

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



Analýza příčin nehodovosti na vytipované křižovatce v Praze

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Dr. Ing. Retta Zewdie

Autor práce: Bc. Aneta Hauptová

PRAHA 2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Aneta Hauptová

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Analýza příčin nehodovosti na vytipované křižovatce v Praze

Název anglicky

Analysis of the causes of accidents at selected crossroads in Prague

Cíle práce

Analýza nehodovosti a rozbor dopravních nehod na vytipované křižovatce v Praze. Dále provést návrh dopravně inženýrských opatření vedoucí ke snížení nehodovosti na vybrané křižovatce.

Metodika

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Metodika práce
4. Přehled řešené problematiky
5. Vlastní zpracování
6. Výsledky a diskuse
7. Závěr
8. Seznam použitých zdrojů

Doporučený rozsah práce

50 – 60 stran včetně grafů a tabulek

Klíčová slova

křižovatka, nehodovost, dopravní značení, zklidňování dopravy, dopravní průzkum

Doporučené zdroje informací

Příbyl P.: a kol.: Studie dopravní telematiky pro hl. města Prahu, Eltodo EG, Praha, červenec 2002, 270 str.

Příbyl P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. skriptum FD ČVUT. ISBN

978-80-01-03648-8, 2007.

Příbyl P., Mach R.: Řídící systémy silniční dopravy, skriptum, ČVUT, Fakulta dopravní, 2003, ISBN

80-01-02811-9

Příbyl P., Svítek M.: Inteligentní dopravní systémy, BEN, Praha 2001, ISBN 80-7300-029-6

Zewdie R.: Telematika a ITS, přednáška, Moodle ČZU Praha, 30. 1. 2018.

Předběžný termín obhajoby

2019/2020 LS – TF

Vedoucí práce

Dr. Ing. Retta Zewdie

Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 14. 1. 2019

Ing. Martin Kotek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2019

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 21. 06. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma „*Analýza příčin nehodovosti na vytipované křižovatce v Praze*“ vypracovala samostatně pod vedením Dr. Ing. Retty Zewdie. Použila jsem pouze pramenů citovaných v přiložené bibliografii a uvedla a citovala všechny použité informační zdroje.

V Praze dne

.....

Aneta Hauptová

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla velice poděkovat vedoucímu práce Dr. Ing. Rettovi Zewdie za odbornou pomoc a vedení práce a také za čas, který věnoval konzultacím. Dále děkuji paní Janě Kosinové za udělení důležitých informací ohledně vybrané křížovky. A v neposlední řadě panu Ing. Bc. Milanu Zedníkovi za rady a pomoc při psaní.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá analýzou příčin nehodovosti na vybrané křižovatce v Praze. Text je rozdělen na teoretickou a praktickou část. V teoretické části je shrnuta základní terminologie v oblasti silniční dopravy, historický vývoj dokumentování nehodovosti a metodiky návrhu křižovatek. Praktická část se zabývá analýzou silniční nehodovosti z dat poskytnutých od Policie ČR. Dále novým návrhem podoby křižovatky, vypracovaném v simulačním programu, pro snížení rizika nehod. Cílem práce je porovnání nehod na dané křižovatce a následný výběr nejvhodnějšího řešení pro danou křižovatku, které přispěje ke zvýšení bezpečnosti a spolehlivosti silniční dopravy.

Klíčová slova

Křižovatka, nehodovost, dopravní značení, zklidňování dopravy, dopravní průzkum

Analysis of the causes of accidents at selected crossroads in Prague

Summary

The diploma thesis deals with the analysis of the causes of the accident at a selected road in Prague. The text is divided into theoretical and practical part. The theoretical part summarizes the basic terminology in the field of road transport, historical development of accident documentation and methodology of intersection design. The practical part deals with road accident analysis from data provided by the Police of the Czech Republic. Furthermore, a new design of the intersection, developed in the simulation program, to improve the risk of accidents. The objective of this work is to compare data at a given intersection and then to recommend the most suitable solution for a given intersection, which will contribute to increasing safety and reliability in road transport.

Key words

Junction, accident rate, traffic signs, traffic calming, traffic survey

Obsah

1. Úvod	1
2. Cíl práce	2
3. Metodika práce	3
4. Přehled řešené problematik	4
4.1 Druhy dopravy	4
4.2 Struktura pozemních komunikací.....	4
4.3 Křižovatky	6
4.3.1 Geometrie pohybu vozidel na křižovatce	7
4.3.2 Úrovňové křižovatky	7
4.3.3 Mimoúrovňové křižovatky	11
4.3.4 Podstatné podmínky při návrhu křižovatky	12
4.3.5 Kolizní body na křižovatce	13
4.4 Silniční nehodovost v ČR	14
4.4.1 Co je dopravní nehodovost?	14
4.4.2 Právní úprava	15
4.4.3 Dopravní nehoda	15
4.4.4 Statistika dopravní nehodovosti	17
4.5 Telematika	22
4.5.1 Historie telematiky	23
4.5.2 Definice dopravní telematiky.....	23
5. Vlastní zpracování	26
5.1 Charakteristika sledované křižovatky.....	26
5.2 Dopravní průzkum.....	28
5.2.1 Přepočítání na roční průměr denních intenzit	30
5.2.2 Výpočet padesátirázové hodinové intenzity	32
5.2.3 Výpočet intenzity dopravy ve špičkovou hodinu	32
5.2.4 Prognóza intenzit dopravy	33
5.3 Nehodovost na vytipované křižovatce.....	34
5.4 Návrh okružní křižovatky	36
5.4.1 Posouzení návrhu MOK	41
5.4.2 Základní kapacita vjezdu do OK.....	41

5.4.3	Kapacita výjezdu z OK.....	44
6.	Výsledky a diskuze	46
7.	Závěr	51
8.	Seznam použitých zdrojů	53

Seznam použitých zkratek

DN – dopravní nehoda

SSZ – světelné signalizační zařízení

OK – okružní křižovatka

MOK – malé okružní křižovatky

VOK – velké okružní křižovatky

MÚK – mimoúrovňová křižovatka

Např. – například

Apod. – a podobně

Tzv. – takzvaně

MHD – městská hromadná doprava

CDV – Centrum dopravního výzkumu, v.v.i. (veřejná výzkumná instituce)

ČR – Česká republika

1. Úvod

Dopravní nehody, a tedy i dopravní nehodovost v České republice jsou nedílnou součástí každodenního života. Jde o závažný problém současné doby, který se týká převážně účastníků silničního provozu, tedy motorových i nemotorových vozidel. Především sem patří také chodci a cyklisté, kteří jsou nejvíce ohroženi. S narůstajícím počtem registrovaných vozidel, a tudíž i s přibývajícím počtem osob s řidičským oprávněním roste intenzita provozu, a tím i počet dopravních nehod. Hlavním důvodem je i zvyšující se životní úroveň obyvatelstva ČR. Za rok 2019 došlo na pozemních komunikacích přibližně k 107 tisícům dopravních nehod, při kterých zemřelo 547 účastníků, oproti roku 2009 kdy zemřelo 832 účastníků. Snížení počtu obětí lze připisovat výrobcům vozidel, kteří se snaží o eliminaci chyb v důsledku selhání lidského faktoru, a hlavně snaze policistů.

Nárůst automobilové dopravy je doprovázen kladným, ale i záporným dopadem na různé oblasti.

Mezi kladné dopady je možné zařadit rozvíjející se automobilový průmysl. Modernější automobily mají velice pokročilé prvky aktivní i pasivní bezpečnosti vozidel. Tyto prvky mají významný vliv na předcházení a zmírnění následků dopravních nehod. V dnešní době začínají být automobily částečně či podmíněně automatizované. Znamená to tedy, že vozidlo samo v dané situaci zrychlí nebo zpomalí, tak aby předešlo dopravní nehodě. Mezi další pozitivní dopady lze zařadit rozšiřující se infrastrukturu. Tím dochází ke zkrácování času, potřebného na přepravu, a tudíž ke zvýšení hospodářského a společenského života.

Oproti tomu se nárůst dopravy projevuje negativním vlivem na vznik kongescí, dopravních nehod, na zvyšování agresivity účastníků silničního provozu nebo na nedodržování pravidel silničního provozu. Mezi další důležité negativní vlivy patří: zvýšený hluk, vibrace, znečištěné životní prostředí, prašnost apod.

Z důvodu nedodržování pravidel je potřeba neustále přijímat opatření ke snižování počtu a zmírňování následků dopravních nehod. Tato opatření mohou být ve formě preventivních dopravně bezpečnostních akcí, jejichž cílem je zvyšování počtu policistů či kontrol dodržování rychlosti na pozemních komunikacích. Dále je nutné přijímat opatření i v technické formě, tedy aplikací dopravně inženýrských opatření či trvalých opatření.

Mezi trvalá opatření lze zahrnout přidání světelného signalizačního zařízení na křižovatce, změnu úrovně křižovatky na mimoúrovňovou. Nebo změnu stykové, průsečné, vidlicové apod. křižovatky na okružní křižovatku.

Je velice žádoucí se touto problematikou neustále zabývat a na základě nově zjištěných poznání hledat a realizovat možnosti ke snižování nehodovosti v České republice, tak aby se počet nehod a úmrtnosti snížil na úplné minimum. Z tohoto důvodu je diplomová práce zaměřena na analýzu nehodovosti v ČR a na vybrané křižovatce v Praze.

2. Cíl práce

Cílem této diplomové práce je analyzovat nehodovost na vytipované křižovatce v Praze. Na základě statistik nehodovosti provést dopravně inženýrská opatření tak, aby vedla ke snížení počtu dopravních nehod na sledované křižovatce.

Informace o jednotlivých nehodách na vybrané křižovatce, jejich příčinách a následcích, jsou získány ze statistik na internetu prostřednictvím geografického informačního systému provozovaného Centrem dopravního výzkumu. Jejich aplikace zobrazuje na geografickém podkladu informace o dopravních nehodách podle údajů Policie ČR.

Na křižovatce v Praze je nutné provést dopravní průzkum pro získání aktuálních dat. Výsledky je třeba podle technických podmínek zpracovat a vyhodnotit.

Samotný návrh pro snížení nehodovosti musí co nejvíce vyhovovat současné situaci na křižovatce, především ve všední dny v ranních a odpoledních špičkách, kdy je intenzita na křižovatce nejvyšší. Zvolené opatření v této práci se musí aktivně podílet na zlepšení dopravních podmínek. Jedná se zejména o:

- snížení nehodovosti,
- zlepšení plynulosti provozu,
- zvýšení bezpečnosti.

3. Metodika práce

V teoretické části budou shrnuty a vysvětleny důležité pojmy z oblasti dopravy. Bude přiblížen zákon 13/1997 Sb., zákon o pozemních komunikacích a také zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů. S ohledem na řešenou problematiku bude proveden přehled různých druhů křižovatek. Bude vysvětlen pohyb vozidel po křižovatkách, rozdělení jednotlivých křižovatek spolu s kolizními body a podstatné podmínky při jejich návrhu.

V další části bude vysvětlen pojem dopravní nehodovost spolu se základními faktory, které ji ovlivňují. Na základě veřejně dostupných informací na internetu, bude provedena analýza nehodovosti na celém území ČR. Pro lepší přehlednost bude přepsána statistika zaposledních deset let do tabulek a z nich vyhotoveny grafy. Na konci přehledu řešené problematiky bude krátce vysvětlena telematika.

V praktické části diplomové práce se bude muset nejprve zvolit vhodná křižovatka v Praze. Po vybrání bude následně charakterizována.

Pro sběr aktuálních dat bude proveden dopravní průzkum ruční metodou a pomocí kamery. Ruční metodou bude zjištěna dopravní intenzita na sledované křižovatce. Tento průzkum bude navržen dvakrát ve všední den (ráno a odpoledne) a jednou o víkend. Pomocí záznamu z kamery bude zjištěna dopravní intenzita jednotlivých pruhů a také druhy projíždějících vozidel. Následně proběhne vyhodnocení získaných údajů pomocí vzorců z technických podmínek.

Bude vytvořena analýza na základně dostupných dat nehodovosti na internetu z aplikace Centra dopravního výzkumu, v. v. i. Analýza bude rozdělena podle jednotlivých kritérií:

- druh dopravní nehody a její datum,
- počet vozidel, která způsobila dopravní nehodu,
- následky dopravní nehody – zranění a škoda na majetku.

Pomocí naměřených a vyhodnocených údajů bude proveden návrh a úprava současného stavu křižovatky. Samotné technické řešení bude obsahovat výkres nového a stávajícího stavu křižovatky, který bude zpracován pomocí softwarového programu Microstation. Na závěr bude provedeno posouzení návrhu malé okružní křižovatky a výpočet základní kapacity vjezdu/výjezdu.

4. Přehled řešené problematiky

V teoretické části práce jsou popsány druhy dopravy včetně dopravních složek. Je zde popsána struktura pozemních komunikací, kde je přiblížen zákon 13/1997 Sb., zákon o pozemních komunikacích a také zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů.

Jsou zde definovány druhy křižovatek včetně geometrie pohybu vozidel. Dále jsou vypsány podstatné podmínky při návrhu křižovatky a problematika kolizních bodů.

Nejdůležitější částí je silniční nehodovost v ČR. Je zde definována dopravní nehodovost a její právní úprava. Je vysvětlena dopravní nehoda a statistika nehodovosti za posledních deset let na území ČR. Na konci této kapitoly je přiblížen pojem Telematika.

4.1 Druhy dopravy

Mezi základní články dopravy patří dopravní prostředek (automobil, vlak, tramvaj, loď atd.), dopravní síť (silnice, železnice, vzdušné koridory, splavné řeky atd.) a dopravní infrastruktura (čerpací stanice pohonných hmot, letiště, autobusová nádraží, parkovací plochy apod.). Vyjmenované dopravní složky spolu s prostředím, ve kterém se realizuje doprava, určují druhy dopravy. [4]

Dělí se podle kapacity dopravních prostředků [4]:

- individuální (motorka, osobní automobil),
- hromadná (vlak, autobus, tramvaj či letadlo).

Dále podle typu dopravní cesty:

- silniční doprava,
- železniční doprava,
- vodní doprava,
- letecká doprava,
- kombinovaná doprava.

Nakonec dle veřejné přístupnosti:

- veřejná (veřejná hromadná doprava, taxislužba),
- neveřejná (vlastní automobil, soukromé letadlo, doprava v rámci podniku).

4.2 Struktura pozemních komunikací

Strukturu pozemních komunikací definuje zákon 13/1997 Sb., zákon o pozemních komunikacích. Dle zákona je pozemní komunikace dopravní cesta určená k užití silničními

i jinými vozidly a chodci, počínaje pevných zařízení potřebných pro zajištění tohoto užití a jeho bezpečnosti. [4]

Pozemní komunikace se rozdělují na [4]:

- dálnice – jedná se o pozemní komunikaci určenou pro rychlou mezistátní i dálkovou dopravu silničními motorovými vozidly. Je budována bez úrovnových křížení, s oddělenými místy napojení pro vjezd a výjezd. Má směrově oddělené jízdní pásy. Dálnice se rozděluje na dálnice I. třídy a dálnice II. třídy a je přístupná pouze silničním motorovým vozidlům, jejichž nejvyšší povolená rychlost není nižší, než stanoví zvláštní předpis (v ČR je dle zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů, 80 km/h),
- silnice – je to veřejně přístupná pozemní komunikace určená k užití silničními a jinými vozidly či chodci. Tvoří takzvanou silniční síť a rozděluje se dle významu do tříd:
 - silnice I. třídy (pro mezistátní i dálkovou dopravu),
 - silnice II. třídy (pro dopravu mezi okresy),
 - silnice III. třídy (pro spojení obcí či pro napojení na ostatní pozemní komunikace).
- místní komunikace – jedná se o veřejně přístupné pozemní komunikace, které slouží převážně pro místní dopravu na území obce. Podle prováděcího předpisu lze vymezit vlastnosti pro rozdělení místních komunikací do jednotlivých kategorií. Lze je dělit dle určení, dopravního významu a stavebně technického vybavení do těchto tříd:
 - místní komunikace I. třídy,
 - místní komunikace II. třídy (komunikace sběrná s restrikcí přímého připojení sousedních nemovitostí),
 - místní komunikace III. třídy (komunikace obslužná),
 - místní komunikace IV. třídy (nepřístupná provozu silničních motorových vozidel).

Mohou se dělit i podle dopravně urbanistické funkce na funkční skupiny [7]:

- rychlostní,
 - sběrné,
 - obslužné,
 - s provozem smíšeným a komunikace s vyloučením motorového provozu.
-
- účelové komunikace – slouží jako spojení jednotlivých nemovitostí pro potřebu vlastníků těchto nemovitostí nebo také pro propojení nemovitostí s jinými komunikacemi či k obhospodařování zemědělských a lesních pozemků. Účelovou komunikací může být i pozemní komunikace v uzavřeném objektu nebo prostoru. Ty slouží pro potřebu provozovatele nebo vlastníka. Není přístupná veřejně, ale v rozsahu a způsobem, který stanoví provozovatel nebo vlastník uzavřeného

prostoru nebo objektu. Příslušný úřad definuje, zda se jedná o uzavřený prostor nebo objekt.

Silniční doprava by bez infrastruktury nebo silničních sítí nemohla existovat. Je potřeba pro přepravu osob i věcí. V současnosti je na území ČR 1276 km dálničních sítí (ke dni 1. 7. 2019). [5]

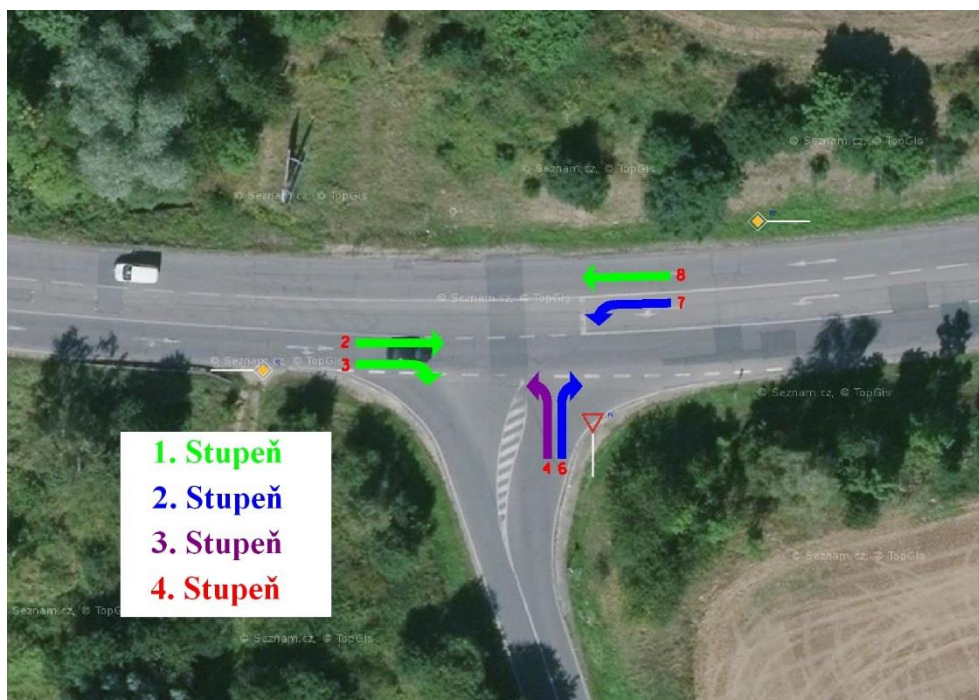
4.3 Křižovatky

Křižovatka je vytvořena v místě, kde se protínají nebo stýkají v půdorysném průmětu dvě nebo více komunikace a alespoň dvě z nich jsou vzájemně propojeny. Jejím hlavním významem, ve smyslu dopravního inženýrství, je možnost změny směru jízdy vozidel. V umístění křižovatky probíhá proces, kdy si řidič volí směr a vykonává činnosti, které mu umožní pokračovat v jízdě ve zvoleném směru. Pro řidiče to znamená potřebu většího soustředění na jízdu a na rozhodovací proces než jízda po volné komunikaci. [3]

U neřízených křižovatek je nutné jednoznačně stanovit přednost v jízdě. To lze určit pomocí svislého dopravního značení nebo v případě, že se dopravní značení v místě křižovatky nenachází, řídí se účastník silničního provozu předností vozidel přijíždějících zprava. [15]

Celková kapacita úrovnových neřízených křižovatek je dána počtem vozidel, která mohou projet křižovatkou za určitý časový interval. Dopravní proud je sled vozidel jedoucích v jízdním pruhu za sebou ve dvou nebo více jízdních pruzích vedle sebe, a to v jednom směru. Lze ho dělit na nadřazený (s předností v jízdě) a podřazený (bez přednosti v jízdě). Členění je vidět z obrázku níže (Obr. 1). Kapacita jednotlivých jízdních pruhů na takové křižovatce je dána počtem časoprostorových mezer mezi vozidly jízdního pruhu s předností v jízdě, přijatelných pro začlenění nebo křižování vozidel podřízeného dopravního proudu, tak aby jejich jízdní úkony mohly být převedeny plynule, bezpečně a bez zbytečných časových ztrát. [15]

Obr. 1 Rozdělení jednotlivých dopravních proudů neřízené stykové křižovatky



Zdroj [21], vlastní zpracování

Z obrázku (Obr. 1) jsou vidět podřazenosti jednotlivých proudů stykové křižovatky. První stupeň (zelený) je nadřazený. Znamená to tedy, že tyto tři proudy mají přednost v jízdě. Druhý (modrý) a třetí (fialový) stupeň jsou proudy podřazené bez přednosti v jízdě. Jejich seřazení do posloupnosti vzestupně je v závislosti na přednosti v jízdě křižovatkou.

4.3.1 Geometrie pohybu vozidel na křižovatce

Pohyb vozidel po křižovatce se realizuje následujícími manévry:

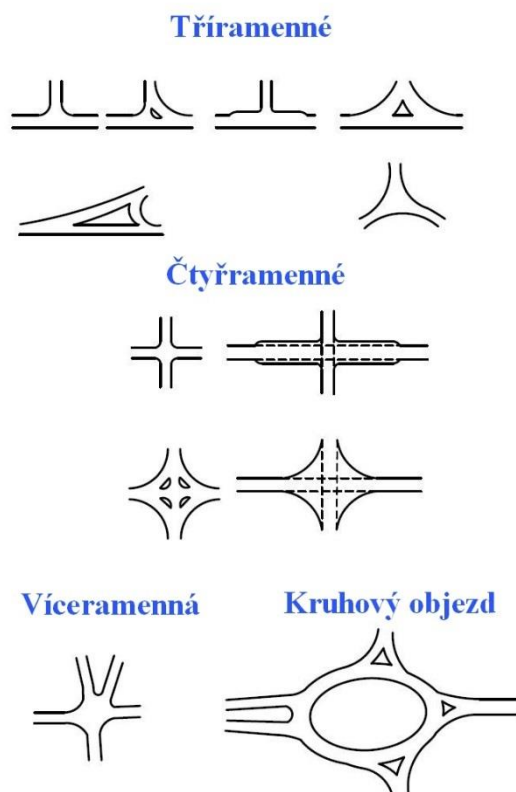
- jízda přímo,
- odbočení vpravo či vlevo,
- křižování (jízdny směry se protínají pod určitým úhlem),
- připojení zprava či zleva (vzniká při spojení dvou jízdnych směrů v jeden),
- průplet (vzniká při změně jízdnych pruhů).

4.3.2 Úrovňové křižovatky

Na úrovňových křižovatkách se rozlišují plochy vyhrazené pro kolizní plochy (plochy, při kterých může nastat kolize). Dále na nekolizní plochy a dopravně zastíněné plochy, které jsou nepojízdné a mohou být upraveny jako zvýšené ostrůvky nebo jsou ohraničené vodorovným značením. [15]

Úrovňové křižovatky můžeme dělit dle tvaru na stykové, průsečné, víceramenné a okružní (Obr. 2).

Obr. 2 Typy úrovnňových křižovatek



Zdroj: [3], vlastní zpracování

Křižovatky lze rozdělit podle jejich vhodnosti použití světelného signalizačního zařízení (SSZ) z hlediska jejich typologie. Obecně platí, že rozlehlé křižovatky s daleko od sebe vzdálenými stopčarami mají z principu menší propustnost. Hlavním důvodem jsou delší mezičasy, které relativně prodlužují neefektivní část doby cyklu. Proto složité tvary křižovatek, které obsahují ostrůvky či přídavné pruhy, nejsou příliš vhodné pro realizaci SSZ. Naproti tomu například víceramenné křižovatky vyžadují zavedení SSZ téměř vždy, a to i při nižší intenzitě dopravy, převážně z hlediska bezpečnosti. [3]

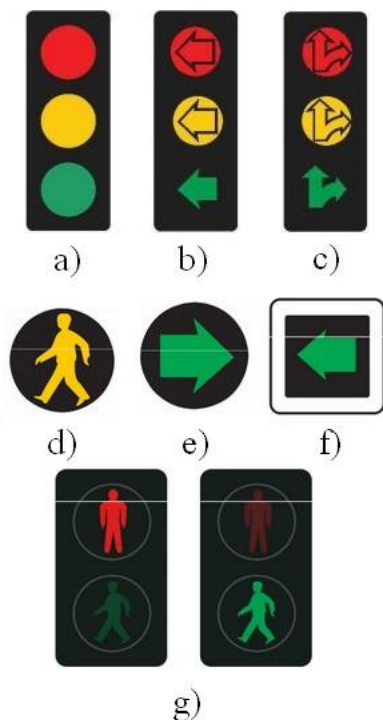
Křižovatky řízené pomocí SSZ vytvářejí určité časové mezery, které slouží pro zabezpečení střídavého a bezpečného průjezdu vozidel z každého směru komunikace v co nejkratší čas. Tato světelná zařízení se zavádějí na křižovatky především z důvodu příjezdu vozidel z vedlejší komunikace za účelem snížení jejich časových ztrát oproti neřízené křižovatce. Nárůst ztrát, který vznikne v hlavním směru, by měl být menší, než je snižování ztrát ve vedlejší směru. Tento způsob řízení umožňuje střídavé přiřazení přednosti v jízdě zvolenému jízdniému pruhu, které jsou navzájem kolizní. [3]

Pro řízení vozidlových proudů SSZ se využívají základní světelné signály (Obr. 3) [18]:

- tříbarevná soustava s plnými signály (Obr. 3a),
- tříbarevná soustava se směrovými signály (Obr. 3b),
- tříbarevná soustava s kombinovanými směrovými signály (Obr. 3c),

- signál žlutého světla ve tvaru chodce (Obr. 3d),
- doplňková zelená šipka (Obr. 3e),
- signál pro opuštění křižovatky tzv. vyklizovací šipka (Obr. 3f),
- dvoubarevná soustava se signály pro chodce (Obr. 3g) atd.

Obr. 3a-g Druhy základních světelných signálů pro křižovatky



Zdroj: [18]

Výhoda okružní křižovatky oproti řízené SSZ spočívá v nízkých provozních nákladech. Nevýhodou je od jistého stupně saturace komunikace. Jejich realizace se uvažuje jestliže [3]:

- je potřeba snížit závažnost dopravních nehod,
- je potřeba v daném místě snížit rychlost,
- je úhel křížení pozemních komunikací menší, než dovoluje ČSN 73 6102.

Důležitým aspektem je homogennost dopravních proudů. Je to z důvodu, že jsou známy případy takzvaných víkendových či prázdninových návratů. Jedno z ramen je významně přetíženo, a tudíž dochází k velkým zdržením. [3]

V posledních letech se v ČR včetně Prahy začaly ve velké míře zřizovat právě okružní křižovatky. V dnešní době jsou středem zájmu především malé okružní křižovatky. I přesto v Praze existují čtyři velké okružní křižovatky, které patří mezi významné urbanistické prvky. [8]

Malé okružní křižovatky

Z hlediska potřeby zvýšení bezpečnosti silničního provozu je potřeba zavádění takových dopravních opatření, která dokážou v určité lokalitě snížit počet dopravních nehod (DN) a jejich následků. Mezi taková opatření může patřit přestavba úrovněvé průsečné křižovatky na malou okružní křižovatku (MOK). [9]

Zvýšení bezpečnosti vlivem MOK je ovlivněno mnoha podmínkami. Mezi nejdůležitější z nich patří sestava dopravních proudů, intenzita dopravy na protínajících se pozemních komunikacích, stavební uspořádání původní křižovatky apod. Velký vliv na správnou funkci má především intenzita dopravy během celého dne. [9]

Ze zkušenosti vyplývá, že kapacita MOK je naplněna v okamžiku, kdy součet vozidel na vstupních ramenech křižovatky přesáhne hodnotu 2–2,5 tis. za hodinu (tj. 25–30 tis./den při běžných denních variacích dopravy) v závislosti na intenzitách jednotlivých křižovatkových pohybů. Po překročení této hodnoty obvykle dochází ke vzniku dopravní zácpy a křižovatka se stává dopravním hrdlem. Kapacitu okružních křižovatek mohou významně zvýšit samostatné jízdní pruhy pro odbočení vpravo. V některých případech může takovéto zvýšení propustnosti doprovázet také zvýšené riziko střetu dvou motorových vozidel. [9]

Zásady návrhu MOK [18]:

- vnější průměr okružního jízdního pásu je menší než 23 m,
- okružní pás má pouze jeden jízdní pruh o šířce nejméně 4 m,
- vjezd do křižovatky je jednopruhový,
- vjezdy a výjezdy MOK na stejném paprsku křižovatky zpravidla nejsou rozděleny směrovým ostrůvkem, ani dopravním stínem,
- středový ostrov je řešen jako plně pojížděný s odlišným povrchem,
- přípojovací pravostranné oblouky vjezdových a výjezdových větví se navrhují o $R > 3$ m.

Velké okružní křižovatky

Pro rozlišení okružních křižovatek musíme znát vnější průměr jízdního pruhu obtáčejíciho středový ostrov. Je-li tato hodnota větší než čtyřicet metrů, jedná se o velkou okružní křižovatku (VOK). Mezi další rozlišovací znaky patří, že VOK obsahuje více než jeden jízdní pruh na vjezdech i na okruhu a existence průpletových úseků mezi jednotlivými vjezdy. V současné době se nacházejí v Praze čtyři VOK. Jedná se o křižovatky:

- Vítězné náměstí, které se nachází na Praze 6,
- Litochlebské náměstí nacházející se na Praze 11,
- Pod Chodovem – Ryšavého, která je také na Praze 11,
- Prosecká – rampa Kbelská, která je umístěna na Praze 18.

Zásady návrhu VOK [18]:

- vnější průměr okružního jízdního pásu je větší než 23 m,
- vnější průměr okružního jízdního pásu musí mít rozměr, který odpovídá počtu připojovaných větví pozemních komunikací na okružní jízdni pás, způsobu jejich připojení na okružní jízdni pás a organizaci dopravy na VOK,
- vjezdy a výjezdy mají na sebe pokud možno navazovat tak, aby vnější průměr okružního pásu byl co nejmenší,
- vjezdy a výjezdy na jednom paprsku křižovatky mají být odděleny směrovacím ostrůvkem

4.3.3 Mimoúrovňové křižovatky

Mimoúrovňové křižovatky zaručují vysokou míru bezpečnosti a plynulosti silničního provozu, proto jsou ideálním řešením. Jejich nevýhodou je pořizovací cena a nároky na vyšší zábor pozemků. [3] Mimoúrovňová křižovatka (MÚK) je křižovatka, kde se vzájemně propojují pozemní komunikace, které se kříží v různých úrovních. MÚK jsou nejvytíženější křižovatky. O křižovatku se nejedná, jestliže se jedná o úrovňové připojení účelové komunikace (která není veřejně přístupná), jako jsou autobusové zastávky, čerpací stanice pohonných hmot, motely, odpočívky, motoresty, parkoviště apod. MÚK lze rozdělit podle uspořádání (Tab. 1): s křížovými body, s průpletovými úseky, bez průpletových úseků a útvarové. [7]

Výhody MÚK [7]:

- zlepšení bezpečnosti provozu,
- umožnění návrhu křižovatky se značnou šikmostí,
- umožnění bezkolizního převodu dopravního zatížení,
- umožnění plynulého průjezdu vozidel.

Nevýhody MÚK [7]:

- vysoké náklady na údržbu či výstavbu,
- velké náklady na zábor pozemků,
- ztížená orientace.

Tab. 1 Typy mimoúrovňových křižovatek

Uspořádání	Typ	Stupeň usměrnění dopravních proudů
s křížnými body	kosodélná jednovětвовá osmičková deltová nekonvenční	s dělicím ostrůvkem na vedlejší komunikaci s přídatným pruhem/pruhy pro odbočení vlevo s přídatným pruhem/pruhy pro odbočení vpravo s přípojovacím pruhem/pruhy
s průpletovými úseky	srdcovitá čtyřlístková trojlístková dvojlístková (sousední kvadranty) prsnecovitá	s přídatnými pruhy s kolektorovými pásy
bez průpletových úseků	trubkovitá sdružená trubkovitá dvojlístková s vystřídáními lístky	
útvárová	rozštěpová spirálová turbínová hvězdicová	

Zdroj: [7], vlastní zpracování

Mezi základní skladební prvky MÚK patří [7]:

- paprsky křižovatky,
- větve křižovatky,
- přídatné pruhy,
- kolektorové pásy,
- mostní objekty.

Při návrhu MÚK na uceleném úseku pozemní komunikace by měly být použity takové typy křižovatek, které spolu vytvářejí určitý přehledný a pro řidiče pochopitelný dopravní systém.

4.3.4 Podstatné podmínky při návrhu křižovatky

Navrhované křižovatky musí vyhovovat ve vztahu k jejich příslušnému typu, a to zejména těmto podmínkám:

- plynulost jízdy (musí být zajištěna v přímém směru i na ostatních větvích křižovatky a zabezpečit bezproblémový průjezd v celém poli působnosti křižovatky),
- zajištění bezpečnosti silničního provozu (řidiči musí být včas upozorněni na blízkost se křižovatkou, musí být vytvořeny podmínky pro bezpečnost chodců a cyklistů a požadované délky rozhledu, musí být dodržen soulad mezi skutečnou a psychologickou předností v jízdě),
- geometrický návrh prvků (jde hlavně o podélné profily, směrové vedení a příčné uspořádání, které musí být v souladu s normou ČSN 73 6102, Projektování křižovatek

na pozemních komunikacích a v souladu s geotechnickými podmínkami, vybavením a tvarem území),

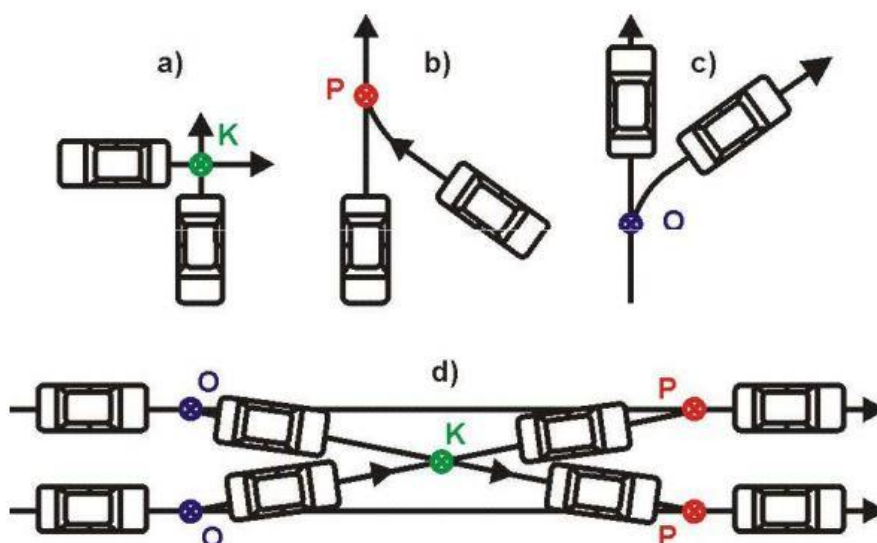
- včasná informovanost (informování účastníků silničního provozu o typu křižovatky, pohybu na křižovatce a o řízení provozu na ní pomocí dopravního značení a zařízení),
- zásahy do území (respektování chráněného území, kulturních památek a zajištění ochrany přírody a životního prostředí, vhodné začlenění křižovatky do prostoru s ohledem na estetiku, zástavbu a vybavení území). [15]

4.3.5 Kolizní body na křižovatce

Jak již bylo zmíněno výše v kapitole 4.3.1 (Geometrie pohybu vozidel na křižovatce), na křižovatkách dochází ke křížování pohybu vozidel v tzv. kolizních bodech. Tyto body jsou vyznačeny na obrázku níže (Obr. 4a-d) a rozlišují se na [18]:

- křížné (K) (Obr. 4a),
- přípojné (P) (Obr. 4b),
- odbočné (O) (Obr. 4c),
- průpletové – vznikají jako kombinace K, P, O (Obr. 4d).

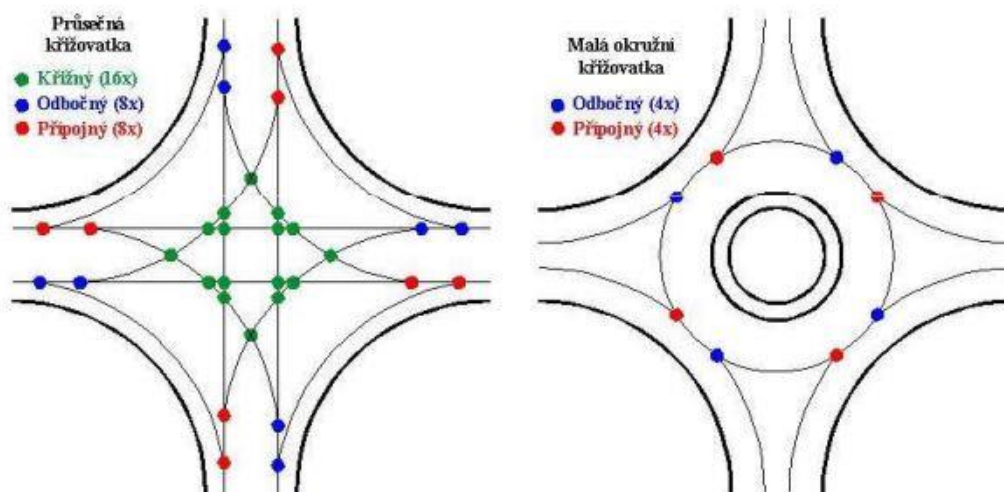
Obr. 4a-d Typy kolizních bodů na křižovatce



Zdroj: [18]

V případě průsečné křižovatky nebo MOK jsou vyobrazeny kolizní body na následujícím obrázku (Obr. 5). Lze vidět, že správně navrhnutá křižovatka přináší ve srovnání s průsečnou či stykovou křižovatkou řadu výhod jako je snížení počtu kolizních bodů, dosažení rovnoměrnějšího a plynulejšího provozu, snížení rychlosti při průjezdu křižovatkou nebo odstranění odbočení vlevo v obousměrném provozu. MOK má pouze čtyři odbočné a čtyři přípojné kolizní body oproti průsečné, která má šestnáct křížných, osm odbočných a osm přípojných kolizních bodů.

Obr. 5 Kolizní body na průsečné křižovatce a MOK



Zdroj: [18]

Úrovňové křižovatky mohou obsahovat všechny typy kolizních bodů, u MÚK nejsou křížné kolizní body, ale neúplné MÚK mohou obsahovat i křížné kolizní body.

4.4 Silniční nehodovost v ČR

4.4.1 Co je dopravní nehodovost?

Nehodovost lze chápat jako statistický údaj, který vypovídá právě o celkovém vývoji počtu dopravních nehod, frekvenci anebo i o jejich následcích. Tento údaj je i zároveň základním pilířem, který v současnosti ukazuje mimo jiné i bezpečnost dopravy a na jehož základě jsou stanovována legislativní i další opatření. [12]

Základní faktory, které ovlivňují dopravní nehodovost a hrají během ní důležitou roli, lze rozdělit na následující skupiny:

- řidič a další účastníci DN – člověk stále patří mezi nejrizikovější faktory způsobující DN,
- stav vozovky v době DN – nerovnost, poloměr oblouků vozovky, úzká vozovka, podélné sklony, ale i údržba vozovky jsou parametry, které mají podstatný vliv na vznik DN,
- motorové nebo nemotorové vozidlo – stav vozidla či jeho stáří hraje velkou roli, stejně jako jeho aktivní nebo pasivní bezpečnost,
- legislativa či dopravní politika – správně zvolené zákony mohou mít vliv na snížení nehodovosti,

- další faktory – mezi ně patří například počasí, náhoda apod.

4.4.2 Právní úprava

Dopravní nehodu definuje zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů. Tento zákon je platný od 19. 11. 2000 a účinný od 1. 1. 2001. Dopravní nehoda je tedy událost během provozu na pozemních komunikacích. Jedná se například o havárii či srážku, která byla započata nebo se stala na pozemní komunikaci. Musí při ní dojít k usmrcení či zranění osoby nebo ke škodě na majetku v přímé souvislosti s provozem vozidla v pohybu¹.

Pokud tedy dojde k případu, kdy dojde ke zranění, usmrcení osoby nebo ke škodě na majetku bez souvislosti a havárii nebo srážkou s jiným vozidlem, chodcem, pevnou překážkou apod., nelze to považovat za dopravní nehodu.

Dalším důležitým aspektem je účastník silničního provozu na pozemních komunikacích. Podle zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů se jedná o každého, kdo se přímým způsobem účastní provozu na pozemních komunikacích². [1]

Jedná se například o [1]:

- průvodce vedených nebo hnaných zvířat, který doprovází zvířata jdoucí jednotlivě nebo ve stádech po pozemní komunikaci (průvodce není chodec vedoucí psa),
- vozka nebo také řidič, který řídí potahové vozidlo,
- vozidlo hromadné dopravy, tedy autobus, trolejbus nebo tramvaj,
- řidič motorového i nemotorového vozidla či tramvaje; řidičem je i jezdec na zvířeti atd.

Dalším zákonem, který definuje chování při účasti na silničním provozu je zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích. Ten zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje [2]:

- kategorizaci, stavbu, podmínky používání a ochranu pozemních komunikací,
- práva a povinnosti vlastníků pozemních komunikací a jejich uživatelů,
- výkon státní správy ve věcech pozemních komunikací příslušnými silničními správními úřady.

4.4.3 Dopravní nehoda

Historie dopravních nehod spadá do doby vzniku prvních automobilů. Již v období dvacátých a třicátých let minulého století se počet nehod s narůstajícím dopravním provozem nebezpečně zvyšoval. Jednalo se převážně o vzájemné střety vozidel, od lehčích havárií

¹ § 47 odst. 1 zákona č. 361/2000 Sb.

² § 2 písm. a) zákona č. 361/2000 Sb.

až po smrtelné úrazy. Přibývalo i zraněných nebo usmrcených chodců. Přibližně na konci třicátých let vyhodnocovalo dopravní nehodu četnictvo, přičemž shledali, že na pozemních komunikacích vzniká nejvíce DN vlivem [11]:

- smyku,
- předjíždění či potkávání,
- nedodržení ve svém pruhu v zatáčkách,
- srážky s jiným vozidlem,
- nepozornosti chodců nebo dětí atd.

Jak již bylo zmíněno, narůstající počet DN úzce souvisí s vývojem dopravních prostředků. Nejzásadnější příčinou byla v počátku především absence dopravních předpisů nebo jakéhokoliv oprávnění řídit. V dnešní době je ale tendence opačná. Díky dnešním zákonům a aktivitě Policie ČR se počet DN neustále zvyšuje, ale počet usmrcených osob klesá. [11]

V aktuální době je tedy DN definována podle zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů. Jedná se o událost, která se stala nebo byla započata v provozu a na pozemní komunikaci, a při které dojde ke zranění nebo usmrcení osoby nebo ke škodě na majetku v přímé souvislosti s provozem vozidla v pohybu. [1]

S DN je spojeno mnoho jednotlivých pojmů, které souvisí s určitým postavením, funkcí nebo oprávněním zúčastněných osob. Jedná se například o pojmy jako řidič, motorové vozidlo, nemotorové vozidlo, účastník, chodec, cyklista, nesmět omezit, nesmět ohrozit, dát přednost v jízdě atd. Definice těchto pojmů zní:

Řidič

„Řidič je účastník provozu na pozemních komunikacích, který řídí motorové nebo nemotorové vozidlo anebo tramvaj. Řidičem je i jezdec na zvířeti.“ [1]

Motorové vozidlo

„Motorové vozidlo je nekolejové vozidlo poháněné vlastní pohonnou jednotkou a trolejbus.“ [1]

Nemotorové vozidlo

„Nemotorové vozidlo je přípojné vozidlo a vozidlo pohybující se pomocí lidské nebo zvířecí síly, například jízdní kolo, ruční vozík nebo potahové vozidlo.“ [1]

Účastník

„Účastník provozu na pozemních komunikacích je každý, kdo se přímým způsobem účastní provozu na pozemních komunikacích.“ [1]

Chodec

„Chodec je i osoba, která tlačí nebo táhne sánky, dětský kočárek, vozík pro invalidy nebo ruční vozík o celkové šířce nepřevyšující 600 mm, pohybuje se na lyžích, kolečkových bruslích nebo obdobném sportovním vybavení anebo pomocí ručního nebo motorového vozíku pro invalidy, vede jízdní kolo, motocykl o objemu válců do 50 cm³, psa a podobně.“ [1]

Cyklista

„Cyklista je osoba pohybující se na jízdním kole na pozemní komunikaci, na stezce pro cyklisty nebo na chodníku v případě nezletilé osoby.“ [1]

Nesmět omezit

„Nesmět omezit znamená povinnost počínat si tak, aby jinému účastníku provozu na pozemních komunikacích nebylo nijak překáženo.“ [1]

Nesmět ohrozit

„Nesmět ohrozit znamená povinnost počínat si tak, aby jinému účastníku provozu na pozemních komunikacích nevzniklo žádné nebezpečí.“ [1]

Dát přednost v jízdě

„Dát přednost v jízdě znamená povinnost řidiče nezahájit jízdu nebo jízdní úkon nebo v nich nepokračovat, jestliže by řidič, který má přednost v jízdě, musel náhle změnit směr nebo rychlost jízdy.“ [1]

4.4.4 Statistika dopravní nehodovosti

Statistika dopravní nehodovosti udává v celorepublikovém měřítku informace o počtu dopravních nehod, zdravotním stavu účastníku po nehodě, příčinách, odhad hmotné škody, zaviněních a následcích. Jde o ucelený soubor informací ve formě tabulek a grafů. Tento soubor každý měsíc vydává ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia ČR. Jednou za rok jsou statistiky shrnuty do výsledného souboru. Od 1. 1. 1979 podléhají statistickému sledování všechny nehody v silničním provozu, které byly Policií ČR nahlášený a od 1. 1. 2001 jsou ve statistice vedeny nehody, které byly Policií ČR nahlášený (povinnost hlásit až při škodě vyšší než 20 tis. Kč, či dojde-li ke zranění nebo usmrcení, nebo ke škodě na majetku třetí osoby. Od 1. 7. 2006 se tato hranice zvýšila na 50 000 Kč a od 1. 1. 2009 na 100 000 Kč a byl odstraněn institut tzv. „třetí osoby“. Od 1. 7. 2006 se staničení místa nehody provádí pomocí souřadnic GPS³. [16]

V souvislosti s nahlašování a řešením DN jsou vypsány některé důležité informace. Mezi povinnosti řidičů, kteří měli účast na DN patří [17]:

³ Globální polohový systém – globální družicový polohový systém provozovaný Ministerstvem obrany USA. Pomocí GPS a elektronického přijímače lze určit přesnou polohu na povrchu země.

- neprodleně zastavit vozidlo,
- neužít alkoholického nápoje nebo jiných návykových látek po nehodě,
- snažit se vytvořit opatření k zabránění vzniku nových škod osobám nebo věcem,
- co nejvíce spolupracovat při zajišťování aktuálního stavu.

Povinnosti účastníků DN jsou [17]:

- učinit vhodná opatření proti ohrožení BESIP (oprávnění zastavit jiná vozidla),
- v určitých případech oznámit DN Policii ČR,
- došlo-li ke zranění některé z osob, poskytnout podle svých schopností první pomoc a ihned přivolat zdravotnickou záchrannou službu,
- vyznačit místo dopravní nehody,
- snažit se o obnovu silničního provozu, zejména pro vozidla MHD,
- sdělit údaje o vozidle, které mělo účast na dopravní nehodě a prokázat svou totožnost,
- sepsat společný záznam o dopravní nehodě a co nejdříve předat pojistiteli (v případech, kdy nevznikne povinnost oznámit nehodu Policii ČR).

Povinnost oznámit DN Policii ČR má každý jestliže [17]:

- dojde ke zranění či usmrcení osoby – je nutné věnovat pozornost i takovým zraněním, která se na první pohled jeví jako bezvýznamná či skrytá – následně z nich mohou být závažné zdravotní komplikace,
- dojde k hmotné škodě převyšující zřejmě na některém z vozidel (počínaje přepravovaných věcí) částku 100 000 Kč,
- dojde k hmotné škodě na majetku třetí osoby (s výjimkou škody na vozidle, jehož řidič má účast na DN – např. služební nebo půjčené vozidlo, leasing apod.),
- dojde k poškození součásti nebo příslušenství pozemní komunikace (např. svodidla, dopravní značka, zábradlí mostu atd.),
- účastníci DN nemohou sami zabezpečit obnovení silničního provozu,
- se účastníci DN nedokážou domluvit na míře zavinění.

Mezi povinnosti účastníků u DN s oznamovací povinností patří [17]:

- neprodleně ohlásit DN Policii ČR,
- zdržet se jednání, které by bylo na újmu řádného vyšetření DN (zejména přemístění vozidel),
- setrvat na místě DN až do příchodu policisty nebo se na toto místo neprodleně vrátit po poskytnutí nebo přivolání pomoci nebo ohlášení DN.

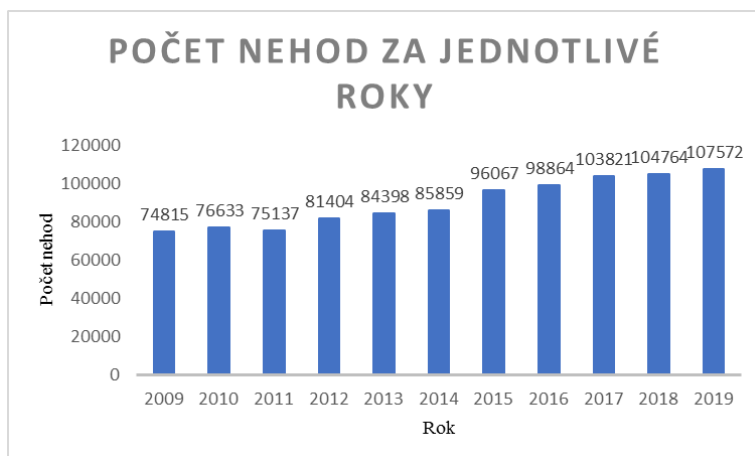
Informace o DN, zraněních a hmotných škodách na území ČR za období 1. 1. 2009 do 31. 12. 2019 jsou uvedeny v následujících grafech, které jsou vytvořeny z dat z tabulky (Tab. 2) níže. Byly zpracovány na základě veřejně dostupných dat z přístupných stránek Policie ČR.

Tab. 2 Statistika nehodovosti v ČR za 10 let

Rok	Počet nehod za jednotlivé roky	Počet usmrcených [osob]	Počet těžce zraněných [osob]	Počet lehce zraněných [osob]	Odhad hmotné škody [mil. Kč]
2009	74815	832	3536	23777	4981
2010	76633	753	2832	21610	4924
2011	75137	707	3092	22519	4628
2012	81404	681	2986	22590	4875
2013	84398	583	2782	22577	4938
2014	85859	629	2762	23655	4933
2015	96067	660	2540	24426	5439
2016	98864	545	2580	24501	5804
2017	103821	502	2339	24740	6316
2018	104764	565	2465	25215	6547
2019	107572	547	2110	23935	6838

Zdroj: [16], vlastní zpracování

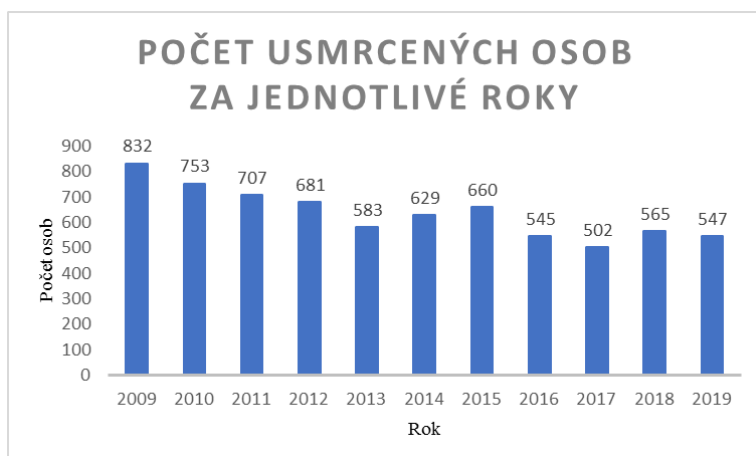
Obr. 6 Grafické znázornění počtu nehod za období 2009-2019



Zdroj:[16], vlastní zpracování

Obrázek 6 znázorňuje počet všech evidovaných nehod na území ČR za období 2009–2019 při DN. Z obrázku je patrné, že počet nehod se postupně zvyšuje. Došlo tedy za posledních deset let k celkovému nárůstu přibližně o 43,8 %. Tento stav je z největší pravděpodobnosti zapříčiněn velkým nárůstem počtu motorových vozidel na pozemních komunikacích.

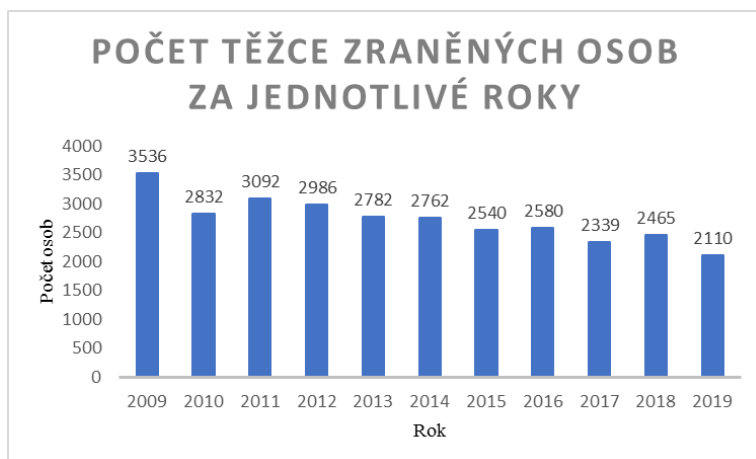
Obr. 7 Grafické znázornění počtu usmrcených osob za období 2009–2019



Zdroj: [16], vlastní zpracování

Na obrázku 7 lze vidět vývoj počtu usmrcených osob za období 2009–2019 na území ČR při DN. Vyplyvá, že za posledních deset let celkový počet usmrcených osob klesl o 285 osob což je pokles zhruba o 34,3 %. Jednou z možností, proč počet usmrcených osob klesá je, že se vyrábějí čím dál tím bezpečnější dopravní prostředky.

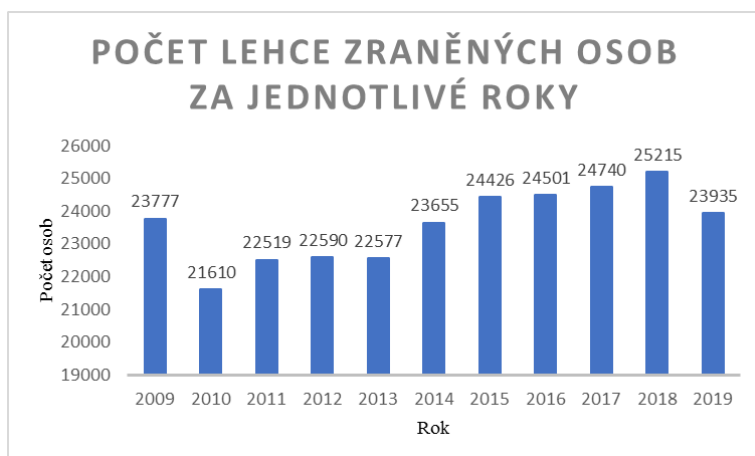
Obr. 8 Grafické znázornění počtu těžce zraněných osob za období 2009–2019



Zdroj: [16], vlastní zpracování

Z obrázku 8 je zřejmý počet těžce zraněných osob za období 2009–2019 na území ČR při DN. Za posledních deset let počet klesl o 1426, což je pokles zhruba o 40,3 %. Lze říct, že vývoj má klesající povahu z důvodu, že je kladen stále větší důraz na výrobu bezpečnějších dopravních prostředků.

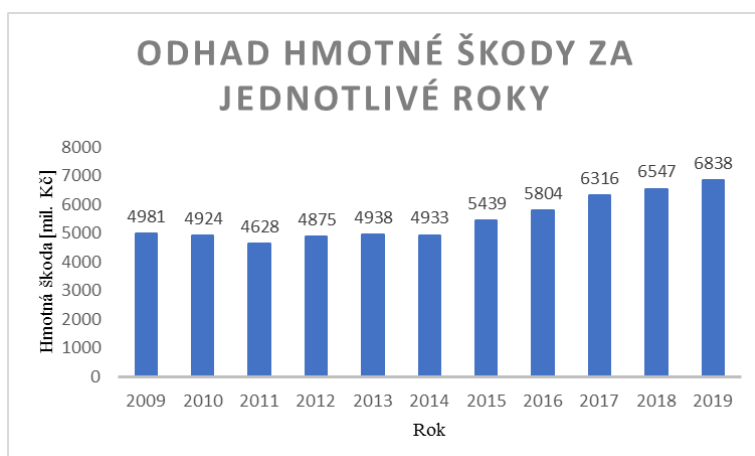
Obr. 9 Grafické znázornění počtu lehce zraněných osob za období 2009–2019



Zdroj: [16], vlastní zpracování

Obrázek 9 uvádí vývoj počtu lehce zraněných osob za jednotlivé roky 2009–2019 v ČR při DN. Během posledních deseti let stoupl počet o 158 osob, což je zhruba o 0,7 %.

Obr. 10 Grafické znázornění odhadu hmotné škody za období 2009–2019



Zdroj: [16], vlastní zpracování

Obrázek 10 ukazuje vývoj odhadu hmotných škod vzniklých při DN za období 2009–2019 v ČR. Odhad vzrostl od roku 2009 o 1857 milionů Kč, což je zhruba o 27,2 %. Tento vývoj může být způsobený také tím, že pořizovací ceny dopravních prostředků neustále rostou. Tím vzniká při DN vyšší hmotná škoda.

I když se tyto statistiky mohou zdát velice přesné, není tomu zcela tak. Problémem těchto statistik je jejich neúplnost. Jak již bylo zmíněno na začátku této kapitoly (4.4.4), povinnost hlásit vznik DN na pozemních komunikacích nastává až při škodě vyšší než 100 tis. Kč, či dojde-li ke zranění nebo usmrcení, nebo ke škodě na majetku třetí osoby. Tudíž se stane na zemi ČR za každý rok o mnoho více DN, než vyplývá ze statistik Policie ČR, čímž dochází k nepřesným informacím o jejich skutečném počtu. Dalším problémem jsou viníci, kteří odjedou od místa vzniku DN, aniž by situaci jakkoliv řešili či oznámili.

4.5 Telematika

Mezi první projevy řízení dopravy byla automatizace světelně řízených křižovatek, která se přeměnila z časově závislého řízení do etapy dopravně závislého řízení využívajícího principů adaptivního řízení. Samotná telematika se nezabývá pouze řízením světelných křižovatek, ale i dalšími systémy. Do budoucna se plánuje její využití například k řešení globálních problémů, jako je zvýšení bezpečnosti provozu, ochraně životního prostředí, omezení dopravních kongescí a zvýšení efektivity přepravy zboží. [13]

Zvýšení bezpečnosti provozu

Proměnné dopravní značky mohou omezovat rychlost dle aktuální povětrnostních podmínek, hustotě provozu či v nebezpečných místech v závislosti na aktuální rychlosti projíždějících vozidel. V budoucnu by měla mít všechna vozidla v rámci výbavy protikolizní radary. Tyto radary samočinně dodržují bezpečnou vzdálenost mezi auty, dobržďují vozidla, upozorňují řidiče na možné nebezpečí apod. Jestliže dojde k nehodě, je v případě aktivace airbagů propojena komunikační trasa na nadřazenou centrálu a je vyslán signál, který zkontaktuje tísňovou linku 112 a okamžitě přivolá pomoc. [13]

Ochrana životního prostředí

Omezováním počtu zastavujících nebo popojíždějících vozidel v kolonách se pomáhá ke snížení emisí ve vzduchu. Prostředky městské hromadné dopravy (MHD) již na některých řízených křižovatkách mají prioritu. Některé vozy MHD již mají zabudovaný GPS. Díky tomu je lze neustále sledovat a může se určit přesný čas příjezdu či odjezdu MHD. [13]

Omezení dopravních kongescí

Pro omezení dopravních kongescí slouží například proměnné dopravní značky, které informují řidiče o délkách kolon a navigují vozidla na alternativní trasy. To má za následek zmenšení kolon a možnost lépe využít stávající síť komunikací. Ve vozidle je displej, na kterém je v aktuálním čase zobrazována reálná dopravní situace a řidič je naváděn na optimální trasu. Vozidlo se tedy vyhýbá kritickým místům. V případě problému (nehoda, kongesce, práce na silnici) je řidiči vozidla nabízena alternativní doprava, včetně cen jízdného a jízdních řádů. [13]

Zvýšení efektivity přepravy zboží

V dnešní době jsou nákladní vozidla vybavena systémy pro automatické jízdy v kolonách, kdy je minimalizována vzdálenost za sebou jedoucích vozidel. Dále mají nákladní vozidla zabudována GPS pro sledování průběhu jízdy a příslušnou palubní jednotku pro zpoplatnění užívání pozemních komunikací. Používají se tři základní technologie [13]:

- satelitní (pro určování polohy),
- GSM/GPRS (pro komunikaci v rámci mobilní sítě),
- mikrovlnná DSCR (pro komunikaci na krátkou vzdálenost).

4.5.1 Historie telematiky

Již v počátku šedesátých let se téměř současně v USA, Japonsku a v Evropě začínaly ověřovat dopravní systémy. V USA a Japonsku byly tyto systémy nazvány „Intelligent Transportation Systems“ – ITS. Zatímco v Evropě bylo použito složení slov „Telekomunikace“ a „Informatika“ a tím vznikl název „Telematika“. Vznik těchto dopravních systémů měl za cíl [13]:

- poskytovat globální informace a vědomosti účastníkům provozu i řídicím centrům,
- zlepšit styl života a zvýšit účinnost ekonomiky,
- zlepšit ekologii a zvýšit bezpečnost provozu.

Po první etapě, v šedesátých až sedmdesátých letech, kdy se testovaly základní principy a po druhé fázi vývoje, která začala počátkem osmdesátých let a byly v ní realizovány pilotní evropské projekty (DRIVE, ROMANSE, PROMETHEUS) se teprve až v roce 1990 v USA zpracoval základní dokument „The National ITS Architecture“. Tento dokument byl o rok později odsouhlasen Kongresem, a to poskytlo podmínky pro cílené budování telematiky. [13]

V ČR se telematika dostala na jedno z předních míst v rozvoji dopravy, jako prostředek udržitelné mobility. Ministerstvo dopravy je členem ERTICO, kde je profesionální seskupení nazývané Sdružení pro dopravní telematiku. ERTICO – ITS Europe je partnerství veřejného a soukromého sektoru se 120 společnostmi a organizacemi zastupujícími poskytovatele služeb, dodavatele, dopravu a dopravní průmysl, výzkum, veřejné orgány, organizace uživatelů, operátory mobilních sítí a výrobce vozidel. ERTICO ztělesňuje vůdčí schopnosti myšlení a podporuje zapojení zúčastněných stran. Společně s jejich partnery vyvíjí, propaguje a nasazuje inteligentní dopravní systémy a služby (ITS) prostřednictvím celé řady aktivit, včetně evropských spolufinancovaných projektů, inovačních platforem, mezinárodní spolupráce, advokacie a akcí. ERTICO je organizátorem každoročního regionálního a globálního kongresu ITS v Evropě. Jejich práce se zaměřuje na propojenou a automatizovanou jízdu, městskou mobilitu, čistou mobilitu a dopravu a logistiku. [13][14]

4.5.2 Definice dopravní telematiky

„Systém můžeme považovat za telematický, pokud využívá pro realizaci daného procesu P více subsystémů, které jsou sjednoceny ve smyslu dosažení požadované cílové funkce ψ . Mezi subsystémy a jejich funkcemi jsou realizovány relace pro přenos dat a informací v jednotném telekomunikačním prostředí.“ [13]

Základní definice telematiky tedy říká, že: „systémy, které lze označovat, jako telematické pracují ve sdíleném informatickém a telekomunikačním prostředí. Toto sdílené prostředí se využívá pro zefektivnění dopravy a pro její pokrok“. Pojem telematický systém se velmi často zneužívá a jsou jím označovány složité systémy, které v principu popisují pouze jeden systém. Tím může být například adaptivní řízení rozlehlé dopravní sítě. Zde jsou informace z dopravních detektorů k dispozici v jednotném telekomunikačním prostředí v libovolném čase či místě. [13]

Jestliže se tedy mluví o dopravní telematice, je nutné asociovat další procesy, které zvyšují její propustnost. Tyto procesy mohou být například realizovány subsystemy: řízení dopravy prostřednictvím informování řidičů či optimálním naváděním na parkoviště. [13]

System lze považovat za telematický, jestliže používá pro uskutečnění daného procesu P více subsystemů, které jsou v různých úrovních fyzicky, funkčně a komunikačně spojeny ve smyslu dosažení požadované výsledné funkce ψ . Telematický systém S realizující pevný proces P je tedy tvořen N subsystemy dle vztahu [13]:

$$S^P = \sum_{i=1}^N S_i^P \quad (1.1)$$

Například pro optimalizaci propustnosti městské hromadné dopravy lze použít tři subsystemy (N=3). Každý ze subsystemů je vhodné popsat množinou relací R mezi množinou funkcí F. Pro první subsystem S_1^P realizující proces P lze napsat [13]:

$$S_1^P = (F_{1k}^I, R_1^I) \quad (1.2)$$

Ve výše uvedené rovnici je F_{1k}^I množina K funkcí prvního subsystemu nejvyšší hierarchické úrovně I a R_1^I je množina relací neboli vazeb mezi nimi [13]:

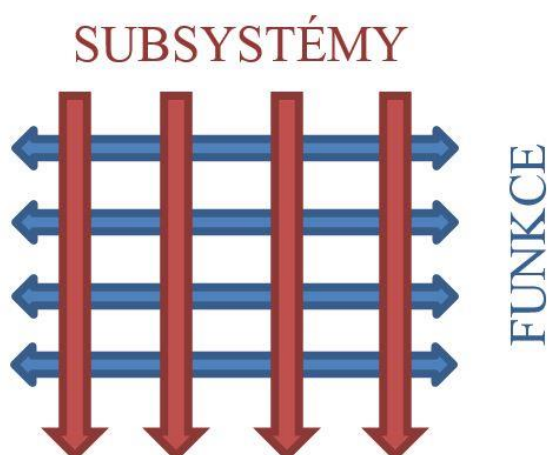
$$F_{1k}^I = \{f_{11}, f_{12}, \dots, f_{1k}; k = K\} \quad (1.3)$$

$$R_1^I = r_{jk} | r_{jk} = (f_j, f_k), f_j, f_k \in K \quad (1.4)$$

Funkce F_{1k}^I nejvyšší úrovně lze nazývat i makrofunkce. Jsou hierarchicky rozděleny do vrstev na funkce druhé úrovně F_{1k}^{II} , které mají také své vazby. Obvyklé je rozdělení do tří až čtyř vrstev. Nejnižší vrstva realizuje elementární funkce typu: měření a filtraci dat z detektorů v časovém rastru 90 s. Tyto nejnižší funkce se nazývají p-funkcemi. Počet asociovaných (seskupených) subsystemů je dán požadavky na komplexnost řešení a z horní meze není omezen. Dolní mez musí být $n > 1$. [13]

Každý ze subsystemů na základě vektoru vstupujících veličin $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ a vektoru stavových proměnných $z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$ poskytuje výstupní veličiny. Veličiny jsou používány jednak pro realizaci dané cílové funkce a také jsou poskytovány pro další agregované (sloučené) subsystemy. Vazby jsou definovány přenosem informací v jednotném telekomunikačním prostředí. Lze tedy říci, že f_j poskytuje y_1 až y_n informací funkci f_k agregované v totožném dopravně-telematickém systému. Princip je naznačen na obrázku níže (Obr. 6)

Obr. 11 Asociované subsystémy a vazby mezi nimi



Zdroj: [13]

Z obrázku (Obr. 11) vyplývá, že při realizaci procesu P lze dělit telematický systém vertikálně na subsystémy a na horizontální hierarchické dělení z hlediska funkcí, které má subsystém vykonávat. Tyto horizontální hierarchické struktury činí systém velice robustní, protože se řídicí procesy odehrávají na nižší úrovni, kde lze lépe optimalizovat dekomponovanou úlohu. Je zde i efektivnější propojení na faktory i senzory. Všechny subsystémy tvořené funkcemi f_j a relacemi r_{jk} vykonává řídicí či optimalizační úlohu. Rovnice níže (1.5) je označena operátorem přiřazení \otimes směřující k dosažení dílčí cílové funkce ψ_P^J subsystému J při realizaci procesu P. [13]

$$\langle f_i; r_{ij} \rangle \otimes \psi_P^J \quad (1.5)$$

Cílová funkce

Cílovou funkci lze definovat například tak, že se vytvoří jako lineární kombinace charakteristických kritérií, které mají význam pro danou část dopravního systému, tvořeného různým topologickým uspořádáním. Jiná varianta cílové funkce může být pro trans-evropské dálnice a jiná pro městskou dopravní síť. [13]

Součet všech normalizovaných a vážených kritérií vytváří kvalitativní index (PI). Index je základem pro optimalizaci existující dopravní sítě. Cílová funkce realizující proces P nachází optimální hodnoty kvalitativního indexu. Cílová funkce se hledá pro jednotlivé subsystémy, protože pro celý komplexní dopravně-telematický systém je neefektivní. [13]

$$\psi_P = \text{opt}(\text{PI}) \quad (1.6)$$

5. Vlastní zpracování

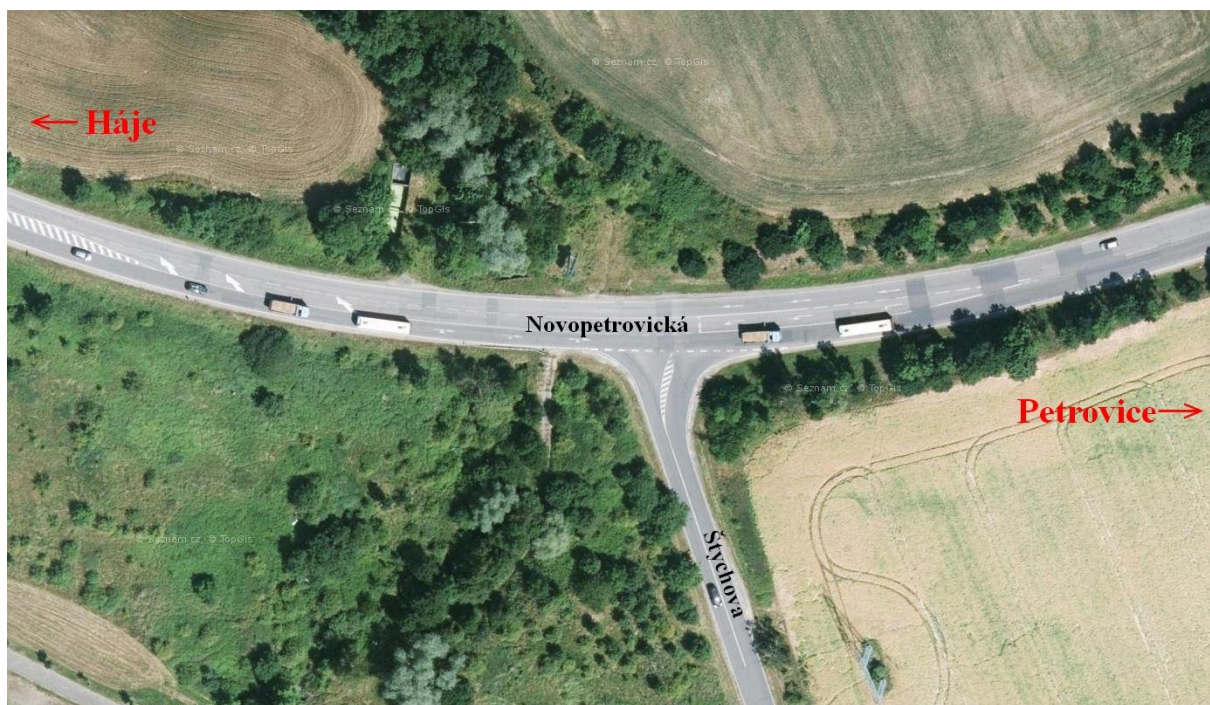
5.1 Charakteristika sledované křižovatky

Vybraná křižovatka, která je předmětem sledování a možných úprav v této diplomové práci se nachází v hlavním městě Praha, a to přímo v lokalitě Praha-Petrovice (Praha 10).

Křižovatku lze charakterizovat jako úroňovou, stykovou se třemi rameny. Jedná se o křižovatku bez SSZ. Křížení nastává mezi silnicemi Novopetrovická a Štychova, což je vidět z leteckého pohledu na danou křižovatku na obrázku níže (Obr. 12). Terén je v území křižovatky rovinatý, nadmořská výška se pohybuje okolo 260 m. n. m. Dle územního plánu městské části Praha-Petrovice z roku 2019 není v řešeném území plánována žádná výstavba. Tyto informace byly potvrzeny na domluvené schůzce s úřadem pro městskou část Praha-Petrovice.

V zájmovém území se nenachází žádný vodní zdroj, ochranné pásmo dráhy ani ložisko nerostů. Pod komunikaci Štychova (kolmo na ni) je vedena kabelová trasa slaboproudu, sloužící zejména pro sdělovací, řídicí, výpočetní a zabezpečovací techniku. Tyto kabely jsou ale v dostatečné vzdálenosti od křižovatky, tudíž nebude nutné provést přeložení dotčené kabelové trasy.

Obr. 12 Mapa sledované křižovatky v Praze



Zdroj: [21]

Určení hlavního a vedlejšího směru je vyznačené vodorovným i svislým dopravním značením. Jako hlavní silnice je určena komunikace Novopetrovická, která obsahuje řadící pruh pro odbočování vlevo ve směru na Háje a také přípojovací pruh pro připojení z komunikace Štychova opět směrem na Háje. Pro znázornění svislého a vodorovného

dopravního značení v mapě (Obr. 13) byl použit software MicroStation, který je rozšířen o knihovnu dopravního značení. Software je vyvíjen firmou Bentley Systems. Patří mezi CAD⁴ systémy. Tedy systémy sloužící pro pokročilé projektování. Softwary patřící mezi CAD systémy obsahují grafické, matematické, geometrické a inženýrské nástroje pro kreslení 2D i 3D modelů.

Obr. 13 Sledovaná křižovatka se svislým a vodorovným značením



Zdroj: [21], vlastní zpracování

Souřadnice křižovatky jsou 50°01'52.5"N 14°33'04.3"E. Přes řešenou křižovatku je vedená pouze nekolejová doprava včetně městské automobilové dopravy (MHD). Nejbližší zastávka autobusů je vzdálená zhruba 650 m směrem na Petrovice. Na této zastávce (Jakobiho) zastavuje deset autobusových linek, z nichž dvě jsou noční spoje.

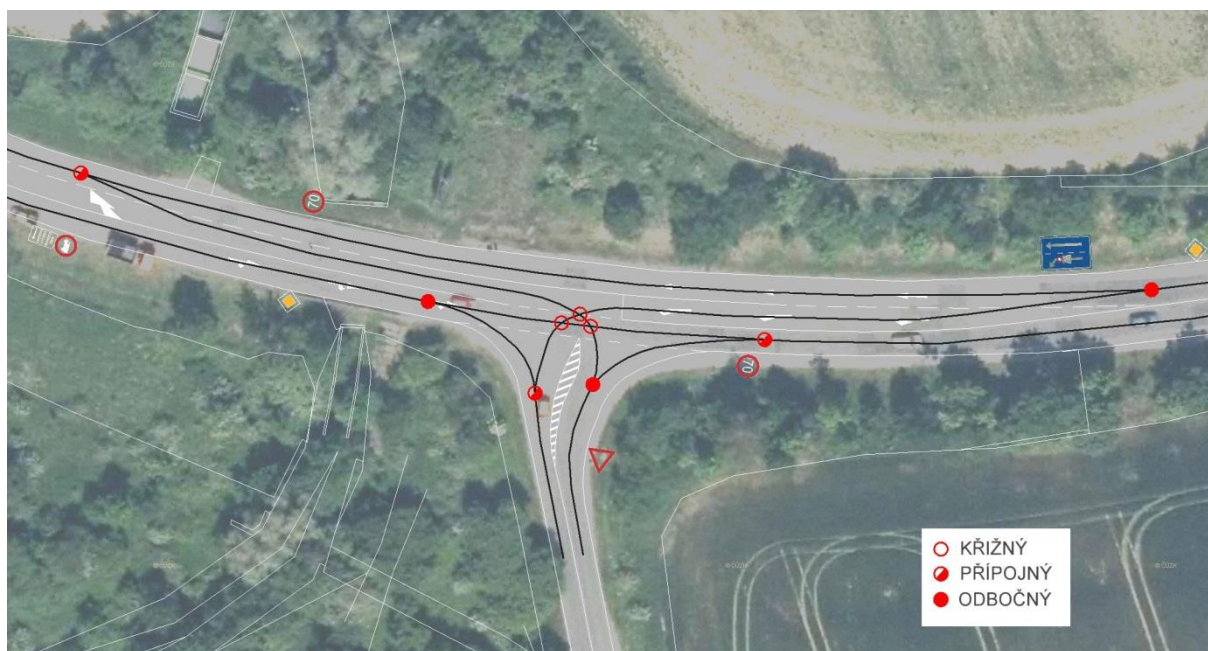
Ze západní strany (od Hájů) vstupuje do křižovatky komunikace Novopetrovická. Je to třípruhová směrově nerozdělená komunikace s 3,5 m širokými pruhy. Druhý vstup do křižovatky je od Petrovic a je to opět komunikace Novopetrovická. Vstupuje do křižovatky z východu a je to třípruhová směrově nerozdělená komunikace. Všechny pruhy mají šířku 3,5 m. Poslední vstup tvoří ulice Štychova, která je dvoupruhová směrově nerozdělená komunikace se šířkou pruhů 3,0 m.

Vzhledem k tomu, že jde o stykovou – tříramennou křižovatku, vyskytuje se na ni devět kolizních bodů (Obr. 14):

- tři křížné,
- tři přípojné,
- tři odbočné.

⁴ CAD = (computer aided design) počítačem podporované projektování

Obr. 14 Zobrazení krizových bodů na sledované křižovatce



Zdroj: [21], vlastní zpracování

5.2 Dopravní průzkum

Základním předpokladem správného řešení dopravních problémů je zjištění aktuálního stavu dopravy. K tomuto zjišťování slouží vykonávání dopravních a přepravních průzkumů. Jedná se o souhrn činností, kterými zjišťujeme informace o silničním provozu.

Průzkum intenzity dopravy byl prováděn na křižovatce ulice Novopetrovická a Štychova ve všedních dnech 21. 2. 2020 v 16:00–17:00 (pátek) a 28. 2. 2020 v 8:00–9:00 (pátek). Dále také o víkendu 1. 3. 2019 v 12:00–13:00 (neděle). Teplota se všechny tři dny pohybovala mezi 7–10 °C s polojasnou oblohou.

Metodika průzkumu byla zvolena kombinací ručního způsobu tak a průzkumu pomocí kamery. Následně byly záběry doma vyhodnoceny a data zpracována do tabulek. Intenzita byla sledována odděleně podle směru jízdy dopravních prostředků a podle jejich druhu. Sledovaly se:

- O osobní automobily,
- M motocykly,
- N nákladní automobily,
- A autobusy.

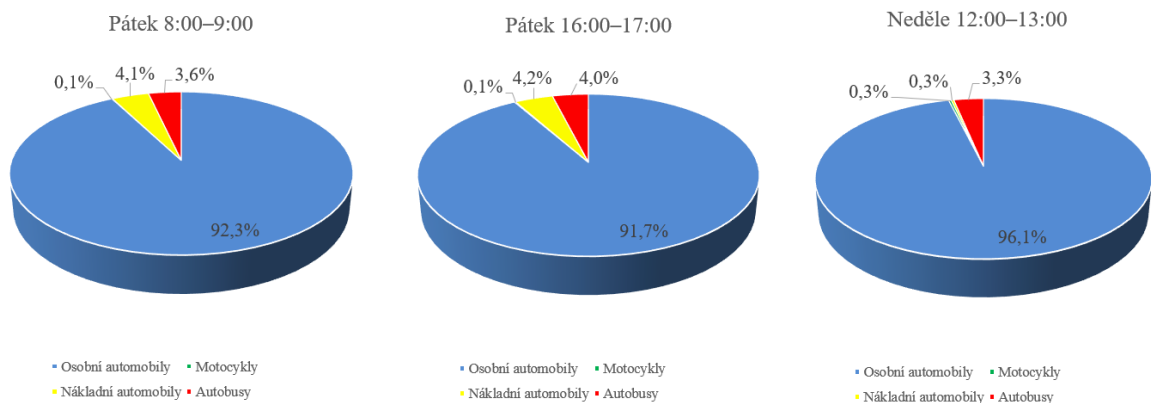
Tab. 3 Výsledné hodnoty dopravního průzkumu

	Dopravní průzkum na křižovatce Novopetrovická x Štychova								
	Datum	Den v týdnu	Čas	Datum	Den v týdnu	Čas	Datum	Den v týdnu	Čas
	28.2.2020	Pátek	8:00 - 9:00	21.2.2020	Pátek	16:00 - 17:00	1.3.2020	Neděle	12:00 - 13:00
Celkem [voz.]	1529			1618			1059		
Osobní automobily [voz.]	1411			1484			1018		
Motocykly [voz.]	1			2			3		
Nákladní automobily [voz.]	62			68			3		
Autobusy [voz.]	55			64			35		

Zdroj: Vlastní

Z tabulky výše (Tab. 3) lze říct, že v pátek odpoledne je provoz největší, a naopak v neděli nejmenší. Danou křižovatkou projíždí nejvíce osobní automobily, poté autobusy a nákladní automobily a nakonec motocykly.

Obr. 15 Grafické znázornění procentuálního zastoupení druhů projíždějících vozidel na křižovatce

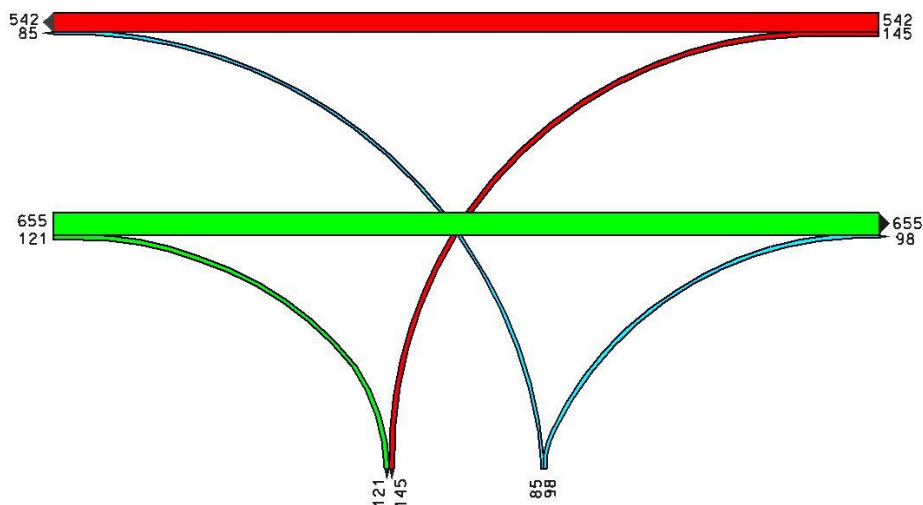


Zdroj: Vlastní

Z obrázku 15 je patrné, že největší zastoupení při průjezdnosti mají osobní automobily. Ve všední den jsou to v následujícím pořadí nákladní automobily, po nich autobusy a nakonec motocykly. O víkendu z důvodu zákazu jízdy kamionů v době od 13:00 do 22:00 h je jejich zastoupení na obrázku 15 minimální.

Směrové rozdělení jednotlivých druhů vozidel je vidět v příloze 4 (Tab. 9-11).

Obr. 16 Zátěžový diagram intenzity dopravního proudu



Zdroj: Vlastní

Pro lepší přehlednost je znázorněn zátěžový diagram intenzity dopravního proudu (Obr. 16) z přílohy 4 (Tab. 9)

5.2.1 Přepočítání na roční průměr denních intenzit

Sledovanou křižovatkou v pátek odpoledne projelo celkem 1618 vozidel. Tyto hodnoty je nutné přepočítat z krátkodobého průzkumu na roční průměr denních intenzit. Následující výpočty jsou v souladu s TP 189⁵. Při výpočtu je nutné využívat přepočtové koeficienty odrážející denní, týdenní a roční variace intenzity dopravy.

Vychází se ze vzorce:

$$RPDI_0 = I_m * K_{m,d} * K_{d,t} * K_{t,RPDI} \quad (1.6)$$

kde:

I_m – intenzita naměřená v době průzkumu

$K_{m,d}$ – přepočtový koeficient zohledňující denní variace intenzit dopravy

$K_{d,t}$ – přepočtový koeficient zohledňující týdenní variace intenzit dopravy

$K_{t,RPDI}$ – přepočtový koeficient zohledňující roční variace intenzit dopravy.

Pro zjištění správných koeficientů pro náš výzkum použijeme tyto vzorce:

⁵ Technické podmínky – stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích

$$K_{m,d} = \frac{100}{\sum p_i^d} \quad (1.7)$$

$$K_{d,t} = \frac{100}{\sum p_i^t} \quad (1.8)$$

$$K_{t,RPDI} = \frac{100}{\sum p_i^r} \quad (1.9)$$

kde:

p_i^d – podíl hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitě dopravy [%]

p_i^t – podíl denní intenzity dopravy v den průzkumu ku týdennímu průměru denních intenzit dopravy [%]

p_i^r – podíl denní intenzity dopravy měsíce v roce ku ročnímu průměru denních intenzit dopravy [%].

Výše uvedené hodnoty a vzorce jsou zjištěny z přílohy TP 189. Hodnota p_i^d pro hodinový průzkum byla stanovena z tabulky pro denní variace intenzit dopravy v běžný pracovní den, pro vozidla celkem a v roční období – zimní. Hodnota p_i^d ve skupině pro místní komunikace je z přílohy 1 $p_i^d = 7,57$ % (Tab. 1).

Hodnota p_i^t pro hodinový průzkum byla stanovena z přílohy 1 (Tab. 2) pro týdenní variace intenzit dopravy v pátek, pro vozidla celkem v zimním ročním období. Hodnota pro místní komunikace je $p_i^t = 118,9$ %

Poslední hodnota p_i^r pro hodinový průzkum byla stanovena z přílohy 1 (Tab. 3) pro roční variace intenzit dopravy v běžný pracovní den, pro vozidla celkem v říjnu na hodnotu $p_i^r = 97,5$ %

$$K_{m,d} = \frac{100}{\sum p_i^d} = \frac{100}{7,57} = 13,21$$

$$K_{d,t} = \frac{100}{\sum p_i^t} = \frac{100}{118,9} = 0,84$$

$$K_{t,RPDI} = \frac{100}{\sum p_i^r} = \frac{100}{97,5} = 1,03$$

Tyto vypočítané hodnoty se dosadí do rovnice:

$$RPDI_0 = I_m * K_{m,d} * K_{d,t} * K_{t,RPDI} = 1618 * 13,21 * 0,84 * 1,03 = 18492,59 \text{ [voz/den]}$$

5.2.2 Výpočet padesátirázové hodinové intenzity

Pro zjištění padesáté nejvyšší hodnoty hodinové intenzity se využívá padesátirázová intenzita. Padesátirázová intenzita dopravy se bude nacházet právě na padesátém místě. Jestli se seřadí jednotlivé hodinové intenzity od nejmenší po největší. Využívá se vzorce:

$$I_{50} = \text{RPDI} * K_{\text{RPDI},50} \quad (2.0)$$

kde:

I_{50} – padesátirázová hodinová intenzita dopravy [voz/hod],

RPDI – roční průměr denních intenzit [voz/den],

$K_{\text{RPDI},50}$ – přepočtový koeficient ročního průměru denních intenzit dopravy na padesátirázovou hodinovou intenzitu.

Podle technických podmínek uvedených v TP 189 jsou definovány hodnoty koeficientu $K_{\text{RPDI},50}$. Podle TP 189 je i stanovená hodnota $K_{\text{RPDI},50} = 0,104$, což odpovídá 10,4 %. Po dosazení tohoto koeficientu a RPDI do rovnice dostaneme:

$$I_{50} = \text{RPDI} * K_{\text{RPDI},50} = 18492,59 * 0,104 = 1923,23 \text{ [voz/den]}$$

5.2.3 Výpočet intenzity dopravy ve špičkovou hodinu

Intenzita dopravy špičkové hodiny I_{sh} se využívá pro komunikace místní nebo také pro veřejně přístupné účelové komunikace v nezastavěném ale i zastavěném území obcí a pro průjezdní úseky silnic v zastavěném území.

Pro zjištění nejvyšší hodinové intenzity použijeme vzorec:

$$I_{sh} = \text{RPDI} * K_{\text{RPDI},sh} \quad (2.1)$$

kde:

I_{sh} - intenzita dopravy špičkové hodiny v běžný pracovní den [voz/h],

RPDI – roční průměr denních intenzit [voz/den],

$K_{\text{RPDI},sh}$ - přepočtový koeficient ročního průměru denních intenzit dopravy na špičkovou hodinovou intenzitu.

Podle TP 189 je hodnota koeficientu $K_{\text{RPDI},sh} = 0,103$, což odpovídá 10,3 %. Po dosazení tohoto zjištěného koeficientu a RPDI do rovnice dostaneme:

$$I_{sh} = \text{RPDI} * K_{\text{RPDI},sh} = 18492,59 * 0,103 = 1904,74 \text{ [voz/den]}$$

5.2.4 Prognóza intenzit dopravy

Z dopravního průzkumu a na základě výpočtu RPDÍ pro sledovanou křižovatku, lze vypočítat výhledové intenzity pro následující roky. Podle TP 225⁶ se pro výpočet prognózy využívá násobek výchozí intenzity dopravy a koeficient prognózy intenzit dopravy. Koeficient zohledňuje předpokládaný vývoj intenzit dopravy jednotlivých skupin vozidel na jednotlivých typech komunikací a v jednotlivých krajích.

Prognóza se zpracovává podle tří skupin vozidel:

A – osobní vozidla (osobní a dodávková vozidla bez přívěsů i s přívěsy nebo jednostopá motorová vozidla),

B – lehká nákladní vozidla (lehká nákladní vozidla s užitečnou hmotností do 3,5 t bez přívěsů i s přívěsy),

C – těžká vozidla (autobusy, traktory s přívěsem/bez přívěsu, autobusy kloubové, střední nákladní vozidla s užitečnou hmotností 3,5 – 10 t bez přívěsů/s přívěsem apod.).

Následující výpočty jsou v souladu s TP 225. Výpočet se provede podle vzorce pro základní skupiny vozidel:

$$I_{vi} = I_{0i} * k_{pi} \quad (2.2)$$

kde:

I_{vi} - výhledová intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/den], [voz/h],

I_{0i} - výchozí intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/den], [voz/h],

k_{pi} - koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-].

Pro všechna vozidla se výhledová intenzita spočítá jako součet výhledových intenzit dopravy pro jednotlivé skupiny vozidel.

$$I_v = \sum_{i=L,T} I_{vi} \quad (2.3)$$

Koeficient prognózy intenzit dopravy pro jednotlivou skupinu vozidel se určí dle vzorce:

$$k_{pi} = \frac{k_{vi}}{k_{0i}} \quad (2.4)$$

kde:

k_{vi} – koeficient vývoje intenzit dopravy pro výhledový rok a pro danou skupinu vozidel [-],

k_{0i} - koeficient vývoje intenzit dopravy pro výchozí rok a pro danou skupinu vozidel [-].

⁶ Technické podmínky – prognóza intenzit automobilové dopravy

Dle tabulky 1 pro osobní vozidla v příloze 3 je $k_{0i} = 1,10$ v roce 2020. Pro výpočet intenzity dopravy v roce 2025 bude $k_{vi} = 1,18$.

$$k_{pi} = \frac{k_{vi}}{k_{0i}} = \frac{1,18}{1,10} = 1,07$$

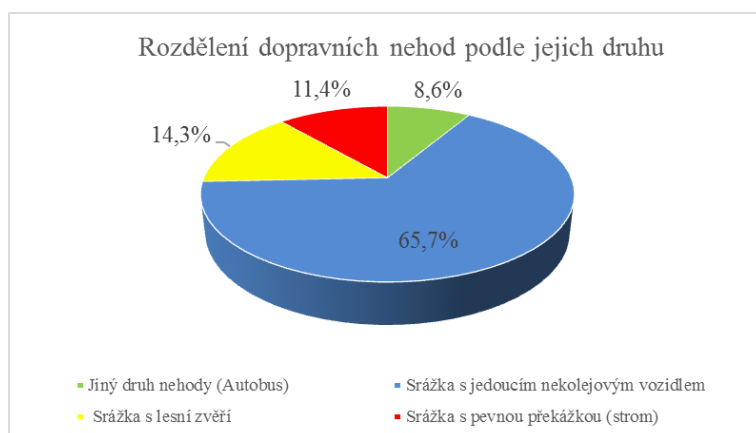
poté:

$$I_{vi} = I_{0i} * k_{pi} = 1366 * 1,07 = 1464,53 \text{ [voz/h]}$$

5.3 Nehodovost na vytipované křižovatce

Za posledních deset let se na křižovatce ulic Novopetrovická a Štychova stalo celkem třicet pět nehod, které jsou zaznamenány v příloze 3 (Tab. 1,2). Data nehodovosti jsou převzatá z Centra dopravního výzkumu, v. v. i. Jedná se tedy o veřejnou výzkumnou instituci v působnosti Ministerstva dopravy. Uskutečňuje vývojovou a výzkumnou činnost v oblasti dopravy.

Obr. 17 Grafické znázornění procentuálního podílu druhů dopravních nehod



Zdroj: Vlastní

Na obrázku 17 je znázorněno procentuální rozdělení jednotlivých dopravních nehod podle jejich druhu. Na křižovatce je nečastějším druhem DN srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem. Nejméně zastoupeným druhem je jiný druh nehody (Autobus). Jde o DN, kdy jeden z účastníků (osobní automobil) ujel, a tudíž se nemohlo prokázat, co se opravdu stalo. Na sledované křižovatce se jednalo vždy o srážku autobusu a osobního automobilu.

Celková hmotná škoda DN na sledované křižovatce je 3,28 mil. Kč. Za posledních deset let byla průměrná hmotná škoda u DN 5474,82 mil. Kč v ČR. Na zkoumané křižovatce vzniklo tedy zhruba 0,06 % hmotných škod z celkového počtu.

Obr. 18 Grafické znázornění hmotné škody na vybrané křižovatce v jednotlivých letech



Zdroj: Vlastní

Podle obrázku 18 lze říct, že největší hmotná škoda způsobená DN byla v roce 2014. Tato suma byla nasčítána pomocí čtyř nehod. Nejmenší hmotná škoda vznikla v roce 2010 z důvodu, že v tomto roce se stala pouze jedna nehoda.

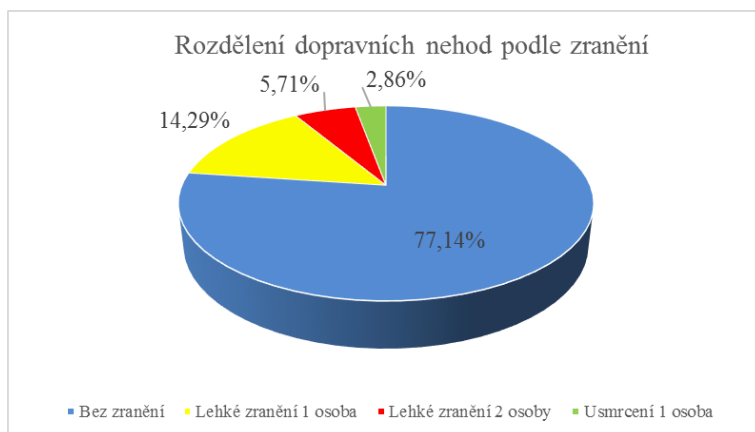
Na obrázku (Obr. 19) je ukázáno umístění jednotlivých nehod. Většina dopravních nehod se stala na komunikaci Novopetrovická, a to hned třicet z celkového počtu. Nehody jsou barevně rozděleny podle zranění osob. Zelené označení patří nehodám, kdy účastníci DN vyvázli bez zranění. Oranžové označení je určeno pro DN kdy alespoň jeden z účastníků měl lehké zranění. Lehkým zraněním se rozumí jiné zranění než těžké. Je pouze krátkodobé, ale je potřeba lékařské ošetření. Černá značka na obrázku ukazuje usmrcení účastníka DN. Pro těžké zranění by byl symbol červený, ten na obrázku vidět není, protože se na sledované křižovatce žádná DN s těžkým zraněním nenastala.

Obr. 19 Mapa nehodovosti na vybrané křižovatce v Praze



Zdroj: [19], vlastní zpracování

Obr. 20 Grafické znázornění procentuálního rozdělení zranění na sledované křižovatce



Zdroj: Vlastní

Na vybrané křižovatce se nejvíce vyskytuje DN bez zranění (Obr. 20) účastníků provozu, a to z celkového počtu 77,14 %. Druhým nejpočetnějším výskytem je lehké zranění jedné osoby s 14,29 %. Mezi poslední druhy zranění patří lehké zranění dvou osob (5,71 %) a usmrcení (2,86 %).

5.4 Návrh okružní křižovatky

Pro snížení nehodovosti a zajištění plynulosti provozu na sledované křižovatce bylo navrženo jako vhodné řešení změnit stykovou, třiramennou křižovatku (Obr. 21) na malou okružní křižovatku s jedním jízdním pruhem.

Obr. 21 Původní stav stykové tříramenné křižovatky



Zdroj: Vlastní

Při návrhu technického řešení OK byl kladen důraz na respektování zachování umístění na stávající parcely. Byla zvolena malá okružní křižovatka, tak aby byly splněny podmínky ČSN 73 6102. VOK, která musí mít vnější průměr větší než 23 m by se na sledované území umístit nedala, protože by muselo dojít k vykoupení okolních parcel. Vykoupení by mělo za následek vyšší investiční náklady, prodloužení doby realizace a bylo by nutné provést přeložení dotčené kabelové trasy vedoucí přes komunikaci Štychova.

Byla navržena MOK s vnějším průměrem 21 m a se zpevněným středovým ostrovem (Obr. 22). Vjezd a výjezd do/z křižovatky je navrhnutý jako jednoruhový a je oddělen dělicím ostrůvkem. Středový ostrov je řešen jako plně pojížděný z důvodu průjezdnosti větších vozidel. Má odlišný povrch co do struktury, materiálu, barvy či příčného profilu. Nároží křižovatky je dimenzováno také na větší vozidla, které budou MOK projíždět.

Šířka okružního pásu je navržena podle technických podmínek $a_{op} = 4,6 \text{ m}$. Průměr pojížděného středového ostrova $D_{so} = 11,8 \text{ m}$ z čehož šířka prstence bude činit $a_p = 2,7 \text{ m}$. Šířka vjezdových pruhů bude 3,5 m a šířka výjezdových pruhů bude 4 m.

Šířka pozemní komunikace Novopetrovická u vstupu i výstupu do OK je navržena na $a = 3,5 \text{ m}$. Původní vedlejší komunikace Štychova bude mít $a = 3 \text{ m}$.

Obr. 22 Navrhnutá jednopruhová MOK



Zdroj: Vlastní

Příčný sklon okružního pásu byl navrhnout jako odstředný se sklonem $p_1 = 3 \%$. Pro prstenec u středového ostrova byl navrhnoutý sklon $p_2 = 8 \%$ (Obr. 23) a pro zpevněnou srpovitou krajnici sklon $p_3 = 3 \%$. Největší algebraický rozdíl příčných sklonů okružního pásu a prstence a okružního pásu a zpevněné srpovité krajnice nesmí překročit 6% (Obr. 24).

$$(\pm p_1) - (\pm p_i) \leq 6\% \quad (2.5)$$

kde:

p_1 – sklon okružního pásu [%],

p_i – sklon středového ostrova a sklon zpevněné srpovité krajnice [%].

Podmínku tedy navrhovaná OK splňuje.

Prstenec po vnějším obvodu byl navržen, tak aby byl lemován zkoseným obrubníkem zvýšeným oproti okružnímu pásu o 60 mm. Prstenec a nezpevněná část středového ostrova bude oddělena obrubníkem osazeným s výškovým rozdílem 80 mm pro umožnění přímého průjezdu nadrozměrných vozidel (Obr. 25).

Rychlost průjezdu vozidla po okružním pásu nesmí překročit 35 km/h a zároveň by neměla být menší než 20 km/h. Proto rychlost kontrolujeme ze vzorce:

$$v_1 = 3,6 * \sqrt{g * R * f} = \sqrt{127 * R * f} \quad (2.6)$$

kde:

v_1 – dosahovaná rychlost na trajektorii [km/h],

g – gravitační zrychlení [m/s^2],

R – poloměr kružnicové dráhy [m],

f – koeficient příčného tření, $f = 0,40$.

$$v_1 = 3,6 * \sqrt{g * R * f} = \sqrt{127 * R * f} = 21,79 [km/h]$$

Příčné zrychlení vozidel by nemělo překročit hodnotu 0,33 g při rychlosti 20 km/h. To se zjišťuje ze vzorce:

$$a_{pz} = \frac{\left(\frac{v_1}{3,6}\right)^2}{R * g} \quad (2.7)$$

kde:

a_{pz} – příčné zrychlení [m/s^2],

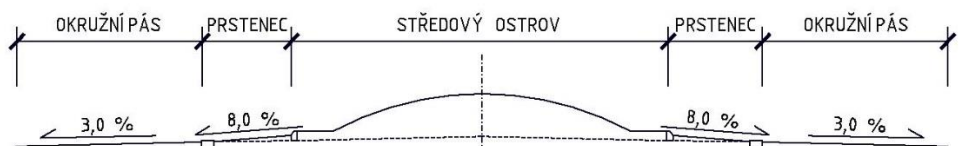
g – gravitační zrychlení [m/s^2],

R – poloměr kružnicové dráhy [m],

v_1 – dosahovaná rychlost na oblouku [km/h].

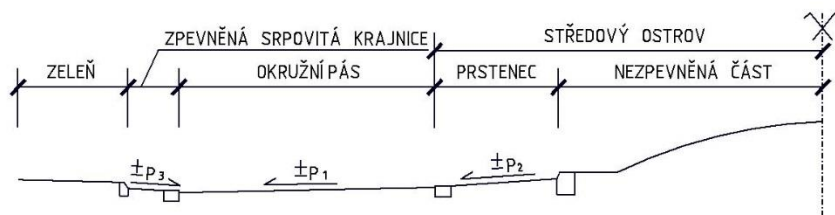
$$a_{pz} = \frac{\left(\frac{v_1}{3,6}\right)^2}{R * g} = 0,32 g$$

Obr. 23 Řez odstředného sklonu okružního pásu



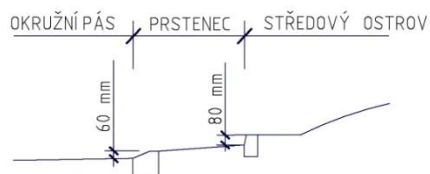
Zdroj: [20], vlastní zpracování

Obr. 24 Příčný řez jednopruhové OK



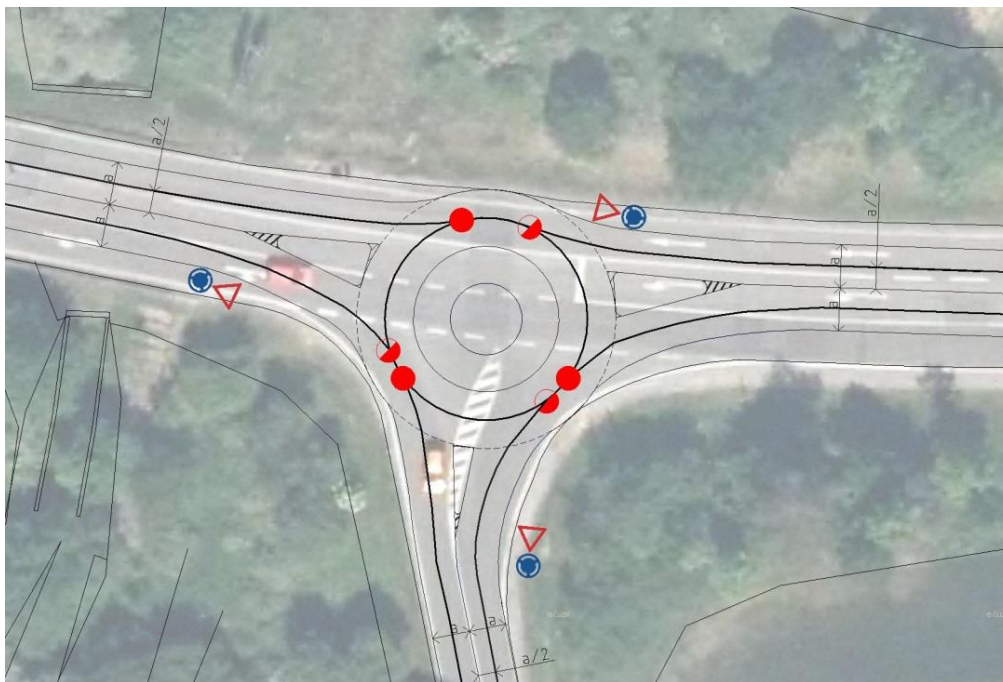
Zdroj: [20], vlastní zpracování

Obr. 25 Příčný řez osazení zkoseným obrubníkem zvýšeným oproti okružnímu pásu



Zdroj: [20], vlastní zpracování

Obr. 26 Vyobrazení kolizních bodů na navrhované MOK



Zdroj: Vlastní

Na nově navrhnuté okružní křižovatce bude pouze šest kolizních bodů a to (Obr. 26):

- tři přípojné,
- tři odbočné.

Tedy oproti původnímu stavu je zde o tři kolizní body méně. Což znamená menší pravděpodobnost střetu vozidel.

5.4.1 Posouzení návrhu MOK

Posouzení návrhu MOK je v souladu s TP 188⁷. Při kapacitním posuzování byly použity výpočty a hodnoty z dopravního průzkumu dne 28. 2. 2020 (kapitola 5.2). V první řadě je nutné zohlednit směrové rozdělení jednotlivých druhů aut a vynásobit získané výsledky intenzity dopravy pomocí koeficientů uvedených v tabulce níže (Tab. 4). Výsledné hodnoty jsou v tabulce 5.

Tab. 4 Hodnoty koeficientu skladby dopravního proudu pro OK

Osobní vozidla	Nákladní vozidla, autobusy	Nákladní soupravy, kloubové autobusy	Motocykly
1,0	2,0	3,0	0,8

Zdroj: [20], vlastní zpracování

Tab. 5 Přepočtená hodnota intenzity vozidel dle koeficientů

Pátek 8:00 - 9:00

Odkud	Kam	Osobní automobily [voz.]	Motocykly [voz.]	Nákladní automobily [voz.]	Autobusy [voz.]	Počet vozidel
A	B	434	0	60	48	542
	C	145	0	0	0	145
					Σ A	687
B	A	554	1	64	36	655
	C	101	0	0	20	121
					Σ B	776
C	A	98	0	0	0	98
	B	79	0	0	6	85
Pozn.: Novopetrovická (Petrovice) - označení A, Novopetrovická (Háje) - označení B, Štychova - označení C					Σ C	183
					Σ	1646

Zdroj: Vlastní

5.4.2 Základní kapacita vjezdu do OK

$$C_{g,v} = 3600 * \left(1 - \frac{\Delta * I_0}{n_0 * 3600}\right)^{n_0} * \frac{k_{v,usp}}{t_f} * e^{-\frac{I_0}{3600} * \left(t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta\right)} \quad (2.7)$$

kde:

$C_{g,v}$ – základní kapacita vjezdu (bez vlivu přecházejících chodců) [pvoz/h],

⁷ Technické podmínky – Posuzování kapacity křižovatek a úseků pozemních komunikací

I_0 – intenzita dopravy na okruhu v místě vjezdu [pvoz/h],

n_0 – počet jízdních pruhů na okruhu v místě vjezdu [-],

$k_{v,usp}$ – koeficient uspořádání jízdních pruhů na vjezdu a okruhu [-],

t_g – kritický časový odstup [s] pro OK s jedním pruhem na okruhu se stanovuje na základě vzdálenosti mezi kolizními body na okruhu L_{kol} ,

$$t_g = 4,5 \text{ (pro } L_{kol} < 11)$$

$$t_g = 5,6 - 0,1 \cdot L_{kol} \text{ (pro } 11 \leq L_{kol} \leq 20)$$

$$t_g = 3,6 \text{ (pro } L_{kol} > 20)$$

t_f – následný časový odstup [s] pro OK s jedním pruhem na okruhu se stanovuje na základě poloměru vjezdu R_v ,

$$t_f = 3,1 \text{ (pro } R_v < 8)$$

$$t_f = 3,6 - 0,0625 \cdot R_v \text{ (pro } 8 \leq R_v \leq 16)$$

$$t_f = 2,6 \text{ (pro } R_v > 16)$$

Δ - minimální časový odstup vozidel jedoucích na okruhu za sebou [s]

e – Eulerovo číslo [-]

Střední doba zdržení

Výpočet je možný pouze jestliže je splněna podmínka $C_n \neq 0$. Střední doba zdržení se vypočte dle vztahu:

$$t_w = \frac{3600}{C_n} + \frac{T}{4} * \left[(a_v - 1) + \sqrt{(a_v - 1)^2 + \frac{3600 * 8 * \min(a_v, 1)}{C_n * T}} \right] \quad (2.8)$$

kde:

t_w – střední doba zdržení [s],

C_n – kapacita podřazeného proudu [pvoz/h]

T – délka intervalu špičkového provozu [s]; ($T = 3600$ s),

a_v – stupeň vytížení [-].

Délka fronty čekajících vozidel

Opět je tento výpočet možný pouze jestliže je splněna podmínka $C_n \neq 0$. Délku fronty čekajících vozidel lze vypočítat ze vztahu:

$$L_{95\%} = \frac{3}{2} C_n \left((a_v - 1) + \sqrt{(1 - a_v)^2 + 3,0 \frac{8 \cdot a_v}{C_n}} \right) \quad (2.9)$$

kde:

$L_{95\%}$ – délka fronty čekajících vozidel [m],

C_n – kapacita podřazeného proudu [pvoz/h],

a_v – stupeň vytížení [-].

Rezerva kapacity

Vyjadřuje se buď absolutní či relativní hodnotou.

Rezerva kapacity, která je vyjádřena absolutní hodnotou se stanoví ze vzorce:

$$Rez = C - I \quad (3.0)$$

kde:

Rez – rezerva kapacity [voz/h, případně pvoz/h],

C – kapacita [voz/h, případně pvoz/h],

I – návrhová intenzita dopravy [voz/h, případně pvoz/h].

Rezerva kapacity, která je vyjádřena relativní hodnotou se stanoví ze vzorce:

$$Rez = \frac{C-I}{C} * 100 \quad (3.1)$$

kde:

Rez – rezerva kapacity [%],

C – kapacita [voz/h, případně pvoz/h],

I – návrhová intenzita dopravy [voz/h, případně pvoz/h].

Stupeň vytížení

$$a_v = \frac{I_n}{C_n} \quad (3.2)$$

kde:

a_v – stupeň vytížení [-],

I_n – návrhová intenzita dopravy [pvoz/h],

C_n – kapacita podřazeného proudu [pvoz/h].

5.4.3 Kapacita výjezdu z OK

Základní kapacita výjezdu z OK se vyjádří ze vztahu:

$$C_e = 1219 * e^{-\frac{I_{ped}}{1923}} + C_{re} \quad (3.3)$$

kde:

C_e – kapacity výjezdu [pvoz/h],

I_{ped} – intenzita přecházejících chodců [ch/h],

C_{re} – navýšení kapacity výjezdu vlivem poloměru výjezdu [pvoz/h]; je určeno vzorcí:

$$C_{re} = C_{re0} - \frac{C_{re0}}{800} * I_{ped} \quad \text{pro } I_{ped} \leq 800 \text{ ch/h,}$$

$$C_{re} = 0 \quad \text{pro } I_{ped} > 800 \text{ ch/h,}$$

C_{re0} – navýšení kapacity výjezdu vlivem poloměru výjezdu při nulové intenzitě chodců [pvoz/h], je dáno vzorcem:

$$C_{re0} = (R_e - 12) * 10 \quad (3.4)$$

kde:

R_e - poloměr výjezdu z okružní křižovatky [m],

pro $R_e > 30$ m se dosazuje $R_e = 30$ m,

pro $R_e < 12$ m se dosazuje $R_e = 12$ m,

t_f – následný časový odstup vozidel na výjezdu z OK [s] se stanovuje na základě poloměru výjezdu R_e .

$$R_e < 15 \text{ [m]} \quad t_f = 3,0 \text{ [s]}$$

$$15 \leq R_e \leq 30 \text{ [m]} \quad t_f = 3,6 - 0,04 \cdot R_e \text{ [s]} \quad (17)$$

$$R_e > 30 \text{ [m]} \quad t_f = 2,4 \text{ [s]}$$

Stupeň vytížení

Jedná se o stupeň vytížení, který je kritériem výkonnosti pro:

- úseky ve volné krajině – dálnice a čtyř pruhové směrově rozdělené silnice,
- výjezdy z okružní křižovatky,
- větve mimoúrovňové křižovatky,
- průpletové úseky,
- odbočovací pruhy,
- připojovací pruhy.

Pozemní komunikace kapacitně vyhovuje, pokud je splněna podmínka:

$$a_v \leq a_{v,lim} \quad (3.5)$$

Stupeň vytížení se vypočítá ze vztahu:

$$a_v = \frac{I}{C} \quad (3.6)$$

kde:

a_v - stupeň vytížení [-],

I – návrhová intenzita dopravy [voz/h, případně pvoz/h]

C – kapacita [voz/h, případně pvoz/h].

Střední doba zdržení

Výpočet viz kapitola 5.4.2.

6. Výsledky a diskuze

V kapitole 5.2 byl proveden dopravní průzkum ke zjištění aktuálních dat. Z naměřených dat vyplynulo, že největší dopravní intenzita byla ve všední den odpoledne. Osobní automobily byly nejčastějším projíždějícím druhem vozidla na sledované křižovatce. Je patrné, že nejvytíženější komunikací je silnice Novopetrovická, a to především ve směru na Háje.

Z dopravního průzkumu byly vypočítány tyto hodnoty:

- roční průměr denních intenzit,
- padesátirázová hodinová intenzita,
- intenzita ve špičkovou hodinu,
- prognóza intenzit dopravy.

Výsledky výpočtů pro jednotlivé dny a druhy vozidel jsou uvedeny v následujících tabulkách (Tab. 6–8)

Tab. 6 Vyhodnocení dopravního průzkumu z pátku – ráno

Místo:	Praha - Petrovice					
Číslo komunikace:	Křižovatka Novopetrovická × Štychova					
Stanoviště:	u křižovatky					
Datum:	21.02.2020					
Den týdne:	pátek					
Doba průzkumu:	8:00 - 9:00					
			Druh vozidel			
			O	M	N	A
1	Intenzita dopravy za dobu průzkumu běžného pracovního dne	I_m [voz]	1411	1	62	55
2	Přepočtový koeficient denních variací	$k_{m,d}$ [-]	15,55	13,26	12,67	15,77
3	Denní intenzita dopravy	I_m [voz/den]	21944	13	786	868
4	Přepočtový koeficient týdenních variací	$k_{d,t}$ [-]	0,84	0,88	0,78	0,79
5	Týdenní průměr denních intenzit dopravy	I_t [voz/den]	18518	12	617	686
6	přepočtový koeficient ročních variací	$k_{t,RPDI}$ [-]	1,05	4,22	1,05	1,13
7	Roční průměr denních intenzit	RPDI [voz/den]	19534	49	648	776
8		SOUČET [voz/den]	21007			
9	přepočtový koeficient	$k_{RPDI,50}$ [-]	0,104			
10	padesátirázová hodinová intenzita dopravy	I_{50} [voz/h]	2185			
11	přepočtový koeficient	$k_{RPDI,sh}$ [-]	0,103			
12	Intenzita špičkové hodiny	I_{sh} [voz/h]	2164			

Zdroj: Vlastní

Tab. 7 Vyhodnocení dopravního průzkumu z pátku – odpoledne

Místo:		Praha - Petrovice				
Číslo komunikace:		Křižovatka Novopetrovická × Štychova				
Stanoviště:		u křižovatky				
Datum:		21.02.2020				
Den týdne:		pátek				
Doba průzkumu:		16:00 - 17:00				
		Druh vozidel				
		O	M	N	A	
1	Intenzita dopravy za dobu průzkumu běžného pracovního dne	I_m [voz]	1484	2	68	64
2	Přepočtový koeficient denních variací	$k_{m,d}$ [-]	12,52	13,95	17,83	16,05
3	Denní intenzita dopravy	I_m [voz/den]	18573	28	1212	1027
4	Přepočtový koeficient týdenních variací	$k_{d,t}$ [-]	0,84	0,88	0,78	0,79
5	Týdenní průměr denních intenzit dopravy	I_t [voz/den]	15674	25	951	812
6	přepočtový koeficient ročních variací	$k_{t,RPDI}$ [-]	1,05	4,22	1,05	1,13
7	Roční průměr denních intenzit	RPDI [voz/den]	16533	104	999	919
8		SOUČET [voz/den]	18555			
9	přepočtový koeficient	$k_{RPDI,50}$ [-]	0,104			
10	padesátirázová hodinová intenzita dopravy	I_{50} [voz/h]	1930			
11	přepočtový koeficient	$k_{RPDI,sh}$ [-]	0,103			
12	Intenzita špičkové hodiny	I_{sh} [voz/h]	1911			

Zdroj: Vlastní

Tab. 8 Vyhodnocení dopravního průzkumu z neděle

Místo:		Praha - Petrovice				
Číslo komunikace:		Křižovatka Novopetrovická × Štychova				
Stanoviště:		u křižovatky				
Datum:		01.03.2020				
Den týdne:		neděle				
Doba průzkumu:		12:00-13:00				
		Druh vozidel				
		O	M	N	A	
1	Intenzita dopravy za dobu průzkumu běžného pracovního dne	I_m [voz]	1018	3	3	35
2	Přepočtový koeficient denních variací	$k_{m,d}$ [-]	16,47	13,70	12,67	17,70
3	Denní intenzita dopravy	I_m [voz/den]	16771	41	38	619
4	Přepočtový koeficient týdenních variací	$k_{d,t}$ [-]	0,84	0,88	0,78	0,79
5	Týdenní průměr denních intenzit dopravy	I_t [voz/den]	14153	36	30	490
6	přepočtový koeficient ročních variací	$k_{t,RPDI}$ [-]	0,99	3,11	1,00	1,13
7	Roční průměr denních intenzit	RPDI [voz/den]	13971	113	30	554
8		SOUČET [voz/den]	14668			
9	přepočtový koeficient	$k_{RPDI,50}$ [-]	0,104			
10	padesátirázová hodinová intenzita dopravy	I_{50} [voz/h]	1525			
11	přepočtový koeficient	$k_{RPDI,sh}$ [-]	0,103			
12	Intenzita špičkové hodiny	I_{sh} [voz/h]	1511			

Zdroj: Vlastní

Z dopravního průzkumu a sledování dopravní situace se nejvíce problematické zdálo odbočování vlevo i vpravo z vedlejší komunikace Štychova na hlavní komunikaci. Při tomto odbočování vozidel docházelo na vstupech do křižovatky ke značným časovým ztrátám a také ke kongescím. Bylo vyzorováno, že velká část řidičů tuto křižovatku nezná, a proto při zařazování nevyužívají přípojovací pruh. Tudíž zbytečně dávají přednost vozidlům přijíždějícím zprava a poté se rovnou řadí do jízdniho pruhu, čímž vzniká zdržení na vjezdu.

Jako méně problematické se projevilo odbočování vlevo z hlavní komunikace Novopetrovická na komunikaci Štychova.

Z výpočtů dopravního průzkumu lze říct, že křižovatka je ve všední dny daleko vytíženější než o víkendu.

Prognóza intenzit byla vypočítána postupně po pěti letech, a to od roku 2020 až do roku 2055. Výsledky jsou vidět v tabulkách (Tab. 9-11)

Tab. 9 Výhledová intenzita dopravy do roku 2055 vypočítaná z hodnot naměřených v pátek ráno

Rok	Výhledová intenzita dopravy pro osobní vozidla I_{vi} [voz/h]	Výhledová intenzita dopravy pro lehká nákladní vozidla I_{vi} [voz/h]	Výhledová intenzita dopravy pro těžká vozidla I_{vi} [voz/h]	Výhledová intenzita pro všechny vozidla I_v [voz/h]
2020	1311	101	117	1529
2025	1406	113	122	1641
2030	1502	124	129	1755
2035	1573	133	136	1843
2040	1633	142	142	1916
2045	1692	150	146	1988
2050	1740	156	150	2046
2055	1776	163	154	2093

Zdroj: Vlastní

Tab. 10 Výhledová intenzita dopravy do roku 2055 vypočítaná z hodnot naměřených v pátek odpoledne

Rok	Výhledová intenzita dopravy pro osobní vozidla I_{vi} [voz/h]	Výhledová intenzita dopravy pro lehká nákladní vozidla I_{vi} [voz/h]	Výhledová intenzita dopravy pro těžká vozidla I_{vi} [voz/h]	Výhledová intenzita pro všechny vozidla I_v [voz/h]
2020	1366	120	132	1618
2025	1465	134	138	1736
2030	1565	148	146	1858
2035	1639	159	153	1951
2040	1701	168	160	2029
2045	1763	178	165	2106
2050	1813	185	170	2168
2055	1850	194	173	2218

Zdroj: Vlastní

Tab. 11 Výhledová intenzita dopravy do roku 2055 vypočítaná z hodnot naměřených v neděli

Rok	Výhledová intenzita dopravy pro osobní vozidla I_{vi} [voz/h]	Výhledová intenzita dopravy pro lehká nákladní vozidla I_{vi} [voz/h]	Výhledová intenzita dopravy pro těžká vozidla I_{vi} [voz/h]	Výhledová intenzita pro všechny vozidla I_v [voz/h]
2020	987	34	38	1059
2025	1058	38	40	1136
2030	1131	42	42	1214
2035	1184	45	44	1273
2040	1229	48	46	1323
2045	1274	50	47	1372
2050	1310	53	49	1411
2055	1337	55	50	1442

Zdroj: Vlastní

Z uvedených tabulek lze vyvodit, že intenzita dopravy pro jednotlivé druhy vozidel stoupne zhruba o 23–24 % do roku 2055. Tato prognóza je nepřesná, z důvodu působících vlivů

na automobilový průmysl. Při rychle rostoucí ekonomice bude výroba vozidel intenzivnější, export či import surovin bude růst a lidé budou nakupovat stále více osobních automobilů.

Výše uvedené příklady budou klesat, jestliže dojde k poklesu ekonomiky státu. Tudíž nelze přesně stanovit prognózu na následující roky.

V kapitole 5.3 byla řešena nehodovost na vytipované křižovatce v Praze. Data nehodovosti byla zjišťována za posledních deset let. Na křižovatce se celkově stalo třicet pět nehod. Třicet nehod se stalo na komunikaci Novopetrovická a zbylých pět na komunikaci Štychova.

Nejčastějším druhem DN byla srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem. Z celkového počtu to bylo dvacet čtyři nehod, což dělá 65,7 %. Celková hmotná škoda byla 3,28 mil. Kč za posledních deset let, a to je přibližně 0,06 % z celkové hmotné škody na území ČR. Nejpočetnější DN z hlediska vzniklého zranění je nehoda bez zranění účastníků provozu, a to je procentuálně z celkového počtu 77,14 %.

V další kapitole (5.4) se řešil návrh okružní křižovatky. Byla navržena MOK s těmito rozměry:

- okružní křižovatka jednopruhá,
- vnější průměr bude 21 m,
- křižovatka bude mít zpevněný středový ostrov, který bude řešen jako plně pojížděný,
- šířka okružního pásu bude 4,6 m,
- průměr středového ostrova bude 11,8 m,
- šířka prstence bude 2,7 m,
- šířka vjezdových pruhů bude 3,5 m,
- šířka výjezdových pruhů bude 4,0 m,
- odstředný příčný sklon okružního pásu bude mít sklon 3 %,
- prstenec bude mít sklon 8 %,
- zpevněná srpovitá krajnice bude mít sklon 3 %.

Šířka pozemní komunikace Novopetrovická u vstupu i výstupu do OK je navržena na $a = 3,5$ m. Původní vedlejší komunikace Štychova bude mít $a = 3$ m.

Rychlost průjezdu vozidla po okružním pásu bude dosahovat 21,79 km/h s příčným zrychlením 0,32 g.

Tab. 12 Výsledky výpočtů kapacity vjezdu a výjezdu OK část 1.

Vstupy	I - na vjezdu [pvoz/hod]	I - na výjezdě [pvoz/hod]	n_0 [-]	$k_{v,usp}$ [-]	L_{kol} [m]	t_g [-]	R_v [m]	$t_{r,vj}$ [-]	Δ [s]	e [-]	$C_{B,v}$ [pvoz/hod]
A	687	753	1	1	5,5	4,5	35	2,6	2,1	2,72	673
B	776	627	1	1	2,7	4,5	30	2,6	2,1	2,72	598
C	183	266	1	1	2,7	4,5	30	2,6	2,1	2,72	1170

Pozn.: Novopetrovická (Petrovice) - označení A, Novopetrovická (Háje) - označení B, Štychova - označení C

Zdroj: Vlastní

Tab. 13 Výsledky výpočtů kapacity vjezdu a výjezdu OK část 2.

Vstupy	$t_{w,vj}$ [s]	τ [s]	$a_{v,vj}$ [-]	$L_{95\%}$ [s]	Rez [pvoz/hod]	C_e [pvoz/hod]	$n_{e,koef}$ [-]	R_e [m]	$t_{r,vý}$ [-]	$a_{v,vý}$ [-]	$t_{w,vý}$ [s]
A	123,14	3600	1,02	213,71	-14	1399	1	35	2,9	0,54	5,58
B	570,96	3600	1,30	607,20	-178	1219	1	30	2,9	0,51	6,02
C	3,66	3600	0,16	3,42	987	1219	1	30	2,9	0,22	3,79

Pozn.: Novopetrovická (Petrovice) - označení A, Novopetrovická (Háje) - označení B, Štychova - označení C

Zdroj: Vlastní

V tabulkách 12 a 13 se nachází výsledky výpočtu kapacity vjezdu a výjezdu navrhované MOK. Rezerva kapacity vychází na vstupech A a B záporně. Tento výsledek znamená, že na těchto vstupech dochází k překročení kapacity vjezdu. Vstup C nepřekračuje kapacitu vjezdu.

Stupeň vytížení u vjezdu dosahuje opět na vstupech A a B hodnot vyšších než 0,9, což znamená že kapacitně nevyhovují. Vstup C tedy kapacitně vyhovuje. Stupeň vytížení u výjezdu vyhovuje kapacitně u všech vstupů.

Nejproblematictější byla střední doba čekání na vstupu C. Z výpočtu vychází, že se tato doba na vjezdu zkrátí na 3 s.

7. Závěr

Cílem této diplomové práce je analýza nehodovosti na vytipované křižovatce v Praze a návrh možné alternativy vzhledem k současnému stavu křižovatky. V práci je vybrána křižovatka v Praze-Petrovicích mezi ulicemi Novopetrovická a Štychova. Jedním z hlavních důvodů přestavby současného stavu na malou okružní křižovatku, je problematické odbočování vozidel z vedlejší komunikace na hlavní a zvýšené riziko dopravních nehod. Dalším problematickým důvodem je odbočování z hlavní komunikace (ze směru na Háje) na vedlejší. Pomocí dopravního průzkumu, který probíhal vizuálně a pomocí kamery, byla zjištěna intenzita dopravních proudů.

Teoretická část slouží pro seznámení s danou problematikou. V úvodní části kapitoly jsou popsány druhy dopravy a struktura pozemních komunikací. Jsou zde rozděleny křižovatky a jejich kolizní body či geometrie pohybu vozidel právě po křižovatkách. Protože se samotný návrh diplomové práce opírá o přestavbu stykové křižovatky na okružní, jsou zde vysvětleny podstatné podmínky při jejím návrhu.

Dále jsou shrnuty teoretické poznatky k silniční nehodovosti v ČR. Je vysvětleno, co dopravní nehodovost znamená a její právní úprava v ČR. Na konci je shrnuta statistika nehodovosti za posledních deset let (2009–2019).

V praktické části je provedena charakteristika sledované křižovatky včetně souřadnic jejího umístění, nadmořské výšky, rozdělení svislého a vodorovného dopravního značení, kolizní body apod. Dále také je pomocí softwarového programu zpracována výkresová dokumentace pro lepší orientaci a přehlednost.

Následujícím důležitým celkem je dopravní průzkum, sloužící jako podklad pro vyhotovení návrhu křižovatky. Průzkum intenzity dopravy byl prováděn na křižovatce ulice Novopetrovická a Štychova ve všedních dnech 21. 2. 2020 v 16:00–17:00 (pátek) a 28. 2. 2020 v 8:00–9:00 (pátek). Dále také o víkendu 1. 3. 2019 v 12:00–13:00 (neděle). Pomocí tohoto průzkumu byla zjištěna data o celkové intenzitě dopravy na křižovatce za hodinu. Dále byly zjištěny jednotlivé druhy projíždějících vozidel a také intenzita jednotlivých jízdních pruhů. Z výsledků bylo zjištěno, že ve všední den odpoledne byl provoz nejintenzivnější, a to ve všech směrech. Jednalo se o průjezd 1618 voz/hod oproti víkendu kdy byl průjezd vozidel křižovatkou pouze 1059 voz/hod. Vzniklý rozdíl nastal z důvodu, že sledovaná křižovatka je využívána převážně pro dojíždějící do práce nebo pro nákladní automobily, která mají v neděli průjezd od 13:00 do 22:00 hodin zakázán. K dopravnímu průzkumu by bylo vhodné přidat ještě průzkum měření rychlosti projíždějících vozidel. A to z důvodu že, z dopravního průzkumu a sledování dopravní situace bylo patrné, že velká část vozidel nedodrží předepsanou rychlost na hlavní komunikaci Novopetrovická.

Pomocí technických podmínek č. 189 a 225 byly vypočítány hodnoty pro roční průměr denních intenzit, padesátirázovou hodinovou intenzitu, intenzitu dopravy ve špičkovou hodinu a prognózu intenzit dopravy. Roční průměr denních intenzit pro všechna vozidla vyšel ve všední den 21007 voz/den (ráno), 18556 voz/den (odpoledne) a o víkendu 14668 voz/den.

Padesátá největší hodnota hodinové intenzity neboli padesátirázová hodinová intenzita ve všední den z výpočtů vyšla 2185 voz/h (ráno), 1930 voz/h (odpoledne) a o víkendu 1525 voz/h. Odhad intenzity špičkové hodiny ve všední den vyšel 2164 voz/h (ráno), 1911 voz/h (odpoledne) a o víkendu 1511 voz/h. Výsledky prognózy jsou po pěti letech, a to od roku 2020 do roku 2055. Výhledová intenzita pro všechna vozidla z hodnot ve všední den vychází tak, že v roce 2055 bude 2093 voz/h (ráno), 2218 voz/h (odpoledne) a o víkendu 1442 voz/h. Intenzita dopravy pro všechna vozidla stoupne zhruba o 23–24 % do roku 2055.

Hlavní cílem této práce bylo provést analýzu nehodovosti a navrhnout řešení pro její snížení. Data nehodovosti byla zjišťována za poslední deset let (2009–2019). Na křižovatce se za tuto dobu stalo celkem třicet pět nehod. Nejčastějším druhem DN byla srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem. Z celkového počtu to bylo dvacet čtyři nehod, což dělá 65,7 %. Celková hmotná škoda byla 3,28 mil. Kč za posledních deset let, a to je přibližně 0,06 % z celkové hmotné škody na území ČR. Nejpočetnější DN z hlediska vzniklého zranění je nehoda bez zranění účastníků provozu, a to je procentuálně z celkového počtu 77,14 %.

Pro snížení nehodovosti je navržena přestavba stávajícího stavu na malou okružní křižovatku s vnějším průměrem 21 m. Tento průměr byl navrhnout z důvodu nižších stavebních nákladů při úpravě stávajícího stavu křižovatky a také nižších nároků na plochu. Z provedených výpočtů základních kapacit vyplývá, že přestavbu lze hodnotit pozitivně. Přestavbou stykové křižovatky na malou okružní křižovatku se docílí snížení kongescí v době ranních a odpoledních špiček na vedlejší komunikaci Štychova. Při zamezení vzniku kolon na vstupech křižovatky dojde i k plynulejšímu silničnímu provozu. Dále se sníží počet kolizních bodů na křižovatce z původních devíti na šest bodů. Současně se dá předpokládat, že dojde ke snížení vzniku dopravních nehod, i když ne vždy platí, že okružní křižovatky vedou ke snížení dopravní nehodovosti.

8. Seznam použitých zdrojů

- [1] 361/2000 Sb. Zákon o provozu na pozemních komunikacích. Zákony pro lidi – Sběrka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění [online]. Copyright © [cit. 03.02.2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361/zneni-20190101>
- [2] 13/1997 Sb. Zákon o pozemních komunikacích. Zákony pro lidi – Sběrka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění [online]. Copyright © [cit. 03.02.2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-13>
- [3] Příbyl P., Mach R.: Řídicí systémy silniční dopravy, skriptum, ČVUT, Fakulta dopravní, 2003, ISBN 80-01-02811-9
- [4] Mirvald, S.: Geografie dopravy I (2. upr. vyd.). Plzeň: Západočeská univerzita, 1999, ISBN 80-7082-545-6 (brož.): 38.00
- [5] 13/1997 Sb. Zákon o pozemních komunikacích. Zákony pro lidi – Sběrka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění [online]. Copyright © [cit. 04.02.2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-13>
- [6] Silniční databanka. 301 Moved Permanently [online]. Copyright © [cit. 04.02.2020]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/wps/portal/web/rsd/Silnicni-databanka>
- [7] PROJEKTOVÁNÍ SILNIC A DÁLNIC – PDF Stažení zdarma. Představujeme Vám pohodlné a bezplatné nástroje pro publikování a sdílení informací. [online]. Copyright © DocPlayer.cz [cit. 06.02.2020]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/6988317-Projektovani-silnic-a-dalnic.html>
- [8] Pro řidiče. 302 Found [online]. Copyright © Copyright [cit. 06.02.2020]. Dostupné z: https://www.tsk-praha.cz/wps/wcm/connect/www.tsk-praha.cz20642/d7dd05e7-632b-47bc-831f-10ce8ecc1f2e/Dopravni_nehodovost_na_velkych_okruznicich_krizovatkach_v_Praze.docx?MOD=AJPERES
- [9] Pro řidiče. 302 Found [online]. Copyright © Copyright [cit. 06.02.2020]. Dostupné z: https://www.tsk-praha.cz/wps/wcm/connect/www.tsk-praha.cz20642/5bb74d9d-e51d-4b48-9a85-555674939059/Male_okruzni_krizovatky_v_Praze_a_jejich_vliv_na_bezpecnost_silnicniho_provozu.docx?MOD=AJPERES
- [10] BUŠTA, Pavel a Jan KNĚŽÍNEK. Zákon o silničním provozu: (ve znění 42 novel) : s komentářem. Praha: JUDr. Pavel Bušta, 2016, 468 s. ISBN 978-80-906024-1-0. Dostupné také z: <http://www.obalkyknih.cz/file/toc/203012/pdf>.
- [11] MACHUTOVÁ, Marcela, BRONCOVÁ, Dagmar, ed. Historie dopravní policie. Praha: Milpo media, 2009. ISBN 978-80-87040-14-0.
- [12] ELVIK, Rune; HOYE, Alena; VAA, Truls; SORENSEN, Michael. The Handbook of Road Safety Measures. 2. vydání: Emerald Group Publishing, 2009. 1124 s. ISBN 1848552505.
- [13] Příbyl P., Svítek M.: Inteligentní dopravní systémy, BEN Praha 2001, ISBN 80-7300-029-6
- [14] Homepage »ERTICO. Homepage »ERTICO [online]. Copyright © Copyright ERTICO [cit. 11.02.2020]. Dostupné z: <https://ertico.com/>

- [15] ROJAN, J. – SLABÝ, P. – DLOUHÁ, E. – PIPKOVÁ, B. Městské komunikace. 2. vyd. Praha: ČVUT, 1997. 180 s. ISBN 80-01-01060-0
- [16] Statistika nehodovosti – Policie České republiky. Úvodní strana – Policie České republiky [online]. Copyright © 2019 Policie ČR, všechna práva vyhrazena [cit. 18.02.2020]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx>
- [17] Kdy k nehodě přivolat také policisty? - Policie České republiky. Úvodní strana – Policie České republiky [online]. Copyright © 2019 Policie ČR, všechna práva vyhrazena [cit. 21.02.2020]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/kdy-k-nehode-privolat-take-policisty.aspx>
- [18] 301 Moved Permanently [online]. Copyright © [cit. 24.02.2020]. Dostupné z: http://homel.vsb.cz/~dor028/DI_1.pdf
- [19] Nehody v ČR | Statistiky. Nehody v ČR [online]. Copyright © 2017 Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. [cit. 03.03.2020]. Dostupné z: <https://nehody.cdv.cz/statistics.php>
- [20] Politika jakosti pozemních komunikací [online]. Copyright © [cit. 03.03.2020]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz/technicke-podminky-tp/>
- [21] Mapy.cz. Mapy.cz [online]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.5511857&y=50.0311530&z=19&l=0&base=ophoto>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Rozdělení jednotlivých dopravních proudů neřízené stykové křižovatky	7
Obr. 2 Typy úrovnňových křižovatek	8
Obr. 3a-g Druhy základních světelných signálů pro křižovatky	9
Obr. 4a-d Typy kolizních bodů na křižovatce	13
Obr. 5 Kolizní body na průsečné křižovatce a MOK.....	14
Obr. 6 Grafické znázornění počtu nehod za období 2009-2019.....	19
Obr. 7 Grafické znázornění počtu usmrcených osob za období 2009-2019	20
Obr. 8 Grafické znázornění počtu těžce zraněných osob za období 2009-2019	20
Obr. 9 Grafické znázornění počtu lehce zraněných osob za období 2009-2019	21
Obr. 10 Grafické znázornění odhadu hmotné škody za období 2009-2019.....	21
Obr. 11 Asociované subsystemy a vazby mezi nimi	25
Obr. 12 Mapa sledované křižovatky v Praze.....	26
Obr. 13 Sledovaná křižovatka se svislým a vodorovným značením	27
Obr. 14 Zobrazení krizových bodů na sledované křižovatce	28
Obr. 15 Grafické znázornění procentuálního zastoupení druhů projíždějících vozidel na křižovatce	29
Obr. 16 Zátěžový diagram intenzity dopravního proudu	30
Obr. 17 Grafické znázornění procentuálního podílu druhů dopravních nehod	34
Obr. 18 Grafické znázornění hmotné škody na vybrané křižovatce v jednotlivých letech.....	35
Obr. 19 Mapa nehodovosti na vybrané křižovatce v Praze.....	36
Obr. 20 Grafické znázornění procentuálního rozdělení zranění na sledované křižovatce	36
Obr. 21 Původní stav stykové tříramenné křižovatky.....	37
Obr. 22 Navrhnutá jednopruhá MOK	38
Obr. 23 Řez odstředného sklonu okružního pásu	39
Obr. 24 Příčný řez jednopruhé OK	40
Obr. 25 Příčný řez osazení zkoseným obrubníkem zvýšeným oproti okružnímu pásu	40
Obr. 26 Vyobrazení kolizních bodů na navrhované MOK	40

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Typy mimoúrovňových křižovatek	12
Tab. 2 Statistiky nehodovosti v ČR za 10 let	19
Tab. 3 Výsledné hodnoty dopravního průzkumu	29
Tab. 4 Hodnoty koeficientu skladby dopravního proudu pro OK.....	41
Tab. 5 Přepočtená hodnota intenzity vozidel dle koeficientů	41
Tab. 6 Vyhodnocení dopravního průzkumu z pátku – ráno.....	46
Tab. 7 Vyhodnocení dopravního průzkumu z pátku – odpoledne.....	47
Tab. 8 Vyhodnocení dopravního průzkumu z neděle	47
Tab. 9 Výhledová intenzita dopravy do roku 2055 vypočítaná z hodnot naměřených v pátek ráno	48

Tab. 10 Výhledová intenzita dopravy do roku 2055 vypočítaná z hodnot naměřených v pátek – odpoledne	48
Tab. 11 Výhledová intenzita dopravy do roku 2055 vypočítaná z hodnot naměřených v neděli	48
Tab. 12 Výsledky výpočtů kapacity vjezdu a výjezdu OK část 1.	50
Tab. 13 Výsledky výpočtů kapacity vjezdu a výjezdu OK část 2.	50

Příloha 1: Tabulky variací intenzit dopravy.

Tab. 1 – Denní variace intenzit dopravy v běžný pracovní den, pro vozidla celkem – zimní.

Zimní

Charakter provozu	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
D-I	0,97	0,83	0,81	0,95	1,46	2,78	4,76	6,39	6,85	6,35	5,85	5,78	5,96	6,28	6,70	6,99	6,90	6,23	5,11	3,89	2,91	2,24	1,73	1,28
D-II	0,63	0,52	0,51	0,68	1,31	2,95	5,32	7,05	7,18	6,47	5,89	5,73	5,89	6,23	6,74	7,21	7,19	6,44	5,12	3,73	2,67	1,98	1,49	1,07
E	0,55	0,49	0,54	0,76	1,62	3,53	5,45	6,52	6,64	6,40	6,18	6,12	6,32	6,79	7,38	7,55	7,00	5,91	4,61	3,34	2,37	1,75	1,31	0,87
I	0,31	0,26	0,30	0,56	1,68	4,06	5,88	6,66	6,62	6,40	6,22	6,16	6,37	6,95	7,75	7,89	7,17	5,94	4,45	3,07	2,10	1,52	1,10	0,58
II-H	0,29	0,21	0,23	0,47	1,63	4,15	5,98	6,63	6,43	6,26	6,08	5,97	6,14	6,80	7,87	8,28	7,55	6,14	4,53	3,05	2,07	1,56	1,17	0,51
II-S	0,21	0,19	0,25	0,52	1,66	4,09	5,90	6,69	6,65	6,47	6,26	6,11	6,33	7,11	8,18	8,35	7,42	5,90	4,28	2,87	1,88	1,33	0,92	0,43
II-R-L	0,34	0,21	0,23	0,46	1,40	3,41	5,24	6,30	6,64	6,66	6,16	6,18	6,69	7,28	8,06	8,31	7,48	5,93	4,28	3,01	2,29	1,72	1,23	0,49
II-R-Z	0,28	0,14	0,15	0,31	0,82	1,98	3,81	5,65	6,48	6,64	6,81	6,88	6,86	7,53	8,37	8,52	7,75	6,18	5,00	3,69	2,58	1,80	1,18	0,59
M	0,30	0,24	0,24	0,35	1,18	3,25	5,11	6,54	6,56	6,29	6,21	6,20	6,41	7,09	7,63	8,05	7,57	6,31	4,79	3,29	2,35	1,95	1,44	0,65

Tab. 2 – Týdenní variace intenzit dopravy v pátek, pro vozidla celkem v zimním ročním období.

Charakter provozu	Období	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle
D-I	Jarní	102,8	103,2	107,9	111,6	117,1	79,2	78,2
	Prázdninové	101,3	99,1	102,9	106,9	115,6	87,4	86,8
	Podzimní	103,5	103,6	107,3	109,9	118,4	78,5	78,8
	Zimní	103,3	105,0	108,0	111,3	117,4	81,3	73,7
D-II	Jarní	101,9	101,7	106,2	109,6	118,9	81,9	79,8
	Prázdninové	99,9	98,1	102,0	105,0	115,6	90,9	88,5
	Podzimní	102,3	102,4	105,9	108,8	119,4	80,4	80,8
	Zimní	102,4	103,8	106,7	110,6	118,8	82,8	74,9
E	Jarní	104,7	102,3	107,0	110,9	119,6	78,6	76,9
	Prázdninové	100,6	97,2	101,0	105,0	114,7	94,2	87,3
	Podzimní	105,1	102,5	106,2	108,9	118,5	78,9	79,9
	Zimní	107,4	106,1	109,2	112,3	118,9	76,2	69,9
I	Jarní	107,1	105,0	109,2	111,0	118,3	79,6	69,8
	Prázdninové	105,4	102,6	106,7	108,6	114,9	85,5	76,3
	Podzimní	107,4	104,9	108,1	109,4	118,5	79,9	71,8
	Zimní	109,6	107,1	110,6	112,0	119,3	76,2	65,2
II-H	Jarní	105,8	101,0	129,3	107,0	115,1	77,0	64,8
	Prázdninové	106,3	103,9	106,8	110,9	116,0	84,0	72,1
	Podzimní	108,6	107,7	109,4	110,9	118,3	79,2	65,9
	Zimní	111,5	106,7	109,1	111,0	117,8	78,2	65,7
II-S	Jarní	106,2	103,2	106,0	107,0	120,7	84,2	72,7
	Prázdninové	102,7	101,1	103,8	104,9	115,9	90,2	81,4
	Podzimní	105,0	103,5	105,7	107,2	120,2	84,3	74,1
	Zimní	108,1	103,7	107,3	108,4	120,7	82,1	69,7
II-R-L	Jarní	95,0	95,5	97,0	98,4	114,6	108,1	91,4
	Prázdninové	93,9	91,1	93,9	98,9	103,2	111,2	107,8
	Podzimní	91,3	95,9	100,2	100,2	117,3	100,4	94,7
	Zimní	100,9	100,6	100,9	107,8	119,8	94,4	75,6
II-R-Z	Jarní	91,9	93,1	99,6	101,0	115,0	105,9	93,5
	Prázdninové	96,7	94,2	96,3	99,1	100,0	109,7	104,0
	Podzimní	92,4	97,8	95,8	102,0	120,8	101,9	89,3
	Zimní	85,1	88,2	95,6	92,2	104,0	126,7	108,2
M	Jarní	113,2	109,0	112,7	112,6	121,7	72,2	58,6
	Prázdninové	114,4	109,7	112,2	111,1	116,6	73,2	62,8
	Podzimní	113,0	110,8	112,9	113,6	118,5	72,4	58,8
	Zimní	114,7	111,9	113,6	113,9	118,9	68,6	58,4

Tab. 3 - Roční variace intenzit dopravy v běžný pracovní den, pro vozidla celkem v únoru

Charakter provozu	Leden	Unor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Ríjen	Listopad	Prosinec
D-I	83,3	87,3	98,9	102,8	106,5	108,6	104,3	105,4	102,4	102,4	101,9	96,2
D-II	85,3	89,9	93,1	98,3	103,2	105,7	108,9	111,3	107,6	104,6	96,9	95,2
E	81,9	88,7	92,3	98,0	102,6	106,3	111,7	114,3	106,0	103,3	98,5	96,4
I	86,1	91,2	95,6	100,7	102,7	104,0	106,1	108,1	107,1	104,5	97,2	96,7
II-H, II-S	90,7	94,4	97,2	99,3	104,7	103,1	107,8	106,3	105,6	101,2	98,0	91,7
II-R-L	77,0	82,8	80,8	92,1	101,9	115,7	140,0	143,3	118,4	92,5	84,1	71,4
II-R-Z	107,5	112,9	99,3	82,3	88,1	110,2	115,6	120,3	105,8	94,9	79,8	83,3
M	93,4	97,5	101,2	103,0	103,8	99,1	96,4	95,6	103,7	104,3	101,9	100,1

Příloha 2: Tabulky koeficientů vývoje intenzit.

Tab. 4 – Koeficient vývoje intenzit dopravy pro osobní vozidla

A - Osobní vozidla

kategorie silnice		dálnice		I. třída		II. Třída		III. Třída	
vzdál. od kr. města		do 20 km	nad 20 km	do 20 km	nad 20 km	do 20 km	nad 20 km	do 20 km	nad 20 km
časový horizont	2016	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	2020	1,08	1,07	1,08	1,07	1,10	1,07	1,10	1,07
	2025	1,16	1,14	1,17	1,13	1,18	1,12	1,19	1,13
	2030	1,23	1,19	1,24	1,18	1,26	1,17	1,27	1,17
	2035	1,29	1,23	1,31	1,21	1,32	1,19	1,33	1,19
	2040	1,33	1,26	1,36	1,22	1,37	1,20	1,38	1,20
	2045	1,37	1,27	1,41	1,23	1,42	1,20	1,42	1,20
	2050	1,40	1,28	1,45	1,23	1,46	1,20	1,45	1,19
	2055	1,43	1,29	1,49	1,22	1,49	1,19	1,48	1,18

Tab. 5 – Koeficient vývoje intenzit dopravy pro lehké nákladní vozidla

B - Lehká nákladní vozidla

kategorie silnice		dálnice		I. třída		II. Třída		III. Třída	
vzdál. od kr. města		do 20 km	nad 20 km	do 20 km	nad 20 km	do 20 km	nad 20 km	do 20 km	nad 20 km
časový horizont	2016	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	2020	1,10	1,22	1,10	1,10	1,12	1,09	1,13	1,10
	2025	1,23	1,34	1,22	1,21	1,25	1,20	1,27	1,21
	2030	1,36	1,43	1,32	1,32	1,38	1,31	1,40	1,32
	2035	1,46	1,49	1,42	1,42	1,48	1,40	1,51	1,40
	2040	1,54	1,55	1,49	1,47	1,57	1,46	1,61	1,46
	2045	1,61	1,60	1,56	1,52	1,66	1,50	1,70	1,51
	2050	1,68	1,60	1,62	1,56	1,73	1,54	1,79	1,54
	2055	1,74	1,64	1,68	1,59	1,81	1,56	1,87	1,57

Tab. 6 – Koeficient vývoje intenzit dopravy pro těžká vozidla

C - Těžká vozidla

kategorie silnice		dálnice		I. třída		II. třída		III. třída	
vzdál. od kr. města		<i>do 20 km</i>	<i>nad 20 km</i>	<i>do 20 km</i>	<i>nad 20 km</i>	<i>do 20 km</i>	<i>nad 20 km</i>	<i>do 20 km</i>	<i>nad 20 km</i>
časový horizont	2016	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	2020	1,04	1,03	1,04	1,03	1,05	1,03	1,05	1,03
	2025	1,09	1,07	1,09	1,07	1,10	1,07	1,11	1,07
	2030	1,13	1,11	1,14	1,11	1,16	1,10	1,17	1,10
	2035	1,19	1,16	1,19	1,15	1,22	1,13	1,23	1,13
	2040	1,23	1,19	1,23	1,18	1,27	1,15	1,29	1,15
	2045	1,27	1,22	1,26	1,20	1,31	1,17	1,33	1,17
	2050	1,30	1,25	1,30	1,22	1,35	1,18	1,37	1,18
	2055	1,33	1,27	1,33	1,23	1,38	1,19	1,41	1,19

Příloha 3: Tabulka nehodovosti na vytipované křižovatce v Praze.

Tab. 7 – Nehodovost na vybrané křižovatce část 1. [19]

Druh	Datum	Počet vozidel	Zranění	Škoda	Poznámka
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	15.4.2009	2	Bez zranění	120 000 Kč	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST
Srážka s pevnou překážkou (svodidlo)	3.11.2009	2	Lehké zranění 1 osoba	190 000 Kč	jiný druh nesprávného způsobu jízdy
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	9.11.2009	2	Bez zranění	110 000 Kč	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	27.7.2010	2	Bez zranění	15 000 Kč	nesprávné otáčení nebo couvání
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	21.2.2011	2	Bez zranění	100 000 Kč	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST
Srážka s pevnou překážkou (strom)	11.6.2011	1	Lehké zranění 1 osoba	80 000 Kč	řidič se plně nevěnoval řízení vozidla
Srážka s lesní zvěří	29.9.2011	1	Bez zranění	30 000 Kč	nezaviněná řidičem, připoutaný bezpečnostními pásy (i na zadních sedadlech)
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	18.4.2012	2	Bez zranění	300 000 Kč	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	13.7.2012	2	Bez zranění	190 000 Kč	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem
Jiný druh nehody (Autobus)	15.10.2012	1	Lehké zranění 1 osoba	0 Kč	jiný
Srážka s lesní zvěří	25.1.2013	1	Bez zranění	45 000 Kč	nezaviněná řidičem, připoutaný bezpečnostními pásy (i na zadních sedadlech)
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	20.9.2013	2	Lehké zranění 2 osoby	60 000 Kč	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST
Srážka s lesní zvěří	8.10.2013	1	Bez zranění	53 000 Kč	nezaviněná řidičem, připoutaný bezpečnostními pásy (i na zadních sedadlech)
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	9.3.2014	2	Bez zranění	130 000 Kč	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	17.4.2014	2	Bez zranění	52 000 Kč	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	16.6.2014	2	Lehké zranění 1 osoba	170 000 Kč	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	17.10.2014	3	Bez zranění	205 000 Kč	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST

Tab. 8 - Nehodovost na vybrané křižovatce část 2. [19]

Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	15.11.2015	2	Bez zranění	55 000 Kč	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	9.1.2016	2	Bez zranění	100 000 Kč	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	7.6.2016	2	Usmrcení 1 osoba	150 000 Kč	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST
Srážka s pevnou překážkou (strom)	19.8.2016	1	Bez zranění	150 000 Kč	vjetí na nezpevněnou komunikaci
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	9.12.2016	2	Bez zranění	50 000 Kč	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST
Srážka s pevnou překážkou (svodidlo)	29.12.2016	1	Bez zranění	25 000 Kč	nepřizpůsobení rychlosti stavu vozovky (náledí, výtluky, bláto, mokry povrch apod.)
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	15.9.2017	2	Bez zranění	50 000 Kč	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	26.10.2017	2	Bez zranění	170 000 Kč	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	21.1.2018	2	Bez zranění	270 000 Kč	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem
Srážka s lesní zvěří	23.2.2018	1	Bez zranění	30 000 Kč	nezaviněná řidičem, připoutaný bezpečnostními pásy (i na zadních sedadlech)
Jiný druh nehody (Autobus)	25.3.2018	2	Lehké zranění 1 osoba	0 Kč	při přeježdění z jednoho jízdního pruhu do druhého, zranění u nepřipoutaného, řidič vozidla ujel
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	31.3.2018	2	Bez zranění	60 000 Kč	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST
Jiný druh nehody (Autobus)	30.5.2018	2	Lehké zranění 2 osoby	0 Kč	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST, řidič vozidla ujel
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	26.10.2018	2	Bez zranění	90 000 Kč	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	22.1.2019	2	Bez zranění	130 000 Kč	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem
Srážka s lesní zvěří	25.3.2019	1	Bez zranění	45 000 Kč	nezaviněná řidičem, připoutaný bezpečnostními pásy (i na zadních sedadlech)
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	17.9.2019	2	Bez zranění	40 000 Kč	vyhýbání bez dostatečného bočního odstupu (vůle)
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	6.11.2019	2	Bez zranění	15 000 Kč	při předjíždění došlo k ohrožení předjížděného řidiče vozidla (vynucené zařazení, předjížděný řidič musel prudce brzdit, měnit směr jízdy apod.)

Příloha 4: Tabulky koeficientů vývoje intenzity dopravy.

Tab. 9 – Koeficient vývoje intenzit dopravy pro těžká vozidla

Pátek 8:00 - 9:00

Odkud	Kam	Osobní automobily [voz.]	Motocykly [voz.]	Nákladní automobily [voz.]	Autobusy [voz.]	Počet vozidel
A	B	434	0	30	24	488
	C	145	0	0	0	145
					Σ A	633
B	A	554	1	32	18	605
	C	101	0	0	10	111
					Σ B	716
C	A	98	0	0	0	98
	B	79	0	0	3	82
Pozn.: Novopetrovická (Petrovice) - označení A, Novopetrovická (Háje) - označení B, Štychova - označení C					Σ C	180
					Σ	1529

Tab. 10 – Koeficient vývoje intenzit dopravy pro těžká vozidla

Pátek 16:00 - 17:00

Odkud	Kam	Osobní automobily [voz.]	Motocykly [voz.]	Nákladní automobily [voz.]	Autobusy [voz.]	Počet vozidel
A	B	554	1	35	27	617
	C	112	0	0	0	112
					Σ A	729
B	A	544	0	33	24	601
	C	149	1	0	9	159
					Σ B	760
C	A	64	0	0	0	64
	B	61	0	0	4	65
Pozn.: Novopetrovická (Petrovice) - označení A, Novopetrovická (Háje) - označení B, Štychova - označení C					Σ C	129
					Σ	1618

Tab. 11 – Koefficient vývoje intenzit dopravy pro těžká vozidla

Neděle 12:00 - 13:00

Odkud	Kam	Osobní automobily [voz.]	Motocykly [voz.]	Nákladní automobily [voz.]	Autobusy [voz.]	Počet vozidel
A	B	432	0	0	17	449
	C	82	1	0	0	83
					Σ A	532
B	A	337	1	3	12	353
	C	98	1	0	3	102
					Σ B	455
C	A	52	0	0	0	52
	B	17	0	0	3	20
Pozn.: Novopetrovická (Petrovice) - označení A , Novopetrovická (Háje) - označení B , Štychova - označení C					Σ C	72
					Σ	1059