

**Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera**

**Změna organizace dopravy na vybraných
místech ve městě Pardubice**

Bc. Marek Fišer

Diplomová práce

2011

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Marek FIŠER**
Osobní číslo: **D09739**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy**
Název tématu: **Změna organizace dopravy na vybraných místech ve městě
Pardubice**
Zadávající katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Analýza současného stavu organizace dopravy ve městě
2. Návrh opatření na změnu organizace dopravy
3. Vyhodnocení návrhu

Závěr

Rozsah grafických prací: 3-5
Rozsah pracovní zprávy: 40-50
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- (1) TP 135 - Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích, V-projekt s.r.o. Ostrava, červenec 2000
- (2) TP 188 - Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek. Zpracovatel: pro MD ČR - EDIP s.r.o. (r.2004 ? 2007). Nakladatelství Koura publishing, Mariánské Lázně, 2007
- (3) TP 189 - Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích, schváleno MD ČR, účinnost od 1. 1. 2008, EDIP s.r.o. 2007, Mariánské Lázně, ISBN 978-80-902527-7-6

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Michaela Ledvinová, Ph.D.**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání diplomové práce: **1. února 2011**
Termín odevzdání diplomové práce: **23. května 2011**


prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.


doc. Ing. Pavel Dredla, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 1. února 2011

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 23.5. 2011

ANOTACE

Diplomová práce obsahuje analýzu současného stavu organizace dopravy na řešené křižovatce, výpočet kapacity a úroveň kvality dopravy. Dále výpočet kapacity malé okružní křižovatky a spirálové okružní křižovatky pro výhledové období i pro předpoklad výstavby obchvatů města. Další návrhy na zklidnění dopravy na řešené křižovatce.

KLÍČOVÁ SLOVA

dopravní průzkum, organizace dopravy, okružní křižovatka, spirálová okružní křižovatka, kapacita křižovatky

TITLE

The change organization of transport to selected sites in the city of Pardubice

ANNOTATION

The thesis contains an analysis of the current state of the organization to address the traffic intersection, calculating the capacity and quality of service levels. Furthermore, the capacity calculation small roundabout and spiral roundabout for the prospective period, to assume the construction of bypasses. Other proposals for traffic calming to address the intersection.

KEYWORDS

transportation survey, organization of transport, roundabout, spiral roundabout, junction capacity

Poděkování

Rád bych poděkoval své vedoucí práce Ing. Michaele Ledvinové, Ph.D. za odborné konzultace a vedení při tvorbě mé diplomové práce.

OBSAH

Úvod	9
1 Analýza současného stavu	11
1.1 Přehled pozemních komunikací procházejících městem.....	12
1.2 Doprava ve městě	12
1.2.1 Automobilová doprava	12
1.2.2 Cyklistická doprava	13
1.2.3 Pěší doprava.....	14
1.2.4 Doprava v klidu	14
1.3 Poloha křižovatky	15
1.4 Dopravní proudy procházející křižovatkou	15
1.5 Dopravní nehody na křižovatce silnic I/36 a II/355	17
1.5.1 Dopravní nehodovost za rok 2007 na křižovatce silnic č. I/36 a II/355	17
1.5.2 Dopravní nehodovost za rok 2008 na křižovatce silnic č. I/36 a II/355	18
1.5.3 Dopravní nehodovost za rok 2009 na křižovatce silnic č. I/36 a II/355	19
1.6 Popis a organizační uspořádání křižovatky.....	21
1.7 Dopravní průzkum.....	25
1.8 Výhledové intenzity dopravy.....	28
2 Posouzení kapacity stávající křižovatky.....	31
2.1 Úroveň kvality dopravy.....	38
3 Návrh řešení.....	42
3.1 Základní údaje o okružních křižovatkách	42
3.2 Výhody okružních křižovatek	45
3.2.1 Výhody malé okružní křižovatky:	45
3.2.2 Nevýhody malé okružní křižovatky:	46
3.3 Výpočet kapacity malé okružní křižovatky	46
3.4 Posouzení kapacity malé okružní křižovatky Brilonovou metodou	47
3.4.1 Jeden jízdní pruh na okruhu a jeden na vjezdu.....	50
3.4.2 Dva jízdní pruhy na okruhu i na vjezdu	50
3.4.3 Varianta s vypuštěním pravého odbočení.....	51
3.5 Zhodnocení vypočtených hodnot Brilonovou metodou	51
3.6 Posouzení kapacity malé okružní křižovatky metodou uvedenou v HBS	52
3.6.1 Jeden jízdní pruh na okruhu a jeden na vjezdu.....	53

3.6.2	Dva jízdní pruhy na okruhu i na vjezdu	53
3.6.3	Varianta s vypuštěním pravého odbočení.....	54
3.7	Zhodnocení vypočtených hodnot metodou uvedenou v HBS	54
3.8	Spirálová okružní křižovatka	54
3.8.1	Posouzení kapacity spirálové okružní křižovatky	55
3.8.2	Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky pro vjezd typu 1	57
3.8.3	Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky pro vjezd typu 2	57
3.8.4	Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky pro vjezd typu 3	58
3.8.5	Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky pro vjezd typu 4	58
3.9	Zhodnocení výpočtu kapacity spirálové okružní křižovatky.....	58
4	Výpočet kapacity křižovatky za předpokladu výstavby obchvatů města.....	60
4.1	Posouzení kapacity MOK Brilonovou metodou	63
4.1.1	Jeden jízdní pruh na okruhu a jeden na vjezdu.....	63
4.1.2	Dva jízdní pruhy na okruhu i na vjezdu	64
4.2	Posouzení kapacity MOK po úpravě intenzity modelováním metodou uvedenou v HBS.....	64
4.2.1	Jeden jízdní pruh na okruhu a jeden na vjezdu.....	64
4.2.2	Dva jízdní pruhy na okruhu i na vjezdu	65
4.3	Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky	65
4.3.1	Vjezd typu 1	65
4.3.2	Vjezd typu 2	66
4.3.3	Vjezd typu 3	67
4.3.4	Vjezd typu 4	67
5	Zhodnocení výsledků výpočtu kapacity MOK a spirálové okružní křižovatky	68
6	Další opatření pro zklidnění dopravy	70
6.1	Zvýraznění dopravního značení.....	70
6.2	Radarové měřiče rychlosti	71
6.3	Využití navržených opatření.....	72
6.4	Použití vyklizovacích šipek.....	73
	Závěr.....	74
	SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	76
	SEZNAM OBRÁZKŮ	78
	SEZNAM TABULEK	79
	SEZNAM ZKRATEK	80
	SEZNAM PŘÍLOH	81

Úvod

Stále se zvyšující intenzita dopravy především ve městech má za následek růst negativních vlivů dopravy, převážně kongescí a dopravních nehod, především na místech kde se kříží jednotlivé dopravní proudy procházející městem. V Pardubicích dochází ve špičkových hodinách na nejvíce vytižených komunikacích ke každodenním kongescím. Možnost, jak tyto negativní vlivy omezit je odklonění tranzitní dopravy mimo město vybudováním obchvatů nebo změnou organizace dopravy na místech, kde k těmto kongescím a nehodám dochází. Kromě negativních vlivů zapříčiněných vysokou intenzitou dopravy je potřebné vytvořit určitá opatření především na problematických místech, kde řidiči překračují povolenou rychlost, nerespektují pravidla silničního provozu nebo je zvýšené riziko vzniku dopravní nehody. Na takovýchto místech se vytváří určitá opatření, která snižují rizika dopravních nehod, například snížením možných kolizních bodů na křižovatkách jejich vhodnou úpravou, snižování rychlosti vozidel zúžením vozovky ostrůvkem nebo změnou dopravního značení.

Tato práce se zabývá organizací dopravy na křižovatce silnic I/36 a II/355 v Pardubicích. Jedná se o křižovatku s poměrně velkým dopravním významem a vysokou intenzitou dopravy, na které dochází k častým dopravním nehodám

Cílem práce je posoudit změnu organizace dopravy na dané křižovatce, resp. její přestavbu na malou okružní křižovatku, kterou navrhuje Odbor dopravy Magistrátu města Pardubice. Dalším cílem je navrhnout a posoudit účelnost dalších opatření na zvýšení bezpečnosti na křižovatce.

V úvodní části je analyzována současná dopravní situace ve městě se zaměřením na řešenou křižovatku. Je zde obsažena analýza dopravních nehod na řešené křižovatce, dopravní průzkum pro zjištění intenzity dopravy a jeho vyhodnocení.

V následující části jsou řešeny možnosti změny organizace dopravy řešené křižovatky, pomocí metody v TP 81 posouzena kapacita stávající křižovatky a zjištěna úroveň kvality dopravy.

Další část práce je zaměřena organizaci dopravy na okružní křižovatce a spirálové okružní křižovatce. Jsou zde charakterizovány a uvedeny jejich výhody a nevýhody. Následuje kapacitní výpočet navrhované okružní a spirálové křižovatky a posouzení pro výhledovou intenzitu dopravy.

V následující části jsou přepočteny a posouzeny kapacity okružní a spirálové křižovatky za předpokladu výstavby obchvatu města, resp. jeho SV a JV části. Dále jsou navržena další možná opatření pro zklidnění dopravy a zvýšení bezpečnosti dopravy na dané křižovatce. V závěrečné části jsou zhodnocena všechna opatření na změnu organizace dopravy na křižovatce

1 Analýza současného stavu

Statutární město Pardubice se nachází ve východních Čechách na soutoku řek Labe a Chrudimky. V současné době se správní území města Pardubice skládá z 19 katastrálních obvodů a 7 městských částí (viz. Obrázek 1) o celkové rozloze téměř 78 km² a žije zde přibližně 90 tisíc stálých obyvatel. Rozkládá se v Polabské nížině v nadmořské výšce 215 až 237 metrů nad mořem. Co se týče dopravy, jsou Pardubice velmi dobře dostupné. Nachází se zde letiště se smíšeným provozem, od roku 1997 mající status mezinárodní letiště. Pardubice jsou významným dopravním uzlem jak v železniční tak silniční dopravě, prochází jimi I. železniční koridor vedoucí z Děčína do Břeclavi, dále tři významné silnice I. třídy a další důležité komunikace regionálního významu. Právem jsou označovány jako průmyslové město východních Čech, hlavními odvětvími jsou průmysl chemický, strojírenský a elektrotechnický. Nejznámější zástupci těchto odvětví jsou Paramo, Synthesia – Explosia, Foxconn, Panasonic.

(1)



Obrázek 1: Město Pardubice a přilehlé městské části

Zdroj: (2)

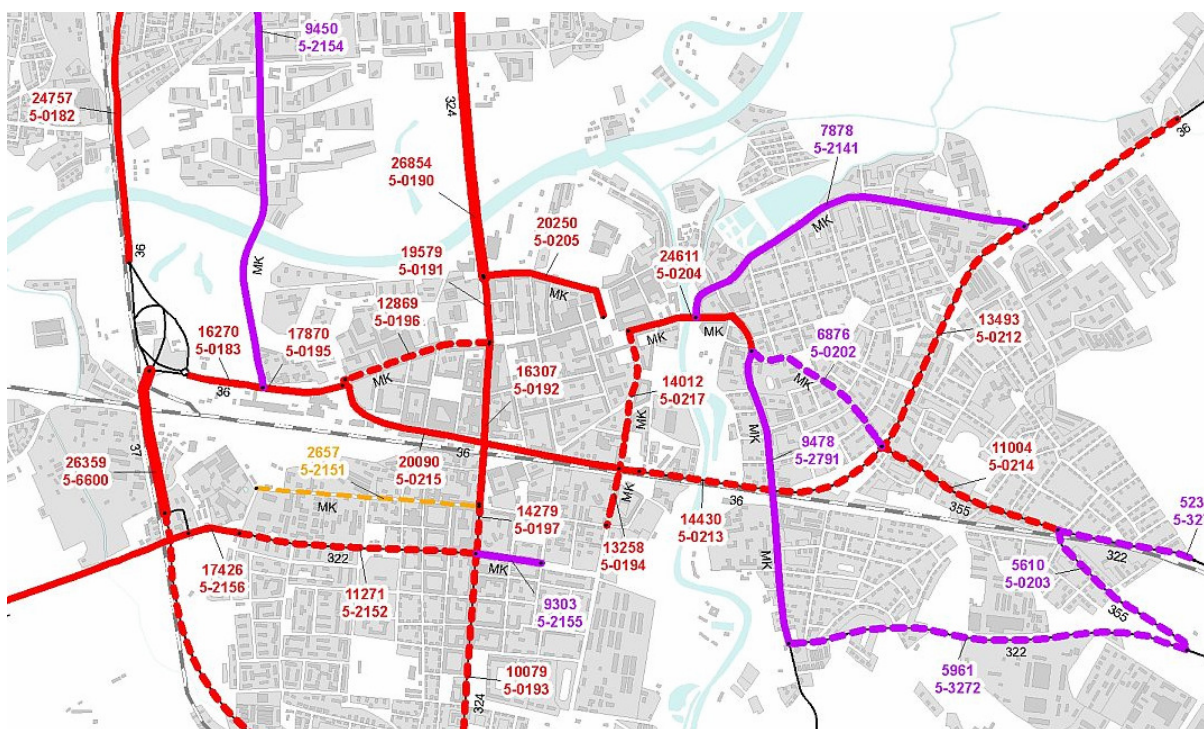
1.1 Přehled pozemních komunikací procházejících městem

Jak je vidět na obrázku 1 síť pozemních komunikací města Pardubic je tvořena strukturou pozemních komunikací I. třídy, II. třídy, III. třídy, místních komunikací a veřejně přístupných účelových komunikací. Hlavní silniční síť tvoří silnice I/37 (směr Hradec Králové - Chrudim) sloužící jako severojižní obchvat města. Dále sem patří silnice I/2 která je základní přístupovou komunikací do města od západu ze směru od Přelouče, Kutné Hory a Kolína. S ohledem na vybudování dálnice D11 je význam této komunikace spíše regionální, ve městě se napojuje na silnici I/37. Další komunikací je silnice I/36 která do města přivádí dopravu od dálnice D11 od Prahy a ze severozápadní části ČR. Tato pozemní komunikace vytváří diametrální průtah městem z jeho západní části na východ a pokračuje směrem na Holic. Další důležitou pozemní komunikací je silnice II/324 procházející centrem města z jihu na západ, je původní komunikací mezi Hradcem Králové a Chrudimí, která je již v současnosti nahrazena komunikací I/37 v nové trase. Tato silnice se na jihu napojuje na silnici I/37 a na severu na silnici E67. Také silnice II/322 spojující Pardubice s Dašicemi a silnice II/355 vedoucí z Pardubic na Hrochův Týnec.

1.2 Doprava ve městě

1.2.1 Automobilová doprava

Největší intenzita dopravy je podle výsledků sčítání dopravy v roce 2005, viz obrázek 2, na silnici I/37, kde během 24 hodin projelo v obou směrech téměř 26,5 tisíc vozidel. Z celkového počtu vozidel přijíždějících do Pardubic po silnici I/37 ať z jihu či severu a dále po silnici I/2 (jež se stýkají na západě města), pokračuje směrem na východ poměrně významný podíl těchto vozidel. Jedinou možností je průjezd městem po silnici I/36, z důvodu absence jakéhokoliv spojení východu se západem, které by neprocházelo městem. Tímto směrem směřuje i velké množství nákladních automobilů, protože ve východní části Pardubic se nachází průmyslová zóna, logistické centrum u Černé za Bory a Foxconn. Podle výsledků sčítání dopravy v roce 2005 projíždělo po části silnice I/36 vedoucí městem 14 430 vozidel v obou směrech a z toho 3231 těžkých nákladních vozidel.



Obrázek 2: Sčítání dopravy v roce 2005

Zdroj: (3)

1.2.2 Cyklistická doprava

V Pardubicích je cyklistická doprava poměrně rozšířená a především v letních měsících dává mnoho obyvatel přednost, při cestě do práce či školy, jízdě na kole před městskou hromadnou dopravou či individuální automobilovou dopravou. Tento trend stále roste, se zvyšující se intenzitou provozu dochází k prodlužování jízdních dob vozidel městské hromadné dopravy a lidé budou stále častěji využívat cyklistickou dopravu.

Pro cyklisty je v Pardubicích vybudováno několik stezek pro cyklisty a oddělených jízdních pruhů pro cyklisty, což je znázorněno na obrázku 3. Především na nejfrekventovanější silnici II/324 vedoucí středem města je cyklistická stezka po obou stranách pozemní komunikace. Na některých křižovatkách mají cyklisté samostatný jízdní pruh. Dále se budují stezky pro cyklisty především v okrajových částech města a pro spojení s příměstskými oblastmi.



Obrázek 3: Oddělený jízdní pruh pro cyklisty

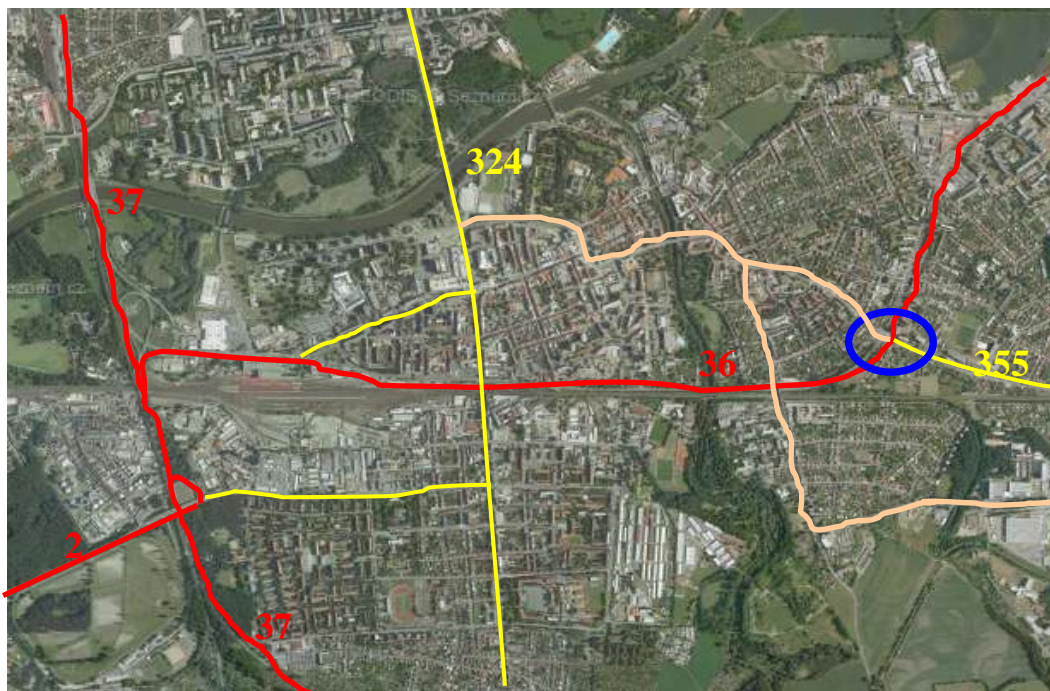
Zdroj: Autor

1.2.3 Pěší doprava

Pěší doprava ve městě je dosti využívána, Pardubice nejsou rozlehlé a pěšky se lze dostat prakticky všude. Využívá se především pro spojení na krátké vzdálenosti například mezi dvěma hlavními dopravními uzly, což je v Pardubicích hlavní vlakové nádraží a autobusové nádraží. U tohoto spojení je jediná překážka a to křížení silnice I/36, regulované světelným signalizačním zařízením. Dalším významným bodem v pěší dopravě je Masarykovo náměstí, kde se nachází přestupní uzel městské hromadné dopravy.

1.2.4 Doprava v klidu

Parkování v Pardubicích je řešeno prostřednictvím záchytných parkovišť (P+R) v podobě velkých kapacitních parkovišť. Ty se nacházejí v parkovacím domě v ul. Karla IV a u zimního stadionu. Další parkoviště v centru města je řešeno v areálu bývalých stavebnin s příjezdem z ul. 17. listopadu. Velkoplošné parkoviště v centru města je také v komplexu AFI paláce. Zóny placeného parkování v ulicích jsou řešeny v několika cenových úrovních, prostřednictvím kterých je ekonomicky regulována dostupnost parkovacích míst. V některých částech města jsou vyhrazena parkovací místa pro rezidenční parkování.



Obrázek 4: Nejvýznamnější pozemní komunikace procházející městem

Zdroj: (2) s vlastními úpravami

Na obrázku 4 jsou barevně vyznačeny nejvýznamnější komunikace procházející městem. Červeně jsou znázorněny silnice I. třídy, žlutě silnice II. třídy a oranžově další významné pozemní komunikace procházející městem. Dále je na obrázku označena křižovatka silnic I/36 a II/355, jež bude předmětem této práce.

1.3 Poloha křižovatky

Řešená křižovatka se nachází ve východní části města, kříží se na ní silnice I/36 vedoucí od dálnice D11 do Holic, kde se napojuje na silnici I/35 (E442), a silnice II/355 vedoucí z Pardubic přes Dašice a rovněž se napojující na silnici I/35 (E442). Dopravně je velmi vytížená, prochází jí velmi silné dopravní proudy téměř ze všech stran. Ze severu napojuje několikatisícové sídliště Dubina, z východu velmi silnou průmyslovou oblast u Černé za Bory, z jihu „rychlodráhu“ tvořící průtah městem spojující východ a západ a ze západu centrum města.

1.4 Dopravní proudy procházející křižovatkou

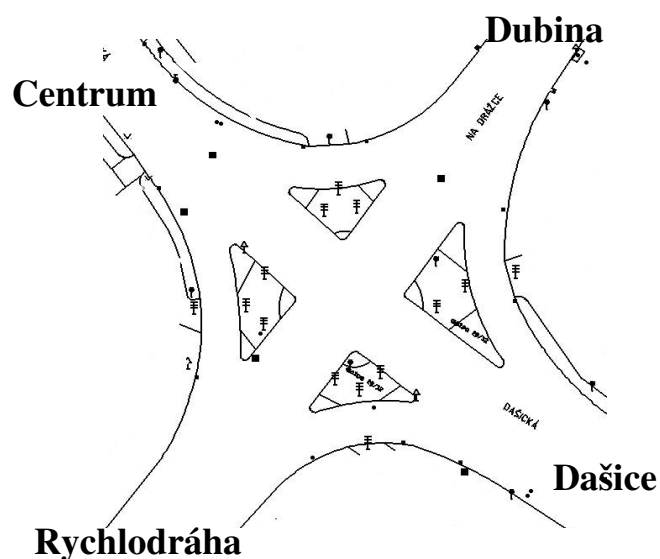
Jak bylo uvedeno v podkapitole 1.2 Doprava ve městě, kříží se na této křižovatce velmi silné dopravní proudy. Z těchto čtyř proudů jsou tři velmi silné, pouze ve směru od centra je intenzita dopravy slabší.

Nejsilnější dopravní proud je ze směru z tzv. „rychlodráhy“ tj. po silnici I/36. Tento dopravní proud se na křižovatce větví do třech velikostně odlišných kategorií. Vlevo do centra je poměrně slabý proud osobních automobilů a zřídka malých nákladních automobilů. Vpravo směrem na Dašice je výrazně větší dopravní proud osobních automobilů, ale také velkých nákladních automobilů a nákladních souprav. Rovně směrem na Dubinu po silnici I/36 je ještě přibližně o třetinu větší dopravní proud, tvoří ho převážně osobní automobily, dále nákladní automobily a nákladní soupravy.

Druhý nejsilnější dopravní proud je směrem od sídliště Dubina. Z tohoto směru se na křižovatce dopravní proudy dělí na, jeden velmi silný a dva slabé. Silným dopravním proudem je zde směr rovně na rychlodráhu po silnici I/36, tvořený téměř výhradně osobními automobily a několika nákladními vozidly, nákladními soupravami a autobusy. Zbývající dva jsou téměř totožné na počet vozidel, ne však na kategorii. Vpravo jezdí výhradně osobní automobily a autobusy, vlevo navíc nákladní vozidla a soupravy.

V pořadí třetí nejsilnější dopravní proud je ve směru od Dašic po silnici II/355. V tomto směru se na řešené křižovatce dopravní proud rozvětví na dva silnější směry a jeden slabší. Silnější směry jsou, levé odbočení směrem na „rychlodráhu“ tvořené z větší části osobními automobily a několika nákladními vozidly, nákladními soupravami a autobusy. Dále pak směr rovně do centra, kde převažují také osobní automobily a několik málo nákladních vozidel a autobusů. Nejslabším směrem je zde odbočení vpravo směrem na sídliště Dubina. Toto odbočení využívají převážně osobní automobily a několik nákladních automobilů a nákladních souprav.

Nejslabší dopravní proud je ze směru od centra. Dopravní proud se na křižovatce rozděluje do všech stran přibližně stejně. Jsou tvořeny osobními automobily, několika malými nákladními automobily a autobusy. Schematické zobrazení řešené křižovatky s označením jednotlivých větví použitým v této práci je na obrázku 5.



Obrázek 5: Schematické zobrazení řešené křižovatky

Zdroj: Autor

1.5 Dopravní nehody na křižovatce silnic I/36 a II/355

Na řešené křižovatce dochází ke křížení dvou významných pozemních komunikací s výrazným dopravním zatížením. Všude kde se kříží pozemní komunikace, je zvýšené riziko vzniku dopravní nehody. I když je na křižovatce provoz řízen světelným signalizačním zařízením, dochází zde k dopravním nehodám. V této kapitole bude provedena analýza dopravní nehodovosti na dané křižovatce. Tato analýza zahrnuje nehodovost na dané křižovatce za roky 2007, 2008, 2009. Vzhledem k tomu, že od roku 2009 platí povinnost hlásit dopravní nehodu policii až od škody 100 000 Kč, nemá policie k dispozici statistiku všech dopravních nehod.

1.5.1 Dopravní nehodovost za rok 2007 na křižovatce silnic č. I/36 a II/355

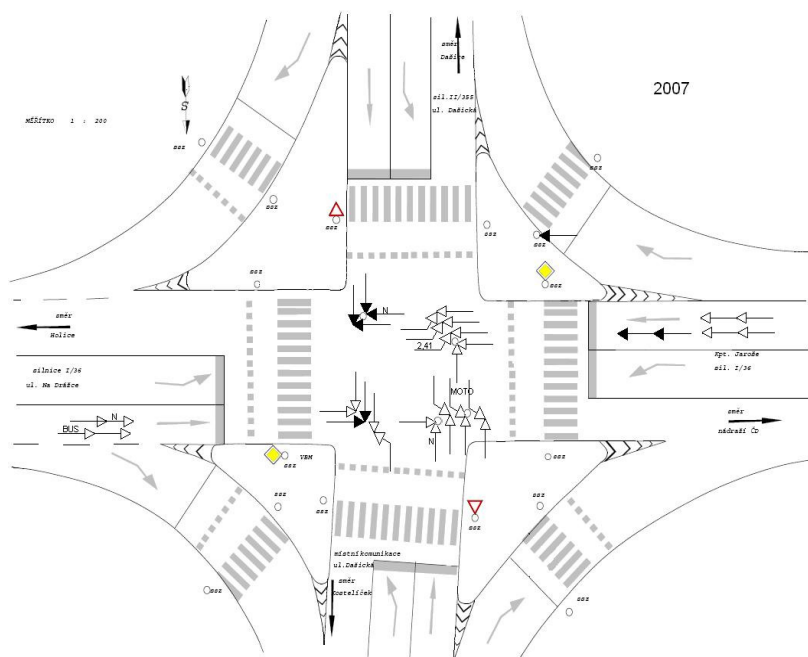
Tabulka 1: Přehled dopravní nehodovosti na dané křižovatce

Příčina dopravní nehody	Počet dopravních nehod
Odbočování vlevo – přednost protijedoucímu vozidlu	11
Přednost při vyjíždění z vedlejší na hlavní komunikaci	7
Vzdálenost za vozidlem	6
Ostatní	1

Zdroj: (4)

V roce 2007 došlo na řešené křižovatce celkem k 25 dopravním nehodám, viz tabulka 1. Největší podíl na celkovém počtu nehod má nedání přednosti protijedoucímu

vozidlu při odbočování vlevo a to 44 %. Druhou nejčastější příčinou bylo nedání přednosti při výjezdu z vedlejší pozemní komunikace na hlavní pozemní komunikaci.



Obrázek 6: Kolizní diagram křižovatky pro rok 2007

Zdroj: (4)

Na obrázku 6 je znázorněn kolizní diagram na řešené křižovatce. Na kolizním diagramu je možné odečíst podrobnosti jednotlivých dopravních nehod. Je zde graficky znázorněno kde došlo k dopravním nehodám, jaké byly následky, příčiny, o jaký druh vozidel se jednalo, stav vozovky, světelné podmínky, další zvláštní okolnosti a zda řidič byl pod vlivem alkoholu.

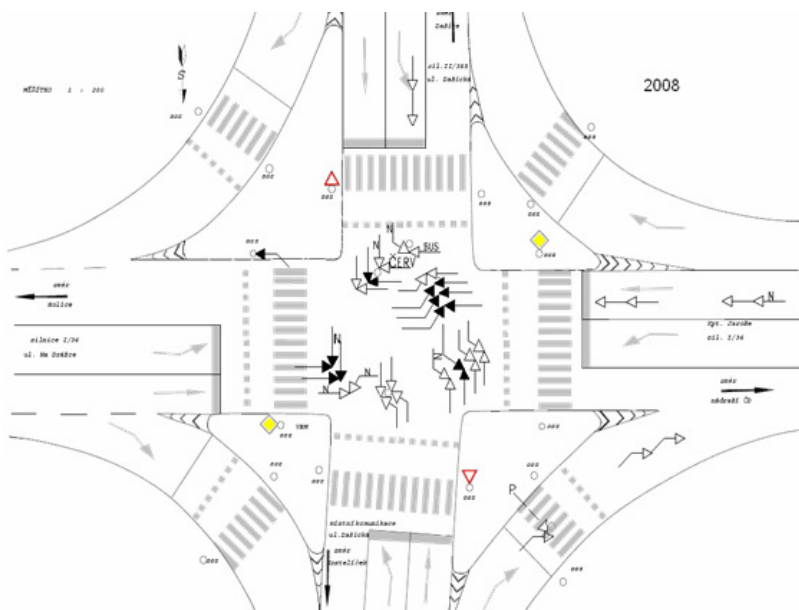
1.5.2 Dopravní nehodovost za rok 2008 na křižovatce silnic č. I/36 a II/355

Tabulka 2: Přehled dopravní nehodovosti na dané křižovatce za rok 2008

Příčina dopravních nehod	Počet dopravních nehod
Nedání přednosti protijedoucímu vozidlu při odbočení vlevo	12
Nedání přednosti vozidlu jedoucímu po hlavní silnici	5
Nedodržení bezpečnostní vzdálenosti	4
Střet s chodcem	1
Střet s pevnou překážkou	1

Zdroj: (4)

Z tabulky 2 je patrné, že rok 2008 se od předchozího roku prakticky neliší. Nejčastější příčinou dopravních nehod je opět nedání přednosti protijedoucímu vozidlu při odbočování vlevo, v tomto roce má na celkovém počtu nehod podíl 52 %. Druhou nejčastější příčinou je opět nedání přednosti při vjíždění z vedlejší pozemní komunikace na hlavní pozemní komunikaci.



Obrázek 7: Kolizní diagram křižovatky pro rok 2008

Zdroj: (4)

Na obrázku 7 je znázorněn kolizní diagram řešené křižovatky pro rok 2008. Je patrné, že místa vzniku dopravních nehod se od předchozího roku téměř neliší.

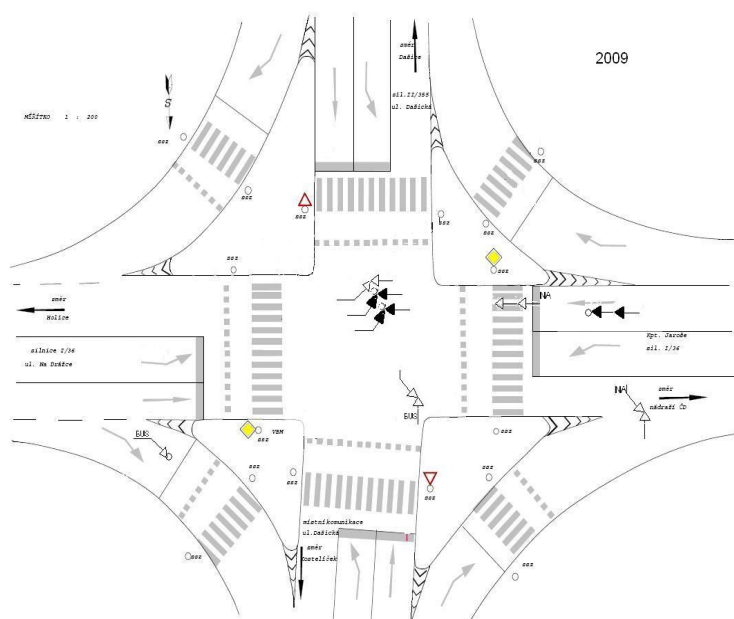
1.5.3 Dopravní nehodovost za rok 2009 na křižovatce silnic č. I/36 a II/355

Tabulka 3: Přehled dopravní nehodovosti na dané křižovatce za rok 2009

Příčiny dopravních nehod	Počet dopravních nehod
Nedání přednosti při odbočování vlevo	4
Nedodržení bezpečnostní vzdálenosti	2
Nedání přednosti vozidlu jedoucího zprava	1
Nepřizpůsobení rychlosti jízdy	1

Zdroj: (4)

Jak už bylo uvedeno výše, statistiky nehod za rok 2009 jsou do jisté míry ovlivněny povinnostmi hlásit dopravní nehody policii od škody 100 000 Kč, což je patrné i na výrazném poklesu nehod na této křižovatce viz tabulka 3. Policie ČR zde v roce 2009 řešila pouze 8 dopravních nehod, což je o třetinu méně než v předcházejících dvou letech. Ovšem i v tomto roce je na této křižovatce nejčastější příčinou dopravních nehod nedání přednosti protijedoucímu vozidlu při odbočování vlevo. V tomto roce nebyl evidován jediný případ nedání přednosti v jízdě při vyjíždění z vedlejší pozemní komunikace na hlavní pozemní komunikaci, což v minulých letech bylo druhou nejčastější příčinou dopravní nehody.



Obrázek 8: Količní diagram křižovatky pro rok 2009

Zdroj: (4)

Na obrázku 8 je znázorněn kolizní diagram pro rok 2009, při porovnání s kolizními diagramy pro roky 2007 a 2008, je patrné, že nehodová místa se prakticky nemění. Ve všech letech byla nejčastější příčina dopravních nehod nedání přednosti protijedoucímu vozidlu při odbočení vlevo a to na dvou místech.

První kolizní bod se nachází na hlavní pozemní komunikaci, kde se střetávají vozidla jedoucí ze sídliště Dubina odbočující vlevo směrem na Dašice, s vozidly jedoucími rovně po hlavní pozemní komunikaci ze směru nádraží ČD na sídliště Dubina. Typickým příkladem dopravní nehody je, vozidlo odbočující vlevo si najede do křižovatky, řidič už nevidí na světelné signalizační zařízení a čeká na dostatečnou mezeru, aby mohl bezpečně projet. Proti němu jede druhé vozidlo, vyjíždí z mírné levotočivé zatáčky, kde je maximální povolená

rychlost 70 km/h a dále pak snížena na 50 km/h. Řidič zahlédne na světelném signalizačním zařízení signál volno a aby ho ještě stihl, zvýší svoji rychlost a dojde ke střetu s vozidlem odbočujícím vlevo, kterému brání ve výhledu vozidla stojící ve směru od nádraží ČD a chtějící odbočit vlevo.

Druhý kolizní bod při odbočování vlevo se nachází na hlavní pozemní komunikaci a je mezi vozidly jedoucími z vedlejší pozemní komunikace ze směru od Dašic odbočujícími vlevo směrem k nádraží ČD a vozidly jedoucími rovněž z vedlejší pozemní komunikace ze směru od centra směrem na Dašice.

Další kolizní body jsou na obou hlavních pozemních komunikacích, kdy vozidlo ve snaze projet křižovatku na signál volno zvýší svoji rychlost a nedodrží bezpečnou vzdálenost za vozidlem jedoucím před ním, které zastaví na hranici křižovatky a dojde ke střetu.

1.6 Popis a organizační uspořádání křižovatky

Jedná se o úroňovou průsečnou, čtyřramennou křižovatku, která je řízena světelnou signalizací tříbarevné soustavy. Stejně tak i pohyb chodců a cyklistů je řízen světelnou signalizací dvoubarevná soustavy. Dále je křižovatka opatřena svislým dopravním značením upravujícím přednost, pokud není v činnosti světelné signalizační zařízení. Jako hlavní pozemní komunikace je označena silnice č. I/36 vedoucí od nádraží ČD (ulice kpt. Jaroše) směrem na sídliště Dubina (ulice Na Drážce) dále pak na Sezemice. Tato pozemní komunikace je osazena dopravní značkou P2 „Hlavní pozemní komunikace“. Na tuto pozemní komunikaci navazují dvě vedlejší pozemní komunikace. Jde o silnici č. II/355 (ulice Dašická) a místní komunikaci (ulice Dašická). Obě tyto komunikace jsou osazeny svislou dopravní značkou P4 „Dej přednost v jízdě“.



Obrázek 9: Pohled na křižovatku

Zdroj: (2)

Na obrázku 9 je zobrazena řešená křižovatka. V okolí křižovatky se nachází zástavba rodinných domů a část začínajícího sídliště. Je umístěna na poměrně rozlehlém prostoru a pro zvýšení bezpečnosti nejen vozidel ale i chodců, kteří by museli překonávat několik jízdních pruhů je rozdělena čtyřmi dopravními ostrůvky. Tyto ostrůvky jsou trojúhelníkového tvaru a oddělují od sebe jízdní pruh pro odbočení vpravo od jízdních pruhů pro jízdu rovně a odbočení vlevo. Všechny čtyři ostrůvky jsou po obvodu propojeny přechody pro chodce a dále pak je každý dopravní ostrůvek spojen přechodem s přilehlým chodníkem. Na každém ostrůvku je umístěn sloup trolejového vedení a světelné signalizační zařízení pro chodce a vozidla.

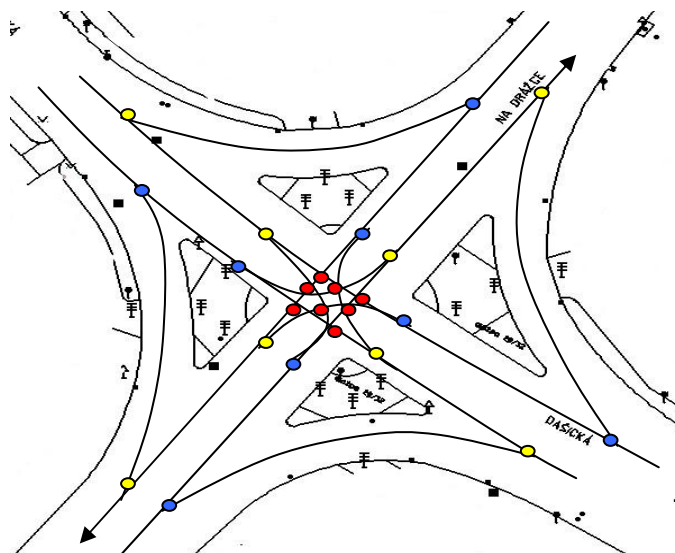
Všechny čtyři větve křižovatky mají samostatný jízdní pruh pro jízdu rovně, pro odbočení vpravo i vlevo a jeden protisměrný pruh. Odbočení vpravo je odděleno dopravním ostrůvkem. Jednotlivé jízdní pruhy jsou rozděleny vodorovným dopravním značením doplněným svislou dopravním značením IP19 umístěným před křižovatkou a informujícím řidiče o způsobu řazení do jízdních pruhů před křižovatkou. Na všech větvích má pozemní komunikace před křižovatkou pouze jeden jízdní pruh pro každý směr jízdy. Tento jízdní pruh se před křižovatkou větví na další jízdní pruhy sloužící pro odbočení. Délka přídatných pruhů pro odbočení je uvedena v tabulce 4.

Tabulka 4: Délka přídatných pruhů pro odbočení

Ze směru	Délka ŘP pro levé odbočení (m)	Délka ŘP pro pravé odbočení (m)
Nádraží ČD	134	100
Dubina	104	15
Dašice	82	72
Centrum	60	15

Zdroj: Autor

Všechny komunikace nevstupují do křižovatky kolmo ale silnice č.II/355 se mírně stáčí směrem doleva a stoupá. Tento fakt hraje velmi důležitou roli v příčinách nehod na řešené křižovatce, jelikož způsobuje zhoršené rozhledové podmínky pro vozidla odbočující vlevo. Řidiči těchto vozidel mají částečně zakrytý výhled na protijedoucí vozidla, kterým musí dávat přednost a to zejména pokud si protějščí vozidla odbočující vlevo najíždí do křižovatky. Silnice č.I/36 ze směru od nádraží ČD se směrem ke křižovatce stáčí do levotočivé zatačky s mírným klesáním. Na této komunikaci je maximální povolená rychlost 70 km/h a ve vzdálenosti cca 200 m před křižovatkou je svislou dopravní značkou snížena na maximálně 50 km/h. Obě zbývající komunikace jsou ke křižovatce přivedeny rovně s dostatečným rozhledem.



Obrázek 10: Kolizní body na křižovatce

Zdroj: Autor

Z obrázku 10 je patrné, že na řešené křižovatce se nachází poměrně veliký počet kolizních bodů. Jejich snížení je možné pouze přestavbou křižovatky na mimoúrovňovou, což je v tomto případě nereálné nebo na okružní křižovatku. O této možnosti úpravy křižovatky bude pojednávat kapitola 3 Návrh řešení.

Tato křižovatka je řízena světelným signalizačním zařízením tříbarevné soustavy. Signalizační zařízení je tvořeno plným kruhovým světlem bez směrových šipek. Signál volno tedy mají vždy dva protisměrné dopravní proudy a řidiči odbočující vlevo musí dávat přednost protijedoucím vozidlům.

K nejčastějším dopravním nehodám dochází mezi vozidly velmi silných dopravních proudů odbočujících vlevo a to na silnici č. I/36 ze směru od sídliště Dubina a na silnici č.II/355 ze směru od Dašic. Hlavní příčinou je především absence vyklizovacích šipek, které by umožnily bezpečné opuštění křižovatky vozidlům, která si najedou do křižovatky a řidiči již nemohou vidět světelné signalizační zařízení. Právě nedostatečně vyřešený problém s těmito velmi silnými dopravními proudy způsobuje v dopravních špičkách dlouhé fronty vozidel.

Ve špičce projede na signál volno těmito dvěma směry (směr ze sídliště Dubina na ulici Dašickou směrem na Dašice a směr od Dašic na silnici č. I/36 směrem k nádraží ČD) přibližně 6-9 vozidel. Počet odbočujících vozidel je však mnohem vyšší a délka jízdního pruhu pro odbočení je nedostatečná a tím dochází k zabránění průjezdu vozidel jedoucích rovně nebo odbočujících vpravo. Na této ulici dosahuje fronta vozidel ve špičkových hodinách délky okolo 700 metrů a dochází k zablokování dopravy i na předcházející křižovatce. Tento problém se vyskytuje i na dalších dvou komunikacích a to ulici Dašická, na obou větvích křižovatky. Rovněž zde vznikají velmi dlouhé fronty vozidel, které ovlivňují provoz na dalších navazujících křižovatkách. Délky front na jednotlivých větvích křižovatky zjištěné pozorováním ve špičkových hodinách jsou barevně zvýrazněny na obrázku 11.



Obrázek 11: Fronty vozidel na křižovatce

Zdroj: (2) s vlastními úpravami

1.7 Dopravní průzkum

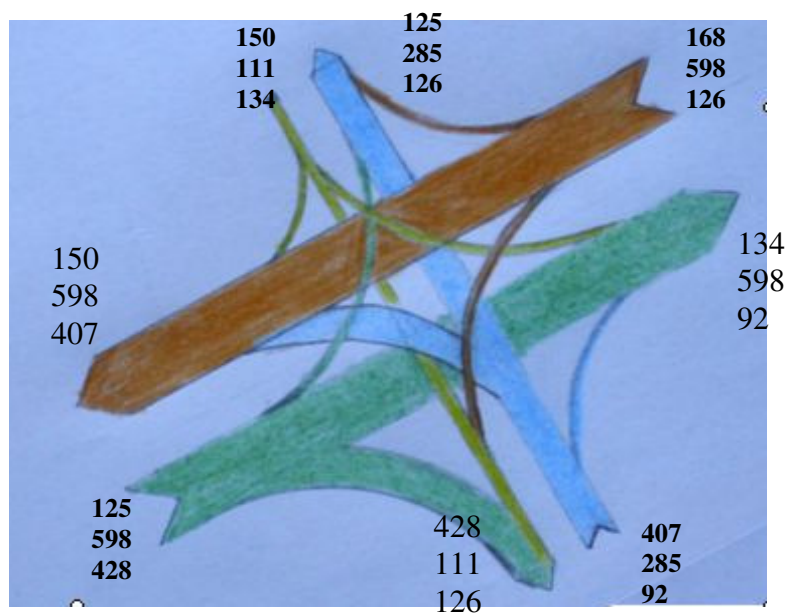
Aby bylo možné posoudit kapacitu křižovatky současné i navrhované, je potřebné znát všechny intenzity dopravních proudů procházející křižovatkou a také jejich složení (druh dopravních prostředků). Jelikož je známo, že intenzita silniční dopravy se stále zvyšuje, není možné navrhovat nějaké změny nebo nové stavby s kapacitou na současnou intenzitu dopravy. Z tohoto důvodu se mimo současnou intenzitu dopravy stanovuje ještě intenzita výhledová, která se používá při výpočtu výhledové kapacity dopravní stavby.

Kapacita křižovatky se vypočte z intenzit dopravy, které se získaly dopravním průzkumem a následným přepočtem pomocí variačních koeficientů na roční průměr denních intenzit a následně na intenzitu špičkové hodiny. Pro stanovení výhledové intenzity je potřebné současnou intenzitu špičkové hodiny přepočíst pomocí růstových koeficientů na intenzitu výhledovou. Variační i růstové koeficienty jsou závislé jednak na kategorii pozemní komunikace, tak i na druhu vozidel.

Při stanovení dopravní intenzity se rozlišují tyto druhy vozidel:

- osobní automobily a motocykly (kategorie M1 a kategorie L),
- nákladní automobily a autobusy (kategorie N1, N2, M2, M3),
- nákladní soupravy (kategorie N3 + O3/O4).

Dopravní průzkum na této křižovatce proběhl ve čtvrtek 11. 11. 2010 a to ve dvou fázích. První část průzkumu proběhla v době ranní dopravní špičky od 7:00 do 8:00, druhá část v době odpolední špičky od 15:00 do 16:00. Průzkum probíhal formou čárkování na předem připravené sčítací listy. Na každém sčítacím listu byl rozlišen druh projíždějícího vozidla a následný směr jeho jízdy (odbočení doprava, doleva, jízda přímo). Pro sčítání byla vybrána čtyři pozorovací místa. Intenzita jednotlivých dopravních proudů procházejících křižovatkou je znázorněna na obrázku 12.



Obrázek 12: Kartogram zatížení křižovatky

Zdroj: Autor

Tabulka 5: Hodnoty dopravních intenzit

Ve směru		Dopravní proud	Počet vozidel	
Z	DO		7:00-8:00	15:00-16:00
Dašická	Centrum	1	284	168
	Dubina	2	72	74
	Rychlodráha	3	335	311
Dubina	Rychlodráha	4	583	420
	Centrum	5	141	140
	Dašická	6	110	101
Centrum	Dašická	7	145	92
	Rychlodráha	8	74	82
	Dubina	9	115	98
Rychlodráha	Dubina	10	413	590
	Dašická	11	308	409
	Centrum	12	115	94

Zdroj: Autor

Označení dopravních proudů je znázorněno v tabulce 5 a je použité při dalších výpočtech intenzity dopravy. Dále jsou zde uvedeny naměřené intenzity dopravních proudů v obou sledovaných časových intervalech. I když v těchto zvolených časových intervalech byla neměřena vysoká intenzita dopravy, nelze tyto hodnoty považovat za špičkové hodnoty

intenzity a používat pro výpočet kapacity křižovatky. Je to způsobeno variací dopravních intenzit během dne, týdne a celého roku. Na základě výpočtů se stanoví intenzita špičkové hodiny. Používají se variační koeficienty uvedené v TP 189. (5)

Postup stanovení špičkové intenzity provozu:

- stanovit denní intenzitu dopravy v den průzkumu pomocí přepočtových koeficientů denních variací,
- stanovení týdenního průměru denních intenzit dopravy pomocí přepočtových koeficientů týdenních variací,
- stanovení ročního průměru denních intenzit dopravy pomocí přepočtových koeficientů ročních variací,
- stanovení Intenzity špičkové hodiny pomocí přepočtového koeficientu.

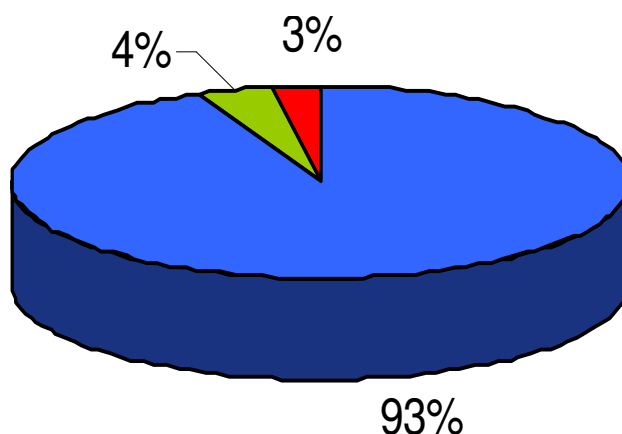
Na základě těchto propočtů se získá intenzitu špičkové hodiny, viz tabulka 6.

Tabulka 6: Intenzity špičkové dopravy v roce 2010

Dopravní proud		Vjezd	Řadící pruh	Druhy vozidel			S
				O	N	K	
Z	Do						
Dašická	Centrum	A	1	280	8	0	285
	Dubina		2	86	5	3	92
	Rychlodráha		3	362	22	20	407
Dubina	Rychlodráha	B	4	608	20	7	598
	Centrum		5	165	12	0	168
	Dašická		6	129	4	3	126
Centrum	Dašická	C	7	145	6	0	150
	Rychlodráha		8	113	0	0	111
	Dubina		9	124	11	0	134
Rychlodráha	Dubina	D	10	585	27	20	598
	Dašická		11	400	17	33	428
	Centrum		12	134	0	0	125

Zdroj: Autor

V tabulce 6 jsou uvedeny všechny dopravní proudy s rozdělením na jednotlivé druhy dopravních prostředků. Na první pohled je patrné, že ve všech případech jsou dominující osobní automobily, které mají na celkovém objemu dopravy nevýznamnější podíl, což je vidět na obrázku 13.



■ osobní vozidla
 ■ nákladní vozidla
 ■ nákladní soupravy

Obrázek 13: Podíl jednotlivých druhů vozidel na složení dopravy

Zdroj: Autor

V celkovém součtu pro všechny směry zřetelně převažují osobní automobily, nákladní vozidla a nákladní soupravy jsou na tom přibližně stejně.

1.8 Výhledové intenzity dopravy

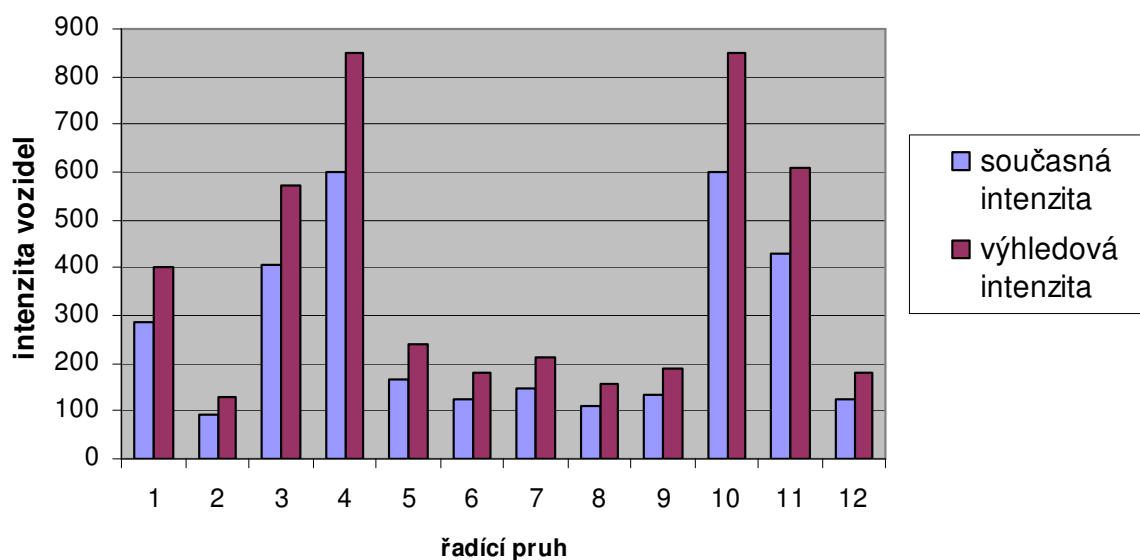
Jak již bylo uvedeno pro stanovení kapacity křižovatky, je třeba znát výhledovou intenzitu dopravy, kterou vypočteme na základě koeficientů růstu dopravy. Nejčastěji se výhledová intenzita stanovuje na období 20 nebo 25 let. V této práci je vypočtena výhledová intenzita na rok 2035 a k jejímu získání byly použity růstové koeficienty z TP 225.(6)

Tabulka 7: Intenzity špičkové dopravy v roce 2035

Prognóza pro rok 2035							
Dopravní proud		Vjezd	Řadící pruh	L	T		S
Z	Do			O	N	K	
Dašická	Centrum	A	1	410	9	0	402
	Dubina		2	126	6	4	130
	Rychlodráha		3	529	24	22	573
Dubina	Rychlodráha	B	4	912	23	8	848
	Centrum		5	247	14	0	239
	Dašická		6	194	5	4	179
Centrum	Dašická	C	7	212	7	0	212
	Rychlodráha		8	166	0	0	157
	Dubina		9	182	12	0	189
Rychlodráha	Dubina	D	10	878	30	23	848
	Dašická		11	600	19	37	607
	Centrum		12	201	0	0	178

Zdroj: Autor

Z prognózy intenzity dopravy pro rok 2035 je zřejmí nárůst u všech druhů dopravy a předpokládá se u osobních vozidel nárůst o 49%, u nákladních vozidel o 13% a nákladních souprav o 14%.



Obrázek 14: Porovnání současné a výhledové intenzity

Zdroj: Autor

Na obrázku 14 je zobrazen rozdíl současné intenzity dopravy a výhledové intenzity v roce 2035 v jednotlivých řadících pruzích. Intenzita v nejzatíženějším řadícím pruhu tj. ze směru od nádraží ČD směrem na Dubinu a opačný směr dosahují ve výhledovém roce shodně intenzity okolo 850 vozidel ve špičce. Dále je s 600 vozidly řadící pruh ze směru nádraží ČD – Dašice, následuje s 570 vozidly směr opačný Dašice – nádraží ČD a poslední výraznější intenzity bude dosahovat řadící pruh ve směru Dašická – centrum s 400 vozidly.

2 Posouzení kapacity stávající křižovatky

V této kapitole je proveden výpočet kapacity současné křižovatky. Tento výpočet je velmi důležitý k posouzení, zda daný stav vyhovuje současným intenzitám dopravy a také zda bude vyhovovat prognózám intenzit na delší dobu. Na základě těchto výpočtů lze stanovit úroveň kvality dopravy na křižovatce a popřípadě navrhnout potřebné změny pro zklidnění dopravy.

Kapacitou křižovatky se rozumí maximální počet vozidel, která mohou projet touto křižovatkou za jednotku času a za daných podmínek. Danými podmínkami se míní podmínky stavební, dopravní a jiné (přírodní vlivy). Kapacita se vyjadřuje ve vozidlech za hodinu. Orientační hodnoty kapacity jednotlivých typů křižovatek jsou uvedeny v tabulce 8. (7)

Tabulka 8: Orientační maximální kapacity různých typů křižovatek

Typ křižovatky	Max hodinová kapacita [voz/h]	Max celodenní kapacita [voz/h]
Neřízená křižovatka	1500 ÷ 2000	18000 ÷ 24000
Okružní křižovatka (1JP,1ŘP)	2000 ÷ 2500	25000 ÷ 30000
Okružní křižovatka (2JP,2ŘP)	2500 ÷ 3500	30000 ÷ 40000
Křižovatka řízená SSZ	3000 ÷ 6400	36000 ÷ 77000

Zdroj: (7)

Obecně kapacita jednotlivých vjezdů křižovatky řízené SSZ je závislá na:

- schopnosti vozidla projet křižovatkou tj. na:
 - uspořádání křižovatky,
 - stavebně technickém stavu komunikací,
 - použitých signálech,
 - dalších okolnostech.
- počtu časových jednotek využitelných pro jízdu tj. na:
 - doba signálu volno v poměru k délce cyklu,
 - počtu fází,
 - kapacitě nadřazených dopravních proudů u podmíněně kolizních proudů,
 - existenci přechodů pro chodce, tramvají.

(7)

Při výpočtu kapacity křižovatky řízené světelným signalizačním zařízením se postupuje následovně:

Nejprve se provede přepočet špičkové intenzity dopravy na intenzitu dopravy v tzv. jednotkových vozidlech (jv), zohledňující skladbu dopravních proudů. Tyto intenzity se dále dosazují do vzorců pro výpočet kapacity křižovatky. K tomuto přepočtu jsou použity koeficienty podle TP 189, které jsou:

- pro kolo0,5 jv,
 - pro motocykl0,8 jv,
 - pro osobní vozidla 1 jv,
 - pro nákladní vozidla 1,7 jv,
 - pro nákladní soupravy2,2 jv.
- (7)

Přepočtené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 9.

Tabulka 9: Zohlednění skladby dopravních proudů

Dopravní proud		Vjezd	Řadící pruh	O	N	K	S	Přepočtená intenzita
Z	Do							
Dašická	Centrum	A	1	280	8	0	285	294
	Dubina		2	86	5	3	92	102
	Rychlodráha		3	362	22	20	407	444
Dubina	Rychlodráha	B	4	608	20	7	598	657
	Centrum		5	165	12	0	168	185
	Dašická		6	129	4	3	126	143
Centrum	Dašická	C	7	145	6	0	150	156
	Rychlodráha		8	113	0	0	111	113
	Dubina		9	124	11	0	134	143
Rychlodráha	Dubina	D	10	585	27	20	598	675
	Dašická		11	400	17	33	428	502
	Centrum		12	134	0	0	125	134

Zdroj: Autor

V tabulce 9 jsou uvedeny špičkové intenzity jednotlivých dopravních proudů a přepočtená intenzita, která zjednodušeně řečeno převádí všechny druhy vozidel na stejnou kategorii.

V dalším kroku se určí počet a sled fází, délku cyklu a délku zelených v jednotlivých fázích. Na této křižovatce se používá dvoufázové řízení. V první fázi mají společně signál volno oba směry na hlavní pozemní komunikaci. Jsou zde kolizní body při odbočení vlevo a signál volno mají současně i chodci křižující vozidla odbočující vlevo. V druhé fázi mají společně signál volno směry od Dašic i z centra, rovněž s kolizními body při odbočení vlevo a chodci křižujícími vozidla odbočující vlevo.

V tabulce 10 jsou uvedeny přibližné počty vozidel, která projedou na signál volno za jeden cyklus. Tyto hodnoty jsou průměrem zjištěným při pozorování křižovatky, jelikož počty vozidel, která projedou na jeden cyklus, nejsou konstantní a jsou závislé na několika faktorech (schopnosti řidiče, kategorie vozidla, provoz v ovlivňujícím úseku). V první fázi projedou směrem od nádraží ČD do centra (odbočení vlevo) cca 4 vozidla, přitom dávají přednost protijedoucím vozidlům a chodcům. Směrem na sídliště Dubina (přímý směr jízdy) cca 23 vozidel a směrem na Dašice (odbočení vpravo) cca 17 vozidel. Směrem ze sídliště Dubina projede za jeden cyklus do centra (odbočení vpravo) cca 8 vozidel. Směrem k nádraží ČD (přímý směr jízdy) projede cca 22 vozidel a odbočení vlevo směrem na Dašice přibližně 6 vozidel přičemž dávají přednost protijedoucím vozidlům a chodcům. V druhé fázi projede směrem od Dašic přibližně 8 vozidel odbočujících vlevo směrem k nádraží ČD a dávají přednost protijedoucím vozidlům a chodcům. Rovně směrem do centra projede cca 12 vozidel za cyklus a vpravo na sídliště Dubina cca 4 vozidla. Směrem od centra projede během jednoho cyklu 4 vozidla odbočující vpravo, 7 vozidel jedoucích rovně na Dašice a 6 vozidel odbočujících vlevo a dávajících přednost protijedoucím vozidlům a chodcům. Délka jednoho cyklu je 115 s, přičemž v první fázi mají oba směry na hlavní pozemní komunikaci signál volno 55 s, následuje 8 s trvající mezičas, kdy mají všechny směry červenou. V druhé fázi mají oba směry signál volno po dobu 52 s.

Tabulka 10: Počty vozidel, která projedou na signál volno za jeden cyklus

Dopravní proud		Vjezd	Řadící pruh	Fáze	Počet vozidel
Z	Do				
Dašická	Centrum	A	1	2	12
	Dubina		2	2	4
	Rychlodráha		3	2	8
Dubina	Rychlodráha	B	4	1	22
	Centrum		5	1	8
	Dašická		6	1	6
Centrum	Dašická	C	7	2	7
	Rychlodráha		8	2	4
	Dubina		9	2	6
Rychlodráha	Dubina	D	10	1	23
	Dašická		11	1	17
	Centrum		12	1	4

Zdroj: Autor

Intenzita vjezdu vyjadřuje součet intenzit příslušných dopravních proudů pro každý směr vstupující do křižovatky. Používá se přepočítaná intenzita vjezdu.

Šířka řadících pruhů je ve všech případech rovna hodnotě 3,5 m.

Základní saturovaný tok je závislý pouze na místních poměrech a byla zvolena hodnota 1900 jv/h.

Koeficient sklonu se vypočte podle vztahu (1):

$$k_{skl} = 1 - 0,02 * a \quad [-] \quad (1)$$

kde:

k_{skl} koeficient sklonu [-],

a sklon [%].

Poloměr oblouku: Udává se skutečný poloměr oblouku nebo omezený v případě, že na křižovatce jsou společné některé řadící pruhy pro odbočení a jízdu přímým směrem. Dále se skutečný poloměr oblouku nahrazuje fiktivním, pokud vozidlo dává přednost v jízdě při signálu volno. V tomto případě je pro pravé odbočení použit skutečný poloměr oblouku a

pro levé odbočení fiktivní poloměr oblouku, jelikož vozidla odbočující vlevo dávají přednost protijedoucím vozidlům.

Podíl odbočujících vozidel: vyjadřuje počet vozidel odbočujících daným směrem (který nejvíce ovlivňuje daný vjezd) k počtu vozidel v daném vjezdu.

Koeficient oblouku je vyjádřen vztahem (2):

$$k_{obl} = \frac{R}{R + 1,5 * f} \quad [-] \quad (2)$$

kde:

- k_{obl} koeficient oblouku [-],
- R poloměr oblouku [-],
- F podíl odbočujících vozidel [-].

Saturovaný tok vjezdu udává vztah (3):

$$S = S_{zakl} * k_{skl} * k_{obl} \quad [\text{pvoz/h}] \quad (3)$$

kde:

- S saturovaný tok vjezdu [pvoz/h],
- S_{zakl} základní saturovaný tok [pvoz/h],
- k_{skl} koeficient sklonu [-],
- k_{obl} koeficient oblouku [-].

Určení kapacity vjezdu podle vztahu (4):

$$C_n = S_n * \frac{Z_n + 1}{C_y} \quad [\text{pvoz/h}] \quad (4)$$

kde:

- C_n kapacita vjezdu n [pvoz/h],
- S_n saturovaný tok vjezdu [pvoz/h],
- z_n doba signálu volno [s],
- C_y délka cyklu [s].

Tento vztah nám určuje maximální počet provozních vozidel, která mohou vjet do křižovatky z daného směru.

Dále u křižovatky určuje rezervu kapacity, která má být v signálních skupinách řádově stejná, nesmí nabývat záporných hodnot. U nově budovaných křižovatek je žádoucí rezerva kapacity ve výhledovém období nejméně 10 %.(7)

Rezerva kapacity vjezdu se stanoví podle vztahu (5):

$$\text{Re } z_n = \left(1 - \frac{I_n}{C_n}\right) * 100 \quad [\%] \quad (5)$$

kde:

$\text{Re } z_n$ rezerva kapacity vjezdu (signální skupiny) [%],

C_n kapacita vjezdu n [pvoz/h],

I_n návrhová intenzita vjezdu n [pvoz/h].

Rezerva kapacity vjezdu je dána poměrem návrhové intenzity vjezdu a kapacity vjezdu. Je vyjádřena v procentech a v podstatě určuje, o kolik se může zvýšit návrhová intenzita vjezdu, aby byla zachována stávající kvalita dopravy. (7)

Tabulka 11: Vypočet kapacity křižovatky řízené SSZ

Dopravní proud		vjezd	řadící pruh	fáze	intenzita vjezdu	šířka ŘP	zakladní satureovaný tok	sklon	Kskl	Poloměr oblouku	podíl odbočujících	Kobl	satureovaný tok	délka zelené	délka cyklu	kapacity vjezdu	rezerva vjezdu
z	do																
Dašická	Centrum	A	1	2	294	3,5	1900	0	1		1	1	1900	52	115	876	66
	Dubina		2	2	102	3,5	1900	0	1	34	1	0,96	1820	52	115	839	88
	Rychlodráha		3	2	444	3,5	1900	0	1	1,5	1	0,5	950	52	115	438	-1
Dubina	Rychlodráha	B	4	1	657	3,5	1900	0	1		1	1	1900	55	115	925	29
	Centrum		5	1	185	3,5	1900	0	1	28	1	0,95	1803	55	115	878	79
	Dašická		6	1	143	3,5	1900	0	1	1,5	1	0,5	950	55	115	463	69
Centrum	Dašická	C	7	2	156	3,5	1900	0	1		1	1	1900	52	115	876	82
	Rychlodráha		8	2	113	3,5	1900	0	1	41	1	0,96	1833	52	115	845	87
	Dubina		9	2	143	3,5	1900	0	1	1,5	1	0,5	950	52	115	438	67
Rychlodráha	Dubina	D	10	1	675	3,5	1900	0	1		1	1	1900	55	115	925	27
	Dašická		11	1	502	3,5	1900	0	1	22	1	0,94	1779	55	115	866	42
	Centrum		12	1	134	3,5	1900	0	1	1,5	1	0,5	950	55	115	463	71

Zdroj: Autor

V tabulce 11 jsou uvedeny výsledky výpočtu kapacity současného stavu řešené křižovatky. Je zřejmé, že kapacita křižovatky řízené SSZ nevyhovuje současné intenzitě provozu. Nevyhovující kapacita je pouze na jednom vjezdu, ale aby křižovatka kapacitně vyhovovala, nesmí být kapacita překročena na žádném vjezdu. Počet vozidel, která chtějí projet křižovatkou ve směru od ulice Dašická směrem k nádraží ČD, je příliš vysoký. Tato vozidla dávají při signálu volno přednost protijedoucím vozidlům a současně i chodcům, proto byl při výpočtu skutečný poloměr oblouku 16,5 m nahrazen fiktivním poloměrem na 1,5 m. Tato nevyhovující kapacita způsobuje zápornou hodnotu rezervy kapacity vjezdu. Ve všech ostatních případech je vypočtená kapacita dostačující a pro osm vjezdů dosahuje rezerva kapacity vjezdu hodnot vyšších jak 60 % kapacity vjezdu. Pro tři vjezdy dosahuje hodnot řádově 30 % kapacity vjezdu a u jednoho vjezdu záporné hodnoty.

2.1 Úroveň kvality dopravy

ČSN 73 6102 zavádí pojem úroveň kvality dopravy, tento pojem se používá k popisu stavu dopravního proudu v závislosti na hustotě dopravního proudu. Používá se šestibodová stupnice *A* až *F*. Přitom stupeň *F* je označený jako nevyhovující. Pro stanovení úrovně kvality dopravy na křižovatce slouží střední doba zdržení na jednotlivých vjezdech křižovatky. Posouzení splnění podmínky nepřekročení nejvyšší přípustné hodnoty střední doby zdržení se provede pro všechny dopravní proudy. Celkové hodnocení úrovně kvality dopravy na křižovatce je závislé na nejméně příznivém hodnocení s nejvyšší střední dobou zdržení. (8)

Pro posouzení úrovně kvality dopravy je potřebné ověřit podmínku (6):

$$t_w^n \leq t_w \quad (6)$$

kde:

t_w^n střední doba zdržení vozidel v dopravním proudu *n*,

t_w nejvyšší přípustná střední doba zdržení vozidel dle

požadovaného stupně úrovně kvality dopravy.

Kritériem kvality dopravy je střední doba zdržení, která se posuzuje pro každý pruh. Je dána vztahem (7):

$$t_w = 0,9 * \left(\frac{(c_y - z_n)^2 * s_n}{2 * C_y * (S_n - I_n)} + \frac{\left(\frac{I_n * C_y}{S_n * z_n} \right)^2 * 3600}{2 * I_n * \left(1 - \frac{I_n * C_y}{S_n * Z_n} \right)} \right) \quad [s] \quad (7)$$

kde:

- t_w střední doba zdržení [s],
 S_n saturevaný tok vjezdu [pvoz/h],
 z_n doba signálu volno [s],
 C_y délka cyklu [s],
 I_n návrhová intenzita vjezdu n [pvoz/h].

Porovnáním této hodnoty s limitními hodnotami uvedenými v tabulce 12, pro křižovatky řízené SSZ je stanovena úroveň kvality dopravy pro daný dopravní proud.

Tabulka 12: Limitní hodnoty střední doby zdržení pro jednotlivé UKD pro křižovatky řízené SSZ

UKD	charakteristika	střední doba zdržení [s]
A	velmi dobrá	≤ 20
B	dobrá	≤ 35
C	uspokojivá	≤ 50
D	dostatečná	≤ 70
E	nestabilní	≤ 100
F	nevyhovující	> 100

Zdroj: (8)

Stupně úrovně kvality dopravy lze charakterizovat takto:

- stupeň A: Převážně neovlivněný průjezd křižovatkou, vozidla se na křižovatce téměř nezdržují, doba zdržení menší než 20 sekund;
- stupeň B: Doba zdržení je nízká do 35-ti sekund. Provoz je převážně plynulý netvoří se fronty;
- stupeň C: Doba zdržení je citelná, do 50-ti sekund, ojediněle se tvoří krátké fronty;
- stupeň D: Pro jednotlivá vozidla mohou vznikat výrazné časové ztráty. Dopravní situace je zatím stabilní, doba zdržení dosahuje až 70-ti sekund;
- stupeň E: Je charakterizován jako nestabilní. Je dosažena kapacita jízdního pásu. Vozidla se pohybují v kolonách, stupeň vytížení je velmi vysoký. Již poměrně

nepatrné nebo krátkodobé zesílení dopravy může vést ke vzniku kongescí a zastavení provozu. Vzniká nebezpečí dopravního kolapsu již při nepatrných nepravidelnostech v dopravním proudu. Stav dopravního toku se mění ze stabilního na nestabilní. Doba zdržení je větší jak 45 sekund;

- stupeň F: Nad kritickou hustotou při stupni *F* se rychlost proudu významně snižuje tak, že dosažená intenzita klesá, dopravní proud je nestabilní, kapacita je překročena, fronta vozidel narůstá bez ohledu na dobu čekání. Vozidla se pohybují popojížděním nebo se dopravní proud zastavuje. Doby zdržení nejsou uvedeny, náhradním ukazatelem je stupeň saturace (poměr intenzity ke kapacitě), který je vyšší jak 1. (8)

Podle ČSN 72 6102 se pro křižovatky požadují tyto stupně kvality dopravy, na:

- dálnicích, rychlostních silnicích a silnicích I. třídy stupeň C,
- silnicích II. třídy stupeň D,
- silnicích III. třídy stupeň E,
- rychlostních MK a přechodových úsecích stupeň D,
- místních komunikacích stupeň E.

Tabulka 13: Úroveň kvality dopravy

Dopravní proud		vjezd	řadící pruh	Střední doba zdržení $t_w(s)$	Úroveň kvality dopravy
z	do				
Dašická	Centrum	A	1	20	A
	Dubina		2	17	A
	Rychlodráha		3	-87	F
Dubina	Rychlodráha	B	4	27	B
	Centrum		5	17	A
	Dašická		6	19	A
Centrum	Dašická	C	7	18	A
	Rychlodráha		8	17	A
	Dubina		9	21	B
Rychlodráha	Dubina	D	10	27	B
	Dašická		11	23	B
	Centrum		12	18	A

Zdroj: Autor

Úroveň kvality dopravy je na řešené křižovatce s výjimkou jednoho řadícího pruhu obecně velmi dobrá. Podrobné výsledky výpočtu jsou uvedeny v tabulce 13. Z dvanácti řadících pruhů dosahuje sedm úrovně kvality A tedy velmi dobré. U čtyř řadících pruhů nepřesáhne doba zdržení na křižovatce úroveň kvality B tedy dobrou. Pouze řadící pruh u vjezdu ze směru Dašice – nádraží ČD dosahuje úroveň kvality dopravy nevyhovující hodnoty F, jak bylo uvedeno při výpočtu kapacity křižovatky je to způsobeno nutností vlevo odbočujících vozidel dávat přednost protijedoucím vozidlům a chodcům. U ostatních vjezdů byly sice dosaženy velmi dobré výsledky, ale reálná situace tomu neodpovídá. Zejména u vjezdu ze směru Dubina se doba zdržení výrazně prodlužuje a zdaleka neodpovídá vypočteným hodnotám. Je to způsobeno vozidly odbočujícími vlevo směrem na ulici Dašická, tyto vozidla se „nevejdou“ do odbočovacího pruhu a blokují průjezd i vozidlům odbočujícím vpravo či jedoucím přímým směrem.

3 Návrh řešení

Na základě podnětu z Odboru dopravy Magistrátu města Pardubic je posouzena změna organizace dopravy na této křižovatce - konkrétně možnost její přestavby na malou okružní křižovatku. Z důvodu zklidnění dopravy byla navržena další opatření - především opatření zamezující překračování maximální povolené rychlosti a dojíždění vozidel na červenou. V příloze A až F jsou zobrazeny grafické výstupy z radarového měření rychlosti v okolí řešené křižovatky městskou policií Pardubice.

V této kapitole tedy bude provedeno posouzení kapacity malé okružní křižovatky a to dvěma metodami, Brillonovou metodu a metodou uvedenou v HBS. Na úvod kapitoly budou uvedeny základní údaje o okružních křižovatkách a výhody případné změny organizace dopravy na dané křižovatce.

3.1 Základní údaje o okružních křižovatkách

Podle názvosloví v normě ČSN 73 6100 je definována okružní křižovatka následovně: okružní křižovatka je křižovatka, na níž je silniční provoz veden jednosměrným objezdem kolem středového ostrova. (9)

Rozeznáváme následující okružní křižovatky:

- podle úrovně křižujících se komunikací:

- úrovněvé,
- mimoúrovňové.

- podle rozměru (vnějšího průměru):

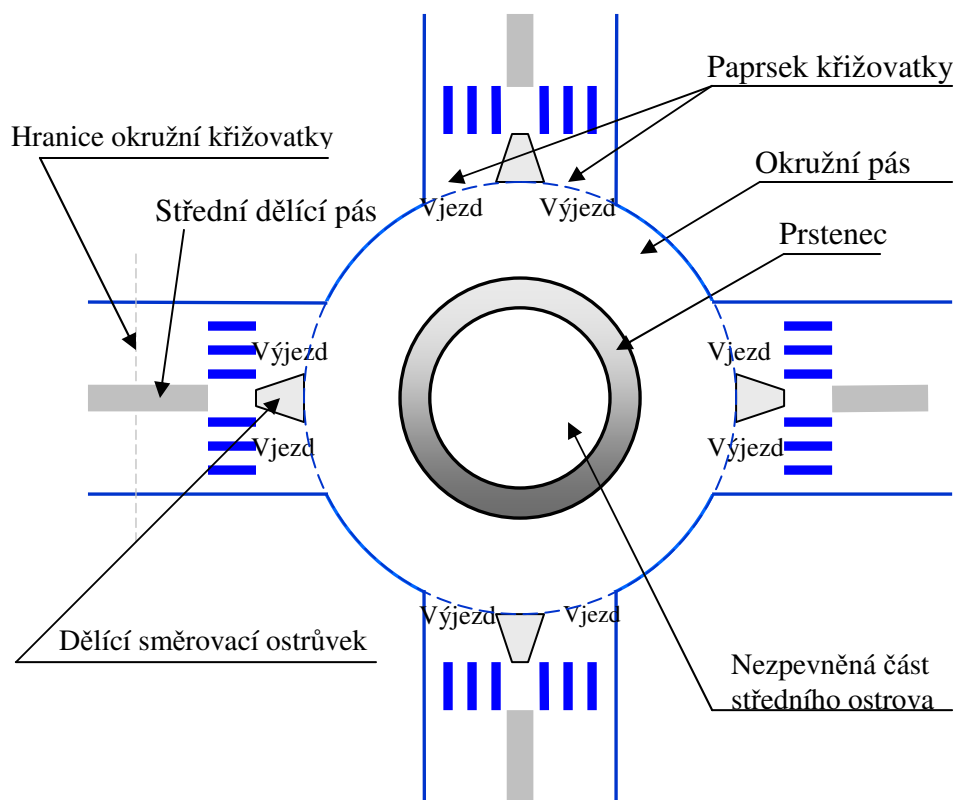
- miniokružní (do 25m),
- malé (25m-40m),
- velké (nad 40m, lépe nad 80m).

- podle druhu středního ostrova

- nepojížděný (malé a velké OK),
- částečně pojížděný (mini a malé OK),
- pojížděný (mini OK).

(10)

Každá křižovatka se skládá ze skladebných prvků a ty tvoří celek. Na obrázku 15 je znázorněna okružní křižovatka s jedním okružním pásem a jedním jízdním pruhem na vjezdu a na výjezdu. Dále je zde popsáno správné názvosloví skladebných prvků.



Obrázek 15: Schéma okružní křižovatky

Zdroj: (11)

Na místo stávajícího uspořádání řešené křižovatky by na základě prostorových možností přicházela v úvahu malá okružní křižovatka. Dále budou uvedeny údaje k tomuto typu křižovatek, základní hodnoty jsou uvedeny v tabulce 14.

Tabulka 14: Doporučené rozměry malé okružní křižovatky

Parametr	Označení parametru	Doporučená hodnota
Vnější průměr	D	25m - 40m
Vnitřní průměr	d	min. 11m, závisí na D a š
Poloměr vjezdu	R1	8m-12m
Poloměr výjezdu	R2	10m-15m
Šířka vjezdu	š1	4m (5m)
Šířka výjezdu	š2	5m (4m)
Šířka okružního pásu	š	7m - 8m
Šířka prstence	p	1,5m-3m (min. 1m)
Úhel sevřený sousedními větvemi OK	r	25° - 30°

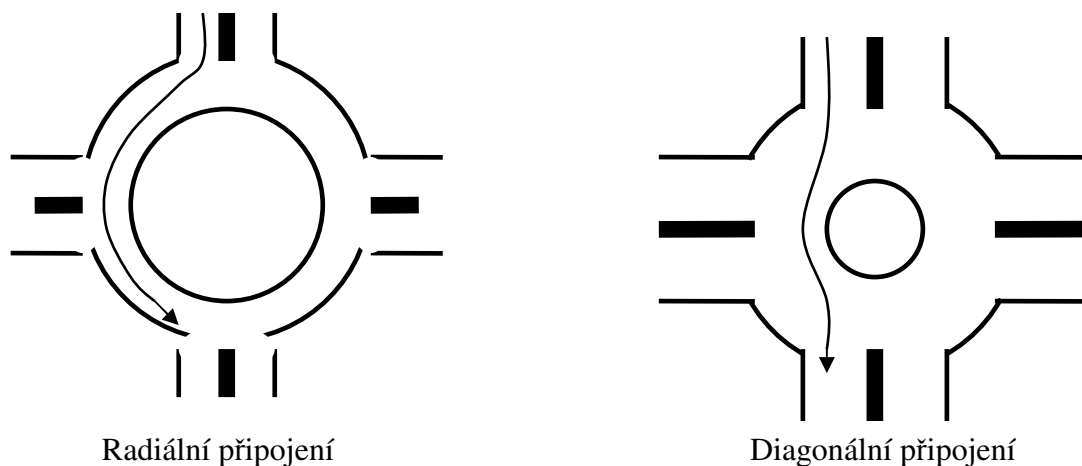
Zdroj: (11)

Hodnoty malé okružní křižovatky uvedené v tabulce 14 jsou pouze orientační. Podle rozměrů lze usoudit, že tento typ křižovatky se používá především v městské zástavbě, kde má převážně funkci zklidňující. Také rychlost vozidel projíždějících malou okružní křižovatkou se pohybuje v rozmezí 30 - 40 km/h.

Malé okružní křižovatky se nejčastěji používají:

- pro snížení nehodovosti na stávající křižovatce,
- pro případ zvýšení kapacity stávající neřízené křižovatky,
- pro zpomalení vozidel na rozhraní extravilánu a intravilánu,
- k zvýšení plynulosti provozu,
- jako vhodný architektonický prvek.

Při stavbě okružních křižovatek se musí volit vhodná řešení, tak aby nedocházelo k projekčním resp. stavebním chybám, kterými by vzniklá řešení neposkytovali ty výhody, pro které byly navrženy. Při navrhování parametrů okružní křižovatky by se mělo vycházet z intenzity dopravy ve špičkové hodině. U okružních křižovatek v intravilánu je důležitou součástí dlážděný prstenec okolo středového ostrova. Od jízdního pásu je výškově oddělen a jeho hlavním úkolem je odradit řidiče osobních vozidel od přímého průjezdu, při zachování průjezdnosti pro rozměrná vozidla. Doporučený poměr dlážděné a běžně pojížděné části okružního pásu činí přibližně 1 : 2. Dalším specifikem při projektování okružní křižovatky je připojení vjezdových a výjezdových větví. U vjezdových i výjezdových větví je nejčastější chybou tangenciální připojení, na místo radiálního připojení. U vjezdové větve není pochyb o účelnosti radiálního připojení, neumožní řidičům přímý průjezd okružní křižovatkou nebo snadné přehlédnutí křižovatky a povinnost dávat přednost vozidlům jedoucím po okruhu. Také neumožňuje vjezd do okružní křižovatky příliš vysokou rychlostí, nejčastěji v rozmezí 30 – 40 km/h. U výjezdů z okružní křižovatky je někdy účelné volit tangenciální připojení pro možnost rychlého opuštění křižovatky, ale pouze v případech kde není na výjezdu přechod pro chodce. V takových případech by docházelo k tomu, že řidič by mohl zvýšit rychlost přímo proti chodcům na přechodu. Schematické zobrazení radiálního a tangenciálního připojení vjezdu a výjezdu je na obrázku 16. (12)



Obrázek 16: Radiální a tangenciální připojení

Zdroj: Autor

Další specifikum je umístění přechodu pro chodce. Chybou bývá umístění přechodu ve větší vzdálenosti od okružního pásu, ve snaze zvýšit kapacitu křižovatky tím že vozidlo dávající přednost chodcům nezasahuje do jízdního pásu. Pokud je přechod umístěn dále od křižovatky, dosahují u něho vozidla výrazně vyšší rychlosti a zvyšuje se riziko ohrožení chodců. Standardní vzdálenost umístění přechodu pro chodce od okružního pásu je 5 m. Důležitým prvkem malých okružních křižovatek je dělící ostrůvek oddělující vjezdové a výjezdové připojení. Snižují riziko kolize vjíždějících a vyjíždějících vozidel a zároveň zvyšují bezpečnost chodců a usnadňují jim přecházení. Za dostatečnou se považuje šířka ostrůvku alespoň 2m pro ochranu přecházejících s jízdními koly a dětskými kočárky. Plocha dělících ostrůvků by měla být odlišená od vozovky a nesmí na ní být vodorovné dopravní značení. Nejvhodnějším řešením je výškové odsazení od vozovky a použití dlažby. (12)

3.2 Výhody okružních křižovatek

Současný trend přestavby úrovnových neokružních křižovatek na okružní v sobě zahrnuje několik výhod, proč tyto přestavby realizovat. I když okružní křižovatky mají i některé nevýhody, budou zde uvedeny jak výhody, tak i nevýhody případné přestavby řešené křižovatky.

3.2.1 Výhody malé okružní křižovatky:

- snížení nehodovosti,
- snížení počtu kolizních bodů oproti úrovnovým neokružním křižovatkám,

- vyšší bezpečnost provozu a snížení následků dopravních nehod (nedochází k čelním nárazům a k nehodám dochází při nižších rychlostech),
- plynulejší provoz daný větší přehledností dopravní situace,
- zklidňující prvek (nižší rychlost na vjezdu do křižovatky),
- vyšší kapacita oproti neřízeným křižovatkám,
- jednoznačně určena přednost v jízdě oproti neřízeným křižovatkám (řidiči nemusí zdlouhavě přemýšlet jak vyřešit danou dopravní situaci, vozidla na okruhu mají jednoznačně přednost),
- možnost otáčení (návratu do původního směru),
- délky zdržení jsou obecně na okružních křižovatkách kratší (menší hodnoty hluku a zplodin),
- estetická úpravu křižovatky a jejího okolí,
- nižší stavební náklady oproti křižovatkám řízeným SSZ,
- nižší provozní náklady oproti křižovatkám řízeným SSZ.

3.2.2 Nevýhody malé okružní křižovatky:

- vyšší stavební náklady oproti neřízeným křižovatkám,
- u okružních křižovatek s více jízdními pruhy na okruhu zvýšená možnost střetu vozidel,
- u menších okružních křižovatek zhoršená průjezdnost pro kloubové autobusy a velké nákladní automobily,
- nemožnost preference MHD a složek IZS. (11)

3.3 Výpočet kapacity malé okružní křižovatky

Při navrhování změny organizace dopravy konkrétně přestavby průsečné křižovatky na okružní křižovatku je nejprve potřebné provést výpočet kapacity. Pro ověření zda navrhovaná křižovatka bude vyhovovat současné, ale i výhledové intenzitě dopravy. V této kapitole tedy bude proveden výpočet kapacity malé okružní křižovatky dvěma metodami pro výhledovou intenzitu dopravy. Kapacitou rozumíme nejvyšší možnou intenzitu vozidel, která projedou křižovatkou za jednotku času (nejčastěji za hodinu).

Pro určení kapacity MOK je rozhodující znalost rozměrů křižovatky nebo zátěže dopravních proudů na okruhu. Kapacita celé křižovatky je dána především kapacitou na okruhu a na vjezdu a dále pak:

- rozměry křižovatky,
- podílem počtu rozměrných vozidel,
- intenzitou pěších a cyklistických proudů,
- rychlosti vozidel,
- zkušeností řidičů.

3.4 Posouzení kapacity malé okružní křižovatky Brilonovou metodou

U této metody výpočtu není třeba znát rozměry MOK, tato metoda pracuje na základě regresní analýzy popisující souvislost mezi intenzitou dopravního proudu vstupujícího do křižovatky a intenzitou na okružním pásu. Kapacita každého vjezdu je ovlivněna intenzitou vozidel před daným vjezdem.

Základním vztahem pro výpočet kapacity MOK Brilonovou metodou je vztah (8):

$$Q_e = A * e^{-B * 10^{-4} * Q_c} \quad [\text{pvoz/h}] \quad (8)$$

kde:

Q_e kapacita vjezdu [pvoz/h],

Q_c intenzita vozidel na okruhu před vjezdem [pvoz/h],

A,B koeficienty závislé na parametrech křižovatky (počet jízdnic pruhů na vjezdu a na okruhu).

Tabulka 15: Koeficienty pro výpočet kapacity MOK

Počet pruhů		A	B
Na okruhu	Na vjezdu		
3	2	2018	6,68
2	2	1577	6,61
2-3	1	1300	8,6
1	1	1226	10,77

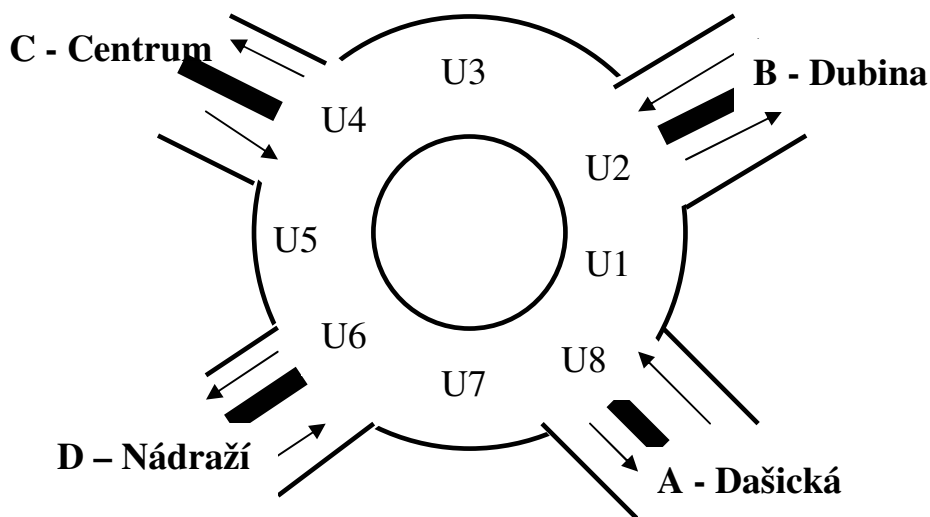
Zdroj: (10)

V tabulce 15 jsou uvedeny přepočtové koeficienty pro jednotlivé parametry okružní křižovatky. S těmito bude při dalších výpočtech pracováno.

Pro výpočet kapacity MOK je třeba převést všechny druhy vozidel na stejnou kategorii a sjednotit tak různorodou skladbu dopravního proudu. Tento převod se provádí stejně jako

při výpočtu kapacity křižovatky řízené SSZ pomocí přepočtových koeficientů. Nelze však použít stejné přepočtové koeficienty. Pro okružní křižovatky se používají následující:

- jízdní kolo..... 0,5 pvoz
- motocykl 0,8 pvoz
- osobní vozidlo 1 pvoz
- nákladní vozidlo, autobus 1,5 pvoz
- nákladní souprava 2 pvoz



Obrázek 17: Schéma okružní křižovatky

Zdroj: Autor

Na obrázku 17 je schematicky znázorněna okružní křižovatka se zanesenými jednotlivými směry současné křižovatky (směry: A, B, C, D). Dále jsou na schématu zobrazeny úseky okružní křižovatky U1 až U8. Rozdělení okružní křižovatky do těchto úseků je důležité pro další výpočet.

Tabulka 16: Výhledová intenzita dopravy pro rok 2035

Dopravní proud		Vjezd	Řadící pruh	L	T		S (pvoz)
Z	Do			O	N	K	
Dašická	Centrum	A	1	410	9	0	428
	Dubina		2	126	6	4	150
	Rychlodráha		3	529	24	22	643
Dubina	Rychlodráha	B	4	912	23	8	982
	Centrum		5	247	14	0	275
	Dašická		6	194	5	4	216
Centrum	Dašická	C	7	212	7	0	226
	Rychlodráha		8	166	0	0	166
	Dubina		9	182	12	0	206
Rychlodráha	Dubina	D	10	878	30	23	1007
	Dašická		11	600	19	37	749
	Centrum		12	201	0	0	201

Zdroj: Autor

V tabulce 16 jsou uvedeny výhledové intenzity dopravy na dané křižovatce pro rok 2035. Intenzity jsou již přepočteny pomocí výše uvedených přepočtových koeficientů na jednotku provozních vozidel.

Tabulka 17: Intenzita dopravy v jednotlivých úsecích MOK

	A - B	A - C	A - D	B - A	B - C	B - D	C - A	C - B	C - D	D - A	D - B	D - C	suma
U1	150	428	643					206			1007	201	2635
U2		428	643									201	1272
U3		428	643	216	275	982						201	2745
U4			643	216		982							1841
U5			643	216		982	226	206	166				2439
U6				216			226	206					648
U7				216			226	206		749	1007	201	2605
U8								206			1007	201	1414

Zdroj: Autor

Tabulka 17 ukazuje zatížení jednotlivých úseků okružní křižovatky. Jak můžeme vidět nejvíce zatíženým úsekem je úsek U3 mezi vjezdem od Dubiny a vjezdem od Centra. Přes tento úsekem prochází dva silné dopravní proudy ve směru Dašice-Nádraží a Dubina-Nádraží.

Velmi důležité jsou tučně znázorněné úseky U2, U4, U6, U8, jelikož jsou to intenzity před jednotlivými vjezdy a mají tedy na intenzitu daného vjezdu značný vliv.

3.4.1 Jeden jízdní pruh na okruhu a jeden na vjezdu

Asi nejběžnější řešení používané v městské zástavbě, kde je na okruhu i na vjezdu použit jeden jízdní pruh.

Tabulka 18: Výpočet kapacity MOK pro 1JP na okruhu i vjezdu Brilonovou metodou

Vjezd	Intenzita ovlivňujícího úseku	Koeficienty		Kapacita vjezdu	Intenzita vjezdu	Vjezd vyhovuje
		A	B			
A	1370	1226	10,77	283	1176	NEPRAVDA
B	1234	1226	10,77	327	1440	NEPRAVDA
C	1781	1226	10,77	182	589	NEPRAVDA
D	632	1226	10,77	623	1873	NEPRAVDA

Zdroj: autor

Podle výsledků výpočtů uvedených v tabulce 18 je zřejmé, že toto řešení je nepřijatelné. Kapacita takto uspořádané okružní křižovatky nevyhovuje na žádném vjezdu a intenzita dvou nejvíce zatížených vjezdů je dokonce třikrát vyšší než vypočtená kapacita.

3.4.2 Dva jízdní pruhy na okruhu i na vjezdu

Vzhledem k dostatečným prostorovým podmínkám řešené křižovatky by i toto řešení bylo realizovatelné. Vzhledem k výsledkům výpočtu kapacity s jedním jízdním pruhem na okruhu i vjezdu je nutností.

Tabulka 19: Výpočet kapacity MOK pro 2JP na okruhu i vjezdu Brilonovou metodou

Vjezd	Intenzita ovlivňujícího úseku	Koeficienty		Kapacita vjezdu	Intenzita vjezdu	Vjezd vyhovuje
		A	B			
A	1370	1577	6,61	641	1176	NEPRAVDA
B	1234	1577	6,61	701	1440	NEPRAVDA
C	1781	1577	6,61	489	589	NEPRAVDA
D	632	1577	6,61	1041	1873	NEPRAVDA

Zdroj: autor

Při použití varianty s dvěma jízdními pruhy na okruhu i na vjezdu došlo k výraznému navýšení kapacity, viz tabulka 19. I při tomto řešení je však kapacita nedostačující na všech vjezdech.

3.4.3 Varianta s vypuštěním pravého odbočení

Stejně jako je tomu na řešené křižovatce nyní, tak i při přestavbě na okružní křižovatku by bylo možné převést vozidla odbočující vpravo mimo okružní křižovatku a odlehčit tak zatíženým úsekům. Dostatečné prostorové možnosti by umožnili i toto řešení, výsledky výpočtu jsou uvedeny v tabulce 20.

Tabulka 20: Výpočet kapacity MOK při vypuštění pravého odbočení Brilonovou metodou

Vjezd	Intenzita ovlivňujícího úseku	Koeficienty		Kapacita vjezdu	Intenzita vjezdu	Vjezd vyhovuje
		A	B			
A	1370	1226	10,77	283	1033	NEPRAVDA
B	1234	1226	10,77	327	1172	NEPRAVDA
C	1781	1226	10,77	182	423	NEPRAVDA
D	632	1226	10,77	623	1170	NEPRAVDA

Zdroj: autor

V případě vypuštění pravého odbočení se zmenšuje pouze intenzita na jednotlivých vjezdech, kapacita zůstává stejná jako u první varianty s jedním jízdním pruhem na okruhu a vjezdu. Ani v tomto případě nesplňuje křižovatka požadavky na kapacitu a tudíž i toto řešení není přípustné.

3.5 Zhodnocení vypočtených hodnot Brilonovou metodou

Dosažené výsledky ukazují, že podle této metody by byla intenzita dopravy ve výhledovém roce 2035 příliš vysoká. Tato intenzita by nedovolila průjezd vozidel okružní křižovatkou v požadované kvalitě dopravy. Výpočet byl proveden pro 3 různé varianty okružní křižovatky a ani v jednom z těchto případů nepostačovala kapacita výhledové intenzitě.

Pro potvrzení těchto výsledků bude proveden ještě výpočet kapacity okružní křižovatky Německou metodou uvedenou v HBS.

3.6 Posouzení kapacity malé okružní křižovatky metodou uvedenou v HBS

Kapacita okružní křižovatky nemusí vycházet pouze z jejich parametrů či intenzity provozu na jednotlivých vjezdech. Jak bylo uvedeno výše, kapacita okružní křižovatky závisí také na schopnostech řidiče. Řidič musí při jízdě odhadnout vzdálenost a rychlost jízdy ostatních vozidel, zohlednit dynamické vlastnosti svého vozidla a místní podmínky. Na základě těchto údajů se rozhoduje, zda přijme mezeru mezi vozidly v nadřazeném jízdním proudu nebo nepřijme.

Metoda uvedená v HBS je založená na teorii kritických časových odstupů je v současné době oficiálně využívána v Německu pro výpočet kapacity okružních křižovatek. Kapacity vjezdu podle této metody závisí pouze na počtu jízdnic pruhů na vjezdu a na okruhu, protože hodnoty t_g , t_f a t_{min} se do příslušného vzorce zadávají jako konstanty.

- Kritický časový odstup t_g je nejmenší časový odstup mezi dvěma vozidly v nadřazeném dopravním proudu (na okruhu), který je daný řidič v podřazeném dopravním proudu (na vjezdu) ochoten přijmout k zařazení do nadřazeného dopravního proudu za daných vnějších podmínek.
- Následný časový odstup (t_f) je střední hodnota časových odstupů mezi dvěma následujícími vozidly podřazeného dopravního proudu (na vjezdu), které se nacházejí ve frontě za sebou a zařazují se do jedné časové mezery (odstupu) v nadřazeném dopravním proudu (na okruhu). (13)

Základním vztahem pro výpočet kapacity MOK metodou HBS je vztah (9):

$$G = 3600 * \left(1 - \frac{t_{min} * q_k}{n_k * 3600}\right)^{n_k} * \frac{n_z}{t_f} * e^{-\frac{q_k}{3600} * (t_g - \frac{t_f}{2} - t_{min})} \quad [\text{pvoz/h}] \quad (9)$$

kde:

- G základní kapacita [pvoz/h],
- q_k intenzita dopravy na okruhu [pvoz/h],
- n_k počet jízdnic pruhů na okruhu [-],
- n_z počet jízdnic pruhů na vjezdu [-],
- t_g kritický časový odstup [s],
- t_f následný časový odstup [s],

t_{\min} minimální časový odstup mezi vozidly jedoucími na okruhu za sebou [s].

Hodnoty časových odstupů použitých ve vzorci jako konstanty jsou:

t_g 3,7 s,

t_f 2,6 s,

t_{\min} 2,1 s.

3.6.1 Jeden jízdní pruh na okruhu a jeden na vjezdu

Tabulka 21: Výpočet kapacity MOK pro 1JP na okruhu i vjezdu metodou uvedenou v HBS

Vjezd	Intenzita dopravy na okruhu	G	Intenzita vjezdu	Kapacita vyhovuje
A	1370	248	1176	NEPRAVDA
B	1234	349	1440	NEPRAVDA
C	1781	-46	589	NEPRAVDA
D	632	829	1873	NEPRAVDA

Zdroj: Autor

Toto koncepční řešení MOK je podle výsledků výpočtu metodou uvedenou v HBS rovněž nevyhovující. Z tabulky 21 vyplývá, že kapacita na všech vjezdech je výrazně nedostačující intenzitě dopravy. Záporná hodnota kapacity vjezdu C je způsobena příliš vysokou hodnotou intenzity dopravy ovlivňujícího úseku. Potvrzuje se tak výsledek tohoto uspořádání dosažený Brilonovou metodou.

3.6.2 Dva jízdní pruhy na okruhu i na vjezdu

Tabulka 22: Výpočet kapacity MOK pro 2JP na okruhu i vjezdu metodou uvedenou v HBS

Vjezd	Intenzita dopravy na okruhu	G	Intenzita vjezdu	Kapacita vyhovuje
A	1370	779	1176	NEPRAVDA
B	1234	895	1440	NEPRAVDA
C	1781	482	589	NEPRAVDA
D	632	1529	1873	NEPRAVDA

Zdroj: Autor

V tabulce 22 je uveden výsledek varianty se dvěma jízdními pruhy na okruhu i vjezdu. Kapacita vjezdu se výrazně zvýšila, nejpočetnější nárůst kapacity konkrétně o 700 pvoz/h zaznamenal vjezd D (směr od nádraží). U ostatních vjezdů nedošlo v porovnání s variantou

s jedním jízdním pruhem k tak výraznému nárůstu kapacity jako u vjezdu D, nicméně dalším důležitým bodem je, že u vjezdu C vzrostla kapacity ze záporných hodnot až na 482 pvoz/h. I přes toto navýšení kapacita vjezdů nevyhovuje intenzitě špičkové hodiny.

3.6.3 Varianta s vypuštěním pravého odbočení

Tabulka 23: Výpočet kapacity MOK při vypuštění pravého odbočení metodou uvedenou v HBS

Vjezd	Intenzita dopravy na okruhu	G	Intenzita vjezdu	Kapacita vyhovuje
A	1370	248	1033	NEPRAVDA
B	1234	349	1172	NEPRAVDA
C	1781	-46	423	NEPRAVDA
D	632	829	1170	NEPRAVDA

Zdroj: Autor

V případě vypuštění pravého odbočení nedochází ke změně kapacity oproti variantě s jedním jízdním pruhem na okruhu i vjezdu. Pouze se sníží intenzita vjíždějících vozidel, ale stále je na všech vjezdech kapacita nedostačující, viz tabulka 23.

3.7 Zhodnocení vypočtených hodnot metodou uvedenou v HBS

Podle předpokladů výsledky výpočtu kapacity MOK metodou uvedenou v HBS potvrdili předchozí výsledky. Došlo sice k nepatrnému zvýšení kapacity při výpočtech metodou uvedenou v HBS, vyjma vjezdu C, kde bylo dosaženo záporných hodnot. Kapacita je tedy na všech vjezdech do křižovatky nedostatečná. Dále bude proveden výpočet kapacity pro spirálovou okružní křižovatku.

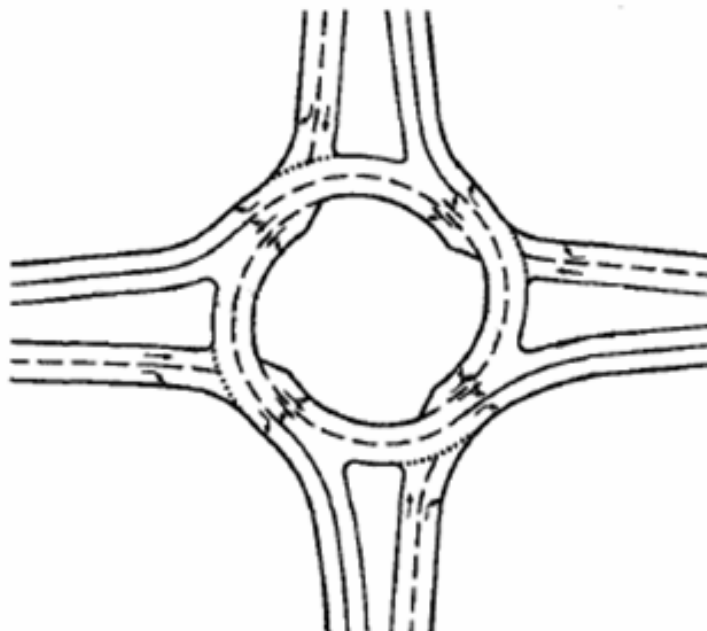
3.8 Spirálová okružní křižovatka

Další možností jak zklidnit dopravu ve městě je přestavba stávající křižovatky na spirálovou okružní křižovatku. V této kapitole tedy bude proveden výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky.

Mezi hlavní předností spirálového uspořádání okružních křižovatek patří minimalizování průpletů v křižovatce. Poměrně významné procento vozidel, která by se za normálních okolností „proplétala“ na okružním pásu křižovatky, provede potřebné zařazení

do příslušných jízdnic pruhů již před křižovatkou. Řidiči jsou upozorněni na provedení tohoto manévru příslušnými dopravními značkami. Následně vozidla mohou projet okružní křižovatkou pouze v jízdnicím pruhu, do kterého se zařadila před vlastní křižovatkou. Spirálové řešení jízdnicích pruhů na křižovatce vozidla nasměruje na požadovaný výjezd.

Další podstatnou výhodou vyplývající z minimalizování průpletů na okružním pásu křižovatky je eliminace kolizních situací při vjezdu na okružní pás křižovatky i v případě dvou a vícepruhových vjezdů do křižovatky, a tedy výhodnější řešení z hlediska bezpečnosti silničního provozu. Schematické znázornění spirálovité okružní křižovatky je zobrazeno na obrázku 18. (14)

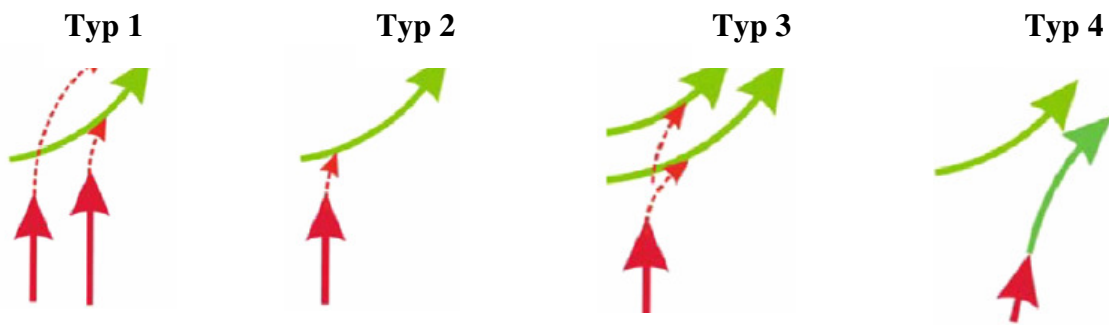


Obrázek 18: Schéma spirálové okružní křižovatky

Zdroj: (15)

3.8.1 Posouzení kapacity spirálové okružní křižovatky

K výpočtu kapacity spirálové okružní křižovatky byla také použita metoda využívající kritické a následné časové odstupy a dále rozdělena podle možnosti uspořádání vjezdu na 4 skupiny. Uspořádání vjezdů do spirálové okružní křižovatky je zobrazeno na obrázku 19. Tuto metodiku vydala firma Edip na základě metody prof. Brilona.



Obrázek 19: Možnosti uspořádání vjezdu do spirálové okružní křižovatky

Zdroj: (13)

Základním vztahem pro výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky je vztah 10.

$$G = 3600 * \left(1 - \frac{\Delta * q_k}{n_k * 3600} \right)^{n_k} * \frac{n_e}{t_f} * e^{-\frac{q_k}{3600} * \left(t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta \right)} \quad [\text{pvoz/h}] \quad (10)$$

kde:

- G základní kapacita [pvoz/h],
- q_k intenzita dopravy na okruhu [pvoz/h],
- n_k počet jízdnic pruhů na okruhu [-],
- n_z počet jízdnic pruhů na vjezdu [-],
- t_g kritický časový odstup [s],
- t_f následný časový odstup [s],
- Δ minimální časový odstup mezi vozidly jedoucími na okruhu za sebou [s].

$$G = \frac{3600}{t_f} \quad [\text{pvoz/h}] \quad (11)$$

kde:

- t_f následný časový odstup [s],
- G základní kapacita [pvoz/h].

Vztah pro výpočet spirálové okružní křižovatky je v podstatě shodný se vztahem pro výpočet MOK metodou HBS. Liší se hodnotami koeficientů časových odstupů a počtem jízdnic pruhů na vjezdu a výjezdu.

3.8.2 Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky pro vjezd typu 1

Tabulka 24: Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky typu 1

Vjezd	Q_k	t_g	t_f	Δ	n_k	n_e	Kapacita	Intenzita vjezdu	Kapacita vyhovuje
A	1370	3,7	2,6	2,1	2	1,75	779	1176	NEPRAVDA
B	1234	3,7	2,6	2,1	2	1,75	896	1440	NEPRAVDA
C	1781	3,7	2,6	2,1	2	1,75	482	589	NEPRAVDA
D	632	3,7	2,6	2,1	2	1,75	1529	1873	NEPRAVDA

Zdroj: Autor

V tabulce 24 jsou zobrazeny výsledky výpočtu kapacity spirálové okružní křižovatky s typem vjezdu 1. U tohoto typu křižovatky se předpokládají dva jízdni pruhy na okruhu a dva jízdni pruhy na vjezdu. Podle výsledků toto řešení kapacitně nevyhovuje a to na všech vjezdech do křižovatky. Intenzita na vjezdech A a B je přibližně o 35 % vyšší než kapacita daného vjezdu. Na vjezdu C a D je kapacita nižší o 18 % oproti intenzitě vjezdu. Toto variantní řešení lze přirovnat k MOK s dvěma jízdni pruhy na vjezdu i okruhu. Kapacitně se téměř shoduje s kapacitou MOK vypočtenou metodou uvedenou v HBS.

3.8.3 Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky pro vjezd typu 2

Tabulka 25: Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky typu 2

Vjezd	Q_k	t_g	t_f	Δ	n_k	n_e	Kapacita	Intenzita vjezdu	Kapacita vyhovuje
A	1370	3,6	2,6	2,1	1	1	257	1176	NEPRAVDA
B	1234	3,6	2,6	2,1	1	1	362	1440	NEPRAVDA
C	1781	3,6	2,6	2,1	1	1	-49	589	NEPRAVDA
D	632	3,6	2,6	2,1	1	1	844	1873	NEPRAVDA

Zdroj: Autor

Spirálová okružní křižovatka s typem vjezdu 2 má jeden jízdni pruh na vjezdu i na okruhu a její kapacita nevyhovuje na všech vjezdech, což lze vidět v tabulce 25. U vjezdu C se podobně jako u MOK dosahuje záporných hodnot kapacity vlivem vysoké intenzity dopravy ovlivňujícího úseku. Na ostatních vjezdech je rovněž výrazný kapacitní nedostatek. Kapacitně vychází přibližně stejně jako MOK s jedním jízdni pruhem na vjezdu i okruhu vypočtená metodou uvedenou v HBS.

3.8.4 Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky pro vjezd typu 3

Tabulka 26: Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky typu 3

Vjezd	Q_k	t_g	t_f	Δ	n_k	n_e	Kapacita	Intenzita vjezdu	Kapacita vyhovuje
A	1370	3,7	2,6	2,1	2	1	445	1176	NEPRAVDA
B	1234	3,7	2,6	2,1	2	1	512	1440	NEPRAVDA
C	1781	3,7	2,6	2,1	2	1	275	589	NEPRAVDA
D	632	3,7	2,6	2,1	2	1	874	1873	NEPRAVDA

Zdroj: Autor

Tento typ spirálové okružní křižovatky se vyznačuje jedním jízdním pruhem na vjezdu a dvěma jízdními pruhy na okruhu. I v tomto případě je kapacita nedostatečná na všech vjezdech křižovatky, viz tabulka 26. Kapacita je na všech vjezdech řádově o 40% - 50% nižší než vypočtená intenzita.

3.8.5 Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky pro vjezd typu 4

Tabulka 27: Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky typu 4

Vjezd	Q_k	t_g	t_f	Δ	n_k	n_e	Kapacita	Intenzita vjezdu	Kapacita vyhovuje
A	1370		3				1200	1176	PRAVDA
B	1234		3				1200	1440	NEPRAVDA
C	1781		3				1200	589	PRAVDA
D	632		3				1200	1873	NEPRAVDA

Zdroj: Autor

Kapacita spirálové okružní křižovatky pro tento typ vjezdu se vypočte podle vztahu 11. V tabulce 27 jsou zobrazeny výsledky výpočtu pro tento typ vjezdu, dva vjezdy jsou kapacitně vyhovující. V případě vjezdu A je rezerva kapacity vjezdu 209 pvoz/h a pro vjezd C dokonce 796 pvoz/h. U zbylých dvou vjezdů kapacita nedostačuje o 56 pvoz/h u vjezdu B a 489 pvoz/h u vjezdu D.

3.9 Zhodnocení výpočtu kapacity spirálové okružní křižovatky

Při výpočtu kapacity spirálové okružní křižovatky byl proveden výpočet pro čtyři typy vjezdu, u třech z nich kapacita nevyhovovala ani jednomu vjezdu. U posledního typu kapacita vyhovovala ve dvou vjezdech do křižovatky. Za předpokladu takto vypočtené intenzity

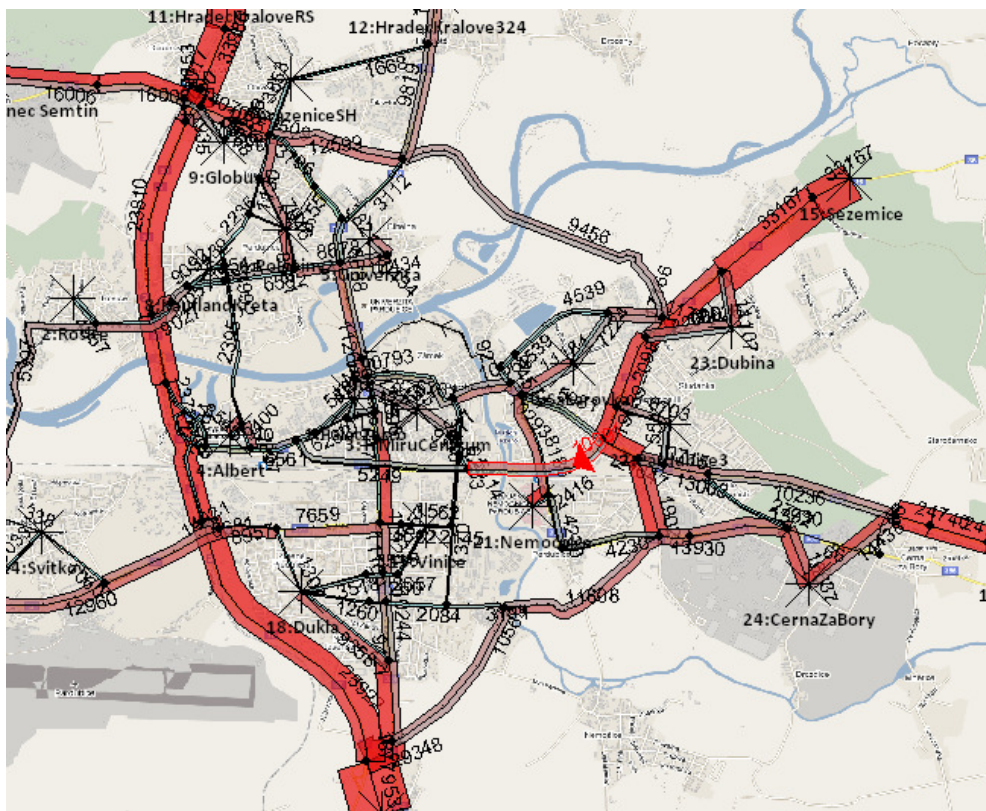
dopravy na dané křižovatce v roce 2035 by kapacita spirálové okružní křižovatky ve špičkové hodině nevyhovovala.

4 Výpočet kapacity křižovatky za předpokladu výstavby obchvatů města.

Na základě výsledků výpočtu kapacity MOK Brilonovou metodou, metodou HBS a výpočtu kapacity spirálové okružní křižovatky, kdy kapacita nevyhovovala na všech vjezdech ani v jednom z případů, bylo pomocí počítačového softwaru pro dopravní modelování a plánování namodelován stav dopravy na dané křižovatce při výstavbě plánovaných obchvatů města. Jedná se o jihovýchodní obchvat napojující se jižně od Pardubic na silnici I/37 na místě současné okružní křižovatky před obcí Dražkovice a dále pak severně od Pardubic na silnici II/ 322 směrem na Dašice. Druhým obchvatem města je severovýchodní obchvat napojující se severně od Pardubic v místě mimoúrovňového křížení silnic I/36 a I/37 na silnici I/36. Na východ od města se napojuje rovněž na silnici I/36 na sídlišti dubina, na místě kde je v současnosti okružní křižovatka.

Tyto dvě dopravní stavby mají na intenzitu dopravy na řešené křižovatce zásadní význam. V této kapitole bude přepočtena kapacita výše navrhovaných řešení přestavby řešené křižovatky.

V programu OmniTRANS byl namodelován stav dopravy na řešené křižovatce za předpokladu výstavby jihovýchodního a severovýchodního obchvatu. Dopravní model byl vztažen na řešenou křižovatku. V základní variantě byly namodelovány denní intenzity dopravy ve městě a poté provedena kalibrace na denní intenzitu dopravy na řešené křižovatce. Dále byla vytvořena nová varianta, (viz obrázek 20), do které byl podle územního plánu města Pardubice zanesen jihovýchodní a severovýchodní obchvat. Následoval přepočet rozdělení intenzity přepravních proudů. Na základě těchto výsledků uvedených v tabulce 28 byl stanoven poměr mezi intenzitou dopravy jednotlivých dopravních proudů základní varianty a varianty s oběma obchvaty města. Pomocí takto vypočteného poměru intenzity dopravy byly přepočteny intenzity dopravy pro výhledový rok 2035.



Obrázek 20: Dopravní model města Pardubice

Zdroj: (16) s vlastními úpravami

Tabulka 28: Intenzity dopravy v základní variantě a variantě s obchvaty města

Dopravní proud		Vjezd	Řadící pruh	Výchozí varianta		JV a SV obchvat	
Z	Do			RPDI	Intenzita špičkové hodiny	RPDI	Intenzita špičkové hodiny
Dašice	Centrum	A	1	2850	234	1698	140
	Dubina		2	1892	156	4181	343
	Rychlodráha		3	5248	431	2943	242
Dubina	Rychlodráha	B	4	6869	557	3892	316
	Centrum		5	1979	161	1722	140
	Dašice		6	2551	207	4541	368
Centrum	Dašice	C	7	1311	108	1750	144
	Rychlodráha		8	1197	99	687	57
	Dubina		9	1346	111	1447	119
Rychlodráha	Dubina	D	10	7518	609	3976	323
	Dašice		11	5245	425	2319	188
	Centrum		12	2090	170	2018	164

Zdroj: (16) s vlastními úpravami

Podle intenzit špičkové hodiny byl vypočten poměr mezi variantou bez obchvatů a variantou s obchvaty. Tento poměr je pro jednotlivé dopravní proudy uveden v tabulce 29. V tabulce 29 jsou rovněž uvedeny hodnoty špičkové intenzity dopravy pro rok 2035 upravené pomocí příslušného poměru zohledňujícího výstavbu obou obchvatů.

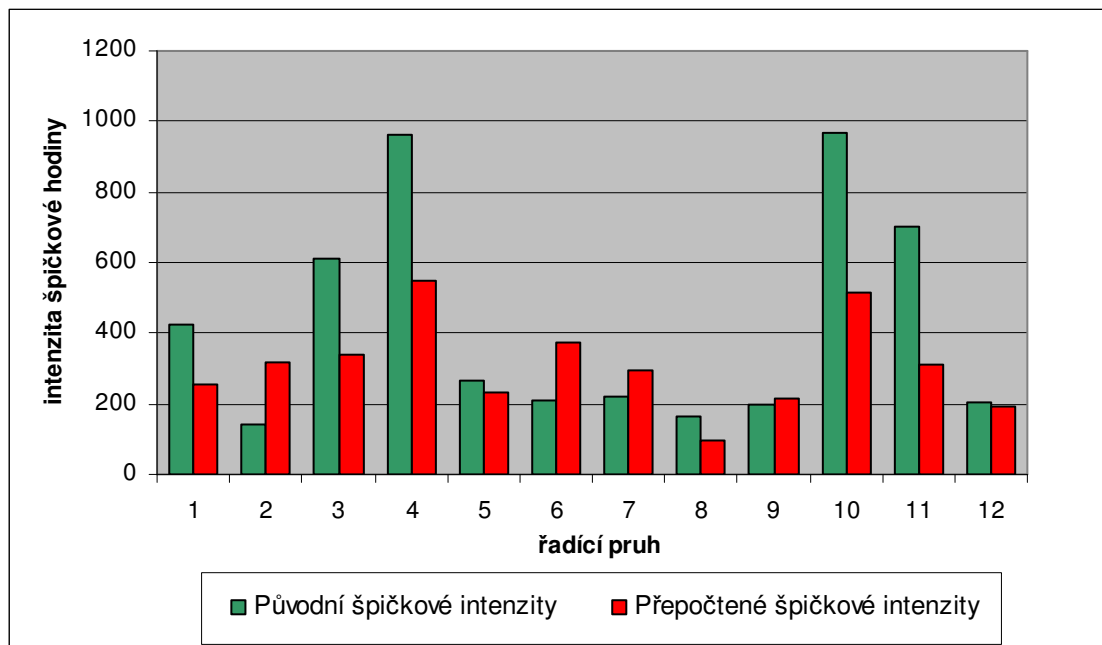
Tabulka 29: Špičková intenzita dopravy ve výhledovém roce při výstavbě obchvatů

Dopravní proud		Vjezd	Řadící pruh	Poměr intenzit	Původní špičkové intenzity	Přepočtené špičkové intenzity
Z	Do					
Dašická	Centrum	A	1	1,67	424	254
	Dubina		2	0,45	143	315
	Rychlodráha		3	1,78	609	342
Dubina	Rychlodráha	B	4	1,76	963	547
	Centrum		5	1,15	268	234
	Dašická		6	0,56	210	373
Centrum	Dašická	C	7	0,75	223	297
	Rychlodráha		8	1,74	166	96
	Dubina		9	0,93	200	215
Rychlodráha	Dubina	D	10	1,89	969	514
	Dašická		11	2,26	703	311
	Centrum		12	1,04	201	194

Zdroj: Autor

Podle výsledků modelování dopravní situace v Pardubicích, viz tabulka 29, by po výstavbě jihovýchodního a severovýchodního obchvatu města na řešené křižovatce celkově došlo k poklesu intenzity dopravy. Ve špičkové hodině by intenzita poklesla celkově o 678 pvoz/h. U všech dopravních proudů by však nedošlo k poklesu intenzity např. ve směru Dubina – Dašice a opačně by se špičková intenzita zvýšila o 78%, respektive 120%. Naproti tomu nejvyšší pokles nastal ve směru z Rychlodráhy na Dubinu a v opačném směru, kde špičková intenzita poklesla o 455 pvoz/h respektive 416 pvoz/h. Obecně lze konstatovat, že došlo k poklesu na nejvíce zatížených dopravních proudech především odklonem tranzitní dopravy ze směru sever a západ směřující dále po silnici I/36 směrem na Holice. Využitím severovýchodního obchvatu se vozidla směřující tímto směrem řešené křižovatce zcela vyhnou, naproti tomu vozidla jedoucí směrem na Dašice budou danou křižovatkou projíždět z Dubiny vlevo na ulici Dašickou a opačně. Stejně tak budou tímto směrem projíždět vozidla

jedoucí směrem od Chrudimi na Holice, to má za následek zvýšení špičkové intenzity v tomto dopravním proudu. Na obrázku 21 je graficky znázorněna změna špičkové intenzity dopravy, k níž by došlo výstavbou severovýchodního a jihovýchodního obchvatu.



Obrázek 21: Změna intenzity dopravy po úpravě modelováním

Zdroj: Autor

4.1 Posouzení kapacity MOK Brilonovou metodou

4.1.1 Jeden jízdní pruh na okruhu a jeden na vjezdu

Pro výpočet kapacity je použit vztah (8).

Tabulka 30: Výpočet kapacity MOK pro 1JP na okruhu i vjezdu po úpravě intenzity dopravy

Vjezd	Intenzita ovlivňujícího úseku	Koeficienty		Kapacita vjezdu	Intenzita vjezdu	Vjezd vyhovuje
		A	B			
A	923	1226	10,77	456	911	NEPRAVDA
B	790	1226	10,77	526	1154	NEPRAVDA
C	1262	1226	10,77	317	608	NEPRAVDA
D	885	1226	10,77	475	1019	NEPRAVDA

Zdroj: Autor

V tabulce 30 jsou zobrazeny výsledky výpočtu kapacity MOK. Oproti výsledkům bez úpravy intenzity modelováním došlo k nárůstu kapacity u třech vjezdů a to o 70 % až 85 %. U vjezdu D došlo k poklesu kapacity vlivem přerozdělení intenzity dopravy a to o 137 pvoz/h. Celkově došlo ke zvýšení kapacity tohoto typu okružní křižovatky o 359 pvoz/h.

4.1.2 Dva jízdní pruhy na okruhu i na vjezdu

Tabulka 31: Výpočet kapacity MOK pro 1JP na okruhu i vjezdu po úpravě intenzity dopravy

Vjezd	Intenzita ovlivňujícího úseku	Koeficienty		Kapacita vjezdu	Intenzita vjezdu	Vjezd vyhovuje
		A	B			
A	923	1577	6,61	860	911	NEPRAVDA
B	790	1577	6,61	938	1154	NEPRAVDA
C	1262	1577	6,61	688	608	PRAVDA
D	885	1577	6,61	882	1019	NEPRAVDA

Zdroj: Autor

U této varianty s dvěma jízdními pruhy na vjezdu i na okruhu vyhovuje kapacitně pouze jeden vjezd. U vjezdu C je rezerva kapacity 216 pvoz/h, u ostatních vjezdů je pouze malý nedostatek kapacity v rozsahu 51 až 137 pvoz/h, viz tabulka 31.

4.2 Posouzení kapacity MOK po úpravě intenzity modelováním metodou uvedenou v HBS

Základním vztahem pro výpočet kapacity MOK metodou uvedenou v HBS je vztah (9).

4.2.1 Jeden jízdní pruh na okruhu a jeden na vjezdu

Tabulka 32: Výpočet kapacity MOK pro 1JP na okruhu i vjezdu metodou uvedenou v HBS po úpravě intenzity dopravy

Vjezd	Intenzita ovlivňujícího úseku	G	Intenzita vjezdu	Kapacita vyhovuje
A	923	607	911	NEPRAVDA
B	790	714	1154	NEPRAVDA
C	1262	340	608	NEPRAVDA
D	885	637	1019	NEPRAVDA

Zdroj: Autor

Podle výsledků metody uvedené v HBS uvedených v tabulce 32 nevyhovuje kapacita ani na jednom vjezdu do křižovatky. Oproti výpočtu Brilonovou metodou se kapacita všech vjezdů zvýšila, oproti metodě uvedené v HBS s původními intenzitami dopravy poklesla pouze u vjezdu D. Tento pokles je způsoben již zmíněným přerozdělením intenzity dopravních proudů tedy zvýšením intenzity dopravy ovlivňujícího úseku před vjezdem D.

4.2.2 Dva jízdní pruhy na okruhu i na vjezdu

Tabulka 33: Výpočet kapacity MOK pro 2JP na okruhu i vjezdu metodou uvedenou v HBS po úpravě intenzity dopravy

Vjezd	Intenzita ovlivňujícího úseku	G	Intenzita vjezdu	Kapacita vyhovuje
A	923	1229	911	PRAVDA
B	790	1373	1154	PRAVDA
C	1262	902	608	PRAVDA
D	885	1269	1019	PRAVDA

Zdroj: Autor

V tabulce 33 jsou uvedeny výsledky výpočtu kapacity MOK pro variantu s dvěma jízdními pruhy na vjezdu i na okruhu. V tomto případě kapacitně vyhovují všechny vjezdy do křižovatky a je zde dosaženo i poměrně velké rezervy od 218 pvoz/h u vjezdu B do 318 pvoz/h u vjezdu A. V porovnání s kapacitou vypočtenou Brilonovou metodou, kde kapacitně vyhovoval pouze vjezd C, se celková kapacita všech vjezdů zvýšila o 1405 pvoz/h.

4.3 Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky

Základním vztahem pro výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky je vztah (10) a (11).

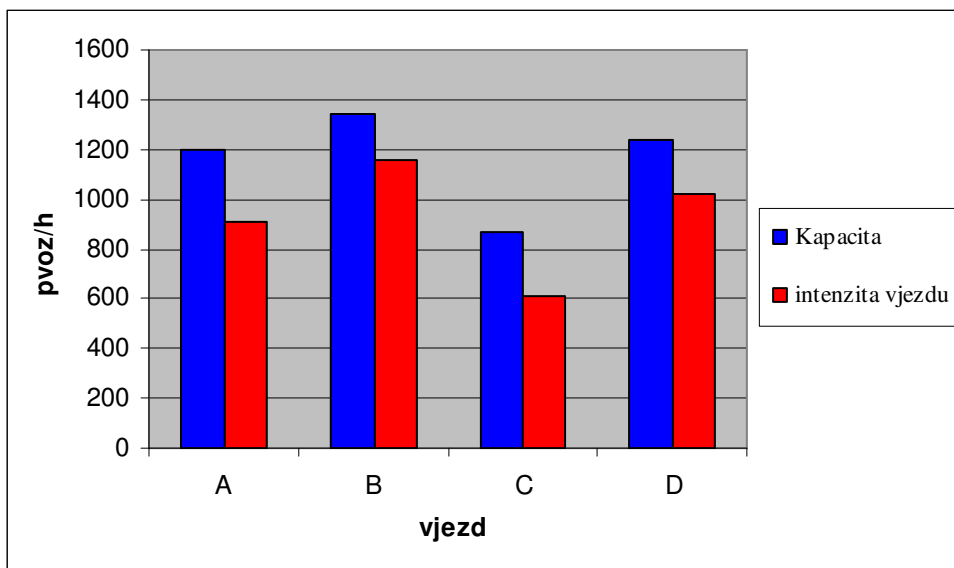
4.3.1 Vjezd typu 1

Tabulka 34: Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky typu 1 po úpravě intenzity dopravy

Vjezd	Q_k	t_g	t_f	Δ	n_k	n_e	Kapacita	Intenzita vjezdu	Kapacita vyhovuje
A	923	3,7	2,6	2,1	2	1,75	1198	911	PRAVDA
B	790	3,7	2,6	2,1	2	1,75	1344	1154	PRAVDA
C	1262	3,7	2,6	2,1	2	1,75	871	608	PRAVDA
D	885	3,7	2,6	2,1	2	1,75	1239	1019	PRAVDA

Zdroj: Autor

Pro špičkovou intenzitu dopravy na křižovatce upravenou dopravním modelem vyhovuje kapacita spirálové okružní křižovatky na všech vjezdech. V tabulce 34 jsou uvedeny výsledky výpočtu pro jednotlivé vjezdy. Stejně jako u okružní křižovatky se dvěma jízdními pruhy na okruhu i na vjezdu je zde dostatečná hodnota rezervy kapacity vjezdu, snížená cca o 30 pvoz/h oproti MOK s dvěma jízdními pruhy. Graficky znázorněná rezerva kapacity vjezdu je na obrázku 22.



Obrázek 22: Rozdíl intenzity dopravy na vjezdu a kapacity vjezdu

Zdroj: Autor

4.3.2 Vjezd typu 2

Tabulka 35: Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky typu 2 po úpravě intenzity dopravy

Vjezd	Q_k	t_g	t_f	Δ	n_k	n_e	Kapacita	Intenzita vjezdu	Kapacita vyhovuje
A	923	3,6	2,6	2,1	1	1	607	911	NEPRAVDA
B	790	3,6	2,6	2,1	1	1	714	1154	NEPRAVDA
C	1262	3,6	2,6	2,1	1	1	341	608	NEPRAVDA
D	885	3,6	2,6	2,1	1	1	637	1019	NEPRAVDA

Zdroj: Autor

4.3.3 Vjezd typu 3

Tabulka 36: Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky typu 3 po úpravě intenzity dopravy

Vjezd	Q_k	t_g	t_f	Δ	n_k	n_e	Kapacita	Intenzita vjezdu	Kapacita vyhovuje
A	923	3,7	2,6	2,1	2	1	685	911	NEPRAVDA
B	790	3,7	2,6	2,1	2	1	768	1154	NEPRAVDA
C	1262	3,7	2,6	2,1	2	1	498	608	NEPRAVDA
D	885	3,7	2,6	2,1	2	1	708	1019	NEPRAVDA

Zdroj: Autor

V tabulkách 35 a 36 jsou zobrazeny výsledky výpočtu kapacity spirálových okružních křižovatek pro typ vjezdu 2 a 3. V obou případech kapacity vjezdu nedostačují intenzitě ve špičkové hodině. Intenzita je cca o 1/3 vyšší u obou typů.

4.3.4 Vjezd typu 4

Tabulka 37: Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky typu 4 po úpravě intenzity dopravy

Vjezd	Q_k	t_g	t_f	Δ	n_k	n_e	Kapacita	Intenzita vjezdu	Kapacita vyhovuje
A	923		3				1200	911	PRAVDA
B	790		3				1200	1154	PRAVDA
C	1262		3				1200	608	PRAVDA
D	885		3				1200	1019	PRAVDA

Zdroj: Autor

Typ vjezdu 4 vyhovuje na všech vjezdech rovněž s dostatečnou kapacitní rezervou, výsledky výpočtu jsou zobrazeny v tabulce 37. V tomto případě je kapacita závislá pouze na hodnotě následného časového odstupu. Oproti základní variantě zůstala kapacita tedy stejná, snížila se pouze intenzita vjezdu.

5 Zhodnocení výsledků výpočtu kapacity MOK a spirálové okružní křižovatky

Na základě výpočtů provedených dvěma metodami založenými na odlišných přístupech bylo zjištěno, že kapacita okružní křižovatky nevyhovuje pro výhledovou intenzitu dopravy v roce 2035. Oběma výpočtovými metodami byly zkoumány tři různé varianty okružní křižovatky, ale ani v jednom z případů nedošlo k situaci, že by kapacita vyhovovala. Na základě těchto výsledků tedy není přestavba stávající křižovatky na okružní, z důvodu zklidnění dopravy, vhodným řešením. Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky byl proveden pro čtyři typy vjezdů. U prvních třech typů vypočtené hodnoty prakticky kopírovaly výsledky MOK dosažené metodou uvedenou v HBS pro jednotlivá variantní řešení. U čtvrtého typu vyhovovaly kapacitně pouze dva vjezdy. Přestavbu stávající křižovatky na spirálovou okružní křižovatku tedy nelze navrhnout.

I když jsou výsledky těchto výpočtů vztaženy k intenzitě špičkové hodiny, která trvá cca 3 hodiny denně a ve zbytku dne by kapacita okružní křižovatky vyhovovala, v době dopravní špičky by se zde tvořily dlouhé fronty vozidel. Přestavba řešené křižovatky na okružní křižovatku by sice ve výhledové době kapacitně nesplňovala požadavky, ale vzhledem k tomu, že je plánována výstavba jihovýchodního a severovýchodního obchvatu města není tento projekt v budoucnu nerealizovatelný.

Po snížení intenzity dopravy na základě dopravního modelu byly přepočteny výše navrhovaná opatření. Možnost MOK s jedním jízdním pruhem na vjezdu i na okruhu nevyhovuje ani v případě snížení intenzity vypočtená jak metodou uvedenou v HBS tak i Brilonovou metodou. Další možností je MOK s dvěma jízdními pruhy na okruhu i na vjezdu, u této varianty byl Brilonovou metodou dosažen kladný výsledek pouze u jednoho vjezdu, nicméně kapacita ostatních vjezdů už byla velmi blízko hodnotám intenzity na vjezdech. Metodou uvedenou v HBS vyšla kapacita všech vjezdů jako vyhovující i s dostatečnou rezervou. U spirálové okružní křižovatky rovněž vyhovovala kapacita na všech vjezdech pro typ 1. U druhého a třetího typu kapacita nevyhovovala ani na jednom z vjezdů a u čtvrtého typu opět vyhovovala na všech vjezdech.

Kapacitně by tedy v případě výstavby obou obchvatů vyhovovala malá okružní křižovatka s dvěma jízdními pruhy na vjezdu i na okruhu dále pak spirálová okružní

křižovatka typu jedna s dvěma jízdními pruhy na vjezdu i na okruhu a spirálová okružní křižovatky typu 4 s jedním jízdním pruhem na vjezdu a dvěma na okruhu.

Zklidňující opatření mají však opodstatnění jak v době dopravní špičky, tak i mimo ni. Vzhledem k tomu, že ve směru od nádraží je před touto křižovatkou umístěna řízená křižovatka přijíždí sem vozidla v „dávkách“. Není tedy výjimkou že na řešené křižovatce nestojí žádná vozidla a přijíždějící řidiči tedy nejsou nuceni snížit rychlost a ve snaze stihnout signál volno ještě zrychlují. Z tohoto důvodu je na této křižovatce potřebné učinit určitá opatření na zklidnění dopravy už v současné době. V další kapitole tedy budou navrženy jiné možnosti jak danou situaci vyřešit.

6 Další opatření pro zklidnění dopravy

Jak bylo uvedeno v kapitole Dopravní nehody na křižovatce silnic I/36 a II/355, zklidňující opatření mají na této křižovatce své opodstatnění, a proto zde budou uvedena další opatření jak dopravu zklidnit.

Jedním z problémů je překračování povolené rychlosti především ze směru do nádraží, kde řidiči mají snížit rychlost ze 70 km/h na 50 km/h. Existuje několik možností jak řidiče na tuto změnu rychlosti upozornit. Stávající svislé dopravní značení B20a zřejmě nesplňuje stoprocentně svůj účel. Jednou z možností je použití jiného typu výstražného značení

6.1 Zvýraznění dopravního značení

Používají se dvě možnosti jak zvýraznit dopravní značení a to:

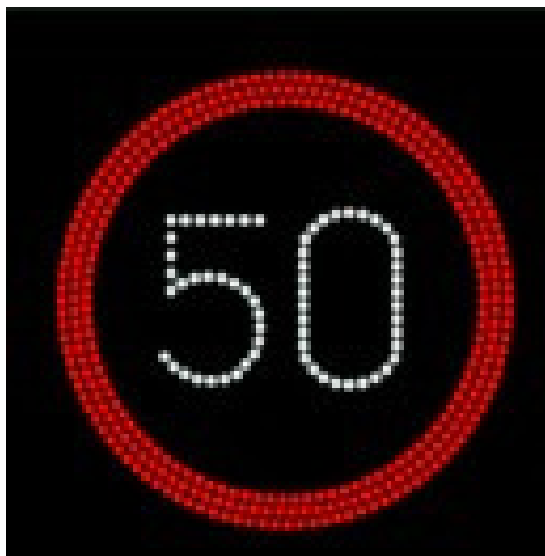
- zvýraznění LED diodami,
- výstražnými světly.

Obě tyto možnosti mají za cíl upoutat pozornost řidiče, aby si daného dopravního značení včas všiml a mohl na něho zareagovat, v tomto případě snížením rychlosti.

Dopravní značky s vysoce svítivými prvky LED (viz obrázek 23), se používají jako svislé dopravní značení, zejména v místech, kde je tyto symboly nutno zvýraznit, pro zvýraznění využívají světelných bodů rozložených na čelní ploše. Značky s výstražnými světly mají nad běžnou dopravní značkou umístěny výstražná světla oranžové barvy, používají se jako svislé dopravní značení všude tam, kde je nutné pevné značení zvýraznit. Je to především u velmi rušných křižovatek a všeobecně na městských komunikacích. Světelné značky se běžně umísťují na zvláštní sloupky nebo sloupy veřejného osvětlení. Bývají napájeny z dopravního řadiče nebo přímo ze sítě veřejného osvětlení.

Výhody zvýraznění LED diodami s vysokou svítivostí:

- dobrá viditelnost i za slunečného počasí,
- možnost statického režimu,
- procesorové řízení optimalizace svitu LED diod,
- automatické snižování svítivosti LED v noci,
- upevnění na sloupek pomocí „C“ profilu na tělese značky a upínek, na sloupy VO,
- napájení pomocí solárního napájecího systému.



Obrázek 23: Dopravní značka tvořená LED diodami

Zdroj: (17)

6.2 Radarové měřiče rychlosti

Tyto měřiče se používají především jako informativní pro řidiče, k upozornění o jejich rychlosti s případným zdůrazněním ke snížení rychlosti. Měření rychlosti se řidiči obávají. Slouží jako výstraha, neboť při překročení nejvyšší povolené rychlosti se musí počítat s peněžní pokutou. Především místní lidé překračují nejvyšší povolenou rychlost, aniž si to uvědomují a ukazatel rychlosti je dokáže „vyburcovat“ k větší pozornosti. Následná reakce řidiče je ve většině případů způsobena vědomím, jakou rychlostí by se měl v daném úseku pohybovat. Jakmile, uvidí svou skutečnou rychlost, většinou zpomalí, protože si v té chvíli není jist, zda není měřen s pořízením záznamu. Ze zkušeností v zemích EU, kde je tento systém běžně používaný, výrazně přispívá k bezpečnosti v obcích a městech a snižuje nehodovost.

Radarové měřiče rychlosti měří s přesností až 0,1 km/h (přesnost se kterou pracuje Policie České republiky). Mají možnost nastavení rychlosti, kdy se spustí varovný prvek, např. nápis „ZPOMAL“ viz obrázek 24. Informační panel pro měření rychlosti vozidel slouží k zobrazení rychlosti projíždějícího vozidla na velkoplošný displej. Při překročení rychlosti o nastavenou hodnotu dokáže displej se zobrazovanou rychlostí zablikat, což pomůže upoutat pozornost. Další možností je vybavit panel zařízením pro fotoblesk (imitace pořízení policejního záznamu) či záznamovým zařízením.



Obrázek 24: Radarový měřič rychlosti

Zdroj: (18)

6.3 Využití navržených opatření

Výše uvedená opatření slouží především k eliminaci překračování rychlosti. Mají upoutat pozornost řidiče, aby si všiml dopravní značky příkazující snížit rychlost na 50 km/h. Dále informovat o rychlosti jakou vozidlo jede v těsné blízkosti křižovatky s případným upozorněním na snížení rychlosti. Nejlepším řešením by bylo umístění radarových měřičů rychlosti na všech větvích křižovatky, ale toto řešení by bylo dosti nákladné. Podle výsledků měření rychlosti Městskou policií je rychlost nejčastěji překračována na silnici I/36 a to ze směru od nádraží ČD směrem na Dubinu. Z tohoto důvodu by bylo nejvhodnější umístit navrhovaná opatření právě na tuto komunikaci. Návrh umístění zvýrazněného dopravního značení a radarového měřiče rychlosti je zakreslen na obrázku 25.



Obrázek 25: Návrh umístění zvýrazněného dopravního značení a radarového měřiče rychlosti

Zdroj: (2) s vlastními úpravami

Na obrázku 25 je znázorněno navržené umístění zvýrazněného značení a měřiče rychlosti. Navržené dopravní značení je umístěno na místo stávající dopravní značky ve vzdálenosti cca 250 m od hranice křižovatky. Řidič vozidla jedoucí po této pozemní komunikaci v okamžiku, kdy míjí tuto dopravní značku, nevidí křižovatku, je tedy nutné ho na neočekávanou změnu rychlosti výrazněji upozornit. Radarový měřič rychlosti je umístěn ve vzdálenosti cca 55 m od hranice křižovatky, kde by vozidlo mělo jet předepsanou rychlostí. Tato vzdálenost od křižovatky je dostatečná, aby řidič vozidla rychlost při jejím překročení snížil, nežli vjede do křižovatky.

6.4 Použití vyklizovacích šipek

Toto světelné signalizační zařízení dává signál k opuštění křižovatky vozidlům odbočujícím vlevo a umísťuje se do protilehlého rohu křižovatky. Používá se jako doplněk světelného signalizačního zařízení s plnými světly, kde řidič při odbočování vlevo dává přednost protijedoucím vozidlům. Pokud se rozsvítí signalizační zařízení s vyklizovací šipkou, musí vozidla, která si najela do křižovatky tuto křižovatku opustit, ale s vědomím, že protijedoucí vozidla už mají na SSZ signál „Stůj“.

Vyklizovací šipky by bylo nejvhodnější použít pro všechny směry, tím by se výrazně snížilo nebezpečí vzniku dopravních nehod. Jak bylo uvedeno v kapitole o dopravní nehodovosti na řešené křižovatce, nejvíce dopravních nehod se účastnili vozidla odbočující vlevo.

Závěr

Cílem práce bylo ověření možnosti přestavby stávající průsečné křižovatky na malou okružní křižovatku nebo jiná změna organizace dopravy za účelem zklidnění dopravy a zvýšení bezpečnosti dopravy.

Nejprve byl proveden dopravní průzkum a důkladné pozorování řešené křižovatky. Takto získané údaje byly jedním z podkladů pro analýzu současné dopravní situace na dané křižovatce. Dále byl podrobně uveden jeden z důvodů změny organizace dopravy na řešené křižovatce a to dopravní nehodovost.

Na základě výsledků dopravního průzkumu byly stanoveny intenzity špičkové hodiny a proveden výpočet kapacity současné křižovatky řízené SSZ. Na základě výsledků výpočtu bylo zjištěno, že kapacita na jednom z vjezdů nevyhovuje. Jelikož je křižovatka hodnocena jako celek, bylo stanoveno, že současná kapacita křižovatky nevyhovuje. Požadovaná úroveň kvality dopravy byla v důsledku nevyhovující kapacity stanovena na stupeň F nevyhovující.

Dále byl proveden výpočet kapacity malé okružní křižovatky dvěma metodami. Brilonovou metodou pracující s intenzitou dopravy na vjezdu a na okružním pásu a dále novější metodou uvedenou v HBS pracující s kritickými časovými odstupy. Byly provedeny výpočty třech možných variant řešení a to s jedním jízdním pruhem na vjezdu i na okruhu, dvěma jízdními pruhy na vjezdu i na okruhu a varianta s vypuštěním pravého odbočení. Výsledky obou metod se shodovali a pro všechny varianty byla kapacita stanovena jako nevyhovující.

Následně byl proveden výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky pro čtyři typy uspořádání vjezdů. Tři z těchto uspořádání kapacitně nevyhovovaly na žádném vjezdu, u čtvrtého typu vjezdu kapacitně vyhovovaly dva vjezdy.

V dalším kroku byl proveden výpočet změny intenzity dopravy na řešené křižovatce za předpokladu výstavby severovýchodního a jihovýchodního obchvatu města pomocí počítačového softwaru pro dopravní modelování. Poté byly přepočteny kapacity navrhovaných opatření. Z navrhovaných opatření kapacitně vyhovovaly na všech vjezdech pouze MOK s dvěma jízdními pruhy na vjezdu i na okruhu a spirálová okružní křižovatky typu 1 a 4.

Na závěr práce byly navrženy další možnosti pro zklidnění dopravy na řešené křižovatce, které nevyžadují stavební úpravy – zvýraznění dopravního značení, použití radarového měřiče rychlosti a použití vyklizovacích šipek.

SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- [1] Oficiální internetové stránky města Pardubice [online]. [cit. 2011-01-12]. Dostupné z:<
<http://www.pardubice.eu/mesto/zakladni-informace/geografie.html>>
- [2] Mapy. CZ [online]. [cit. 2011-01-12]. Dostupné z:
<<http://www.mapy.cz/#mm=ZTtTcP@x=136196608@y=135754752@z=11>>
- [3] Ředitelství silnic a dálnic [online]. [cit. 2011-01-12]. Dostupné z:
<<http://www.scitani2005.rsd.cz/mesta/pa/pardubice.jpg>>
- [4] Miroslav Vápeník. *Kolizní diagram křižovatky silnice I/36 a II/355 s místní komunikací v Pardubicích*. Pardubice: Diplomová práce, 2010.
- [5] TP 189 - Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích, schváleno MD ČR, účinnost od 1. 1. 2008, EDIP s.r.o. 2007, Mariánské Lázně, ISBN 978-80-902527-7-6
- [6] TP 225 – Prognóza intenzit automobilové dopravy, schváleno MD CR, účinnost od 1. 7. 2010, EDIP s.r.o. 2010, Liberec (Cheb), ISBN 978-80-87394-01-4
- [7] TP 81 – Zásady pro navrhování světelných signalizačních zařízení na pozemních komunikacích, MD CR, 2006, zpracovatel: CDV, ISBN: 80-86502-30-9
- [8] ČSN 73 6102 - Projektování křižovatek na pozemních komunikacích
- [9] ČSN 736100 - Názvosloví silničních komunikací
- [10] TP 135 - Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích, V-projekt s.r.o. Ostrava, červenec 2000
- [11] Okružní křižovatky [online]. [cit. 2011-02-15]. Dostupné z:
<<http://web.quick.cz/z.pliska/teorie.html>>
- [12] Okružní křižovatky v České republice chyby a omyly [online]. [cit. 2011-02-15]. Dostupné z: <www.cdv.cz>
- [13] EDIP s.r.o. Přehled metod pro výpočet kapacity spirálovitých a miniokružích křižovatek [online]. [cit. 2011-01-12]. Dostupné z: <<http://www.edip.cz/cs/vyzkumne-projekty/ukoncene-projekty/kapacita-modernich-druhu-okruznich-krizovatek/>>

[14] Stavebnictví, Okružní vícepruhové křižovatky [online]. [cit. 20011-02-15]. Dostupné z: <
http://www.casopisstavebnictvi.cz/okruzni-vicepruhove-krizovatky_A238_I9>

[15] Vysoké učení technické v Brně [online]. [cit. 20011-03-04]. Dostupné z: <
www.fce.vutbr.cz>

[16] Školní model Pardubic, Filip Kovárník

[17] Proměnné svislé dopravní značky [online]. [cit. 20011-03-04]. Dostupné z: <
http://www.hit-hofman.cz/cz/katalog_03_130.htm>

[18] Ukazatel rychlosti [online]. [cit. 20011-03-04]. Dostupné z: <
<http://www.ukazatelrychlosti.cz/>>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Město Pardubice a přilehlé městské části	11
Obrázek 2: Sčítání dopravy v roce 2005	13
Obrázek 3: Oddělený jízdní pruh pro cyklisty.....	14
Obrázek 4: Nejvýznamnější pozemní komunikace procházející městem	15
Obrázek 5: Schematické zobrazení řešené křižovatky	17
Obrázek 6: Kolizní diagram křižovatky pro rok 2007.....	18
Obrázek 7: Kolizní diagram křižovatky pro rok 2008.....	19
Obrázek 8: Kolizní diagram křižovatky pro rok 2009.....	20
Obrázek 9: Pohled na křižovatku	22
Obrázek 10: Kolizní body na křižovatce	23
Obrázek 11: Fronty vozidel na křižovatce.....	24
Obrázek 12: Kartogram zatížení křižovatky.....	26
Obrázek 13: Podíl jednotlivých druhů vozidel na složení dopravy.....	28
Obrázek 14: Porovnání současné a výhledové intenzity	29
Obrázek 15: Schéma okružní křižovatky.....	43
Obrázek 16: Radiální a tangenciální připojení	45
Obrázek 17: Schéma okružní křižovatky.....	48
Obrázek 18: Schéma spirálové okružní křižovatky	55
Obrázek 19: Možnosti uspořádání vjezdu do spirálové okružní křižovatky	56
Obrázek 20: Dopravní model města Pardubice	61
Obrázek 21: Změna intenzity dopravy po úpravě modelováním	63
Obrázek 22: Rozdíl intenzity dopravy na vjezdu a kapacity vjezdu	66
Obrázek 23: Dopravní značka tvořená LED diodami	71
Obrázek 24: Radarový měřič rychlosti.....	72
Obrázek 25: Návrh umístění zvýrazněného dopravního značení a radarového měřiče rychlosti. 73	

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Přehled dopravní nehodovosti na dané křižovatce	17
Tabulka 2: Přehled dopravní nehodovosti na dané křižovatce za rok 2008	18
Tabulka 3: Přehled dopravní nehodovosti na dané křižovatce za rok 2009	19
Tabulka 4: Délka přídatných pruhů pro odbočení	23
Tabulka 5: Hodnoty dopravních intenzit	26
Tabulka 6: Intenzity špičkové dopravy v roce 2010.....	27
Tabulka 7: Intenzity špičkové dopravy v roce 2035.....	29
Tabulka 8: Orientační maximální kapacity různých typů křižovatek.....	31
Tabulka 9: Zohlednění skladby dopravních proudů	32
Tabulka 10: Počty vozidel, která projedou na signál volno za jeden cyklus.....	34
Tabulka 11: Výpočet kapacity křižovatky řízené SSZ	37
Tabulka 12: Limitní hodnoty střední doby zdržení pro jednotlivé UKD pro křižovatky řízené SSZ...	39
Tabulka 13: Úroveň kvality dopravy	40
Tabulka 14: Doporučené rozměry malé okružní křižovatky	43
Tabulka 15: Koeficienty pro výpočet kapacity MOK	47
Tabulka 16: Výhledová intenzita dopravy pro rok 2035	49
Tabulka 17: Intenzita dopravy v jednotlivých úsecích MOK.....	49
Tabulka 18: Výpočet kapacity MOK pro 1JP na okruhu i vjezdu Brilonovou metodou	50
Tabulka 19: Výpočet kapacity MOK pro 2JP na okruhu i vjezdu Brilonovou metodou	50
Tabulka 20: Výpočet kapacity MOK při vypuštění pravého odbočení Brilonovou metodou..	51
Tabulka 21: Výpočet kapacity MOK pro 1JP na okruhu i vjezdu metodou uvedenou v HBS53	
Tabulka 22: Výpočet kapacity MOK pro 2JP na okruhu i vjezdu metodou uvedenou v HBS 53	
Tabulka 23: Výpočet kapacity MOK při vypuštění pravého odbočení metodou uvedenou v HBS..	54
Tabulka 24: Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky typu 1	57
Tabulka 25: Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky typu 2.....	57
Tabulka 26: Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky typu 3.....	58
Tabulka 27: Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky typu 4.....	58
Tabulka 28: Intenzity dopravy v základní variantě a variantě s obchvaty města	61
Tabulka 29: Špičková intenzita dopravy ve výhledovém roce při výstavbě obchvatů	62
Tabulka 30: Výpočet kapacity MOK pro 1JP na okruhu i vjezdu po úpravě intenzity dopravy ...	63
Tabulka 31: Výpočet kapacity MOK pro 1JP na okruhu i vjezdu po úpravě intenzity dopravy ...	64
Tabulka 32: Výpočet kapacity MOK pro 1JP na okruhu i vjezdu metodou uvedenou v HBS po úpravě intenzity dopravy	64
Tabulka 33: Výpočet kapacity MOK pro 2JP na okruhu i vjezdu metodou uvedenou v HBS po úpravě intenzity dopravy	65
Tabulka 34: Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky typu 1 po úpravě intenzity dopravy....	65
Tabulka 35: Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky typu 2 po úpravě intenzity dopravy....	66
Tabulka 36: Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky typu 3 po úpravě intenzity dopravy....	67
Tabulka 37: Výpočet kapacity spirálové okružní křižovatky typu 4 po úpravě intenzity dopravy....	67

SEZNAM ZKRATEK

MOK	Malá okružní křižovatka
SSZ	Světelné signalizační zařízení
UKD	Úroveň kvality dopravy

SEZNAM PŘÍLOH

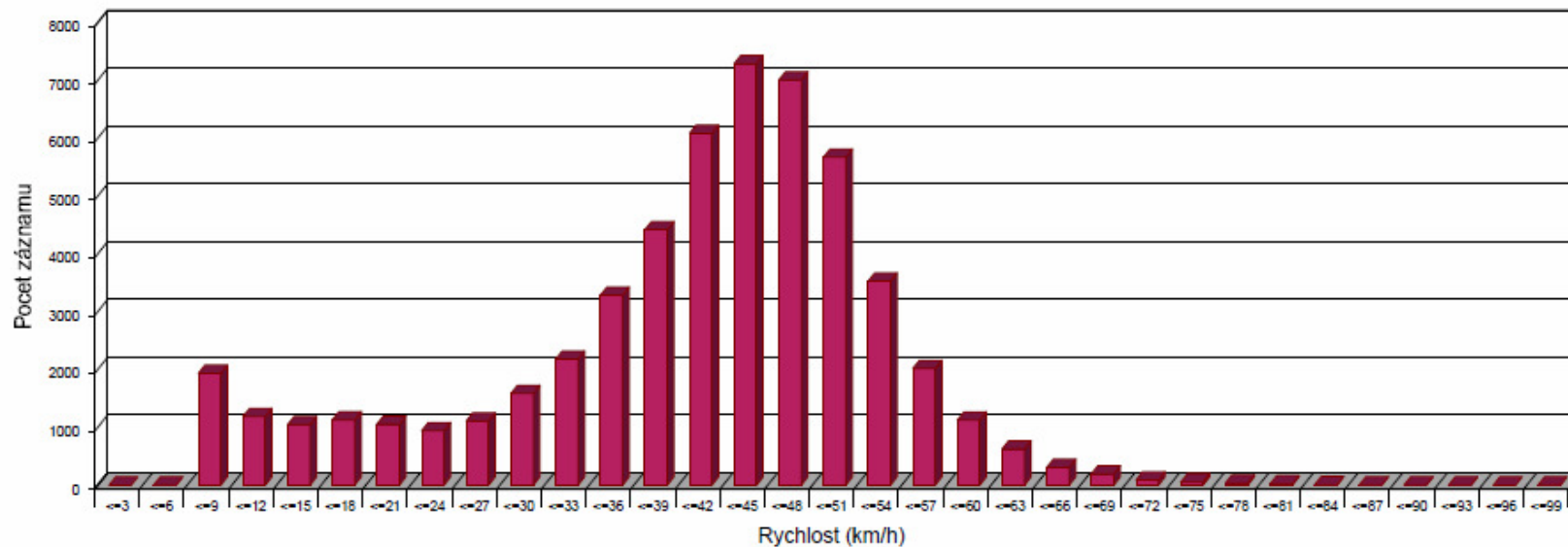
- PŘÍLOHA A Grafické zobrazení rychlosti na ulici Dašická ze dne 27.2.2009
- PŘÍLOHA B Grafické zobrazení rychlosti na ulici Na Drážce ze dne 27.2.2009
- PŘÍLOHA C Grafické zobrazení rychlosti na ulici Na Drážce ze dne 17.3.2009
- PŘÍLOHA D Grafické zobrazení rychlosti na ulici Na Drážce ze dne 7.4.2009
- PŘÍLOHA E Grafické zobrazení rychlosti na ulici Na Drážce ze dne 7.4.2009
- PŘÍLOHA F Grafické zobrazení rychlosti na ulici Dašická ze dne 7.4.2009

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA A

Grafické zobrazení rychlosti na ulici Dašická ze dne 27.2.2009

Silnice Dašická, 50 km/h omezení



Statistika

Casový úsek: 27. únor 2009, 11:41 hod. do 17. březen 2009, 10:58 hod.

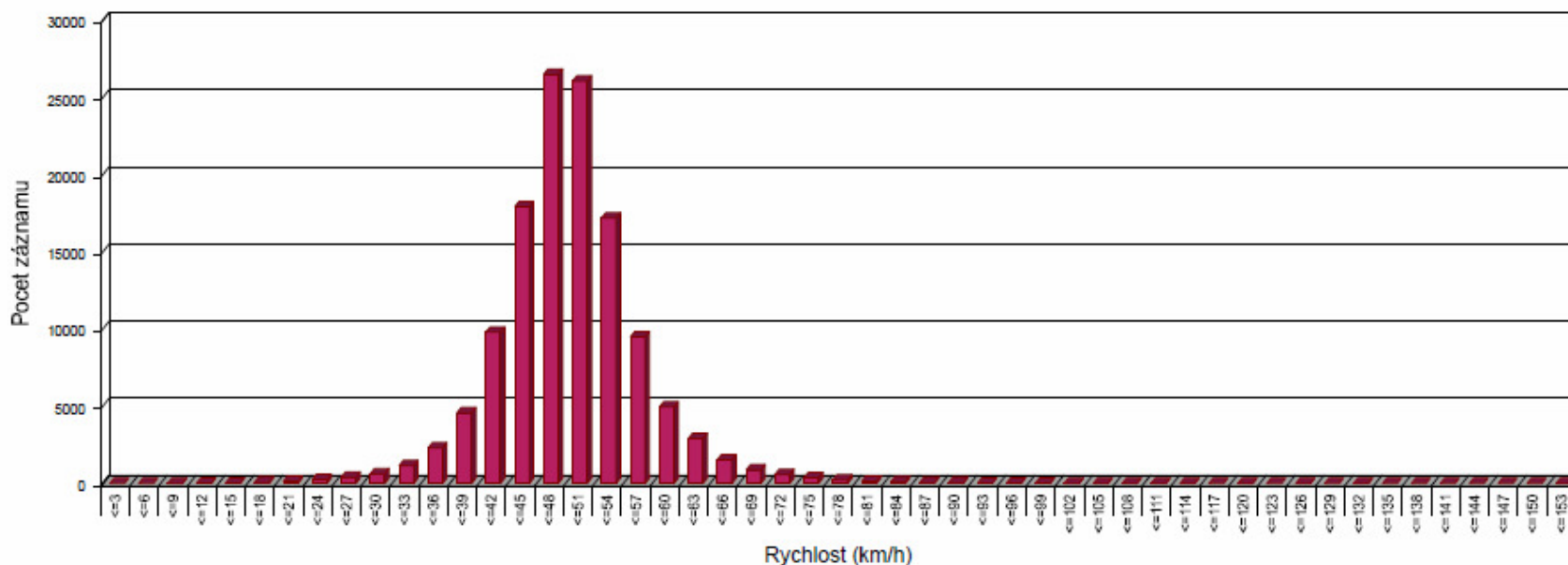
Pocet záznamu 53921
Průmerná rychlost Vp 40,2 km/h
85% jede pomaleji nebo maximálně ... V85 51 km/h
Maximální rychlost Vmax 99 km/h



PŘÍLOHA B

Grafické zobrazení rychlosti na ulici Na Drážce ze dne 27.2.2009

Silnice Na Drážce, 50 km/h omezení



Statistika

Casový úsek: 27. únor 2009, 12:17 hod. do 17. březen 2009, 10:54 hod.

Pocet záznamu 128584

Průmerná rychlost Vp 48,8 km/h

85% jede pomaleji nebo maximálně ... V85 55 km/h

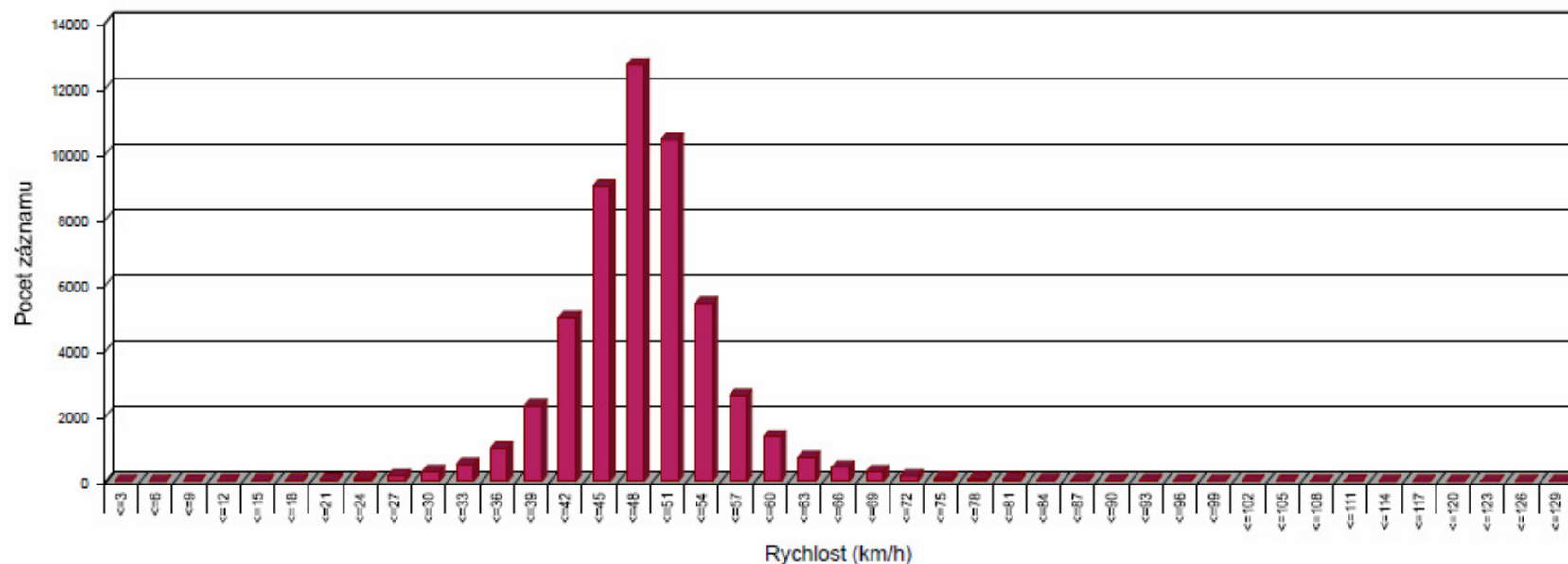
Maximální rychlost Vmax 152 km/h



PŘÍLOHA C

Grafické zobrazení rychlosti na ulici Na Drážce ze dne 17.3.2009

Silnice Na Drážce, 50 km/h omezení



Statistika

Casový úsek: 17. březen 2009, 10:55 hod. do 24. březen 2009, 08:51 hod.

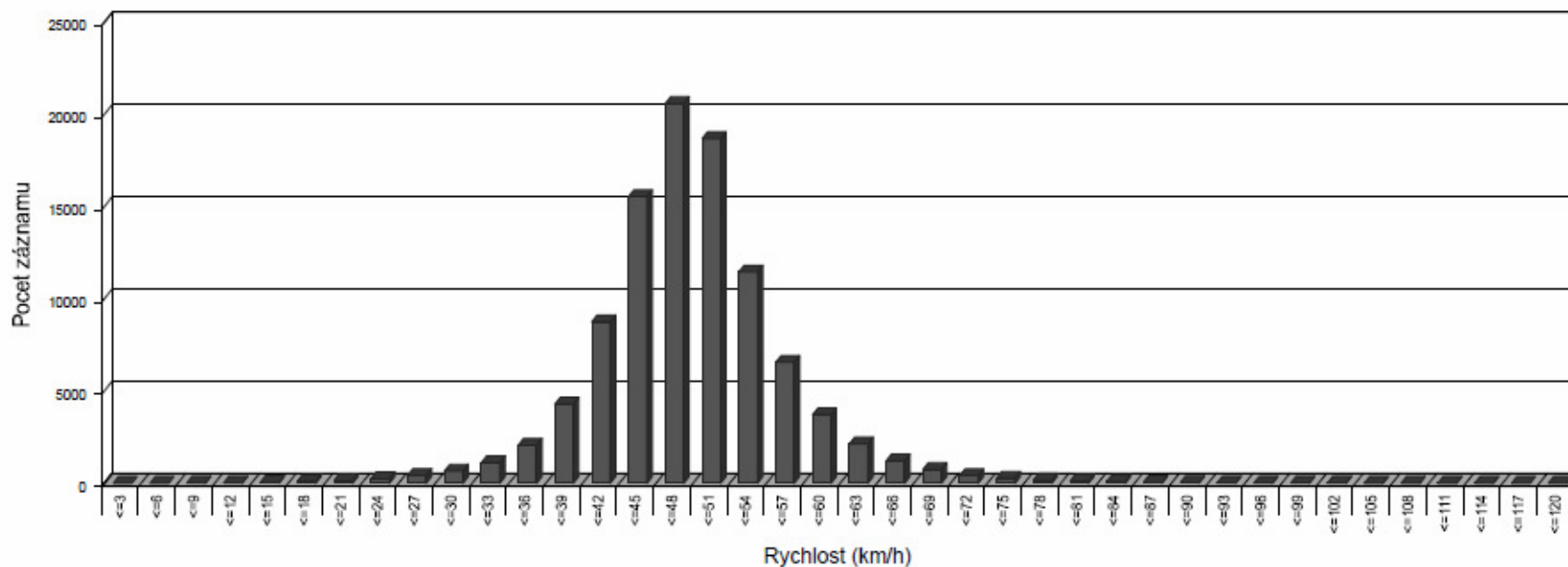
Pocet záznamu	52947
Prumerná rychlost	Vp 47,6 km/h
85% jede pomaleji nebo maximálne ...	V85 53 km/h
Maximální rychlost	Vmax 127 km/h



PŘÍLOHA D

Grafické zobrazení rychlosti na ulici Na Drážce ze dne 3.11.2009

Silnice Na Drážce, 50 km/h omezení



Statistika

Casový úsek:

3. listopad 2009, 10:31 hod. do 16. listopad 2009, 08:50 hod.

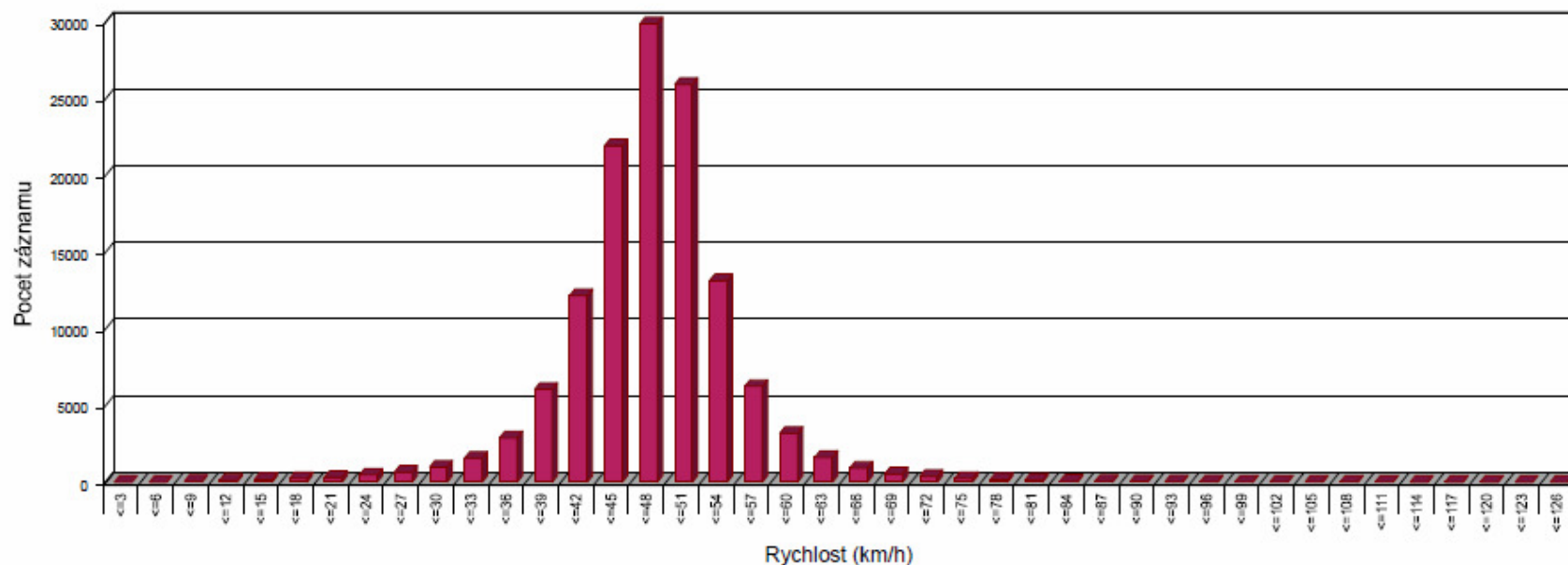
Pocet záznamu 99893
Průmerná rychlost Vp 48,2 km/h
85% jede pomaleji nebo maximálně ... V85 55 km/h
Maximální rychlost Vmax 120 km/h

SIERZEGA

PŘÍLOHA E

Grafické zobrazení rychlosti na ulici Na Drážce ze dne 7.4.2009

Silnice Na Drážce, 50 km/h omezení



Statistika

Casový úsek:

7. duben 2009, 12:09 hod. do 23. duben 2009, 10:04 hod.

Pocet záznamu 130273

Prumerná rychlost Vp 47,1 km/h

85% jede pomaleji nebo maximálne ... V85 53 km/h

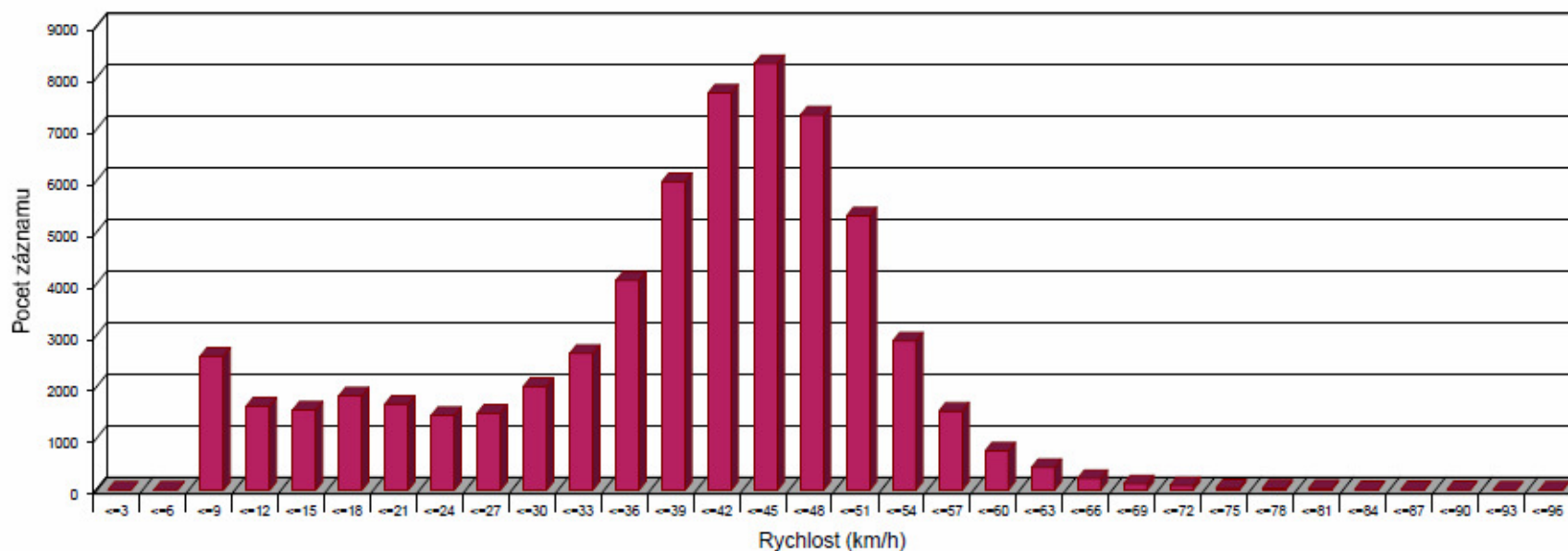
Maximální rychlost Vmax 125 km/h



PŘÍLOHA F

Grafické zobrazení rychlosti na ulici Dašická ze dne 7.4.2009

Silnice Dašická, 50 km/h omezení



Statistika

Casový úsek: 7. duben 2009, 12:13 hod. do 23. duben 2009, 09:49 hod.

Pocet záznamu	61708
Průmerná rychlost	Vp 38,1 km/h
85% jede pomaleji nebo maximálně ...	V85 50 km/h
Maximální rychlost	Vmax 94 km/h

