

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

**Možnosti řešení křižovatky silnic I/34 a I/37
ve Ždírci nad Doubravou z hlediska bezpečnosti dopravy**

Lukáš Ledvinka

**Bakalářská práce
2012**

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Lukáš Ledvinka
Osobní číslo: D09114
Studijní program: B3709 Dopravní technologie a spoje
Studijní obor: Technologie a řízení dopravy: Technologie a řízení dopravních systémů
Název tématu: Možnosti řešení křižovatky silnic I/34 a I/37 ve Žďirci nad Doubravou z hlediska bezpečnosti dopravy
Zadávací 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
2. Návrh opatření na zvýšení bezpečnosti křižovatky I/34; I/37
3. Zhodnocení navržených opatření

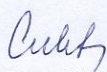
Závěr

Rozsah grafických prací: 2-3
Rozsah pracovní zprávy: 30-40
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná
Seznam odborné literatury:


- (1) Zákon o provozu na pozemních komunikacích č. 361/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů.
- (2) ČSN 73 6102. Projektování křižovatek na silničních komunikacích. Praha: Český normalizační institut 2007. 180 s.
- (3) KOTAS, P. Dopravní systémy a stavby. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. 353 s. ISBN 978-800-1036-020.

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

Datum zadání bakalářské práce: 1. února 2012
Termín odevzdání bakalářské práce: 31. května 2012


prof. Ing. Bohumil Cúlek, CSc.
děkan

L.S.


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

V Pardubicích dne 1. února 2012

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 nákladu, 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. 2012

ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá změnou organizace dopravy za účelem zvýšení bezpečnosti. Obsahuje analýzu současného stavu řešené křižovatky a výpočet kapacity. Na základě provedené analýzy je navržena změna neřízené křižovatky na křižovatku okružní a další změny vedoucí ke zvýšení bezpečnosti křižovatky.

KLÍČOVÁ SLOVA

Bezpečnost, dopravní proud, dopravní průzkum, kapacita neřízené křižovatky, neřízená křižovatka, okružní křižovatka

TITLE

Possibility of solving the crossroad on I/34 and I/37 in Ždírec nad Doubravou from the safety of transportation point of view.

ANNOTATION

The aim of this thesis is change the organization to improve traffic safety. This work includes analyse of current conditions on solved crossroads and capacity calculation. On the basic of the analysis is proposed to amend an uncontrolled crossroads at the traffic circle and other changes to increase safety of the crossroads.

KEYWORDS

Safety, stream of traffic, transportation survey, capacity of uncontrolled crossroads, uncontrolled crossroads, traffic circle

Poděkování

Rád bych vyslovil poděkování své vedoucí práce paní Ing. Michaele Ledvinové, Ph.D. za cenné rady, připomínky a za čas, který mi věnovala při tvorbě mé bakalářské práce.

Zároveň bych rád poděkoval svojí rodině za podporu během studia.

OBSAH

Úvod.....	10
1 Analýza současného stavu	11
1.1 Charakteristika města Ždírec nad Doubravou	11
1.2 Charakteristika dopravní situace	13
1.2.1 Silniční doprava	14
1.2.2 Pěší doprava	17
1.2.3 Cyklistická doprava	18
1.2.4 Železniční doprava.....	19
1.3 Nehodovost.....	20
1.3.1 Klasifikace dopravních nehod.....	23
1.3.2 Znamky dopravních nehod	24
1.3.3 Členění dopravních nehod z hlediska příčiny	24
1.3.4 Nehodovost na křižovatce I/34 a II/345	25
1.3.5 Nehodovost na křižovatce I/34 a I/37	26
1.4 Dopravní průzkum na řešené křižovatce	27
1.4.1 Výhledová intenzita dopravy	31
1.5 Posouzení kapacity křižovatky silnic I/34 a I/37	32
1.5.1 Stupeň podřazenosti dopravních proudů	34
1.5.2 Rozhodující intenzity nadřazených proudů	35
1.5.3 Základní kapacita	35
1.5.4 Kapacita jízdního pruhu n-tého proudu 2. stupně.....	36
1.5.5 Kapacita jízdního pruhu n-tého proudu 3. stupně.....	37
2 Návrh opatření na zvýšení bezpečnosti křižovatky I/34; I/37	40
2.1 Posouzení kapacity okružní křižovatky	40
2.1.1 Základní údaje okružních křižovatek.....	40
2.1.2 Výhody a nevýhody okružních křižovatek.....	41
2.1.3 Malá okružní křižovatka	42
2.1.4 Výpočet kapacity okružní křižovatky	43
2.1.5 Posouzení kapacity vjezdu	46

2.1.6	Rezerva kapacity	47
2.1.7	Stanovení střední doby zdržení	47
2.1.8	Stanovení délky fronty	50
2.1.9	Posouzení kapacity výjezdu	52
2.1.10	Vliv přecházejících chodců	52
2.1.11	Posouzení kapacity	52
2.2	Další bezpečnostní opatření.....	54
2.2.1	Svislé značení.....	54
2.2.2	Světelné signalizační zařízení	55
2.2.3	Vodorovné značení a osvětlení přechodu pro chodce	56
2.2.4	Piktogramy upozorňující na cyklisty	58
3	Zhodnocení navržených opatření.....	59
	Závěr	61
	Seznam tabulek.....	62
	Seznam obrázků	63
	Seznam použitých informačních zdrojů	64
	Seznam zkratk	66
	Seznam příloh	67

ÚVOD

V současné době, kdy probíhá velký nárůst silniční dopravy a předpokládá se, že tento trend se bude i nadále zvyšovat, je zřejmé, že se situace bude zhoršovat a je nutné ji efektivně řešit. Zvyšující se počet vozidel a intenzita dopravy na pozemních komunikacích s sebou přináší zvyšující se počet negativních vlivů dopravy zahrnující i dopravní nehody.

Ve městech má nárůst intenzity dopravy za následek tvorbu kongescí a dopravních nehod. Ve Ždírci nad Doubravou, konkrétně na křižovatce I/34 a I/37, dochází ke kongescím ve špičkových hodinách ve všední dny. Kongesce ale také způsobuje železniční přejezd, který se nachází v blízkosti křižovatky. Při uzavření silnice závorami se vytvoří kolona vozidel, která poté pomalu přijíždí ke křižovatce a vzniká tak kongesce.

Možností, jak tyto negativní vlivy omezit, je odklonění tranzitní dopravy mimo město vybudováním obchvatů, což s sebou ale přináší vysoké náklady na realizaci. Další možností je změnit organizaci dopravy na rizikových místech tak, aby tam už nedocházelo k nehodám a ke kongescím. Možností je také přesun silniční nákladní dopravy na železnici, tzv. kombinovaná přeprava. Došlo by k poklesu projíždějících nákladních vozidel městem, tato přeprava je i ekologičtější a nabízí i další výhody. Ovšem hlavní nevýhodou je cena, která má v dnešní době za následek, že s přehledem převládá volba přepravy po silnici.

Cílem bakalářské práce je návrh změny organizace dopravy na řešené křižovatce za účelem zvýšení bezpečnosti. V první části je analyzována současná situace ve městě Ždírec nad Doubravou z pohledu jednotlivých druhů dopravy, které se přímo podílí na bezpečnosti dopravy ve městě a na řešené křižovatce. Dále je obsahem i dopravní analýza, týkající se dvou nejvytíženějších křižovatek ve městě, dopravní průzkum pro zjištění intenzity dopravy a následné použití zjištěných údajů pro výpočet kapacity neřízené řešené křižovatky.

Druhá část je zkompletována z návrhu opatření vedoucích ke zvýšení bezpečnosti na řešené křižovatce. Je zaměřena na organizaci dopravy na okružní křižovatce. Okružní křižovatka je zde charakterizována včetně uvedení jejich výhod či nevýhod. Následuje výpočet kapacity okružní křižovatky. Součástí je i uvedení dalších opatření vedoucích ke zvýšení bezpečnosti – například aplikace světelného signalizačního zařízení nebo zvýraznění dopravního značení.

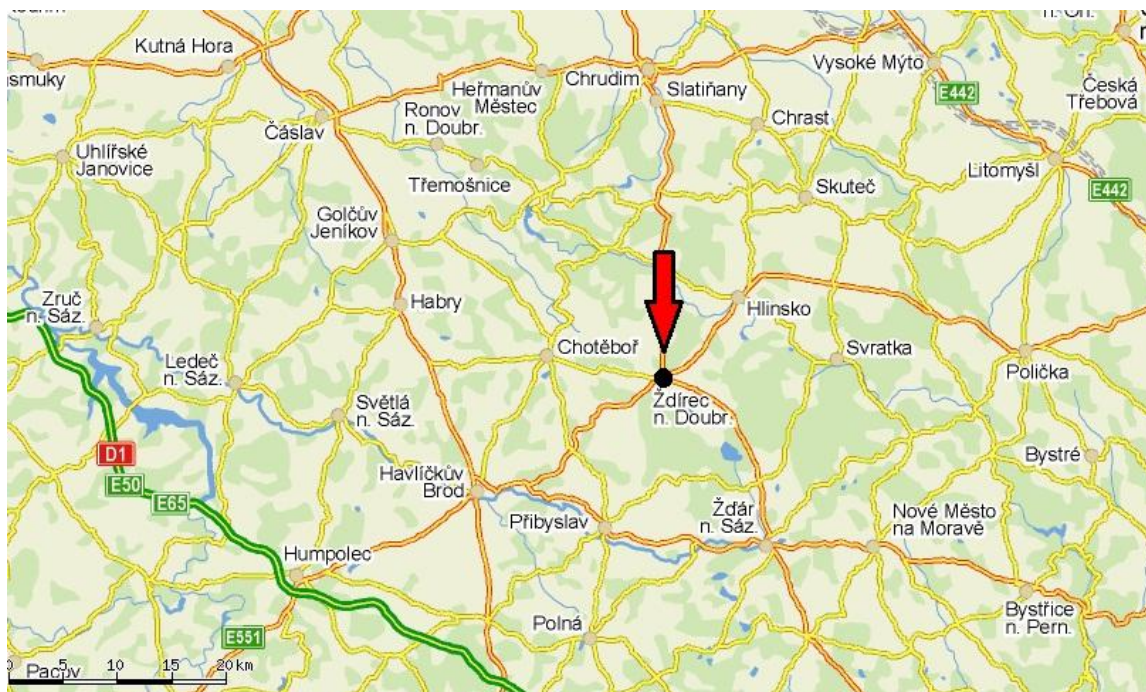
V poslední části je uvedeno zhodnocení všech opatření na změnu organizace dopravy.

1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Tato kapitola se zabývá charakteristikou daného města, dále analýzou současného stavu dopravní situace.

1.1 Charakteristika města Ždírec nad Doubravou

Ždírec nad Doubravou (znázorněn na obrázku 1) je město na úpatí Žďárských vrchů a Železných hor, ležící na Liběcké stezce a historické křižovatce zemských cest v nadmořské výšce 555 m. Město se nachází v okrese Havlíčkův Brod v kraji Vysočina, od Havlíčkova Brodu je vzdálené vzdušnou čarou severovýchodně 20 km a od krajského města Jihlavy 38 km taktéž severovýchodně. Město zaujímá rozlohu 2 796 hektarů, žije zde 3145 obyvatel v 8 místních částech (Ždírec nad Doubravou, Nové Ransko, Horní Studenec, Nový Studenec, Údavy, Kohoutov, Benátky a Stružinec) a v posledních letech zažívá razantní nárůst počtu obyvatel, proto se číslo neustále zvyšuje (1). Z původní zástavby se po ničivém náletu na konci 2. světové války zachovalo jen pár ojedinělých objektů ve východní části města. Vzhledem k této skutečnosti je drtivá část zástavby jak obytné, tak výrobní plně relativně nová, z poválečného období.



Obrázek 1 Poloha Ždírece nad Doubravou

Zdroj: www.mapy.cz s vlastními úpravami

První písemná zmínka o obci pochází z roku 1399. První osadníci přicházeli do těchto míst za účelem udržování obchodní stezky zvané Liběcká. Název města je odvozen od mýcení, které se provádělo tak, že se část lesa postupně vyžďářila ohněm a přeměnila na pole a louky. Až do 18. století se Ždírec skládal z jednoho dvorce při odbočce tzv. Liběcké cesty, jehož součástí byla i hospoda a kovárna. Obec byla do konce druhé světové války nevýznamným sídlem, rozvoj nastal až po válce. V roce 2000 byl obci udělen titul města a v posledních letech dochází k velkému rozvoji díky novým průmyslovým podnikům a velkou výstavbou rodinných domů.

Nachází se zde mnoho významných průmyslových podniků, asi nejznámějším je Stora Enso Timber s.r.o. Tato firma je centrem dřevařského průmyslu v České republice a ve střední Evropě. Dalšími významnými podniky jsou DekoDraht s.r.o., DEKORA- Jeníček a.s., Czech Lana s.r.o., Extruindustrie k.s., Enviterm a.s. a Katring s.r.o.

Ve městě se nachází základní a mateřská škola, do které dochází školáci i z blízkých vesnic. Dále se zde nachází zastoupení pro sportovní i kulturní využití – k dispozici je fotbalový stadion, bowling herna, fitness centrum a pro příznivce kultury kino a knihovna. Samozřejmě je pošta.

Ždírec nad Doubravou je významnou dopravní křižovatkou. Město je důležitým dopravním uzlem, ve kterém se střetává pět důležitých silnic z různých směrů (směr Havlíčkův Brod, Chotěboř, Pardubice, Hlinsko a Žďár nad Sázavou). Městem prochází železniční trať č. 238 Pardubice – Rosice nad Labem – Chrudim – Hlinsko – Havlíčkův Brod.

1.2 Charakteristika dopravní situace

Silniční individuální automobilová doprava zažívá v posledních letech obrovský rozkvět, ať už z hlediska komfortu, rychlosti nebo možnosti jízdy „z domu do domu“. Proto zde dochází k odklonu zájmu veřejnosti od hromadné dopravy k dopravě individuální. Jak je v následující tabulce (viz tabulka 1) vidět, počet registrovaných vozidel v kraji Vysočina se v roce 2010 oproti roku 2000 zvýšil (v rámci nákladních automobilů téměř dvakrát). Dá se předpokládat, že tento trend bude pokračovat i v následujících letech.

Tabulka 1 Počet registrovaných vozidel v kraji Vysočina

Rok	2000	2010
Motorová vozidla (ks)	310 873	385 229
Z toho osobní automobily včetně dodávkových (ks)	164 729	213 426
Nákladní automobily (ks)	12 505	24 380
Silniční tahače (ks)	1 131	497
Návěsy (ks)	1 902	3 443
Autobusy (ks)	828	910
Motocykly (ks)	56 513	57 756

Zdroj: www.czso.cz

V nákladní dopravě je tomu tak, že je schopna vyhovět všem požadavkům dopravního systému nákladní dopravy, kterými je rychlost, spolehlivost, pružnost a dostupnost. Doprava není vázána na danou trasu, tudíž z hlediska husté sítě silniční infrastruktury může obsloužit kterékoliv místo podle nároků zákazníka. Z hlediska přepravy na krátké a střední vzdálenosti má nižší dobu přepravy, než je tomu u železnice. Proto se dá očekávat, že nárůst podílu silniční dopravy se bude i nadále zvyšovat.

1.2.1 Silniční doprava

Ždírec nad Doubravou je dopravním uzlem (viz obrázek 2), kde se celkem střetávají tři důležité silnice z různých směrů – silnice č. I/34 ze směru Havlíčkův Brod na Hlinsko, silnice č. I/37 ze směru Pardubice na Žďár nad Sázavou a silnice č. II/345 ze směru Chotěboř na Žďár nad Sázavou. Všechny tyto silnice mají v měřítku okresu, kraje a mezinárodního hlediska důležité postavení. Ke zvýšení podílu nákladní silniční dopravy přispívá i firma Stora Enso Timber s.r.o., kam se sjíždí kamiony ze všech tří směrů (na obrázku 2 znázorněna červeným číslem 1).

Město Ždírec nad Doubravou se geograficky nachází v centrální části republiky a územím prochází důležité silnice mezinárodního a národního významu s výrazným podílem tranzitní dopravy. To se podílí na dlouhodobě špatné dopravní situaci. Jak již bylo řečeno, město je z hlediska Vysočiny nebo České republiky významnou dopravní křižovatkou. Ve městě se nacházejí dvě důležité křižovatky, kde se setkávají jednotlivé dopravní směry, které jsou hodně vytížené. Na obrázku 2 jsou křižovatky znázorněny černými kruhy.



Obrázek 2 Umístění křižovatek

Zdroj: www.mapy.cz s vlastními úpravami

První je křižovatka (viz obrázek 3) na západním okraji města, kde se setkávají silnice I/34 a silnice II/345. Silnice první třídy číslo 34 je dopravní tepnou mezi Českými Budějovicemi a Svitavami. Tato silnice zajišťuje tranzit z jihozápadu republiky směrem na východ. Druhou silnicí je silnice druhé třídy číslo 345, která spojuje města Golčův Jeníkov, Chotěboř a Ždírec nad Doubravou. Křižovatka je od roku 2003 řešena formou kruhového objezdu. Problém křižovatky před přestavbou na kruhový objezd byl, že silnice II/345 byla po celé své délce vedena jako hlavní silnice, silnice I/34 byla taktéž vedena jako hlavní silnice a křižovatka ve městě Ždírec nad Doubravou byla první, kde museli řidiči dávat přednost v jízdě silnici I/34. Proto zde byl výskyt dopravních nehod na denním pořádku, a to včetně nehod s těžkým zraněním nebo s usmrcením. Výstavba kruhového objezdu dostala ohodnocení jako stavba roku 2003.

Území v okolí křižovatky je obklopeno hlavně obchodně-průmyslovou oblastí – nachází se zde obchodní centrum Albert, autobazar Claudie a stavebniny. Pouze z jedné strany je rodinný dům, kde je odloučení od kruhového objezdu řešeno pomocí protihlukových stěn.



Obrázek 3 Křižovatka I/34 a II/345

Zdroj: www.mapy.cz s vlastními úpravami

Druhou křižovatkou je křižovatka na západním okraji města (viz obrázek 4), kde dochází ke střetu silnic I/34 a I/37. Silnice I/37 (Trutnov – Jaroměř – Hradec Králové – Pardubice – Žďár nad Sázavou – Velká Bíteš) je spojnici severu a jihu. Silnice I/34 je dopravní tepnou mezi Českými Budějovicemi a Svitavami. Tato silnice zajišťuje tranzit z jihozápadu republiky směrem na východ. Problém křižovatky je jako problém první uvedené křižovatky před rekonstrukcí (tedy křižovatky I/34 a II/345), silnice od Pardubic je vedena jako hlavní silnice a tato křižovatka je prvním místem, kde musí řidiči dávat přednost v jízdě. Bohužel to samé je i z druhého směru, respektive ze směru od Žďáru nad Sázavou, kde je opět dlouhý úsek veden jako hlavní silnice. Z důvodu nerespektování dopravního značení nebo nepozornosti řidičů dochází i zde k častým dopravním nehodám, které také mívají smrtelné následky.



Obrázek 4 Křižovatka I/34 a I/37

Zdroj: www.mapy.cz s vlastními úpravami

1.2.2 Pěší doprava

Velký problém z hlediska bezpečnosti také umocňuje umístění základní a mateřské školy v blízkosti křižovatky I/34 a I/37, kam denně dochází a dojíždí stovky školáků z blízkého okolí. Hlavní vchod do budovy se nachází pouze 50 metrů od hranice křižovatky a 10 metrů od silnice I/37 směrem na Žďár nad Sázavou, která je tranzitní dopravní tepnou regionu. Navíc před školou je umístěn přechod pro chodce, kterým se žáci dostanou na autobusovou zastávku, která je umístěna na protější straně silnice.



Obrázek 5 Přechod pro chodce v blízkosti školy

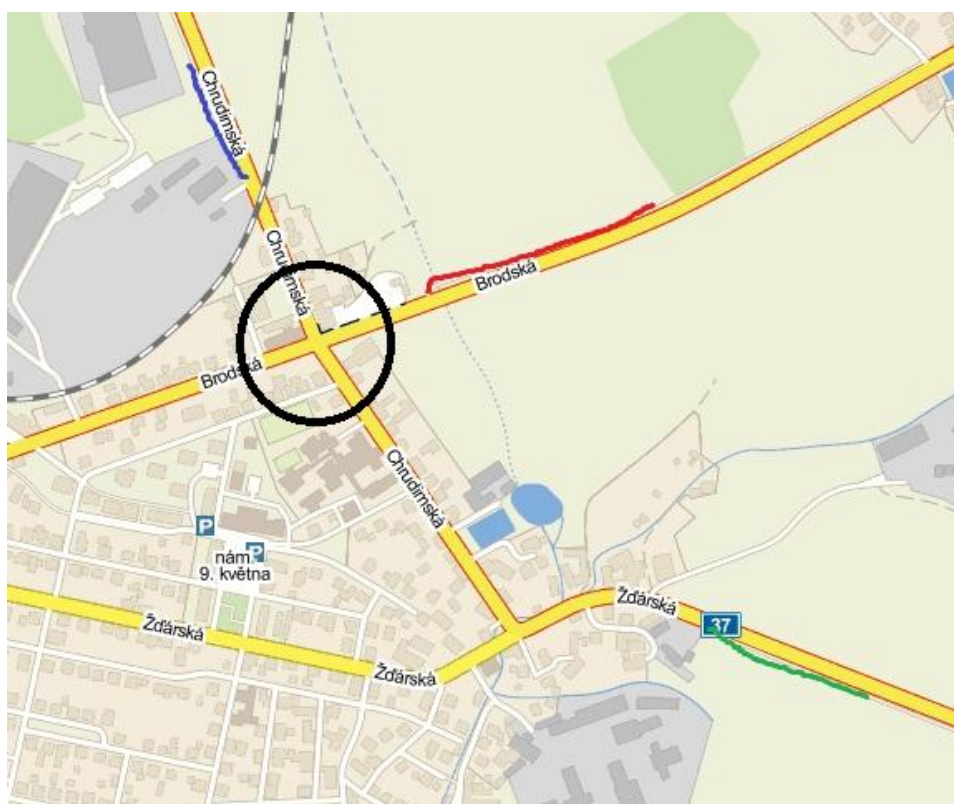
Zdroj: autor

Křižovatka je nevhodně umístěna z hlediska pohybu chodců – kromě zmiňované školy se v blízkosti křižovatky nachází kino, kde je vchod umístěn přímo do křižovatky. Další stavbou je motorest U Lázníčků, i zde je v poledních a odpoledních hodinách zvýšený pohyb lidí, kteří sem docházejí z města na obědy. Za zmínku stojí i firma D&S, kde je vjezd k firmě umístěn v blízkosti křižovatky a je tu problém při vyjíždění.

1.2.3 Cyklistická doprava

Vedení města Ždírece nad Doubravou je velkým podporovatelem cyklostezek a pěších zón. V blízkosti křižovatky silnic I/34 a I/37 (na obrázku 6 znázorněna kruhem) jsou celkem tři cyklostezky (na obrázku 6 znázorněny jednotlivými barvami) a z toho plyne, že cyklista pokračující na další cyklostezku musí ke spojení využít průjezd danou křižovatkou. Křižovatkou tedy projíždí velký počet cyklistů a z toho vychází, že je zde značný počet nehod, ve kterých je viníkem nebo účastníkem cyklista.

První cyklostezka je ze směru od Hlinska (směrem na Kohoutov a dále na Benátky, vyznačena červeně), která se napojuje na silnici u motorestu U Lázníčků. Druhou je cyklostezka vedoucí směrem na Pardubice (vedoucí do Horního Studence, vyznačena modře) napojující se opět v blízkosti křižovatky u železničního přejezdu. Poslední je cyklostezka ve směru na Žďár nad Sázavou spojující Ždírec nad Doubravou s Krucemburkem (na obrázku vyznačena zeleně). Všechny tři cyklostezky by se dali charakterizovat stejným způsobem – slouží jako spojnice mezi domovem a občanskou vybaveností, hojně jsou využívány rekreačními cyklisty a denně jimi projíždí desítky cyklistů.



Obrázek 6 Znázornění cyklistických zón

Zdroj: www.mapy.cz s vlastními úpravami

1.2.4 Železniční doprava

Městem prochází železniční trať č. 238 Pardubice – Rosice nad Labem – Chrudim – Hlinsko – Havlíčkův Brod. Ve městě je zřízená zastávka. Železnice je využívána hlavně pro nákladní dopravu, a to především k transportu dřeva do pily, která se ve městě nachází. Trať je využívána také pro osobní dopravu pro přepravu osob do škol a zaměstnání.

I železniční doprava způsobuje na řešené křižovatce tvorbu kongescí a tím i ovlivnění bezpečnosti. Železniční přejezd je umístěn 150 m od hranice křižovatky na silnici I/37 směrem na Pardubice. Při uzavření závor dochází k vytvoření kolony vozidel, která poté pomalu přijíždí do křižovatky. Z druhého směru, díky velké časové náročnosti na průjezd vlaku, dochází k vytvoření kolony, která v období dopravní špičky výjimečně dosahuje až do křižovatky a tím dochází k zaplnění křižovatky vozidly čekajícími na průjezd vlaku.

1.3 Nehodovost

Doprava je v současné době pro společnost velmi důležitá a nepostradatelná. Zvyšuje se životní úroveň, lidé se dopravují do vzdálenějších míst za prací a stále více lidí cestuje. Všechny tyto faktory mají za následek zvyšování množství automobilů, jak v osobní tak i v nákladní přepravě. Se zvyšováním počtu vozidel se logicky zvyšuje hustota dopravy a kvalita pozemních komunikací neodpovídá poptávce vozidel. I přesto se v posledních letech počet nehod snížil (viz tabulka 2). I přes pokles počtu dopravních nehod jsou čísla stále vysoká. Účastníci provozu na pozemních komunikacích dělali, dělají a budou dělat chyby, proto je důležité snížit jejich následky, tzv. pasivní bezpečnost (například airbagy). Nejlepším způsobem je zabránit, aby se dopravní nehoda nemohla vůbec uskutečnit, to znamená zajistit aktivní bezpečnost (různé elektronické systémy – ABS). K zabránění dopravní nehody nebo snížení jejich následků slouží i opatření na změnu organizace dopravy.

Zlepšení stavu pozemních komunikací, sledování bezpečnostní situace na dopravní síti a vhodná bezpečnostní opatření na kritických místech z hlediska bezpečnosti mohou výrazně snížit počet dopravních nehod a tím ušetřit spoustu životů.

Tabulka 2 Počet nehod v silničním provozu podle jednotlivých měsíců

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Celkem rok	25 239	22 115	23 060	22 481	21 706	19 676
<i>v tom:</i>						
leden	1 925	1 252	1 444	1 524	1 463	1 098
únor	1 326	1 284	1 248	1 381	1 180	920
březen	1 521	1 489	1 620	1 642	1 336	1 402
duben	1 857	1 853	2 026	1 774	1 923	1 593
květen	2 526	2 208	2 142	2 028	1 997	1 706
červen	2 664	2 408	2 374	2 285	1 974	2 146
červenec	2 503	1 944	2 303	2 161	2 121	2 134
srpen	2 524	1 839	2 297	2 205	2 273	2 098
září	2 399	2 138	2 112	2 011	2 065	1 916
říjen	2 245	2 117	1 954	2 015	1 932	1 686
listopad	1 967	1 778	1 778	1 784	1 646	1 692
prosinec	1 782	1 805	1 762	1 671	1 796	1 285

Zdroj: ročenka Ministerstva Dopravy 2010

Kromě pozitivních dopadů s sebou doprava přináší i negativní dopady a to v podobě výše zmíněných dopravních nehod. V zákoně 361/2000 Sb. § 47 je dopravní nehoda charakterizována jako „Událost v provozu na pozemních komunikacích, například havárie nebo srážka, která se stala nebo byla započata na pozemní komunikaci a při níž dojde

k usmrcení nebo zranění osoby nebo ke škodě na majetku v přímé souvislosti s provozem vozidla v pohybu“ (2).

K datu 1. 1. 2009 nabyla platnosti novela zákona o provozu na pozemních komunikacích, která přinesla zásadní změnu týkající se povinnosti přivolání policie k dopravní nehodě. K přivolání policie dochází v případech, pokud zjevná škoda na zúčastněných vozidlech nebo přepravovaných věcech přesáhne 100 000 Kč (v předchozích letech to bylo 50 000 Kč). Ostatní povinnosti zůstávají stejné. Z těchto důvodů jsou data od roku 2009 výrazně nižší, než tomu bylo v letech předcházejících, zejména co se týká počtu nehod, které byly policii nahlášený.

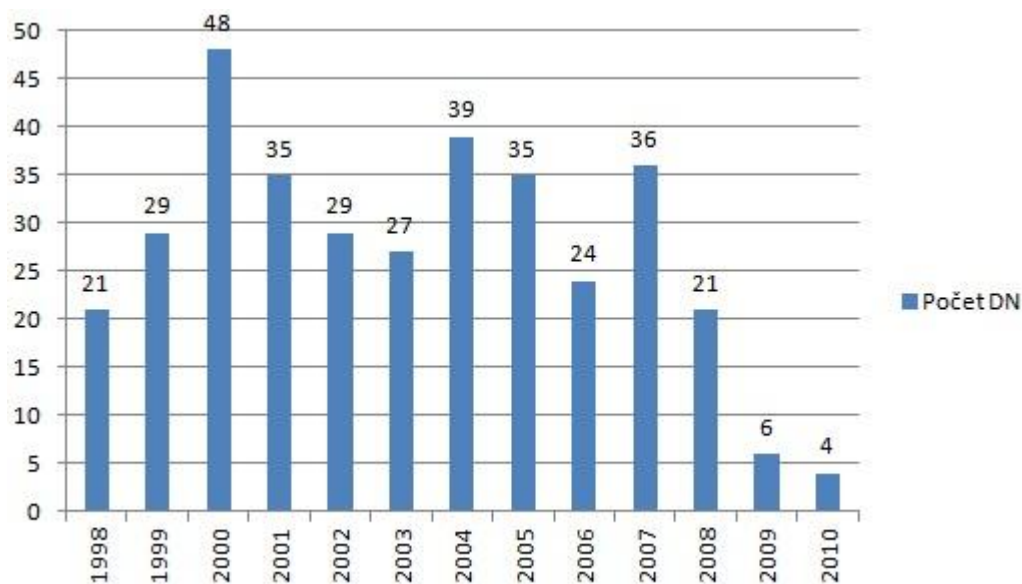
Následující tabulka (viz tabulka 3) charakterizuje počet dopravních nehod na území města Ždírc nad Doubravou v letech 1998 – 2010. Z těchto dat je možné rozpoznat, jak se projevila již zmíněná aplikace novely zákona o provozu na pozemních komunikacích na počet nahlášených dopravních nehod.

Tabulka 3 Vývoj počtu nehod na území města Ždírec nad Doubravou

Rok	Počet DN	Počet usmrcených osob	Počet těžce zraněných osob	Počet lehce zraněných osob	Hmotná škoda (x1000) Kč
1998	21	0	1	6	6 180
1999	29	2	2	3	20 294
2000	48	0	1	5	29 835
2001	35	0	3	6	27 450
2002	29	1	1	10	13 867
2003	27	0	0	1	10 490
2004	39	0	0	5	20 536
2005	35	0	1	11	26 769
2006	24	0	0	2	19 066
2007	36	0	5	7	36 889
2008	21	0	0	2	13 300
2009	6	1	1	5	7 870
2010	4	0	0	2	3 460

Zdroj: Policie ČR

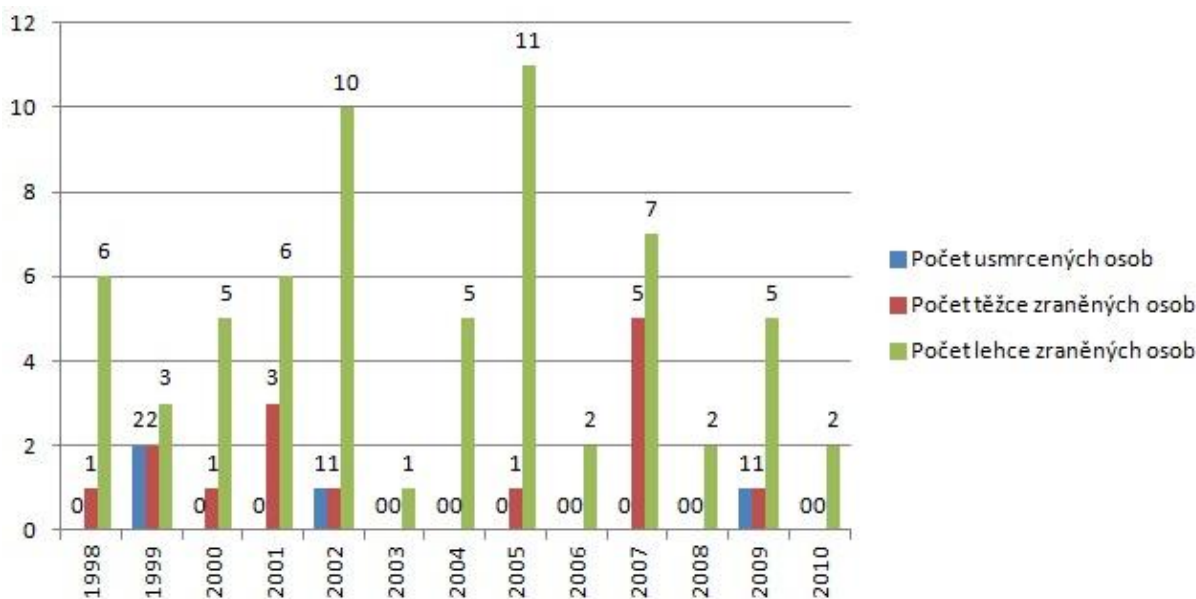
Počet dopravních nehod (viz obrázek 7) se pohybuje v mezích od 30 do 35 nehod, ovšem v roce 2000 došlo k nárůstu až na číslo 48. Výjimkami byly roky 1998, 2006, 2008, kdy počet nehod nepřesáhl hranici 25 nehod. Významný vliv na počet nehod měly změny v právních předpisech a další opatření týkající se dopravy. Jako příklad lze uvést zavedení bodového systému v roce 2006, kdy se počet nehod snížil z 35 na 24.



Obrázek 7 Vývoj počtu dopravních nehod na území města Ždírec nad Doubravou

Zdroj: Policie ČR

Vyhodnocení následků dopravních nehod zobrazuje obrázek 8. Závažnost jejich následků, zejména lehká zranění, se vyznačují značnou nevyrovnaností. Nelze tedy konstatovat, zda se jedná o klesající charakter. Při pohledu na počet zraněných osob lze vyčíst, že v roce 2002 bylo lehce zraněno 10 osob, ovšem o rok později to byla pouze jedna osoba. Na druhou stranu o pouhé dva roky později se počet vyšplhal až na 11 osob. Stejným způsobem by se dal charakterizovat počet těžkých zranění. I zde se nacházejí roky, které ve srovnání s ostatními roky vykazují vyšší čísla co do počtu těžce zraněných. V případě usmrcených osob se do historie bohužel zapsaly roky 1999, 2002 a 2009, kdy došlo k alespoň jednomu úmrtí.



Obrázek 8 Vývoj následků nehod na území města Ždírec nad Doubravou

Zdroj: Policie ČR

1.3.1 Klasifikace dopravních nehod

Dopravní nehody lze klasifikovat podle několika hledisek následovně (11):

- z hlediska jejich průběhu (tři základní skupiny):
 1. srážka – jedná se o střet dvou nebo více účastníků silničního provozu, z nichž se alespoň jeden pohyboval v silničním provozu,
 2. havárie – zde se na dopravní nehodě se účastní pouze jedno silniční vozidlo,
 3. jiné nehody – situace, které se nedají zařadit ani do jedné z výše uvedených skupin, jako například úraz při brzdění ve vozidle hromadné dopravy nebo vypadnutí z jedoucího vozidla;
- z hlediska nehodového jednání, kde se klasifikuje podle zavinění a příčiny (dvě základní jednání):
 1. subjektivní jednání – jejich vznik se odvozuje od jednání účastníku silničního provozu (nepřiměřená rychlost, nedodržení přednosti v jízdě, jízda pod vlivem alkoholu apod.),
 2. objektivní jednání – za vznik může objektivní příčina (špatný technický stav pozemní komunikace, nepředvídatelná událost);

- z hlediska nebezpečnosti pro společnost:
 1. trestný čin – porušení některých pravidel silničního provozu má natolik závažné následky, že není možné řešit formou přestupku (ohrožení pod vlivem návykové látky, usmrcení z nedbalosti, obecné ohrožení apod.),
 2. přestupek – méně závažná forma porušení pravidel silničního provozu (přetížení vozidla, nepoužití dětské autosedačky nebo bezpečnostního pásu apod.).

1.3.2 Znaky dopravních nehod

Aby se událost dala považovat za dopravní nehodu, musí dojít k naplnění všech znaků dopravní nehody. Mezi základní znaky dopravní nehody patří (11):

1. událost musí být v silničním provozu – dopravní nehoda se musí stát na pozemní komunikaci (dálnice, silnice, místní komunikace, účelová komunikace). Za dopravní nehodu se tedy nepovažuje událost, ke které došlo na poli, zahradě nebo v tovární hale,
2. způsobení škody na zdraví osoby, na životě nebo na majetku,
3. přímá souvislost s provozem vozidla – vozidlo musí být při nehodě v pohybu, ale není podstatné, zda vozidlo jelo s řidičem nebo bez řidiče. Dále není podstatné, jestli se jedná o motorové nebo nemotorové vozidlo,
4. předvídatelnost a nepředvídatelnost – je těžké určit přesně hranici předvídatelnosti. Dopravní nehody jsou neočekávané, přicházejí tedy bez varování, ale lze očekávat, že k nim dojde vzhledem k počasí, stavu vozovky nebo jednání účastníků silničního provozu.

1.3.3 Členění dopravních nehod z hlediska příčiny

Aby bylo možné snižovat počet dopravních nehod, musí se dopravní nehody analyzovat z hlediska příčin. Příčiny se rozdělují do základních čtyř skupin (11):

1. lidský faktor – zaujímá řídicí funkci, jeho činnost spočívá v příjmu a zpracování informací, reagování a rozhodování. Nejčastější příčinou dopravní nehody je člověk, který svým jednáním a chováním nehodu zaviní. Mezi nejčastější přestupky vedoucí k dopravní nehodě patří nepřiměřená rychlost, nesprávné předjíždění, nedání přednosti v jízdě nebo nebezpečný způsob jízdy,

2. dopravní prostředek – je vyroben za účelem přesunu lidí na větší vzdálenosti, ale i on se může stát příčinou dopravní nehody. Aby se tomu tak nestalo, jsou zde různé nástroje. Mezi ně patří pracovní prostředí řidiče, mikroklima ve vozidle a možnost vnímat jiné účastníky silničního provozu. Všechny tyto nástroje mají řidiči ulehčit řízení, vytvořit příjemné prostředí s důrazem na minimalizování možnosti mikrospánku. Ovšem i přes moderní techniku se na dopravních nehodách podílí technická závada,
3. prostředí - rozdělujeme na přírodní a dopravní podmínky. Přírodní podmínky ovlivňují způsob jízdy – v závislosti na ročním období, na denní době nebo na aktuálním počasí (déšť, sněžení, mlha a silný vítr). Druhou skupinou jsou dopravní podmínky. Do této skupiny spadá intenzita provozu, struktura vozidel, plynulost nebo kongesce,
4. jiná příčina – do této skupiny se dá zařadit střet se zvěří, náraz do překážky (spadá větve) nebo střet s chodcem.

1.3.4 Nehodovost na křižovatkce I/34 a II/345

Tato křižovatka byla do roku 2003 přezdívána jako „křižovatka smrti“. Dopravní nehody zde byly na denním pořádku, počet zraněných a usmrcených značně převyšoval čísla ostatních křižovatek v blízkém okolí. Změna nastala ve zmiňovaném roce 2003, kdy došlo ke kompletní přestavbě křižovatky. Křižovatka byla přestavena na okružní křižovatku, čímž se markantně zvýšila bezpečnost. Tato přestavba byla vyhodnocena jako stavba roku 2003. V současné době je výskyt nehod zcela minimální, a i když přesto dojde k dopravní nehodě, jedná se maximálně o nehodu s lehkým zraněním.

V období od 1. 1. 2007 do 31. 10. 2011 se událo celkem 7 dopravních nehod. Z toho jedna nehoda byla s následky na zdraví a v jednom případě se jednalo o lehké zranění. Nehody jsou rovnoměrně rozloženy během týdne. Pět nehod se stalo ve dne při nezhoršené viditelnosti vlivem povětrnostních podmínek, jedna se stala ve dne při zhoršené viditelnosti (svítání, soumrak) a jedna nehoda se stala v noci (3).

1.3.5 Nehodovost na křižovatce I/34 a I/37

Co se týče této křižovatky, dala by se charakterizovat stejně jako první uvedená křižovatka před přestavbou, jak již bylo zmíněno v podkapitole 1.2.1. V poslední době je snaha aplikovat různá opatření na zvýšení bezpečnosti (zvýrazněné vodorovné značení, nanesení speciálního povrchu, tzv. rocbindy), ale stále se křižovatka nedá považovat za bezpečnostně vyřešenou.

V období od 1. 1. 2007 do 31. 10. 2011 se zde událo celkem 19 dopravních nehod. Z toho 7 nehod bylo s následky na zdraví, byla zde jedna usmrcená osoba (do 24 hodin po dopravní nehodě), jedna těžce raněná osoba a v 11 případech se jednalo o lehká zranění. Ani v jedné nehodě nebyl řidič pod vlivem alkoholu (3).

V následující tabulce (viz tabulka 4) je možné vidět, jak jsou nehody rozloženy během týdne. Nejvíce nehod se stane v pondělí, pátek a následuje úterý a sobota.

Tabulka 4 Počet nehod během týdne

Den	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle
Počet nehod	5	3	2	1	4	3	1

Zdroj:www.jdvm.cz

Ve dne za nezhoršené viditelnosti vlivem povětrnostních podmínek se stalo 17 nehod, za zhoršené viditelnosti ve dne jedna nehoda a v noci taktéž jedna nehoda. Ve všech 19 případech nešlo o srážku s pevnou překážkou a stav komunikace byl bez závad.

1.4 Dopravní průzkum na řešené křižovatce

Na bezpečnost dopravy má vliv dostatečná kapacita křižovatky. Pro posouzení kapacity křižovatky je nutná znalost všech intenzit dopravních proudů procházejících křižovatkou a také jejich složení, tedy druh dopravního prostředku. Členění podle druhů dopravního prostředku je následující: (4)

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

Na základě faktu, že stále dochází ke zvyšování intenzity silniční dopravy, se rozlišují dva druhy kapacit křižovatek a to současná kapacita a výhledová kapacita.

Při výpočtu současné kapacity se vychází z hodnot intenzit získaných při dopravním průzkumu a následným přepočtem pomocí variačních koeficientů na roční průměr denních intenzit dopravy a následně na intenzitu špičkové hodiny. Při výpočtu výhledové kapacity je potřebné současnou intenzitu špičkové hodiny přepočíst pomocí růstových koeficientů uvedených v TP 225.

Dopravní průzkum na křižovatce silnic I/34 a I/37 byl prováděn 9. 12. 2011 formou sčítání dopravy (čárkování na připravené sčítací listy viz příloha A). Pro každý dopravní proud byla získána hodnota intenzity v časovém intervalu od 14:00 do 16:00. Tento čas byl vybrán záměrně z důvodu očekávaných špičkových hodnot intenzity dopravy.

Při hodnocení dopravního průzkumu se musí brát v úvahu fakt, že průzkum byl prováděn v zimním období, kdy dochází k eliminaci cyklistické a motocyklistické dopravy z důvodu nepřízně počasí.

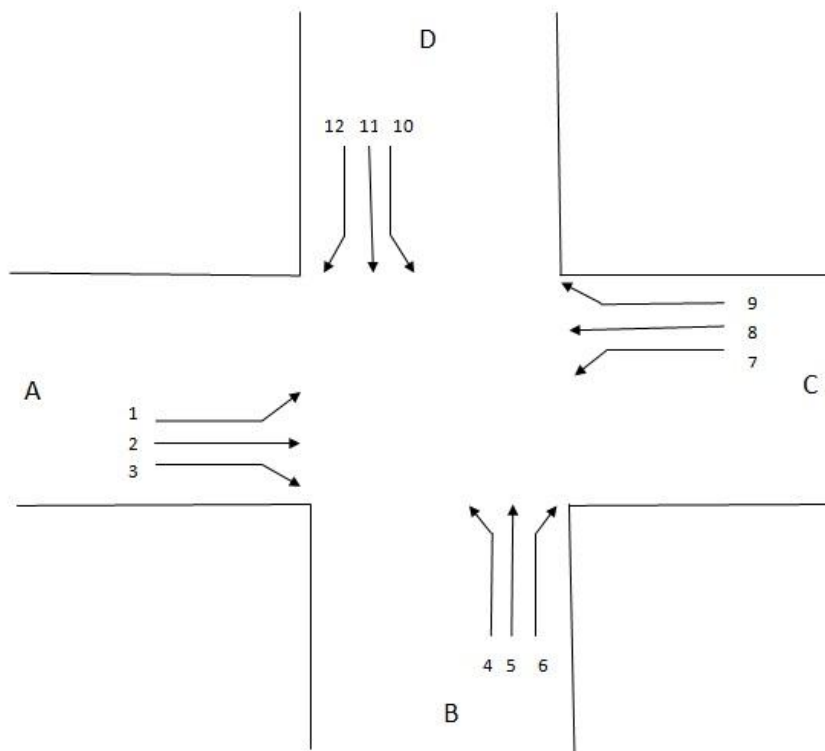
Pro potřeby průzkumu a níže uvedených výpočtů bylo nutné jednotlivé dopravní proudy označit, a to čísly 1 – 12 (viz tabulka 5 a obrázek 9).

Tabulka 5 Hodnoty dopravních intenzit

Ve směru		Dopravní proud	Počet vozidel
Z	Do		14:00 - 16:00
Havlíčkův Brod	Pardubice	1	428
	Hlinsko	2	182
	Žďár nad Sázavou	3	40
Žďár nad Sázavou	Havlíčkův Brod	4	36
	Pardubice	5	180
	Hlinsko	6	63
Hlinsko	Žďár nad Sázavou	7	69
	Havlíčkův Brod	8	159
	Pardubice	9	58
Pardubice	Hlinsko	10	23
	Žďár nad Sázavou	11	182
	Havlíčkův Brod	12	257

Zdroj: autor

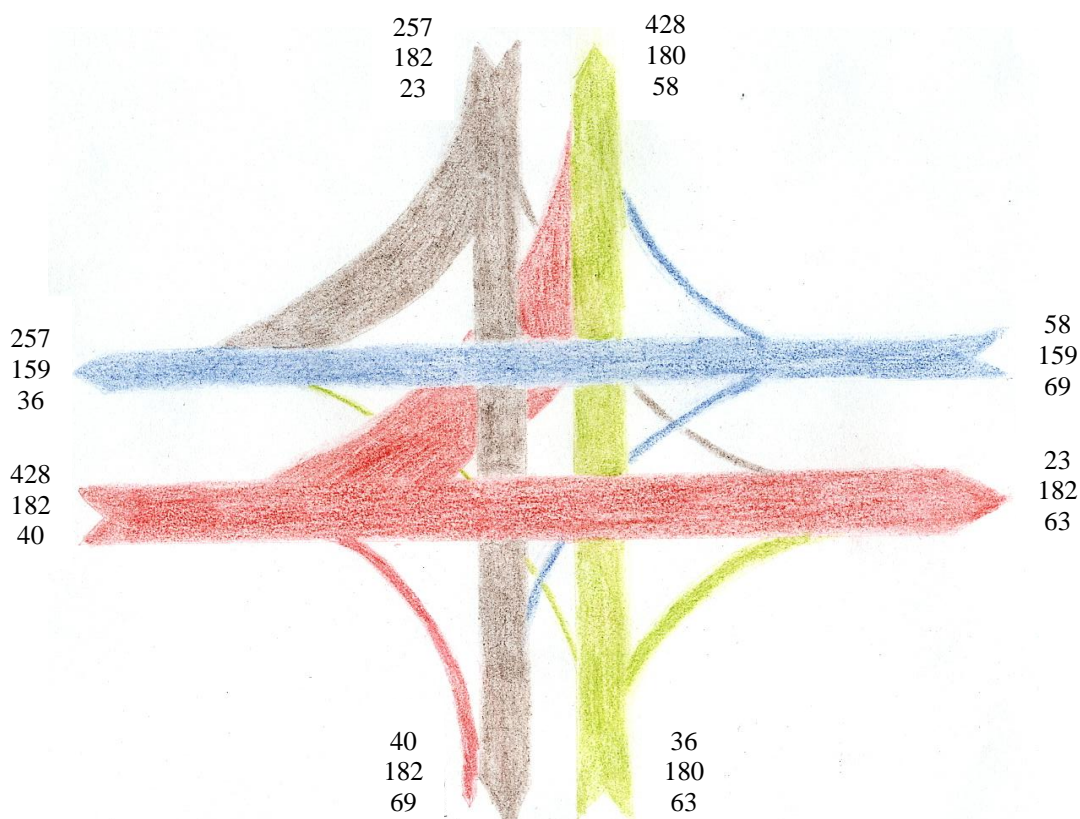
Došlo i k označení jednotlivých ramen křižovatky písmeny A – D (znázorněno na obrázku 9).



Obrázek 9 Schéma křižovatky s označením dopravních proudů

Zdroj: autor

Intenzita jednotlivých dopravních proudů je znázorněna na následujícím obrázku 10.



Obrázek 10 Kartogram zatížení křižovatky

Zdroj: autor

I přesto, že v tomto časovém období byla naměřena vysoká intenzita dopravy, nelze tyto hodnoty považovat za špičkové hodnoty intenzity a použít je k výpočtu kapacity křižovatky. Dosahované hodnoty dopravní intenzity jsou během dne, týdne a v průběhu celého roku různorodé, což je způsobeno variací dopravních intenzit.

Proto musejí být hodnoty intenzit přepočítány variačními koeficienty uvedenými v TP 189 (12). Při přepočtu dojde k upřesnění hodnot intenzit k hodině, dni a měsíci, kdy byl dopravní průzkum prováděn.

Postup stanovení špičkové intenzity provozu je následující (12):

- 1) stanovení denní intenzity dopravy v den průzkumu pomocí přepočtových koeficientů denních variací,
- 2) stanovení týdenního průměru denních intenzit dopravy pomocí přepočtových koeficientů týdenních variací,

- 3) stanovení ročního průměru denních intenzit dopravy pomocí přepočtových koeficientů ročních variací,
- 4) stanovení intenzity špičkové hodiny pomocí přepočtového koeficientu.

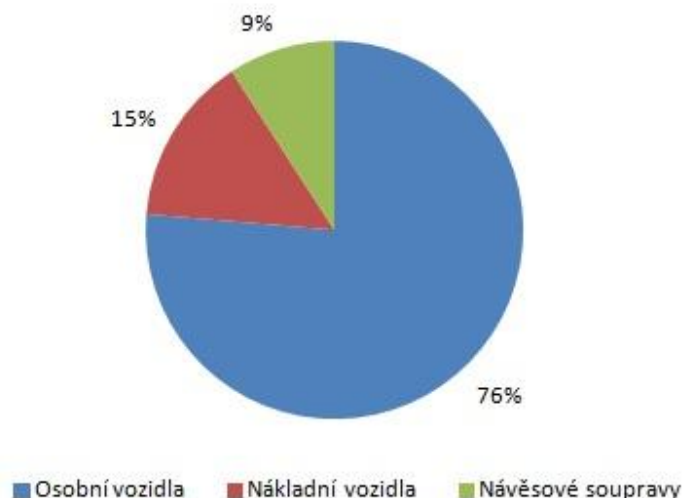
Tímto postupem se získá intenzita špičkové hodnoty (viz příloha B-M a viz následující tabulka 6).

Tabulka 6 Intenzity špičkové dopravy v roce 2011

Ve směru		Dopravní proud	Druh a počet vozidel			
Z	Do		O	N	K	S
Havlíčkův Brod	Pardubice	1	177	39	30	246
	Hlinsko	2	86	12	7	105
	Žďár nad Sázavou	3	22	2	0	24
Žďár nad Sázavou	Havlíčkův Brod	4	16	4	3	23
	Pardubice	5	83	12	9	104
	Hlinsko	6	23	11	3	37
Hlinsko	Žďár nad Sázavou	7	35	4	1	40
	Havlíčkův Brod	8	69	14	9	92
	Pardubice	9	31	2	2	35
Pardubice	Hlinsko	10	13	1	0	14
	Žďár nad Sázavou	11	78	17	10	105
	Havlíčkův Brod	12	109	23	15	147

Zdroj: Autor

Z obsazení jednotlivých druhů vozidel v jednotlivých dopravních proudech je patrné, že největší zastoupení vykazují osobní vozidla. Na obrázku 11 je vidět podíl osobních vozidel v poměru více než tří čtvrtin, následované nákladními vozidly s 15 %. Návěsové soupravy se podílí 9 %.



Obrázek 11 Podíl jednotlivých druhů dopravy

Zdroj: autor

1.4.1 Výhledová intenzita dopravy

Pro stanovení kapacity křižovatky nepostačí pouze současná intenzita dopravy, ale musí se zohlednit to, že intenzita dopravy neustále roste a není možné stavět dopravní stavby uzpůsobené dnešní intenzitě dopravy. Proto se zavádí výhledová intenzita dopravy, která se vypočte pomocí růstových koeficientů, které jsou uvedeny v TP 225 (13). Výhledová intenzita dopravy se stanovuje na období 20 let, tedy na rok 2031.

V následující tabulce (viz tabulka 7) jsou údaje o intenzitě špičkové dopravy v roce 2031.

Tabulka 7 Intenzity špičkové hodiny v roce 2031

Ve směru		Dopravní proud	Druh a počet vozidel			
Z	Do		O	N	K	S
Havlíčkův Brod	Pardubice	1	249	55	43	347
	Hlinsko	2	121	17	10	148
	Žďár nad Sázavou	3	31	3	0	34
Žďár nad Sázavou	Havlíčkův Brod	4	23	6	5	34
	Pardubice	5	117	17	13	147
	Hlinsko	6	33	16	5	54
Hlinsko	Žďár nad Sázavou	7	50	6	2	58
	Havlíčkův Brod	8	98	20	13	131
	Pardubice	9	44	3	3	50
Pardubice	Hlinsko	10	19	2	0	21
	Žďár nad Sázavou	11	110	24	15	149
	Havlíčkův Brod	12	154	33	22	209

Zdroj: autor

Z prognózy na rok 2031 je patrný nárůst všech druhů dopravy. Největší nárůst se předpokládá u návěsových souprav o 47 %, poté následuje nárůst nákladních vozidel o 43 % a nakonec nárůst osobních vozidel o 41 %. V celkovém součtu počtu vozidel se jedná o navýšení z 972 vozidel (rok 2011) na 1382 vozidel (předpokládána prognóza na rok 2031), což je nárůst o 42 %.

Následující podkapitola se zabývá výpočtem kapacity křižovatky silnic I/34 a I/37. Na základě tohoto výpočtu lze dojít k závěru, zda daný stav vyhovuje současným intenzitám dopravy a jestli bude vyhovovat prognózám intenzity na delší dobu. Při posuzování kapacity křižovatky je postupováno dle TP 188 (Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek).

1.5 Posouzení kapacity křižovatky silnic I/34 a I/37

Křižovatka je důležitou součástí pozemní komunikace, kde dochází ke koncentraci a možným kolizím chodců, vozidel a cyklistů. Křižovatka je tedy místo, v němž se pozemní komunikace v půdorysném průmětu protínají nebo stýkají a alespoň dvě z nich jsou vzájemně propojeny. Za křižovatku se podle zákona č. 361/2000 Sb. nepovažuje vyústění polní nebo lesní cesty nebo jiné účelové komunikace na jinou pozemní komunikaci.

Volba vhodného typu křižovatky musí odpovídat zejména na požadavek zajištění bezpečného a efektivního pohybu všech účastníků provozu na pozemních komunikacích v oblasti křižovatky.

Dopravní proud je souhrn všech vozidel pohybujících se za sebou nebo vedle sebe ve stejném směru. Dopravní proud vozidel se může skládat z jednoho nebo několika jízdních proudů pohybujících se v jednom nebo několika jízdních pruzích přibližně ve stejné stopě.

Intenzita dopravního proudu je počet vozidel, která projedou určitým úsekem komunikace za zvolené časové období v jednom směru.

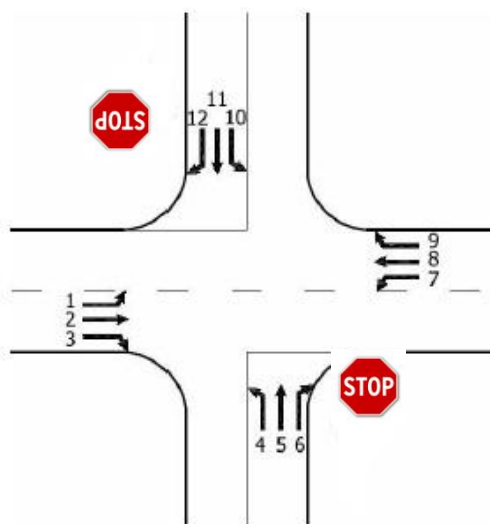
Kapacitou křižovatky se rozumí maximální počet vozidel, která mohou projet křižovatkou za jednotku času a za daných podmínek (stavební, dopravní a jiné podmínky). Kapacita se vyjadřuje ve vozidlech za hodinu. Orientační maximální kapacity různých typů křižovatek jsou uvedeny v tabulce 8. Výpočet kapacity neřízené křižovatky je přiložen v příloze N.

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 (1 JP, 1 ŘP)	2000 ÷ 2500	25000 ÷ 30000
Okružní křižovatka (2 JP, 2 ŘP)	2500 ÷ 3500	30000 ÷ 40000
Křižovatka řízená SSZ	3000 ÷ 6400	36000 ÷ 77000

Zdroj: TP 188

Na obrázku 12 je zakresleno číslování dopravních proudů v průsečné křižovatce.



Obrázek 12 Sjedené číslování dopravních proudů v průsečné neřízené křižovatce

Zdroj: (4)

Nejprve je nutné špičkovou intenzitu dopravy pro potřeby výpočtů převést na jednotková vozidla. K tomu slouží přepočtové koeficienty, které jsou uváděny v normě ČSN 73 6102, a které zohledňují druh vozidla a typ křižovatky. Pro průsečnou křižovatku bez světelného zabezpečovacího zařízení jsou hodnoty uvedeny v tabulce 9.

Tabulka 9 Přepočtové koeficienty dopravního proudu

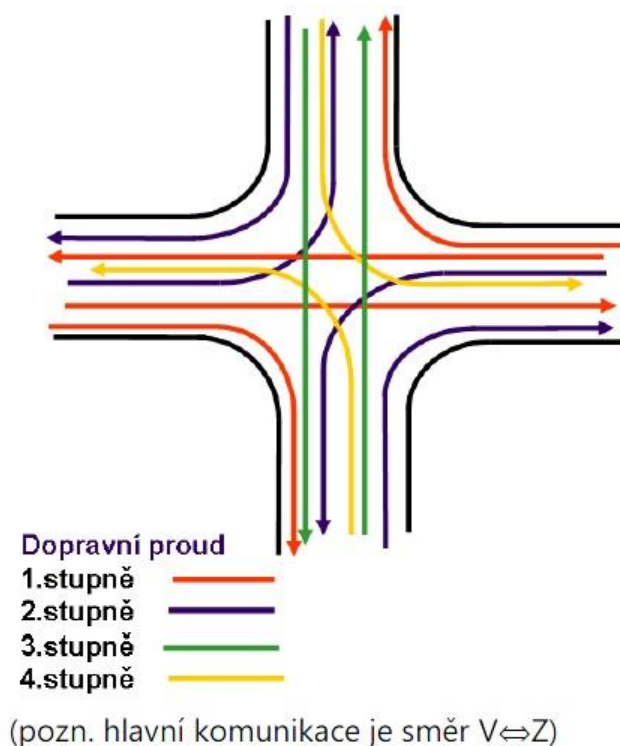
Typ křižovatky	Osobní vozidla	Nákladní vozidla	Nákladní soupravy
Průsečné bez SZZ	1,0	1,5	2,0

Zdroj: (6)

1.5.1 Stupeň podřazenosti dopravních proudů

Výpočet kapacity neřízené úrovně křižovatky rozlišuje čtyři stupně podřazenosti jednotlivých dopravních proudů na křižovatce.

- V prvním stupni jsou zařazeny dopravní proudy s úplnou nadřazeností ve vztahu k ostatním dopravním proudům. Vedle přímých proudů na hlavní komunikaci (2, 8) se jedná o pravé odbočení z hlavní komunikace (3, 9).
- Druhý stupeň podřazenosti představují proudy, které dávají přednost v jízdě proudům prvního stupně. Jedná se o levé odbočení z hlavní komunikace (1, 7) a pravé odbočení z vedlejších vjezdů (6, 12).
- Do třetího stupně spadají proudy podřízené proudům prvního i druhého stupně. V tomto stupni jsou zařazeny proudy s přímým vjezdem z vedlejší komunikace (5, 11).
- U čtvrtého stupně podřazenosti se jedná o levé odbočení z vedlejší komunikace (4, 10). Tyto proudy musí dát přednost v jízdě všem nadřazeným proudům prvního, druhého a třetího stupně.



Obrázek 13 Schéma křižovatky se stupni podřazenosti jednotlivých dopravních proudů

Zdroj: (5)

1.5.2 Rozhodující intenzity nadřazených proudů

Rozhodující intenzita nadřazených proudů je jednou z proměnných při výpočtu základní kapacity dopravních proudů druhého, třetího a čtvrtého stupně, která významně ovlivňuje velikost kapacity. Její hodnota se stanoví v závislosti na typu křižovatky podle tabulky 10.

Tabulka 10 Součet intenzit nadřazených dopravních proudů na průsečné křižovatce

podřazený proud	označení	součet intenzit nadřazených proudů
levé odbočení z hlavní	1	$I_8 + I_9$
	7	$I_2 + I_3$
pravé odbočení z vedlejší ¹⁾ ²⁾	6	$I_2 + 0,5 \cdot I_3$
	12	$I_8 + 0,5 \cdot I_9$
přímý průjezd z vedlejší ¹⁾	5	$I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_8 + I_9 + I_1 + I_7$
	11	$I_8 + 0,5 \cdot I_9 + I_2 + I_3 + I_1 + I_7$
levé odbočení z vedlejší ¹⁾	4	$I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_8 + I_9 + I_1 + I_7 + I_{12} + I_{11}$
	10	$I_8 + 0,5 \cdot I_9 + I_2 + I_3 + I_1 + I_7 + I_6 + I_5$

¹⁾ Pokud má dopravní proud 3 nebo 9 samostatný jízdní pruh, potom se v součtu neuvažují.

²⁾ Pokud má dopravní proud 2 nebo 8 dva jízdní pruhy, použije se intenzita pro pravý jízdní pruh poloviční.

Zdroj: (4)

1.5.3 Základní kapacita

Základní kapacita G_n udává maximální počet vozidel z jízdního pruhu podřazeného proudu, která mohou projet křižovatkou v časové mezeře mezi vozidly nadřazených dopravních proudů bez vlivů vzduť nadřazených proudů.

Pro stanovení základní kapacity se používá následující vztah 2 - 1:

$$G_n = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\left(\frac{l_H}{3600} \cdot \left(t_g - \frac{t_f}{2}\right)\right)} \quad [\text{pvoz/h}] \quad (2 - 1)$$

Kde:

G_n základní kapacita jízdního pruhu n-tého podřazeného proudu [pvoz/h],

I_h rozhodující intenzita nadřazených proudů [voz/h],

t_g kritický časový odstup [s],

t_f následný časový odstup [s].

Kapacita dopravních proudů prvního stupně se rovná kapacitě volně se pohybujících dopravních proudů. Všeobecně se udává hodnota 1800 pvoz/h.

Pro kapacitu dopravních proudů druhého stupně platí rovnost se základní kapacitou $C_n = G_n$.

Kapacita dopravních proudů třetího a čtvrtého stupně je vždy nižší než základní kapacita vlivem ovlivnění nadřazenými proudy, u kterých s rostoucím stupněm vytížení roste přímo úměrně pravděpodobnost výskytu fronty vozidel. Pro třetí stupeň podřazenosti se potom zohledňuje pravděpodobnost nevzdutí proudu druhého stupně. Pro čtvrtý stupeň podřazenosti se zohledňuje pravděpodobnost nevzdutí proudu druhého a současně i třetího stupně.

Při znalosti základní kapacity je možné určit stupně vytížení jednotlivých jízdních pruhů a_v . To se provede na základě vztahu 2 - 2:

$$a_v = \frac{I_n}{C_n} \quad [-] \quad (2 - 2)$$

Kde:

a_v stupeň vytížení [-],

I_n intenzita dopravního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

C_n kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h].

1.5.4 Kapacita jízdního pruhu n-tého proudu 2. stupně

Kapacita jízdního pruhu proudů druhého stupně C_n se rovná základní kapacitě G_n . Pro vozidla odbočující vpravo z vedlejší komunikace (dopravní proudy 6 a 12) a pro vozidla odbočující vlevo z hlavní komunikace (dopravní proudy 1 a 7) platí tedy vztah 2 - 3:

$$C_n = G_n \quad (2 - 3)$$

Kde:

n dopravní proudy 1,7,6 a 12 [-],

C_n kapacita jízdního pruhu n -tého proudu [pvoz/h],

G_n základní kapacita jízdního pruhu n -tého proudu [pvoz/h].

1.5.5 Kapacita jízdního pruhu n -tého proudu 3. stupně

Při výpočtech pro podřazené dopravní proudy třetího stupně je nutné zohlednit pravděpodobnosti nevzdutí rozhodujících nadřazených dopravních proudů druhého stupně.

Platí tedy vztah 2 - 4:

$$C_n = p_{0,n1} \cdot p_{0,n2} \cdot G_n \quad [\text{pvoz/h}] \quad (2 - 4)$$

Kde:

C_n kapacita jízdního pruhu n -tého proudu [pvoz/h],

G_n základní kapacita jízdního pruhu n -tého proudu [pvoz/h],

n dopravní proudy (5, 11) [-],

$p_{0,ni}$ pravděpodobnost nevzdutí nadřazených dopravních proudů [-],

$n1$ = dopravní proud 1 nebo 6,

$n2$ = dopravní proud 7 nebo 12.

Pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazených proudů $p_{0,ni}$ se stanoví podle vztahu 2 - 5:

$$P_{0,ni} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - a_v \\ 0 \end{matrix} \right\} \quad [-] \quad (2 - 5)$$

Kde:

$p_{0,ni}$ pravděpodobnost nevzdutí nadřazených dopravních proudů [-],

$n1$ = dopravní proud 1 nebo 6,

$n2$ = dopravní proud 7 nebo 12.

a_v stupeň vytížení pro n -tý dopravní proud [-], $a_v = \frac{I_n}{C_n}$.

Při výpočtech kapacity pruhu podřazených proudů třetího stupně dopravní proudy 5 a 11 vykazují vyšší zohledněnou intenzitu dopravního proudu, než je samotná kapacita dopravních proudů. Tento fakt se projeví na úrovni kvality dopravy, kde je stupeň vytížení a_v vyšší jak 1 a proto je úroveň kvality dopravy nevyhovující. Závislost úrovně kvality dopravy na stupni vytížení je znázorněna v následující tabulce 11.

Tabulka 11 Závislost stupně vytížení na úrovni kvality dopravy

UKD		$a_v [-]$
ozn.	charakteristika	
A	velmi dobrá	$\leq 0,30$
B	dobrá	$\leq 0,55$
C	uspokojivá	$\leq 0,75$
D	dostatečná	$\leq 0,90$
E	nestabilní	≤ 1
F	nevyhovující	-

Zdroj: (5) s vlastními úpravami

Tabulka 12 obsahuje údaje o úrovni kvality na řešené křižovatce. Z dvanácti pruhů dosahují čtyři úrovně kvality F, pouze 2 pruhy dosahují velmi dobré úrovně kvality, tedy úrovně kvality A.

Tabulka 12 Úroveň kvality na křižovatce

Dopravní proud		Vjezd	Dopr. Pruh	UKD
z	do			
Havlíčkův Brod	Pardubice	A	1	C
	Hlinsko		2	-
	Žďár nad Sázavou		3	-
Žďár nad Sázavou	Havlíčkův Brod	B	4	F
	Pardubice		5	F
	Hlinsko		6	A
Hlinsko	Žďár nad Sázavou	C	7	A
	Havlíčkův Brod		8	-
	Pardubice		9	-
Pardubice	Hlinsko	D	10	F
	Žďár nad Sázavou		11	F
	Havlíčkův Brod		12	B

Zdroj: autor

Kapacita některých dopravních proudů je nevyhovující (úroveň kvality F), což může mít za následek vliv na bezpečnost křižovatky. Řidiči se stávají z důvodu nedostatečné kapacity dopravních proudů nervózními a jsou nuceni urychlit průjezd křižovatkou a z toho vzniká riziko vzniku dopravní nehody. Jedním z možných řešení vedoucích ke zvýšení bezpečnosti by byla výstavba okružní křižovatky. Proto bude v následující kapitole proveden výpočet kapacity okružní křižovatky.

2 NÁVRH OPATŘENÍ NA ZVÝŠENÍ BEZPEČNOSTI KŘÍŽOVATKY I/34; I/37

Jedním z možných řešení vedoucích ke zvýšení bezpečnosti by tedy byla výstavba okružní křižovatky. Proto bude v následující podkapitole proveden výpočet kapacity okružní křižovatky.

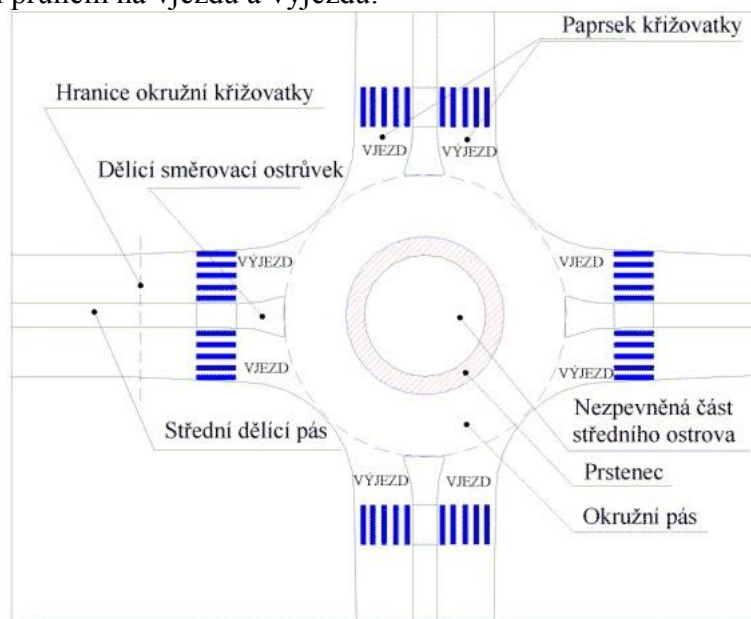
2.1 Posouzení kapacity okružní křižovatky

V následující podkapitole bude obecně popsána okružní křižovatka a následně proveden výpočet kapacity.

2.1.1 Základní údaje okružních křižovatek

Okružní křižovatka je úroňová křižovatka, na níž je silniční provoz veden jednosměrným objezdem kolem středového ostrova. Je tedy uspořádána tak, že vozidla vjíždějící do křižovatky odbočují vpravo a pohybují se po okružním jízdním pásu k požadovanému výjezdu, do kterého odbočují opět vpravo (6).

Každá křižovatka se skládá ze stavebních prvků a ty tvoří celek. Na následujícím obrázku 14 je znázorněno jednoduché schéma okružní křižovatky s jedním okružním pásem a jedním jízdním pruhem na vjezdu a výjezdu.



Obrázek 14 Schéma okružní křižovatky

Zdroj: (7)

2.1.2 Výhody a nevýhody okružních křižovatek

Okružní křižovatky mají celou řadu výhod a nevýhod. Zde je uvedeno několik hledisek (8):

Z dopravně inženýrského hlediska mají tyto výhody:

- z hlediska provozu jsou bezpečnější než neřízené průsečné křižovatky,
- dochází na nich k méně závažným dopravním nehodám než na neřízených průsečných křižovatkách z důvodu nižší rychlosti projíždějících vozidel,
- oproti neřízeným křižovatkám disponují vyšší kapacitou,
- oproti neřízeným křižovatkám dochází k menšímu zdržení vozidel,
- mají nižší rychlost průjezdu oproti rychlosti hlavních proudů na neřízených průsečných křižovatkách,
- je na nich jednoznačně určena přednost v jízdě,
- je na nich možnost otáčení, tedy možnost návratu do původního směru (oproti průsečným křižovatkám).

Z urbanistického hlediska mají tyto výhody:

- umožňují jednodušší ztvárnění prostorů náměstí (oproti průsečným křižovatkám),
- lze na ně umístit pomník, památník, zeleň do prostoru středního ostrova (oproti průsečným křižovatkám),
- potlačují vzhled dopravní funkce prostoru křižovatky, odebráním sloupů a návěstidel signalizačního zabezpečovacího zařízení, které se jinak používá u křižovatek řízených,
- disponují nižšími nároky na plochu na vjezdech do malých a miniokružích křižovatek, oproti průsečným křižovatkám s větším počtem řadících pruhů.

Z dopravně inženýrského hlediska mají tyto nevýhody:

- nelze na ní ovlivnit, popřípadě omezit provoz jako u řízených křižovatek,
- nelze ji začlenit do koordinovaného systému řízení dopravy (oproti řízeným křižovatkám),
- nelze na ní preferovat MHD oproti řízeným křižovatkám,
- je na ní obtížnější průjezd dlouhých vozidel (oproti průsečným křižovatkám),

- dochází zde k prodloužení cest pro chodce a k ovlivňování plynulosti automobilového provozu při silné frekvenci pěších (oproti neřízeným průsečným křižovatkám),

Z urbanistického hlediska mají tyto nevýhody:

- u velkých okružních křižovatek jsou kladeny vyšší nároky na plochu (oproti průsečným křižovatkám),
- dochází k omezené možnosti obsluhy objektů v průčelí velkých okružních křižovatek (oproti průsečným křižovatkám).

2.1.3 Malá okružní křižovatka

Na místo stávajícího uspořádání řešené křižovatky by na základě prostorových možností přicházela v úvahu malá okružní křižovatka, která nachází uplatnění zejména v městské zástavbě.

Při výstavbě malé okružní křižovatky se musí dodržovat zásady tak, aby byla zajištěna bezpečnost projíždějících vozidel křižovatkou a správná funkce křižovatky. Malé okružní křižovatky by měly plnit následující funkce:

- snížit rychlost projíždějících vozidel asi na 30 – 40 km/h,
- zajistit plynulý průjezd rozměrných vozidel,
- zajistit bezpečnost všech účastníků provozu, zejména cyklistů a pěších.

Při výstavbě okružní křižovatky by měly být dodrženy určité podmínky, kdy by všechny paprsky křižovatky měly vést kolmo k okružnímu pásu, a osa paprsku by měla mířit do středu křižovatky. Snížením šířky a poloměru vjezdu by se měla zpomalit rychlost vozidel vjíždějících do křižovatky a na druhou stranu zvýšením šířky a poloměru výjezdu by se měl zvýšit komfort výjezdu. Hlavním důvodem, proč dochází k budování okružních křižovatek, je zvýšení bezpečnosti. Proto se okružní pás navrhuje s jedním, maximálně dvěma jízdními pruhy, aby nedocházelo k zbytečnému přejíždění mezi jízdními pruhy a vzniku dopravní nehody. Pokud se křižovatka nachází v místech, kde dochází k častému průjezdu rozměrných nákladních vozidel, musí se jejich průjezd zajistit dostatečnou šířkou okružního pásu, poloměrem okružní křižovatky a poloměrem vjezdů a výjezdů. Poslední podmínkou je použití jasného vodorovného a svislého dopravního značení, tedy omezit počet značení, aby nedocházelo k přeinformovanosti účastníků na pozemních komunikacích.

Níže uvedená tabulka 13 uvádí doporučené hodnoty parametrů malých okružních křižovatek. Jedná se pouze o orientační hodnoty a takové hodnoty, které se v praxi nejčastěji používají. Tyto hodnoty závisí ještě na dalších důležitých hlediscích jako např. na druhu vozidel, které budou křižovatku projíždět, kategorii křižujících se komunikací, na návrhové rychlosti, která je obvykle 30 km/h, terénními poměry apod. Podrobnější informace k těmto hodnotám jsou uvedeny v TP 135.

Tabulka 13 Doporučené parametry malé okružní křižovatky

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

Zdroj: (7)

2.1.4 Výpočet kapacity okružní křižovatky

Kapacita okružních křižovatek závisí na stavebním uspořádání samotné křižovatky, na počtu a skladbě vozidel projíždějících křižovatkou, na intenzitě chodců přecházejících křižovatkou, na zkušenostech řidičů, na intenzitě nadřazených proudů a na technických parametrech křižovatky.

Při navrhování přestavby průsečné křižovatky na křižovatku okružní je nutné provést výpočet kapacity. Kapacitou se rozumí nejvyšší možná intenzita vozidel, která projedou křižovatkou za jednotku času. Na základě výpočtu bude možné konstatovat, zda navrhovaná křižovatka bude vyhovovat i výhledové intenzitě dopravy.

Na začátek je nutné převést fyzická vozidla na tzv. jednotková vozidla z důvodu sjednocení různorodé skladby dopravního proudu. Pro okružní křižovatku existují následující hodnoty:

- 1 osobní vozidlo = 1 jednotkové vozidlo,
- 1 nákladní vozidlo = 2 jednotková vozidla,
- 1 nákladní souprava = 3 jednotková vozidla.

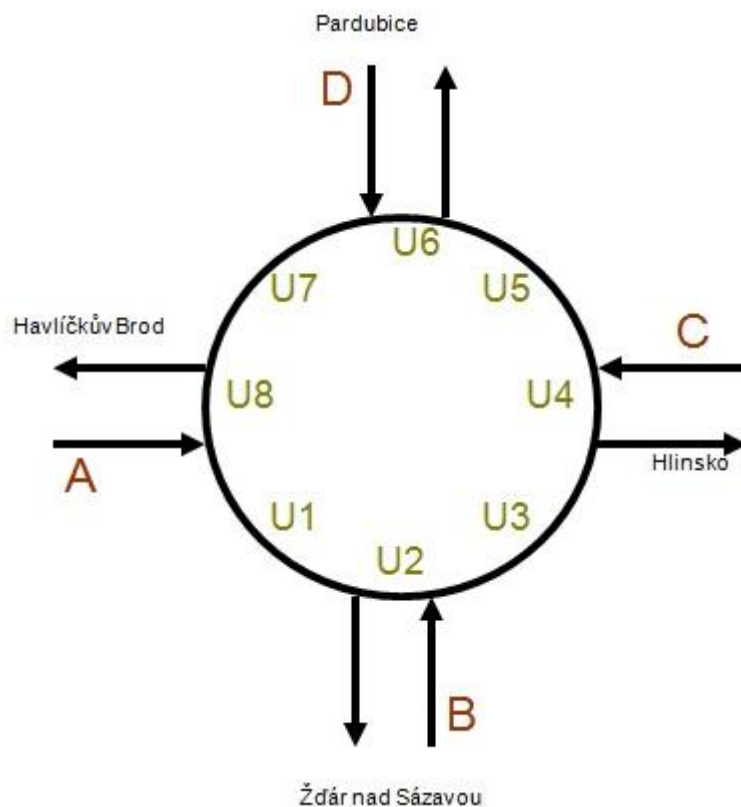
Následující tabulka 14 obsahuje hodnoty výhledové intenzity dopravy na dané křižovatce pro rok 2031. Intenzity jsou přepočteny pomocí výše uvedených koeficientů na jednotková vozidla.

Tabulka 14 Výhledová intenzita dopravy pro rok 2031

Ve směru		Dopravní proud	Vjezd	Prognóza na rok 2031 [jv]	Intenzita vjezdu [jv]
Z	Do				
Havl. Brod	Pardubice	1	A	488	710
	Hlinsko	2		185	
	Žďár nad Sázavou	3		37	
Žďár n. Sázavou	Havl. Brod	4	B	50	320
	Pardubice	5		190	
	Hlinsko	6		80	
Hlinsko	Žďár nad Sázavou	7	C	68	304
	Havl. Brod	8		177	
	Pardubice	9		59	
Pardubice	Hlinsko	10	D	23	512
	Žďár nad Sázavou	11		203	
	Havl. Brod	12		286	

Zdroj: autor

Na obrázku 15 je uvedeno schéma okružní křižovatky s označením vjezdů (A, B, C a D) a jednotlivými úseky okružní křižovatky (U1 až U8). Úsekům U2, U4, U6 a U8 odpovídají intenzity na okruhu v místech vjezdů B, C, D a A. Rozdělení okružní křižovatky do těchto úseků je důležité pro další výpočet.



Obrázek 15 Jednoduché schéma okružní křižovatky

Zdroj: (9)

V tabulce 15 jsou uvedeny hodnoty intenzity vozidel z jednotlivých výjezdů A – D do jednotlivých vjezdů A – D v jednotkových vozidlech za hodinu [pvoz/h].

Tabulka 15 Tabulka intenzit na okružní křižovatce

do z	název komunikace	A (HB)	B (ŽnS)	C (Hli)	D (Pce)	součet
1.	A (HB)	0	37	185	488	710
2.	B (ŽnS)	50	0	80	190	320
3.	C (Hli)	177	68	0	59	304
4.	D (Pce)	286	203	23	0	512
součet		513	308	288	737	1846

Zdroj: autor

Dále se musí zjistit intenzita na okruhu v místech napojení vjezdů A – D. Tabulka 16 ukazuje zatížení jednotlivých úseků okružní křižovatky.

Tabulka 16 Tabulka intenzit na okruhu v různých úsecích

úsek	z Havlíčkův Brod			z Žďár nad Sázavou			z Hlinsko			z Pardubice			ΣU_i [voz/h]
	A ↓ B	A ↓ C	A ↓ D	B ↓ A	B ↓ C	B ↓ D	C ↓ A	C ↓ B	C ↓ D	D ↓ A	D ↓ B	D ↓ C	
U1	37	185	488					68			203	23	1004
U2		185	488									23	696
U3		185	488	50	80	190						23	1016
U4			488	50		190							728
U5			488	50		190	177	68	59				1032
U6				50			177	68					295
U7				50			177	68		286	203	23	807
U8								68			203	23	294

Zdroj: autor

Vybarvená pole obsahují příslušné přepočtené hodinové intenzity. Po sečtení všech intenzit na okruhu se dostane celková intenzita dopravy na okruhu A – D. Důležité jsou zeleně znázorněny úseky U2, U4, U6 a U8, protože to jsou intenzity před jednotlivými vjezdy a mají na kapacitu daného vjezdu značný vliv.

2.1.5 Posouzení kapacity vjezdu

Kapacita vjezdu do okružní křižovatky je dána vztahem 2 - 6:

$$C_i = 3600 \cdot \left(1 - \frac{\Delta \cdot I_K}{n_K \cdot 3600}\right)^{n_K} \cdot \frac{n_{i,koef}}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_K}{3600} \cdot \left(t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta\right)} \quad [\text{pvoz/h}] \quad (2 - 6)$$

Kde:

C_i kapacita vjezdu [pvoz/h],

I_k intenzita dopravy na okruhu [pvoz/h],

n_k počet jízdních pruhů na okruhu [-],

$n_{i,koef}$ koeficient zohledňující počet jízdních pruhů na vjezdu [-],

$n_{i,koef} = 1,00$ pro jednopruhové vjezdy,

$n_{i,koef} = 1,50$ pro dvoupruhové vjezdy,

t_g kritický časový odstup [s], závisí na vzdálenosti mezi kolizními body b. Závislost

na vzdálenosti mezi kolizními body zvolena z důvodu prostorových možností křižovatky jako $b < 11$ m, poté je tedy $t_g = 4,5$ s.

t_f následný časový odstup [s], závisí na poloměru vjezdu. Poloměr vjezdu volen menší než 8 m z důvodů prostorových možností křižovatky, poté je tedy $t_g = 3,1$ s.

Δ minimální časový odstup mezi vozidly jedoucími na okruhu za sebou [s], pro tento typ okružní křižovatky konstantní hodnota rovnající se 2,1 s.

2.1.6 Rezerva kapacity

Před stanovením hodnoty t_w (střední doba zdržení) vyjadřované v sekundách se ze znalosti návrhové intenzity dopravních proudů a vypočtené kapacity pruhu stanoví rezerva kapacity podle vztahu 2 - 7:

$$R_{ez} = C_i - I_i \quad [\text{pvoz/h}] \quad (2 - 7)$$

Kde:

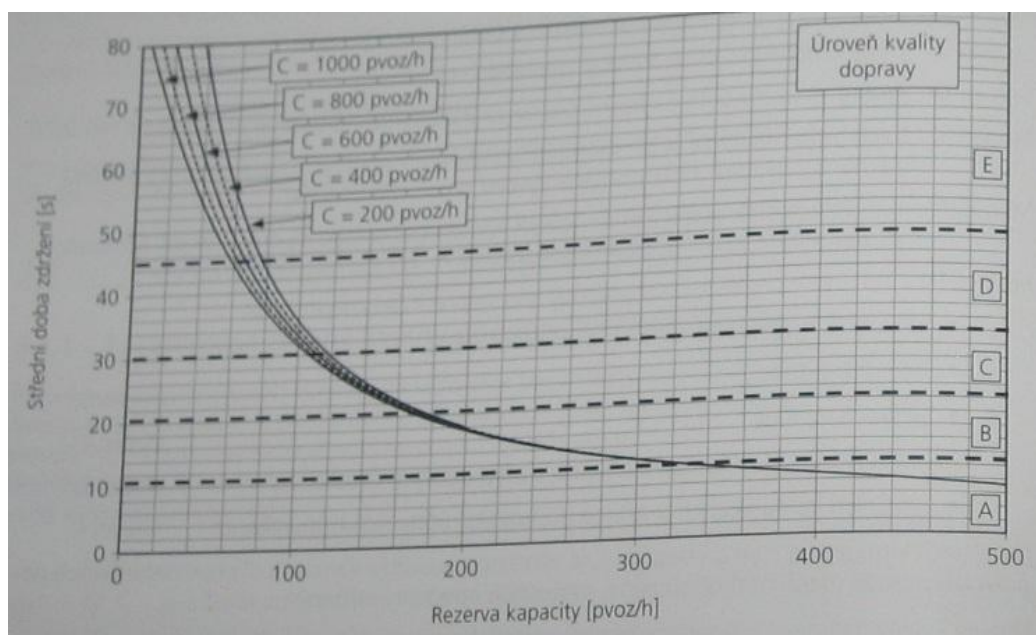
Rez rezerva kapacity [pvoz/h],

C_i kapacita vjezdu [pvoz/h],

I_i intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h].

2.1.7 Stanovení střední doby zdržení

Střední doba zdržení závisí na kapacitě jízdního pruhu příslušného proudu a jeho rezervě. Střední dobu zdržení lze stanovit podle následujícího obrázku 16:



Obrázek 16 Vztah střední doby zdržení na kapacitě a její rezervě

Zdroj: (10)

Pro hodnoty střední doby zdržení t_w vyšší než 45 s je charakteristický vysoký stupeň vytížení a_v . Hodnota t_w pro tento stav je vysoce citlivá v závislosti na kapacitě a její rezervě. Citlivost růstu střední doby zdržení v závislosti na poklesu rezervy kapacity je výrazně vyšší pro dopravní proudy s menší kapacitou (10).

Pro posouzení úrovně kvality dopravy na křižovatce bez řízení dopravy světelnou signalizací je kritériem ztrátový čas vyjádřený střední dobou zdržení jednotlivých podřazených proudů, příp. smíšených proudů. Pro stanovení závěru kapacitního posouzení křižovatky je nutné ověřit, zda pro intenzitu dopravního proudu I_n (intenzita dopravy na vjezdu I) není překročena hodnota střední doby zdržení t_w podle následující podmínky 2 - 8:

$$t_w^n \leq t_{w,lim} \quad (2 - 8)$$

Kde:

t_w^n střední doba zdržení vozidel v dopravním proudu n [s],

$t_{w,lim}$ nejvyšší přípustná střední doba zdržení vozidel dle požadovaného stupně úrovně kvality dopravy [s].

Posouzení splnění podmínky nepřekročení nejvyšší přípustné hodnoty střední doby zdržení se provede pro všechny vjezdy do okružní křižovatky. Pro celkové hodnocení křižovatky výsledným stupněm UKD je rozhodující nejméně příznivé hodnocení s nejvyšší dobou zdržení. Limitní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu do okružní křižovatky jsou uvedeny v následující tabulce 17.

Tabulka 17 Limitní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu do okružní křižovatky

Úroveň kvality dopravy		Střední doba zdržení [s]
Označení	Charakteristika doby zdržení	
A	Doba zdržení velmi malá	≤ 10
B	Zdržení ještě bez front	≤ 20
C	Ojediné krátké fronty	≤ 30
D	Stabilní stav s vysokými ztrátami	≤ 45
E	Nestabilní stav	> 45
F	Překročená kapacita	- ¹⁾
¹⁾ UKD na stupni F je dosaženo při hodnotě $a_v > 1$		

Zdroj: (10)

Stupně úrovně kvality dopravy lze charakterizovat následujícím způsobem (10):

- Stupeň A Doba zdržení je velmi malá.
- Stupeň B Podřazený dopravní proud je ovlivněný. Doba zdržení je malá.
- Stupeň C Doba zdržení je citelná. Vznikají ojedinělé krátké fronty.
- Stupeň D Fronta vozidel vyvolává výrazné časové ztráty. Dopravní situace je ještě stabilní.
- Stupeň E Tvoří se fronta, která se při existujícím zatížení již nesnižuje. Charakteristická je citlivá závislost, kdy malé změny zátěže vyvolají prudký nárůst ztrát.
- Stupeň F Kapacita je překročena. Fronta vozidel narůstá bez ohledu na dobu čekání. Křižovatka je přetížená v delším časovém intervalu.

Podle ČSN 73 6102 se pro křižovatky požadují tyto stupně kvality dopravy na:

- dálnicích, rychlostních silnicích a silnicích I. třídy stupeň C.

2.1.8 Stanovení délky fronty

Délka fronty na vjezdech do neřízené křižovatky se dimenzuje na 95% pravděpodobnost uvažované délky fronty. Znamená to, že v 95 % času během špičkové hodiny je fronta kratší než udává hodnota $N_{95\%}$, ve zbývajících 5 % času se připouští fronta vozidel delší.

Stupeň vytižení je dán následujícím vztahem 2 - 9:

$$a_v = \frac{I_n}{C_n} \quad [-] \quad (2 - 9)$$

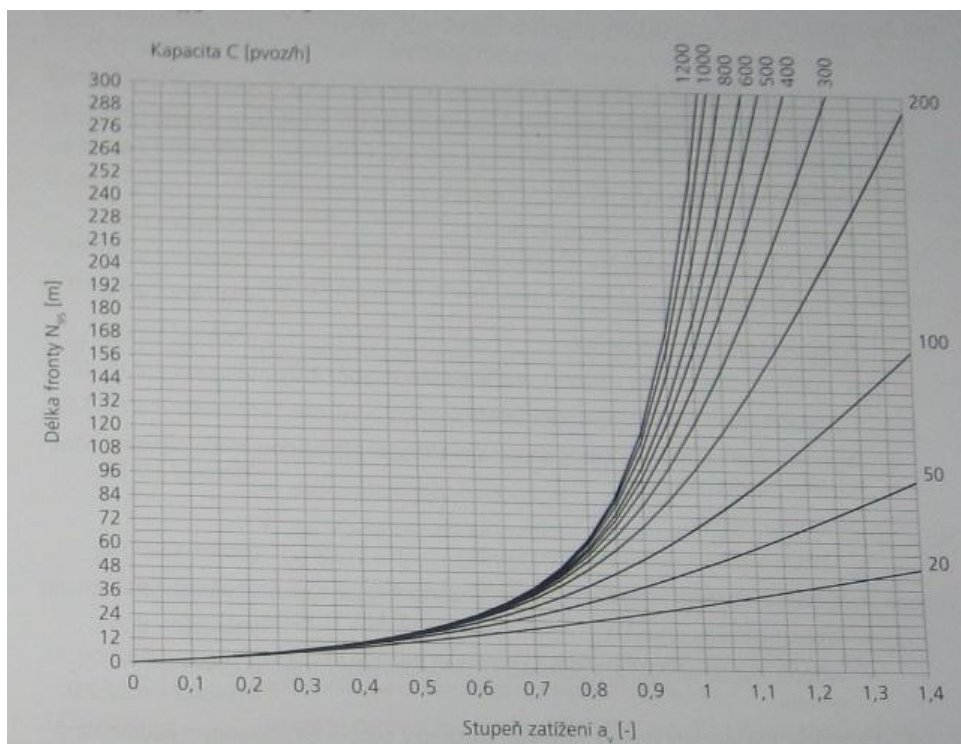
Kde:

a_v stupeň vytižení [-],

I_n návrhová intenzita dopravního proudu n [pvoz/h],

C_n kapacita pruhu dopravního proudu n [pvoz/h].

Délka fronty $N_{95\%}$ se stanoví podle následujícího obrázku 17:



Obrázek 17 Délka fronty $N_{95\%}$ na vjezdech do neřízené křižovatky v závislosti na stupni vytižení a_v

Zdroj: (10)

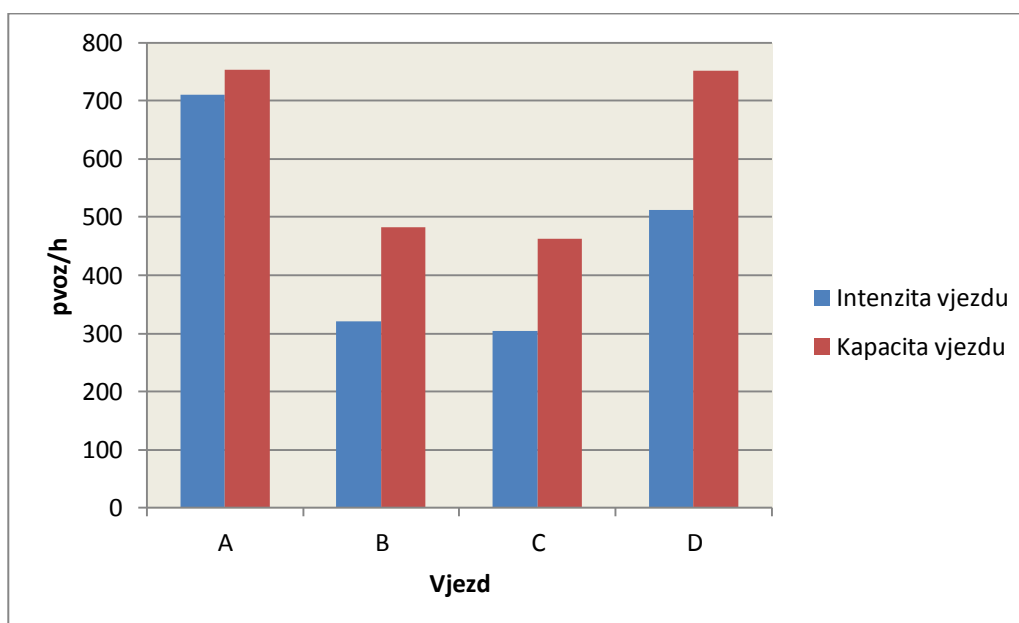
V následující tabulce 18 je uvedena kapacita vjezdů. Podle údajů lze říci, že žádný z vjezdů nedosahuje úrovně kvality dopravy stupně F a pro špičkovou intenzitu dopravy na okružní křižovatce vyhovuje kapacita na všech vjezdech. Pouze na vjezdu A (od Havlíčkova Brodu) dosahuje úroveň kvality dopravy stupně E, ale obsahuje rezervu 43 pvoz/h, což je 5,7 % z kapacity. Zbylé vjezdy dosahují úrovně kvality dopravy stupně C, respektive stupně B.

Tabulka 18 Výpočet kapacity okružní křižovatky s jedním pruhem na vjezdu a jedním pruhem na okruhu

Kapacita vjezdů									
praporek	název komunikace	I_k [pvoz/h]	I_i [pvoz/h]	C_i [pvoz/h]	Rez [pvoz/h]	t_w [s]	a_v [-]	$N_{95\%}$ [m]	UKD [-]
1.	Havl. Brod	294	710	753	43	58	0,942895	144	E
2.	Žďár nad Sázavou	696	320	483	163	21	0,662526	31	C
3.	Hlinsko	728	304	463	159	21	0,656587	31	C
4.	Pardubice	295	512	752	240	15	0,680851	35	B

Zdroj: autor

Na obrázku 18 je znázorněna rezerva kapacity vjezdů. Z obrázku lze vyčíst, že kapacita je dostatečná na všech vjezdech. Kapacita je počítána pro rozměrově nejmenší okružní křižovatku, tudíž s rostoucími rozměry okružní křižovatky se bude zvyšovat i kapacita.



Obrázek 18 Rozdíl kapacity vjezdu a intenzity vjezdu

Zdroj: autor

2.1.9 Posouzení kapacity výjezdu

Základní kapacita výjezdu z okružní křižovatky je dána vztahem 2 - 10:

$$C_e = \frac{3600 \cdot n_{e,koef}}{t_f} \quad [\text{voz/h}] \quad (2 - 10)$$

Kde:

C_e kapacita výjezdu [voz/h],

$n_{e,koef}$ koeficient zohledňující počet pruhů na výjezdu [-],

$n_{e,koef} = 1,00$ pro jednoduché výjezdy,

$n_{e,koef} = 1,50$ pro dvoupruhové výjezdy,

t_f následný časový odstup vozidel na výjezdu z okružní křižovatky [s].

2.1.10 Vliv přecházejících chodců

Pokud přes výjezd z okružní křižovatky přecházejí chodci, dochází k ovlivňování kapacity výjezdu. V případě, že je intenzita přecházejících chodců I_{ch} vyšší než 250 ch/h a nebo součet intenzit přecházejících chodců a vyjíždějících vozidel $I_{ch} + I_e$ je vyšší než 800 (voz + ch)/h, stanovuje se kapacita výjezdu podle jiného vzorce. V řešené okružní křižovatce k tomuto ovlivňování kapacity výjezdu nedochází, respektive se nenaplnuje ani jedna ze zmíněných podmínek a proto byla kapacita výjezdu řešena podle vzorce 2.10.

2.1.11 Posouzení kapacity

Pro každý výjezd z okružní křižovatky se vypočte stupeň vytížení a_v podle vztahu 2 - 11:

$$a_v = \frac{I_e}{C_e} \quad [-] \quad (2 - 11)$$

Kde:

a_v stupeň vytížení [-],

I_e intenzita vozidel na výjezdu [voz/h],

C_e kapacita výjezdu [voz/h].

Na základě výpočtu stupně vytížení lze konstatovat, zda výjezd z křižovatky kapacitně vyhovuje či nevyhovuje. V případě, kdy $a_v < 0,9$ lze říci, že výjezd kapacitně vyhovuje. Naopak pokud je $a_v > 0,9$, výjezd kapacitně nevyhovuje.

Pro špičkovou intenzitu dopravy na okružní křižovatce vyhovuje kapacita (viz tabulka 19) na všech výjezdech.

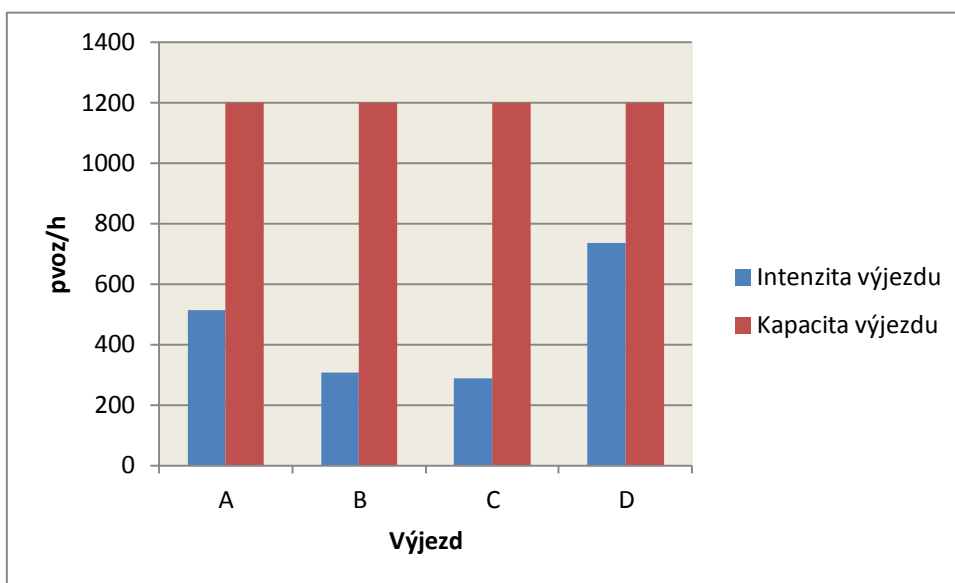
Tabulka 19 Výpočet kapacity okružní křižovatky s jedním pruhem na výjezdu a jedním pruhem na okruhu

Kapacita výjezdů						
pruh	název komunikace	I_e [pvoz/h]	I_{ch} [pvoz/h]	C_e [pvoz/h]	a_v [-]	Kapacita vyhovuje? A/N
1.	Havl. Brod	513		1200	0,43	A
2.	Žďár nad Sázavou	308		1200	0,26	A
3.	Hlinsko	288		1200	0,24	A
4.	Pardubice	737		1200	0,61	A
Stanovená úroveň kvality dopravy na výjezdech okružní křižovatky						A

Zdroj: autor

Současně je zde dostatečná hodnota rezervy kapacity výjezdu. Tato rezerva kapacity výjezdu je znázorněna na následujícím obrázku 19.

Kapacita okružní křižovatky je počítána pro rozměrově nejmenší možnou okružní křižovatku, tudíž s rostoucími rozměry okružní křižovatky se bude kapacita zvyšovat.



Obrázek 19 Rozdíl kapacity výjezdu a intenzity výjezdu

Zdroj: autor

2.2 Další bezpečnostní opatření

Na základě výpočtů kapacity neřízené křižovatky bylo zjištěno, že kapacita průsečné neřízené křižovatky s danou organizací dopravy nevyhovuje pro výhledovou intenzitu dopravy v roce 2031. Na základě tohoto zjištění byla počítána kapacita pro okružní křižovatku, která kapacitně vyhovuje pro výhledovou intenzitu dopravy v roce 2031 i s velkou rezervou. Dle výsledků by tedy přestavba neřízené křižovatky na malou okružní křižovatku byla vhodným řešením, protože současná křižovatka je nevyhovující z důvodu kapacity, což má vliv na její bezpečnost. Problém malé okružní křižovatky by mohl být v tom, že velikostně bude nedostačující pro projíždějící nákladní soupravy. Zvýšení parametrů okružní křižovatky není možné z důvodu malých prostorových možností. Proto je nutné zvážení dalších opatření, která by vedla ke zvýšení bezpečnosti.

2.2.1 Svislé značení

Jak vyplývá z analýzy dopravních nehod na této křižovatce, velmi častým problémem je nedání přednosti v jízdě z vedlejší komunikace I/37. Proto je důležité současnou svislou dopravní značku zdůraznit a dostat ji tak do podvědomí řidičů. Řešením by bylo současnou dopravní značku P06 „Stůj, dej přednost v jízdě“ rozšířit o značku s použitím retroreflexní fluorescenční fólie třídy R3 podle následujícího obrázku 20.



Obrázek 20 Svislé dopravní značení P06 a IP22

Zdroj: www.dopravni-znaceni.eu

Zároveň je ale potřeba na této pozemní komunikaci řidiče informovat, že vjíždějí do úseků častých dopravních nehod. V obou směrech by bylo tedy vhodné umístit značku IP22 „Změna místní úpravy“ s nápisem Pozor, úsek častých dopravních nehod (viz obrázek 20).

2.2.2 Světelné signalizační zařízení

Dalším vhodným opatřením by byla implementace světelného signalizačního zařízení (dále jen SSZ). SSZ se realizuje za účelem zvýšení bezpečnosti a plynulosti silničního provozu, přičemž tato kritéria se mohou sledovat jak z pohledu vozidel, tak z pohledu chodců. Dále se navrhuje tehdy, jestliže intenzity dopravních proudů překračují přípustné kapacity dopravních proudů. K této podmínce na řešené křižovatce dochází a bylo by řešením, jak zvýšit kapacitu jednotlivých dopravních proudů. Příklad světelně řízené křižovatky je na následujícím obrázku 21.



Obrázek 21 Světelně řízená křižovatka

Zdroj: www.praha.eu

Nesmírnou výhodou SSZ je jednoznačné řešení přednosti chodců, cyklistů a vozidel, tudíž při respektování pravidel všemi účastníky silničního provozu by nemělo dojít k nehodě. Musí se ovšem zvážit i nevýhody, které toto zařízení přináší. Jedna z nich spočívá v tom, že při selhání řidičů je vyšší riziko následků nehody. Další nevýhodou je zpoždění některých dopravních proudů, konkrétně proudů, které jsou nadřazeny ostatním proudům. V praxi se jedná o případ např. pravého odbočení z hlavní pozemní komunikace, kde řidič v případě neřízené křižovatky nemusí nikomu dávat přednost v jízdě. Při realizaci SSZ se jeho doba strávená průjezdem křižovatky zvýší.

Ovšem hlavní nevýhodou a problémem, proč nedošlo k vybudování SSZ na řešené křižovatce je, že SSZ spadá do příslušenství silnic. To znamená, že náklady na výstavbu musí financovat obec, nikoliv správce komunikace. Podle informací z obce je toto důvod, kvůli kterému o zavedení SSZ z důvodu finančních prostředků neuvažuje. Dalším problémem jsou vysoké nároky na energii a údržbu.

2.2.3 Vodorovné značení a osvětlení přechodu pro chodce

Pohyb chodců představuje nejpřirozenější a co do počtu cest nejčastější formu pohybu. Každé využití jednotlivých druhů dopravy souvisí s použitím pěší dopravy. Přesto jsou však chodci nejzranitelnějšími účastníky silničního provozu a je potřeba je nějakým způsobem chránit.

Opatření zlepšující bezpečnost chodců na řešené křižovatce jsou vzhledem k intenzitě projíždějících vozidel a vysoké intenzitě pohybu chodců hlavně v letních měsících zcela nedostatečná. Není tedy problémem v nočních hodinách nebo při zhoršené viditelnosti v lepším případě chodce pouze ohrozit. Důvodem je špatně viditelné vodorovné značení přechodu a chybějící osvětlení přechodu pro chodce.

Řešením by bylo tedy zvýraznění vodorovného značení, nejlépe tzv. červeno-bílým přechodem (viz obrázek 22), který nachází využití na zvláště nebezpečných místech. Jedná se o barevně zvýrazněný bezpečnostní přechod pro chodce, který je zvýrazněn červenými pruhy. Toto značení je pro řidiče motorových vozidel lépe viditelné ve dne, tak i v noci.



Obrázek 22 Červeno-bílý přechod pro chodce

Zdroj: www.proznak.cz

Další účinnou ochranou chodců na přechodech pro chodce je zapuštění barevných LED návěstidel do vozovky. Ty s dostatečným předstihem upozorní řidiče na blížící se přechod.

Nejnovější a asi nejbezpečnější technologií jsou tzv. „bezpečné přechody“. Tyto přechody samy detekují chodce vstupujícího do vozovky. Informace o vstupu chodce na přechod pro chodce jsou v systému z kamer známy ještě dříve, než chodec skutečně vstoupí do vozovky a jsou známy po celou dobu přecházení. Tímto způsobem je spolehlivě detekována i velmi pomalu jdoucí osoba malého vzrůstu po celou dobu překonávání vozovky. Indikátory umístěné v přechodu pro chodce svítí nepřetržitým světlem, k jejich automatickému rozblíkání a změny barvy dochází v případě, kdy se chodec dostane do blízkosti přechodu. Tímto způsobem je zajištěn vizuální kontakt pro řidiče (14).

Všechny tyto systémy však musejí být doplněny přisvětlením. Vidět a být viděn je základním předpokladem pro bezpečnost v silničním provozu. K naplnění tohoto předpokladu dochází hlavně ve večerních a nočních hodinách a za snížené viditelnosti. Hlavním účelem přisvětlení přechodu pro chodce je zvýraznění vlastního místa přechodu pro chodce a chodce, kteří se na něm nacházejí. Pro zvýraznění se používá barva světla odlišná od okolního veřejného osvětlení, nejčastěji intenzivní světlo bílé barvy. Tou je chodec osvětlen tak, že je osvětlen ze směru jízdy příjíždějícího vozidla a je ve velkém pozitivním kontrastu vůči tmavšímu pozadí. Příklad takto přisvětleného přechodu pro chodce je na následujícím obrázku 23.



Obrázek 23 Přisvětlení přechodu pro chodce

Zdroj: www.odbornecasopisy.cz

2.2.4 Piktogramy upozorňující na cyklisty

Cyklisté jsou velmi rozmanitou skupinou a už nedochází k použití kola pouze za účelem cest do práce, škol, nebo na nákup. K současným trendům patří zdravý životní styl a tím je spojen rozvoj cykloturistiky. Počet cyklistů se tedy v posledních letech výrazně zvýšil a je tedy nutné aplikovat vhodná opatření, která povedou ke zvýšení bezpečnosti cyklistů projíždějících křižovatkou.

Vhodným opatřením by byla realizace vodorovné dopravní značky s označením V20, která se nazývá piktogramový koridor pro cyklisty. Tato dopravní značka slouží k vyznačení prostoru a směru jízdy cyklistů. Řidiče motorových vozidel upozorňuje, že se nacházejí na pozemní komunikaci se zvýšeným provozem cyklistů. Tato dopravní značka cyklistům nezaručuje žádná práva, jejím hlavním úkolem je tedy upozornění pro řidiče na existenci a směr pohybu cyklistů. Její použití v praxi je znázorněno na následujícím obrázku 24.



Obrázek 24 Piktogramy upozorňující na cyklisty

Zdroj: www.nakole.cz

3 ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ

Dopravním průzkumem provedeným na řešené křižovatce byly získány údaje, které se staly podkladem pro stanovení intenzity špičkové hodiny a k provedení výpočtu kapacity neřízené křižovatky. Na základě výpočtu se došlo k závěru, že výhledové kapacity pruhu podřazených proudů třetího a čtvrtého stupně nevyhovují, tedy vykazují vyšší zohledněnou intenzitu než je samostatná kapacita jednotlivých dopravních proudů. Požadovaná úroveň kvality jednotlivých dopravních proudů dosáhla stupně F, tedy nevyhovující. Proto lze konstatovat, že výhledová kapacita současné neřízené křižovatky nevyhovuje. Zároveň i v současné době křižovatka vykazuje v době dopravní špičky nedostatky v kapacitě, které byly viditelné při provádění dopravního průzkumu a z vlastní zkušenosti se tyto nedostatky stále vyskytují. Je tedy potřeba navrhnout opatření, která by vedla k požadovanému výsledku.

Jedním z možných řešení, jak zvýšit kapacitu křižovatky a tím i samotnou bezpečnost, je rekonstrukce současné křižovatky na křižovatku okružní. Vzhledem k prostorovým možnostem by bylo možné uvažovat o okružní křižovatce o rozměrech v intervalu mezi malou okružní křižovatkou a mini okružní křižovatkou. Po výpočtu kapacity okružní křižovatky všechny vjezdy kapacitně vyhovovaly s dostatečně velkou rezervou i pro výhledovou intenzitu, pouze u dopravního proudu ve směru Havlíčkův Brod – Pardubice je úroveň kvality dopravy na stupni E. I přes dosažený stupeň ale disponuje malou rezervou – 5,7 %. Vybudování okružní křižovatky je tedy vhodné řešení, kterým se dosáhne nejen zvýšení kapacity křižovatky, ale dojde i ke zvýšení bezpečnosti. Vzhledem k silnému dopravnímu proudu ve směru z Havlíčkova Brodu na Pardubice, ve kterém mají nákladní soupravy velké zastoupení (10,5 %), by bylo nutné zajistit dostatečně široký okružní pás, který by ve středu křižovatky měl být uzpůsobený pro průjezd rozměrných nákladních vozidel. Zároveň pro plynulý a bezpečný průjezd je potřebný dostatečně velký poloměr vjezdů a výjezdů.

Pokud by nedošlo k vybudování okružní křižovatky, je nutné zvážit další opatření, která by znamenala zvýšení bezpečnosti. Nejvhodnějším opatřením, které by vedlo k očekávanému výsledku, je zavedení světelného signalizačního zabezpečení. Z analýzy dopravních nehod na řešené křižovatce vyplývá, že nejčastějším a nejpravděpodobnějším důvodem vzniku dopravní nehody je nedání přednosti v jízdě. Ve směru od Pardubic je nedání přednosti v jízdě zapříčiněno neakceptováním dopravního značení, které je způsobeno přehlédnutím současně nepřiliš výrazného dopravního značení. Zavedením SSZ by

se pravděpodobnost, že řidič toto zařízení přehlédne, přiblížila téměř k nule. V opačném směru, tedy od Žďáru nad Sázavou, je dopravní přestupek v podobě nedání přednosti v jízdě způsoben malými časovými odstupy vozidel v nadřazených proudech na bezpečný průjezd křižovatkou. U dopravních proudů třetího a čtvrtého stupně je velmi malá časová rezerva na průjezd křižovatkou z důvodu vytížení ostatních dopravních proudů. Proto řidiči jednájí často ve stresu a snaží se využít i menších časových odstupů vozidel v nadřazených proudech k rychlému projetí křižovatkou, což vede ke vzniku dopravní nehody. Aplikací SSZ, která se vyznačuje jasně vymezeným časovým prostorem pro projetí křižovatkou, by tento problém v podobě nedání přednosti v jízdě byl eliminován. I přes to, že se jedná o jedno z nejvhodnějších a nejbezpečnějších opatření, obec jeho realizaci neplánuje. Důvodem jsou finanční prostředky potřebné nejen na vybudování, ale i na samotný provoz. Výstavbu a následně samotný provoz SSZ nehradí správce komunikace (v tomto případě Ředitelství silnic a dálnic), ale samotná obec.

Samotná křižovatka je značně využívána chodci a v letních měsících cyklisty. Jejich bezpečnostní ochrana je ovšem zneklidňující. Důvodem je špatně viditelné vodorovné značení upozorňující účastníky silničního provozu na přechod pro chodce a chybějící osvětlení přechodů. Vzhledem k tomu, že v blízkosti křižovatky se nachází kino, základní škola a motorest, je počet chodců pohybujících se u křižovatky vysoký. Možností, jak zvýšit bezpečnost nejzranitelnějších účastníků silničního provozu, je zvýraznění vodorovného značení, nejlépe však zavedení tzv. bezpečnostních přechodů (technologie popsána v podkapitole 2.2.3). Ochranu ve večerních a nočních hodinách a za snížené viditelnosti zajistit přisvětlením.

Vedení města je velkým zastáncem cyklistické dopravy a v posledních letech došlo k velkému počtu vybudování nových cyklostezek a pěších zón. To vše má za následek, že cyklistická doprava má v regionu stále větší zastoupení. Řešená křižovatka slouží jako spojnice jednotlivých cyklostezek a k jejich napojení musí cyklista využít průjezd křižovatkou. V současné době neexistuje žádné opatření, které by cyklisty chránilo nebo upozorňovalo ostatní účastníky silničního provozu na jejich výskyt. Opatřením, jak zvýšit bezpečnost cyklistů, je realizace piktoqramového koridoru pro cyklisty pomocí vodorovné dopravní značky s označením V20. Tato dopravní značka upozorňuje řidiče na výskyt cyklistů, ovšem cyklistům nezaručuje žádná práva.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce je návrh změny organizace dopravy vedoucí ke zvýšení bezpečnosti. Analýza ukázala, že současná neřízená křižovatka již nespĺňuje dopravní požadavky z kapacitního hlediska ani z hlediska bezpečnosti. Byla navržena a posouzena vhodná opatření, která by vedla ke zlepšení stávající dopravní situace a tím i ke zvýšení bezpečnosti prostřednictvím zvýšení kapacity křižovatky a realizací svislého značení, vodorovného značení a piktogramového koridoru pro cyklisty.

Z navržených opatření vyplynulo, že vybudováním okružní křižovatky by se dosáhlo zvýšení kapacity křižovatky, ovšem problém by mohl být z hlediska rozměrů při průjezdu rozměrnějších nákladních vozidel. Jako vhodná alternativa by bylo zřízení světelného signalizačního zabezpečení, které město ale nebude financovat. Všechna uvedená opatření musí být doplněna prvky, které zvýší bezpečnost chodců, cyklistů a osob s omezenou schopností pohybu a orientace.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Počet registrovaných vozidel v kraji Vysočina	13
Tabulka 2 Počet nehod v silničním provozu podle jednotlivých měsíců	20
Tabulka 3 Vývoj počtu nehod na území města Ždírec nad Doubravou.....	21
Tabulka 4 Počet nehod během týdne	26
Tabulka 5 Hodnoty dopravních intenzit	28
Tabulka 6 Intenzity špičkové dopravy v roce 2011	30
Tabulka 7 Intenzity špičkové hodiny v roce 2031	31
Tabulka 8 Orientační maximální kapacity různých typů křižovatek	33
Tabulka 9 Přepočtové koeficienty dopravního proudu	33
Tabulka 10 Součet intenzit nadřazených dopravních proudů na průsečné křižovatce	35
Tabulka 11 Závislost stupně vytížení na úrovni kvality dopravy	38
Tabulka 12 Úroveň kvality na křižovatce.....	38
Tabulka 13 Doporučené parametry malé okružní křižovatky	43
Tabulka 14 Výhledová intenzita dopravy pro rok 2031	44
Tabulka 15 Tabulka intenzit na okružní křižovatce	45
Tabulka 16 Tabulka intenzit na okruhu v různých úsecích	46
Tabulka 17 Limitní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu do okružní křižovatky	49
Tabulka 18 Výpočet kapacity okružní křižovatky s jedním pruhem na vjezdu a jedním pruhem na okruhu	51
Tabulka 19 Výpočet kapacity okružní křižovatky s jedním pruhem na výjezdu a jedním pruhem na okruhu.....	53

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Poloha Ždírc nad Doubravou	11
Obrázek 2 Umístění křižovatek	14
Obrázek 3 Křižovatka I/34 a II/345	15
Obrázek 4 Křižovatka I/34 a I/37	16
Obrázek 5 Přechod pro chodce v blízkosti školy	17
Obrázek 6 Znázornění cyklistických zón.....	18
Obrázek 7 Vývoj počtu dopravních nehod na území města Ždírec nad Doubravou	22
Obrázek 8 Vývoj následků nehod na území města Ždírec nad Doubravou.....	23
Obrázek 9 Schéma křižovatky s označením dopravních proudů	28
Obrázek 10 Kartogram zatížení křižovatky	29
Obrázek 11 Podíl jednotlivých druhů dopravy.....	30
Obrázek 12 Sjednocené číslování dopravních proudů v průsečné neřízené křižovatce	33
Obrázek 13 Schéma křižovatky se stupni podřazenosti jednotlivých dopravních proudů	34
Obrázek 14 Schéma okružní křižovatky	40
Obrázek 15 Jednoduché schéma okružní křižovatky	45
Obrázek 16 Vztah střední doby zdržení na kapacitě a její rezervě	48
Obrázek 17 Délka fronty $N_{95\%}$ na vjezdech do neřízené křižovatky v závislosti na stupni vytížení a_v	50
Obrázek 18 Rozdíl kapacity vjezdu a intenzity vjezdu.....	51
Obrázek 19 Rozdíl kapacity výjezdu a intenzity výjezdu	53
Obrázek 20 Svislé dopravní značení P06 a IP22.....	54
Obrázek 21 Světelně řízená křižovatka.....	55
Obrázek 22 Červeno-bílý přechod pro chodce.....	56
Obrázek 23 Přisvětlení přechodu pro chodce	57
Obrázek 24 Piktogramy upozorňující na cyklisty	58

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

1. *Veřejná správa online: města obce* [online]. 2011 [cit. 2011-11-06]. Dostupné z WWW: <<http://mesta.obce.cz/zsu/vyhledat-19564.html>>.
2. *Úplné znění zákona č.361/2001 Sb.* [online]. 2011 [cit. 2011- 12-08]. Dostupné z WWW: <http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/703/.cmd/ad/.c/311/.ce/10823/.p/8413/_s.155/703?PC_8413_1=361/2000&PC_8413_ps=10>.
3. *Jednotná dopravní vektorová mapa* [online]. 2011 [cit. 2011-12-14]. Dostupné z WWW:<<http://www1.jdvm.cz/cz/s502/Rozcestnik/c7316-Statistika-nehod-v-zadane-lokalite>>.
4. TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovňových křižovatek, EDIP s.r.o., 2007.
5. Skripta *Dopravní inženýrství*, Ing. Michaela Ledvinová Ph.D., 2011.
6. ČSN 73 6102 *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích*. Praha: Český normalizační institut 2007. 180 s.
7. *Okružní křižovatky* [online]. [cit. 2012-03-30]. Dostupné z: <<http://web.quick.cz/z.pliska/uvodem.html>>.
8. *Okružní křižovatky – ano či ne?* [online]. [cit. 2012-03-30]. Dostupné z: <http://www.tsk-praha.cz/wps/portal/doprava/web/pro-odborniky/zajimavosti-doprava!/ut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gT5wBnSydDRwP_YAtzA09HH2cPb2NnA3cvM6B8pFm8pZ-pU4C3u6GBgZevAVDeOdgr0MvF0MDdnIDucJB9yPrdLV1B-o18zR0NjNwNjdHIMc0HyRvgAI4G-n4e-bmp-gW5EQaZAemKAHeRaJk!/dl3/d3/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/?WCM_GLOBAL_CONTEXT=%2fwps%2fwcm%2fconnect%2ftsk%20doprava%2fcz%2fpro%20odborniky%2fzajimavosti%20o%20doprave%2fe2eb7180444cd2b78ed7bf18189c0fa9&WCM_PORTLET=PC_7_4CPC9B1A0GF3E0IQPVQ85U3004017161_WCM>.
9. Univerzita Pardubice – podklady pro cvičení z předmětu Dopravní inženýrství.
10. TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek, EDIP s.r.o., 2011.
11. Univerzita Pardubice – podklady z předmětu provozování silniční dopravy.
12. TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích, EDIP s.r.o., 2007.
13. TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy.

14. *Internetový zpravodaj Komunikace a doprava* [online]. 2012 [cit. 2012-04-23].
Dostupné z WWW: < <http://www.izdoprava.cz/2012/03/blikajici-prechody-prochodce-maji-v-usti-nad-labem/> >

SEZNAM ZKRATEK

s.r.o.	společnost s ručeným omezením
a.s.	akciová společnost
UKD	úroveň kvality dopravy
SSZ	světelné signalizační zabezpečení
TP	technické podmínky
ČSN	česká státní norma

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A: Sčítací list dopravy

Příloha B: Protokol intenzity dopravy z Pardubic na Havlíčkův Brod

Příloha C: Protokol intenzity dopravy z Pardubic na Žďár nad Sázavou

Příloha D: Protokol intenzity dopravy z Pardubic na Hlinsko

Příloha E: Protokol intenzity dopravy z Havlíčkova Brodu na Žďár nad Sázavou

Příloha F: Protokol intenzity dopravy z Havlíčkova Brodu na Hlinsko

Příloha G: Protokol intenzity dopravy z Havlíčkova Brodu na Pardubice

Příloha H: Protokol intenzity dopravy ze Žďáru nad Sázavou na Havlíčkův Brod

Příloha I: Protokol intenzity dopravy ze Žďáru nad Sázavou na Pardubice

Příloha J: Protokol intenzity dopravy ze Žďáru nad Sázavou na Hlinsko

Příloha K: Protokol intenzity dopravy z Hlinska na Pardubice

Příloha L: Protokol intenzity dopravy z Hlinska na Havlíčkův Brod

Příloha M: Protokol intenzity dopravy z Hlinska na Žďár nad Sázavou

Příloha N: Protokol výpočtu kapacity neřízené křižovatky

PŘÍLOHY

Příloha B

Intenzita dopravy z Pardubic do Havlíčkova Brodu

Místo:	Pardubice - Havl. Brod	Datum:	9.12.2011			
Číslo komunikace:	I. Třída	Den týdne:	pátek			
Stanoviště:		Doba průzkumu:	14:00 - 16:00			
1.	Kategorie a třída komunikace:		S I			
2.	Nedělní faktor:					
3.	Charakter provozu:		hospodářský	smíšený	rekreační	
4.	Skupina přepočtových koeficientů:					
			druh vozidel			
			O	N	K	S
5.	Intenzita dopravy za dobu průzkumu běžného pracovního dne	I_m [voz]	196	39	22	257
6.	Přepočtový koeficient denních variací	$k_{m,d}$ [-]	6,58	7,66	8,31	6,88
7.	Denní intenzita dopravy	I_d [voz/den]	1290	299	183	1769
8.	Přepočtový koeficient týdenních variací	$k_{d,t}$ [-]	0,87	0,80	0,83	0,84
9.	Týdenní průměr denních intenzit dopravy	I_t [voz/den]	1127	240	153	1492
10.	Přepočtový koeficient ročních variací	$k_{t,RPDI}$ [-]	1,19	1,18	1,15	1,12
11.	Roční průměr denních intenzit dopravy	RPDI [voz/den]	1345	283	177	1668
12.	Odhad přesnosti určení RPDI	[%]				18,4
13.	Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,50}$ [-]				
14.	Padesátirázová hodinová intenzita dopravy	I_{50} [voz]				
15.	Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,sh}$ [-]	0,081			
16.	Intenzita špičkové hodiny	I_{sh} [voz]	109	23	15	136

Příloha C

Intenzita dopravy z Pardubic do Žďáru nad Sázavou

Místo:	Pardubice - Žďár nad Sázavou	Datum:	9.12.2011			
Číslo komunikace:	I. Třída	Den týdne:	pátek			
Stanoviště:		Doba průzkumu:	14:00 - 16:00			
1.	Kategorie a třída komunikace:		S I			
2.	Nedělní faktor:					
3.	Charakter provozu:		hospodářský	smíšený	rekreační	
4.	Skupina přepočtových koeficientů:		druh vozidel			
			O	N	K	S
5.	Intenzita dopravy za dobu průzkumu běžného pracovního dne	I_m [voz]	140	28	14	182
6.	Přepočtový koeficient denních variací	$k_{m,d}$ [-]	6,58	7,66	8,31	6,88
7.	Denní intenzita dopravy	I_d [voz/den]	922	215	117	1253
8.	Přepočtový koeficient týdenních variací	$k_{d,t}$ [-]	0,87	0,80	0,83	0,84
9.	Týdenní průměr denních intenzit dopravy	I_t [voz/den]	806	173	98	1057
10.	Přepočtový koeficient ročních variací	$k_{t,RPDI}$ [-]	1,19	1,18	1,15	1,12
11.	Roční průměr denních intenzit dopravy	RPDI [voz/den]	962	204	113	1182
12.	Odhad přesnosti určení RPDI	[%]				18,4
13.	Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,50}$ [-]				
14.	Padesátirázová hodinová intenzita dopravy	I_{50} [voz]				
15.	Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,sh}$ [-]	0,081			
16.	Intenzita špičkové hodiny	I_{sh} [voz]	78	17	10	96

Příloha D

Intenzita dopravy z Pardubic do Hlinska

Místo:	Pardubice - Hlinsko	Datum:	9.12.2011			
Číslo komunikace:	I. Třída	Den týdne:	pátek			
Stanoviště:		Doba průzkumu:	14:00 - 16:00			
1.	Kategorie a třída komunikace:		S I			
2.	Nedělní faktor:					
3.	Charakter provozu:		hospodářský	smíšený	rekreační	
4.	Skupina přepočtových koeficientů:		druh vozidel			
			O	N	K	S
5.	Intenzita dopravy za dobu průzkumu běžného pracovního dne	I_m [voz]	22	1	0	23
6.	Přepočtový koeficient denních variací	$k_{m,d}$ [-]	6,58	7,66	8,31	6,88
7.	Denní intenzita dopravy	I_d [voz/den]	145	8	0	159
8.	Přepočtový koeficient týdenních variací	$k_{d,t}$ [-]	0,87	0,80	0,83	0,84
9.	Týdenní průměr denních intenzit dopravy	I_t [voz/den]	127	7	0	135
10.	Přepočtový koeficient ročních variací	$k_{t,RPDI}$ [-]	1,19	1,18	1,15	1,12
11.	Roční průměr denních intenzit dopravy	RPDI [voz/den]	152	9	0	151
12.	Odhad přesnosti určení RPDI	[%]				18,5
13.	Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,50}$ [-]				
14.	Padesátirázová hodinová intenzita dopravy	I_{50} [voz]				
15.	Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,sh}$ [-]	0,081			
16.	Intenzita špičkové hodiny	I_{sh} [voz]	13	1	0	13

Příloha E

Intenzita dopravy z Havlíčkova Brodu do Žďáru nad Sázavou

Místo:	Havlíčkův Brod - Žďár n. Sázavou	Datum:	9.12.2011			
Číslo komunikace:	I. Třída	Den týdne:	pátek			
Stanoviště:		Doba průzkumu:	14:00 - 16:00			
1. Kategorie a třída komunikace:						S I
2. Nedělní faktor:						
3. Charakter provozu:	hospodářský		smíšený		rekreační	
4. Skupina přepočtových koeficientů:						druh vozidel
			O	N	K	S
5. Intenzita dopravy za dobu průzkumu běžného pracovního dne	I_m [voz]		38	2	0	40
6. Přepočtový koeficient denních variací	$k_{m,d}$ [-]		6,58	7,66	8,31	6,88
7. Denní intenzita dopravy	I_d [voz/den]		250	16	0	276
8. Přepočtový koeficient týdenních variací	$k_{d,t}$ [-]		0,87	0,80	0,83	0,84
9. Týdenní průměr denních intenzit dopravy	I_t [voz/den]		219	13	0	233
10. Přepočtový koeficient ročních variací	$k_{t,RPDI}$ [-]		1,19	1,18	1,15	1,12
11. Roční průměr denních intenzit dopravy	RPDI [voz/den]		262	16	0	261
12. Odhad přesnosti určení RPDI	[%]					18,5
13. Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,50}$ [-]					
14. Padesátirázová hodinová intenzita dopravy	I_{50} [voz]					
15. Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,sh}$ [-]		0,081			
16. Intenzita špičkové hodiny	I_{sh} [voz]		22	2	0	22

Příloha F

Intenzita dopravy z Havlíčkova Brodu do Hlinska

Místo:	Havlíčkův Brod - Hlinsko	Datum:	9.12.2011			
Číslo komunikace:	I. Třída	Den týdne:	pátek			
Stanoviště:		Doba průzkumu:	14:00 - 16:00			
1.	Kategorie a třída komunikace:	S I				
2.	Nedělní faktor:					
3.	Charakter provozu:	hospodářský	smíšený	rekreační		
4.	Skupina přepočtových koeficientů:					
		druh vozidel				
		O	N	K	S	
5.	Intenzita dopravy za dobu průzkumu běžného pracovního dne	I_m [voz]	153	19	10	182
6.	Přepočtový koeficient denních variací	$k_{m,d}$ [-]	6,58	7,66	8,31	6,88
7.	Denní intenzita dopravy	I_d [voz/den]	1007	146	84	1253
8.	Přepočtový koeficient týdenních variací	$k_{d,t}$ [-]	0,87	0,80	0,83	0,84
9.	Týdenní průměr denních intenzit dopravy	I_t [voz/den]	880	118	70	1057
10.	Přepočtový koeficient ročních variací	$k_{t,RPDI}$ [-]	1,19	1,18	1,15	1,12
11.	Roční průměr denních intenzit dopravy	RPDI [voz/den]	1051	139	81	1182
12.	Odhad přesnosti určení RPDI	[%]				18,4
13.	Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,50}$ [-]				
14.	Padesátirázová hodinová intenzita dopravy	I_{50} [VOZ]				
15.	Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,sh}$ [-]	0,081			
16.	Intenzita špičkové hodiny	I_{sh} [VOZ]	86	12	7	96

Příloha G

Intenzita dopravy z Havlíčkova Brodu do Pardubic

Místo:	Havlíčkův Brod - Pardubice	Datum:	9.12.2011			
Číslo komunikace:	I. Třída	Den týdne:	pátek			
Stanoviště:		Doba průzkumu:	14:00 - 16:00			
1. Kategorie a třída komunikace:						S I
2. Nedělní faktor:						
3. Charakter provozu:	hospodářský	smíšený	rekreační			
4. Skupina přepočtových koeficientů:						
			druh vozidel			
			O	N	K	S
5. Intenzita dopravy za dobu průzkumu běžného pracovního dne	I_m [voz]		317	66	45	428
6. Přepočtový koeficient denních variací	$k_{m,d}$ [-]		6,58	7,66	8,31	6,88
7. Denní intenzita dopravy	I_d [voz/den]		2086	506	374	2946
8. Přepočtový koeficient týdenních variací	$k_{d,t}$ [-]		0,87	0,80	0,83	0,84
9. Týdenní průměr denních intenzit dopravy	I_t [voz/den]		1822	407	312	2484
10. Přepočtový koeficient ročních variací	$k_{t,RPDI}$ [-]		1,19	1,18	1,15	1,12
11. Roční průměr denních intenzit dopravy	RPDI [voz/den]		2175	480	360	2776
12. Odhad přesnosti určení RPDI	[%]					18,4
13. Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,50}$ [-]					
14. Padesátirázová hodinová intenzita dopravy	I_{50} [voz]					
15. Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,sh}$ [-]		0,081			
16. Intenzita špičkové hodiny	I_{sh} [voz]		177	39	30	225

Příloha H

Intenzita dopravy ze Žďáru nad Sázavou do Havlíčkova Brodu

Místo:	Žďár n. Sázavou - Havlíčkův Brod	Datum:	9.12.2011			
Číslo komunikace:	I. Třída	Den týdne:	pátek			
Stanoviště:		Doba průzkumu:	14:00 - 16:00			
1.	Kategorie a třída komunikace:		S I			
2.	Nedělní faktor:					
3.	Charakter provozu:		hospodářský	smíšený	rekreační	
4.	Skupina přečtových koeficientů:					
			druh vozidel			
			O	N	K	S
5.	Intenzita dopravy za dobu průzkumu běžného pracovního dne	I_m [voz]	27	6	3	36
6.	Přečtový koeficient denních variací	$k_{m,d}$ [-]	6,58	7,66	8,31	6,88
7.	Denní intenzita dopravy	I_d [voz/den]	178	46	25	248
8.	Přečtový koeficient týdenních variací	$k_{d,t}$ [-]	0,87	0,80	0,83	0,84
9.	Týdenní průměr denních intenzit dopravy	I_t [voz/den]	156	37	21	210
10.	Přečtový koeficient ročních variací	$k_{t,RPDI}$ [-]	1,19	1,18	1,15	1,12
11.	Roční průměr denních intenzit dopravy	RPDI [voz/den]	187	44	25	235
12.	Odhad přesnosti určení RPDI	[%]				18,5
13.	Přečtový koeficient	$k_{RPDI,50}$ [-]				
14.	Padesátirázová hodinová intenzita dopravy	I_{50} [VOZ]				
15.	Přečtový koeficient	$k_{RPDI,sh}$ [-]	0,081			
16.	Intenzita špičkové hodiny	I_{sh} [VOZ]	16	4	3	20

Příloha I

Intenzita dopravy ze Žďáru nad Sázavou do Pardubic

Místo:	Žďár nad Sázavou - Pardubice	Datum:	9.12.2011			
Číslo komunikace:	I. Třídy	Den týdne:	pátek			
Stanoviště:		Doba průzkumu:	14:00 - 16:00			
1.	Kategorie a třída komunikace:		S I			
2.	Nedělní faktor:					
3.	Charakter provozu:		hospodářský	smíšený	rekreační	
4.	Skupina přepočtových koeficientů:					
			druh vozidel			
			O	N	K	S
5.	Intenzita dopravy za dobu průzkumu běžného pracovního dne	I_m [voz]	148	19	13	180
6.	Přepočtový koeficient denních variací	$k_{m,d}$ [-]	6,58	7,66	8,31	6,88
7.	Denní intenzita dopravy	I_d [voz/den]	974	146	108	1239
8.	Přepočtový koeficient týdenních variací	$k_{d,t}$ [-]	0,87	0,80	0,83	0,84
9.	Týdenní průměr denních intenzit dopravy	I_t [voz/den]	851	118	90	1045
10.	Přepočtový koeficient ročních variací	$k_{t,RPDI}$ [-]	1,19	1,18	1,15	1,12
11.	Roční průměr denních intenzit dopravy	RPDI [voz/den]	1016	139	104	1168
12.	Odhad přesnosti určení RPDI	[%]				18,4
13.	Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,50}$ [-]				
14.	Padesátirázová hodinová intenzita dopravy	I_{50} [voz]				
15.	Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,sh}$ [-]	0,081			
16.	Intenzita špičkové hodiny	I_{sh} [voz]	83	12	9	95

Příloha J

Intenzita dopravy ze Žďáru nad Sázavou do Hlinska

Místo:	Žďár nad Sázavou - Hlinsko	Datum:	9.12.2011			
Číslo komunikace:	I. Třída	Den týdne:	pátek			
Stanoviště:		Doba průzkumu:	14:00 - 16:00			
1.	Kategorie a třída komunikace:		S I			
2.	Nedělní faktor:					
3.	Charakter provozu:		hospodářský	smíšený	rekreační	
4.	Skupina přepočtových koeficientů:		druh vozidel			
			O	N	K	S
5.	Intenzita dopravy za dobu průzkumu běžného pracovního dne	I_m [voz]	41	18	4	63
6.	Přepočtový koeficient denních variací	$k_{m,d}$ [-]	6,58	7,66	8,31	6,88
7.	Denní intenzita dopravy	I_d [voz/den]	270	138	34	434
8.	Přepočtový koeficient týdenních variací	$k_{d,t}$ [-]	0,87	0,80	0,83	0,84
9.	Týdenní průměr denních intenzit dopravy	I_t [voz/den]	236	111	29	366
10.	Přepočtový koeficient ročních variací	$k_{t,RPDI}$ [-]	1,19	1,18	1,15	1,12
11.	Roční průměr denních intenzit dopravy	RPDI [voz/den]	282	131	34	409
12.	Odhad přesnosti určení RPDI	[%]				18,4
13.	Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,50}$ [-]				
14.	Padesátirázová hodinová intenzita dopravy	I_{50} [voz]				
15.	Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,sh}$ [-]	0,081			
16.	Intenzita špičkové hodiny	I_{sh} [voz]	23	11	3	34

Příloha K

Intenzita dopravy z Hlinska do Pardubic

Místo:	Hlinsko - Pardubice	Datum:	9.12.2011			
Číslo komunikace:	I. Třída	Den týdne:	pátek			
Stanoviště:		Doba průzkumu:	14:00 - 16:00			
1. Kategorie a třída komunikace:						S I
2. Nedělní faktor:						
3. Charakter provozu:	hospodářský		smíšený	rekreační		
4. Skupina přepočtových koeficientů:						
						druh vozidel
						O N K S
5. Intenzita dopravy za dobu průzkumu běžného pracovního dne	I_m [voz]	54	2	2	58	
6. Přepočtový koeficient denních variací	$k_{m,d}$ [-]	6,58	7,66	8,31	6,88	
7. Denní intenzita dopravy	I_d [voz/den]	356	16	17	400	
8. Přepočtový koeficient týdenních variací	$k_{d,t}$ [-]	0,87	0,80	0,83	0,84	
9. Týdenní průměr denních intenzit dopravy	I_t [voz/den]	311	13	15	338	
10. Přepočtový koeficient ročních variací	$k_{t,RPDI}$ [-]	1,19	1,18	1,15	1,12	
11. Roční průměr denních intenzit dopravy	RPDI [voz/den]	372	16	18	378	
12. Odhad přesnosti určení RPDI	[%]				18,5	
13. Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,50}$ [-]					
14. Padesátirázová hodinová intenzita dopravy	I_{50} [voz]					
15. Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,sh}$ [-]	0,081				
16. Intenzita špičkové hodiny	I_{sh} [voz]	31	2	2	31	

Příloha L

Intenzita dopravy z Hlinska do Havlíčkova Brodu

Místo:	Hlinsko - Havlíčkův Brod	Datum:	9.12.2011			
Číslo komunikace:	I. Třída	Den týdne:	pátek			
Stanoviště:		Doba průzkumu:	14:00 - 16:00			
1. Kategorie a třída komunikace:						S I
2. Nedělní faktor:						
3. Charakter provozu:	hospodářský		smíšený		rekreační	
4. Skupina přepočtových koeficientů:						
druh vozidel						
		O	N	K	S	
5. Intenzita dopravy za dobu průzkumu běžného pracovního dne	I_m [voz]	123	23	13	159	
6. Přepočtový koeficient denních variací	$k_{m,d}$ [-]	6,58	7,66	8,31	6,88	
7. Denní intenzita dopravy	I_d [voz/den]	810	177	108	1095	
8. Přepočtový koeficient týdenních variací	$k_{d,t}$ [-]	0,87	0,80	0,83	0,84	
9. Týdenní průměr denních intenzit dopravy	I_t [voz/den]	708	143	90	924	
10. Přepočtový koeficient ročních variací	$k_{t,RPDI}$ [-]	1,19	1,18	1,15	1,12	
11. Roční průměr denních intenzit dopravy	RPDI [voz/den]	845	169	104	1033	
12. Odhad přesnosti určení RPDI	[%]				18,4	
13. Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,50}$ [-]					
14. Padesátirázová hodinová intenzita dopravy	I_{50} [voz]					
15. Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,sh}$ [-]					0,081
16. Intenzita špičkové hodiny	I_{sh} [voz]	69	14	9	84	

Příloha M

Intenzita dopravy z Hlinska do Žďáru nad Sázavou

Místo:	Hlinsko - Žďár nad Sázavou	Datum:	9.12.2011			
Číslo komunikace:	I. Třída	Den týdne:	pátek			
Stanoviště:		Doba průzkumu:	14:00 - 16:00			
1.	Kategorie a třída komunikace:		S I			
2.	Nedělní faktor:					
3.	Charakter provozu:		hospodářský	smíšený	rekreační	
4.	Skupina přepočtových koeficientů:		druh vozidel			
			O	N	K	S
5.	Intenzita dopravy za dobu průzkumu běžného pracovního dne	I_m [voz]	62	6	1	69
6.	Přepočtový koeficient denních variací	$k_{m,d}$ [-]	6,58	7,66	8,31	6,88
7.	Denní intenzita dopravy	I_d [voz/den]	408	46	9	475
8.	Přepočtový koeficient týdenních variací	$k_{d,t}$ [-]	0,87	0,80	0,83	0,84
9.	Týdenní průměr denních intenzit dopravy	I_t [voz/den]	357	37	8	401
10.	Přepočtový koeficient ročních variací	$k_{t,RPDI}$ [-]	1,19	1,18	1,15	1,12
11.	Roční průměr denních intenzit dopravy	RPDI [voz/den]	427	44	10	449
12.	Odhad přesnosti určení RPDI	[%]				18,4
13.	Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,50}$ [-]				
14.	Padesátirázová hodinová intenzita dopravy	I_{50} [voz]				
15.	Přepočtový koeficient	$k_{RPDI,sh}$ [-]	0,081			
16.	Intenzita špičkové hodiny	I_{sh} [voz]	35	4	1	37

Výpočet kapacity neřízené křižovatky

dopravní proud		vjezd	řadící pruh
z	do		
Havl. Brod	Pce	A	1
	Hli		2
	ŽnS		3
Žďár nad Sázavou	HB	B	4
	Pce		5
	Hli		6
Hlinsko	ŽnS	C	7
	HB		8
	Pce		9
Pardubice	Hli	D	10
	ŽnS		11
	HB		12

paprsek křižovatky	dopravní proud	OA [voz/h]	NA [voz/h]	NS [voz/h]	M [voz/h]	C [voz/h]	(skutečná) intenzita dopr. proudu [voz/h]	(zohledněná) intenzita dopr. proudu [pvoz/h]	nadřazené dopravní proudy
A	1	317	66	45			428	506	159
	2	153	19	10			182	203	-
	3	38	2	0			40	41	-
B	4	27	6	3			36	42	1326
	5	148	19	13			180	203	887
	6	41	18	4			63	76	202
C	7	62	6	1			69	73	182
	8	123	23	13			159	184	-
	9	54	2	2			58	61	-
D	10	22	1	0			23	24	1130
	11	140	28	14			182	210	887
	12	196	39	22			257	299	188

Dopravní proud	(zohledněná) intenzita dopr. proudu [pvoz/h]	(skutečná) intenzita nadřazených dopr. proudu [voz/h]	základní kapacita G_n [pvoz/h]	t_g	t_f
1	506	587	821	4,5	2,6
7	73	251	1107	4,5	2,6
6	76	265	788	4,7	3,7
12	299	445	684	4,7	3,7
5	203	1067	261	6,2	3,9
11	210	1069	261	6,2	3,9
4	42	1362	175	6,3	4,1
10	24	1153	225	6,3	4,1

$$G_n = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H - (t_g \cdot \frac{I_f}{2})}{3600}}$$

$$p_{0,n} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - a_v \\ 0 \end{array} \right\}$$

Kapacita pruhu podřazených proudů 2. stupně

Dopravní proud	kapacita C_n [pvoz/h]	stupeň vytižení a_v [-]	délka fronty $N_{95\%}$ [m]	pravděpodobnost nevzdutí proudu $p_{0,n}$ [-]	p_x [-]
1	821	0,616		0,384	0,358
7	1107	0,066		0,934	
6	788	0,096		0,904	
12	684	0,437		0,563	

$$C_n = G_n \quad a_v = \frac{I_n}{C_n}$$

$$a_v = \frac{\sum I_i}{\sum C_i}$$

Kapacita pruhu podřazených proudů 3. stupně

Dopravní proud	kapacita C_n [pvoz/h]	stupeň vytižení a_v [-]	pravděpodobnost nevzdutí proudu $p_{0,n}$ [-]	$p_{z,n}$ [-]
5	93,536	2,170		
11	93,536	2,245		

$$C_n = p_x \cdot G_n \quad p_{z,n} = \frac{1}{1 + \frac{1 - p_x}{p_x} + \frac{1 - p_{0,n}}{p_{0,n}}}$$