily vozidlům na vedlejší silnici připojit se nebo přejet hlavní silnici. Přestože vozidla na hlavní silnici neutrpí žádné zpoždění, dopravní situace na vedlejší silnici může být na tolik vážná, že celkové zpoždění na křižovatce by bylo nepřijatelné. Je tedy nutná nějaká vyšší forma organizace dopravy (Wolhuter, c2015).

Často se věří, že všechny problémy na křižovatkách lze vyřešit instalací semaforů. V důsledku toho jsou semaforey někdy instalovány tam, kde nejsou potřeba. Některá menší města a vesnice považují semaforey za symboly statusu a velmi rychle je instalují, zvláště pokud mají nárok na státní nebo evropské granty a dotace, s nimiž lze náklady na instalaci kompenzovat. Vzhledem k tomu, že instalace a údržba semaforů jsou nákladné, nemělo by se rozhodnutí o jejich instalaci brát na lehkou váhu (Wolhuter, c2015).

Nesprávně umístěné semaforey by mohly ovlivnit bezpečnost a efektivitu automobilové, cyklistické a pěší dopravy. Mohou také vést ke zpoždění, které by způsobilo, že by účastníci silničního provozu používali jiné trasy k obcházení semaforů. Semaforey by tím mohli způsobit zhoršení kvality života v okolních obytných oblastech. Vzhledem k tomu, že časová ztráta vozidla a četnost nehod jsou někdy větší při použití semaforů než při standartní organizaci dopravy, měly by být alternativní formy organizace pečlivě prozkoumány pro použití na daném místě (Wolhuter, c2015).

Existuje rozšířený názor, že semaforey jsou bezpečnější než jiné formy kontroly křižovatek. Ve skutečnosti tomu tak není, ale co se stane, je, že povaha srážek na signalizovaných křižovatkách je odlišná od charakteru nehod na křižovatkách s přednostně organizovaným provozem. Srážka, kdy následující vozidlo narazí do vedoucího vozidla, vzniká například tak, že vedoucí vozidlo zpomalí po obdržení oranžového signálu, zatímco následující řidič věří, že je dostatek času na projetí křižovatkou, než začne červená fáze (Wolhuter, c2015).

Na rozdíl od všeobecného přesvědčení nově instalovaný semafor jen zřídka snižuje zdržení, náklady, nehodovost nebo rychlost, s výjimkou případných dopravních špiček. Základním účelem instalace semaforů je zajistit řádné řízení provozu a obvykle se instalují na křižovatkách, aby:

- zajistili kontrolu tam, kde je problém s dopravní kapacitou nebo bezpečností
- poskytnout formu řešení kolizních bodů tam, kde je vysoký provoz
- usnadnit přístup k silniční síti z a do místních oblastí
- slouží jako součást celoplošného systému řízení dopravy (Wolhuter, c2015)

Faktory ovlivňující poskytování dopravních signálů jako takové zahrnují

- dopravní toky a konfliktní body
- statistiky nehodovosti
- dostupnost, automobilů i pěších, k hlavním komunikacím z okolí
- proveditelnost instalace
- náklady na instalaci a údržbu ve vztahu k dostupnosti finančních prostředků (Wolhuter, c2015)

3 CHYTRÉ TECHNOLOGIE VE MĚSTECH

Negativní vlivy dopravy, nesou především města a městské oblasti, které trápí dopravní zácpy, dopravní nehody, emise znečišťujících látek a hluk, přičemž ony samy mohou významně přispět k jejich snížení. Města hrají hlavní roli v hospodářském růstu a rozvoji, produkují cca. 85 % HDP Evropské unie (Bosetti et al., 2014), jsou to totiž místa, kde se obchody, kultura, průmysl a další služby, podílejí na vytváření dopravní infrastruktury. Města rostou a rozvíjejí se, což souvisí s velkým počtem problémů s územním plánováním na různých úrovních, zejména pokud jde o vztahy mezi městy a jejich periferií, nebo mezi městy a vyššími správními celky (Brůhová-Foltýnová a Jordánová, 2014).

Inteligentní dopravní systémy (anglicky Intelligent Transport System) jsou pokročilé aplikace, které mají za cíl poskytovat inovativní služby týkající se různých druhů dopravy a řízení provozu a umožňují různým skupinám uživatelů lepší informovanost a poskytují bezpečnější, koordinovanější a „inteligentnější“ používání dopravních sítí." (Srp a Mikláš, 2017) Inteligentní dopravní systémy propojují účastníky silničního provozu s infrastrukturou a informačními systémy, což účastníkům silničního provozu pomůže lépe se rozhodovat. Systém je schopen lokalizovat a zkoumat jízdní vlastnosti účastníků silničního provozu napomáhat dopravním aplikacím řídit provoz efektivněji (Palsa et al., 2019).

Smart city je fakticky proces, resp. koncept vedoucí k udržitelnému rozvoji města při kontinuálním zavádění moderních technologií do jeho řízení, organizace, s cílem zvýšit kvalitu života na jeho území a v jeho bezprostředním okolí, při zefektivnění správy věcí veřejných pro oblast dopravy, energetiky, odpadového hospodářství nebo vodohospodářství při zavádění moderních informačních a komunikačních technologií a systémů (Mervart et al., 2021).

Chytrá města mají 4 základní kameny, které využívají pro své fungování

1. Infrastruktura propojení: širokopásmové internetové sítě (pevné a/nebo mobilní) k odesílání a přijímání dat.
2. Senzory a připojená zařízení, která snímají různá data z prostředí a posílají je prostřednictvím sítí do počítačů v kontrolních a řídicích střediscích měst, pokrývajících různé tematické oblasti, jako je doprava, bezpečnost/zabezpečení, pomoc obyvatelstvu, nouzové situace a upozornění na přírodní katastrofy

3. Integrovaná operační a řídicí centra vybavená počítači a softwarovými aplikacemi, které přijímají, zpracovávají a analyzují data odeslaná senzory, poskytují monitorovací a zobrazovací panely, vzdáleně spravují zařízení a distribuují informace oddělením, institucím a obyvatelstvu
4. Komunikační rozhraní (služby, webový portál, mobilní aplikace) slouží k odesílání a přijímání informací od lidí a společností spojených s platformami Open Data a e-government, které upřednostňují participativní řízení a transparentnost veřejné struktury (Bouskela et al., c2016)

Ve vazbě na udržitelnou city logistiku je třeba připomenout, že orgány vedení řady měst, nejen v ČR, se při přípravě a implementaci plánů udržitelné městské často zaměřují pouze na řešení problémů souvisejících s mobilitou osob (cestujících) navzdory důležitosti logistických aktivit a nákladní dopravy pro dlouhodobý ekonomický a společenský rozvoj měst (Dablanc, c2009).

Řízení a organizace dopravy a snižování nehodovosti ve městě investicemi do systémů monitorování a řízení dopravy jsou společnými cíli mnoha chytrých měst. Mezi způsoby dosažení výsledky, patří použití rychlostních radarů, adaptivní programování semaforů a semaforů upravujících cykly v reálném čase s přihlédnutím mimo jiné ke koncentraci a pohybu vozidel (umožnění přednosti sanitkám, policejním vozům a vyhrazeným jízdním pruhům pro autobusy), koncentrace chodců a rychlost vozidel. Dalším společným problémem je zajištění efektivnějších systémů veřejné dopravy, vhodných pro rozvoj měst a sociální rovnosti ve vztahu k dojíždění. Mnohá z řešení mají připravit město na budoucí implementaci multimodálního dopravního systému zahrnujícího různé prostředky (kolo, metro, vyhrazené pruhy pro autobusy, lehká kolejová vozidla), což povede ke snížení spotřeby paliva, emise plynů a doby dojíždění. Také dojde ke zlepšení kvality ovzduší (Bouskela et al., c2016).

3.1 Technologie inteligentních silnic

Technologie inteligentních silnic patří do expandujícího odvětví s obrovskými tržními vyhlídkami a příležitostmi. Odhaduje se, že růst tohoto trhu bude v příštích letech činit 7 % ročně, přičemž roční prognóza pro rok 2022 v Evropě přesáhne 2 miliardy eur (Mauro, Pompigna, 2022).

„Inteligentní silnice“ může být definována jako silniční infrastruktura, která je integrována s pokročilými síťovými a komunikačními technologiemi. Jinými slovy, inteligentní silnice se skládá z pokročilých strukturálních materiálů, vnímavých sítí, informačních center, komunikačních sítí a energie. systémy a disponuje schopnostmi aktivního vnímání, sebe přizpůsobení, sebeuvědomění, dynamické interakce a nepřetržitého zásobování energií. Ve srovnání s konvenční silnicí by chytrá silnice měla být schopna prodloužit svou životnost, zvýšit její výkon, snížit bezpečnostní rizika a zlepšit kvalitu služeb (Sun et al., 2018).

Chytré silnice jsou klíčovou součástí plánu EU „Kooperativní inteligentní dopravní systémy“ (C-ITS), který umožní účastníkům silničního provozu a správcům dopravy sdílet informace a využívat je ke koordinaci svých činností. Inovace, spolupráce, konektivita a automatizace učiní evropské silnice chytřejšími. Dne 30. listopadu 2016 přijala Evropská komise Evropskou strategii pro C-ITS s cílem usnadnit konvergenci investic a regulačních rámců napříč evropskými zeměmi. V této souvislosti se evropské země (a někteří operátoři trhu) zorganizovali ve společném rámci pro sdílení projektů a zkušeností v oblasti inovací chytrých silnic, kterým je platforma C-ROADS (Mauro, Pompigna, 2022).

Chytrá silnice se zabývá čtyřmi základními body:

- sebeuvědomění, tj. schopnost automaticky a v reálném čase monitorovat stav vozovky (dokonce i stav dopravy);
- informační interakce, tj. schopnost propojit inteligentní zařízení pro monitorování silnic a vozidel a propojit sensorovou síť s databázemi v rámci inteligentního komunikačního systému;
- sebe přizpůsobení, tj. schopnost automaticky se přizpůsobovat různým okolnostem na silnici;
- sběr energie, tj. schopnost shromažďovat zelenou energii z chodníků, podzemních a jiných infrastruktur a dodávat energii pro celý inteligentní silniční systém nebo některé další objekty (Mauro, Pompigna, 2022).

Je jasné, že pro správnou klasifikaci nelze inteligentní silnici považovat za soubor jednotlivých a nezávislých částí, funkcí nebo technologií. Chytrá silnice je ze své podstaty systém, ve kterém jsou integrovány položky a také funkce a technologická či konstrukční řešení, která umožňují jejich realizaci (Mauro, Pompigna, 2022).

V rámci inteligentního silničního systému jsou všechny komponenty zdrojem velkého množství užitečných dat, která jsou generována v krátkém čase. To se děje proto, že chytrá silnice využívá senzory a zařízení ke sledování stavu infrastruktury nebo dopravního stavu, jako jsou chytrá auta, satelitní systémy, kamery, sociální sítě atd. Tato data jsou zdroji Big Data, které obsahují podrobné informace o stavu infrastruktury a chování řidičů (Mauro, Pompigna, 2022).

Systémy pro výměnu informací jsou klíčovými prvky, které je třeba vybavit v inteligentních silnicích a které poskytují nahrávání a související zpětnou vazbu údajů o stavu (infrastruktury i prostředí) a údajů o vozidle (Mauro, Pompigna, 2022).

Konektivita otevírá možnost efektivnější implementace řešení ITS pro řízení silničního provozu, jako jsou: proměnlivé rychlostní limity, měření ramp, dynamické řízení jízdních pruhů a jízda na tvrdém rameni, vytváření konvojů a další strategie kooperativních adaptivních tempomatů (Mauro, Pompigna, 2022).

Kromě pozitivních dopadů na životní prostředí, spojených s možností provozu s nižšími emisemi a spotřebou ve stavebnictví, řízení a údržbě, představuje chytrá silnice ideální platformu pro instalaci inovativních systémů pro výrobu energie. Ve skutečnosti totiž lze inteligentní dálnice považovat za skvělou příležitost pro udržitelný energetický zdroj, který umožňuje výrobu energie. Chytrá silnice by tedy měla být soběstačným systémem, který zachovává všechny své funkce a technologie s využitím vlastní energie (Mauro, Pompigna, 2022).

3.2 Chytré semaforey

Světelné signalizační zařízení, taky známé jako semafor je soustava vzájemně závislých návěstidel s řídicí nebo ovládací jednotkou, používaná k řízení silničního provozu světelnými signály. Signální program je určen pro řízení světelné signalizace určující pořadí a signální doby jednotlivých světelných signálů. Signální doba je trvání určitého světelného signálu. Signální cyklus je opakující se časová posloupnost signálních obrazů a fáze je část cyklu, po kterou mají určité dopravní proudy současně jeden z možných signálů (Rábek, 2015).

V systému inteligentních semaforů se pracuje s myšlenkou využití internetu věcí k zajištění plynulého pohybu vozidla po dopravní cestě a ke zkrácení čekací doby na křižovatce na každé straně silnice, přeskokováním zbytečné doby zeleného cyklu na rameno, na kterém

není žádný provoz. Stejně tak inteligentní semafor využívá senzory k detekci vozidla na silnici a dává zelenou pouze silnici, na které jede vozidlo. Jakmile vozidlo opustí silnici nebo můžeme říci, že na silnici není žádný provoz, přejde fáze zeleného světla do dalšího pruhu, nebo se semafor převede na červený signál (Verma, Sonkar a Bowaria, 2018).

K překonání omezení systémů, které používají pevná, předem vypočítaná časování k maximalizaci toku pro očekávaný provoz, byly navrženy různé přístupy, kde se časy adaptivně mění v reálném čase podle kolísání toku provozu. Tyto systémy se nazývají adaptivní systémy řízení dopravy. Schopnost dynamického přizpůsobování systémů řízení dopravy měnícím se požadavkům dopravy silně závisí na možnosti detekovat a měřit dopravní proudy. To znamená, že účinnost chytrých semaforů závisí na kvalitě a množství dat poskytovaných senzory instalovanými v silniční infrastruktuře (Markiewicz, c2017).

V mnoha systémech řízení chytrých semaforů jsou rozhodnutí týkající se řízení provozu přijímána centrálním počítačem a přepsány autonomními místními ovladači instalovanými na křižovatkách. To vyžaduje spolehlivé komunikační spojení mezi silničními senzory a centrálním počítačem a také mezi centrálním počítačem a místními ovladači. Kvůli požadované úrovni spolehlivosti, komunikační sítě obvykle spotřebují alespoň dvě třetiny nákladů na centralizované systém chytrých semaforů (Markiewicz, c2017).

Navzdory výhodě rychlé koordinace ve velkém měřítku existují vážné nevýhody v důsledku přetížení sítě informacemi a zpoždění v adaptivním zpětnovazebním řízení korelujícím se zranitelností vůči prudkým lokálním fluktuacím dopravy. Proto byly zkoumány některé decentralizované přístupy k minimalizaci nebo dokonce eliminaci komunikace s centrálním ovladačem provozu. Jeden z návrhů je založen na samo organizačním přístupu a nazývá se Self-Organized Traffic Lights. Algoritmus funguje následovně: registruje se počet vozidel přijíždějících nebo zastavujících na křižovatce v každém směru. V každém časovém kroku je počet čekajících vozidel přidán k počítadlu odpovídajícímu každému směru. Jakmile počítadlo překročí danou prahovou hodnotu, rozsvítí se zelené světlo a příslušné počítadlo se vynuluje. Simulace prokázaly, že tato metoda je vysoce škálovatelná ale její výkon se s rostoucí hustotou vozidel pomalu zmenšuje (Markiewicz, c2017).

Město Rotterdam v Nizozemsku zavedlo cyklistické semaforey, které dokážou detekovat dešť. Světla pak dají jízdám kolům na křižovatce vyšší prioritu, protože nejsou chráněna před deštěm a nevidí tak dobře jako motorista. Každým rokem se počet vozidel dramaticky zvyšuje a bude se i nadále zvyšovat, jak se vyvíjíme a přesouváme se do měst. Dopravní signály se musí nadále zlepšovat, aby pomohly těmto vyšším objemům provozu. Provoz

vozidel se každým dnem zvyšuje a existuje silná potřeba maximálního využití stávající infrastruktury ve městech a mezi nimi. Chytrá technologie nabízí mnoho nových možností pro bezpečný a efektivní tok dopravy při minimalizaci emisí CO₂ a zlepšení kvality ovzduší. Chytré technologie budoucnosti budou také schopny dát záchranným službám zelenou. Půjde o inovaci, která zabrání nehodám a obětem na životech. To se již děje v Helmondu, městě na jihu Nizozemska (Palsa et al., 2019).

4 BEZPEČNOST

Bezpečnost je kombinací spolehlivosti a důsledků. Kromě zvýšení úrovně spolehlivosti pro zlepšení bezpečnosti musí být následky sníženy poskytnutím ochranných/bezpečnostních systémů, které předvídají poruchy a zajišťují, že následky jsou na přijatelné úrovni. Riziko a bezpečnost spolu souvisí: čím vyšší riziko, tím nižší bezpečnost (Verma, Karanki a Ajit, 2016).

Bezpečnost a zabezpečení jsou primárním zájmem každého dopravního systému. Cestující očekávají, že doprava bude bezpečná. Jednou z rolí Evropské komise je reagovat na tato očekávání tím, že zajistí, aby v celé EU existovaly uspokojivé standardy bezpečnosti a ochrany ve všech druzích dopravy. Vytvoření prostředí pro bezpečnou dopravu je pro evropské občany zásadní. Komise se snaží poskytovat nejvyšší standardy bezpečnosti na celém světě. Evropské bezpečnostní agentury se zabývají různými druhy dopravy – EASA (European Union Aviation Safety Agency), ERA (European Railway Agency) a EMSA (European Maritime Safety Agency), které odpovídají za odvětví letectví, železnice a námořní dopravy – a všechny přispívají k pokroku v oblasti bezpečnosti (European Commission, b.r.).

Silniční doprava je nejpoužívanějším druhem dopravy a hlavní příčinou nehod. Komise byla velmi aktivní při prosazování pravidel, technických norem a osvětových kampaní s cílem snížit počet úmrtí způsobených dopravními nehodami (European Commission, b.r.).

Zabezpečení dopravy je citlivým tématem, které se týká všech uživatelů a poskytovatelů dopravy. Je základním právem mít možnost cestovat beze strachu, že se stanete obětí nějaké formy útoku. Je však také důležité, aby bezpečnost nebyla tak rušivá, že by se cestování stalo nepříjemným zážitkem. Nejběžnějšími bezpečnostními hrozbami pro dopravu jsou: trestné činy spáchané v prostorách dopravců (např. vloupání), černí pasažéři, loupeže cenného nákladu při přepravě nebo pirátství na volném moři. Ty způsobují obrovské ekonomické ztráty, které lze měřit v rozsahu od peněžní hodnoty krádeží nákladu po pojistné ztráty, přerušení podnikání a poškození majetku. Nové technologie mohou pomoci při vývoji jemných vysoce bezpečnostních systémů pro budoucnost tím, že zkrátí dobu trvání a intenzitu bezpečnostních kontrol (European Commission, b.r.).

V současnosti neexistují žádné právní předpisy EU, které by se zabývaly zabezpečením pozemní dopravy (kromě nebezpečných věcí, kde se požadavky na bezpečnost a zabezpečení do určité míry překrývají). Krádeže nákladu ze silnic a železnic se odhadují na přibližně

8 miliard EUR ročně. V pozemní dopravě nejsou velmi podrobná a normativní pravidla bezpečnosti žádoucí. Téma zabezpečení pozemní dopravy je velmi rozmanité. Bezpečnost cestujících je velmi odlišná od bezpečnosti nákladu a způsoby pozemní dopravy se značně liší (Land Transport Security, b.r.). V rámci politiky bezpečnosti silničního provozu EU je kladen důraz na infrastrukturu, bezpečné používání pozemních komunikací, bezpečnost vozidel, řidičské průkazy a po nehodovou péči (EU Road Safety policy, b.r.).

V roce 1997 Švédsko oficiálně představilo svou Vizi Nula, jejímž cílem je do roku 2050 zajistit nulový počet usmrcených po vážně zraněných osob po nehodách. Evropská Unie adaptovala tuto vizi do Bílé knihy Komise evropských společenství z roku 2001. Od vydání v Bílé knize je vize nula součástí všech bezpečnostních rámců silničního provozu a národních strategií týkajících se bezpečnosti silničního provozu na území EU. Vize Nula ale již není používána pouze pro bezpečnost silničního provozu, ale je postupně implementována i do dalších odvětví např. bezpečnost práce. Česká republika započala s implementací vize nula ihned po vstupu do EU v dokumentu Národní strategie bezpečnosti silničního provozu 2004-2010, jehož částí bylo i zavedení bodového hodnocení řidičů v ČR. O zavádění prvků, kroků, metod, pokynů a podpůrných institucí spojených s Vizí Nula se v rámci ČR stará Centrum dopravního výzkumu (VIZE NULA, c2023).

Česká republika vydala dvě národní strategie bezpečnosti silničního provozu, první v působnosti 2004–2010 a druhou 2011–2020 (VIZE NULA, c2023). Pro období 2021–2030 byla vydána Strategie BESIP 2021–2030. BESIP je hlavní koordinační subjekt bezpečnosti silničního provozu v ČR, expertním orgánem v oblasti působení na lidského činitele a samostatné oddělení Ministerstva dopravy ČR. BESIP je garantem již zmíněné strategie, pořádá akce pro veřejnost, pro řidiče na silnicích, semináře a besedy. Zároveň má na starosti kampaně a dopravní výchovu na školách a dopravních hřištích (O BESIP, c2022).

Strategie BESIP 2021–2030 je přímou implementací Vize Nula. Cílem Strategie je snížit počet usmrcených a těžce raněných osob u dopravních nehod o 50 % vůči průměru roků 2017-2019. Pro dosažení tohoto cíle byly identifikovány 4 základní pilíře zájmu:

1. Účastníci provozu
2. Infrastruktura
3. Vozidla a technologie
4. Systémová opatření

Jednotlivé pilíře pak mají prioritní oblasti zájmu. Pilíř účastníci provozu se dále zaměřuje na rychlost a mladé řidiče, kdy nepřiměřená rychlost byla důvodem usmrcení u 40 % smrtí na silnici a 32 % těžkých zranění. Mladí řidiči ve věku 18–24 let jsou jednou z nejnebezpečnějších skupin řidičů, a to hlavně kvůli jejich tendenci k adrenalinové nebo agresivní jízdě. Infrastrukturní opatření bude především zaměřeno na odstranění nehodových lokalit, především na místních komunikacích, a budování infrastruktury pro nemotorovou a hromadnou dopravu. V oblasti vozidel a technologie je věnována pozornost především balíčku opatření - pokročilé technologie, které stanovuje standardy pro nová vozidla, ty tedy musí mít systém nouzového brždění a jeho signalizaci, alkoholový imobilizér, systém sledování ospalosti a pozornosti řidiče, zapisovače údajů o události (podobné systému černých skříněk), zlepšené bezpečnostní pásy, bezpečnostní sklo, regulátory rychlosti, varování při vybočení z pruhu, ochranu cestujících v případě bočního nárazu, reverzní kameru nebo detekční systém, monitorování tlaku v pneumatikách, senzory a lepší pozice řidiče pro zlepšení výhledu pro snížení počtu slepých míst a ochranu zranitelných účastníků silničního provozu. Pilíř systémových opatření se zaměřuje především na účinný dohled a vymáhání práva, v českém prostředí, tedy provádění především policejních kontrol (Česko, 2021).

5 DÍLČÍ ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI

V první kapitole teoretické části byl rozebrán pojem, co je to doprava a jeho dělení. Pojem dopravní infrastruktura a její základní náležitosti. Postoj Evropské unie k dopravě a udržitelnosti dopravní infrastruktury. Posledním termínem byla dopravní stavba.

Druhá kapitola věnovaná silniční dopravě, kdy úvod kapitoly je zaměřen na legislativu. Následně se zaměřila především na samotná silniční vozidla, kde byly probrány třeba motorky, nákladní automobily nebo traktory. Druhou neodmyslitelnou součástí silniční dopravy jsou pozemní komunikace, na nichž je doprava vykonávána. Zvláštní pozornost pak byla věnována křížení pozemních komunikací, zejména okružním křižovatkám a dělení ostatních křížení.

V kapitole věnované chytrým technologiím ve městech, byla probrána technologie chytrých silnic, které mají za úkol zpříjemnit cestování, ale hlavně zvýšit jeho bezpečnost a ekologičnost. Druhou probranou technologií byly chytré semaforey, které se používají zatím hlavně ve velkých městech a jsou skvělým nástrojem pro zrychlení dopravy ve velkých aglomeracích. Slouží také jako nástroj pro zmenšování emisí produkovaných automobily.

Poslední kapitola byla věnována bezpečnosti, hlavně na silnicích. Zvláštní pozornost byla věnována evropské Vizi Nula a jejímu implementování do českého dopravního systému v podobě Strategie BESIP 2021–2030.

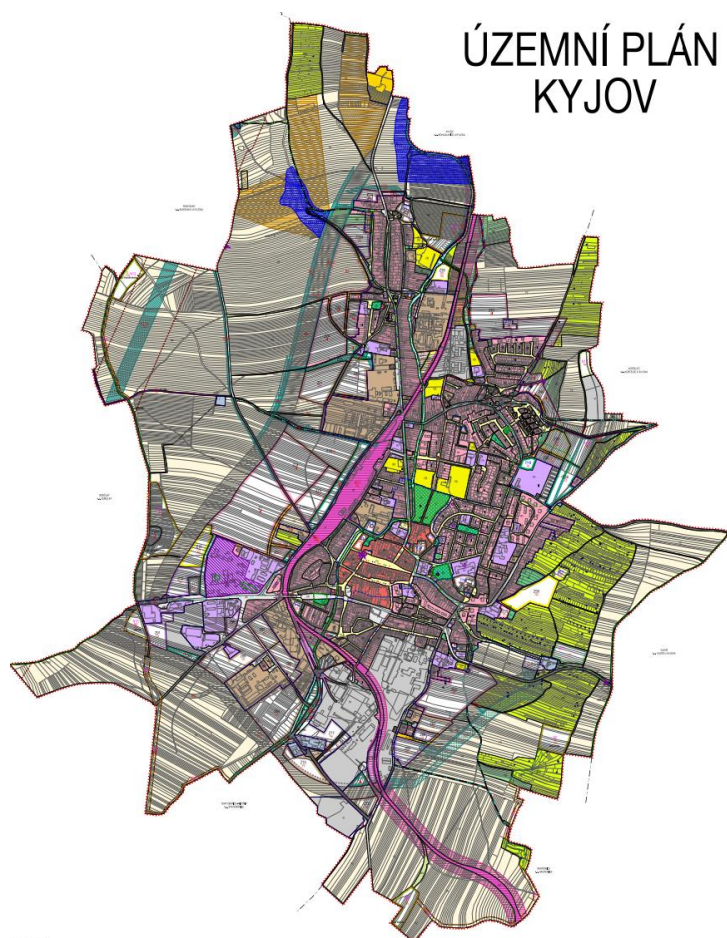
II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 MĚSTO KYJOV

Město Kyjov se nachází v Jihomoravském kraji 50 km jihovýchodně od Brna a 20 km severně od Hodonína. K 1.1.2022 má 10849 obyvatel. Město je rozděleno na 4 městské části, Kyjov, Nětčice, Boršov a Bohuslavice. Ve městě se nachází množství památek, zejména duchovních. Dominantou města je historická radnice z doby renesance, se sídlem na Masarykově náměstí, které je také kulturním centrem města. Kyjov se nachází ve vinařské oblasti Slovácko. Ve městě sídlí mnoho vinařství a pravidelně se zde koná mnoho kulturních akcí spojených s pěstováním a konzumací vinné révy. Celá oblast Slovácka je známá svým folklorem a v Kyjově tomu není jinak. Během roku město pravidelně pořádá až 10 akcí spojených s tradičními zvyky. Vrcholem pak bývají Slovácký rok, nejstarší folklórní festival v ČR spojený s jízdou králů, Královské vinobraní a Martinské hody. Kyjov je také městem sportu, má vlastní stadion, který má fotbalovou plochu a basketbalovou halu s plně vybavenou posilovnou. Během zimních měsíců také město provozuje venkovní kluziště, a nově investuje do rekonstrukce koupaliště a výstavby krytého plaveckého bazénu. Průvodce městem Kyjov, 2020) V okolí města se pravidelně pořádá cyklistický závod v rámci ŠKODA CUPu, který v regionu pravidelně ovlivní dopravu (ŠKODA CUP 2023 – SILNICE, 2023).

Kyjov v současné době realizuje 2 velké projekty. Prvním je revitalizace výrobního areálu Mlékárny a Pivovaru, kde je cílem architektonicko-urbanisticky upravit a dostavět zasaženou lokalitu a při tom zachovat stávající kulturní prvky v podobě letního kina a tenisových kurtů. Má zde dojít k rozšíření centra města a propojení s městským parkem. Druhým projektem je již zmíněná oprava koupaliště a stavba krytého plaveckého bazénu, který cílí na maximální využití současného provozního uspořádání a městské struktury (Město Kyjov, 2023).

Na Obrázek 1 znázorněn nejaktuálnější územní plán města Kyjov. Pro potřeby práce je zejména důležitá oblast označená šedou a světle hnědou barvou, které obsahují průmyslovou výrobu, zemědělskou výrobu, fotovoltaickou elektrárnu a další smíšenou výrobu. Světle fialová oblast znázorňující občanské vybavení je známé vysokou koncentrací obyvatelstva, jelikož se v něm nachází veškeré obchody a služby, poskytované jak městem/státem tak i soukromníky. Z Obrázek 1 vyplývá, že největší koncentrace dopravy je na jihu a jihozápadě města, kde se nachází většina výše zmíněných oblastí.



Obrázek 1 Územní plán Kyjov (Zdroj: Ciznerová et al., 2023)

7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Současný stav dopravního provozu ve městě Kyjov je možné označit za uspokojivý. Hlavním tahem, který prochází městem, je silnice I/54, která je hlavní spojnicí mezi Novým Mestom nad Váhom (SK) a Brnem. Zároveň slouží jako objízdná trasa pro silnici I/50, která je místem častých dopravních nehod Viz. Obrázek 2.



Obrázek 2 Značka Úsek častých dopravních nehod I/50 (Zdroj: Google Maps, c2023)

V roce 2020 při celostátním sčítání dopravy bylo zjištěno, že nejrušnějším úsekem (6-2592) ve městě denně projede 14 194 vozidel, z toho 1 417 nákladních automobilů nebo jízdních souprav, 343 autobusů a 22 traktorů. V provozu bylo taky zaznamenáno 180 cyklistů. Při aplikaci sčítání a porovnání s předchozími je nutné vzít v potaz působení protipandemických opatření, která byla zaváděna v rámci pandemie Coronaviru a vedla ke značnému snížení množství dopravních prostředků na pozemních komunikacích. Data jsou podložena tabulkou na Obrázek 3, kde LN = lehká nákladní vozidla, SN = střední nákladní vozidla, SNP = střední nákladní vozidla s přívěsem, TN = těžká nákladní vozidla, TNP = těžká nákladní vozidla s přívěsem, NSN = návěsové soupravy nákladních vozidel, A = autobusy, AK = kloubový autobus, TR = traktor, TRP = traktor s přívěsem, TV = těžká motorová vozidla celkem, O = osobní a dodávková vozidla, M = jednostopá motorová vozidla a SV = součet všech vozidel (Celostátní sčítání dopravy 2020, 2023).

Sčítání dopravy 2020 (sč.úsek: 6-2592)		... význam zkratk													
Roční průměr denních intenzit dopravy		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV
RPDI - všechny dny	voz/den	833	243	21	76	17	227	342	1	3	19	1 782	12 308	104	14 194
		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV
RPDI - pracovní den (Po-Pá)	voz/den	1 024	320	28	100	22	300	424	1	4	25	2 248	12 995	97	15 340
RPDI - volné dny (mimo svátky)	voz/den	352	49	4	15	3	42	136	0	1	4	606	10 572	122	11 300
Hodinová intenzita dopravy												TV	SV		
Padesátirázová intenzita dopravy	voz/h											184			1 462
Špičková hodinová intenzita dopravy	voz/h											169			1 348
Těžká nákladní vozidla - TNV															TNV
Hodnota TNV	voz/den														1 317

Obrázek 3 Sčítání dopravy 2020 Úsek 6-2592 (Zdroj: Celostátní sčítání dopravy 2020, 2023)

Na území obce došlo celkem k v období 1.1.2022 – 31.12.2022 k 427 přestupkům v oblasti týkajících se dopravního provozu. Města s podobným počtem obyvatelstva, Kuřim (Jihomoravský kraj) a Uničov (Olomoucký kraj) jsou na tom ze statistického pohledu velmi podobně na jejich území, také jako v Kyjově, došlo pouze k jedné dopravní nehodě vyžadující přítomnost Policie ČR. V přestupcích jsou na tom ale hůř, Kuřim 615 přestupků a Uničov 755 přestupků v oblasti dopravy. Větší počet přestupků u zmíněných měst je možné vysvětlit větším územím obou obcí, kdy zejména u Uničova se jedná nejenom o město samotné ale i o přilehlé obce (Kriminalita Policie.cz, 2023).

Za posledních 10 let ve městě Kyjov bylo 591 dopravních nehod. Nejvíce nehod se stalo v samotném centru města na Masarykově náměstí a na parkovištích supermarketů. Dalším výrazným místem dopravních nehod byla silnice I/54, po celé své délce, zejména pak křižení se silnicemi č. 422 a 432 u nemocnice (Statistiky, 2023).

Pro potřeby této práce bylo vytypováno několik křižovatek přímo ve městě Kyjov nebo jeho blízkém okolí, které jsou buď nebezpečné svou konstrukcí a organizací, nebo jsou významnými konfliktními body ve městě. Konkrétně se jedná o křižovatky ležící na silnici I/54, křižovatku ulice Boršovská a třída Komenského, silnice č. 422 a výjezd z parkoviště obchodního centra.

7.1 Silnice I/54

Silnice I/54 je hlavním průtahem přes město Kyjov. Dva úseky s nejvyšší kongescí dopravy se nachází právě na ní. Popis je prováděn ve směru od Veselí nad Moravou na Brno. Silnice se na území obce dostává v klesání a následuje pravotočivá zatáčka za níž jsou 2 připojení obslužných cest. Kruhový objezd ulic Nerudova a Havlíčkova je jednou z nejnovějších dopravních staveb ve městě, kdy hlavní cesta (I/54) pokračuje jako Nerudova ulice. Na ulici Havlíčkova ve směru na Milotice se nachází jedna z největších firem ve městě Vetropack Moravia Glass a. s. která je významným zaměstnavatelem v regionu. Druhá větev ulice

Havlíčková vede k dalšímu kruhovému objezdu, ze kterého je možné se vydat třídou Palackého do centra města, Brandlovou ulicí k městskému hřbitovu a obytné zóně, nebo třetí větví do další z mnoha obytných zón. V prvním úseku ulice jsou 3 místní komunikace připojené na hlavní cestu, tyto komunikace slouží jako přístupové cesty parkovišť pro obyvatele okolních domů, v ulici je praktikováno podélné parkování, které může způsobit dojem, že vozovka je užší.

Následuje první ze dvou světelných křižovatek a jedna z nejdůležitějších ve městě. Světelná signalizace funguje v minutovém intervalu, 30 sekund červený signál, 25 sekund zelený signál a 5 sekund oranžový signál. Světelná signalizace se vypíná každý den v 19:00 a opět se spouští v 6:00. Během této doby je křižovatka řízena svislým dopravní značením, kdy ulice Nerudova je značena jako hlavní a obě větve ulice Kollárova jsou vybaveny značkou Stop dej přednost v jízdě. Všechny čtyři větve křižovatky jsou vybaveny přechody pro chodce. V obou směrech jsou odbočovací pruhy doleva, umožňující jízdu rovně nebo odbočení doprava bez nutnosti vyčkat až odbočující doleva dá přednost všem protijedoucím vozidlům. V těsné blízkosti křižovatky se nachází 2 obchodní domy a autobusové nádraží, přístupné z větví ulice Kollárova.

Další úsek, zhruba 280 metrů, vymezený dvěma světelnými křižovatkami obsahuje, odbočovací pruh pro autobusy vjíždějící na autobusové nádraží, na který navazuje ostrůvek s přechodem pro chodce. Silnice je lemována domy a provozovny.

Druhá světelná křižovatka slouží pro řízení dopravy mezi ulicemi Nerudova (I/54) a Riegrova. Světelná signalizace této křižovatky využívá stejný interval jako křížení ulic Nerudova a Kollárova, které na sebe ne vždy dokonale navazují a úsek mezi nimi se v době dopravní špičky stává místem vysoké koncentrace vozidel. Vypínání signalizace je také stejné včetně rozmístění značek. Jediným rozdílem je severní větev Riegrovy ulice kde se nachází pouze značka dej přednost v jízdě. Jižní větev Riegrovy ulice vede do zastavěné obytné oblasti, severní větev je přímým propojením I/54 a centrem města. Za tímto bodem dochází ke změně jména ulice z Nerudova na Strážovská.

Následuje dopravně nejvytíženější úsek ve městě Kyjov, na tomto úseku bylo během sčítání dopravy 2020 zaznamenán největší počet vozidel. Dominantou je především most vedoucí jak nad potokem Kyjovka, tak nad železniční tratí. Most je v jemném stoupání, na jehož vrcholu se nachází dvě křižovatky ve tvaru písmene Y, spojující silnici I/54 se silnicemi č. 422 a 432. Vzdálenost mezi jednotlivými křižovatkami je 110 metrů. Jedná o připojení silnic nižší třídy na silnici 1. třídy. Největším problémem těchto křížení je nedodržování

stanovených předností, zejména při odbočování doleva nebo při vjíždění na hlavní silnici, kdy spousta řidičů tato pravidla porušuje. Problémem je i vymahatelnost jednotlivých přestupků, dokud nedojde k dopravní nehodě. Důvodem je, že v okolí křižovatek není prostor pro postavení Policie ČR a následné zastavení vozidla.

Důležitým faktorem pro další postup je lokalizace Nemocnice Kyjov, která je z jedné strany lemována silnicí 432 a z druhé silnicí I/54. Před hlavním vstupem do nemocnice se nachází přechod pro chodce, který spojuje areál nemocnice s protějším areálem příspěvkové organizace zabývající se sociálními službami, vybavený světelnou signalizací. Tento přechod také slouží pro pacienty přijíždějící autobusovou dopravou ze směru Brno. Nejnovější možnou dopravní komplikací v tomto úseku je vybudování nové stanice zdravotnické záchranné služby, která bude otevřena v následujících měsících, s výjezdem přímo na silnici I/54 řízeným pomocí světelného návěstidla viz. Obrázek 4.



Obrázek 4 Světelné návěstidlo pro výjezd IZS (Zdroj: Vlastní, 2023)

Finální úsek silnice I/54 v katastru města Kyjov je klesající rovná cesta. Na jejím levém okraji se nachází prodejce automobilů a čerpací stanice a na pravé straně točna autobusové dopravy.

Při sčítání dopravy 2020 byl průjezd městem byl rozdělen na 4 části. V části před kruhovým objezdem bylo napočítáno 6 389 vozidel a 65 cyklistů. Centrální částí, od kruhového objezdu ke světelné křižovatce Nerudova x Riegrova, projelo 11 887 vozidel a 76 cyklistů.

Přes mostní a taky nejrušnější část projelo 14 194 vozidel a 180 cyklistů a část u nemocnice byla vytížena 9 898 vozidly a 50 cyklisty. Průměrný nárůst vozidel na trase byl 15,45 % a nárůst cyklistů byl 3,8 %. Důvod nízkého nárůstu cyklistů je zejména kvůli poklesu jejich počtu v části za kruhovým objezdem a v části u Nemocnice (Celostátní sčítání dopravy 2020, 2023).

7.2 Křížení ve městě Kyjov

Křížení ulice Boršovská a třída Komenského se nachází v severní části města, u částí Boršov a Nětčice. Má tvar písmene T a spojuje centrum města s jednou z průmyslových zón ve městě a cestou vedoucí na Koryčany. Křížení je významné hlavně kvůli blízkosti s železniční stanicí a střední školou. Zejména v ranních hodinách se z křižovatky stává rizikové místo. Vzhledem k probíhajícím projektům (koupaliště a plavecký bazén) ve městě, lze očekávat narůstající význam této křižovatky. V současné chvíli je křižovatka řízena pomocí svislého značení. Konkrétně pro přijíždějící z třídy Komenského platí značka dej přednost v jízdě. Hlavní tah křižovatky je vybaven odbočovacími pruhy.

Křížení bylo dělicím bodem úseků během sčítání dopravy, kdy na silnici 432 (Boršovská) ve směru od nemocnice bylo napočítáno 5 658 vozidel a 68 cyklistů, od městské části Boršov 5 782 vozidel a 206 cyklistů. V porovnání s rokem 2016 je to zejména ve směru od nemocnice razantní propad, kde se počet vozidel snížil o 21 % a počet cyklistů dokonce o 44 %, propad ze směru od Boršova tak radikální nebyl, kdy došlo ke snížení o 5 % u vozidel a 18 % u cyklistů (Celostátní sčítání dopravy 2020, 2023). Důvodem tohoto snížení je pravděpodobně oprava ulice Boršovská v době měření, proto budou během simulace využita data z roku 2016 (Sůra, c2017-). Zaznamenaný rozdíl především v cyklistech je ovlivněn charakterem zástavby z daných oblastí. Zatímco ve směru od nemocnice se jedná především o průmysl a služby, Boršov je především tvořen z rodinných domů.

Data získaná pro třídu Komenského jsou bohužel velmi nepřesná, jelikož většina sčítání se věnovala celé městské části Nětčice, zatímco třída byla měřena pouze ve 100 metrech. Každopádně i tato data je možná dále do simulace využít. Kdy částí celkově projelo 3 274 vozidel z toho 432 těžkých a 190 cyklistů. Oproti roku sčítání dopravy z roku 2016 kleslo množství vozidel o 18,9 %, ale množství cyklistů vzrostlo o 164 % (Celostátní sčítání dopravy 2020, 2023).

Výjezd z parkoviště obchodního domu je jednou z nejméně přehledných křižovatek ve městě. Parkoviště samotné je schopno pojmout více jak 320 automobilů a jelikož se jedná

o jedno z největších obchodních center regionu, je dopravní provoz v okolí značně ovlivněn. Zatímco provoz na silnici 422 je jen mírně ovlivněn, v době dopravní špičky je velmi obtížné bezpečně vyjet z parkoviště na komunikaci. Hlavním problémem je nedostatečný rozhledový trojúhelník, kdy se cesta směrem na Svatobořice-Mistřín okamžitě za značkou konec obce prudce svažuje dolů a následně vyrovnává. Hlavním problémem je nedodržení rychlosti příjezděných vozidel ze směru Svatobořice, kdy dochází k brždění až za značkou Obec.

Při sčítání dopravy 2020 bylo zjištěno že po silnici 422 za den projede 9 669 vozidel z toho 1006 těžkých vozidel (nákladní automobily, jízdní soupravy a traktory) a 71 cyklistů. Oproti roku 2016 byl pozorován nárůst o 14,5 % (Celostátní sčítání dopravy 2020, 2023).

8 SIMULACE SOUČASNÉHO STAVU

V softwaru PTV Vissim byla vymodelován a následně nasimulován současná stav na výše zmíněných křiženích. Jako mapový podklad byly použity v softwaru obsažené mapy od společnosti Microsoft. Celková velikost modelu jej neumožňuje čitelně vložit do práce, proto bude rozdělen do několika částí. Na Obrázek 5 jsou ve žlutých kruzích vyznačeny jednotlivá křižení s přiřazenými čísli.



Obrázek 5 Přehledová mapa simulace (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Obrázek 6 obsahuje jednotlivé vstupy vozidel. Konkrétně byla využita padesátirázová hodinová intenzita, která byla dále upravena podle poměrů směrů (Celostátní sčítání dopravy 2020, 2023). Získané údaje pak byly vloženy do modelu na jednotlivé vstupní body. Celkově bylo zvoleno 12 vstupních bodů, kdy bod s největší intenzitou se nachází u nemocnice

na silnici I/54 a bod s nejnižší v centru města na ulici Riegrova. Získané hodnoty odpovídají dopravní špičce, proto byla simulace také zátěžovou zkouškou dopravního systému.

Count: 12	No	Name	Link	Volume(0-MAX)	VehComp(0-MAX)
1	1	Příjezd Vlkoš	1	349,0	1: Default
2	2	Sklárny	5:...	270,0	1: Default
3	3	Centrum Benzínka	7:...	321,0	1: Default
4	4	Centrum Obchod	15:...	123,0	1: Default
5	5	Centrum Autobus	13:...	80,0	1: Default
6	6	Centrum Kíno	27:...	210,0	1: Default
7	7	Centrum Riegrova	25:...	62,0	1: Default
8	8	Směr Svatobořice	51	300,0	1: Default
9	9	Obchodní centrum	66	170,0	1: Default
10	10	Nemocnice	49	425,0	1: Default
11	11	Nětčice	74	136,0	1: Default
12	12	Boršov	71	320,0	1: Default

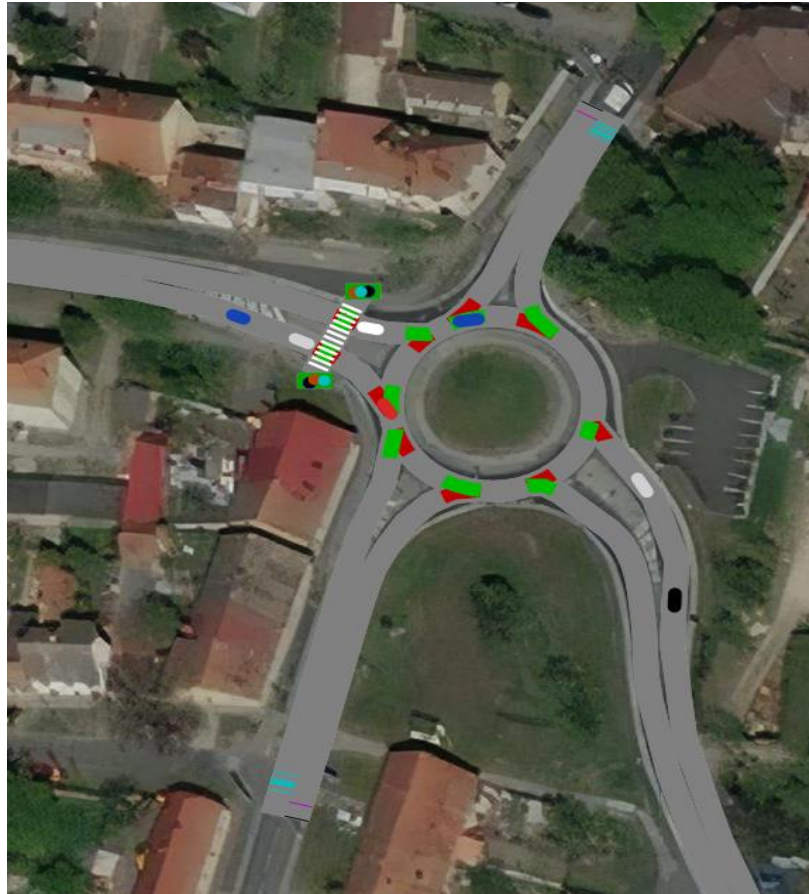
Obrázek 6 Vstupy vozidel (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Dopravní systém si po většinu simulace vedl dobře. Až ke konci simulace při největší zátěži začali mít křižovatky na I/54 komplikace, kdy se na nich začali tvořit malé kolony. Konkrétně se jednalo o křižovatku s ulicí Riegrova a dále křížení se silnicemi druhé třídy 422 a 432. Křižovatky na vedlejších cestách problémy nezaznamenaly.

8.1 Silnice I/54

Silnice I/54 je průtahovou komunikací města. Na Obrázek 5 jsou hlavní křížení ve městě znázorněna číslicemi 1, 2, 3, 4 a 5. Kdy číslo 1 odkazuje na kruhový objezd křížící silnici I/54 a ulici Havlíčkova. Číslo 2 znázorňuje křížení u autobusového nádraží, číslo 3 křížení u kina, číslo 4 ohraničuje křižovatky silnice I/54 se silnicemi č. 422 a 432 a číslo 5 značí místo světelně řízeného přechodu pro chodce u nemocnice.

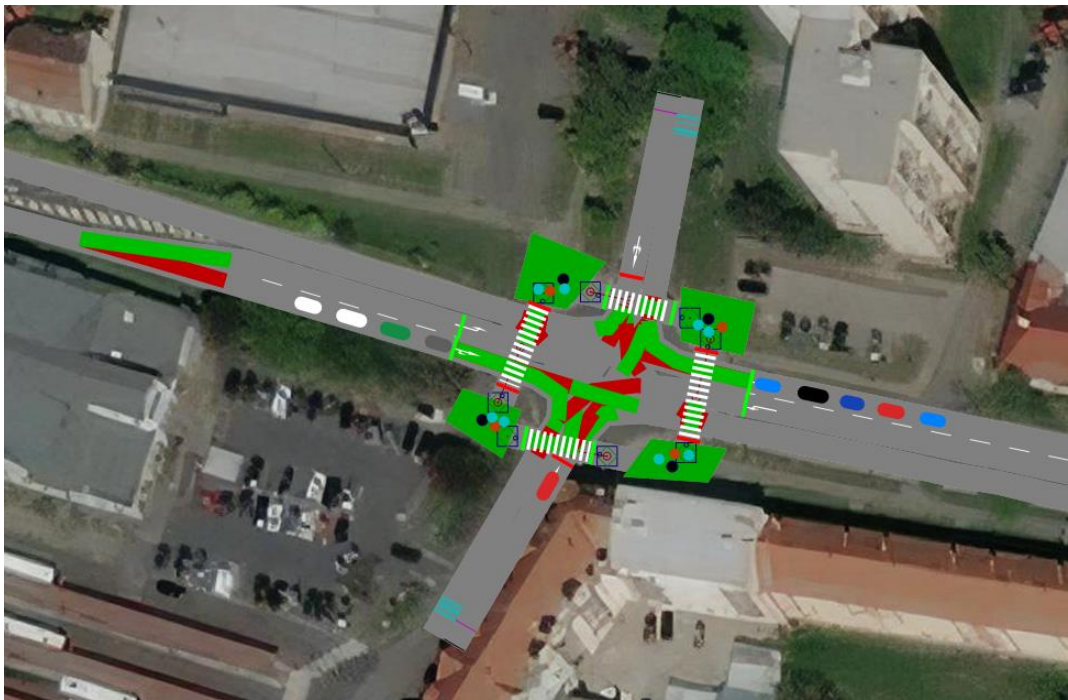
Jednou z nejnovějších staveb ve městě je kruhový objezd na křížení ulice Havlíčkova a I/54, který je na Obrázek 7 a na Obrázek 5 pod číslicí 1. Během simulace kruhový objezd zvládl i větší množství vozidel a nebyly na něm zaznamenány žádné události. Největší provoz byl zaznamenán ze vstupního bodu Centrum Benzínka, tento fakt byl s největší pravděpodobností způsoben krátkostí ramene a vysokou vstupní hodnotou. V těsné blízkosti kruhového objezdu se nachází soukromé parkoviště patřící blízkému pohostinství, jelikož se nejedná o dostatečně významnou komunikaci s malou intenzitou vozidel, nebylo do simulace zahrnuto.



Obrázek 7 Kruhový objezd Havlíčkova (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

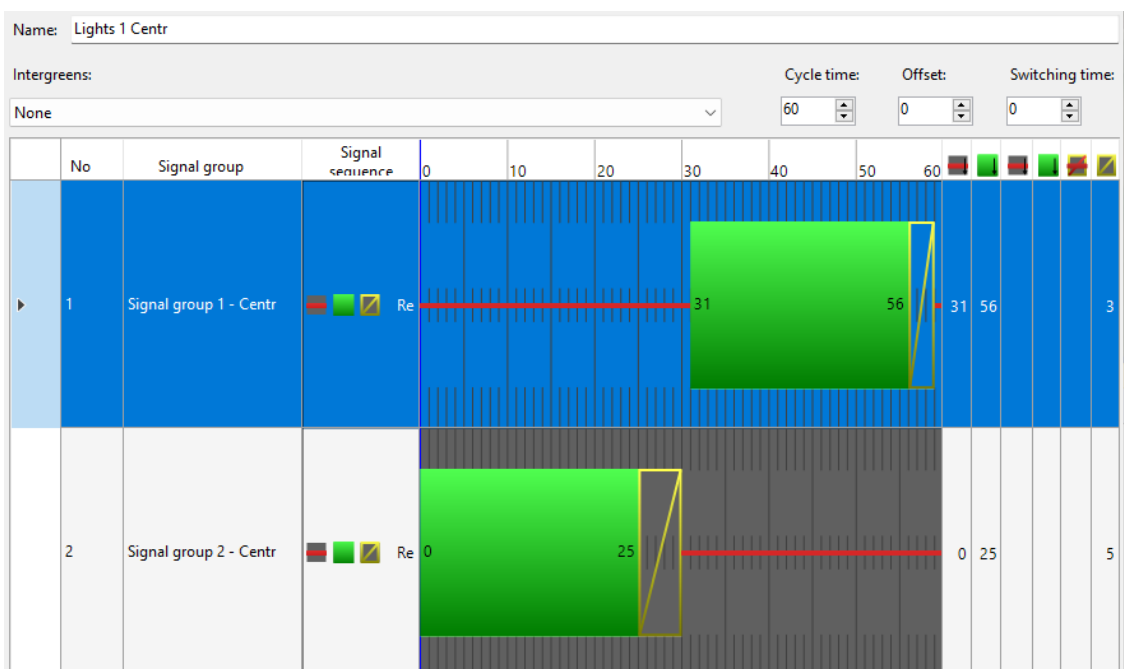
Na průtahu městem se nachází dvě světelné křižovatky a jeden světelně řízený přechod pro chodce. Pro potřeby simulace byly vytvořeno 5 signálních kontrolorů, které vždy obsahovaly 2 signální skupiny. Tyto kontrolory byly nazvány Lights 1 Centr a Lights 1 Centr Chodci pro křížení u autobusového nádraží, Lights 2 Kino a Lights 2 Kino Chodci pro křížení I/54 s ulicí Riegrova, a pro světelně řízený přechod u nemocnice byl vytvořen Lights 3 Nemocnice.

Na Obrázek 8 je znázorněn model světelné křižovatky u autobusového nádraží, který je na Obrázek 5 pod číslicí 2. Během simulace nebyly zjištěny žádné nedostatky. Křižovatka plně naplnila svou kapacitu. V žádném bodě simulace nečekalo na semaforech více jak 7 vozidel.



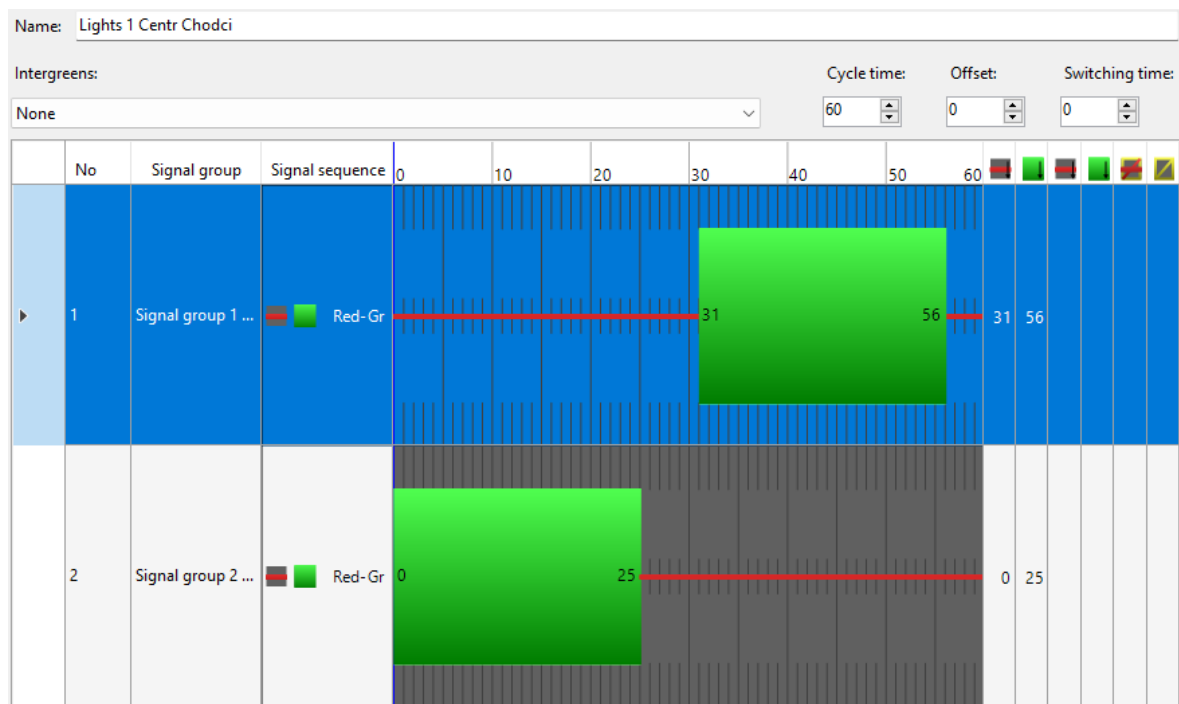
Obrázek 8 Světelná křižovatka autobusové nádraží (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Obrázek 9 je grafickým znázornění, signálních skupin určených pro vozidla na světelně řízené křižovatce ulic Nerudova a Kollárova. Celkový čas cyklu a trvání jednotlivých fází proběhlo měřením přímo na křižovatce. Tímto měřením bylo zjištěno, že červená fáze trvá 30 sekund, zelená 25 a oranžová 5 sekund, na hlavním tahu pouze 3. Jeden cyklus tedy trvá 1 minutu. Signální skupina 1 – Centr je určený pro silnici I/54, zatímco Signální skupina 2 – Centr pro ulici Kollárova.



Obrázek 9 Lights 1 Centr (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

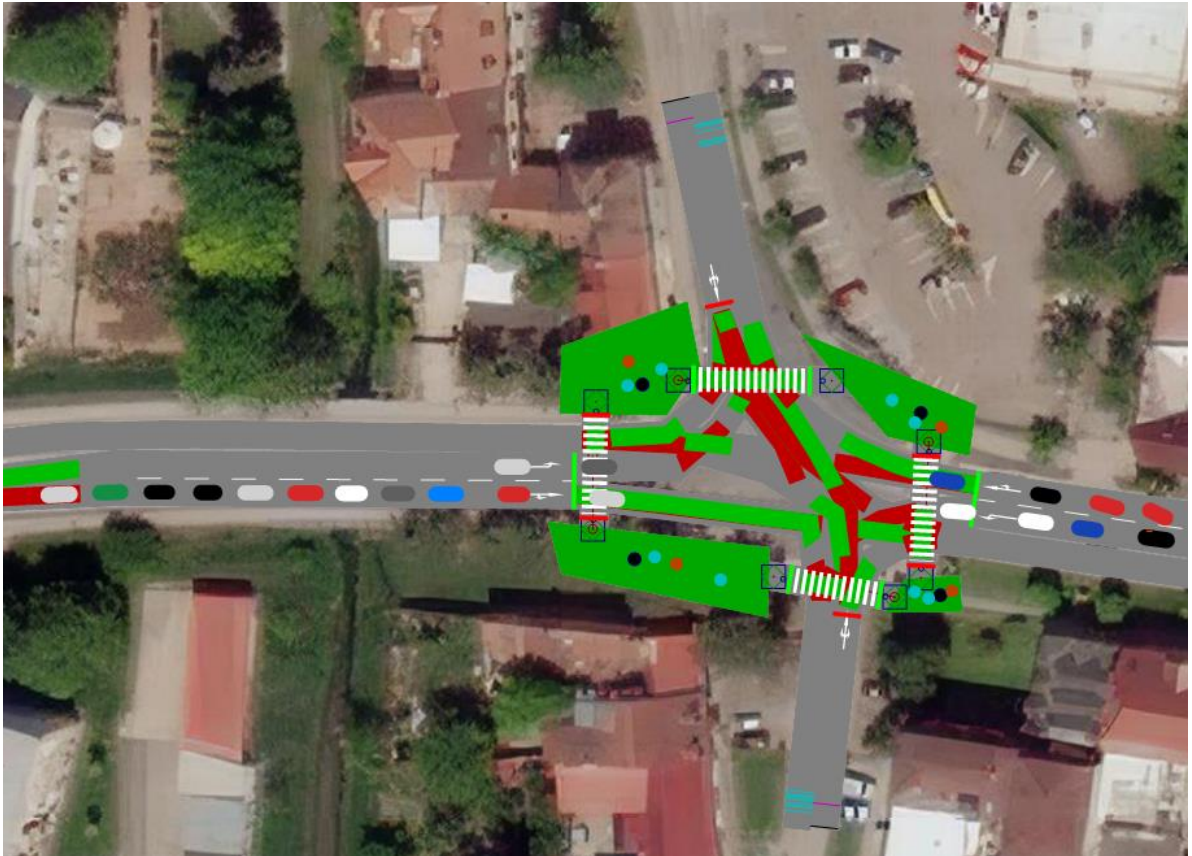
V křížení se nachází 4 přechody pro chodce pro které byl vytvořen vlastní signální kontrolor. Signální skupiny kontroloru jsou určeny pro dvoubarevné semaforey. Zelená fáze má stejnou dobu trvání jako u signalizace určené vozidlům, jediným rozdílem je vyřazení oranžové fáze a její nahrazení červenou. V aplikaci byla signální skupina 2 určena pro silnici I/54 a signální skupina 1 pro Kollárovu ulici.



Obrázek 10 Lights 2 Centr Chodci (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

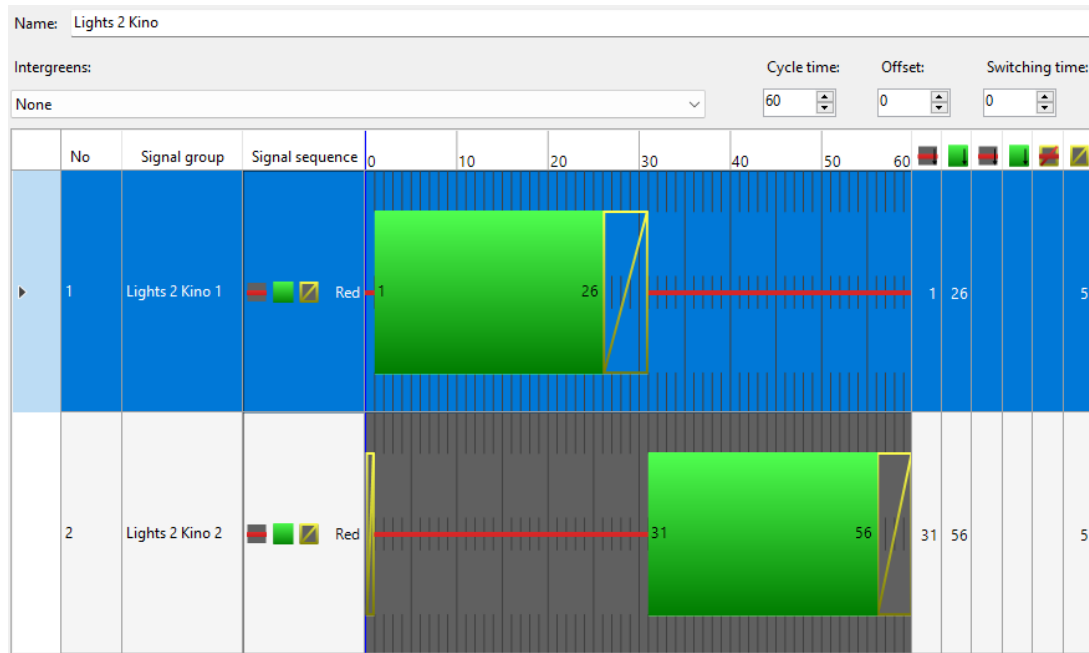
Ve vzdálenosti zhruba 30 sekund od křižovatky u autobusového nádraží se nachází druhá světelná křižovatka v jejímž sousedství se nachází kino. Model v části mezi křižovatkami obsahuje jeden přechod pro chodce, s malou frekvencí chodců, který v simulaci dopravní situaci výrazně neovlivnil. Oproti skutečnosti model neobsahuje odbočovací pruh určený pro zásobování obchodního domu a obsluhu samotného autobusového nádraží. Tato část komunikace nebyla vymodelována, protože úprava nádraží není součástí cílů práce a její vynechání samotnou simulaci a situaci neovlivní.

Křížení silnice I/54 a ulice Riegrova se projevilo být jedním z problémových míst. Lokalizace křížení na Obrázek 5 je značeno číslicí 3. Po nárstu množství prostředků v simulaci, začalo docházet k dopravním zácpám a následná řetězová reakce postupně ovlivňovala i zbylá křížení. Kolona vozidel v jedné ze simulací zasahovala až do poloviny blízkého mostu. Příklad ze simulace je na Obrázek 11.



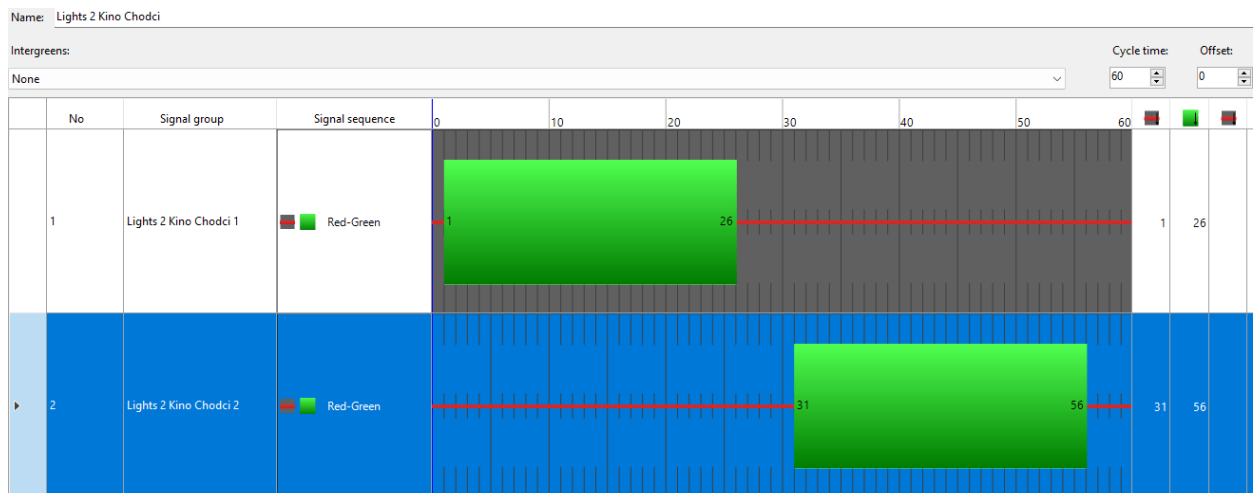
Obrázek 11 Světelná křižovatka kino (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Během měření fází světelné signalizace, bylo vypořádováno, že při přímé jízdě a průměrné rychlosti 33,6 km/h je vozidlo schopno projet světelnou křižovatkou bez nutnosti zastavení, jelikož zelená fáze nastane přesně 30 sekund po spuštění zelené fáze na křižovatce ulic Nerudova a Kollárova. Tento fakt byl zanesen do modelu v signálním kontroloru Lights 2 Kino, který má signální skupiny Lights 2 Kino 1 a Lights 2 Kino 2, určeným pro vozidla na I/54 a ulici Riegrova respektive. Trvání jednotlivých fází je totožné se skupinami na křižovatce u autobusového nádraží. Viz. Obrázek 12.



Obrázek 12 Lights 2 Kino (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

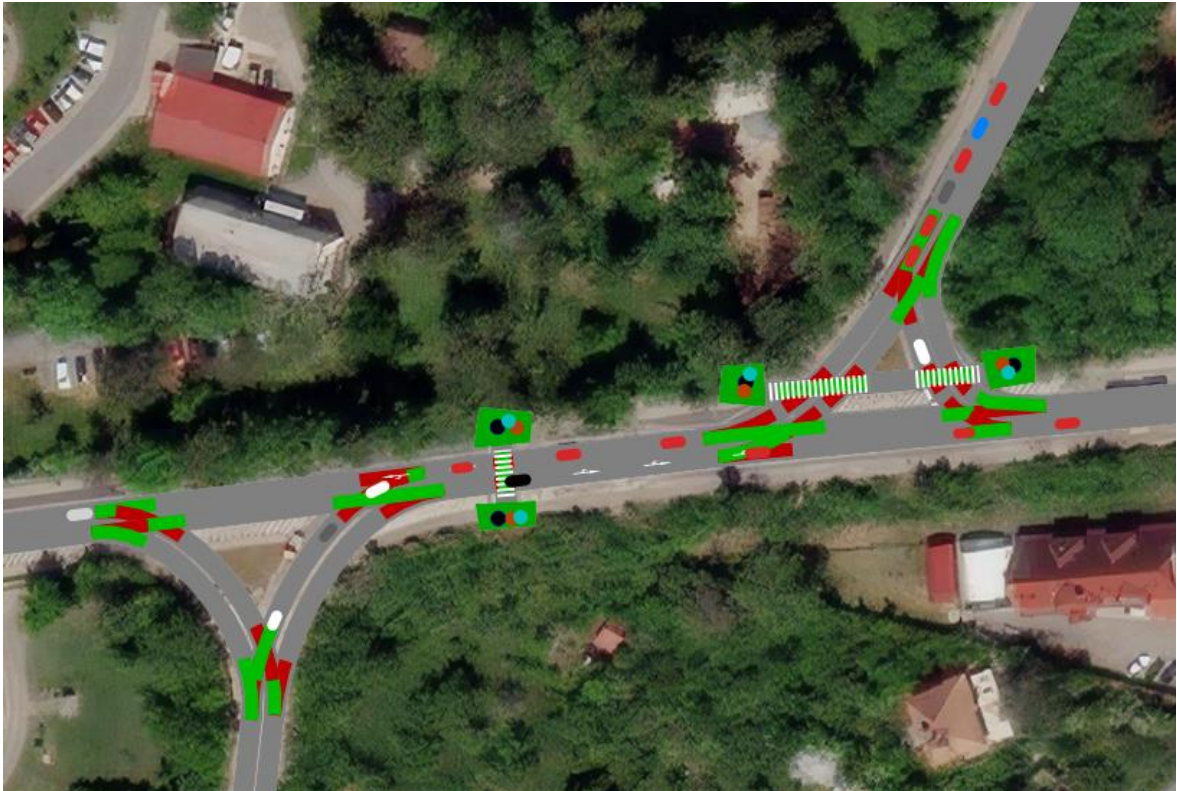
Také křižovatka u kina obsahuje 4 přechody pro chodce, které fungují na stejném systému, jako u předchozí světelné křižovatky. Lights 2 Kino Chodci 1 pro hlavní tah a Lights 2 Kino Chodci 2 pro vedlejší komunikace. Trvání jednotlivých fází je na Obrázek 13.



Obrázek 13 Lights 2 Kino Chodci (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

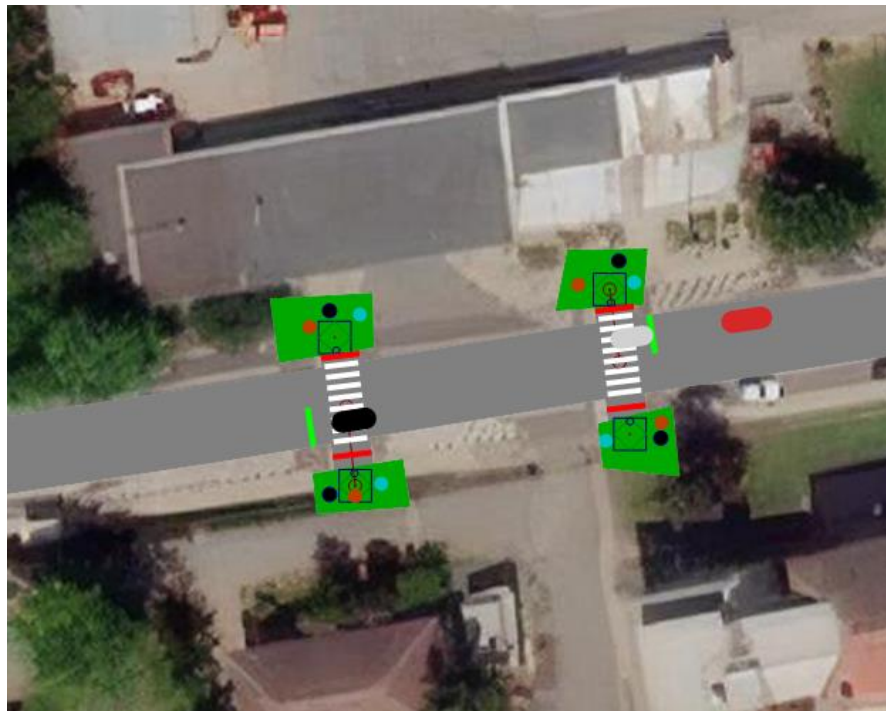
Na Obrázek 14 jsou dvě křižení silnice I/54 s komunikacemi nižší třídy, tato křižení jsou k vidění na Obrázek 5 pod číslem 4. Během simulace se křižení se silnicí č.432 ukázalo být problémové. Kdy vozidla odbočující doleva směrem do centra města, byla schopna způsobit dopravní zácpu. Tento jev je na tomto křižení velmi častý i v realitě, kdy je i zdravý nebezpečný jelikož, po dané komunikaci musí projet téměř všechna vozidla zdravotní záchranné služby, která má sídlo v sousedící nemocnici. V oblasti křižení se nachází dva

přechody, na nichž je frekvence chodců velmi fluktuující, často závislá na počtu cestujících příjíždějících autobusů. Nejvíce je těmito výkyvy zasažen přechod nacházející se mezi křižovatkami. Jižní větev tedy silnice č. 422 se během simulace chovala standardně a nevykazovala žádné problémové situace. Krátký prostor mezi křižovatkami se stal místem komplikací, velké množství vozidel totiž po njetí na hlavní silnici hned opět odbočilo na silnici č. 432. Tato skutečnost tedy povede k úpravě obou křižovatek



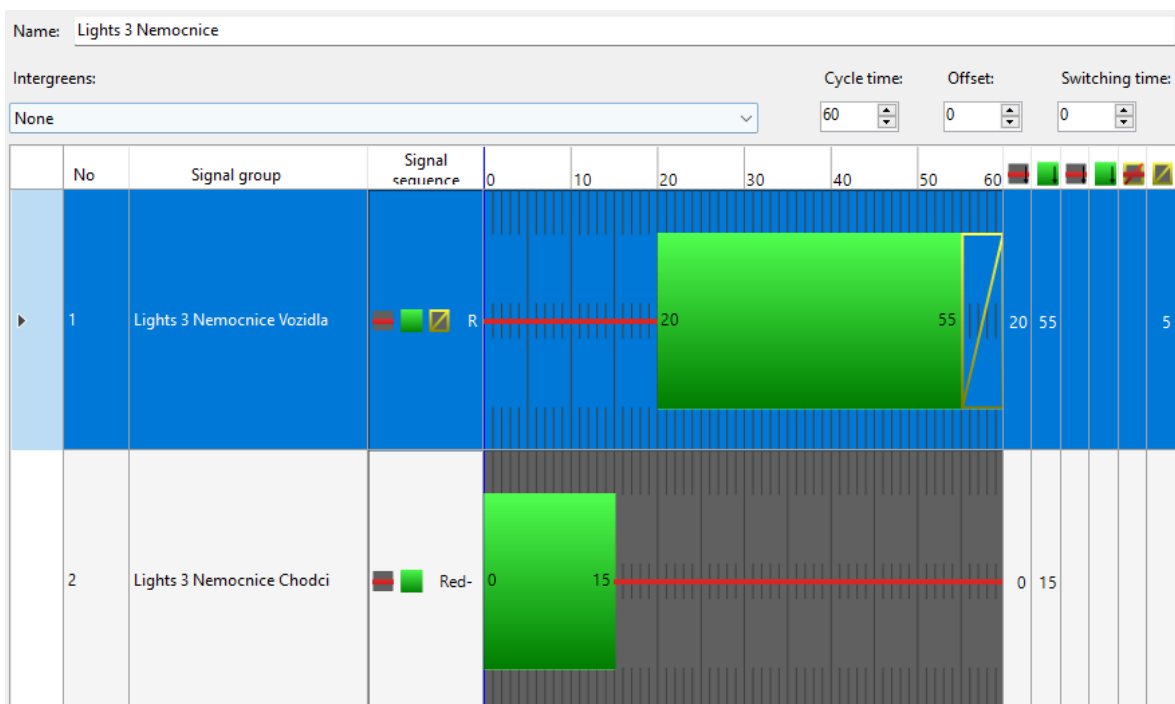
Obrázek 14 Křižení I/54 se silnicemi č. 422 a 432 (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Posledním bodem zájmu na silnici I/54 je přechod pro chodce řízený světelnou signalizací u nemocnice vymodelovaný na Obrázek 15 a na orientačním Obrázek 5 značený číslicí 5. Světelná signalizace v reálném prostředí zároveň umožňuje snazší výjezd vozidel zdravotní záchranné služby jedoucích přímo z nemocnice. Během simulace se při příjezdu ze směru Strážovice, občas tvořili malé kolony, způsobené přepnutím signalizace, ale rychle se po opětovném spuštění fáze zelená rozpustily.



Obrázek 15 Přechod pro chodce u nemocnice (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

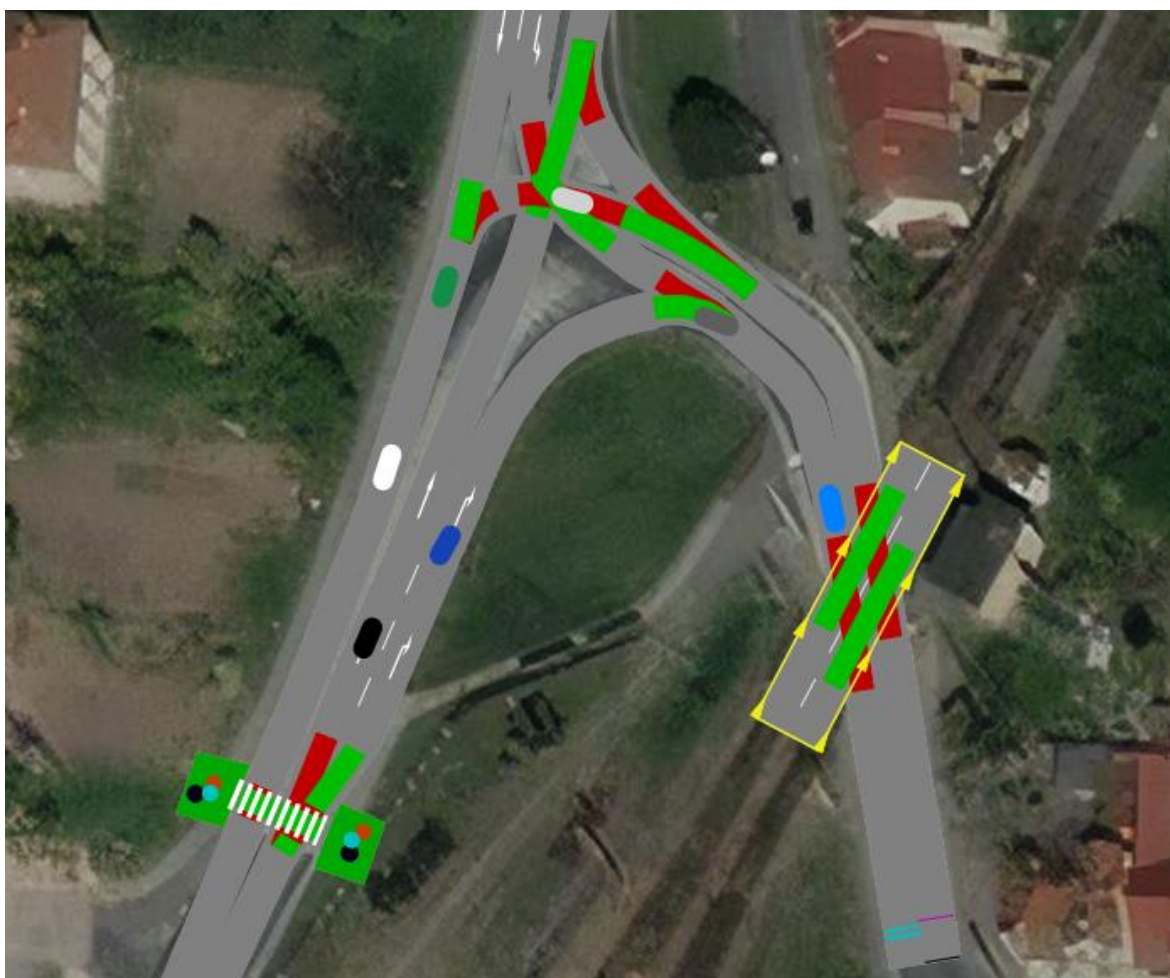
V reálném prostředí je světelná signalizace řízena pomocí přímého kontroloru na stožárech signalizace. Pro potřeby simulace ale byl vytvořen signálový kontrolor Lights 3 Nemocnice, se dvěma signálními skupinami Lights 3 Nemocnice Vozidla a Lights 3 Nemocnice Chodci. Na Obrázek 16 jsou vidět jednotlivé fáze signalizace. Z výše uvedených důvodu byla doba zelené fáze pro chodce stanovena pouze na 15 sekund a doba červené fáze na 45 sekund.



Obrázek 16 Lights 3 Nemocnice (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

8.2 Křížení ve městě Kyjov

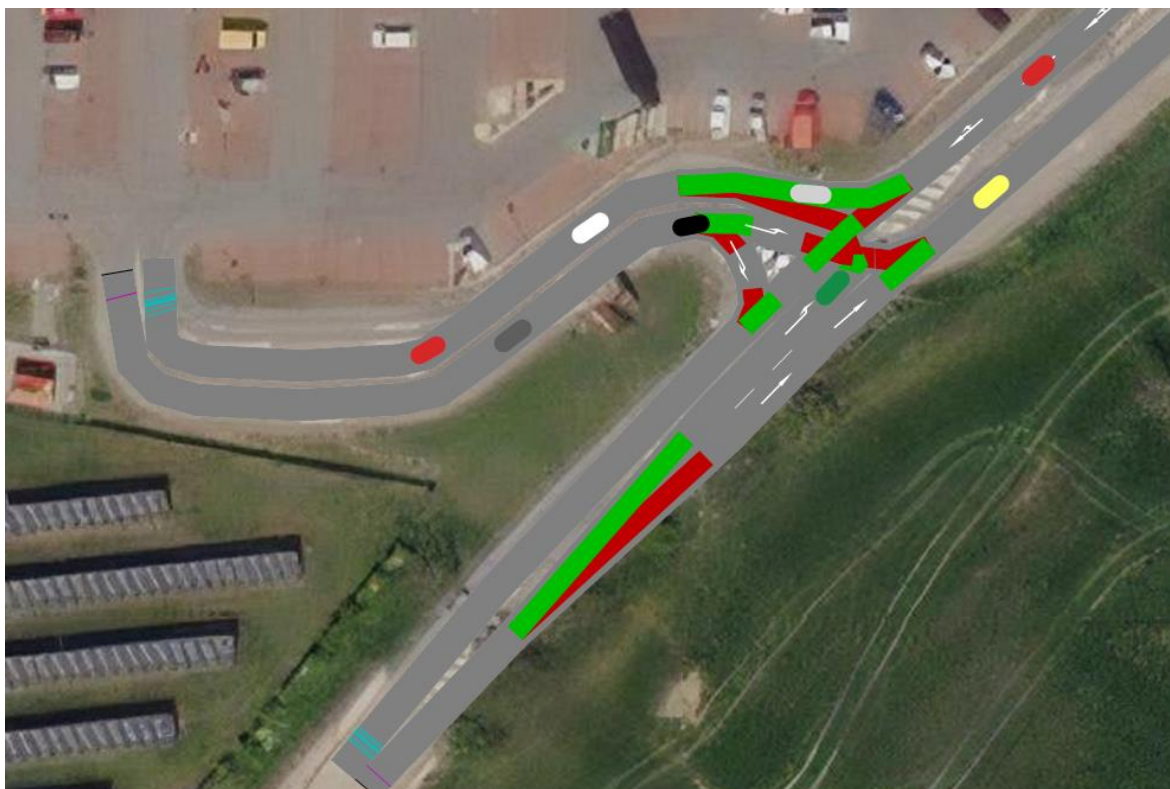
Kromě již zmíněných křížení podél I/54 byly ve městě Kyjov vytypovány ještě dvě křižovatky, které byly nasimulovány. Křížení na Obrázek 5 pod číslicemi 6 a 7. První z nich je křížení ulice Boršovská a Komenského třídy značená číslicí 7 na Obrázek 5. Zajímavostí tohoto křížení je železniční přejezd na Obrázek 17 označený žlutě, který je také důvodem proč tato křižovatka byla simulována. Provoz na křižovatce byl během simulace plynulý a nepřerušovaný. Hlavním vyzorovaným problémem by mohla být vyšší rychlost příjezdějících vozidel ze směru od nemocnice, kde je pouze minimální obytná zástavba a dlouhá rovná silnice, který vyzývá k vyšším rychlostem. Pohyb kolejového vozidla simulován nebyl.



Obrázek 17 – Křižovatka Boršice Nětčice (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Posledním zkoumaným křížením ve městě Kyjov byl výjezd z pracoviště obchodního centra na silnici č. 422 viz. Obrázek 18 a číslo 6 na Obrázek 5. Během simulací několikrát došlo k nárazovému zvýšení počtu vozidel vyjíždějících z parkoviště obchodního centra, což vedlo k zácpě výjezdu. V blízkosti křížení se nachází další křižovatka s odbočovacími pruhy, jeden

sloužící pro zásobování obchodního centra a druhá větev vedoucí k dalším podnikům specializujícími se na prodej. Sortiment těchto obchodů, není součástí každodenního nákupu a zásobování obchodního centra probíhá především ve večerních a brzkých ranních hodinách proto nebyla tato křižování simulována.



Obrázek 18 Křižovatka obchodní centrum (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

9 OPTIMALIZACE DOPRAVNÍHO PROVOZU MĚSTA KYJOV

Tato část práce je věnována jednotlivým řešením pro daná křižení. Jako optimalizační kritérium bylo zvoleno snížení množství dopravních nehod a přestupků spojených s dopravním provozem, zejména překročení rychlosti za využití co nejnižších nákladů a zachování nebo zlepšení plynulosti dopravy. Plynulosti dopravy je nutné věnovat pozornost z důvodu brzkého dostavění úseku dálnice D55, který povede ze Starého Města do Bzence, a s vysokou pravděpodobností ovlivní obce v širokém okolí.

Množství dopravních nehod a přestupků spojených s dopravním provozem, bude sníženo pomocí vybudování prvků zklidňování dopravního provozu a opatření pro úpravy průtahů dle TP 132 a TP 145. Množství nákladů na jednotlivá řešení bude vycházet z již zahájených podobných úprav na komunikacích v ČR. Ověření, zda byla zachována nebo zlepšena plynulost dopravy bude provedeno pomocí simulace. Během volby je nutné vzít i potaz stav dotčených komunikací, jelikož nemalé množství místních komunikací bylo během posledních 8 let rekonstruováno.

Souhrn všech navržených opatření je uveden v

Tabulka 1. Kde první sloupec určuje, o kterou cestu, křižovatku nebo úsek se jedná. Druhý sloupec je výčet použitých opatření. Třetí sloupec obsahuje hrubé odhady cen jednotlivých opatření a čtvrtý sloupec je krátkým souhrnem přínosů navržených opatření. Data pro ohodnocení přínosů byla získána z Centra dopravního výzkumu (Observatoř bezpečnosti silničního provozu, 2007).

Tabulka 1 Navržená opatření (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Komunikace	Opatření	Cena opatření	Přínosy opatření
I/54 Kruhový objezd	Certifikace a vybavení radaru	1 700 000 Kč	Pokles přestupků o 15 % Pokles počtu nehod o 5 %
I/54 u autobusového nádraží	Rekonstrukce a úprava signálních skupin stávajícího zařízení a instalace monitorovacích zařízení	1 650 000 + Kč	Pokles množství přestupků o 5 % Pokles počtu nehod o 5 %

I/54 u autobusového nádraží	Instalace chytrého světelné signalizace	9 700 000 Kč	Snížení počtu nehod o 25 %, pokles přestupků o 20 %,
I/54 u autobusového nádraží	Vybudování kruhového objezdu	19 000 000 Kč	Snížení počtu nehod o 40% snížení počtu přestupků o 15 %
I/54 u kina	Rekonstrukce a úprava signálních skupin stávajícího zařízení a instalace monitorovacích zařízení	1 650 000 + Kč	Pokles množství přestupků o 5 % Pokles počtu nehod o 5 %
I/54 u kina	Instalace chytrého světelné signalizace	9 700 000 Kč	Snížení počtu nehod o 25 %, pokles přestupků o 20 %,
I/54 u kina	Vybudování kruhového objezdu	19 000 000 Kč	Snížení počtu nehod o 40% snížení počtu přestupků o 15 %
I/54 přemostění	Certifikace a vybavení radaru a instalace nového v protisměru + Vybudování jízdního pruhu pro cyklisty s opticko-akustickou brzdou	3 450 000 Kč	Pokles přestupků o 15 %, Pokles počtu nehod o 15 %
I/54 křížení s č. 422 a 432	Vybudování dvou okružních křižovatek	45 000 000 Kč	Snížení počtu dopravních nehod o 51 % Snížení počtu přestupků o 20 %
I/54 křížení s č. 422 a 432	Rekonstrukce místní komunikace a reorganizace křižovatek	4 000 000 Kč	Snížení počtu dopravních nehod o 25 %,

			Snížení počtu přestupků o 5 %.
I/54 křížení s č. 422 a 432	Reorganizace křižovatek a přesun autobusových zastávek	150 000 Kč	Snížení počtu dopravních nehod o 5 % Snížení počtu přestupků o 5 %
I/54 nemocnice	Použití opticko-akustických brzd a instalace zařízení kontroly dodržování dopravních předpisů	2 000 000 Kč	Pokles dopravních nehod o 36 % Pokles přestupků o 20 %
Obchvat I/54	Vybudování obchvatu města Kyjov	390 000 000 Kč	Snížení počtu nehod o 36 % Snížení počtu přestupků o 20 %
Boršovská x Komenského	Vybudování okružní křižovatky	24 500 000 Kč	Snížení počtu dopravních nehod o 51 % Snížení počtu přestupků o 20 %
Boršovská x Komenského	Vybudování dělicích ostrůvků	2 500 000 Kč	Snížení počtu dopravních nehod o 25 % Snížení počtu přestupků o 10 %
Křížení silnice č. 422 a obslužné komunikace	Vybudování okružní křižovatky	24 500 000 Kč	Snížení počtu dopravních nehod o 51 % Snížení počtu přestupků o 20 %
Křížení silnice č. 422 a	Zvýšení křižovatky	27 000 000 Kč	Snížení počtu dopravních nehod o 36 % Snížení počtu přestupků 20 %

obslužné komunikace			
---------------------	--	--	--

9.1 Optimalizace I/54

Ze všech 5 zájmových bodů silnice I/54 označených na Obrázek 5, je kruhový objezd označený číslem 1 na křížení s ulicí Havlíčkova jedním z nejbezpečnějších prvků v dopravním systému města, kdy od roku 2018 tedy doby jeho vybudování ne něm nedošlo k dopravní nehodě (Statistiky, 2023). Již během úvodní analýzy plynule zvládal požadovanou intenzitu dopravy. Jedním z mála problémů objezdu je vyšší příjezdová rychlost vozidel na silnici I/54 ze směru Vlkoš. Pro tento problém již byly v minulosti podniknuty kroky, které časem ale ztrácí na efektivnosti. Ještě před vjetím do města je rychlost omezena na 70 km/h pomocí svislého značení, následovaná značkou „začátek obce“ a příčnými čarami s odlišným povrchem po celé šířce jízdního pruhu. Ve vzdálenosti asi 25 metru za značením obce se nachází radarové zařízení, které v současnosti slouží pouze pro informování řidiče o jeho rychlosti. Samotné zbudování kruhového objezdu posloužilo ke zpomalení rychlosti při příjezdu do města, příjezd k okružní křižovatce navíc je navíc vybaven šikanou, která funguje jako další zpomalovací prvek.

Jako opatření je tedy navrženo certifikace radarového zařízení a jeho vybavení systémem pro kontrolu a vymáhání dodržování povolené rychlosti. Odhadovaná cena opatření po započtení inflace oproti roku 2017 je 1 700 000 Kč, je nutno podotknout, že cena může být vyšší i nižší s ohledem na dodávající firmu. Opatření pravděpodobně povede ke krátkodobému nárustu přestupků, ale z dlouhodobého hlediska je potvrzen pokles zhruba o 15 % (Štalmach, c1999-2023). Dodržování povolené rychlosti navíc zajistí i zmenšení pravděpodobnosti nehody v daném úseku. Návrh zavedení opatření se dá očekávat během 1 roku, za předpokladu, že průměrná výše vybraných pokut bude 1 500 Kč a denně dojde v průměru ke 4 přestupkům. Toto opatření nijak nenaruší plynulost dopravy.

Prostor mezi kruhovým objezdem a křižovatkou u autobusového nádraží již také aplikuje technické podmínky. Konkrétně využívá zúžení vozovky a harmonizaci prvků vozovky prostředí.

Křížení ulice Nerudova a Kollárova na Obrázek 5 pod číslem 2, si v simulaci současného stavu vedlo dobře. Přesto pro zvýšení bezpečnosti a zachování nebo zlepšení plynulosti

dopravy, u které se očekává nárůst, nutné se podívat i na možnosti modernizace nebo úpravy křížení. Konkrétně se jedná o tři varianty řešení. První varianta počítá se zachování současného stavu, druhá o instalaci a zavedení systému chytrých semaforů a třetí varianta pojednává o vybudování kruhového objezdu. Mimo možnost s vybudováním okružní křižovatky, ani jedna z variant nepočítá s velkými úpravami křižovatky nebo budování dělicích ostrůvků nebo další zúžení komunikace.

Zachování současného stavu se jeví být ekonomicky nejvýhodnější, jelikož povede pouze k minimálním investicím typu zlepšení viditelnosti na přechodech, výměna semaforů za energeticky méně náročný model a případná změna délek jednotlivých fází semaforů. Přímou by mělo dojít k prodloužení intervalu zelené fáze na hlavním tahu. Tato varianta taky počítá s kontrolou jízdy na červenou a zavedení kamerového systému. Kontroly jízdy na červenou by měli mít podobný efekt jako zavedení radaru, avšak jelikož se jedná o méně častý přestupek ovlivněné procento bude nižší. Očekávaná cena rekonstrukce stávajícího signalizačního zařízení je po započítání inflace a dalších fluktuací trhu 1 650 000 Kč (SMLOUVA O DÍLO, 2021). Plynulost dopravy zejména na hlavním tahu by se měla zvýšit.

Zavedení systému chytré světelné signalizace, nijak konstrukčně nezmění křižovatku samotnou. Jedná se ale o velkou investici do okolní infrastruktury, od instalace snímacích zařízení až po výměnu stávajících semaforů a jejich signalizačního kontroloru. Dopad chytré technologie na bezpečnost je pevně provázán, závisí především na použité snímací technologii, kdy od obyčejného infračerveného snímače až po využití internetu věcí se bude míra zvýšení bezpečnosti měnit. Součástí všech chytrých semaforů jsou snímače hlídající rychlost vozidel a jejich projetí na červenou. Největší dopad by zavedení chytré světelné signalizace mělo na plynulost dopravy, a zvláště pak na její adaptabilitu vůči prudkým výkyvům. Cenu opatření lze vyvodit z velkého projektu zavádění chytrých semaforů na městský okruh v Hradci Králové, kde za chytré semaforey na 36 křižovatkách zaplatili 347 milionů Kč (Zálenský, c1999-2023). Což v přepočtu na jednu křižovatku je 9,7 mil Kč.

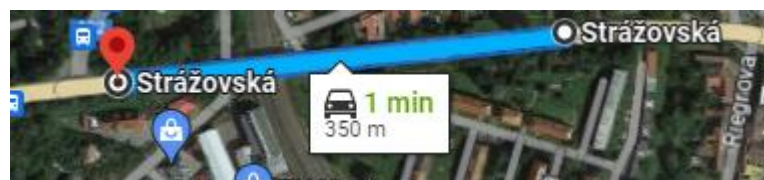
Varianta počítající s vybudováním okružní křižovatky je stavebně nejnáročnější, znamenala by rozbourání stávající a okolní infrastruktury. Jak už bylo dokázáno v případě okružní křižovatky na křížení I/54 s ulicí Havlíčkova, kruhový objezd je jedním z vhodných řešení dopravní situace, kde zejména při nutnosti vybudovat objízdné ostrůvky pro zvýšení bezpečnosti chodců nebo pro zpomalení provozu při zachování plynulosti, což povede ke snížení počtu přestupků, zejména v oblasti překročení povolené rychlosti. Cena 4 ramenné okružní křižovatky se pohybuje v okolí 19 milionů korun (Silnice I/55, 2023).

Kromě vysoké ceny je problémem i prostor potřebný pro vybudování dostatečně velkého kruhového objezdu v místě stávající světelné křižovatky.

250metrový úsek mezi křížením u autobusového nádraží a křížením u kina již obsahuje prvky sloužící ke zpomalení provozu pomocí zúžení komunikace včetně dělicího ostrůvku a podélného parkování. Jediným finančně nenáročným opatřením pro zvýšení bezpečnosti by byla instalace reflexních prvků nebo led osvětlení přímo na plochu přechodu a přidání značení se světelnou signalizací v patřičné vzdálenosti od přechodu. Instalace světelné signalizace by pro tento přechod byla kontraproduktivní, jelikož by došlo k narušení plynulosti dopravy.

Řešení optimalizace křižovatky silnice I/54 a ulice Riegrova na Obrázek 5 označená číslem 3 je totožné s řešením křižovatky ulic Nerudova a Kollárova. Tedy rekonstrukce a optimalizace současné signalizace, instalace chytrých semaforů, které by se navzájem doplňovali a byly schopný ještě vylepšit plynulost dopravy a kontrolu dodržování dopravních předpisů, a vybudování kruhového objezdu. Poslední možnost by v tomto případě přicházela i více v úvahu, jelikož samotná křižovatka je větší, jak křížení u autobusového nádraží ale v okolí je i méně infrastruktury které by byla dotčena. Ceny a přínosy jednotlivých variant zůstávají stejné.

Prostor mezi křižovatkou u kina křižovatkami silnice I/54 se silnicemi č. 422 a 432, je široké rovné 350 metrů dlouhé přemostění železnice, místních komunikací a potoku Kyjovka na Obrázek 19. Jedná se zároveň o dopravně nejvytíženější oblast. Na úseku se nenachází žádný přechod ani zařízení, kromě rychlostního radaru, který ale není vybaven záznamovým zařízením ani oficiálně kalibrován. Komunikace je z obou stran lemována chodníky a širokou krajnicí. Jelikož se jedná o místo, kde často dochází k překročení povolené rychlosti, je nutné provést opatření které dopravu v tomto místě zpomalí a zajistí bezpečnost ostatních účastníků silničního provozu.



Obrázek 19 Přemostění I/54 (Zdroj: Google maps, c2023)

Vzhledem k šířce krajnice a velkému počtu cyklistů na komunikaci, by bylo vhodné využít tento prostor pro vytvoření jízdního pruhu pro cyklisty (viz. Obrázek 19), který by se v místě křižovatky u kina spojil se souběžným chodníkem. Vybudováním pruhu dojde

k psychologickému zúžení silnice, ale zároveň nebudou omezeny průjezdy vozidel zdravotní záchranné služby. Pro zajištění dodržování povolené rychlosti by bylo vhodné, již nainstalovaný rychlostní radar dovybavit záznamovým zařízením a nechat jej certifikovat a přidat další radar do protějšího směru. Pro zachování pozornosti řidičů budou použity opticko-akustické brzdy, ve formě příměsí do barev použitých na vymezení jízdního pruhu pro cyklisty, tento krok taky povede ke zvýšení bezpečnosti cyklistů, bohužel drobně zvýší hlukovou zátěž na okolí. Cena vybavení rychlostních radarů bude asi 1 700 000 Kč. Po přepočtu na zaměřenou vzdálenost a započítání inflace, by vytvoření pruhu pro cyklisty mělo stát 50 000 Kč (Magistrát hlavního města Prahy, c2023).

Pro soubor křížení ležících na silnici I/54 u Kyjovské nemocnice na Obrázek 5 číslo 4, byla navržena 3 komplexní řešení která mají pomoci s jejich provozem. První možnost počítá s vybudováním dvou kruhových objezdů v těsné návaznosti. Druhá varianta pracuje s odkloněním spojení silnic č 422 a 432 přes místní účelovou komunikaci vedoucí pod mostem. A třetí varianta pracuje s verzí vytvoření odbočovacích pruhů na silnici I/54. Z důvodu krátké vzdálenosti mezi jednotlivými křižovatkami, které je zhruba 50 metrů, nebyla navržena žádná varianta využívající světelnou signalizaci. Při využití možnosti dvou samostatných křižovatek, by se projevila příliš malá vzdálenost a jednotlivé fáze signalizace by byly příliš krátké, zatímco při návrhu jedné velké světelné křižovatky, by došlo k extrémnímu narušení plynulosti dopravy a fáze by byly příliš dlouhé. Ve všech variantách se počítá s přesunutím autobusové zastávky, která se v současné chvíli nachází v blízkosti přechodu.

Návrh dvou tří ramenných okružních křižovatek na místě současných křížení, je sice stavebně nejnáročnější variantou, ale zároveň variantou nejbezpečnější. Do varianty kruhových objezdů je možné elegantně zakomponovat i jízdní pruh pro cyklisty. S bezpečností cyklistů i chodců souvisí vytvoření nových přechodů v rámci kruhových objezdů a zachování stávajícího mezi kříženími. Kruhový objezd by také dobře posloužil k omezení rychlosti, při zachování plynulosti dopravy. Cena této varianty je odhadována na 45 mil. Kč (Silnice I/54, I/55, 2023). Hlavní nevýhodou této varianty mimo její vysokou cenu je velké množství zemních prací, které bude potřeba vykonat.

Druhou variantou je převedení oficiální trasy spojení silnic č. 422 a 432 na místní komunikaci Svatoborská a Pod kohoutkem. Tímto krokem by došlo k odlehčení části mezi kříženími. Bohužel místní komunikace je v havarijním stavu a bude vyžadovat rekonstrukci, pokud by došlo k volbě této varianty. Menší počet vozidel na hlavní cestě automaticky

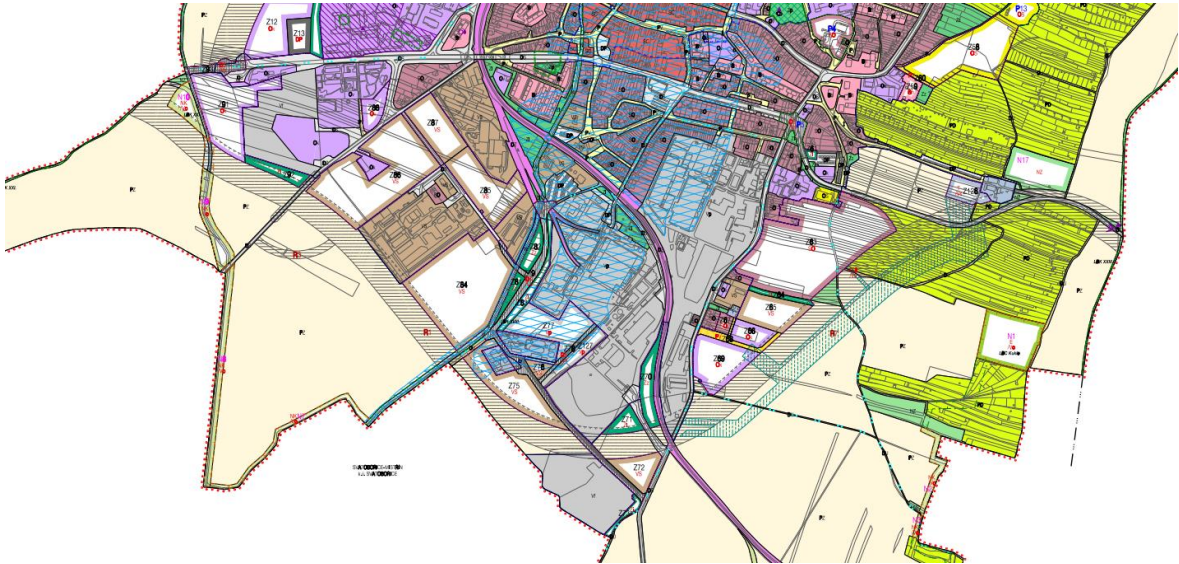
povede ke zlepšení plynulosti dopravy a taky bezpečnosti, avšak kolizní body zůstanou a nové vzniknou na připojení místní komunikace ke stávajícím trasám. Odhadovaná cena po započtení inflace a přidání financí na další výdaje spojené s reorganizací křižovatek, je cena rekonstrukce a reorganizace 4 mil. Kč (Šimková, Kotrla a Kolmistr, 2019).

Třetí variantou je přidání odbočovacích pruhů na silnici I/54 mířících doleva. Toto řešení by mělo pomoci především s kongescí dopravy. Zároveň se jedná především pouze o organizační změnu a přemalování stávajících pruhů. Bohužel tímto posunem by zanikla možnost vytvořit v prostoru křižovatky jízdní pruh pro cyklisty. Největší množství nákladů by padlo na přesun autobusové zastávky. Očekávané náklady 150 000 Kč.

Světelně řízený přechod pro chodce u nemocnice na Obrázek 5 pod číslem 5 v současné podobě je bezpečnostně i provozně uspokojivý. Umístění dělicích ostrůvku pro zúžení komunikace nebo dokonce vybudování zpomalovacího prahu, kvůli vjezdu a výjezdu do nemocnice nepřichází v úvahu. I veškeré další organizační pokusy o zúžení by měli dlouhodobý negativní dopad. Jelikož se ale jedná o poslední bod zájmu na silnici I/54 je nutné provést opatření, která povedou ke snížení příjíždějících vozidel k přechodu. Možným opatřením je zavedení příčných čar s odlišným povrchem sloužících jako opticko-akustické brzdy. Pořízení certifikovaného rychlostního radaru a instalace kamer kontrolující jízdu na červenou přes přechod. Odhadovaná cena opatření je 2 mil. Kč.

Posledním možným a nejdražším řešením, jak zvýšit bezpečnost ve městě na silnici I/54 je vybudování obchvatu města. V územním plánu města Kyjov na Obrázek 20, je na jižním okraji města šedě šrafované území, které značí určení pro silniční dopravu, je proto možné odvodit, že se jedná o předběžný plán výstavby obchvatu města. Tento koridor plynule navazuje na silnici I/54 v klesání při vjezdu do města Kyjov od obce Vlkoš a stáčí se jižně, k silnici vedoucí do obce Milotice a železniční trati, po jejich překonání nabírá západní směr a vede kolem solární elektrárny a čističky odpadních vod, kde naposledy mění svůj směr na severo-západní a podél smíšených výrobních ploch a plochy občanského vybavení se u nemocnice opět připojuje na svou původní trasu. Na trase obchvatu bude nutno vybudovat minimálně 2 křížení s vedlejšími komunikacemi mimo dvě základní napojovací křížení. Při stavbě obchvatu kolem Žďáru nad Sázavou se očekává úbytek vozidel ve městě až o 50 % (Mareš, c2023). Tento údaj je pravděpodobně zkreslen zainteresovaností autora článku. Proto můžeme očekávat snížení o zhruba 30 %. I takový úbytek ale bude mít velký dopad na bezpečnost a plynulost dopravy, zvláště potom ve městě velikosti Kyjova. Cenu obchvatu bez náležitého plánu a znalosti vlastnictví pozemků je velmi těžké odhadnout, proto byl vzat

již realizovaný projekt vybudování obchvatu, kde cena za metr byla aplikována na obchvat města Kyjov. Odhadovaná cena obchvatu je 390 000 000 Kč. Kromě ceny je nutno vzít v potaz i další negativní vlivy jako je zábor zemědělské půdy, zhoršení kvality života ve vybraných lokalitách



Obrázek 20 Územní plán města Kyjov návrh obchvatu (Zdroj: Ciznerová et al., 2023)

9.2 Optimalizace křížení ve městě Kyjov

Kromě křižovatek podél hlavního tahu I/54 byly ve městě Kyjov vtypovány další dvě křižovatky, které jsou dopravně nebo prostorově významné.

První z nich na Obrázek 5 pod číslem 7 je křížení ulice Boršovská a třída Komenského. Pro toto křížení byly vybrány 2 varianty optimalizace. Obě varianty mají za úkol zajistit dodržení maximální povolené rychlosti, zachovat dostatečnou plynulost dopravy, aby vozidla přijíždějící z Komenského třídy neuvízla v kolejišti. V rámci obou řešení taky bude instalován kamerový systém kontrolující průjezd kolejiště na červenou a nákup jednoho certifikovaného rychlostního radaru se záznamovým zařízením, instalace značek upozorňující na dodržení rychlosti na silnici č. 432 a instalace světelného zvýraznění přechodů.

První variantou je vybudování trojramenného kruhového objezdu. Křižovatka a její okolí nabízí dostatečný prostor pro vybudování kruhového objezdu, který je skvělým způsobem, jak zpomalit dopravu ale zachovat její plynulost. Očekávané náklady na realizaci jsou 22 500 000 Kč.

Jelikož na trase není velká intenzita dopravy a počet nehod je malý, existuje možnost pouze reorganizace křižovatky a vybudování dvou dělicích ostrůvků na místech současných přechodů. Ostrůvky neposlouží pouze jako doplněk přechodu pro chodce, ale taky jako zúžení komunikace, což povede ke zpomalení dopravního provozu. Problémovou částí implementace ostrůvků by mohlo být odstranění odbočovacích pruhů, které by mohlo vést k větší kongesci dopravy. Po započítání inflace vychází vybudování ostrůvku zhruba na 500 000 Kč (Závodný, 2010).

Posledním zkoumaným křížením ve městě Kyjov je křížení silnice č. 422 s výjezdem z parkoviště obchodního centra na Obrázek 5 vedeno pod číslem 6. Samotný nájezd k obchodnímu centru již obsahuje šikanu a zúženou vozovku pomocí vyvýšenin, které slouží k zabránění vjezdu nákladních vozidel na parkoviště. Největším problémem křížení je jednoznačně vysoká rychlost přijíždějících vozidel ze směru Svatobořice-Mistřín. Stejně jako u předchozí křižovatky existují dva návrhy opatření. Součástí obou návrhů je pořízení certifikovaného rychlostního radaru a implementaci vodorovných příčných opticko-akustických brzd. Při volbě možnosti vybudování obchvatu města by byl ovlivněn i provoz této křižovatky. Návrh na zavedení světelné signalizace byl také zvažován ale kvůli vysoké fluktuaci v dopravním toku byl tento návrh zamítnut.

Prvním návrhem je vybudování trojramenného kruhového objezdu, který nejenom poslouží ke snížení rychlosti, zároveň eliminuje problémový slepý bod v rozhledovém trojúhelníku. Většina okružních křižovatek je schopna dobře odolávat nárazovým změnám v hustotě dopravního proudu. Odhadovaná cena vybudování je 22 500 000 Kč.

Druhou možností je zvýšení pozice celé křižovatky, tím způsobem selepší rozhledový trojúhelník a dojde ke zpomalení vozidla ze všech směrů. Problémem by mohla být nižší životnost zejména v přítomnosti těžké nákladní dopravy. Po změření a přepočtení ceny za zvýšení a zohlednění inflace, je cena výstavby 25 000 000 Kč (Zlínský deník.cz, 2016).

Přechod pro chodce nacházející se na silnici č. 422 směrem k silnici I/54 nebyl shledán problémovým místem. Kromě úprav jeho zviditelnění za špatných povětrnostních podmínek, nevyžaduje úpravy.

10 ZHODNOCENÍ OPTIMALIAZCE

V této kapitole budou jednotlivá opatření zhodnocena a ověřena. V Tabulka 2 byly jednotlivým kategoriím přiřazeny váhy, které budou použity během multikriteriálního analýzy. Ta bude použita pro výběr vhodných dílčích řešení. Nakonec bude sestaven a od simulován optimalizovaný model.

Tabulka 2 Váhy optimalizačních kritérií (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Optimalizační kritérium	Váha
Počet dopravních nehod	30 %
Počet přestupků	25 %
Cena opatření	25 %
Plynulost dopravy	20 %

Zatímco většinu dat bude možné ověřit přímo během multikriteriální analýzy, je nutné ověřit zachování plynulosti jednotlivých řešení pomocí simulace.

10.1 Ověření plynulosti navržených opatření

Během ověření plynulosti je nutné se zaměřit zejména na části kde došlo k výraznějším změnám v křížení. K orientaci tedy poslouží Obrázek 21, na kterém je vyznačeno pět křížení, která budou upravena a simulována, pro ověření zachování nebo zlepšení plynulosti dopravy ve městě Kyjov. Šestým nevyznačeným bodem zájmu je obchvat města, jehož model bude taky nasimulován.



Obrázek 21 Vytyčení zájmových bodů ověření plynulosti dopravy (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Prvním bodem zájmu, na Obrázek 21 pod číslem 1, vyžadujícím ověření plynulosti dopravy je bod jedna, který má tři návrhy opatření. Prvním opatřením je rekonstrukce stávajícího zařízení a změna trvání fází v signálních skupinách. Druhým možným opatřením je implementace chytrých semaforů. A třetím řešením je výstavba kruhového objezdu. První dvě varianty opatření bude nutné simulovat se stejnou chvílí s navazujícím řešením v zájmovém bodě 2, k vidění na Obrázek 21. Jelikož se očekává nárůst počtu dopravních prostředků ve městě, byly vstupní hodnoty vozidel zvýšeny o 10 % viz. Obrázek 22

Count: 12	No	Name	Link	Volume(0-MAX)	VehComp(0-MAX)
1	1	Příjezd Vikoš	1	384,0	1: Default
2	2	Sklárny	5:...	297,0	1: Default
3	3	Centrum Benzínka	7:...	353,0	1: Default
4	4	Centrum Obchod	15:...	135,0	1: Default
5	5	Centrum Autobus	13:...	88,0	1: Default
6	6	Centrum Kino	27:...	231,0	1: Default
7	7	Centrum Riegrova	25:...	68,0	1: Default
8	8	Směr Svatobořice	51	330,0	1: Default
9	9	Obchodní centrum	66	187,0	1: Default
10	10	Nemocnice	49	468,0	1: Default
11	11	Nětčice	74	150,0	1: Default
12	12	Boršov	71	352,0	1: Default

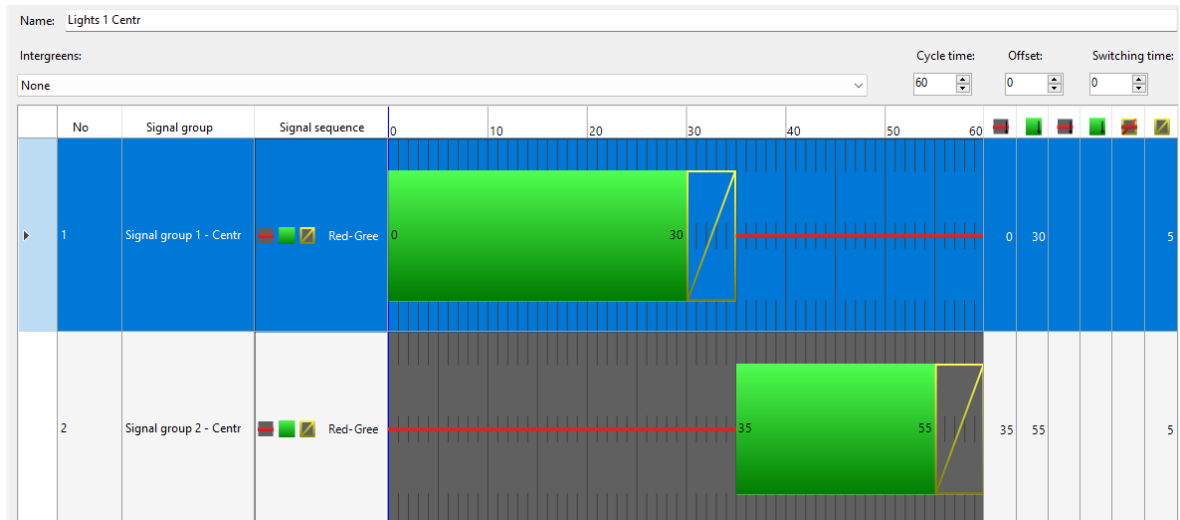
Obrázek 22 Změněné vstupy vozidel (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Na Obrázek 23 je zaznamenán moment ze simulace křižovatek ležících v centru Kyjova na silnici I/54 na Obrázek 21 pod čísli 1 a 2, na který byla provedena kontrola plynulosti dopravy po změně délek fází ve signálních skupinách křižovatek. Plynulost dopravy byla i po přidání 10 % vozidel na cesty Chvalitebná.

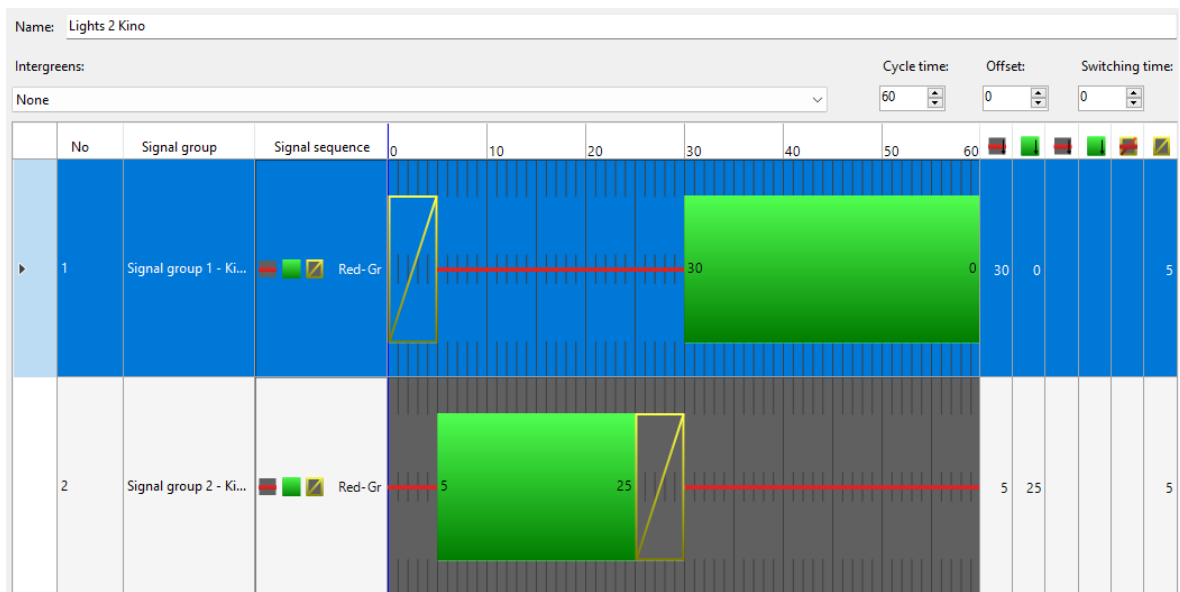


Obrázek 23 Simulace světelných křižovatek I/54 (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

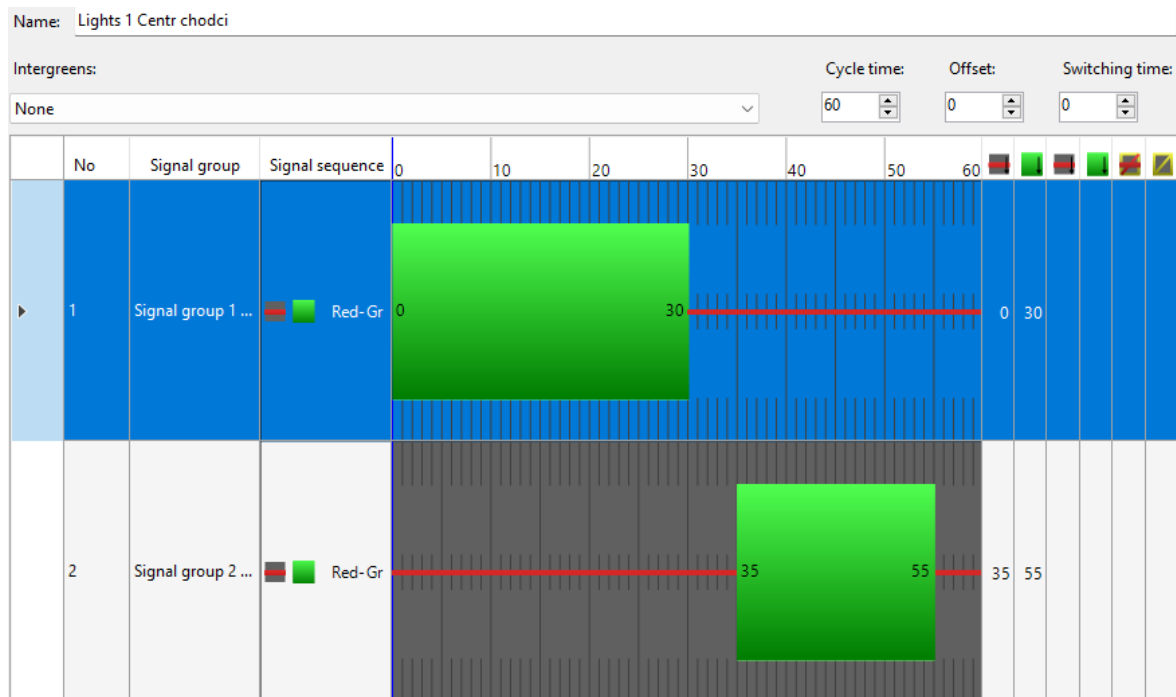
Hlavní změnou v signálních skupinách bylo prodloužení zelené fáze na hlavním tahu o 5 sekund a zkrácení na vedlejších komunikacích o pět sekund. Nově navržené délky fází jsou na Obrázek 24. I přesto že na vedlejších cestách došlo k prodloužení doby čekání, nebyla zaznamenána větší kongesce. Signal group 1 – Centr je určeno pro hlavní tah.



Obrázek 24 Nové délky fází světelného křížení Kollárova (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)
 V případě křížení silnice I/54 s ulicí Riegrova, byl stejně jako u stávajícího stavu zaveden systém půlminutového zpoždění, který zajistil průměrnou rychlost 33,6 km/h. Nově navržené časy světelného křížení jsou k vidění na Obrázek 25 a konkrétně Signal group 1 – kino je určeno pro hlavní tah.



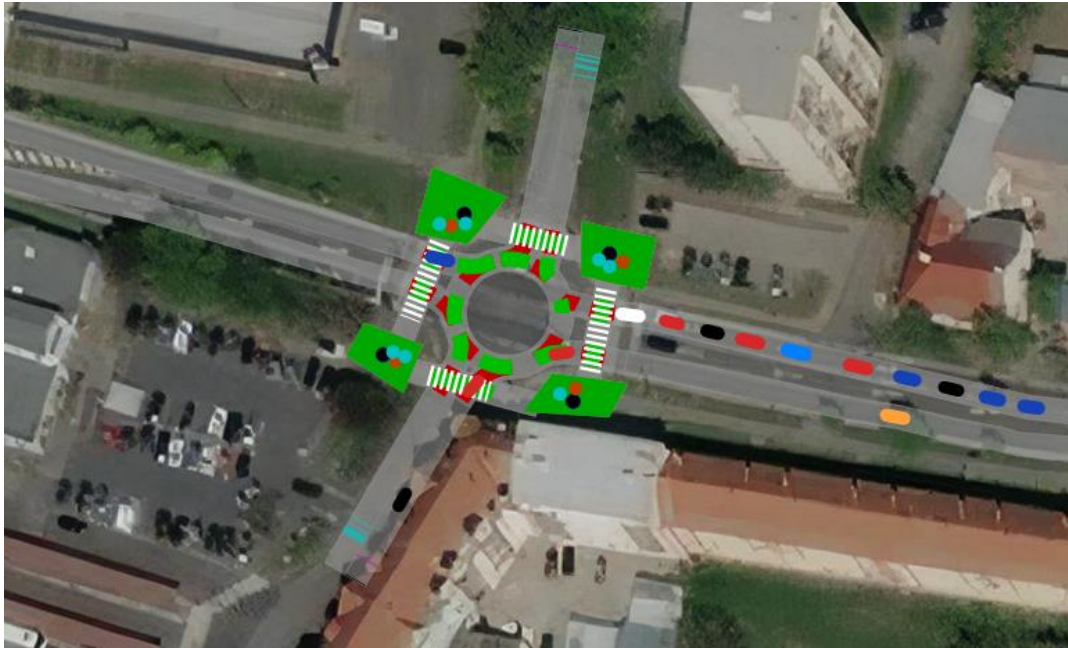
Obrázek 25 Nové délky fází světelného křížení Riegrova (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)
 Se změnou světelné signalizace pro vozidla bylo nutné změnit časy fází pro jednotlivé přechody, kdy pro přechody na vedlejší silnici došlo k prodloužení zelené fáze o 5 sekund, zatímco na hlavním tahu došlo ke zkrácení viz. Obrázek 26. tyto fáze vždy kopírují délku trvání zelené fáze ve stejném směru pro vozidla.



Obrázek 26 Nové délky fází pro chodce (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Druhou variantou řešení těchto křižovatek bylo použití chytré světelné signalizace. Pro využití chytrých semaforů se počítá s nahráním více jak 200 signálních skupin s různými délkami fází, které bude výpočetní zařízení nebo signální operátor vybírat na základě množství vozidel nebo aktivních chodců v okolí křižení. Vzhledem k velkému množství skupin není možné provést dostatečně přesnou simulaci, jelikož reakce výpočetního zařízení se odvíjí od způsobu detekce. Software navíc během simulace nedovoluje provádět změny v signálním plánu. Je tedy možné pouze odvodit, jak by si systém vedl v reálné aplikaci. Z důvodu nemožnosti fakta dostatečně ověřit, bylo plynulosti druhé varianty uděleno hodnocení Chvalitebné.

Třetí variantou pro křižovatku ulic Nerudova a Kollárova je vybudování okružní křižovatky. Na Obrázek 27 je znázorněn model navrhnutého kruhové objezdu, zatímco při nízké kongesci si křižovatka vedla dobře s postupným nárůstem docházelo k vytváření zácp, kterým trvalo dlouho, než byly rozpuštěny. Hodnocení kruhového objezdu je Dostatečně.



Obrázek 27 Okružní křižovatka Kollárova (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Obdobně jak u křížení ulic Nerudova Kollárova, tak dopadla i třetí varianta, tedy vybudování okružní křižovatky, na křížení ulice Nerudova Riegrova. Viz. Obrázek 28. Opakoval se stejný postup jako u předcházejícího kruhového objezdu. Příčinou pravděpodobně byly malé rozměry okružních křižovatek a nedostatek místa v zastavěné oblasti. Křížení tedy je ohodnoceno stejně jako v předchozím případě Dostatečně.



Obrázek 28 Okružní křižovatka Riegrova (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Pro křižovatky nacházející se na zájmovém bodě 3 na Obrázek 21, byla navržena 3 možná opatření. První opatření je návrh dvou okružních křižovatek. Druhý návrh je založený na reorganizaci křížení a využití přilehlé méně užívané komunikace. Třetí návrh přidává do křížení dva odbočovací pruhy, umožňující odbočení do leva.

První varianta spočívající ve vybudování dvou kruhových objezdů. V simulační softwaru byly vymodelovány okružní křižovatky, které mají v průměr 29 metrů viz. Obrázek 29. Toto opatření bylo schopné si poradit s velkou hustotou dopravy, bez větších problémů. Hodnocení Výborně.



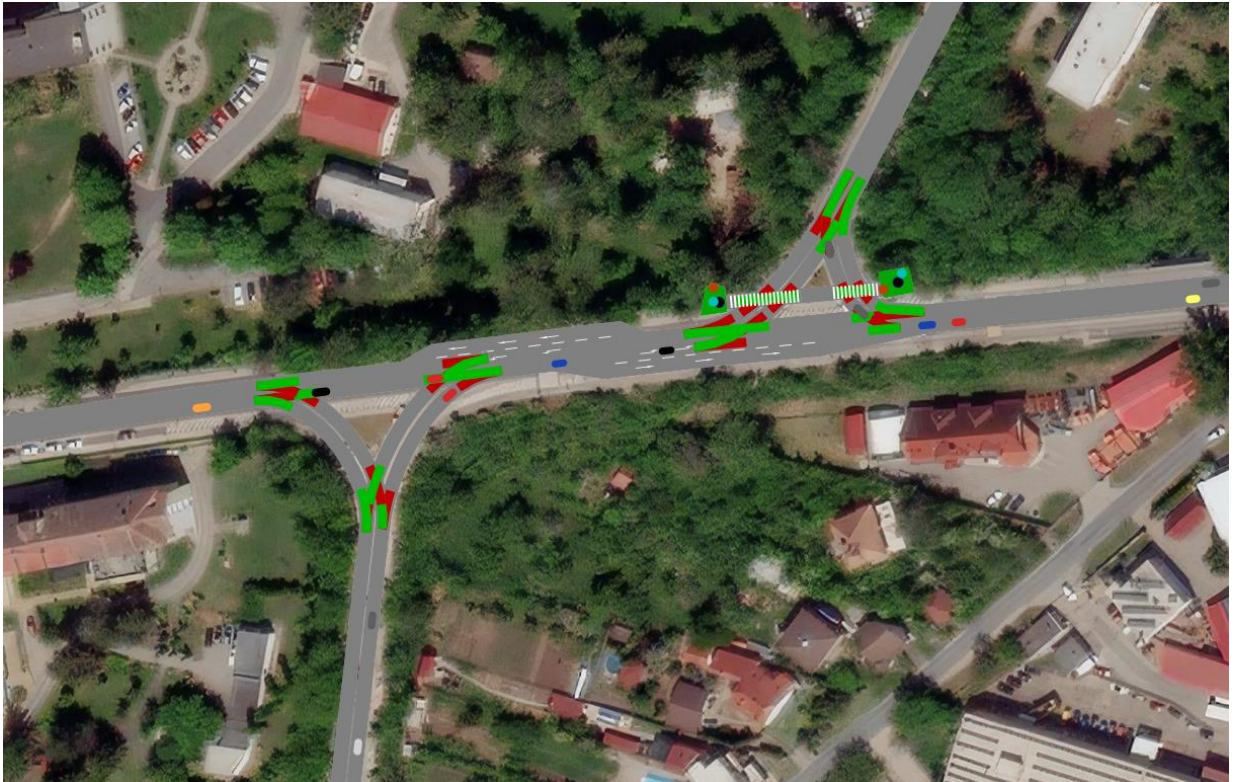
Obrázek 29 Okružní křižovatky silnice I/54 a silnic č. 422 a 432. (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Druhá varianta týkající se křížení silnice I/54 a silnic č. 422 a 432 spočívající v rekonstrukci místní komunikace a reorganizace křižovatek, úspěšně vedla k úpravě křížení a zlepšení plynulosti dopravy. Kdy kritický bod mezi dvěma kříženími se nestal místem vysoké kongesce, ale umožnil plynulý provoz vozidel. Hodnocení opatření je tedy Chvalitebné.



Obrázek 30 Reorganizace křížení silnic č. 422, 432 a I/54 (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Třetí variantou bylo reorganizace křižovatek vybudováním dvou odbočovacíh pruhů umožňující odbočení doleva. Tato varianta znamenala odstranění přechodu, který se nacházel mezi křiženími, jak je vidět na Obrázek 31. Vybudování dvou odbočovacíh pruhů jednoznačně křižovatkám prospělo a pouze jednou během simulace došlo k vytvoření dopravní zácny, která byla rychle rozpuštěna. Hodnocení za plynulost Chvalitebné.



Obrázek 31 Vybudování odbočovacích pruhů na křížení I/54 s č. 422 a 432 (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Pro křížení ulice Boršovská a Komenského třídy, na Obrázek 21 pod číslem 4, byla navrhnu dvě opatření. První opatření má za úkol vybudování okružní křižovatky a druhé opatření vybudování dvou dělicích ostrůvku místo odbočovacích pruhů.

První z řešení vybudování kruhového objezdu a přesunutí přechodů pro chodce do jeho blízkosti. Pro potřeby simulace byla vytvořena okružní křižovatka o průměru 27,4 metru, k vidění na Obrázek 31. Během simulace nenastaly na křížení žádné komplikace a provoz byl plynulý. Hodnocení ošetření je Chvalitebné.



Obrázek 32 Okružní křižovatka na křížení Boršovská a Komenského (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

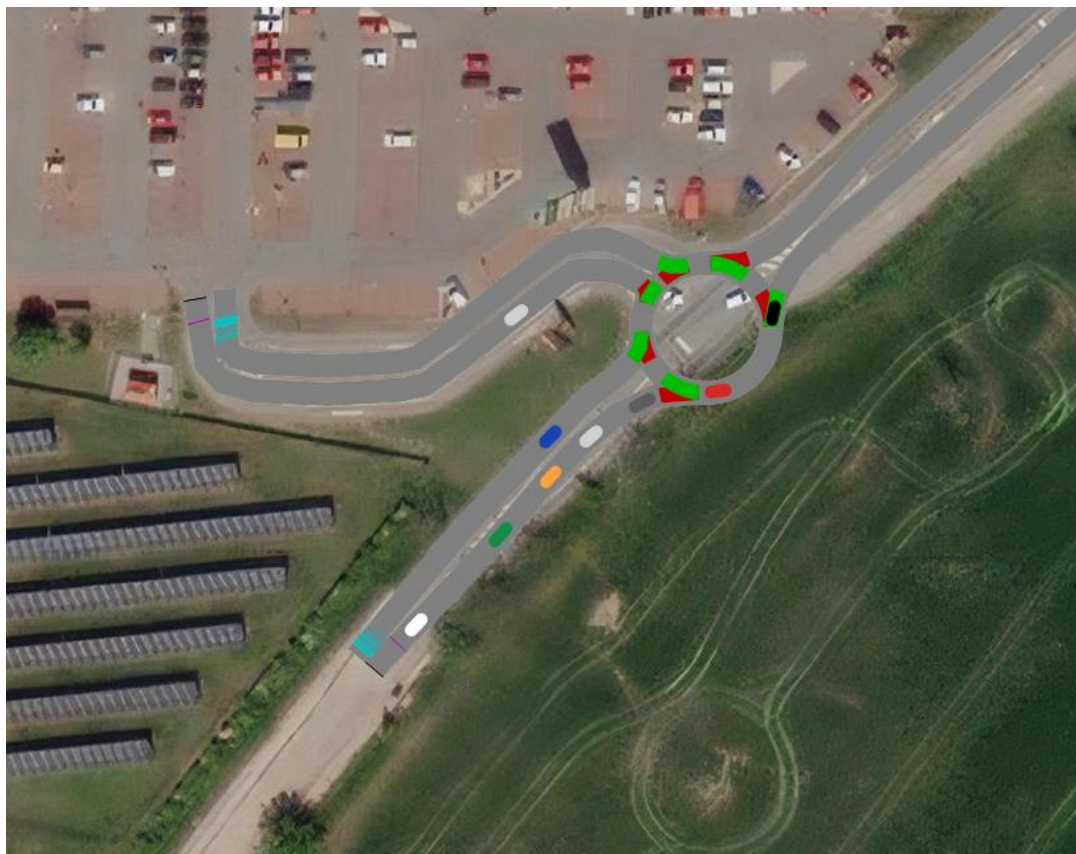
Druhou variantou řešení křížení ulice Boršovská a Komenského třídy, bylo odstranění odbočovacích pruhů na křižovatce a vytvoření dělících ostrůvků. V modelu na Obrázek 33 zastávají roli ostrůvků oranžové kužely. Plynulost dopravy nebyla příliš ovlivněna, proto je hodnocení Chvalitebně.



Obrázek 33 Křížení Boršovská a Komenského ostrůvky (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Pro nepřehledné křížení účelové komunikace a silnice číslo 422, na Obrázek 21 pod číslem 5, byla navrhována dvě opatření. Prvním opatřením je vybudování trojramenného kruhového objezdu a druhým je vyvýšení plochy parkoviště nad okolní komunikace a zlepšení rozhledového trojúhelníku.

První varianta vybudování okružní křižovatky na Obrázek 34, během simulace neměla problém s nápořem příjíždějící dopravy. Kruhový objezd o průměru 20,1 metru se projevil být vhodným řešením pro udržení plynulosti dopravy v hlavním tahu i na obslužné cestě. Hodnocení plynulosti řešení Výborně.



Obrázek 34 Okružní křižovatka účelová komunikace a silnice č. 422 (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Druhým řešením výjezdu z parkoviště obchodní centra na silnici č. 422 bylo zvýšení plochy křižovatky. V simulaci toho bylo dosaženo pomocí snížení rychlosti vozidel na daném úseku na 30 km/h. Jelikož se model křižovatky kromě rychlosti nezměnil není nutné ji znovu zobrazovat viz. Obrázek 18. Zmenšení rychlosti nijak moc neovlivnilo chování vozidel během simulace, proto je hodnocení Chvalitebné.

Posledním navrhovaným opatřením pro město Kyjov je vybudování obchvatu města. Zjednodušený model obchvatu byl namodelován a simulován, žlutě zvýrazněná část na Obrázek 35. Bylo očekáváno celkové zlepšení dopravní situace ve městě, tento jev ale nenastal, došlo sice k dočasnému zlepšení ale většina vozidel, stále zvolila trasu městem oproti obchvatu. Hodnocení Dostačující.



Obrázek 35 Obchvat města Kyjov (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

10.2 Multikriteriální analýza

Pomocí multikriteriální analýzy bude určena nejvhodnější podoba optimalizace dopravní situace ve městě Kyjov. Data pro tuto analýzu budou získána z

Tabulka 1, Tabulka 2 a internetových zdrojů (Statistiky, 2023) a (Kriminalita Policie.cz, 2023). Jelikož se ve všech kritériích hledá minimální hodnota je postup výpočtu následující. V každém řádku je nalezena nejmenší hodnota, které je přiřazena maximální hodnota váhy v podobě bodového ohodnocení, zbylé hodnoty se dopočítají ve vztahu:

$$(Váha \times Minimum) / Maximum$$

Obě křižovatky silnice I/54 v centru města, na Obrázek 21 pod číslicemi 1 a 2 jsou velmi těsně provázané a budou mít jednotné řešení. Na ploše dvou křížení došlo za posledních 10 let došlo celkem k 32 dopravním nehodám (Statistiky, 2023) (Kriminalita Policie.cz, 2023). A za poslední rok došlo v jejich prostoru k 88 přestupkům. Multikriteriální analýza je znázorněna v Tabulka 3.

Tabulka 3 Křížení silnice I/54 Centrum města (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Křížení Silnice I/54 (Nerudova) a Kollárova a Křížení Ulic Nerudova a Riegrova				
Kritérium	Váha (%)	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Počet dopravních nehod	30	30 = 19 b	24 = 23,75 b	19 = 30 b
Počet přestupků	25	84 = 20, 8 b	70 = 25 b	75 = 23,3 b

Cena opatření	25	1,65 = 25 b	9,7 = 4, 25 b	19 = 2,1 b
Plynulost dopravy	20	2 = 20 b	2 = 20 b	4 = 10 b
Součet	100	84,8 b	73 b	65, 4 b

Výsledkem je tedy, že nejvhodnější je Varianta A tedy, rekonstrukce a úprava současné světelné signalizace.

Dvojité křížení silnice I/54 se silnicemi č. 422 a 432, na Obrázek 21 pod číslem 3, má 3 varianty opatření. Za posledních 10 let se na kříženích stalo 25 nehod a za poslední rok 42 přestupků (Statistiky, 2023) (Kriminalita Policie.cz, 2023).. Multikriteriální analýza je níže v Tabulka 4.

Tabulka 4 Křížení Silnice I/54 se silnicí č 422 a 432 (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Křížení Silnice I/54 se silnicí č 422 a 432				
Kritérium	Váha (%)	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Počet dopravních nehod	30	12 = 30 b	19 = 18,9 b	24 = 15 b
Počet přestupků	25	34 = 25 b	40 = 21,25 b	40 = 21, 25 b
Cena opatření	25	45 = 0,08 b	4 = 0, 94 b	0,15 = 25 b
Plynulost dopravy	20	1 = 20 b	2 = 10 b	2 = 10 b
Součet	100	75,8 b	51,9 b	71,25 b

Výsledkem analýzy je Varianta A, opatření vybudování dvou okružních křižovatek.

Pro křížení ulice Boršovská a třída Komenského u vlakového nádraží, na Obrázek 21 pod číslem 4, byla navržena 2 řešení. Varianta A spočívající ve vybudování okružní křižovatky a Varianta B, ve které došlo k reorganizaci křižovatky a vybudování dělicích ostrůvků. V okolí křižovatky se stalo 14 nehod a 22 přestupků (Statistiky, 2023) (Kriminalita Policie.cz, 2023).. Multikriteriální analýza je níže v Tabulka 5.

Tabulka 5 Křížení ulice Boršovská a Komenského třída (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Křížení ulice Boršovská a Komenského třída			
Kritérium	Váha (%)	Varianta A	Varianta B
Počet dopravních nehod	30	7 = 30 b	11 = 19,1

Počet přestupků	25	18 = 25 b	20 = 22,5
Cena opatření	25	24,5 = 2,55 b	2,5 = 25 b
Plynulost dopravy	20	2 = 20 b	2 = 20 b
Součet	100	77,55 b	86,6 b

Výsledkem analýzy je, že nejvhodnější je Varianta B reorganizace křižovatky a vybudování dělicích ostrůvků.

Posledním zájmovým bodem, dle Obrázek 21, se pod bodem 5 nachází křížení obslužné komunikace parkoviště obchodního centra se silnicí č 422. Pro toto křížení byly navrženy dvě opatření. Varianta A počítá s vybudování kruhového objezdu a Varianta B s vyvýšením celé křižovatky a zlepšení rozhledového trojúhelníku. Za posledních 10 let se v okolí křižovatky stalo 19 nehod a 79 přestupků (Statistiky, 2023) (Kriminalita Policie.cz, 2023). Multikriteriální analýza je znázorněna v Tabulka 6 níže.

Tabulka 6 Křížení u obchodního centra (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Křížení u obchodního centra			
Kritérium	Váha (%)	Varianta A	Varianta B
Počet dopravních nehod	30	10 = 30 b	13 = 23,1 b
Počet přestupků	25	64 = 25 b	64 = 25 b
Cena opatření	25	24,5 = 25 b	27 = 22,7 b
Plynulost dopravy	20	1 = 20 b	2 = 10 b
Součet	100	100 b	80,8 b

Jakožto nejvhodnější se ukázala být varianta A, tedy vybudování kruhového objezdu.

Před simulací optimalizovaného systému města je nutné ještě provést porovnání s velkoplošným opatřením, kterou je výstavba obchvatu města zvýrazněný na Obrázek 35. V dotčené zóně se stalo celkem 76 nehod a 209 přestupků (Statistiky, 2023) (Kriminalita Policie.cz, 2023). Varianta A znázorňuje tři zvolená opatření, která se nachází zóně dotčené výstavbou obchvatu. Konkrétně se jedná o křížení v centru města, křížení silnice I/54 se silnicí č 422 a 432, a křížení u obchodního centra. Obchvat je variantou B. Multikriteriální analýza je v Tabulka 7 níže.

Tabulka 7 Obchvat města (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Obchvat města			
Kritérium	Váha (%)	Varianta A	Varianta B
Počet dopravních nehod	30	52 = 28,3 b	49 = 30 b
Počet přestupků	25	182 = 23,1 b	168 = 25 b
Cena opatření	25	72,8 = 25 b	390 b = 5,2 b
Plynulost dopravy	20	1,3 = 20 b	4 b = 6,5
Součet	100	96,4 b	66,7 b

Výsledkem analýzy je skutečnost, že jednotlivá dílčí opatření jsou vhodnější než vybudování obchvatu celého města.

10.3 Návrh nejvhodnějšího řešení

V této kapitole proběhla simulace návrhu nejvhodnějšího řešení, u kterého je odhadovaná cena 82 450 000 Kč.

Na Obrázek 36 je vyobrazeno fungování nově nastavených semaforů a jejich návaznost na celý systém. Tento úsek dopravního systému města není bezproblémový a bude vyžadovat další sledování.



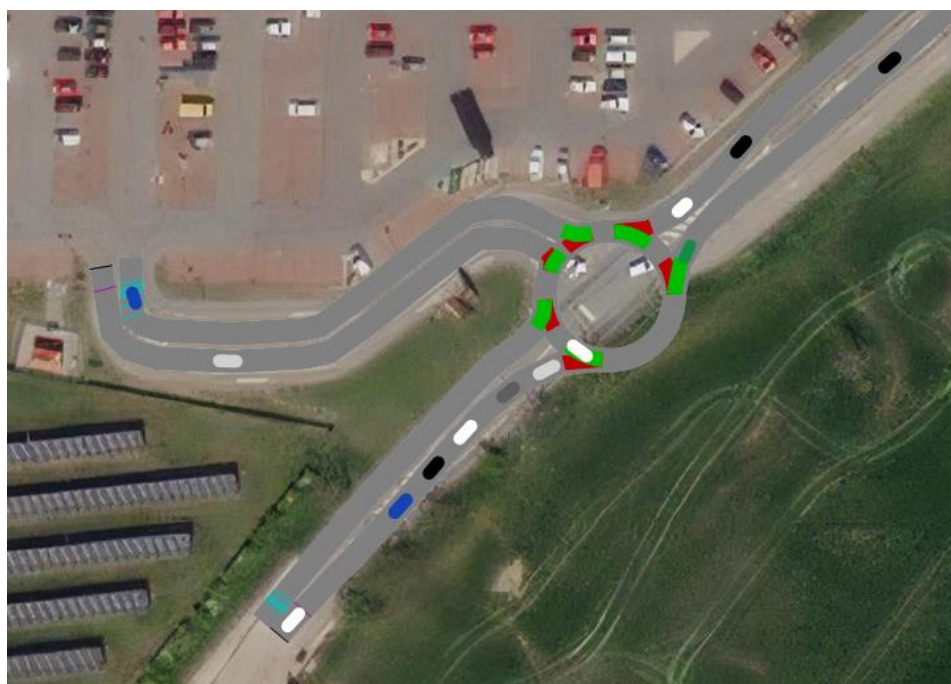
Obrázek 36 Návrh křižovatek v centru města (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Obrázek 37 zobrazuje část dopravní infrastruktury u nemocnice, současná podoba je nevyhovující, ale návrh je jedním z možných řešení. Pokud dojde k výstavbě kruhových objezdů, bude zapotřebí velké množství zemních prací jelikož, terén v okolí je dosti nevyrovnaný.



Obrázek 37 Návrh křížení u nemocnice (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Návrh křížení u obchodního centra na Obrázek 38, je jednou ze staveb, kterou bude nutné realizovat v blízké době. S rostoucím počtem vozidel a nakupujících bude maximální vytíženost současného křížení brzy vyčerpána.



Obrázek 38 Návrh křížení u obchodního centra (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

Návrh zobrazený na Obrázek 39 je jedním z jednodušších, ale efektivních řešení, které může zlepšit estetickou stránku pozemní komunikace.



Obrázek 39 Návrh křížení u nádraží (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)

11 DISKUZE

Hlavním přínosem této práce bylo prozkoumání širokého spektra možností v řešení otázky dopravy ve městě a snaha o jejich implementaci do nárazově se zadržávajícího systému. Odpověď na otázku, zda je možné dojít k jiným výsledkům stejnou cestou, která byla použita je rozhodně ano. Každá jedna simulace byla odlišná od té předchozí, ať už množstvím vozidel zobrazených najednou na jednom úseku modelu, jejich typem a chováním v rámci stanovených podmínek.

Největším problémem této práce byla malá velikost zvoleného města. Což vedlo k velmi malým údajům. Bylo tedy nutno často zvolit až příliš velký časový rozptyl. To vedlo ke zkreslení některých dat. Pro práce podobného typu, by bylo záhodno provést další sčítání i na celostátní úrovni, kvůli ovlivnění sčítání 2020 pandemií covidu.

Přích nových a moderních a ekologicky přívětivých technologií způsobuje rychlý posun vpřed na poli implementace chytrých technologií do měst a obcí. Je jen otázkou času než každé město a každá obec bude mít část z technologie SMART cities. Chytrá zařízení a umělé inteligence rychle nahrazují člověka zejména ve výpočetních a plánovacích oblastech. Již nyní jsou některá zařízení schopna naplánovat signální plán pro celé město v řádech pár hodin a následně operativně provádět změny, zatímco člověk by na touto problematikou strávil týden i více.

Aplikovatelnost této práce do praxe je. Práce ale neřeší třeba majetkové poměry stran, kterých by se navrhovaná opatření dotkla, nebere v potaz veřejné mínění, finanční zdraví města a široké dopady na okolí. Vhodným doplněním práce by byly technologické výkresy a pevné plány pro výstavbu a realizaci návrhů. S reflexí na dokončení práce, je toho hodně co by se dalo změnit a udělat jinak od volby metod po detailnější simulace. Tato práce se dotkla pouze špičky ledovce problematiky, na kterou je, jak navázat. Třeba vytvořením detailního plánu výstavbu cyklostezek ve městě nebo plán implementace chytrých semaforů do již existujícího systému.

ZÁVĚR

Hlavním cílem této práce bylo navrhnout vhodné řešení optimalizace dopravního provozu ve Kyjově s akcentem na bezpečnost provozu. Jako nejvhodnější řešení byla zvolena varianta dílčích opatření, která sestává z instalace certifikace a vybavení rychlostních radarů po městě, rekonstrukce a úpravy signálních skupin stávajících signalizačních zařízení a instalace monitorovacích zařízení na křižovatkách silnice I/54 s ulicemi Kollárova a Riegrova, vybudování jízdních pruhů pro cyklisty na mostě a v okolí nemocnice s opticko-akustickou brzdou, stavby dvou okružních křižovatek na křížení silnice I/54 s silnicemi č. 422 a 432, použití opticko-akustických brzd a instalace zařízení kontroly dodržování dopravních předpisů u světelně řízeného přechodu u nemocnice, reorganizace a výstavba dělících ostrůvků na křížení ulice Boršovská a Komenského třídy, a vybudování okružní křižovatky na křížení silnice č. 422 a obslužné komunikace spolu s implementací vodorovných příčných opticko-akustických brzd. Konečná cena implementace všech výše zmíněných opatření přesáhne hodnotu 82 450 000 Kč. Jako optimalizační kritérium byla zvolena nehodovost, počet přestupků, cena a plynulost dopravy.

Literární rešerše obsahovala téma doprava a dopravní infrastruktura. Dále rozbor problematiky silniční dopravy, s důrazem na silniční dopravní prostředky, pozemní komunikace a křížení pozemních komunikací. V kapitole věnované chytrým technologiím ve městech, se čtenář seznámil s technologiemi chytré cesty a chytrých semaforů. Poslední kapitola byla věnována bezpečnosti, zejména pak bezpečnosti silničního provozu, Vizi Nula a její implementaci do prostředí České republiky.

Předmětem dalšího studia by měla být stavba cyklostezek a jejich podpůrné infrastruktury. Sledovat by se taky měl vývoj na poli moderních technologií, především chytrých semaforů, u kterých se s rostoucím vlivem umělé inteligence očekává velký posun vpřed.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Analýza: Výstavba dopravní infrastruktury ČR je v roce 2022 rekordní, ale tempo nestačí, c1997-2023. In: BusinessInfo.cz [online]. Praha 9: Agentura CzechTrade [cit. 2023-04-15]. Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/clanky/vystavba-dopravni-infrastruktury-cr-je-v-roce-2022-rekordni-ale-tempo-nestaci/>

AHAC, BEZINA a STANČERÍČ, ed., c2017. Design vehicles and roundabout safety—review of Croatian design guidelines. In: DELL'ACQUA, Gianluca a Fred WEGMAN. Transport Infrastructure and Systems. Leiden: CRC Press/Balkema, s. 237-244. ISBN 978-1-315-28189-6.

ANDRLÍK, Břetislav, Petr DAVID a Vojtěch MÁCA, 2022. Regulace silniční dopravy v EU a na úrovni členských států. Praha: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-7676-432-3.

BEDI, Bharti et al., ed., c2016. Cars: Facts at your fingertips. New York: DK Publishing. ISBN 978-1-4654-4237-6.

BOSETTI, S., BRŮHOVÁ-FOLTÝNOVÁ, H., JORDOVÁ, R. et al., 2014. Policy recommendations for EU Sustainable Mobility Concepts based on CIVITAS experience. Freiburg (Germany): ICLEI, Brno (Czech Republic): Transport Research Centre. 68 p. ISBN 978-80-86502-77-9.

BOUSKELA, Maurício et al., c2016. The Road toward Smart Cities: Migrating from Traditional City Management to the Smart City. Washington DC: Inter-American Development Bank. IDB-MG-454.

BRŮHOVÁ-FOLTÝNOVÁ, H. a R. JORDOVÁ. Innovative Tools of Sustainable Mobility in European Urban Areas: Experience with Evaluation and Role of Political Barriers. Transactions on Transport Sciences [online]. 2014, 7(4), 135-142 [cit. 2023-04-14]. ISSN 18029876. Dostupné z: [doi:10.2478/trans-2014-0011](https://doi.org/10.2478/trans-2014-0011)

CIZNEROVÁ et al., 2023. Územní plán kyjov. Kyjov [online]. Kyjov: Město Kyjov [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: https://www.mestokyjov.cz/assets/File.ashx?id_org=7843&id_dokumenty=39405

Celostátní sčítání dopravy 2020, 2023. Ředitelství silnic a dálnic ČR [online]. Praha 4: Ředitelství silnic a dálnic ČR [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: https://scitani.rsd.cz/CSD_2020/pages/map/default.aspx

Centrum investic, rozvoje a inovací [online]. Hradec Králové: Centrum investic, rozvoje a inovací, b. r. [cit. 2022-12-12]. Dostupné z: <https://www.cirihk.cz/>

CROMER, George, c2023. Motorcycle. Britannica [online]. Londýn: The Britannica Group [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/motorcycle>

CROMER, George a Archie EASTON, c2023. Bus. Britannica [online]. Londýn: The Britannica Group [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/bus-vehicle>

ČERNÁ, Jana, 2012. Když narazíte na pojem dopravní stavby. ČeskéStavby.cz [online]. České Budějovice: Český internet [cit. 2023-04-15]. ISSN 1801-156X. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/kdyz-narazite-na-pojem-dopravni-stavby-21632.htm>

ČESKÁ REPUBLIKA, 2021. USNESENÍ VLÁDY ČESKÉ REPUBLIKY o Dopravní politice České republiky pro období 2021 - 2027 s výhledem do roku 2050. In: . Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, ročník 2021, číslo 259. Dostupné také z: https://www.mdcz.cz/getattachment/Dokumenty/Strategie/Dopravni-politika-a-MFDI/Dopravni-politika-CR-pro-obdobi-2014-2020-s-vyhled/Dopravni_Politika_CR_CZ.pdf.aspx

ČESKO, 2021. Usnesení vlády České republiky o Strategii BESIP 2021-2030. In: . Praha: Česká republika, ročník 2021, číslo 8. Dostupné také z: https://besip.cz/getattachment/Pro-odborniky/Narodni-strategie-BESIP/Aktualni-strategie/Strategie-BESIP-2021-2030_ceska-verze-final_pro-WEB.pdf?lang=cs-CZ

ČESKO. zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě - znění od 1. 8. 2022. In: Zákony pro lidi.cz [online]. © AION CS 2010-2022 [cit. 12. 12. 2022]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1994-111>

ČESKO. Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích - znění od 1. 8. 2022. In: Zákony pro lidi.cz [online]. © AION CS 2010-2023 [cit. 17. 4. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-13>

ČESKO. Zákon č. 104/2000 Sb., o Státním fondu dopravní infrastruktury a o změně zákona č. 171/1991 Sb., o působnosti orgánů České republiky ve věcech převodů majetku státu na jiné osoby a o Fondu národního majetku České republiky, ve znění pozdějších předpisů - znění od 1. 2. 2022. In: Zákony pro lidi.cz [online]. © AION CS 2010-2022 [cit. 12. 12. 2022]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-104>

ČESKO. Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu) - znění od 1. 8. 2022. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2023 [cit. 17. 4. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361>

ČESKO. Zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích - znění od 1. 3. 2023. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2023 [cit. 17. 4. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-56>

Česká logistika: Doprava [online]. Praha: Balíkobot, c2022 [cit. 2022-12-12]. Dostupné z: <https://www.ceskalogistika.cz/doprava/>

DABLANC, Laetitia, c2009. FREIGHT TRANSPORT FOR DEVELOPMENT TOOLKIT:: Urban Freight. In: *The World Bank* [online]. Washington: The World Bank [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/863741468333611288/pdf/579710WP0urban0Box353787B01PUBLIC1.pdf>

Dálnice D55 [online], c2023. Praha 4: Ředitelství silnic a dálnic ČR [cit. 2023-04-28]. Dostupné z: <https://dalniced55.cz/>

DEML, Jakub, 2019. Jak se značí české silnice a co musí splňovat?. *Garáž.cz* [online]. Praha 5: Seznam.cz [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/jak-se-znaci-ceske-silnice-a-co-musi-splnovat-21002132>

Druhy komunikací - jak se v tom vyznat a kdo co spravuje?, 2022. *Správa a údržba silnic: Pardubického kraje* [online]. Pardubice: Správa a údržba silnic Pardubického kraje [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.suspk.cz/druhy-komunikaci-jak-se-v-tom-vyznat-a-kdo-co-spravuje>

DUNNE, Jemima et al., ed., c2015. *The Tractor Book*. London: Dorling Kindersley. ISBN 978-0-2410-1482-0.

EHSAMI, Mehdad et al., c2018. *Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles*. 3. Boca Raton (Florida): Taylor & Francis. ISBN 978-1-4987-6177-2.

ELSNIC, Miroslav, 2021. Z řidičů nákladňáků se automaticky stanou traktoristé. Odborníci protestují. *Deník.cz* [online]. Praha 5: Vltava Labe Media [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: https://www.denik.cz/z_domova/ridicak-nakladak-traktor-zmena-20210923.html

EU Road Safety policy, b.r. European Commission [online]. Brussels: European Commission [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: https://road-safety.transport.ec.europa.eu/eu-road-safety-policy_en

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2016. Electric vehicles in Europe. Luxembourg: Publications Office of the European Union. ISBN 978-92-9213-804-2. ISSN 1977-8449.

GIES, Erica, 2017. Electric Trucks Begin Reporting for Duty, Quietly and Without All the Fumes. Inside Climate News [online]. New York: Lost Light Projects [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: <https://insideclimatenews.org/news/18122017/electric-truck-urban-package-delivery-ups-tesla-semi-daimler-byd-china-battery>

Google maps [online], c2023. Dublin: Google [cit. 2023-04-28]. Dostupné z: <https://www.google.com/maps/@49.0125461,17.0709545,13z>

GOOGLE MAPS, c2023. Google Street View I/50: Zástřilky, Zlínský kraj. In: Google Maps [online]. Dublin: Google [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: https://www.google.com/maps/@49.1412025,17.2416578,3a,35.6y,238.81h,89.86t/data=!3m6!1e1!3m4!1sHRg4e1VHGO_vwshR4W1G4A!2e0!7i16384!8i8192

HALUZA, Miroslav a Jan MACHÁČEK, c2001-2023. Využití multikriteriální analýzy (MCA) pro hodnocení inteligentních elektroinstalací. TZB-info [online]. Praha 6: Topinfo, 1 [cit. 2023-04-27]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/inteligentni-budovy/7651-vyuziti-multikriterialni-analyzy-mca-pro-hodnoceni-inteligentnich-elektroinstalaci>

HIU, Ying a Dongyuan YANG, YE, Liang, ed., c2018. Road traffic congestion measurement considering impacts on travelers. In: MORGAN, Samuel. Traffic Engineering and Transport Planning. New York: The English Press, s. 1-12. ISBN 978-1-9789-1920-4

KESSELS, Femke. Traffic Flow Modelling: Introduction to Traffic Flow Theory Through a Genealogy of Models. Cham: Springer, 2018. ISBN 978-3-319-78695-7.

Kriminalita Policie.cz [online], 2023. Praha 7: Policie ČR [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://kriminalita.policie.cz/>

KUČERA, Václav, 2009. Architektura inženýrských staveb. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2504-8.

Kyjov [online]. Kyjov: Město Kyjov, 2023 [cit. 2023-04-14]. Dostupné z: <https://www.mestokyjov.cz/>

Land Transport Security, b.r. European Commission [online]. Brussels: European Commission [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/security-safety/land-transport-security_en

MACIOSZEK, El Bieta, Rahmi AKÇELIK a Grzegorz SIERPINSKI. Roundabouts as Safe and Modern Solutions in Transport Networks and Systems. Katowice: Springer, 2018. ISBN 978-3-319-98617-3.

MAGISTRÁT HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY, c2023. Orientační ceny stavebních a dopravních opatření. Praha.eu [online]. Praha: Magistrát hlavního města Prahy [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: https://www.praha.eu/jnp/cz/doprava/cyklisticka/cyklisticka_old_zaloha/orientacni_ceny_s_tavebnich_a_dopravnich.html

MAREŠ, Miroslav, c2023. ŘSD začíná posuzovat stavbu obchvatu Žďáru nad Sázavou. Občasnik.eu [online]. [cit. 2023-04-27]. Dostupné z: <https://www.obcasnik.eu/rsd-zacina-posuzovat-stavbu-obchvatu-zdaru-nad-sazavou/#:~:text=V%C3%BDsledky%20proveden%C3%A9ho%20dopravn%C3%ADho%20pr%C5%AFzkumu%20ud%C3%A1vaj%C3%AD%20mo%C5%BEnost%20sn%C3%AD%C5%BEen%C3%AD%20intenzity.bude%20zah%C3%A1jena%20v%20roce%202031%20a%20ukon%C4%8Dena%202034.>

MARKIEWICZ, Michal, c2017. Reduction of CO2 Emissions from Road Transport in Cities: Impact of Dynamic Route Guidance System on Greenhouse Gas Emission. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN 978-3-658-16319-8.

MARTOLOS, Jan a Luděk BARTOŠ, 2012. Možnosti stanovení návrhových intenzit dopravy na základě krátkodobého měření. Dopravní inženýrství [online]. Plzeň: EDIP, 2012(2) [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: <http://www.dopravniinzenyrstvi.cz/clanky/moznosti-stanoveni-navrhovych-intenzit-dopravy-na-zaklade-kratkodobeho-mereni/#obal>

MAURO, Raffaele, POMPIGNA, Andrea, ed., 2022. Smart roads: A state of the art of highways innovations in the Smart Age,. In: TURKER, Ilker. Engineering Science and Technology, an International Journal [online]. 25. Karabuk: Elsevier [cit. 2023-04-19]. ISSN 2215-0986. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215098621000872>

MERVART, Michal et al., 2021. City logistika. Praha: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-7676-213-8.

O BESIP, c2022. BESIP [online]. Praha 1: Ministerstvo dopravy [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://besip.cz/Pro-odborniky/O-Besip/BESIP-o-nas>

OBSERVATOŘ BEZPEČNOSTI SILNIČNÍHO PROVOZU, 2007. Opatření ke snížení rychlosti. Observatoř bezpečnosti silničního provozu [online]. Brno: Centrum dopravního výzkumu [cit. 2023-04-27]. Dostupné z: <https://www.czrso.cz/clanek/opatreni-ke-snizeni-rychlosti/?id=1380>

Osvobozená vozidla, c2023. Edalnice.cz [online]. Praha 9: Státní fond dopravní infrastruktury [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://edalnice.cz/osvobozeni/index.html#deal>

PALSA, Jakub et al., 2019. Smart Cities and the Importance of Smart Traffic Lights. In: 2019 17th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA). IEEE, s. 587-592. ISBN 978-1-7281-4967-7. Dostupné z: doi:10.1109/ICETA48886.2019.9040086

Průvodce městem Kyjov. In: Kyjov [online]. Kyjov: Město Kyjov, 2023, 2020 [cit. 2023-04-14]. Dostupné z: https://www.mestokyjov.cz/assets/File.ashx?id_org=7843&id_dokumenty=48025

PTV Vissim: is the tool of choice for top-notch microscopic traffic simulation, b.r. PTV Group [online]. Karlsruhe: PTV Planung Transport Verkehr [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://your.vissim.ptvgroup.com/comparison-software-for-traffic-simulation>

RÁBEK, Vlastimil, 2015. ZÁKONITOSTI, TYPOLOGIE A METODIKA ŘEŠENÍ DOPRAVNÍCH NEHOD NA KŘIŽOVATKÁCH ŘÍZENÝCH SOUSTAVOU SVĚTELNÝCH SIGNÁLŮ. In: SCHEJBAL, Jan a Albert BRADÁČ. Sborník příspěvků konference Expert Forensic Science Brno 2015. Brno: Vysoké učení technické v Brně, s. 119-183. ISBN 978-80-214-5100-1.

ŘSD ČR: Ředitelství silnic a dálnic ČR [online], 2023. Praha 4: Ředitelství silnic a dálnic ČR [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz>

Security & Safety, b.r. European Commission [online]. Brussels: European Commission [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/security-safety_en

Silnice I/54, I/55: Veselí nad Moravou, křižovatka, 2023. In: Ministerstvo dopravy [online]. Praha 1: Ministerstvo dopravy [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: https://apdos.roadmedia.cz/Upload/Stavby/624/infoletak_s55-krizovatka-s-II422-A5.pdf?t=2023-03-29%2017:26:50.054

Silnice I/55: I/55 křižovatka se silnicí II/432, 2023. In: Ministerstvo dopravy [online]. Praha 1: Ministerstvo dopravy [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: https://apdos.roadmedia.cz/Upload/Stavby/624/infoletak_s55-krizovatka-s-II422-A5.pdf?t=2023-03-29%2017:26:50.054

SMLOUVA O DÍLO, 2021. ŘÍZENÍ DOPRAVY A SBĚR DOPRAVNÍCH DAT, 5. ETAPA: TECHNOLOGICKÉ POVÝŠENÍ ŘADIČE SVĚTELNĚ SIGNALIZAČNÍHO ZAŘÍZENÍ. Brno: Magistrátu města Brna. Číslo smlouvy objednatele: 5621051045.

SRP, Roman a Ondřej MIKLÓŠ, 2017. Vytvoření strategického plánu dalšího rozvoje JSDI/NDIC s výhledem na 10 let. 3. Praha 1. ISPROFIN 500 116 0003.

Statistiky, c2023. DOPRAVNÍ NEHODY V ČR [online]. Brno: Centrum dopravního výzkumu [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: <https://nehody.cdv.cz/statistics.php>

SUN, Lijun et al., 2018. The Smart Road: Practice and Concept. In: ZHOU, Ji, Raj REDDY a Jianfeng CHEN. Engineering. 4. Beijing: Chinese Academy of Engineering, s. 436-437. ISSN 2095-8099. Dostupné z: doi:10.1016/j.eng.2018.07.014

SŮRA, Jan, c2017-. Přehledně: Jihomoravský kraj opraví 26 silnic s příspěvkem SFDI. Zdopravy.cz [online]. Praha 3: Avizer Z [cit. 2023-04-24]. ISSN 2570-7868. Dostupné z: <https://zdopravy.cz/prehledne-jihomoravsky-kraj-opravi-26-silnic-s-prispevkem-sfdi-56663/>

SVOBODA, Vladimír. Doprava jako součást logistických systémů. Praha: Radix, 2006. ISBN 80-86031-68-3.

ŠIMKOVÁ, Hana, Jakub KOTRLA a Martin KOLMISTR, 2019. Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury obcí: Aktualizace 2019. 1. Brno: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR. ISBN 978-80-87318-79-9.

ŠIROKÝ, Jaromír. Technologie dopravy. Čtvrté doplněné vydání. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2018. ISBN 978-80-7560-159-9.

ŠIROKÝ, Jaromír, 2020. Technologie dopravy. Páté doplněné vydání. Pardubice: Univerzita Pardubice. ISBN 978-80-7560-309-8.

ŠKODA CUP 2023 – SILNICE. In: Český svaz cyklistiky [online]. Praha 5: Český svaz cyklistiky, c2020, 9. 1. 2023 [cit. 2023-04-14]. Dostupné z: <https://www.czechcyclingfederation.com/events/skoda-cup-2023/>

ŠTALMACH, Darek, c1999-2023. Radary stojí města desítky tisíc i milion, ty dražší umí dát pokutu. IDNES.cz [online]. Praha 5: MAFRA [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/ostrava/zpravy/mesta-vyuzivaji-informacni-i-pokutujici-radary-cenove-se-lisi.A170603_2330457_ostrava-zpravy_woj

TP132, 2000. ZÁSADY NÁVRHU DOPRAVNÍHO ZKLIDŇOVÁNÍ NA MÍSTNÍCH KOMUNIKACÍCH. 1. Praha: ČVUT.

TP145, 2001. ZÁSADY, PRO NAVRHOVÁNÍ ÚPRAV PRŮTAHŮ SILNIC OBCEMI: PŘEDBĚŽNÉ TECHNICKÉ PODMÍNKY. 1. Brno: Centrum dopravního výzkumu.

Trans-European Transport Network (TEN-T), b.r. Evropská komise [online]. Brusel: Evropská komise [cit. 2023-04-15]. Dostupné z: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/infrastructure-and-investment/trans-european-transport-network-ten-t_cs

TVRDOŇ, Leo, Jaroslav BAZALA a kolektiv autorů. Rozdělení a charakteristika dopravy. Doprava Logistika Profi [online]. Praha: Verlag Dashöfer, c1997-2022, 16. 3. 2017 [cit. 2022-12-12]. Dostupné z: <https://www.dlprofi.cz/33/rozdeleni-a-charakteristika-dopravy-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Ehizgoz3iHbpBt5X6h5Ttw8/>

VERMA, Ajit Kumar, Durga Rao KARANKI a Srividya AJIT, 2016. Reliability and Safety Engineering. 2. London: Springer. ISBN 978-1-4471-6269-8.

VERMA, Gurudatta, Rishabh SONKAR a Lekhraj BOWARIA, 2018. Smart Traffic Light System. In: International Journal of Science Technology and Engineering. 4. Ahmedabad: I.J.S.T.E, s. 96-101. ISSN 2349-784X.

VIZE NULA, c2023. Centrum dopravního výzkumu [online]. Brno: Centrum dopravního výzkumu [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/vizenula>

Vozidla s úhradou mýtného, c2019. MYTO CZ [online]. Praha 7: ŘSD ČR [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://mytocz.eu/cs/zpoplatnena-vozidla/vozidla-s-uhradou-mytneho>

WEISZER, Michal et al., [2015]. Optimization of parameters of transport systems using simulation methods. Zlín: Tomas Bata Univerzity in Zlín, Faculty of Logistics and Crisis Management. ISBN 978-80-7454-562-7.

WOLHUTER, Keith M., c2015. Geometric Design of Roads Handbook. Boca Raton (Florida): Taylor & Francis. ISBN 978-1-4822-8872-8.

ZÁLENSKÝ, Petr, c1999-2023. Kácení semaforů v Hradci začíná, vznikne 38 chytrých křižovatek. IDNES.cz [online]. Praha 5: MAFRA [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/hradec-kralove/zpravy/semafory-krizovatky-inteligentni-dopravni-system.A210506_606767_hradec-zpravy_kvi

ZÁVODNÝ, Ondřej, 2010. Návrh úprav přechodů pro chodce na ulici Rožnovská ve Frenštátě pod Radhoštěm za účelem zvýšení bezpečnosti účastníků silničního provozu. Ostrava. Bakalářská práce. VŠB – Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Ivana Olivková.

ZLÍNSKÝ DENÍK.CZ, 2016. Vyvýšené křižovatky přinutí auta brzdit. Zlínský deník.cz [online]. Zlín: Vltava Labe Media [cit. 2023-04-27]. Dostupné z: https://zlinsky.denik.cz/zpravy_region/vyvysene-krizovatky-prinuti-auta-brzdit-20160322.html

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

JIT	Just – in -time
ITS	Intelligent Transport Systém
IZS	Integrovaný záchranný systém
mil.	Milion
b	bod

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Územní plán Kyjov (Zdroj: Ciznerová et al., 2023)	39
Obrázek 2 Značka Úsek častých dopravních nehod I/50 (Zdroj: Google Maps, c2023).....	40
Obrázek 3 Sčítání dopravy 2020 Úsek 6-2592 (Zdroj: Celostátní sčítání dopravy 2020, 2023)	41
Obrázek 4 Světelné návěstidlo pro výjezd IZS (Zdroj: Vlastní, 2023)	43
Obrázek 5 Přehledová mapa simulace (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023).....	46
Obrázek 6 Vstupy vozidel (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)	47
Obrázek 7 Kruhový objezd Havlíčkova (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)	48
Obrázek 8 Světelná křižovatka autobusové nádraží (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023).....	49
Obrázek 9 Lights 1 Centr (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)	49
Obrázek 10 Lights 2 Centr Chodci (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023).....	50
Obrázek 11 Světelná křižovatka kino (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023).....	51
Obrázek 12 Lights 2 Kino (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)	52
Obrázek 13 Lights 2 Kino Chodci (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023).....	52
Obrázek 14 Křížení I/54 se silnicemi č. 422 a 432 (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)	53
Obrázek 15 Přejechod pro chodce u nemocnice (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)	54
Obrázek 16 Lights 3 Nemocnice (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)	54
Obrázek 17 – Křižovatka Boršice Nětčice (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)	55
Obrázek 18 Křižovatka obchodní centrum (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023).....	56
Obrázek 19 Přemostění I/54 (Zdroj: Google maps, c2023).....	62
Obrázek 20 Územní plán města Kyjov návrh obchvatu (Zdroj: Ciznerová et al., 2023)	65
Obrázek 21 Vytyčení zájmových bodů ověření plynulosti dopravy (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)	68
Obrázek 22 Změněné vstupy vozidel (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)	69
Obrázek 23 Simulace světelných křižovatek I/54 (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)	69
Obrázek 24 Nové délky fází světelného křížení Kollárova (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)..	70
Obrázek 25 Nové délky fází světelného křížení Riegrova (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)...	70
Obrázek 26 Nové délky fází pro chodce (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)	71
Obrázek 27 Okružní křižovatka Kollárova (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)	72
Obrázek 28 Okružní křižovatka Riegrova (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023).....	72
Obrázek 29 Okružní křižovatky silnice I/54 a silnic č. 422 a 432. (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)	73
Obrázek 30 Reorganizace křížení silnic č. 422, 432 a I/54 (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)..	74
Obrázek 31 Vybudování odbočovacích pruhů na křížení I/54 s č. 422 a 432 (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023).....	75

Obrázek 32 Okružní křižovatka na křížení Boršovská a Komenského (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)	76
Obrázek 33 Křížení Boršovská a Komenského ostrůvky (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023).....	77
Obrázek 34 Okružní křižovatka účelová komunikace a silnice č. 422 (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)	78
Obrázek 35 Obchvat města Kyjov (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023).....	79
Obrázek 36 Návrh křižovatek v centru města (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)	82
Obrázek 37 Návrh křížení u nemocnice (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023)	83
Obrázek 38 Návrh křížení u obchodního centra (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023).....	83
Obrázek 39 Návrh křížení u nádraží (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023).....	84

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Navrhnutá opatření (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023).....	57
Tabulka 2 Váhy optimalizačních kritérií (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023).....	67
Tabulka 3 Křížení silnice I/54 Centrum města (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023).....	79
Tabulka 4 Křížení Silnice I/54 se silnicí č 422 a 432 (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023).....	80
Tabulka 5 Křížení ulice Boršovská a Komenského třída (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023).....	80
Tabulka 6 Křížení u obchodního centra (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023).....	81
Tabulka 7 Obchvat města (Zdroj: Vlastní tvorba, 2023).....	82