

Návrh optimalizace křižovatky v obci Napajedla

Alexandr Hájek

Bakalářská 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 BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Alexandr Hájek**
Osobní číslo: **L20487**
Studijní program: **B1041P040003 Aplikovaná logistika**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Návrh optimalizace křižovatky v obci Napajedla**

Zásady pro vypracování

1. Zpracujte z dostupných domácích i zahraničních zdrojů teoretickou část bakalářské práce.
2. Proveďte analýzu současného stavu vybrané křižovatky pomocí softwaru PTV Vissim.
3. Na základě provedené analýzy optimalizujte vybranou křižovatku v obci Napajedla.

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

Seznam doporučené literatury:

1. KLEPRLÍK, Jaroslav. *Technologie silniční dopravy*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2020. ISBN 978-80-7560-295-4.
 2. SOUČKOVÁ, Ingrid a Vladimír JERZ. *Logistika v odbore*. Bratislava: Strojnícka fakulta STU v Bratislave, 2019. ISBN 978-80-227-4979-4.
 3. ŠÍROKÝ, Jaromír. *Technologie dopravy*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2020. ISBN 978-80-7560-309-8.
- Další odborná literatura dle doporučení vedoucí bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Kateřina Víchová, Ph.D.**
Ústav logistiky

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2022**
Termín odevzdání bakalářské práce: **5. května 2023**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2022

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou 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 – bakalářskou 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 bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské 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 bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 5.5.2023

Jméno a příjmení studenta: Alexandr Hájek

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá tvorbou modelu a následnou simulací křižovatky ulic Třídy Tomáše Bati, Svatoplukova a Zámoraví spolu s její dopravní situací v obci Napajedla. Zahrnuje model současného stavu, který poukazuje na nedostatky v oblasti bezpečnosti, a model nového optimalizovaného návrhu doplněný o bezpečnostní prvky a elementy pro zvýšení bezpečnosti. Mezi metody použité v práci zařadíme analýzu, pozorování a sčítání dopravy spolu s modelováním a simulováním v softwaru PTV Vissim. Bakalářská práce může být použita jako podklad obci Napajedla pro provedení optimalizace a uskutečnění přestavby křižovatky.

Klíčová slova: doprava, křižovatka, okružní křižovatka, návrh, simulace, propustnost, nehodovost, bezpečnost

ABSTRACT

The bachelor's thesis deals with the creation of a model and subsequent simulation of the intersection of Třída Tomáše Bati, Svatoplukova and Zámoraví streets, together its traffic situation in the city of Napajedla. It includes a model of the current state, which points out security deficiencies, and a model of the new optimized design, complete with security and safety-enhancing elements. Among the methods used in the work, we include analysis, observation and counting of traffic, together with modeling and simulation in the PTV Vissim software. This bachelor's thesis can be used as a basis for the municipality of Napajedla to carry out the optimization and reconstruction of the intersection.

Keywords: transport, intersection, roundabout, proposal, simulation, throughput, accident rate, safety

Touto cestou bych chtěl především poděkovat své vedoucí bakalářské práce Ing. Kateřině Víchové, Ph.D., která mi vždy svojí vstřícností a ochotou byla oporou při tvorbě bakalářské práce i odborných konzultacích.

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 DOPRAVA	11
1.2 LEGISLATIVA SPOJENÁ S DOPRAVOU	13
1.3 DRUHY DOPRAVY	13
1.3.1 Silniční doprava	13
1.3.2 Železniční doprava	14
1.3.3 Vodní doprava	15
1.3.4 Letecká doprava	16
1.4 DOPRAVNÍ LOGISTIKA	16
1.5 VZTAH DOPRAVY K ŽIVOTNÍMU PROSTŘEDÍ	18
2 SILNIČNÍ DOPRAVA	20
2.1 KATEGORIE POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ	20
2.1.1 Dálnice	21
2.1.2 Silnice.....	21
2.1.3 Místní komunikace.....	21
2.1.4 Účelová komunikace	22
2.3 KATEGORIE A DRUHY VOZIDEL	24
2.3.1 Kategorie vozidel	25
2.3.2 Druhy vozidel.....	26
2.4 BEZPEČNOST SILNIČNÍHO PROVOZU.....	26
3 ÚZEMNÍ PLÁNOVÁNÍ KŘÍŽOVATEK	28
3.1 ROZDĚLENÍ KŘÍŽOVATEK	28
3.1.1 Rozdělení křižovatek podle úrovně řízení.....	29
3.1.2 Rozdělení křižovatek podle výškových úrovní	29
3.1.3 Rozdělení úrovnových křižovatek podle počtu ramen.....	30
3.2 OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKA	30
3.2.1 Mini okružní křižovatka	32
3.2.2 Turbo-okružní křižovatka.....	32
3.3 TERMÍNY TÝKAJÍCÍ SE OKRUŽNÍCH KŘÍŽOVATEK.....	32
4 SOFTWARE PTV VISSIM	34
II PRAKTICKÁ ČÁST	35
5 MĚSTO NAPAJEDLA	36
6 POPIS ŘEŠENÉ KŘÍŽOVATKY	37
7 SČÍTÁNÍ DOPRAVY	40
8 STATISTIKA NEHODOVOSTI	43
9 SIMULACE SOUČASNÉHO STAVU	46

10 NÁVRH OPTIMALIZACE.....	50
ZÁVĚR	55
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	56
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	60
SEZNAM OBRÁZKŮ	61
SEZNAM TABULEK.....	62
SEZNAM PŘÍLOH.....	63

ÚVOD

Doprava jako taková se zde vyskytuje už od pradávna a vždy byla neodmyslitelně součástí všech historických epoch, ať už se jednalo kupříkladu o pravěk, středověk, starověk či novověk. Civilizacím ve všech těchto obdobích vždy sloužila jako prostředek pro změnu místa věcí, zvířete, lidí a také např. informací a myšlenek. Aby mohla být změna místa uskutečněna, musel být vždy přítomen pohybový aparát, pokud se tedy budeme bavit o lidech a zvířatech. Pro jejich pohyb sloužily spodní i dolní končetiny. Jestliže tuto myšlenku vztáhneme na pohybující se věci např. povozy, jejich pohyb byl zajištěn elementem k tomu určenému. S postupem doby za tento element označujeme kolo, které bylo přelomem historie a usnadnilo pohyb, tedy dopravu výše zmíněného, a používá se dodnes.

V dnešní době jsme zvyklí, že pohyb se uskutečňuje po dopravních cestách a ve vymezených prostorech. Na počátku žádné cesty nebyly a změna místa se uskutečňovala všude, kde se dalo. S realizací více častějších cest a výprav vznikaly stezky a první cesty, které jsou velmi odlišné od těch, které jež dnes. Jednalo se o cesty prašné, vychozené, provizorně značené. Čím byly více a více využívány lidmi, zvířaty i prvními dopravními prostředky, tím více se zvyšovala intenzita provozu a docházelo ke křížení cest, tedy vzniku prvních křižovatek. Pravidla provozu na prvních křižovatkách se bezpodmínečně velmi liší od pravidel dnešních, na prvopočátku nejspíš žádná pravidla ani nebyla. Ovšem nevyhnutelným je vznik kolizních bodů a ploch při křížení, se kterými se potýkáme dodnes.

Abychom téma dopravy a křižovatek mohli vztáhnout na dnešní dobu, je žádoucí si vymezit, co to doprava je, jaké známe druhy dopravy a jejich výhody a nevýhody, jaké zákony upravují jednotlivé druhy doprav, které kategorie pozemních komunikací známe a také, co to je územní plánování křižovatek a jaké křižovatky existují.

Tato bakalářská práce je právě zaměřena na tvorbu nového návrhu křižovatky, která není řízena světelným signalizačním zařízením. Cílem je vytvoření okružní křižovatky, kterou bude charakterizovat vyšší propustnost, ale především vyšší bezpečnost. Vytvořením kruhového objezdu docílíme zvýšené bezpečnosti díky snížené rychlosti dopravních prostředků při vjezdu, pohybu na okružní křižovatce i výjezdu z ní, a také díky snížení počtu kolizních bodů, jež představují možnou příčinu nehody.

Důvodem řešit danou problematiku byla především vidina reálného zlepšení, jak z hlediska pohybu po křižovatce, tak z hlediska bezpečnosti provozu v této obci.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 DOPRAVA

Je víceméně stejně stará jako lidstvo samo, neboť vždy bylo potřeba něco přemístit či dopravit. Vyvíjela se od primitivní přepravy nákladů až po současnou relativně komfortní a rychlou přepravu osob a nákladu. Doprava sama o sobě nic nevyrábí, naopak energii spotřebovává, ale lidstvo již řadu století závisí na její dokonalé funkci. Svoji existencí se řadí dokonce k největším spotřebitelům neobnovitelných zdrojů vůbec. Dalším negativem dopravy je její hlučnost, ať už ve městech nebo mimo ně, a výskyt dopravních nehod, jejichž následky mohou mít podobu ztráty lidských životů, poškození na zdraví či ztráty na majetku. Na druhou stranu je doprava značným zdrojem zaměstnanosti a zvyšuje ekonomiku jednotlivých států (Gros, 2016).

1.1 Předmět dopravy

Široký (2020) uvádí, že *doprava uspokojuje rozsáhlé potřeby v přemísťování. Jejím prostřednictvím se uskutečňují materiálové toky mezi výrobou a spotřebou, mezi průmyslem a zemědělstvím, mezi městem a venkovem i mezi oblastmi a státy.*

Obecně lze dopravu definovat jako jakoukoliv změnu místa požadovaného množství hmotných prostředků, surovin, materiálů, polotovarů, dílů, hotových výrobků, informací a lidí v čase a prostoru, provedené buď vlastní silou anebo za pomoci potřebné technologie tzv. zprostředkovaně. Obecně lze přepravovat i kapaliny, elektřinu nebo také plyny. Tyto komodity jsou označovány jako média. Pokud se rozhodneme o přemístění zpráv nebo informací, bavíme se o přemísťování dat. Dopravou jako takovou lze označit i samotnou činnost dopravních zařízení, tedy pohyb vozidel (Široký, 2020).

Podle Širokého (2020) se v mnoha případech změna místa nákladu či osob provádí pomocí dopravního prostředku (dále jen DP) po dopravní cestě, jinými slovy se jedná o cílený pohyb (jízda, plavba, let) DP po dopravních cestách (pozemní komunikace, dráhy, vodní plochy či vzdušný prostor určený pro letecké dopravce). Pokud dojde k cílené změně místa bez ohledu na to, jak tato změna byla uskutečněna, bavíme se o přepravě. Výsledkem dopravy je tedy přeprava. Přepravu lze tedy definovat jako proces přemístění osob či nákladu, která je vymezena počátečním a výchozím bodem celého procesu přemístění. Dopravcem je osoba, která provozuje dopravu, respektive provozuje DP a současně realizuje vlastní činnost (přemísťovací) ve stanoveném čase a prostoru.

S dopravou je neodmyslitelně spojena dopravní infrastruktura, která bývá často označována jako dopravní systém (Gros, 2016). Pod pojmem systém si představme určité seskupení prvků, které vzájemně propojují vazby, a tyto prvky směřují ke společnému cíli. Pokud je systém tvořen lidmi, cíl se označuje jako smysl. Pokud je systém tvořen jinými prvky než lidmi, jejich cílem je dosažení požadované funkce. Aniž bychom si to uvědomovali, systém jako takový je ve většině případech součástí dalšího systému. Pokud tuto teorii budeme aplikovat na dopravní infrastrukturu České republiky, která je označovaná dopravním systémem, tak tento systém je součástí evropské infrastruktury a ta dále součástí infrastruktury světové (Šmída, 2021). Dopravní infrastruktura má dvě části. První částí je síť tvořená dopravními cestami určená pro pohyb DP. Druhou část logicky představují dopravní prostředky pohybující se po této síti. Síť dopravních cest je tvořena liniemi (dopravní cesty pro pohyb DP či komunikační sítě pro přenos informací, dat, zpráv) a uzly. Celková infrastruktura musí obsahovat prvky zajišťující bezpečnost pohybu vozidel po síti. Dopravní síť je základem dopravní infrastruktury (Gros, 2016).

Button (2010) ve své publikaci uvádí určité informace ohledně dopravní infrastruktury. Kupříkladu zmiňuje, že pro dopravní infrastrukturu jsou typické fáze životního cyklu, jako je tomu např. u projektu nebo výrobku. Jedná se o fázi vzniku (založení), dále probíhá růst, poté je dosaženo vrcholu a stagnace a celý životní cyklus končí útlumem až úpadkem.

Klasifikace dopravy

Široký (2020) ve své publikaci uvádí *rozčlenění dopravy podle různých kritérií, a to například:*

- *dle prostředí – pozemní, podzemní, vodní, vzdušná, meziplanetární – výzkumná,*
- *dle dopravních cest – silniční (motorová, cyklistická, pěší), kolejová (železniční klasická, vysokorychlostní),*
- *dle formy organizace – v klidu (parkování a odstavné plochy), v pohybu (veškerý pohyb dopravního prostředku),*
- *dle pravidelnosti – pravidelná, nepravidelná,*
- *dle intenzity dopravy v časovém období – dopravní špička, dopravní sedlo, noční provoz,*
- *dle územního rozdělení – mezistátní, vnitrostátní, příměstská, městská, kyvadlová, místní,*

- *dle uspokojování přepravních potřeb – pro vlastní potřeby nebo pro cizí potřeby,*
- *dle dopravních prostředků – pěší, cyklistická, motocyklová, automobilová, autobusová, trolejbusová, tramvajová, železniční, letecká individuální a hromadná, lodní individuální a hromadná atd.*

1.2 Legislativa spojená s dopravou

Zákon je všeobecně závazný právní předpis přijatý zákonodárným sborem, tedy parlamentem. Lidé jej musí respektovat a podle něho se řídit (Pavlíček, 1998). V oblasti dopravy zákony stanovují určité náležitosti, které musí dopravci dodržovat. Zákony obsahují především právní normy, tedy závazná pravidla chování. Dále se zákony zabývají např. provozem, bezpečností při provozování dopravy a také získáváním a zdokonalováním odborné způsobilosti k řízení dopravních vozidel (ČESKO, 1994).

K jednotlivým druhům dopravy je legislativa přiřazena v jednotlivých podkapitolách.

1.3 Druhy dopravy

Gros (2016) ve své knize uvádí rozdělení dopravy podle několika kritérií, ať už podle volby DP nebo např. podle druhu dopravní cesty. Pokud si zvolíme kritérium rozdělení podle druhu dopravní cesty, bavíme se o dopravě silniční, železniční, letecké, vodní, potrubní, lanovkové a pásové. Pro tuto kapitolu jsem zvolil pouze dopravu silniční, železniční, leteckou a vodní. Každý druh dopravy je jiný a liší se z hlediska finančních nákladů, dostupnosti, univerzálnosti, času přepravy a vlivu na životní prostředí. S tím jsou spojeny výhody a nevýhody jednotlivých druhů dopravy.

1.3.1 Silniční doprava

V rychlosti a operativnosti je nenahraditelná. Na druhou stranu má nepříznivý vliv na životní prostředí (dále jen ŽP), a to kvůli výfukovým plynům, hluku nebo třeba vibracím. Při používání silničního druhu dopravy nám je umožněno přepravovat ve své podstatě všechny druhy komodit, které výrazně nepřekračují velké rozměry. Stala se stěžejním druhem dopravy, a to zejména díky své pružnosti a univerzálnosti (Besta, nedatováno).

Silniční doprava se v posledních letech rozvíjí nejrychleji ze všech dopravních způsobů a vzhledem k neustále rostoucím požadavkům na straně zákazníků, ať už na čas dodání či jakost dodávek, se stala silniční doprava významnou součástí logistického systému. Ve vnitrostátní dopravě je pro silniční dopravu největším konkurentem doprava železniční.

To, že je silniční doprava v dnešní době tak populární, způsobuje hustota silničních sítí, jež je nejvyšší ze všech druhů doprav. Nabízí tedy tzv. přepravení od domu do domu. (Besta, nedatováno)

Podmínek provozování silniční dopavy silničními motorovými vozidly se týká *Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, ve znění pozdějších předpisů* (ČESKO, 1994).

Gros (2016) zmiňuje výhody silniční dopavy, kterými jsou:

- hustá síť komunikací,
- velká úspora času,
- vysoká univerzálnost i dostupnost,
- možnost přepravy komodit se specifickými vlastnostmi.

Mezi nevýhody můžeme podle Grose (2016) zařadit:

- nepříznivý vliv na ŽP,
- dopravní zácpy a častá nehodovost,
- přepravované množství je omezeno kapacitou DP,
- zábor půdy výstavbou komunikací.

1.3.2 Železniční doprava

Besta (nedatováno) považuje použití tohoto druhu dopavy zejména tehdy, pokud přepravujeme velké množství nákladu či těžký náklad na delší přepravované vzdálenosti. V dnešní době konkuruje železniční dopravě doprava potrubní, která se využívá pro přepravu surovin. Co se týče přepravy v USA a Evropě, pro velkou část přepravovaného zboží se začala využívat doprava silniční. Naproti tomu v zemích Rusko a Čína je tento způsob hlavním způsobem přepravy. Vzhledem k silniční dopravě je provázanost a hustota dopravních cest nižší, ale přesto je dostupnost železničních stanic vysoká a můžeme je najít prakticky v každém městě.

V železniční dopravě známe zákon, který se zabývá a řeší podmínky pro stavbu drah, pro provozování drah a upravuje výkon státní správy. Jedná se o *Zákon č. 266/1994 Sb., o dráhách, v platném znění* (ČESKO, 1994).

Podle Cempírka (2002) jsou výhody železniční dopravy:

- není závislá na intenzitě dopravy na silnicích,
- při delších vzdálenostech nižší náklady než např. u kamionové přepravy,
- možnost přepravy těžkých a hromadných zásilek.

Cempírek (2002) definuje také nevýhody železniční dopravy:

- omezená flexibilita a také manévrovací prostor,
- vázanost na jízdní řády (snižování přepravní rychlosti),
- nemožnost dopravy do domu.

1.3.3 Vodní doprava

Vodní doprava se dělí na říční (vnitrozemskou) a námořní. Jedná se o jednu z nejstarších možností přeprav vůbec. Hlavním přepravovaným zbožím jsou většinou nerostné suroviny, rudné materiály či paliva. Hlavní předností je přeprava těžkých a rozměrných zásilek na velké vzdálenosti. Tyto komodity nepodléhají rychlé expiraci a nejsou náročné na spěšnost, proto je pro ně pomalá vodní doprava ideální cestou.

Zákony, které upravují podmínky provozování plavby, jsou *Zákon č. 61/2000 Sb., o námořní plavbě, ve znění pozdějších předpisů* (ČESKO, 2000) a *Zákon č. 44/2020 Sb., kterým se mění zákon č. 114/1995 Sb., o vnitrozemské plavbě, ve znění pozdějších předpisů* (ČESKO, 2020).

Besta (nedatováno) uvádí pozitiva, kterými jsou:

- na dlouhé přepravní vzdálenosti výhodné přepravní náklady,
- přeprava volně ložených hmot,
- schopnost přepravovat komodity ve velké kapacitě.

Mezi nevýhody podle Besty (nedatováno) řadíme:

- nízká přepravní rychlost,
- vliv počasí na uskutečnění dopravy (bouře, vítr),
- vysoké pořizovací investice i investice na údržbu a vlastnění lodě,
- malá hustota sítě vnitrozemských vodních cest.

1.3.4 Letecká doprava

Besta (nedatováno) uvádí, že tento druh dopravy je charakteristický zejména přepravou nákladu na dlouhé vzdálenosti s nejkratšími přepravními časy. Nese to s sebou mínus, a to vysoké přepravní náklady, které brání masivnějšímu rozmachu tohoto druhu dopravy.

Majoritní činností leteckých přepravních společností je zejména přeprava osob (cestujících). Přeprava nákladní jde poté stranou a stává se z ní pouze přeprava doplňková, kdy se využívá přepravní prostor daného letadla. Leteckou dopravou se přepravuje zejména takové zboží, která má vysokou až astronomickou hodnotu a malý objem, anebo zásilky rychle podléhající zkáze, což mohou být například čerstvě řezané květiny.

Zákon, který se zabývá danou problematikou je *Zákon č. 431/2022 Sb., kterým se mění zákon o civilním letectví (letecký zákon) a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů* (ČESKO, 2022).

Besta (nedatováno) mezi silné stránky letecké dopravy zařazuje:

- rychlost a spolehlivost,
- dobře předvídatelné časy přeprav (jasně stanovené časy příletů a odletů),
- četnost letových spojů.

Za negativa letecké dopravy Besta (nedatováno) považuje:

- finanční nákladnost,
- znehodnocování přepravních časů navazujícími operacemi (celní odbavení, překládka).

1.4 Dopravní logistika

Pernica (2005) ve své knize mluví o logistice jako o vědě či oboru, která se snaží skloubit výrobní i nevýrobní postupy a procesy a tím dosáhnout nejlepšího možného výsledku. S tím je spojeno využití co nejmenšího množství energetických, materiálních, lidských a také finančních prostředků zaobalených do co nejmenší časové dotace.

Cempírek (2002) zmiňuje, že předmětem logistiky jako takové je studium materiálových toků (skladování, manipulace, balení, nákup, doprava a další) od počátečních dodavatelů přes výrobní podniky až k odběratelům, tedy konečným zákazníkům. Celý proces je provázán plánováním, organizováním, vedením a kontrolou všech činností. Důležitým

aspektem v provázanosti jednotlivých článků řetězce je tok informací a informační systém, který pohyb informací zajišťuje.

Logistika řeší otázky spojené s rozmístěním, uspořádáním a koordinací výrobní i dopravní infrastruktury, hlídá velikosti zásob, intervaly dodávek či správnost dat, které vstupují do informačního systému a jsou nositelé důležitých informací (Široký, 2020).



Obrázek 1 Oblasti logistiky (Široký, 2020, vlastní zpracování)

Podle Grose (2016) je možné ji rozdělit na jednotlivé druhy podle prostředí, kde se dané procesy odehrávají. Obchodní logistika se bude zabývat pohybem zboží od výroby k prodeji zákazníkovi, mikrologistika řeší otázku logistického systému uvnitř organizace (podniková logistika), logistika odpadová je zaměřena na ekologičnost výrobních procesů a výrobu ekologických výrobků a v neposlední řadě logistika dopravní, která je zaměřena na přemístění zboží po dopravní síti.

Dopravní logistika představuje podstatnou část logistiky, bez které by se neobešla. Koordinuje pohyby zásilek a cestujících po dopravní síti od místa a okamžiku jejich vstupu do sítě až po výstup z ní. Pokud tuto teorii vztáhneme na přepravované osoby, jedná se o čas od příchodu do počátečního uzlu přepravní cesty do příjezdu na místo určení. U výrobků a materiálu začíná pohyb převzetím od odesílatele až po předání příjemci (Široký, 2020).

To, jaký druh dopravy v určitých situacích zvolíme, závisí na kritériích, kterými mohou být náklady na dopravu, délka dopravní cesty a s tím spojený faktor času, množství přepravovaných komodit a dále např. důležitost a druh přepravovaných produktů (Součková, 2019).

Logistické náklady na dopravu

Jak je známo, s dopravou a veškerými činnostmi potřebnými k její realizaci jsou neodmyslitelně spojeny náklady. Součková (2019) zmiňuje, že náklady na dopravu tvoří většinou největší podíl z celkových logistických nákladů a nejvíce se budou podílet na tvorbě výsledné ceny produktu, aby při jeho prodeji byly veškeré náklady pokryty. Mezi takové náklady můžeme zařadit náklady na pohonné hmoty, náklady na uhrazení práce řidičů DP, na nakládku a vykládku požadovaných komodit, dále také na provoz samotného DP, jako je například jeho údržba a také náklady spojené s prostoji, plýtváním, pokutami a silničními poplatky. Pokud tedy chceme provozovat dopravu, měli bychom mít logistické náklady na dopravu na paměti.

1.5 Vztah dopravy k životnímu prostředí

Každý druh dopravy určitým způsobem působí na ŽP vesměs negativně. Ovlivňuje kvalitu našich životů a přírodu samotnou s přilehlými prostory pro zvěř a rostlinstvo. Na druhou stranu doprava zvyšuje ekonomiku státu a v dnešní době je významným zdrojem zaměstnanosti (Široký, 2020).

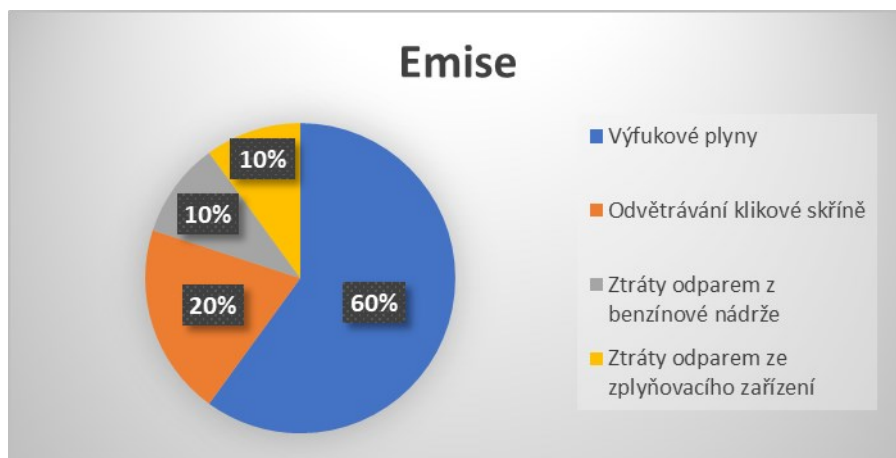
Ať chceme nebo ne, doprava znamená vždy zásah do přírodního prostředí, čímž je myšleno například budování dopravních cest či terminálů potřebných k provozování dopravy, s následnými důsledky v oblasti ekologie a tím mění a spoluvytváří prostorový a estetický obraz krajiny a jejího osídlení (ETC, nedatováno).

Široký (2020) ve své knize popisuje, jak má doprava víceméně negativní dopad na život i přírodu, a to nejen zástavbou půdy pozemními komunikacemi, mosty, tunely a terminály (letiště, železnice), ale také emisemi, které pronikají do ovzduší, nadměrným hlukem a vibracemi a dále možným vznikem dopravních nehod nebo havárií.

S nadměrným hlukem souvisí negativní vliv jak na zvířata, tak na lidi poblíž dopravního provozu i na samotné účastníky provozu. Hluk způsobuje únavu, snižuje pozornost, odolnost organismu vůči stresu, produktivitu a také pracovní aktivitu (Ministerstvo zdravotnictví, 2015).

Tento problém je řešen u nových, ale také i u stávajících zařízení dopravy i u vývoje dopravních prostředků. Jedná se např. o rozvoj elektromobility, budování protihlukových zábran, úpravu nočního létání či pružné upevnění kolejového systému (ETC, nedatováno).

Jedním z nejvýznamnějších zdrojů znečištění ovzduší je doprava automobilová díky emisím z provozu spalovacích motorů. Emise pocházejí ze čtyř hlavních zdrojů:



Obrázek 2 Zdroje emisí v automobilové dopravě (ETC, nedatováno, vlastní zpracování)

Pokud budeme chtít zlepšit stav ŽP, je třeba podporovat rozvoj takových druhů dopravy, které jsou šetrnější a ohleduplnější k ŽP. V MHD se jedná např. o používání veřejné hromadné dopravy spolu s rozvojem ekologicky šetrných DP (ETC, nedatováno).

2 SILNIČNÍ DOPRAVA

Je druhem dopravy pozemní, kdy jsou k dopravě cestujících či zboží používány silniční vozidla a vozidla zvláštní, která se pohybují po dopravních cestách, tedy po pozemních komunikacích případně v bezcestném terénu, jako je např. doprava materiálu a osob v rámci staveniště. Blíže je pozemní komunikace dopravní cestou určenou k použití silničními a jinými vozidly a také chodci, včetně pevných zařízení, které jsou nezbytné pro zajištění tohoto užití a také jeho bezpečnosti. Tímto pevným zařízením mohou být myšleny např. svodidla (Kleprlík, 2020).

Podle zákona č. 361/2000 Sb., (2000) o silničním provozu je každý, kdo se pohybuje na pozemní komunikaci účastníkem provozu. Pro provoz na pozemních komunikacích jsou:

- stanoveny skupiny řidičských průkazů,
- stanovena pravidla provozu (přednost v jízdě, předjíždění, rychlost jízdy a další),
- vymezena práva a povinnosti účastníků provozu (přizpůsobit jízdu technickým vlastnostem vozidla),
- vymezená působnost a pravomoc orgánů Policie ČR a státní správy (např. zastavování vozidel),
- stanovena dopravní značení a světelné signalizace.

V této kapitole bude popsáno, s jakými kategoriemi silnic se můžeme setkat, jaké DP nalezneme na pozemních komunikacích a jak jsou jednotlivé kategorie silnic označeny pro celkově lepší orientaci.

2.1 Kategorie pozemních komunikací

Široký (2020) zmiňuje členění pozemních komunikací na území ČR do kategorií a v rámci nich do tříd. Důvodem takového členění je např. zpoplatnění jednotlivých pozemních komunikací, stanovení správce pozemních komunikací či určení vlastníka pozemní komunikace. Podle zákona č. 13/1997 Sb. (1997) se jedná o následující kategorie:

- dálnice,
- silnice,
- místní komunikace,
- účelová komunikace.

2.1.1 Dálnice

Jsou určeny pro rychlou dálkovou a mezistátní dopravu silničními motorovými vozidly. Je budována bez úrovnových křížení a jsou zde oddělená místa pro vjezd a výjezd. Pokud chceme v České republice používat dálnici, konstrukční rychlost našeho silničního motorového vozidla musí být vyšší než 80 km/h. Užívání dálnic je zpravidla zpoplatněno (Široký, 2020).

Dálnice se dle zákona č. 13/1997 Sb. (1997) podle dopravního významu a určení rozdělují na:

- *dálnice I. třídy,*
- *dálnice II. třídy.*

V současné době disponuje ČR okolo 1370 km dálnic. Některé úseky jsou ve fázi realizace, jako např. dálnice D7 Chlumčany v Ústeckém kraji, kde probíhá zkapacitnění a celková délka opravovaného úseku je 4,4 km. Dalším příkladem je dálnice D4 Mírotice v Jihočeském kraji, kde probíhá na úseku 3,7 km rozšíření dálnice. Celková délka dálnic v realizaci je necelých 153 km a můžeme se těšit skoro na 579 km dálnic, které jsou ve fázi přípravné (ŘSD ČR, 2023).

2.1.2 Silnice

Široký (2020) ve své knize uvádí, že silnice je veřejně přístupná pozemní komunikace určená k užití silničními a zvláštními vozidly a také chodci. Silnice společně vytvářejí silniční síť.

Zákon č. 13/1997 Sb. (1997) udává podle dopravního významu a určení silnice dělení do následujících tříd:

- *silnice I. třídy, které jsou určeny hlavně pro dálkovou a mezistátní dopravu,*
- *silnice II. třídy, které jsou určeny k dopravě mezi okresy,*
- *silnice III. třídy, které slouží k vzájemnému propojení obcí nebo jejich napojení na ostatní PK.*

2.1.3 Místní komunikace

Zákon č. 13/1997 Sb. (1997) definuje místní komunikaci jako veřejně přístupnou pozemní komunikaci, která slouží místní dopravě. Může být vystavěna jako rychlostní místní

komunikace, která je určena pro rychlou dopravu a přístupná pouze silničním motorovým vozidlům.

Místní komunikace rozdělujeme do čtyř tříd:

- *místní komunikace I. třídy – jedná se o rychlostní místní komunikace,*
- *místní komunikace II. třídy – jsou to dopravně významné sběrné komunikace s omezením přímého připojení sousedních nemovitostí,*
- *místní komunikace III. třídy – obslužné místní komunikace,*
- *místní komunikace IV. třídy - je to komunikace nepřístupná provozu silničních motorových vozidel nebo na které je umožněn smíšený provoz, tzv. zklidněné komunikace, např. pěší zóna, cyklistická stezka, pěší stezka a chodník.*

Jestliže budeme mít v plánu pohybovat se po silnici na území námi vybrané obce, s největší pravděpodobností by se tedy mělo jednat o místní komunikaci, kde dochází k místní dopravě (Štýchová, 2022)

2.1.4 Účelová komunikace

Zákon č. 13/1997 Sb. (1997) definuje tento druh komunikace jako pozemní komunikaci sloužící ke spojení různých nemovitostí pro potřeby vlastníků těchto nemovitostí. Dále se používají pro spojení s ostatními pozemními komunikacemi. Jejich funkce může být spojena také s obhospodařováním lesních a zemědělských pozemků.

Rozdělují se na:

- *veřejně přístupné,*
- *veřejně nepřístupné (areál firmy, závodu).*

Každopádně aby mohla účelová komunikace vzniknout, je zapotřebí svolení a souhlasu majitele pozemku, který by měla cesta protínat. Účelová komunikace nemusí být pouze lesní nebo polní cesta či cesty ve výrobním závodu. Může se jednat o garážové domy, autobusové nádraží nebo pouze o vyjeté koleje v poli. Jedno pravidlo je ale jisté. Pokud se účelová komunikace napojuje na jinou komunikaci, nelze tento stav považovat za křižovatku. Proto musíme mít vždy na paměti přednost v jízdě, kterou musíme dát projíždějícím vozidlům (Táborský, 2021).

2.2 Označení pozemních komunikací

Pozemní komunikace se označují z několika prostých důvodů. Kleprlík (2020) píše o důvodech, jako jsou celková orientace v kategoriích pozemních komunikacích, dále informování o sjízdnosti nebo také informování o mimořádných událostech, ať už se jedná o dopravní nehody, objížďky či uzavírky.

V České republice je označování pozemních komunikací uvedeno v Centrální evidenci pozemních komunikací (CEPK) a podle zákona č. 13/1997 Sb. (1997) je stanoveno značení pomocí dopravních značek s určenou barvou tabulky, počtem číslic, barvou číslic a písma:

- *dálnice: 0–99, (červená tabulka s bílým orámováním a bílou číslicí),*
- *silnice I. třídy: 0–99, (modrá tabulka s bílým orámováním a bílou číslicí),*
- *silnice II. třídy: 100-999 (modrá tabulka s bílým orámováním a bílou číslicí),*
- *silnice III. třídy: čtyř až pětimístné číslo (u PK této třídy se dopravní značka neumísťuje a číslování slouží pouze k evidenci v CEPK),*
- *silnice pro mezinárodní provoz jsou značeny písmenem E a 2 až 3-místným číslem (jedná se o zelenou tabulku s bílým orámováním, bílým písmenem E a bílou číslicí),*
- *místní komunikace jsou v evidenci označovány pro jednotlivé kategorie písmeny:*
 - a) *místní komunikace I. třídy písmeno a: např. 1a, 2a,*
 - b) *místní komunikace II. třídy písmeno b: 1b, 2b,*
 - c) *místní komunikace III. třídy písmeno c: 1c, 2c,*
 - d) *místní komunikace IV. třídy písmeno d: 1d, 2d.*
- *účelové komunikace jsou bez označení.*



Obrázek 3 Dopravní značení pozemních komunikací (Dopravní značení K.H., 2023)

2.3 Kategorie a druhy vozidel

Kategorie, druhy vozidel a požadavky na ně jsou stanoveny právními předpisy Evropské unie a České republiky. Pro vozidla silniční, přípojná a zvláštní se jedná o předpisy jako Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/46/ES, Nařízení Evropského parlamentu a Rady 167/2013 a Nařízení Evropského parlamentu a Rady 168/2013 (Kleprlík, 2020).

V ČR je to konkrétně zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na PK ve znění pozdějších předpisů a jeho prováděcí vyhlášky (Kleprlík, 2020).

Abychom si mohli jednotlivá vozidla rozdělit do jejich kategorií a druhů, je žádoucí si nejprve definovat, co je to vozidlo, motorové vozidlo a nemotorové vozidlo (Schröter, 2017).

Schröter (2017) uvádí, že „vozidlem se myslí motorové či nemotorové vozidlo, nebo tramvaj. Motorové vozidlo je blíže nekolejové vozidlo poháněné vlastní pohonnou jednotkou a trolejbus. Nemotorovým vozidlem je myšleno přípojně vozidlo a vozidlo pohybující se pomocí lidské nebo zvířecí síly, například jízdní kolo, ruční vozík, nebo potahové vozidlo.“

To, že se vozidla člení do několika kategorií, je z několika důvodů. Kleprlík (2020) popisuje důvody jako např. stanovení povinné výbavy vozidla a náhradních dílů pro jeho opravu, stanovení zpoplatnění za užívání pozemní komunikace, určení oprávnění k používání

vozidla (skupiny řidičských průkazů), dále povolení vjezdu, výjezdu či jízdy na daném území nebo objektu, měření emisí a další.

2.3.1 Kategorie vozidel

Vozidla jsou v knize od Kleprlíka (2020) rozdělena do jednotlivých kategorií podle stejných technických podmínek. Silniční a zvláštní vozidla se dělí do těchto kategorií:

- *L – dvoukolová a tříkolová motorová vozidla a čtyřkolky,*
- *M – motorová vozidla konstruovaná a vyrobená pro přepravu osob a jejich zavazadel,*
- *N – motorová vozidla konstruovaná a vyrobená pro přepravu nákladu,*
- *O – přípojná vozidla konstruovaná a vyrobená pro přepravu nákladu nebo osob i pro ubytování osob,*
- *T – kolové traktory,*
- *C – pásové traktory poháněné nekonečnými pásy nebo kombinací kol a nekonečných pásů,*
- *R – přípojná vozidla traktorů,*
- *S – výměnné tažené zařízení,*
- *SS – pracovní stroj samopojízdný,*
- *SN – pracovní stroj nesený (na PK se pohybuje zavěšený na vozidle a vytváří s ním jeden celek),*
- *Z – zbylá vozidla, která podle svých vlastností či charakteristiky nelze zařadit ani do jedné z kategorií uvedených výše.*

V rámci kategorií M se vozidla dělí M1, M2, M3 podle počtu míst k sezení a podle toho, jestli vozidlo může mít prostor pro stojící cestující, nebo nikoli. Kategorie N, O, R se detailněji rozdělují dle hmotnosti vozidla, přípojného vozidla nebo přípojného vozidla traktorů (Široký, 2020).

2.3.2 Druhy vozidel

Silniční vozidla rozděluje Kleprlík (2020) na základní druhy:

- *motocykly,*
- *osobní automobily,*
- *autobusy,*
- *nákladní automobily,*
- *vozidla speciální a vozidla zvláštního určení,*
- *přípojná vozidla,*
- *ostatní silniční vozidla.*

Další skupinu vozidel představují vozidla zvláštní. Jsou to taková vozidla, se kterými je možná účast na pozemních komunikacích za splnění podmínek a pokud máme platné příslušné doklady. Primárně jsou zvláštní vozidla vyrobena a určena k jiným účelům než k používání na pozemních komunikacích. Většinou se jedná o nějaké pracovní stroje (Macurová, 2022).

Kleprlík (2020) uvádí rozdělení zvláštních vozidel na tyto základní druhy:

- *zemědělské nebo lesnické traktory,*
- *přípojná vozidla traktorů,*
- *samopojízdné pracovní stroje,*
- *pracovní přípojně stroje,*
- *výměnné tažné stroje,*
- *nemotorové pracovní stroje nebo nemotorová vozidla tažená nebo tlačena pěšky jdoucí osobou,*
- *vozíky pro invalidy s motorickým pohonem, pokud jejich šířka nebo délka přesahuje 1 metr, jejich konstrukční rychlost převyšuje 6 km/h nebo jejich maximální přípustná hmotnost převyšuje 450 kg.*

2.4 Bezpečnost silničního provozu

Holubová (2014) charakterizuje bezpečnost vázanou k silničnímu provozu třemi hlavními složkami, které jsou vzájemně propojeny. Jedná se o lidský faktor, DP a komunikaci s jejím

prostředím kolem. Pokud tedy dojde k dopravnímu incidentu, toto rozdělení je dokonalým nástrojem pro identifikaci konkrétní příčiny.

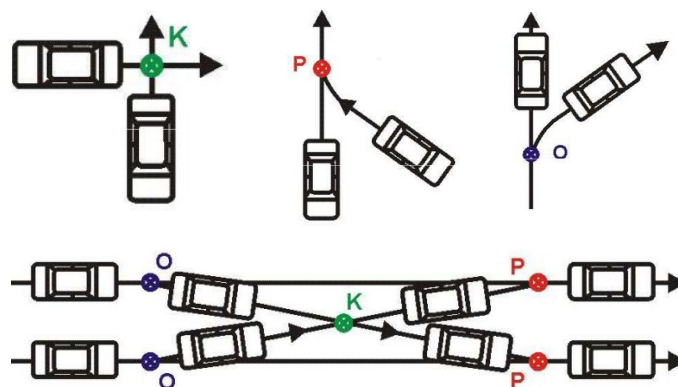
- u člověka můžeme zvažovat jeho zdravotní stav, chování, míru znalostí a zkušeností,
- u vozidel se zaměřujeme na jejich bezpečnostní prvky, spolehlivost, stavbu karoserie a stav brzdového systému,
- pro komunikaci a prostředí kolem to mohou být překážky na trati, nesprávné dopravní značení, špatný stav dopravní cesty.

3 ÚZEMNÍ PLÁNOVÁNÍ KŘÍŽOVATEK

Již v době, kdy dopravní cesty byly jen vyšlapané stezky pralidí od obydlí za potravou, docházelo k jejich křížení. Lidé se na nich setkávali, vyhýbali se, aby spěchali za svou prací, nebo se naopak zastavovali a prohodili pár slov. I dnes jsou styky dvou a více cest velice významná místa. Ovšem s technologickým pokrokem, změnou dopravních prostředků a stálým zvyšováním rychlosti dopravy nepřináší tato místa zdaleka tak příjemný význam, tak jako před lety (BESIP, 2017).

Krajčovič (2015) poukazuje na to, že s časovým posunem a technologickým pokrokem ve vývoji je křižovatka označována jako místo dopravní infrastruktury, kde se v půdorysném průmětu protínají pozemní komunikace a alespoň dvě z nich jsou navzájem propojeny. Nemusí se protínat, mohou se pouze stýkat. Pokud bychom chtěli označit za křižovatku místo, kde se připojují např. cesty k nemovitostem, lesní nebo polní cesty, máme smůlu. Připojení takových cest křižovatku netvoří.

Ať chceme nebo ne, křižovatka je místem, kde dochází k tzv. kolizním bodům, jinak řečeno kolizním plochám. Jsou to místa, kde se uskutečňuje křížování DP. Tato místa se vyskytují na všech typech křižovatek. Jejich počet je odvozen od typu křižovatky a celkové hustoty provozu. Pokud bude mít křižovatka více ramen, a tedy více možností, kam DP mohou jet, bude zde více kolizních bodů. Na obrázku č. 4 lze vidět kolizní body, a to K jako křížný, P jako přípojný, O jako odbočný a spojení všech tří je označeno situací průletovou (Dorda, nedatováno).



Obrázek 4 Kolizní body (Kotas, 2002)

3.1 Rozdělení křižovatek

Křižovatky jako takové můžeme rozdělit podle několika kritérií. Jedním z takovýchto dělení je podle přítomnosti řízení, respektive jestli je provoz korigován světelným signalizačním

zařízením (dále jen SSZ). Dále je možné křižovatky rozdělit podle výškových úrovní, kde rozlišujeme typy kolizních bodů a jejich výskyt. Poslední dělení, které je součástí mé vědecké práce je podle tvaru, respektive podle počtu ramen (Dorda, nedatováno).

3.1.1 Rozdělení křižovatek podle úrovně řízení

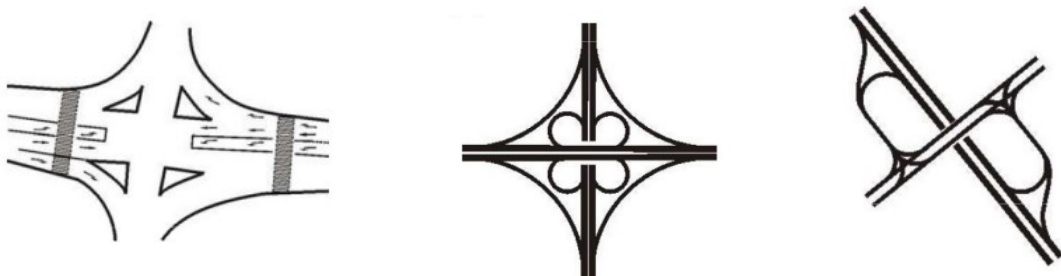
Široký (2020) na základě přítomnosti či nepřítomnosti řízení rozděluje křižovatky na:

- neřízené – neobsahují SSZ, nejsou tedy stanoveny intervaly signálních časů světelných signálů a dění na křižovatce je utvářeno podle přednosti v jízdě, hlavní a vedlejší silnice a dalších aspektů,
- řízené – tento typ křižovatky bude právě přesným opakem neřízené, kdy se bavíme o přítomnosti SSZ a přesně stanovených intervalech světelných signálů, které udávají přednost v jízdě.

3.1.2 Rozdělení křižovatek podle výškových úrovní

Výškové úrovně hrají významnou roli při určování typů kolizních bodů na křižovatkách. Dorda (nedatováno) uvádí dělení křižovatek *podle výškových úrovní na jednotlivé typy*:

- *úrovňové – překřížení, resp. styk os křižujících se komunikací probíhá v jedné výškové úrovni, může obsahovat všechny typy kolizních bodů,*
- *mimoúrovňové – pozemní komunikace se kříží na dvou či více různých výškových úrovních, neobsahuje křížné kolizní body,*
- *neúplně mimoúrovňové – kombinace úrovňové a mimoúrovňové křižovatky, může obsahovat křížné kolizní body.*



Obrázek 5 Křižovatka úrovňová, mimoúrovňová a neúplně mimoúrovňová (Dorda, nedatováno)

3.1.3 Rozdělení úrovnových křižovatek podle počtu ramen

Toto dělení můžeme nazvat buď podle počtu ramen, nebo také podle tvaru křižovatky. Pokud má křižovatka více ramen, má jiný tvar a zároveň se stává jiným typem křižovatky.

Kotas (2002) uvádí dělení křižovatek *podle počtu ramen na křižovatky*:

- *stykové – tříramenná křižovatka ve tvaru písmene T,*
- *průsečné – čtyřramenná křižovatka ve tvaru písmene X,*
- *odsazené – čtyřramenná křižovatka s dvěma stykovými křižovatkami umístěnými v určité vzdálenosti od sebe,*
- *vidlicové – tříramenná křižovatka ve tvaru písmene Y,*
- *hvězdicové – pěti a víceramenné křižovatky,*
- *okružní – tří a víceramenná se středním ostrovem kruhového tvaru.*



Obrázek 6 Typy křižovatek podle počtu ramen (Krajčovič, 2015)

3.2 Okružní křižovatka

Jedná se o křižovatku, jež ve své podstatě zahrnuje středový ostrůvek kulatého tvaru, a DP se okolo tohoto ostrůvku pohybují. Řidiči, kteří chtějí tento typ křižovatky použít, musí se svým vozidlem do prostoru křižovatky vjíždět odbočením vpravo. To je pro okružní křižovatku typické. Vyskytují se na úrovnovém křížení.

Budování okružních křižovatek je v dnešní době velkým trendem, a to z důvodu přinášení mnoha výhod. Asi tou největší výhodou je nízký počet kolizních bodů. Jak bylo řečeno, jsou to ta místa, kde se auta kříží, odpojují nebo připojují. Okružní křižovatka s jedním jízdním pruhem má pouze 8 kolizních bodů. Naproti tomu průsečná křižovatka může mít až 32 takovýchto kolizních bodů. Mezi další výhodou spojenou s budováním okružních křižovatek

lze zařadit také celkové zpomalení a zklidnění silničního provozu, a tedy i zvýšení bezpečnosti dopravy. Pokud by ovšem k nehodě došlo, bude se jednat spíše o nehodu s hmotnou škodou, bez závažných zranění účastníků provozu či ztrátě na životech, a to právě díky snížené rychlosti vozidel. Předností těchto typů křižovatek je neměnná, stálá a jasná přednost v jízdě. Vozidla vyskytující se na okružní křižovatce mají přednost před těmi, které na okružní křižovatku vjíždějí. Poslední výhodou, jež zde uvedu, je estetičnost. Díky kruhovému ostrůvku, který je většinou osázen květinami nebo travinami, lze okružní křižovatku označit za estetický element prostředí. Je ale nutné zdůraznit, že tato výhoda je spojena s estetikou, nikoliv s vlivem na dopravu či provoz.

Naproti výhodám stojí samozřejmě i nevýhody. Může se jednat o stavební úpravy, kdy je pro výstavbu okružních křižovatek zapotřebí rozsáhlejších stavebních úprav než u jiných typů. Má to souvislost s větším záborem pozemků. Další nevýhodou je omezený průjezd nadměrných vozidel, a z tohoto důvodu bývají okružní křižovatky navrhovány tak, aby byl jejich provoz nebo provoz nadměrného nákladu zajištěn. Negativní vliv na okružní křižovatky mají chodci na přechodech, pokud je zde přítomný zatížený přechod, který se stane příčinou omezení nebo zastavení provozu na křižovatce. Velkou kapitolou je cyklistická doprava na okružních křižovatkách, a to z toho důvodu, jestli cyklisty zařadit mezi chodce v přidruženém prostoru, nebo ji spojit s ostatní dopravou. Jedno je ale jisté, jsou velmi často účastníkem dopravních nehod a často bývají i příčinou jejich vzniku (Čiháčková a Kosňovský, 2014).

S budováním a realizací čehokoliv nového jsou neodmyslitelně spojeny náklady. U křižovatek tomu není jinak. Nicméně je zapotřebí si tyto náklady rozdělit, a to do dvou skupin. Jedná se o prvotní náklady na jejich výstavbu a dále na jejich provoz a údržbu. U okružních křižovatek se setkáme s vyššími prvotními náklady v řádech miliónu korun, ale náklady na jejich údržbu jsou takřka nulové. Jedná se víceméně o péči rostlinstva na středovém ostrůvku. U křižovatek se SSZ jsou počáteční náklady také v řádech miliónů, ale tato částka bývá zpravidla nižší než u okružních křižovatek. Hlavní rozdíl je v nákladech na provoz a údržbu. Ty se pohybují v desítkách až stovkách tisíc korun za rok. Jedná se o náklady na pravidelné revize, spotřebu elektrické energie a také na pracovní vozidla a pracovníky s potřebnou kvalifikací, kteří údržbu a opravy provádí (Čiháčková a Kosňovský, 2014).

3.2.1 Mini okružní křižovatka

Pro křižovatku tohoto typu je charakteristické, že bývá navrhována jen na silnicích a místních komunikacích a zejména v obytné zástavbě. Vnější průměr okružního pásu je menší nebo roven 23 m a má pouze jeden jízdní pruh. Vjezd do křižovatky i výjezd z ní jsou jednopruhé a na stejném paprsku nemusí být odděleny dělicím směrovacím ostrůvkem. Dbá se opět na bezpečnost, ale mini okružní křižovatka je určena pouze pro osobní vozidla případně dodávky. Absence středového ostrůvku není povolena. Navrhujeme ji ve většině případů se zpevněným středovým ostrůvkem, někdy je možné ho vyznačit pouze opticky. Pokud budou chtít křižovatku použít větší vozidla, musí přejet přes středový ostrůvek, který je tvořen z jiného materiálu než okružní pás křižovatky. Jedná se zejména o beton či kámen (Technické podmínky 135, 2017).

3.2.2 Turbo-okružní křižovatka

Vedle jednoduchých jednopruhových okružních křižovatek stojí tzv. turbo-okružní křižovatky, které se mohou pyšnit dvěma výhodami oproti jiným křižovatkám. První výhodou je nepochybně snížení počtu kolizních bodů, a tedy i snížení nehodovosti a zvýšení bezpečnosti účastníků provozu. Druhým pozitivem je snížení rychlosti vozidel v zónách určených pro vjezd, výjezd i v oblasti okružního pásu. Faktem je, že řidiči pohybující se po vnějším pruhu na turbo okružní křižovatce dosahují menší rychlosti než na okružních křižovatkách se dvěma jízdními pruhy. Celkovým smyslem tvorby turbo okružních křižovatek je zvýšení kapacity projíždějících vozidel, než je tomu u jednopruhových kruhových objezdů, nicméně při zachování určité míry bezpečnosti (Silva et al., 2014).

3.3 Termíny týkající se okružních křižovatek

Abychom se mohli bavit o navrhování křižovatek, musíme si definovat alespoň pár pojmů, které budou použity v praktické části bakalářské práce.

Okružní pás křižovatky – je jízdní pás v šířce zpevnění vozovky okolo středového ostrova (vozovka včetně zpevněných krajnic a případného fyzického oddělení jízdních pruhů). Šířka okružního pásu závisí na vnějším průměru okružní křižovatky. Čím je vnější průměr křižovatky větší, tím je šířka okružního pásu menší (TP 135, 2017).

Vnější průměr JOK	Šířka okružního pásu	Šířka prstence	Průměr nezpevněné části středového ostrova
D [m]	a_{op} [m]	a_p [m]	D_{so} [m]
24	7,00	2,70	4,60
26	6,60	2,30	8,20
28	6,20	2,10	11,40
30	6,00	1,80	14,40
32	5,80	1,60	17,20
34	5,50	1,50	20,00
36	5,40	1,30	22,60
38	5,30	1,20	25,00
40	5,10	1,20	27,40
42	5,00	1,10	29,80
44	4,90	1,00	32,20
46	4,80	1,00	34,40
48	4,70	1,00	36,60
50	4,70	1,00	38,60

Obrázek 7 Šířkové uspořádání jednopruhé okružní křižovatky (TP 135, 2017)

Prstenec – jedná se nerovný zpevněný prvek, který se vyskytuje u JOK případně TOK na vnějším okraji středového ostrova. Je navrhován tak, aby mohl být vozidly přejížděn a slouží pro zajištění omezení rychlosti vozidel. Opět platí, čím je průměr JOK větší, tím je šířka prstence menší (TP 135, 2017).

Spojovací větev křižovatky – představuje jízdní pruh spojující dva sousední paprsky okružní křižovatky bez zásahu do okružního pásu. Díky tomuto prvku dochází ke zmírnění provozu na okružním pásu (TP 135, 2017).

Středový ostrov – představuje kruhovou nebo kruhu podobnou překážku uprostřed kruhového objezdu, která slouží pro usměrnění pohybu vozidel po okružním pásu (TP 135, 2017).

4 SOFTWARE PTV VISSIM

Jedná se o software na profesionální úrovni pro simulaci multimodální dopravy, kde pomocí různých funkcí a možností vložení lze vkládat všechny účastníky dopravního provozu. Slouží tedy pro tvorbu modelu se všemi potřebnými náležitostmi a dále pro simulaci námi vytvořeného modelu. Jedná se o mikroskopické simulace, které jsou typické vysokým detailem zpracování a interpretace. Díky takové simulaci lze s velkou mírou přesnosti simulovat prostředí, automobilovou dopravu a také chodce a jejich pohyb.

Lze tedy říci, že PTV Vissim propojuje dopravní prostředí a všechny účastníky s ním spojenými. Lze ho použít pro tvorbu jednoduchých i složitějších modelů, a to díky silnicím, křižovatkám, autobusovým zastávkám, chodcům, přechodům, linkám veřejné dopravy, parkovacím místům, dopravním značkám nebo i semaforům a 3D modelům budov a ostatních objektů.

Nabízí nám různé funkce, ať už se jedná o simulaci provozu, simulaci autonomních a propojených vozidel, inteligentní řízení dopravy či modelování emisí z dopravy. PTV Vissim je softwarem používaným projektanty na celém světě a všechny výše zmíněné důvody a funkce z něj dělají software na světové úrovni (PTV Group, 2022).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 MĚSTO NPAJEDLA

Jak je z názvu města zřejmé, je nepochybně spojeno s historií a má hlubší význam. Je to dáno tím, že údolí řeky Moravy tvořilo strategicky velmi důležitý bod s dokonalými podmínkami pro život člověka. Nacházelo se na obchodní stezce a disponovalo příznivými předpoklady pro trvalé osídlení.

Dnes bychom Napajedla popsali spíše jako místo ležící ve Zlínském kraji na hranici Hornomoravského a Dolnomoravského úvalu, na rozmezí regionů Hané, Slovácka a Valašska. Počet obyvatel města dosahuje necelých 7500 obyvatel, kteří žijí na bezmála 20 km².

V současnosti má město mnoho co nabídnout, ať už se jedná o banky, poštu, mateřské i základní školy, lékárny, tělocvičny, hřiště, pohostinství nebo také veřejný vodovod i plynovod a mnoho služeb pro místní obyvatele či obyvatele z okolních obcí. Významným podnikem, který zde sídlí a nachází se přímo u mnou řešené křižovatky, je firma Fatra specializující se na výrobu sortimentu plastických hmot. Zároveň je značným zaměstnavatelem. Doprava po městě i do jejího okolí je zajištěna autobusovými i vlakovými spoji doplněná o možnost využití TAXI služby.

Kvůli nežádoucím mimořádným událostem a krizovým situacím, které ovlivňují životní prostředí, zdraví obyvatel nebo majetek města, je zapotřebí přítomnosti složek, jež se starají o bezpečnost. Jedná se o Městskou policii Napajedla, Policii České republiky, Hasičský záchranný sbor Zlínského kraje a dobrovolné hasiče města Napajedla (město Napajedla, 2023)

6 POPIS ŘEŠENÉ KŘIŽOVATKY

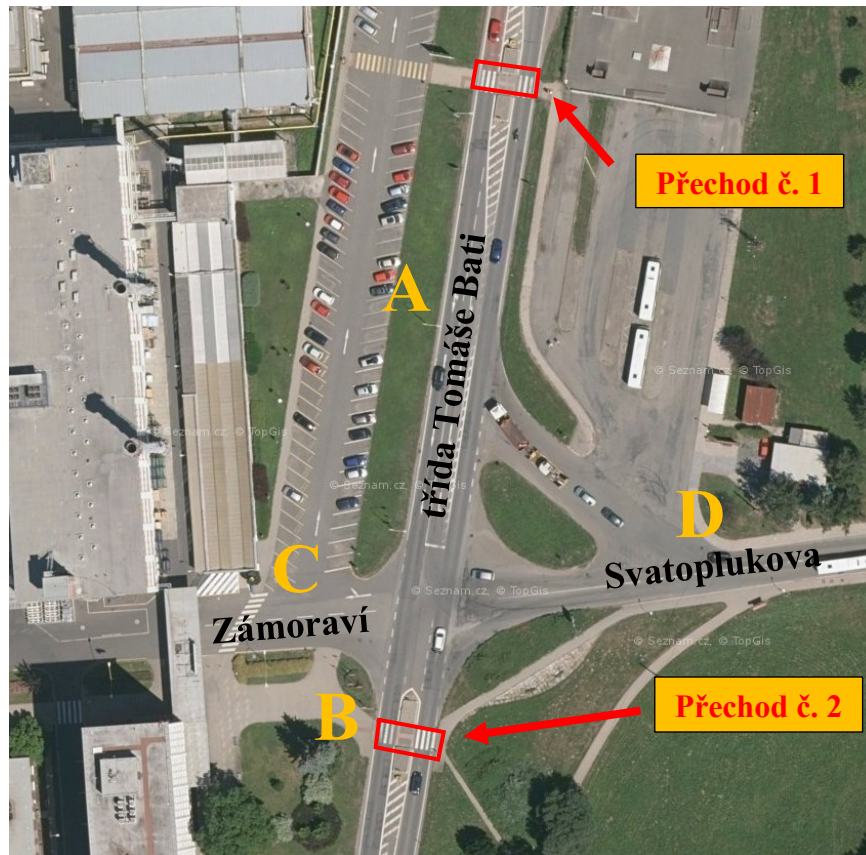
Hlavním cílem je zvýšit bezpečnost a poukázat na nedostatky současného stavu křižovatky z hlediska bezpečnosti v obci Napajedla. Na základě zjištěných nedostatků bude cílem vytvořit optimalizovaný návrh řešení doplněný o bezpečnostní prvky pomocí naplnění dílčích cílů, což představuje tvorbu modelů a jejich následné uvedení do simulace. Metody potřebné pro naplnění cíle jsou analýza, pozorování a sčítání dopravy spolu s modelováním a simulováním v softwaru PTV Vissim.

Vybraná křižovatka se nachází na okraji města a je tvořena třídou Tomáše Bati a ulicemi Svatoplukova a Zámoraví. Jedná se o čtyřramennou úrovnovou křižovatku s přímou hlavní pozemní komunikací. Třída Tomáše Bati je česká silnice I. třídy s označením I/55, která slouží zejména k propojení Zlínského, Olomouckého a Jihomoravského kraje dále pokračující do Rakouska. Pro Českou republiku má podstatný význam jako páteří silnice. Druhou silnicí tvořící řešenou křižovatku je silnice III. třídy s názvem Svatoplukova a jedná se o hlavní ulici, která vede z centra města směrem k silnici I/55. Šlo by ji popsat i jako spojnicí přes řeku Moravu mezi obytnou částí města a částí průmyslovou, kde nejrozsáhlejší firmou je firma Fatra a.s. Posledním ramenem je ulice Zámoraví. Vzhledem k řešené křižovatce slouží jako vjezd na parkoviště pro pracovníky zmíněné firmy anebo také jako vjezd i výjezd vozidel do firemního komplexu.

Křižovatka není řízena světelným signalizačním značením a v jejím okolí se na třídě Tomáše Bati vyskytují dva dělicí ostrůvky s přechody pro chodce. Další dva přechody se nacházejí u budovy firmy. Chodci přecházející vozovku jsou většinou zaměstnanci firmy Fatra a.s., popřípadě lidé na procházkách. Z mého pohledu nejsou přechody ideálně rozmístěné. Nachází se zde i Autobusové nádraží Napajedla, kam přijíždějí zaměstnanci firmy, kteří nevyužívají dopravu osobním automobilem. Autobusové nádraží s firmou sice spojuje jeden ze dvou přechodů, nicméně vede přes silnici I/55 a pro některé může být velmi vzdálen od hlavní brány firmy. Proto někteří přecházejí přes ulici Svatoplukova, kde přechod nevede, a dále pokračují přes druhý přechod na silnici I/55, který se na rozdíl od prvního nachází přímo před hlavním vstupem do firmy. Zaměstnanci tak za vidinou kratší trasy přecházejí vozovku bez přechodu, a tím zvyšují možné riziko vzniku nehody s ublížením na zdraví a celkově narušují provoz. V tomto vidím velký nedostatek.

Na obrázku č. 7 jsou vidět znázorněná ramena křižovatky a dva přechody pro chodce protínající třídu Tomáše Bati, tedy silnice I/55. Rameno A i rameno B tvoří hlavní tah od

Otrokovic směrem do Starého města a Uherského Hradiště, rameno C slouží pro vjezd a výjezd vozidel firmy a také pro vjezd vozidel na parkoviště před firmou a rameno D je silnicí přes řeku Moravu směřující do centra města.



Obrázek 8 Pohled na křižovatku shora (Mapy.cz, 2023, vlastní zpracování)

Drobné kolony se na křižovatce tvoří zejména mezi 15:00-16:00 hod., a to na ramenech A i D při odbočování vlevo. Z tohoto důvodu jsem vybral zmíněný čas, ve kterém byla sečtena doprava na všech ramenech v pátek jako nejkritičtější den, v neděli jako klidný den a v úterý jako normální pracovní den. Někdy jsou kolony významnějšího charakteru a jsou tvořeny např. 10-15 vozidly, jindy se jedná zhruba o 5 vozidel. V obou případech lze říci, že provoz je plynulý a křižovatka s propustností nemá problém. Problém je ale s místem, které slouží pro vjezd a výjezd autobusů. Pokud účastníci provozu autobusů nedají přednost, kolikrát nemohou autobusy na nádraží vůbec vjet ani vyjet z něj, obzvláště když se vytvoří v daném úseku kolona. Na základě zjištěných nedostatků na sledovaném úseku je cílem nahradit současnou křižovatku křižovatkou okružní, změnit rozmístění přechodů pro chodce a jeden výše zmíněný doplnit. V neposlední řadě změnit polohu místa vjezdu

a výjezdu pro autobusy na nádraží, aby místo zaniklo v ohnisku křižovatky, a bylo tak docíleno větší plynulosti provozu i bezpečnosti.

7 SČÍTÁNÍ DOPRAVY

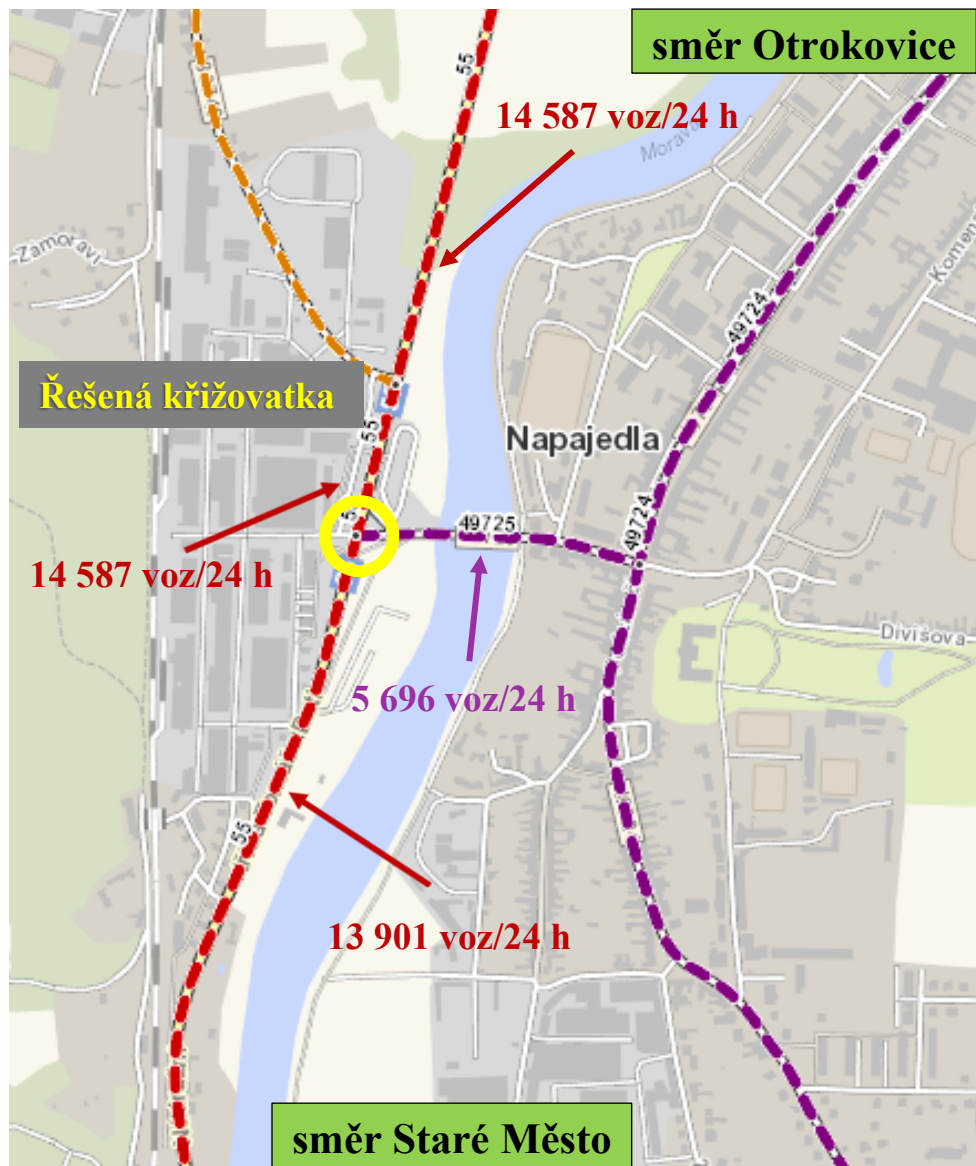
Celostátním sčítáním se zabývá Ředitelství silnic a dálnic ČR, které probíhá v pravidelných pětiletých intervalech nejen na dálnicích a silnicích I. třídy, ale i na silnicích II. třídy a vybraných silnicích III. třídy a místních komunikacích některých statutárních měst. Poslední sčítání proběhlo v roce 2020, ale vzhledem k pandemii a přísným vládním opatřením je výjimečné v tom, že první část sčítání proběhla v druhé polovině roku 2020 a druhá část na jaře 2021. Ze sčítání bylo eliminováno období, kdy vládní opatření měla vysoký dopad na mobilitu osob. Z průzkumu je patrné, že během pandemie byl zaznamenán pokles u dálkové dopravy, která zřejmě byla nahrazena videokonferencemi jako možnou variantou komunikace. Na druhou stranu byl zaregistrován nárůst lehkých nákladních automobilů v příměstských oblastech, a to z důvodu většího využívání doručovacích služeb. Sčítání je prováděno hned z několika důvodů. Mezi cíle lze zařadit např. získání dat pro posuzování vlivu provozu na ŽP, pořídit aktuální informace o zatížení dálnic a silnic na území ČR nebo obstarat potřebné podklady pro předprojektovou, projektovou a investiční přípravu staveb pozemních komunikací.

Na obrázku č. 8 lze vidět 4 měřené úseky s roční průměrnou denní intenzitou dopravy (dále jen RPDI) za 24 hodin. Hodnota popisuje průměrný počet vozidel projetých na daném úseku. Silnice I/55 je tvořena třemi červenými úseky, čtvrtý úsek fialové barvy znázorňuje ulici Svatoplukovu. Rozdílnost barev má své opodstatnění. Přerušovaná červená značí úsek s intenzitou 10 001-15 000 voz/24 h a fialová přerušovaná 5 001-7 000 voz/24 h.

Každý sčítací úsek má své číselné označení, podle kterého je dohledatelný v databázi. Silnice III. třídy ulice Svatoplukova má pro ukázkou označení 6-7491.

Žlutou barvou je zaznačena řešená křižovatka, kde se výše uvedené cesty střetávají.

Jak bylo výše zmíněno, rameno A a B tvoří v Napajedlích silnici I/55 od Otrokovic ve směru Staré Město. Jak lze z obrázku vyčíst, průměrná intenzita dopravy na úseku silnice I/55 blíže k Otrokovickým je 14 587 voz/24 h. Nicméně na úseku za nově postaveným kruhovým objezdem směrem na Otrokovice, který se ještě nachází v Napajedlích, dosahuje průměrná intenzita dopravy 20 574 voz/24 h. Je to způsobeno tím, že do kruhového objezdu vstupuje navíc pozemní komunikace vedoucí z centra města Napajedla a výjezd z dálnice D55. Na zvyšování počtu vozidel se podílí také vozidla jedoucí ze Zlína v tomto směru. Tento úsek je typický sáhodlouhými kolonami, které v páteční špičce dosahují řádově stovky metrů.



Obrázek 9 Mapa sčítání dopravy na zkoumaném úseku za rok 2020 (ŘSD ČR, 2023, vlastní zpracování)

Na obrázku č. 9 vidíme konkrétní tabulku sčítání dopravy pro úsek 6-0756, což je část silnice I/55., která je ale vypracovaná ke každému změřenému úseku a obsahuje detailní informace o RPDÍ nejen za všechny dny dohromady, ale také zvláště za pracovní dny nebo volné dny mimo svátků. Pokud bychom chtěli, můžeme z tabulky vyčíst hodinovou intenzitu dopravy, popřípadě intenzitu dopravy pro hlukové a emisní výpočty. Spodní část tabulky je věnována cyklistické dopravě, která se řídí podle vzorce počet cyklistů za den.

V horní části tabulky jsou umístěny zkratky označující jednotlivé typy vozidel, které se na úseku vyskytují, v některých případech nevyskytují. Kompletní seznam použitých zkratek bude umístěn v přílohách jako Příloha 1. Nejvíce nás budou zajímat tyto zkratky: TV označující těžká motorová vozidla celkem, O popisující osobní a dodávková vozidla bez

přívěsů i s přívěsy, M jako jednostopá motorová vozidla a SV, což je součet všech vozidel, kterého docílíme sečtením TV+O+M. V tomto případě tedy platí, že po sečtení 3 247 voz., 11 226 voz. a 114 voz. dosáhneme hodnoty 14 587 voz/den. Pokud se zaměříme na hodnotu 11 226 voz., která přísluší osobním a dodávkovým vozidlům bez přívěsů i s přívěsy, jejich podíl činí bezmála 77 % z celkového počtu všech vozidel. Ostatní zkratky vozidel označují pouze detailní rozdělení těžkých motorových vozidel a těchto kategorií je 10. Cyklistů v úseku projede průměrně 37 za den a zvláštností je, že kloubových autobusů se zkratkou AK zde průměrně projede 1 denně, i když takové zde v rámci hromadné dopravy nejezdí.

Tabulku pro všechny úseky, kde proběhlo sčítání dopravy, je možné najít na stránkách ŘSD ČR v záložce celostátní sčítání dopravy v základních informacích nebo na interaktivní mapě po rozkliknutí vybraného úseku.

Sčítání dopravy 2020 (sč.úsek: 6-0756)														... 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	1 442	519	100	188	86	888	17	1	3	3	3 247	11 226	114	14 587			
RPDI - pracovní den (Po-Pá)		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV			
RPDI - pracovní den (Po-Pá)	voz/den	1 772	683	132	247	114	1 174	21	1	4	4	4 152	11 853	106	16 111			
RPDI - volné dny (mimo svátky)		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV			
RPDI - volné dny (mimo svátky)	voz/den	609	104	19	38	16	165	7	0	1	1	960	9 642	134	10 736			
Hodinová intenzita dopravy													TV	SV				
Padesátirázová intenzita dopravy	voz/h												334	1 502				
Špičková hodinová intenzita dopravy	voz/h												308	1 386				
Těžká nákladní vozidla - TNV													TNV					
Hodnota TNV	voz/den													3 222				
Intenzita dopravy pro hlukové a emisní výpočty		dle CNOSSOS-EU	I1	I2	I3	I4	Celkem	dle Manuálu 2020				OAL	NAL	NS	Celkem			
Roční průměr intenzit. den (06-18)	voz/den	Vysvětlení viz	9 382	756	926	87	11 151	Vysvětlení viz				9 413	963	763	11 139			
Roční průměr intenzit. večer (18-22)	voz/den	Podrobné výsledky	1 639	58	94	15	1 806	Podrobné výsledky				1 645	74	94	1 813			
Roční průměr intenzit. noc (22-06)	voz/den		1 214	153	251	12	1 630					1 219	195	221	1 635			
Emise													OA	LNA	TNA	NS	BUS	Celkem
Roční špičková hodinová intenzita dopravy	voz/h												1 622	206	102	154	3	2 087
Koefficienty nerovnoměrnosti dopravy													alfa	beta	gamma	PS		
Koefficient nerovnoměrnosti dopravy	-												1,00	0,96	1,04	50:50		
Intenzita cyklistické dopravy													C					
Cyklistická doprava	cyklo/den												37					

Obrázek 10 Sčítání dopravy na úseku 6-0756 za rok 2020 (ŘSD ČR, 2023)

8 STATISTIKA NEHODOVOSTI

Abychom mohli mluvit o vzniklých nehodách na vybrané křižovatce, je zapotřebí si definovat, co to vůbec dopravní nehoda je a co musí splňovat, aby se o dopravní nehodu jednalo.

Policie ČR (2023) uvádí, že *dopravní nehoda je událost v provozu na pozemních komunikacích, například havárie nebo srážka, která se stala nebo byla započata na pozemní komunikaci a při níž dojde k usmrcení nebo zranění osoby nebo ke škodě na majetku v přímé souvislosti s provozem vozidla v pohybu.*

Pro zobrazení vzniklých nehod byla použita mapa, kde jsou evidované dopravní nehody Policií ČR. V první řadě vybereme lokalitu, dále pomocí časové osy lze vybrat pouze úsek, který chceme sledovat, a je možné vybrat si zobrazení pouze určitých druhů dopravních nehod, ať už s lehkým zraněním, těžkým zraněním, hmotnou škodou či následkem smrti. Podle námi nastavených parametrů se v mapě zobrazují nehody na místě, kde vznikly doplněné o informace jako datum vzniku nehody, druh nehody, příčina nehody a také výše hmotné škody.

Zvolil jsem sledované období leden 2012–leden 2022, tedy 10 let. Za tuto dobu na křižovatce a v jejím okolí vzniklo 28 nehod, z čehož je 22 na řešené křižovatce a blízkém příjezdu k ní a 6 v areálu firmy Fatra, ty do statistiky v této práci nebudu dále zahrnovat. Zadaná lokalita je podle předvolby Napajedla (Obce). V tabulce č. 1 zobrazuji jednotlivé druhy nehod, jejich počet a podíl na celkovém počtu včetně hmotné škody, která dopravní nehodou vznikla.

Tabulka 1 - Rozdělení dopravních nehod dle následků (Policie ČR, 2023, vlastní zpracování)

Druh dopravní nehody	Počet	Podíl [%]	Hmotná škoda [Kč]
DN s hmotnou škodou	6	27,3	504 000
DN s lehkým zraněním	13	59,1	836 900
DN s těžkým zraněním	2	9,1	509 000
DN s následkem smrti	1	4,5	300 000
Celkem	22	100	2 149 900

Z tabulky je zřejmé, že nejvíce DN bylo za sledované období s následkem lehkého zranění, nejméně s následkem smrti. Celkový počet DN v obci Napajedla za sledovaných 10 let dosáhl čísla 534. Znamená to, že podíl nehod na křižovatce a její okolních cestách vůči všem nehodám v obci dosahuje něco málo přes 4 %. Pokud budeme tuto úvahu aplikovat vůči celé ČR, kde počet DN dosahoval za zmiňovaných 10 let 950 000, výsledný podíl je zanedbatelný. Proto zde podíl DN na řešené křižovatce vůči DN v celé ČR nebudu uvádět.

Pro ukázkou je vložen obrázek č. 10, který vyobrazuje DN zaznačené v mapě s detailem na nehodu na ulici Svatoplukova, kde je možné zjistit přesný datum nehody, její druh a příčinu, jak a kolik osob bylo zraněno a celkovou výši hmotné škody.



Obrázek 11 Mapa DN s detailem na jednu z nich (Policie ČR, 2023, vlastní zpracování)

Pro zobrazení nehodovosti na území ČR slouží buď výše použitá mapa z evidence DN Policie ČR nebo aplikace Dopravní nehody v ČR, kterou provozuje Centrum dopravního výzkumu v.v.i. Zajímavostí a hlavní předností této aplikace je opravdu detailní popis nehody a dozvíme se o ní prakticky vše, jako např. jaký je zde druh vozovky, jaký byl stav vozovky v době nehody, povětrnostní podmínky, viditelnost, rozhledové poměry, o jaký druh vozidla se jednalo, jeho hmotnost, stáří a také detailní popis účastníků nehody jako kategorie řidiče, nejvyšší ukončené vzdělání, délka řidičské praxe a také pohlaví a věk.

9 SIMULACE SOUČASNÉHO STAVU

Pro vytvoření modelu a jeho následné uvedení do simulace bylo zapotřebí získat co nejpřesnější údaje o tom, kolik DP projede zmíněným úsekem, a to křižovatkou v Napajedlích. Pro získání těchto údajů jsem zvolil metodu vlastního pozorování, kdy jsem jako reprezentativní vzorek zvolil části tří dnů v týdnu. Konkrétně se jednalo o dny pátek, neděle a úterý, kdy každý den bylo provedeno pozorování v období mezi 15:00-16:00 hodinou. Zvolený čas byl na základě dopravní špičky, která v tuto hodinu vzniká, a výběr těchto tří dní byl zvolen za účelem viditelného rozdílu. Pátek jakožto zástupce nejrušnějšího pracovního dne dosahoval nejvyšších hodnot sčítání dopravy, neděle jako den víkendu byla za všech dní nejslabší a úterý představující obyčejný pracovní den dosahovalo středních hodnot, pokud budeme brát v potaz pouze tyto tři sledované dny. Pro tvorbu modelu a následné simulace současného stavu v softwaru PTV Vissim byl vybrán pátek jakožto den s nejvyšším výskytem vozidel mezi 15:00-16:00 hodinou.

V následující tabulce jsou uvedeny zmíněné dny pouze s celkovým sčítáním dopravy. Informace o tom, kolik bylo pozorování zaznamenáno osobních automobilů, kamionů a autobusů, budou uvedeny v přílohách společně se všemi možnými trasami na křižovatce.

Tabulka 2 Sčítání dopravy (vlastní zpracování)

Sčítání dopravy mezi 15:00-16:00 h	
Pátek (21. 10. 2022)	1041 voz/h
Neděle (23. 10. 2022)	734 voz/h
Úterý (25. 10. 2022)	918 voz/h

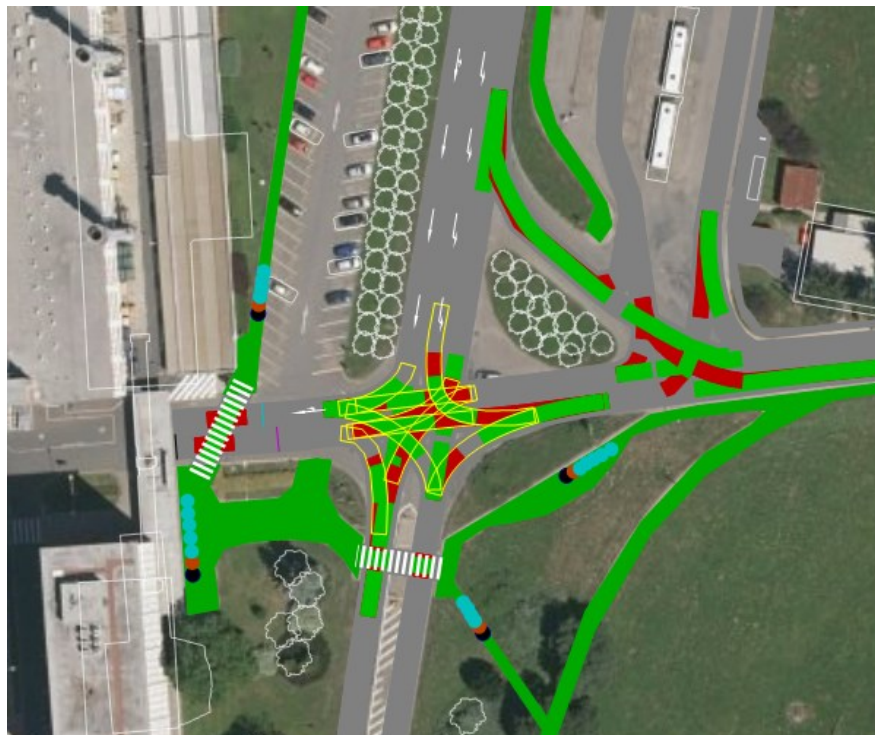
Křižovatka je tedy čtyřramenná, průsečná a auta jedoucí z každého směru mají 3 různé varianty, kam pokračovat v cestě. Celkově existuje 12 variant, odkud kam mohou auta na křižovatce jet.

Pro tvorbu modelu v softwaru PTV Vissim je zapotřebí nejprve si zvolit vhodný podklad pro práci. Je možné tvořit na přednastaveném mapovém podkladu Země, kde si příslušnou oblast najdeme a kopírujeme realitu. Můžeme také podklad odstranit a tvořit na volné ploše, já jsem nakonec zvolil podklad z Mapy.cz jako výstřižek požadované oblasti z letecké mapy. Dále

je důležité nastavit si vhodné měřítko, aby vložené entity jako cesty a jejich šířka, dopravní prostředky a 3D modely odpovídaly svojí velikostí mapovému podkladu.

Zásadním krokem je vkládání silnic do mapového podkladu, díky kterým vytvoříme část infrastruktury sledovaného úseku. Šířka jízdních pruhů byla nastavena na 3,5 metru dle České technické normy – Projektování místních komunikací ČSN 73 6110, pro jízdní pruhy komunikace v zastavěném území. Důležité je, aby všechny jízdní pruhy byly propojené, jak mají, jinak by model nešel uvést do simulace. Součástí jízdních pruhů je také jejich značení, které označují příslušný směr jízdy.

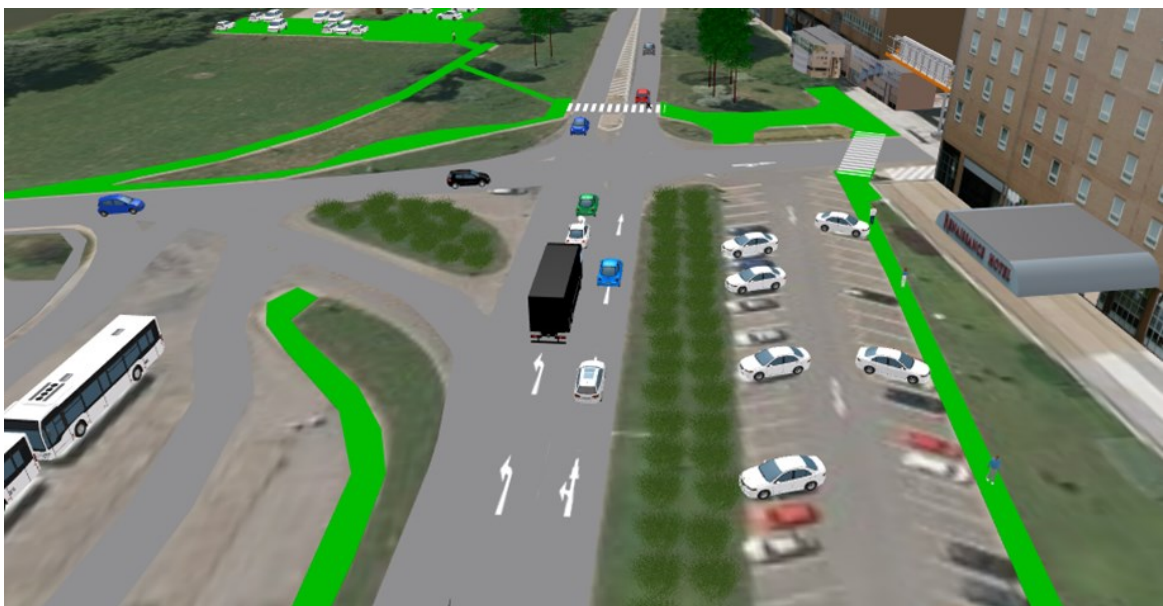
Model by se neobešel bez vložených vozidel, které jsem v tomto případě vkládal na každé rameno křižovatky. Druhou funkcí, která je s vkládáním vozidel jakožto inputů spojena, je funkce určující možnosti jízdy vozidel. Pokud umístím input vozidel na jedno z ramen, tato vozidla mohou dále pokračovat třemi směry na zbývajících 3 ramena. Počet vozidel vkládaných do modelu byl na základě vlastního pozorování a lišil se tím, o který den se jednalo. Nejvíce byla křižovatka ze sledovaných tří dní vytižena v pátek a pro představu zde zmíním právě páteční hodnoty. Na ramenu A bylo pozorováním zaznamenáno 513 voz/h, na ramenu B 268 voz/h, na ramenu C byl umístěn vstup pouze se 2 voz/h a rameno D disponovalo vstupem 258 voz/h. Aby model a následná simulace nejvíce odpovídaly realitě, důležitým krokem bylo jednotlivé výstupy procentuálně nastavit podle naměřených hodnot.



Obrázek 12 Zachycení konfliktních zón a oblastní se sníženou rychlostí DP v ohnisku křižovatky (vlastní zpracování)

Pro dodržení pravidel provozu slouží funkce konfliktních bodů, kde se nám jednotlivé body střetu zobrazí a my vybereme, kdo má před kým přednost. Takto aplikujeme v celém modelu, aby byla dodržena pravidla provozu a byla zachována bezpečnost. Samozřejmě platí, že čím více je křižovatka komplikovanější a víceramenná, vyskytuje se zde více konfliktních bodů. Z tohoto důvodu bude novým návrhem právě zmiňovaná okružní křižovatka, která má takových konfliktních zón pouze 8, a to při vjezdu nebo výjezdu, pokud se ovšem jedná o kruhový objezd se čtyřmi rameny. Pro srovnání, průsečná křižovatka může mít až 32 takových ploch. Pro zachování bezpečnosti a také přiblížení se reálné situaci byla použita funkce na snížení rychlosti v určitých částech, přesněji v jádru křižovatky, a to na 12 km/h.

Součástí modelu jsou i chodci, kteří se pohybují po znázorněných pro ně určených oblastech. Jednotlivé oblasti jsou propojeny přechody pro chodce, které byly vytvořeny pomocí cest, jako je tomu u jízdnic pruhů pro DP, jenom se muselo nastavit značení pro přechod. Podobně jako u jízdnic pruhů se vkládají vstupy s příslušnou hodnotou, v tomto případě se jednalo o vstupy chodců v jednotlivých oblastech určených pro chodce. Je zapotřebí určit trasy chodců s jednotlivými výstupy, aby se mohly při spuštění simulace pohybovat. Nejvíce chodců bylo vloženo do oblasti, kde se nachází hlavní brána firmy Fatra. Lidé v tuto dobu odcházejí z práce, a to buď na parkoviště před firmou, nebo musí přejít přes hlavní cestu na vzdálené parkoviště.



Obrázek 13 Pohled na řešenou křižovatku ze směru Otrokovice (vlastní zpracování)

U výše přidaného pohledu, který je nasimulován tak, aby odpovídal pátečnímu stavu mezi 15:00-16:00 (myšleno počet vozidel na jednotlivých vstupech), můžeme vidět, že kolony na cestách nevznikají. Ano, někdy se může stát, že vznikne kolona o 10 vozidlech, nicméně tento jev rozhodně není pravidelný, a proto bych tuto křižovatku označil jako dobře propustnou. Návrh nového řešení bude spočívat v nahrazení současného stavu kruhovým objezdem, úpravou značení a úpravou přechodů tak, aby byla zvýšena bezpečnost. Zvýšení bezpečnosti je totiž optimalizačním kritériem této práce.

Pohled na řešenou křižovatku je po uplynutí zahřívacího času simulace, aby se naplnila vozidly. Poté se můžeme bavit o modelu reálné situaci, který byl uveden do simulace, a výstupy z něj mají patřičnou vypovídající hodnotu.

Model je doplněn o 3D modely, které dodávají více realistický pohled na řešenou křižovatku. Lze přidávat budovy, autobusové zastávky, statické modely lidí a DP, přírodní elementy a také detailní modely jako jsou lavičky, odpadkové koše, kužely a j.

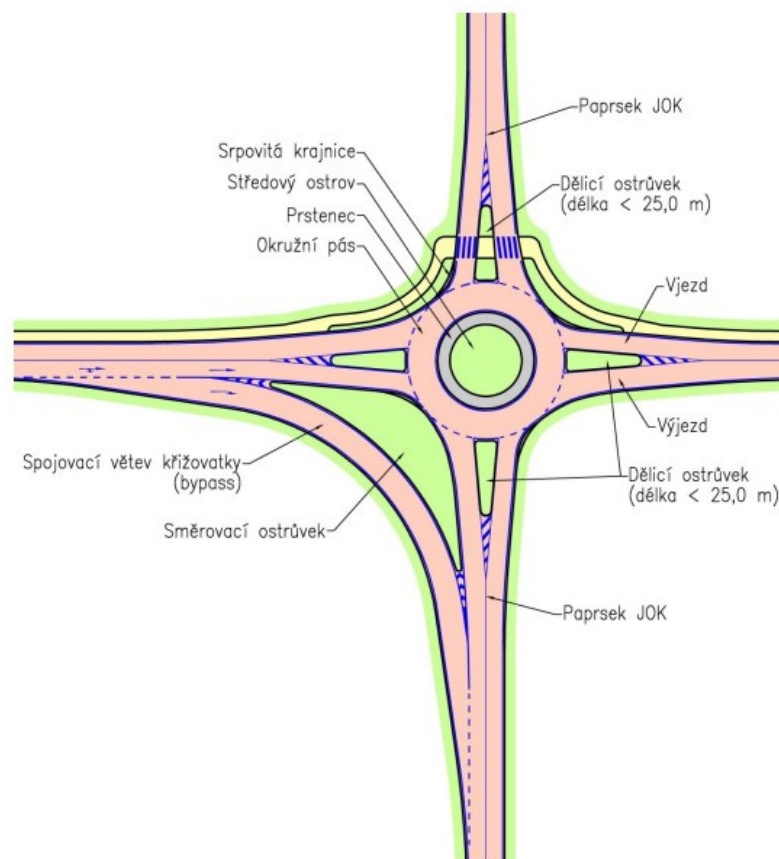


Obrázek 14 Pohled ze směru Staré Město s poukázáním na vzniklou kolonu na rameni D (Google Maps, 2019)

Pro ilustraci, že může vzniknout i větší kolona o 11 vozidlech na řešené křižovatce, jsem použil výstřižek z Google Maps ze září roku 2019. Při mém pozorování a sčítání dopravy v pátek, v neděli i v úterý jsem se nesetkal až s takovou kolonou a rád bych alespoň touto formou poukázal, že i takové kolony mohou na řešené křižovatce občasně vznikat.

10 NÁVRH OPTIMALIZACE

Nový návrh spočíval v hlavní změně, kterou byla náhrada průsečné křižovatky jednopruhovou okružní křižovatkou. Tato křižovatka jako každá jiná má jasně stanovené podmínky a parametry pro její výstavbu, a proto jsem pro vytváření modelu vycházel z TP 135, kde je vše potřebné zmíněno. Její průměr by měl být větší než 23 m a zároveň by neměl přesahovat průměr 50 m. Průměr JOK byl zvolen na 34 m, kde je šířka okružního pásu 5,5 m, šířka prstence 1,5 m a průměr ostrůvku tím pádem dosahuje 20 m, což je také zmíněno v TP 135. Pro představu přikládám obrázek znázorňující jednotlivé části JOK, která shodou okolností odpovídá novému návrhu řešení, a to díky spojovací větví křižovatky.

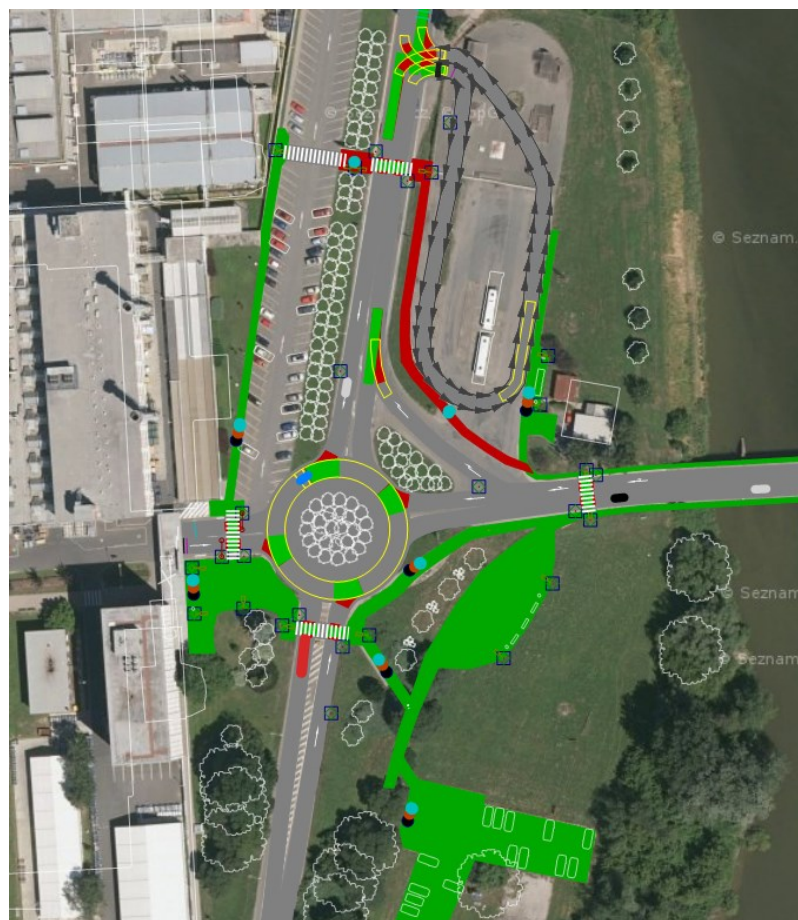


Obrázek 15 Popis částí JOK (TP 135, 2017)

Model a jeho následné uvedení do simulace byl vytvořen v totožném softwaru jako současný stav křižovatky. Pro vytvoření jízdních pruhů jakožto podstatné části infrastruktury byla použita funkce vytváření cest a jejich propojení. Na jednotlivé cesty byly umístěny vstupy vozidel podle vlastního sčítání dopravy o stejných hodnotách, jako tomu bylo u současného stavu. Malou změnou byla tvorba jednotlivých možných cest DP. Pokud by vozidlo jelo po hlavní cestě od Otrokovic směr Staré Město, u současného stavu bychom řekli, že projíždí

jádrem křižovatky a pokračuje po hlavní cestě. U nového návrhu řekneme, že vjíždí na kruhový objezd, opouští ho druhým výjezdem a pokračuje ve své trase. Takto tomu bylo obdobně u všech plánovaných možných tras, ale záleželo na směru jízdy. Jednotlivé možné trasy byly také procentuálně rozpočítány podle vlastního sčítání dopravy.

Model by se neobešel bez určení přednosti v konfliktních bodech, aby byly dodrženy pravidla provozu na PK. V některých částech modelu byly opět uplatněny zóny s omezením rychlosti, a to zejména při pohybu na JOK (25 km/h), při výjezdu ze spojovací větve (12 km/h), při vjezdu, výjezdu i pohybu autobusů na autobusovém nádraží, kde vjezd a výjezd byl snížen na 12 km/h a pohyb u nástupiště na 5 km/h.



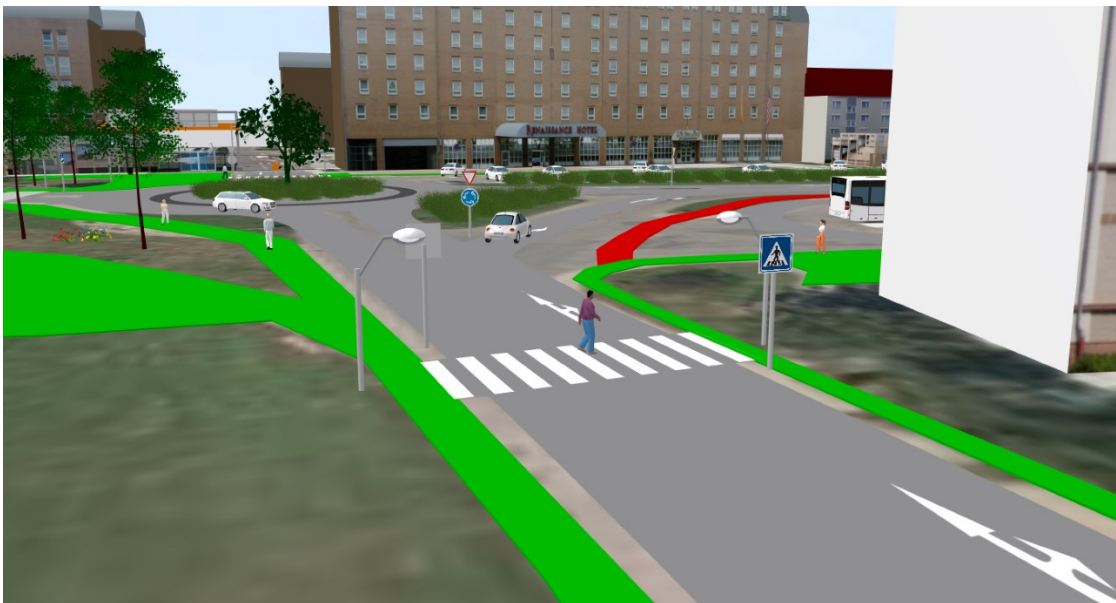
Obrázek 16 Pohled shora na model návrhu optimalizace křižovatky (vlastní zpracování)

Kromě výše zmíněného vidíme přidané elementy, jako tomu bylo u modelování současného stavu, a to např. zóny pro chodce, 2 přechody pro chodce vzdálené 5 m od okružního pásu podle TP 135, značení směru na pozemních komunikacích, autobusové nádraží se změněným místem vjezdu a výjezdu dále od jádra křižovatky a 3D modely pro vytvoření estetického prostředí křižovatky, kdy některé mohou právě poukazovat na zvýšení bezpečnosti díky jejich funkčnosti.

Naplnění zvýšení bezpečnosti jako optimalizačního kritéria

Rozdílů zvyšující bezpečnost je mezi současným stavem a novým návrhem hned několik. Tím nejvýznamnějším je náhrada průsečné křižovatky, která může mít v jádru až 32 kolizních bodů JOK, která disponuje pouze 8 kolizními body, a to při vjezdu a výjezdu. Myšleno samozřejmě za podmínek 4 vjezdů a 4 výjezdů. Zvýšené bezpečnosti dosahujeme také sníženou rychlostí při vjezdu na kruhový objezd, výjezdu z něj i při pohybu na něm.

Druhým prvkem zvyšující bezpečnost je bezpochyby přidaný přechod pro chodce spojující autobusové nádraží a zónu pro chodce vedoucí k přechodu u hlavní brány firmy Fatra. Jeho absenci jsem viděl jako velký nedostatek z pohledu bezpečnosti, neboť chodci přecházeli cestu přes místa ne k tomu určených. S přechody je spojeno také jejich značení pro řidiče jakožto upozornění, že se zde přechod nachází.



Obrázek 17 Nově přidaný přechod pro chodce s příslušným značením a osvětlením (vlastní zpracování)

Jako třetí prvek zvýšení bezpečnosti jsem volil rozmístění osvětlení, které se nachází u přechodů pro chodce, na autobusovém nádraží u nástupiště a také v odpočinkové zóně. Cílem je zvýšit viditelnost chodců zejména na přechodech a při příchodu k nim, a to za tmy.

Čtvrtým prvkem je značení směru jízdy na pozemních komunikacích, které má řidiče upozorňovat na dodržování příslušného směru v jízdním pruhu. Na této křižovatce se asi úplně nepředpokládá, že by řidiči při vjezdu na kruhový objezd volili jiný směr než zatočení vpravo, nicméně pro zvýšení bezpečnosti jsem značení v modelu použil. Umístěny byly

i dopravní značky, které řidiči přikazují dej přednost v jízdě nebo že ho na cestě čeká zmiňovaný kruhový objezd.



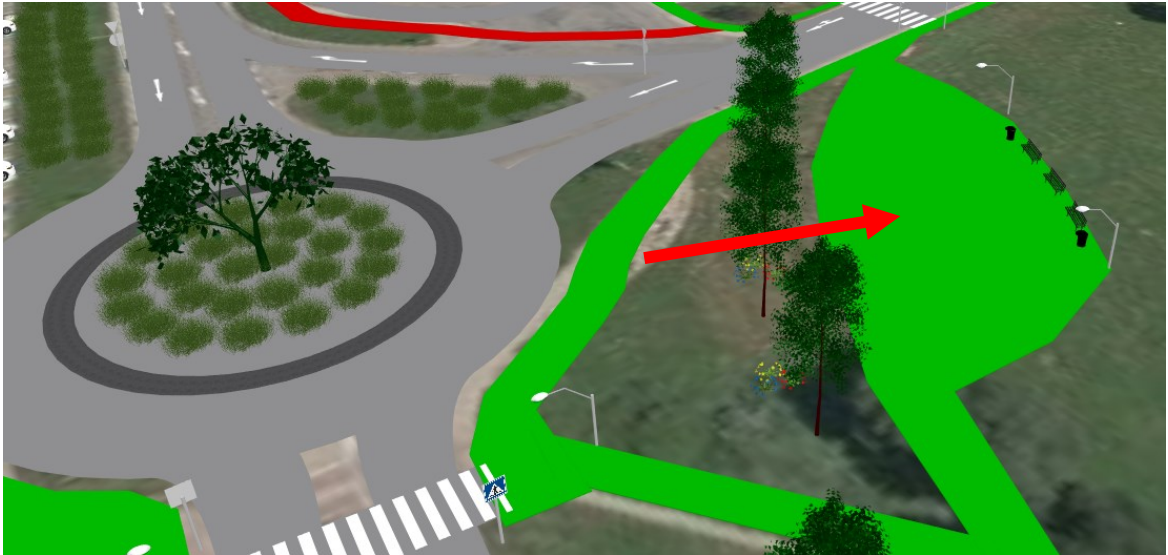
Obrázek 18 Detail na značení směru jízdy a dopravní značku (vlastní zpracování)

Velkým přínosem je pátá úprava, a to změna místa pro vjezd autobusů na autobusové nádraží a výjezd z něj. Současné umístění mi přišlo velmi nepraktické, a to hned ze dvou důvodů. Prvním je, že toto místo leželo velmi blízko jádru křižovatky a druhým, když chtěl autobus vyjet, musel přejet spojovací větev křižovatky, což byl mnohdy problém. Nový návrh poukazuje na vzdálenější umístění od jádra křižovatky, kde počet autobusů při zjištěné intenzitě dopravy nemá žádný problém vyjet.



Obrázek 19 Pohled na autobusové nádraží a nové místo vjezdu i výjezdu (vlastní zpracování)

Šestou a poslední úpravou byl přesun odpočinkové zóny s lavičkami do bezpečnějšího prostoru dále od křižovatky. Při nepozornosti řidiče nebo i maminek s dětmi v odpočinkové zóně by mohlo dojít k dopravní nehodě s lehkým či těžkým zraněním nebo také následkem smrti.



Obrázek 20 Posun odpočinkové zóny (vlastní zpracování)

Bezpečnostní prvky byly vymyšleny a poté navrhovány na základě vlastního pozorování při průjezdu křižovatkou osobním automobilem z pozice řidiče nebo i autobusem s využitím autobusového nádraží z pozice cestujícího.

ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce bylo poukázat na nedostatky současného stavu křižovatky z hlediska bezpečnosti v obci Napajedla a udělat nový optimalizovaný návrh řešení pomocí naplnění dílčích cílů, což představovalo tvorbu modelů a jejich následné uvedení do simulace. Optimalizovaným místem tak byla křižovatka s jejím přilehlým okolím a optimalizačním kritériem bylo zvoleno zvýšení bezpečnosti účastníků provozu, tedy chodců i řidičů.

Teoretická část byla zaměřena nejen na samotné křižovatky, ale na problematiku dopravy obecně. Proto zde byly popsány základní témata počínaje dopravou, dopravní logistikou, jednotlivými druhy dopravy, vztahem dopravy a životního prostředí, kategoriemi silnic a konče druhy dopravních prostředků. Zmíněno bylo i značení pozemních komunikací v závislosti na jejich kategorizaci a dále bezpečnost silničního provozu poukazující na příčiny vzniku dopravních nehod. Navazující část byla zaměřena na územní plánování křižovatek, samotné okružní křižovatky jako teoretický podklad pro praktickou část a o použitý software PTV Vissim. Cílem bylo jít od obecného ke konkrétnímu, tedy k problematice křižovatek.

Náplní praktické části bylo vytvořit dva výše zmíněné modely a simulace jak stavu současného, tak nového návrhu. Nejednalo se pouze o tvorbu, ale také o předcházející sběr vstupních dat pro vložení a práci v modelu. Součástí modelování bylo držet se pevně stanovených Technických podmínek 135, které se týkají projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích. Pro lepší představu je tato část doplněna o obrázky z obou simulací, aby byla vidět provedená změna a také prvky zvyšující bezpečnost v mém novém návrhu. Nicméně značná část praktické části bakalářské práce byla věnována sčítání dopravy a také statistice nehodovosti, které daly čtenáři ještě větší povědomí o současném stavu křižovatky.

Základní znalosti a dovednosti pro vytváření modelů a spouštění simulací v programu PTV Vissim jsem získal v rámci seminářů v předmětu Technologie nákladní dopravy a intermodální dopravy.

Bezpečnost, snižování nehodovosti a ochrana zdraví byly vždy na prvním místě ve všech oblastech, a proto bych byl rád, kdyby tato bakalářská práce byla podkladem a jakýmsi impulsem k přestavbě a změnila tak současný stav křižovatky z hlediska bezpečnosti k lepšímu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- BESIP, 2017. Jízda křižovatkou. In: *BESIP* [online]. [cit. 2023-02-12]. Dostupné z: <https://besip.cz/Pro-media/Clanky/Jizda-krizovatkou>
- BESTA, Petr, nedatováno. *Porovnání jednotlivých druhů dopravy* [online]. [cit. 2022-11-28]. Dostupné z: https://www.techportal.cz/download/enoviny/enlog/porovnani_jednotlivych_druhu_dopravy.pdf
- BUTTON, Kenneth, 2010. *Transport Economics*, Edward Elgar Publishing. ISBN 1849804869
- CEMPÍREK, Václav, Karel PIVOŇKA a Jaromír ŠIROKÝ, 2002 *Základy technologie a řízení dopravy*. Vyd. 3., přeprac. Pardubice: Univerzita Pardubice. ISBN 80-7194-471-8.
- ČESKO, 1994. Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, ve znění pozdějších předpisů (zákon o silniční dopravě). In: *Sbírka zákonů České republiky*. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1994-111>
- ČESKO, 1994. Zákon č. 266/1994 Sb., o drahách, v platném znění (zákon o drahách). In: *Sbírka zákonů České republiky*. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1994-266>
- ČESKO, 1997. Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích (zákon o pozemních komunikacích). In: *Sbírka zákonů České republiky*. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-13>
- ČESKO, 2000. Zákon č. 61/2000 Sb., o námořní plavbě, ve znění pozdějších předpisů (zákon o námořní plavbě). In: *Sbírka zákonů České republiky*. Dostupné z: <https://www.mdcr.cz/Dokumenty/Vodni-doprava/Legislativa-pro-vodni-dopravu>
- ČESKO, 2000. Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu). In: *Sbírka zákonů České republiky*. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361>
- ČESKO, 2020. Zákon č. 44/2020 Sb., kterým se mění zákon č. 114/1995 Sb., o vnitrozemské plavbě, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Dostupné z: <https://www.mdcr.cz/Dokumenty/Vodni-doprava/Legislativa/Legislativa-pro-vnitrozemskou-plavbu>
- ČESKO, 2022. Zákon č. 431/2022 Sb., kterým se mění zákon o civilním letectví (letecký zákon) a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání

(živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2022-431>

ČIHÁČKOVÁ, Pavlína a Michal KOSŇOVSKÝ, 2014. Okružní křižovatky vs. světelně řízené křižovatky. In: *SILNICE ŽELEZNICE* [online]. [cit. 2023-02-12]. Dostupné z: <http://old.silnice-zeleznice.cz/clanek/okruzni-krizovatky-vs-svetelne-rizene-krizovatky/>

DOPRAVNÍ ZNAČENÍ K. H., 2023. Informativní směrové značky. In: *Dopravní značení K. H.* [online]. [cit. 2023-02-12]. Dostupné z: <https://www.dopravni-znaceni.cz/produkty-informativni-smerove-znacky-27/2>

DORDA, Michal. Úvod do dopravního inženýrství. [online]. [cit. 2022-11-28]. Dostupné z: http://homel.vsb.cz/~dor028/DI_1.pdf

ETC, nedatováno. Vliv dopravy na životní prostředí. In: *ETC* [online]. [cit. 2023-02-12]. Dostupné z: <https://cv.durdil.cz/vliv-dopravy-na-zivotni-prostredi/>

Google Maps, 2019. In: *Google* [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: <https://www.google.com/maps/@49.1704557,17.5070925,223m/data=!3m1!1e3>

GROS, Ivan, 2016. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-80-7080-952-5.

Historie, 2023. In: *Město Napajedla* [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: <https://www.napajedla.cz/mesto/historie/>

HOLUBOVÁ, Věra, 2014. Bezpečnost silniční dopravy a ochrana majetku. Ostrava: Vysoká škola báňská – technická univerzita Ostrava. ISBN 978-80-248-3500-6.

KLEPRLÍK, Jaroslav, 2020. *Technologie silniční dopravy*. Pardubice: Univerzita Pardubice. ISBN 978-80-7560-295-4.

KOTAS, Patrik, 2002. *Dopravní systémy a stavby*. Praha: Vydavatelství ČVUT. ISBN 80-010-2321-4.

KRAJČOVIČ, Marián, 2015. Křižovatky pozemních komunikací [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 27 [cit. 2022-11-28]. Dostupné z: https://www.vsb.cz/K330I216OVATKY_PK_p370355prava_p370edn341232ek (vsb.cz)

MACUROVÁ, Anna, 2022. Zvláštní motorové vozidlo: Co je to? In: *AUTOTRIP* [online]. [cit. 2023-02-11]. Dostupné z: <https://autotrip.cz/zvlastni-motorove-vozidlo/>

Mapa dopravních nehod, 2023. In: *Policie ČR* [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/dopravni-nehody-v-mape.aspx>

Mapy.cz, 2023. In: *Seznam.cz* [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: <https://mapy.cz/letecka?l=0&x=17.5073435&y=49.1702377&z=19>

MZČR, 2015. Nepříznivé účinky hluku na člověka. In: *MZČR* [online]. [cit. 2023-02-12]. Dostupné z: <https://www.mzcr.cz/nepriznive-ucinky-hluku-na-cloveka/>

PAVLÍČEK, Václav, a kol., 1998. Ústavní právo a státověda. 1. díl. Obecná státověda. Praha: Linde. ISBN 80-7201-141-3. S. 246–247.

PERNICA, Petr, 2005. Logistika pro 21. století. Praha: Radix. ISBN 978-80-8603-159-0.

PTV GROUP, 2023. Multimodal Traffic Simulation Software. In: *PTV GROUP* [online]. [cit. 2023-02-12]. Dostupné z: <https://www.myptv.com/en/mobility-software/ptv-vissim>

ŘSD ČR, 2023. Mapa staveb. In: *ŘSD ČR* [online]. [cit. 2023-02-12]. Dostupné z: [https://www.rsd.cz/mapa-staveb/#/stavby?filters\[\]=StavbyRealizace&komunikace=Dalnice-ModernizaceD1](https://www.rsd.cz/mapa-staveb/#/stavby?filters[]=StavbyRealizace&komunikace=Dalnice-ModernizaceD1)

SCHRÖTER, Zdeněk, 2017. *Autoškola? Pohodlně! 2017*. Osmnácté aktualizované vydání. Plzeň: Agentura Schröter. ISBN 978-80-87803-08-0.

SILVA, Ana Bastos and Luís VASCONCELOS and Sílvia SANTOS, 2014. *Moving from conventional roundabouts to turbo-roundabouts*. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 111: 137-146.

SOUČKOVÁ, Ingrid a Vladimír JERZ, 2019. *Logistika v odbore*. Bratislava: Strojnícka fakulta STU v Bratislave. ISBN 978-80-227-4979-4.

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

ŠMÍDA, Ondřej, 2021. SYSTÉM #2: Co je to systém? In: *Medium* [online]. [cit. 2023-02-12]. Dostupné z: <https://ondrejsmida.medium.com/syst%C3%A9m-2-co-je-to-syst%C3%A9m-55f1e788ee27>

ŠTÝCHOVÁ, Lucie, 2022. Co je to místní komunikace? In: *DUDLU* [online]. [cit. 2023-02-12]. Dostupné z: <https://www.dudlu.cz/auto-moto-svet/co-je-to-mistni-komunikace/>

TÁBORSKÝ, Pavel, 2021. Co lze považovat za účelovou pozemní komunikaci? In: Portál řidiče [online]. [cit. 2023-02-12]. Dostupné z: <https://www.portalridice.cz/clanek/co-lze-povazovat-za-ucelovou-pozemni-komunikaci>

Technické podmínky 135: Ministerstvo dopravy, 2017. Politika jakosti pozemních komunikací [online]. [cit. 2023-04-09]. Dostupné z: https://pjpgk.rsd.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_135_2017.pdf

ZÁKONY PRO LIDI, 2023. Zákon č. 111/1994 Sb. In: *Zákony pro lidi* [online]. [cit. 2023-02-12]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1994-111>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CEPK	Centrální evidence pozemních komunikací
DN	Dopravní nehoda
DP	Dopravní prostředek
JOK	Jednopruhová okružní křižovatka
M	Jednostopá motorová vozidla
MHD	Městská hromadná doprava
O	osobní a dodávková vozidla bez přívěsů i s přívěsy
PTV	Planung Transport Verkehr
RPDI	Ročních průměr denních intenzit
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic
SV	Součet vozidel
SSZ	Světelné signalizační značení
TP	Technické podmínky
TV	Těžká motorová vozidla
voz/h	Vozidel za hodinu
ŽP	Životní prostředí

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Oblasti logistiky (Široký, 2020, vlastní zpracování).....	17
Obrázek 2 Zdroje emisí v automobilové dopravě (ETC, nedatováno, vlastní zpracování) .	19
Obrázek 3 Dopravní značení pozemních komunikací (Dopravní značení K.H., 2023)	24
Obrázek 4 Kolizní body (Kotas, 2002).....	28
Obrázek 5 Křižovatka úrovnňová, mimoúrovňová a neúplně mimoúrovňová (Dorda, nedatováno).....	29
Obrázek 6 Typy křižovatek podle počtu ramen (Krajčovič, 2015)	30
Obrázek 7 Šířkové uspořádání jednopruhové okružní křižovatky (TP 135)	33
Obrázek 8 Pohled na křižovatku shora (Mapy.cz, 2023, vlastní zpracování)	38
Obrázek 9 Mapa sčítání dopravy na zkoumaném úseku za rok 2020 (ŘSD ČR, 2023, vlastní zpracování).....	41
Obrázek 10 Sčítání dopravy na úseku 6-0756 za rok 2020 (ŘSD ČR, 2023).....	42
Obrázek 11 Mapa DN s detailem na jednu z nich (Policie ČR, 2023, vlastní zpracování) .	44
Obrázek 12 Zachycení konfliktních zón a oblastní se sníženou rychlostí DP v ohnisku křižovatky (vlastní zpracování)	47
Obrázek 13 Pohled na řešenou křižovatku ze směru Otrokovice (vlastní zpracování)	48
Obrázek 14 Pohled ze směru Staré Město s poukázáním na vzniklou kolonu na rameni D (Google Maps, 2019).....	49
Obrázek 15 Popis částí JOK (TP 135, 2017)	50
Obrázek 16 Pohled shora na model návrhu optimalizace křižovatky (vlastní zpracování) .	51
Obrázek 17 Nově přidaný přechod pro chodce s příslušným značením a osvětlením (vlastní zpracování).....	52
Obrázek 18 Detail na značení směru jízdy a dopravní značku (vlastní zpracování)	53
Obrázek 19 Pohled na autobusové nádraží a nové místo vjezdu i výjezdu (vlastní zpracování)	53
Obrázek 20 Posun odpočinkové zóny (vlastní zpracování).....	54

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Rozdělení dopravních nehod dle následků (Policie ČR, 2023, vlastní zpracování)	43
Tabulka 2 Sčítání dopravy (vlastní zpracování)	46

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Sčítání dopravy z pátku 21. 10. 2022 mezi 15:00-16:00 h (vlastní zpracování)..	64
Příloha 2 Sčítání dopravy z neděle 23. 10. 2022 mezi 15:00-16:00 h (vlastní zpracování)	65
Příloha 3 Sčítání dopravy z úterý 25. 10. 2022 mezi 15:00-16:00 h (vlastní zpracování) ..	66

PŘÍLOHA P I: SČÍTÁNÍ DOPRAVY A)

Sčítání dopravy			
Směr	Osobní automobil	Kamion	Autobus
	voz/h		
Otrokovice → Staré Město	309	41	3
Otrokovice → Fatra	8	0	0
Otrokovice → Napajedla centrum	141	6	5
Staré město → Otrokovice	150	39	1
Staré Město → Napajedla centrum	75	3	0
Staré město → Fatra	0	0	0
Napajedla centrum → Otrokovice	129	21	1
Napajedla centrum → Staré město	96	2	9
Napajedla centrum → Fatra	0	0	0
Fatra → Staré město	2	0	0
Fatra → Napajedla centrum	0	0	0
fatra → Otrokovice	0	0	0
Celkem	1041 voz/h		

Příloha 1 Sčítání dopravy z pátku 21. 10. 2022 mezi 15:00-16:00 h (vlastní zpracování)

PŘÍLOHA P II: SČÍTÁNÍ DOPRAVY B)

Sčítání dopravy			
Směr	Osobní automobil	Kamion	Autobus
	voz/h		
Otrokovice → Staré Město	216	7	0
Otrokovice → Fatra	9	0	0
Otrokovice → Napajedla centrum	84	3	0
Staré město → Otrokovice	234	3	2
Staré Město → Napajedla centrum	54	3	0
Staré město → Fatra	0	0	0
Napajedla centrum → Otrokovice	51	3	0
Napajedla centrum → Staré město	48	0	3
Napajedla centrum → Fatra	0	0	0
Fatra → Staré město	10	0	0
Fatra → Napajedla centrum	2	0	0
fatra → Otrokovice	2	0	0
Celkem	734 voz/h		

Příloha 2 Sčítání dopravy z neděle 23. 10. 2022 mezi 15:00-16:00 h (vlastní zpracování)

PŘÍLOHA P III: SČÍTÁNÍ DOPRAVY C)

Sčítání dopravy			
Směr	Osobní automobil	Kamion	Autobus
	voz/h		
Otrokovice → Staré Město	273	30	3
Otrokovice → Fatra	6	0	0
Otrokovice → Napajedla centrum	128	12	5
Staré město → Otrokovice	145	31	1
Staré Město → Napajedla centrum	52	1	0
Staré město → Fatra	0	0	0
Napajedla centrum → Otrokovice	115	12	2
Napajedla centrum → Staré město	88	0	9
Napajedla centrum → Fatra	0	0	0
Fatra → Staré město	4	0	0
Fatra → Napajedla centrum	0	0	0
fatra → Otrokovice	1	0	0
Celkem	918 voz/h		

Příloha 3 Sčítání dopravy z úterý 25. 10. 2022 mezi 15:00-16:00 h (vlastní zpracování)