

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Organizace silniční dopravy

Zbyněk Dobiáš

Bakalářská práce

2008

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Katedra technologie a řízení dopravy
Akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Zbyněk DOBIÁŠ**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy-Technologie a řízení dopravních systémů**

Název tématu: **Organizace silniční 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. Analýza budoucích změn
 3. Opatření na změnu organizace dopravy
 4. Posouzení opatření na organizaci dopravy
- Závěr

Rozsah grafických prací: 2-5
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

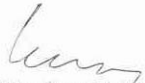
1. SLABÝ, P.; UHLÍK, M.: Dopravní inženýrství I. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006, 101s., ISBN 80-01-03365-1
2. JIRAVA, P.; SLABÝ, P.: Dopravní inženýrství. Praha: ČVUT, 1990, 165s., ISBN 80-01-00213-6
3. PIPKOVÁ, B.; DLOUHÁ, E.; JIRAVA, P.; SLABÝ, P.: Dopravní inženýrství. Návod pro cvičení. Praha: ČVUT, 1994, 144s., ISBN 80-01-01226-3

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

Datum zadání bakalářské práce: 31. prosince 2007
Termín odevzdání bakalářské práce: 26. května 2008


prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.


doc. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 11. dubna 2008

SOUHRN

Bakalářská práce se zabývá analýzou možnosti přebudování současné světelně řízené křižovatky na okružní křižovatku. Porovnává je z kapacitního hlediska. Zhodnocuje, jestli je vhodné začít budovat okružní křižovatku již nyní nebo v budoucnosti společně s obchvatem a nadjezdem.

KLÍČOVÁ SLOVA

okružní křižovatka, intenzita vozidel, kapacita křižovatky, dopravní průzkum

TITLE

Road traffic organisation

ABSTRACT

The aim of this bachelor work is analyse of reconstruction chances of current crossing with traffic lights to traffic circle. It is compared to capacity. It reviews if it is appropriate to begin with building of traffic circle now or in the future together with close envelopment and fly-over.

KEYWORDS

traffic circle, intensity of vehicles, capacity of crossing, transportation survey

Poděkování

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

Dále bych rád poděkoval Magistrátu města Přerova odboru rozvoje, který mi poskytl cenné informace a materiály.

V neposlední řadě bych rád poděkoval svojí rodině za psychickou podporu a také za pomoc při provádění dopravního průzkumu.

OBSAH

ÚVOD	7
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	8
1.1 Charakteristika statutárního města Přerov	8
1.2 Charakteristika dopravní situace	8
1.3 Dopravní průzkum na řešené křižovatce	10
1.4 Kapacita řízené křižovatky	15
1.4.1 <i>Součty konfliktních proudů</i>	15
1.4.2 <i>Kapacita křižovatky</i>	18
1.4.3 <i>Posouzení</i>	18
1.5 Výpočet kapacity na řešené křižovatce	18
2 ANALÝZA BUDOUCÍCH ZMĚN	21
2.1 Okružní křižovatky	21
2.1.1 <i>Základní údaje</i>	21
2.2 Kapacita okružní křižovatky	25
2.2.1 <i>Metody výpočtu kapacity okružní křižovatky ve světě</i>	26
3 OPATŘENÍ NA ZMĚNU ORGANIZACE DOPRAVY	30
3.1 Výpočet kapacity okružní křižovatky podle normy TP 135	30
3.2 Výpočet kapacity okružní křižovatky podle metody profesora Brillona	33
3.3 Výpočet kapacity navrhované okružní křižovatky	35
3.3.1 <i>Jeden pruh na vjezdu a jeden pruh na okruhu</i>	36
3.3.2 <i>Jeden pruh na vjezdu a dva pruhy na okruhu</i>	37
4 POSOUZENÍ OPATŘENÍ NA ORGANIZACI DOPRAVY	39
ZÁVĚR	41
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	42
SEZNAM OBRÁZKŮ	43
SEZNAM TABULEK	44
SEZNAM PŘÍLOH	45
PŘÍLOHY	47

ÚVOD

Tato práce, jak již napovídá její název „Organizace silniční dopravy“, se zabývá organizací silniční dopravy, zaměřenou na frekventovanou světelně řízenou křižovatku umístěnou v severní části statutárního města Přerova.

Úvodní kapitola se zabývá analýzou současného stavu, tedy popisuje dopravní situaci a danou křižovatku a její náležitosti. Je uvedeno, jak a také kdy probíhaly jednotlivé dopravní průzkumy. Ty jsou zde zpracovány a popsány jejich výsledky. Dále je možné se z této kapitoly dozvědět, jak se počítá kapacita světelně řízené křižovatky a aplikace tohoto postupu na dané křižovatce.

Další část práce se zaměřuje čistě na okružní křižovatky. Je rozebrána charakteristika okružních křižovatek, jejich výhody z mnoha pohledů a rovněž i nevýhody z totožných pohledů. Následuje rozebírání různých metod výpočtu kapacity okružní křižovatky, které se používají po celém světě i v ČR i jejich výhody a nevýhody.

V následné kapitole jsou podrobně vysvětleny dvě metody výpočtu kapacity okružní křižovatky používané v ČR. První je metoda výpočtu profesora Brillona a druhá je metoda výpočtu podle normy TP 135. První zmíněná metoda je poté použita na výpočet kapacity navrhované okružní křižovatky.

Poslední kapitola zhodnocuje všechny závěry vyplývající z jednotlivých výpočtů provedených v celé práci a hodnotí se, jaký způsobem je možné splnit cíl této práce.

Zmíněný cíl práce je, zda je výhodné vybudovat okružní křižovatku namísto současné světelně řízené křižovatky, jestli je vhodné s vybudováním počkat do postavení obchvatu nebo stavbu provést nyní.

1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

1.1 Charakteristika statutárního města Přerov

Město Přerov, ležící uprostřed Moravy v Olomouckém kraji, je od 1. července 2006 statutárním městem. Leží 22 km jihovýchodně od Olomouce v Hornomoravském úvalu na řece Bečvě, přibližně 210 metrů nad mořem. Přerov je důležitou dopravní křižovatkou. Spolu s krajským městem Olomouc je nejvýznamnějším železničním uzlem na Moravě. Město zaujímá rozlohu 58,48 km², čítá asi 48 000 obyvatel a je sídlem mnoha významných průmyslových podniků (PRECHEZA, Přerovské strojírný, Meopta, Kazeto a další). Přerov je také městem vojenským, sídlí zde 23. základna vrtulníkového letectva Edvarda Beneše a Výcvikové středisko Přerov. V budoucnu by měl být Přerov křižovatkou Průplavu Dunaj-Odra-Labe a jedním z jeho hlavních přístavů. Část historického jádra města (Horní Město) je od roku 1992 městskou památkovou zónou [8].

První písemná zmínka o Přerovu pochází z roku 1141 v listině olomouckého biskupa Jindřicha Zdíka, ve které je přerovský hradní velkofarní kostel Svatého Jiří zmiňován mezi sedmi nejdůležitějšími kostely na Moravě. V roce 1256 byl povýšen králem Přemyslem Otakarem II. na královské město. Prudký rozvoj města nastal v roce 1841 po zavedení hlavní železnice z Vídně do Olomouce, později do Prahy a Bohumína a tím se stal důležitou obchodní křižovatkou, kterou je dodnes [8].

1.2 Charakteristika dopravní situace

Statutární město Přerov dlouhodobě trápí špatná dopravní situace. Ta vychází převážně z toho, že město je rozděleno řekou Bečvou na dvě části. Ty jsou spojeny dvěma mosty, z kterých jeden je nedávno rozšiřovaný na dvojitý. Tyto mosty jsou ovšem velmi blízko u sebe, což má za následek, že doprava musí vést přes centrum města nebo přes okolní vesnice resp. městské části. Přerov je lemován důležitou a frekventovanou železniční tratí. Střetává se zde II. a III. koridor, a proto asi největší slabinou přerovské dopravy jsou dva úzké a nízké železniční podjezdy na severozápadním a jihozápadním konci města.

Z postavení města vzhledem ke střední Moravě nebo i České republice je vidět, že je dopravní křižovatkou, kde se nejen silniční doprava větví do několika velice důležitých a frekventovaných směrů. Jsou to směry na severu města na Olomouc a Ostravu, na jihu města na Zlín a Brno (dálnice D1), na západě na Prostějov, kde se silniční doprava napojuje na rychlostní silnici R46 a na východě na Bystřici pod Hostýnem resp. hojně využívanou a navštěvovanou rekreační oblast v Hostýnských vrších. Díky těmto faktům a s přihlédnutím

k tomu, že Přerov dosud nemá žádný obchvat kolem města, se dá usoudit, že je tzv. tranzitní křižovatkou nákladní silniční dopravy. Jinak řečeno, že město musí denně vstřebat mnoho nákladních, ale i osobních vozidel, která městem jen projíždějí kvůli špatnému řešení dopravní situace na střední Moravě, zvláště v okolí Přerova.

Pro zlepšení dopravní situace ve statutárním městě Přerov se začalo v poslední době realizovat několik projektů. Nejprve vzniklo několik kruhových objezdů v různých částech města, které mají zlepšit plynulost provozu. Taktéž došlo k již zmíněnému rozšíření jednoho mostu „na dva“ a s tím souvisejícím rozšíření komunikace z dvouproudové na čtyřproudovou v ulici Polní. Tato komunikace ústí do hlavní velké světelně řízené křižovatky, kde se střetávají všechny hlavní proudy z města a do města v severovýchodní části města. Tato křižovatka je „tepnu“ přerovské dopravy. Na následujícím obrázku (obr. 1) jsou znázorněny směry, kam jednotlivé paprsky křižovatky vedou. Světelné řízení této křižovatky má za následek dlouhé čekací fronty v době největších dopravních špiček. Problém je rovněž v železničním podjezdu (viz. červená šipka na obr. 1), který navazuje na paprsek směrem na Olomouc. Ten je velmi úzký a také nízký, což způsobuje jeho velice časté ucpání nákladními vozidly, která špatně odhadnou svoji výšku, a pak musí projíždět pod podjezdem velice pomalu mnohdy s rezervou o velikosti několika centimetrů, někdy i milimetrů. Nehody způsobené špatným odhadem výšky a následné uzavření podjezdu také nejsou ničím výjimečným. Podjezd rovněž leží na nepevném bažinatém podkladu, což má za následek časté pohyby asfaltu a s tím související havarijní stav této části komunikace. Opravy ale nejsou vůbec jednoduché, neboť uzavření byť jen jednoho dopravního pruhu znamená úplný kolaps přerovské dopravy, a proto se různé výtluky a propadliny často řeší pouhým prozatímním zalepením asfaltem.

Z obrázku (obr. 1) je rovněž zřejmé, že komunikace nejsou stejného typu, jsou pod jinou správou. Směry na Olomouc, Hranice a městský okruh (Polní ulice) jsou ve správě státu a směr centrum (ulice Velká Dlážka) je ve správě Olomouckého kraje. Z těchto důvodů je nějaké vyřešení této velice frekventované křižovatky velice složité, protože se na společném postupu musí dohodnout, jak stát tak kraj a samozřejmě v neposlední řadě také město. Někjaké návrhy na zlepšení dopravní situace v tomto místě již byli vypracovány, ale vždy byly odeslány ke zpětnému přepracování. V současnosti se přepracovává finální verze projektu úpravy této křižovatky s projektem nadjezdu a napojením na obchvat (viz. kapitola 4).



obr. 1: Řešená křižovatka

zdroj: [9] s vlastními úpravami

1.3 Dopravní průzkum na řešené křižovatce

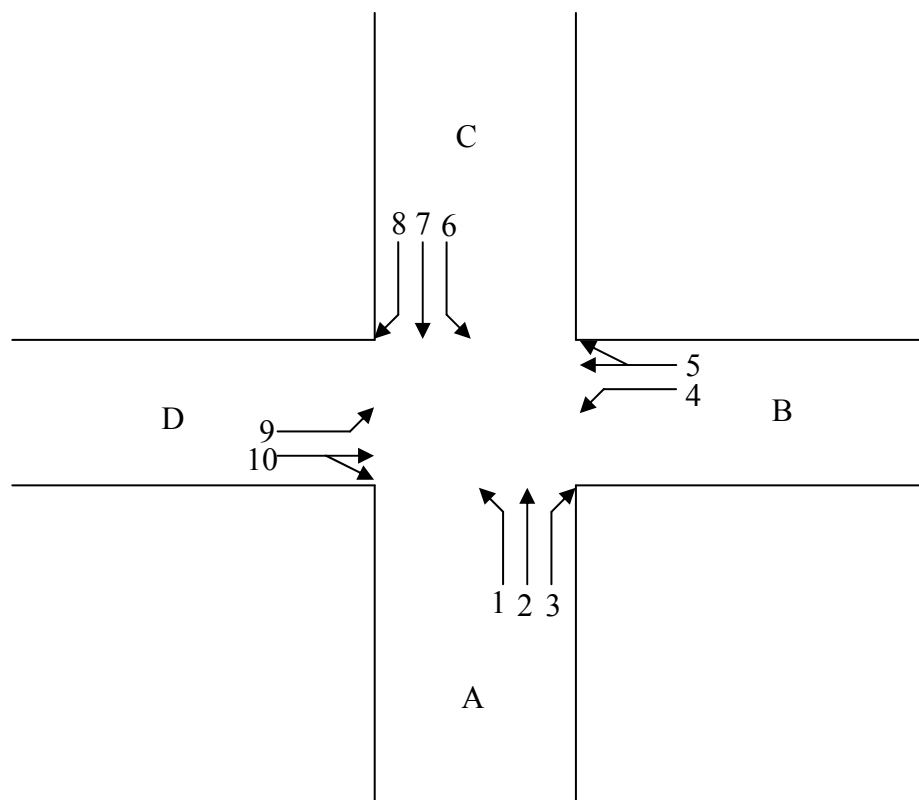
V pátek 7.3. 2008 byl prováděn zjišťovací dopravní průzkum inkriminované světelně řízené křižovatky, aby se zjistilo, kdy je nejintenzivnější dopravní špička. To posloužilo ke zjištění, kdy je nutné provést hodinové měření dopravní intenzity na této křižovatce.

Pro potřeby průzkumu a níže uvedených výpočtů bylo nutné k jednotlivým dopravním proudům přiřadit označení, zvolila se čísla 1 – 10 (viz. tab. 1). Rovněž se označila jednotlivá ramena křižovatky písmeny A – D. Toto označení je znázorněno na obr. 2.

tab. 1: Označení dopravních proudů

označení	ze směru	do směru
1	Velká Dlážka	Polní
2	Velká Dlážka	Předmostí
3	Velká Dlážka	Lipnická
4	Lipnická	Velká Dlážka
5	Lipnická	Polní, Předmostí
6	Předmostí	Lipnická
7	Předmostí	Velká Dlážka
8	Předmostí	Polní
9	Polní	Předmostí
10	Polní	Lipnická, Velká Dlážka

zdroj: autor



obr. 2: Schéma řízené křižovatky s označením dopravních proudů

zdroj: autor

Měřilo se po celý den od 6:00 do 18:00 hodin vždy 10 minut z jedné hodiny. V tomto dopravním průzkumu se rozdělovala silniční vozidla jen do dvou kategorií a to osobní silniční vozidla + nákladní silniční vozidla do 3,5 t a nákladní silniční vozidla nad 3,5 t + autobusy. Toto malé rozdělení bylo zvoleno proto, že jak bylo uvedeno výše, šlo pouze o zjišťovací dopravní průzkum. Naměřené hodnoty jednotlivých kategorií a celková sumarizace jsou uvedeny v příloze (viz. PŘÍLOHA A). Z naměřených hodnot lze vyčíst, že některé dopravní proudy jsou využívány mnohem více než jiné.

V tabulce (tab. 2) jsou sečteny intenzity osobních a nákladních vozidel do 3,5 t, které byly měřeny ve výše uvedeném dopravním průzkumu. Je možné z ní lehce vyčíst, že nejvyšší intenzita (č. 7) zmíněných vozidel byla ve směru Předmostí – Velká Dlážka, tedy ze směru od Olomouce a hned jako druhá byla intenzita v opačném směru (č. 2), Velká Dlážka – Předmostí (směr do Olomouce). Tyto dvě nejvyšší intenzity jsou způsobeny především ranní a večerní špičkou osobní dopravy, kdy spousta lidí dojíždí za prací do a z Olomouce. Třetí nejvyšší intenzitu (č. 8) měl směr Předmostí – Polní (směr městský okruh), ke které je ještě možno přiřadit opačný směr intenzity, jenž je o něco málo menší. Nejnižší velikost intenzity je ve směru Velká Dlážka – Polní, která je takřka zanedbatelná, protože sem jezdí jen obyvatelé do nedalekého obchodního domu Baumax, tudíž žádná tranzitní osobní doprava.

tab. 2: Součet intenzit osobních vozidel + nákladních vozidel do 3,5 t měřených po 10 min mezi 6:00 – 18:00

označení	ze směru	do směru	Celkem 12 x 10 min
1	Velká Dlážka	Polní	36
2	Velká Dlážka	Předmostí	624
3	Velká Dlážka	Lipnická	279
4	Lipnická	Velká Dlážka	307
5	Lipnická	Polní, Předmostí	322
6	Předmostí	Lipnická	138
7	Předmostí	Velká Dlážka	657
8	Předmostí	Polní	503
9	Polní	Předmostí	436
10	Polní	Lipnická, Velká Dlážka	342

zdroj: autor

V tabulce (tab. 3) jsou sečteny intenzity nákladních vozidel nad 3,5 t a autobusů zjištěné ze zjišťovacího dopravního průzkumu. Stejně jako v předchozí tabulce jsou zde barevně označeny první tři nejvyšší intenzity. Nejvyšší intenzita (č. 8) uvedených vozidel byla ve směru Předmostí – Polní (městský okruh). Druhá byla intenzita v opačném směru (č. 9), Polní – Předmostí (směr do Olomouce). Uvedené dvě intenzity jsou nejvyšší z důvodů, že většina tranzitních nákladních vozidel projíždí městem od Olomouce směrem na Kroměříž příp. Zlín, resp. opačně a k tomu musí využít městský okruh. Tento se pak stává značně přetížený a také zacpaný, protože je z obou stran vždy zakončen totožným úzkým a nízkým podjezdem pod železniční tratí. Číslem 5 označená v pořadí třetí nejvyšší intenzita je ve směru Lipnická – Polní, Předmostí, kde je sjednocený dopravní proud do dvou směrů, tedy do Olomouce a na městský okruh. Tento směr je vlastně hlavním tahem z Ostravy na jižní Moravu.

tab. 3: Součet intenzit nákladních vozidel nad 3,5 t + autobusy měřených po 10 min mezi 6:00 – 18:00

označení	ze směru	do směru	Celkem 12 x 10 min
1	Velká Dlážka	Polní	5
2	Velká Dlážka	Předmostí	42
3	Velká Dlážka	Lipnická	13
4	Lipnická	Velká Dlážka	13
5	Lipnická	Polní, Předmostí	120
6	Předmostí	Lipnická	8
7	Předmostí	Velká Dlážka	51
8	Předmostí	Polní	208
9	Polní	Předmostí	140
10	Polní	Lipnická, Velká Dlážka	93

zdroj: autor

V tabulce (tab. 4) je uveden součet intenzit všech vozidel bez ohledu na kategorii. Je zřejmé, že nejvyšší intenzity vozidel jsou naprosto stejné jako u vozidel kategorie osobní

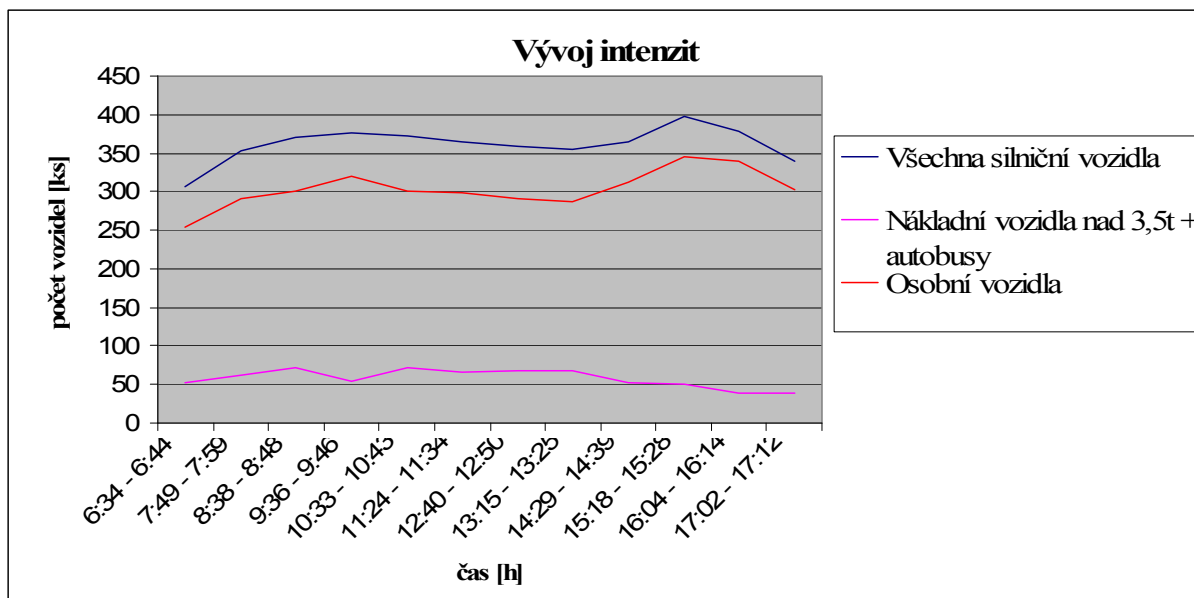
vozidla + nákladní vozidla do 3,5 t (viz. tab. 2), tedy směry označené čísla 2, 7 a 8. To je způsobeno tím, že osobních vozidel a menších nákladních automobilů projede křižovatkou mnohem více, protože jsou kratší, mají lepší akceleraci a brzdění a jsou mnohem lehčí než silniční nákladní soupravy. Proto se všechna fyzická vozidla převádějí na tzv. jednotková vozidla, pomocí určitých daných převodů, viz. kapitola 1.5.

tab. 4: Součet intenzit všech vozidel měřených po 10 min mezi 6:00 – 18:00

označení	ze směru	do směru	Celkem 12 x 10 min
1	Velká Dlážka	Polní	41
2	Velká Dlážka	Předmostí	666
3	Velká Dlážka	Lipnická	292
4	Lipnická	Velká Dlážka	320
5	Lipnická	Polní, Předmostí	442
6	Předmostí	Lipnická	146
7	Předmostí	Velká Dlážka	708
8	Předmostí	Polní	711
9	Polní	Předmostí	576
10	Polní	Lipnická, Velká Dlážka	435

zdroj: autor

Na níže uvedeném grafu (obr. 3) je znázorněn vývoj intenzit silničních vozidel na křižovatce v různých časových úsecích. Nejvíce je třeba se zaměřit na modrou křivku, která nám znázorňuje sumarizaci všech vozidel. Je z ní patrné, že nejvyšší dopravní špička je asi mezi 15. a 16. hodinou. Z toho tedy vyplývá, že bude třeba hodinovou dopravní intenzitu vozidel měřit právě v tomto časovém intervalu. Z grafu je možné také vyčíst, že křivka osobních vozidel (červená) téměř kopíruje sumarizační křivku (křivku). Ovšem křivka charakterizující intenzitu nákladních vozidel nad 3,5 t + autobusy (fialová) má svůj vrchol rozprostřen do období mezi 8:00 a 9:00 hodinou a mezi 10:00 a 14:00 hodinou. To je způsobeno zejména tím, že čilá tranzitní nákladní doprava probíhá převážně po celou normální pracovní dobu běžného občana. V období, kdy dochází k nárůstu osobních vozidel, tedy když se lidé vrací z práce, jsou už nákladní automobily odstaveny na odstavných parkovištích a jejich řidiči většinou vykonávají bezpečnostní přestávky, jež jsou dány nařízením Evropského společenství č. 561/2006 (dříve AETR) nebo již dorazily do svých míst určení, kde jsou nákladní vozidla odstavena a stejně jako ostatním lidem i jim skončila pracovní doba.



obr. 3: Graf vývoje intenzit silničních vozidel na řešené křižovatce

zdroj: autor

Po zjištění výše uvedených závěrů, mohl být proveden hodinový dopravní průzkum intenzit vozidel na této křižovatce. Ten se prováděl v pátek 14.3. 2008. Silniční vozidla již byla rozdělena do tří kategorií, na osobní silniční vozidla, nákladní silniční vozidla nad 3,5 t a na autobusy. Označení dopravních proudů a ramen křižovatky zůstalo stejné podle obr. 2. Jednotlivé výsledky měření jsou uvedeny v příloze (viz. PŘÍLOHA B).

tab. 5: Hodinové intenzity jednotlivých dopravních proudů ve fyzických vozidlech

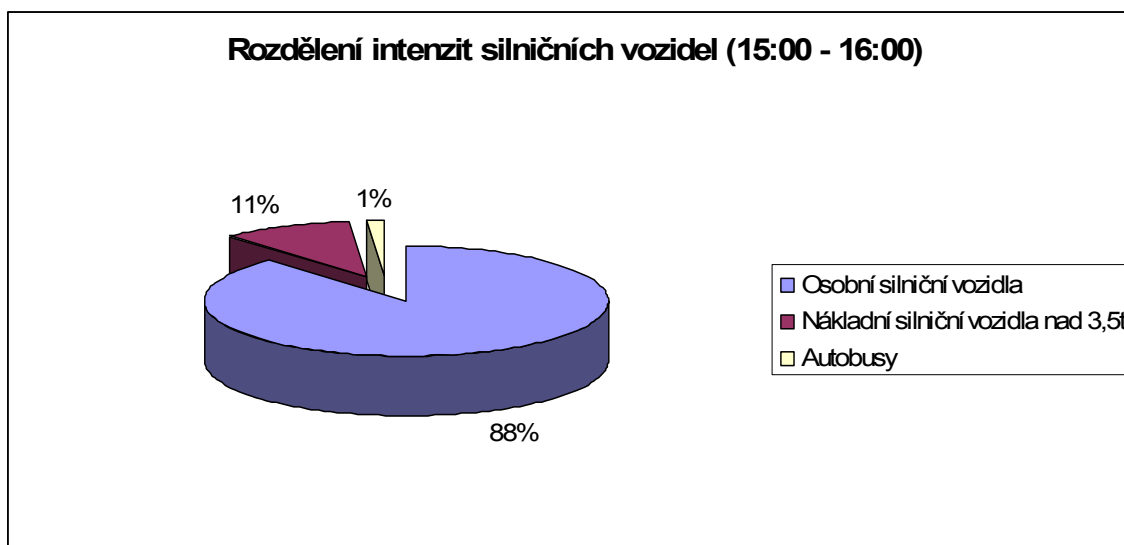
Označení	Osobní vozidla	Nákladní vozidla nad 3,5 t	Autobusy	Celkem
1	15	2	0	17
2	377	30	11	418
3	210	10	2	222
4	164	6	2	172
5	214	27	2	243
6	78	10	2	90
7	372	13	11	396
8	254	44	3	301
9	236	83	0	319
10	186	29	0	215
Celkem	2106	254	33	2393

zdroj: autor

Zde je uvedena pouze tabulka sumarizací všech silničních vozidel v jednotlivých dopravních proudech (viz. tab. 5). Z té je možno vidět, že na rozdíl od zjišťovacího dopravního průzkumu, kde byly nejvyšší intenzity vozidel ve směrech označených čísly 2, 7

a 8, byly nejvyšší intenzity ve směrech č. 2, 7, 9 a až pak teprve č. 8. To je právě způsobenou dopravní špičkou a velkým množstvím osobních vozidel vyjíždějících v pátek večer z města.

Na grafu (obr. 4) jsou celkové hodnoty silničních vozidel na křižovatce rozděleny procentuálně do jednotlivých kategorií. Z grafu je zřejmé, že křižovatka je nejvíce zatížena osobními vozidly (88 %), ovšem zastoupení nákladních vozidel je také poměrně velké (11 %) a zvláště když vezmeme v úvahu, nákladní vozidlo je mnohem delší a projetí křižovatkou mu tak trvá mnohem déle než osobnímu. Nejméně jsou zastoupeny autobusy (1 %), což jsou převážně městské autobusy směřující do městské části Předmostí, tedy směr Olomouc.



obr. 4: Graf procentuálně vyjádřené intenzity jednotlivých kategorií silničních vozidel ve fyzických vozidlech

zdroj: autor

1.4 Kapacita řízené křižovatky

Pokud je třeba posoudit kapacitu řízené křižovatky bez provádění podrobného návrhu světelných fází a cyklu řízení, použije se přibližná metoda tzv. **součtů konfliktních proudů**.

Postup výpočtu:

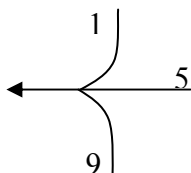
- sestaví se tabulka „základní schéma“ s kombinacemi očíslovaných konfliktů,
- sestaví se součtové tabulky ΣI_k konfliktních intenzit,
- vypočítá se kapacita křižovatky G ,
- posoudí se kapacita křižovatky G s konfliktními intenzitami ΣI_k .

1.4.1 Součty konfliktních proudů

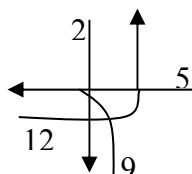
Princip součtu konfliktních proudů spočívá v tom, že se počítá součet konfliktních dopravních proudů ΣI_k , které se protínají v bodě nebo na malé ploše křižovatky. Tyto proudy

se musí při zavedení řízeného provozu oddělit do jednotlivých fází řízení. Konfliktní situace jsou standardizovány do dvou typů:

- **Typ I** = přímý proud (5) společně s připojenými proudy vpravo (1) a vlevo (9)



- **Typ II** = přímé proudy (2 a 5) navzájem a společně s nimi vlevo odbočujícími proudy z protisměru (9 a 12)



Systematickým označováním proudů pro různé typy křižovatek (pětipaprskové, čtyřpaprskové, třípaprskové) jsou typizovány i součtové tabulky (viz. tab. 6). V těchto tabulkách jsou sloupce č. 1 až 5 vyhrazeny pro kombinace proudů typu I. Čísla, která jsou uvedena v tabulkách, odpovídají číslům proudů, které jsou uvedeny na pravém okraji tabulky. Sloupce č. 6 až 16 jsou vyhrazeny pro kombinace zatížení typu II.

Vycházíme-li z pětipaprskové křižovatky a čtyř proudů na každém výjezdu, pak to znamená, že pro celou křižovátku existuje celkem 20 různých dopravních proudů. Z každého vjezdu, jako celku, pouze 16 dopravních proudů [3].

V níže uvedených tabulkách (tab. 6) je zachováno shodné označení proudů pro různé druhy křižovatek, čímž lze velmi jednoduše přejít z pětipaprskové křižovatky na čtyřpaprskovou resp. třípaprskovou aniž by se měnily dispozice tabulky součtů.

Křižovatka se čtyřmi vjezdy, kde je každý proud v samostatném pruhu, má celkem osm skupin, tj. kombinací typů I a II. Číslování pruhů se provádí po směru hodinových ručiček. Z výše uvedené tabulky se vybírají pouze maximální ΣI_k , tedy u čtyřpaprskové křižovatky pouze sloupce č. 2 – 5 a sloupce č. 11, 13, 15 a 16.

V tomto základním schématu se dále čísla dopravních proudů nahradí maximálními intenzitami, které jsou zjištěny z dopravních průzkumů dané křižovatky. Tyto intenzity se pak v jednotlivých sloupcích sečtou, čímž dostaneme jednotlivé ΣI_k , ze kterých se vybere $\max \Sigma I_k$ a s touto hodnotou se následně pracuje [3].

tab. 6: Součty kritických proudů I a II po sloupcích

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	číslo sloupce/čísla proudů	
a)	schéma součtů					2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4		
	1	2	3	4	5	6	7	7	6	7	7	8	8	6	7	8		
	6	7	8	9	10	11	11	12	11	11	12	11	12	10	10	10		
	11	12	13	14	15	16	16	16	15	15	15	14	14	15	15	14		
	16	17	18	19	20	20	19	18	20	19	18	19	18	20	19	19		
b)	schéma součtů					2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4		
		2	3	4	5		7	7		7	7	8	8		7	8		
		7	8	9	10			12			12		12	10	10	10		
		12	13	14	15				15	15	15	14	14	15	15	14		
c)	schéma součtů								3	3	3	3	3	4	4	4		
			3	4	5							8	8			8		
			8	9	10										10	10		10

zdroj: [3]

Podmínky způsobu řazení:

- jestliže jsou pro určitý proud vyhrazeny dva řadící pruhy, do součtové tabulky intenzit se uvede maximální intenzita na pruh, která odpovídá poměru rozdělení do pruhů,
- jestliže není některý proud zastoupen vůbec (např. zákaz odbočení), tento proud se z kritických součtů vyloučí úplně,
- jestliže se jedná o společné řazení v jednom pruhu (např. přímo + vpravo), tak se v kombinacích za tento pruh uvádí do tabulky vždy součet obou intenzit,
- jestliže jde o kombinaci pruhu společného řazení (např. přímo + vpravo) a navíc samostatného (přímo) a jsou pro tyto pruhy různé intenzity, zadává se vždy větší z nich,
- jestliže je pruh zatížen pouze malou intenzitou, pro kterou by úplně stačila minimální doba zelené, tak se do tabulky součtů zavádí tzv. fiktivní intenzita I^* :

$$I^* = \frac{\min t_z \cdot 3600}{t_{\min} \cdot C_{\max}} \quad [\text{jv/h}] \quad (1)$$

kde: $\min t_z$minimální doba zelené fáze (= 5s) [s],

t_{\min}časový nárok jednoho vozidla na stopčáře při odjezdu (jsou-li intenzity vyjádřeny v jednotlivých vozidlech, pak $t_{\min} = 2s$) [s],

C_{\max}maximální doba cyklu (např. 100s) [s].

1.4.2 Kapacita křižovatky

Kapacita řízené křižovatky se zde stanovuje velmi zjednodušeně na základě těchto předpokladů:

- výpočet se týká pouze delšího časového období (není možné ho použít např. pro jednotlivý cyklus, ale minimálně pro období jedné hodiny),
- přesnost výpočtu je závislá zejména na modelu G , což je v případě jednotkových vozidel vlastně model saturovaného toku, při vyjádření ve fyzických vozidlech dochází k velkému rozptylu hodnot z důvodu kolísání skladby proudu.

Při splnění těchto podmínek lze stanovit maximální možný počet vozidel konfliktních skupin I a II dle vzorce:

$$G = \frac{3600 - \frac{3600}{C} \cdot \sum t_m}{t_{\min}} \quad [\text{jv/h}] \quad (2)$$

kde: $\sum t_m$ součet mezičasů [s],

t_{\min}min. časový odstup [s],

C doba cyklu [s].

1.4.3 Posouzení

Jestliže platí, že $G > \max \Sigma I_k$, pak kapacita křižovatky vyhovuje.

Jestliže platí, že $G < \max \Sigma I_k$, pak kapacita křižovatky nevyhovuje a existuje několik možností řešení:

- zvětšit dobu cyklu C , popř zmenšit ΣI_k ,
- změnit způsob řazení v pruzích,
- zmenšit intenzity konfliktních proudů I a II, např. zvýšením počtu pruhů nebo dalšími úpravami křižovatky [3].

1.5 Výpočet kapacity na řešení křižovatce

Na řešené křižovatce byly z průzkumu zjištěny intenzity dopravních proudů 1 – 10 za hodinu, (viz. tab. 5). Dále byly zjištěny součet mezičasů $\Sigma t_m = 10$ s, minimální časový odstup $t_{\min} = 2$ s, doba cyklu $C = 120$ s.

Podle metody součtu konfliktní proudů se určí kapacita této světelně řízené křižovatky. Nejprve se musí intenzity jednotlivých proudů převést na tzv. jednotková vozidla [jv.] podle následujících převodů:

- 1 osobní vozidlo = 1 jv,

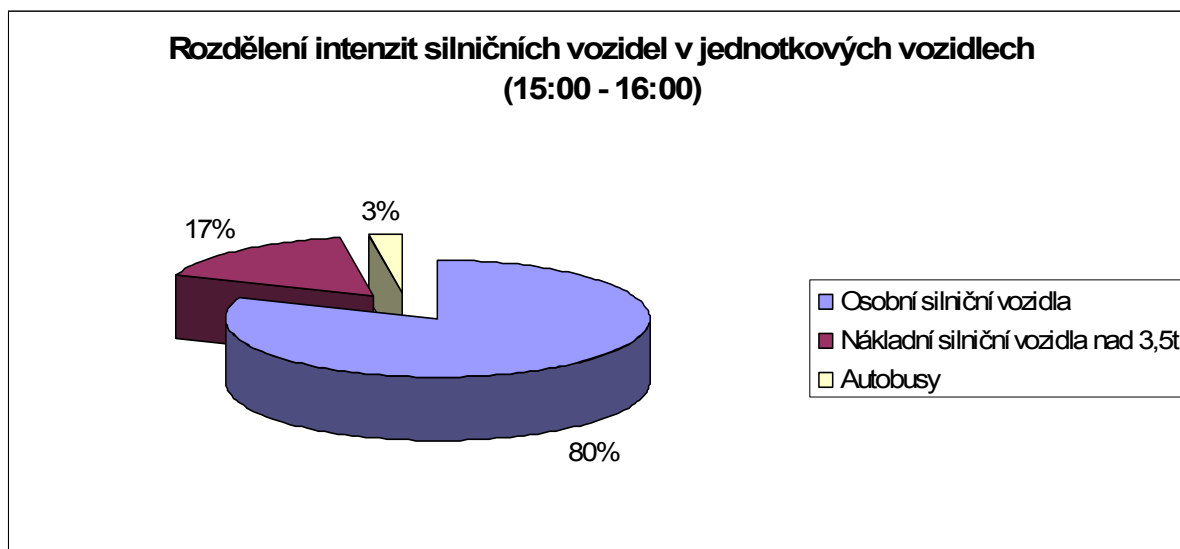
- 1 nákladní vozidlo = 1,7 jv,
- 1 autobus = 2 jv.

tab. 7: Hodinové intenzity jednotlivých dopravních proudů v jednotkových vozidlech

Označení	Osobní vozidla	Nákladní vozidla nad 3,5 t	Autobusy	jednotková vozidla
1	15	2	0	18
2	377	30	11	450
3	210	10	2	231
4	164	6	2	178
5	214	27	2	264
6	78	10	2	99
7	372	13	11	416
8	254	44	3	335
9	236	83	0	377
10	186	29	0	235
Celkem				2603

zdroj: autor

V níže uvedeného grafu (obr. 5), kde je procentuálně vyjádřen podíl jednotlivých kategorií vozidel v jednotkových vozidlech, je vidět, že oproti předchozímu grafu (viz. obr. 4), kde se nekalkulovalo s jednotkovými vozidly ale s fyzickými, je zde mnohem vyšší podíl nákladních vozidel o 7 % více a s tím spojený pokles osobních vozidel (o 8 %). To je způsobeno právě převodem na jednotková vozidla, která mají v celkovém pohledu mnohem větší vypovídající hodnotu.



obr. 5: Graf procentuálně vyjádřené intenzity jednotlivých kategorií silničních vozidel v jednotkových vozidlech

zdroj: autor

Nyní se sestaví tabulka podle tab. 6 písmeno b) s kombinacemi očíslovaných konfliktních proudů (viz. tab. 8).

tab. 8: Tabulka součtů kritických proudů I a II

schéma součtů				8	8	8	7	7	7	7	7	6	6	6
8	7	6	5		5	5		5	5	4	4		5	4
5	4	3	2			1			1		1	2	2	2
1	10	10	9				9	9	9	10	10	9	9	10

zdroj: autor

Jak vyplývá z podmínek způsobu řazení, u křižovatky, která má společné řazení pruhů, se do tabulky uvádí vždy součet intenzit tohoto pruhu.

Nyní se místo označení dopravních proudů (1 – 10) do tabulky doplní intenzity jednotlivých proudů ovšem v jednotkových vozidlech a jednotlivé sloupce se sečtou.

tab. 9: Tabulka součtů kritických proudů I a II ve skutečných intenzitách

schéma součtů				335	335	335	416	416	416	416	416	99	99	99
335	416	99	264		264	264		264	264	178	178		264	178
264	178	231	450			18			18		18	450	450	450
18	235	235	377				377	377	377	235	235	377	377	235
617	829	565	1091	335	599	617	793	1057	1075	829	847	926	1190	962

zdroj: autor

Z uvedených součtů se zjistí maximum, které se bude porovnávat s maximální kapacitou křižovatky G , která se vypočítá podle vzorce (2).

$$G = \frac{3600 - \frac{3600}{120} \cdot 10}{2} = \underline{\underline{1650 \text{ jv/h}}}$$

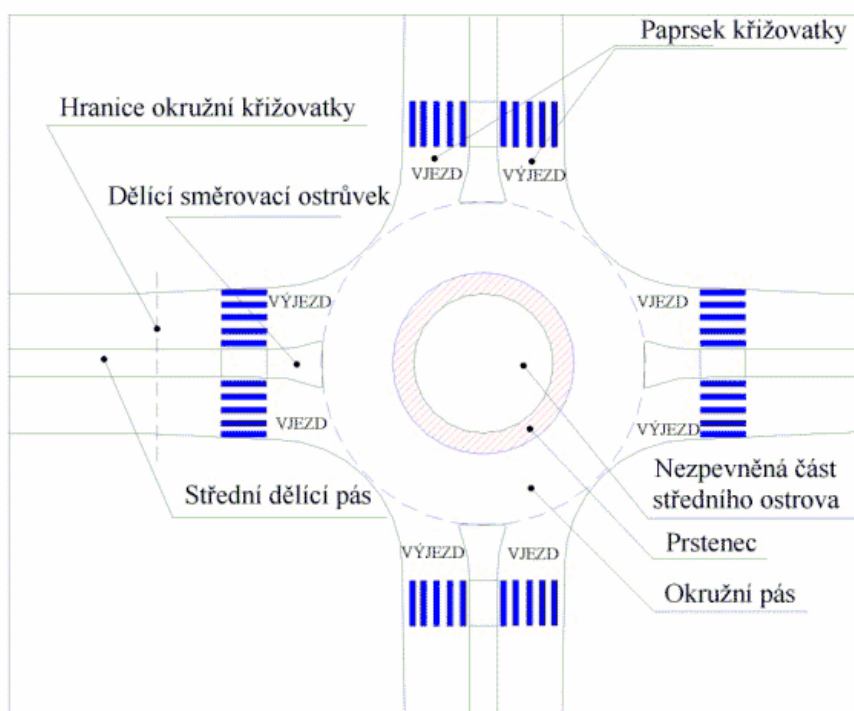
Z výsledků je zřejmé, že $G > \max \Sigma I_k$, resp. $1650 > 1190$, tedy křižovatka kapacitně vyhovuje a to s rezervou 460 jv./h.

2 ANALÝZA BUDOUCÍCH ZMĚN

2.1 Okružní křižovatky

2.1.1 Základní údaje

Okružní křižovatka se skládá z tzv. skladebných prvků, které tvoří celek celé křižovatky. Na níže uvedeném obrázku (obr. 6) je popsáno názvosloví těchto skladebných prvků vyskytujících se na okružní křižovatce.



obr. 6: Prvky okružní křižovatky

zdroj: [6]

Obecně mají okružní křižovatky několik výhod a samozřejmě také několik nevýhod.

Z dopravně inženýrského hlediska mají okružní křižovatky tyto výhody:

- disponuje vyšší bezpečností provozu oproti neřízeným průsečným křižovatkám,
- dochází na nich k méně závažným dopravním nehodám než na neřízených průsečných křižovatkách,
- oproti neřízeným průsečným křižovatkám disponuje vyšší kapacitou popř. výkonností,
- dochází zde k menšímu zdržení vozidle než na řízených a neřízených průsečných křižovatkách,
- na rozdíl od hlavních proudů na neřízených průsečných křižovatkách má nižší rychlost průjezdu, která je výhodná i z hlediska cyklistů,

- je na ní jednoznačně jasné určení přednosti v jízdě oproti neřízeným průsečným křižovatkám,
- je na ní možnost otáčení, tedy návratu do původního směru, což je velmi praktické hlavně ve městech [6].

Z urbanistického hlediska mají okružní křižovatky tyto výhody:

- je velice výhodná do prostorů náměstí na rozdíl od průsečných křižovatek,
- do nebezpečné části středního ostrova je možno umístit např. pomníky, zeleň, fontánu apod., což je velmi estetické,
- potlačuje vzhled dopravní funkce prostoru křižovatky odebráním sloupů a návěstidel světelného signalizačního zařízení, které je nutné použít u řízených průsečných křižovatek,
- u malých a miniokružních křižovatek disponuje nižšími náklady na plochu na vjezdech oproti průsečným křižovatkám, které mají více řadících pruhů.

Z nákladového hlediska mají okružní křižovatky tyto výhody:

- mají nižší stavební náklady oproti řízeným křižovatkám,
- mají také nižší provozní náklady oproti řízeným křižovatkám.

Z hlediska životního prostředí mají okružní křižovatky tyto výhody:

- oproti průsečným křižovatkám, zejména však řízeným, mají nižší hodnoty hluku a zplodin.

Z dopravně inženýrského hlediska mají okružní křižovatky tyto nevýhody:

- nelze na ní ovlivňovat popř. omezovat provoz na rozdíl od řízených průsečných křižovatkách,
- nelze ji začlenit do koordinovaného systému řízení dopravy oproti řízeným průsečným křižovatkám (např. „zelená vlna“),
- není možné na ní upřednostňovat MHD oproti řízeným průsečným křižovatkám,
- u dlouhých silničních vozidel je na ní obtížnější průjezd oproti průsečným křižovatkám,
- dochází zde k prodloužení cest pro chodce a ovlivňování plynulosti silničního provozu při silné frekvenci chodců na přechodech pro chodce oproti neřízeným průsečným křižovatkám,
- u vícepruhových silničních komunikací dochází k nevyužití kapacity komunikace a také k nebezpečí střetu vozidel v místě, kde dochází k redukci počtu jízdnic pruhů před okružní křižovatkou [6].

Z urbanistického hlediska mají okružní křižovatky tyto nevýhody:

- u velkých okružních křižovatek jsou zde kladeny větší nároky na plochu oproti průsečným křižovatkám,
- dochází k omezené možnosti obsluhy objektů v průčelí velkých okružních křižovatek na rozdíl od průsečných.

Z nákladového hlediska mají okružní křižovatky tyto nevýhody:

- oproti neřízeným křižovatkám je u velkých okružních křižovatek potřeba vyšších stavebních nákladů.

Okružní křižovatky lze dělit do dvou skupin podle velikosti na velké okružní křižovatky, na malé a miniokružní křižovatky.

Velké okružní křižovatky se staví převážně za podmínek, když je do nich zaústěno 5 a více ramen komunikací a tyto komunikace mají stejný význam. Další podmínkou je, že by vjezdy do křižovatky měli mít přibližně stejnou intenzitu dopravy, přičemž současná i výhledová hodnota intenzity by měla být na hranici kapacity neřízené průsečné křižovatky. Dále je vhodné postavit velkou okružní křižovatku jako součást mimoúrovňové křižovatky, kde se na okruhu realizují odbočující pohyby. Hojně využité mají v místech, kde se mění charakter komunikace nebo charakter území, jímž komunikace prochází, např. na vstupu z extravilánu do zastavěného území, ne na vjezdu do zklidněné části města [6].

Naopak nevhodné je velké okružní křižovatky stavět na rychlostních komunikacích nebo na křižovatkách, kde úhel křížení ramen je velmi ostrý (obvykle menší než 30°) nebo když je na některých ramenech křižovatky vedena tramvajová trať. Nestaví se také v místech vysoké frekvence chodců a nároků do protilehlých ramen křižovatky a také v místech, kde jsou v okolí okružní křižovatky světelně řízené křižovatky, které dávkuje příjezd do okružní křižovatky v kolonách. A poslední takovou obecnou podmínkou je, když současné nebo výhledové (v období 20 let od uvedení do provozu) nároky dopravy v součtu intenzit na všech vjezdech do křižovatky přesáhnou hodnotu 3000 vozidel za hodinu.

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

- 1) snížit rychlost projíždějících vozidel asi na 30 – 40 km/h,
- 2) zajistit plynulý průjezd rozměrných nákladních vozidel,
- 3) zajistit bezpečnost všech účastníků provozu, zejména však cyklistů a chodců.

Při výstavbě okružní křižovatky by se také měly dodržet určité podmínky, kdy by se všechny paprsky křižovatky měly vést kolmo k okružnímu pásu a zároveň osa paprsku by měla mířit do středu křižovatky. Dále snížením šířky a poloměru vjezdu by se měla snížit rychlost vozidel vjíždějících do křižovatky a pomocí větší šířky a poloměru výjezdu naopak zase zvýšit komfort vozidel, která vyjíždějí z křižovatky. Při konstrukci křižovatky se také musí dbát na bezpečnost a to tak, že se okružní pás navrhuje pouze s jedním maximálně dvěma jízdními pruhy, aby nedocházelo ke zbytečnému přejíždění z pruhu do pruhu a k případným následným nehodám. Při výstavě křižovatky na místech, kde je častý provoz rozměrných nákladních vozidel a kloubových autobusů, se jejich průjezd musí zajistit dostatečnou šířkou okružního pásu. Poslední hlavní podmínkou je používat jasné vodorovné a svislé značení, tedy používat co nejmenší počet dopravního značení, aby nedocházelo k tzv. přeinformovanosti účastníků provozu na pozemních komunikacích.

Malé okružní křižovatky se užívají:

- jako zpomalovací prvek na rozhraní extravilánu a intravilánu,
- na průsečných křižovatkách s vysokou nehodovostí jako prostředek k její snížení,
- při kapacitním přehlcení neřízené křižovatky,
- pro zvýšení plynulosti silničního provozu na dané křižovatce,
- také jako vhodný architektonický prvek.

Níže uvedená tabulka zobrazuje doporučené hodnoty parametrů malých okružních křižovatek. Hodnoty v tabulce jsou pouze orientační a takové, které se nejčastěji užívají. V praxi tyto hodnoty závisí ještě na dalších důležitých hlediscích jako např. na druhu vozidel, která budou křižovatkou projíždět, na návrhové rychlosti, která je obvykle 30 nebo 50 km/h, na kategorii křižujících se komunikací apod. Podrobnější informace k těmto hodnotám jsou uvedeny v TP 135.

tab. 10: 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 větvemi okružní křižovatky	r	25° – 30°

zdroj: [6]

Z výše uvedené charakteristiky malých okružních křižovatek vyplývá, že její hlavní funkcí je, v porovnání s ostatními druhy průsečných křižovatek, zvýšení bezpečnosti, což vyplývá i z poznatků ze zahraničí, kde jsou tyto křižovatky provozovány již několik desetiletí. Tato nízká nehodovost souvisí se snížením rychlosti při vjezdu a jízdě po okružní křižovatce (návrhová rychlost 30 – 50 km/h), což má za následek, že řidiči mají více času na odvrácení nenadálé nehodové situace a také se výrazně sníží brzdná dráha silničních vozidel. Dále díky ostrým úhlům připojujících se vozidel do křižovatky se velmi výrazně snižují následky dopravních nehod na těchto křižovatkách a hlavně při těchto nehodách dochází většinou jen k poškození vozidel a ne k újmě na zdraví lidí.

2.2 Kapacita okružní křižovatky

Kapacity okružních křižovatek se v každém státě na světě hodnotí podle jiných hledisek a její výsledná hodnota se vždy liší. To je způsobeno chováním, návyky, zkušenostmi a disciplinovaností řidičů při provozu na okružních křižovatkách v jednotlivých státech. Především tyto důvody slouží jako vysvětlení pro velké hodnoty kapacit ve státech s dlouholetou tradicí okružních křižovatek jako jsou např. Anglie a Austrálie a naopak pro nízké hodnoty kapacit ve státech, kde jsou tyto typy křižovatek relativně novým prvkem a kde také řidiči docela přísně a disciplinovaně dodržují dopravní předpisy, např. Německo.

2.2.1 Metody výpočtu kapacity okružní křižovatky ve světě

Česká republika

V současné době se v České republice pro počítání kapacity okružních křižovatek používá metoda, která je popsána v TP 135 o projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích. Tato metoda navazuje na dříve v ČR používanou metodu profesora Brillona (viz. kapitola 3.2). V TP 135 se nacházejí metody výpočtu jak malých okružních křižovatek (viz. kapitola 3.1), tak i výpočtové modely pro stanovení kapacity spirálových okružních křižovatek a okružních křižovatek s průletovými úseky.

Německo

Původně se v Německu používala metoda podle Stuwe (1992), která zohledňovala kromě počtu jízdnic pruhů na okruhu a na vjezdu také vnější průměr okružní křižovatky, počet ramen křižovatky a vzdálenost mezi výjezdem a vjezdem. Tato metoda však měla nevýhodu v tom, že ji bylo možné použít pouze na okružní křižovatky běžných rozměrů a také byla docela složitá ve smyslu množství zadávaných hodnot. Proto profesor Brillon a Bondzio přišli v roce 1996 s jednodušší metodou lineární regrese, kde kapacita vjezdu závisela pouze na počtu pruhů na okruhu a na vjezdu.

V současné době se v Německu pro výpočet kapacity okružních křižovatek používá oficiální metoda Wu, která je součástí německé příručky HBS. Tato metoda vychází z teorie časových mezer, kde kapacita vjezdu je závislá na počtu jízdnic pruhů na vjezdu a na okruhu a také na hodnotách t_g a t_f . Hodnoty t_g a t_f jsou konstanty, které jsou nějakým způsobem nastaveny, což je bohužel příliš velký zjednodušující prvek. Další nevýhodou této metody je její ne příliš odpovídající věrohodnost kapacity na vícepruhových okružních křižovatkách s vyšší intenzitou na vjezdu [4].

$$Q_{e,\max} = 3600 \cdot \left(1 - \frac{t_m \cdot Q_k}{S_k}\right)^{S_k} \cdot \frac{S_z}{t_f} \cdot e^{-Q_k \left(t_g - \frac{t_f}{2} - t_m\right)} \quad [\text{jv/h}] \quad (3)$$

kde: Q_ekapacita vjezdu [jv/h],

Q_kintenzita vozidel na okružním pásu křižovatky mezi výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem [jv/h],

S_k počet pruhů na okruhu [-],

S_z počet pruhů na vjezdu [-],

t_g kritický časový odstup [s] (hodnota stanovena jako 4,12 s),

t_fnásledný časový odstup [s] (hodnota stanovena jako 2,88 s),

t_mminimální časový odstup na kruhu [s] (většinou 2,1 s).

Švýcarsko

Ve Švýcarsku se pro počítání kapacity okružních křižovatek využívají dvě metody: VSS a Bovy. Regresivní metoda VSS má poměrně úzké využití, je totiž určena pouze pro jednopruhou okružní křižovátku, ovšem na druhou stranu zohledňuje vliv vyšší intenzity na vjezd do křižovátky. Empirická metoda Bovy má na rozdíl od metody VSS široké uplatnění a je využívána a upravována v řadě jiných států, i v ČR, kde je použita jako základ pro metodu v TP 135. Je využívána proto, že pomocí ní lze vypočítat kapacitu okružních křižovatek s jedním i více pruhy jak na okruhu, tak na vjezdu. Parametry, které vstupují do výpočtu jsou příslušné intenzity, počet jízdnic pruhů, vzdálenost mezi výjezdem a vjezdem, vliv intenzity na okruhu a vliv intenzity na vjezdu. Takže, jak je patrné, nevýhodou tohoto výpočtu je velké množství proměnných, které mají ovšem za důsledek dostatečnou přesnost výpočtu.

$$Q_{e,max} = \left(1500 - \frac{8}{9} \cdot Q_b \right) \cdot \frac{1}{\gamma} \quad [jv/h] \quad (4)$$

$$Q_b = \beta \cdot Q_k + \alpha \cdot Q_a \quad [jv/h] \quad (5)$$

kde: Q_e kapacita vjezdu [jv/h],

Q_aintenzita vozidel na výjezdu [jv/h],

Q_kintenzita vozidel na okružním pásu křižovátky mezi výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem [jv/h],

β faktor vlivu intenzit doprav na okruhu [-]

pro jednopruhou okruh $\beta = 0,9$ až $1,1$

pro dvoupruhový okruh $\beta = 0,6$ až $0,8$

pro třípruhový okruh $\beta = 0,5$ až $0,6$

γ faktor vlivu dopravy (intenzit) na vjezdu [-]

pro jednopruhou okruh $\gamma = 0,9$ až $1,0$

pro dvoupruhový okruh $\gamma = 0,6$ až $0,7$

pro třípruhový okruh $\gamma = 0,5$ až $0,6$

Velká Británie

Ve Velké Británii se používá metoda státního výzkumného institutu TRL, která vychází z metody Kimber. Tato je klasickou lineární regresní metodou a výsledná kapacita na

rozdíl od jiných závisí také na geometrických parametrech křižovatky (např. úhel připojení, šířka vjezdu apod.).

USA

V USA se využívají rovnice podle Harderse, kde jsou vstupními veličinami t_g (4,1 až 4,6 s) a t_f (2,6 až 3,1 s). Dále se zde využívá metoda podle Roundabout Capacity Guide, která přebírá části z mnoha různých jiných metod v závislosti na velikosti okružní křižovatky, počtu jízdních pruhů na vjezdu a na okruhu [4].

Francie

Ve Francii vzniklo mnoho metod výpočtu kapacity okružní křižovatky. Např. empirická metoda Louh, která je určena pro výpočet kapacity okružních křižovatek v extravilánu. Tato metoda má mimo jiné za vstupní parametry šířku vjezdu, šířku dělicího ostrůvku a šířku okružního pásu. Další metodou zde vzniklou je metoda organizace CETUR, jež je jednoduchou lineární regresí závislou na intenzitě okruhu. Ve Francii mají také pro posuzování kapacity okružních křižovatek v intravilánu speciální software GERABASE, do něhož se zadává mnoho parametrů, např. poloměr středního ostrova, vnější průměr křižovatky apod.

Nizozemsko

Jelikož je v Nizozemsku velmi rozvinutá cyklistická doprava, je zde využívána metoda Botma, která právě zohledňuje i intenzitu cyklistů na okružní křižovatce.

Austrálie

Zde je využívána poměrně propracovaná metoda Troutbeck, ve které kapacita závisí na počtu jízdních pruhů na vjezdu a na okruhu, na vnějším průměru křižovatky, na šířce vjezdu apod.

Švédsko

Ve Švédsku se využívá metoda Hagring, která je velmi podobná té australské, ovšem je mnohem rozpracovanější. Stejně jako výše zmíněná australská metoda, tato metoda závisí zejména na geometrických faktorech křižovatky [4].

Izrael

Izraelská metoda Polus, Samueli je poměrně jednoduchá, protože je založena pouze na výzkumu šesti okružních křižovatek. Je to empirická regresní analýza a tato kapacita je závislá mimo jiné i na vnějším průměru okružní křižovatky.

Polsko

Polská metoda je poměrně jednoduchá. Vychází z německé metody Stuwe, kterou zjednodušuje zaokrouhlením vstupních hodnot.

Rakousko

V Rakousku je využívána jednoduchá lineární regrese metodou Fischer, která je závislá pouze na intenzitě dopravy na okruhu [4].

3 OPATŘENÍ NA ZMĚNU ORGANIZACE DOPRAVY

3.1 Výpočet kapacity okružní křižovatky podle normy TP 135

Výpočet se provádí na základě výsledku sčítání dopravy a na základě budoucího vývoje uvažované stavby a dalšího provozu okružní křižovatky.

U této metody se musí všechna sečtená vozidla převést na, v kapacitních výpočtech používanou, jednotku jednotková nebo-li ekvivalentní vozidla [jv]:

- 1 osobní vozidlo = 1 jv,
- 1 nákladní vozidlo = 2 jv,
- 1 jednostopé vozidlo = 0,8 jv.

Pro každý paprsek okružní křižovatky se rozlišují tři druhy dopravních intenzit:

- Q_a – intenzita vozidel na výjezdu [jv/h],
- Q_k – intenzita vozidel na okružním pásu křižovatky mezi výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem [jv/h],
- Q_e – intenzita vozidel na vjezdu [jv/h].

Kapacita vjezdu

Maximální hodnoty kapacity L_e jednoho vjezdu, jestliže jsou známy hodnoty zatížení vjezdu a výjezdu, jsou určeny na základě tohoto vztahu:

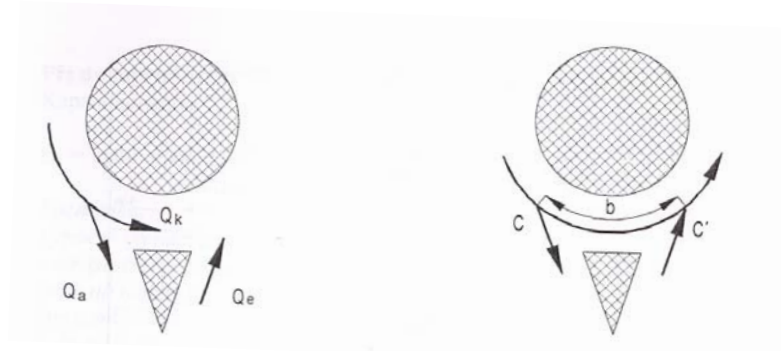
$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a) \quad [\text{jv/h}] \quad (6)$$

kde: L_e kapacita vjezdu [jv/h],

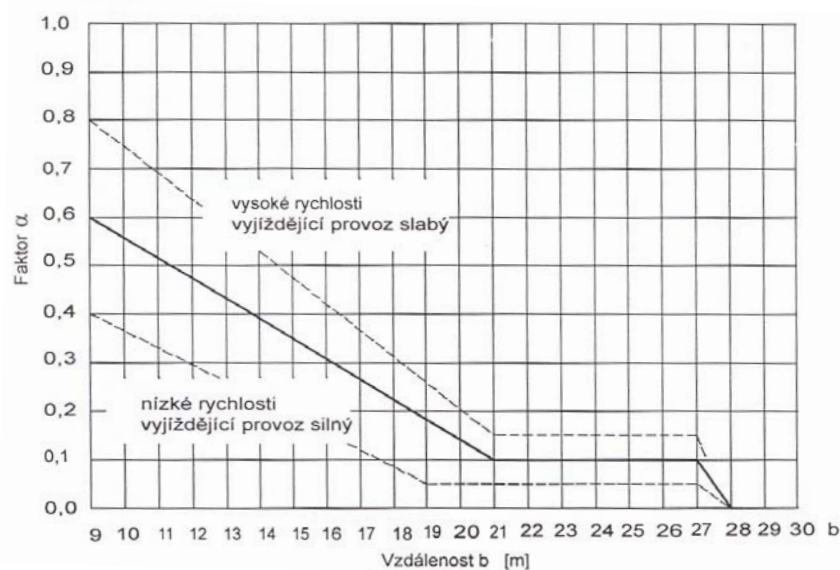
Q_aintenzita vozidel na výjezdu [jv/h],

Q_kintenzita vozidel na okružním pásu křižovatky mezi výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem [jv/h],

αfaktor zohledňující vzájemnou vzdálenost vjezdu a výjezdu na jednom paprsku křižovatky [-] (tedy vzdálenost b mezi dvěma kolizními body C a C', viz. obr. 7) [1].



obr. 7: Zatížení dopravních proudů křižovatky a vzdálenost b mezi kolizními body C - C' zdroj: [1]



obr. 8: Graf pro zjištění faktoru α

zdroj: [7]

Snížení kapacity okružní křižovatky způsobené chodci přecházejícími po přechodech se s ohledem na skutečnost, že výpočet kapacity okružní křižovatky je v časové jednotce jedné hodiny s dostatečnou rezervou, neuvažuje.

Dále se počítá stupeň vytížení okružní křižovatky:

$$ALG_e = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100 \quad [\%] \quad (7)$$

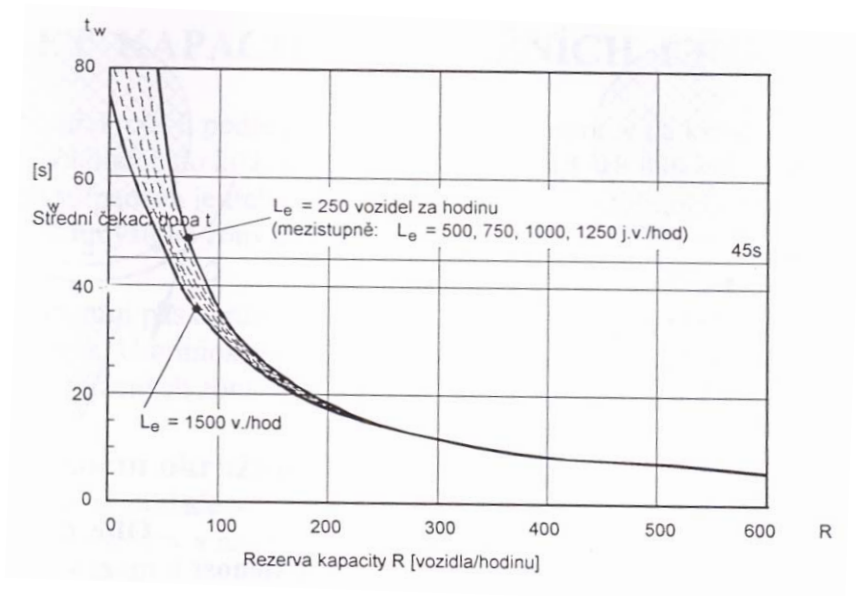
kde: ALG_e stupeň vytížení vjezdu [%],

Q_eintenzita vozidel na vjezdu [jv/h],

L_e kapacita vjezdu [jv/h].

Čekací doba

Střední čekací doba t_w vychází z rovnic KIMBER/HOLIS odvozených z teorie čekání ve frontě. Tato střední čekací doba se zjišťuje z grafu na obr. 9. Pro správné odečtení hodnoty z grafu, je třeba ještě vypočítat rezervu kapacity R a kapacity vjezdu L_e .



obr. 9: Střední čekací doba v závislosti na rezervě kapacity a kapacitě vjezdu zdroj: [7]

Rezerva kapacity se vypočítá:

$$R = L_e - Q_e \quad [\text{jv/h}] \quad (8)$$

kde: R rezerva kapacity [jv/h],

L_e kapacita vjezdu [jv/h],

Q_e intenzita vozidel na vjezdu [jv/h].

Když se navrhuje okružní křižovatka, tak je zpravidla únosná čekací doba do 60 sekund [1].

Délka čekací fronty

Délka čekací fronty se vypočítá podle vzorce:

$$L = \frac{Q_e \cdot t_w}{3600} \cdot L_{\text{voz}} \quad [\text{m}] \quad (9)$$

kde: L délka čekací fronty [m],

Q_e intenzita vozidel na vjezdu [jv/h],

t_w střední čekací doba [s],

L_{voz} délka vozidla [m], pro osobní vozidla se uvažuje délka 6 metrů.

3.2 Výpočet kapacity okružní křižovatky podle metody profesora Brillona

Tato metoda se hojně používala v České republice v minulosti a nyní se od ní pomalu ustupuje, ovšem pokud neznáme rozměry okružní křižovatky, tak nelze použít dnes využívanou metodu podle TP 135 a musí se využít metoda profesora Brillona. Tato metoda ovšem není tak přesná jako TP 135, ale na druhou stranu je zcela jednoduchá a hlavně bezpečná, protože dává mírně nižší hodnoty kapacit. Vychází ze vzorce pro kapacitu vjezdu, který byl stanoven po 6500 měřeních na 11 německých okružních křižovatkách [3]:

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

kde: Q_ekapacita vjezdu [jv/h],

Q_cintenzita na okruhu v místě vjezdu [jv/h],

eEulerovo číslo [-],

A, B koeficient podle typu okružní křižovatky [-].

Z následující tabulky (tab. 11) můžeme vyčíst koeficienty A a B v závislosti na počtu pruhů na vjezdu a na okruhu a také z této tabulky můžeme získat číselnou představu jednotlivých kapacit při různých kombinacích počtů pruhů a intenzity na okruhu [3].

Δ rozdíl kapacity mezi dvěma po sobě následujícími řádky [-].

U této metody je třeba stejně jako u všech ostatních metod měření kapacity jakékoliv křižovatky převést fyzická vozidla na tzv. jednotková vozidla. Z předchozích kapitol je vidět, že existují dvě různé varianty převodů. U kapacity řízené křižovatky (viz. kapitola 1.5) jsou to hodnoty:

- 1 osobní vozidlo = 1 jv,
- 1 nákladní vozidlo = 1,7 jv,
- 1 autobus = 2 jv.

U měření kapacity okružní křižovatky podle normy TP 135 to jsou hodnoty:

- 1 osobní vozidlo = 1 jv,
- 1 nákladní vozidlo = 2 jv,
- 1 jednostopé vozidlo = 0,8 jv.

Z výše uvedeného vyplývá, že novější způsob měření podle normy TP 135 bere v úvahu i jednostopá vozidla a nákladní vozidlo ohodnocuje 2 jv. Nejsou zde uvedeny autobusy, které jsou zde rozměrově brány jako nákladní vozidla. Naopak u měření kapacity řízené křižovatky se berou v úvahu autobusy jako zvláštní jednotka a nákladnímu vozidlu se přiřazuje hodnota 1,7 jv.

Jelikož jsou u výpočtu kapacity řízené křižovatky (viz. kapitola 1.5) použity převody uvedené zde jako první, tak pro jednotnost a přesnost všech výpočtů a závěrů se použijí tyto převody i dále.

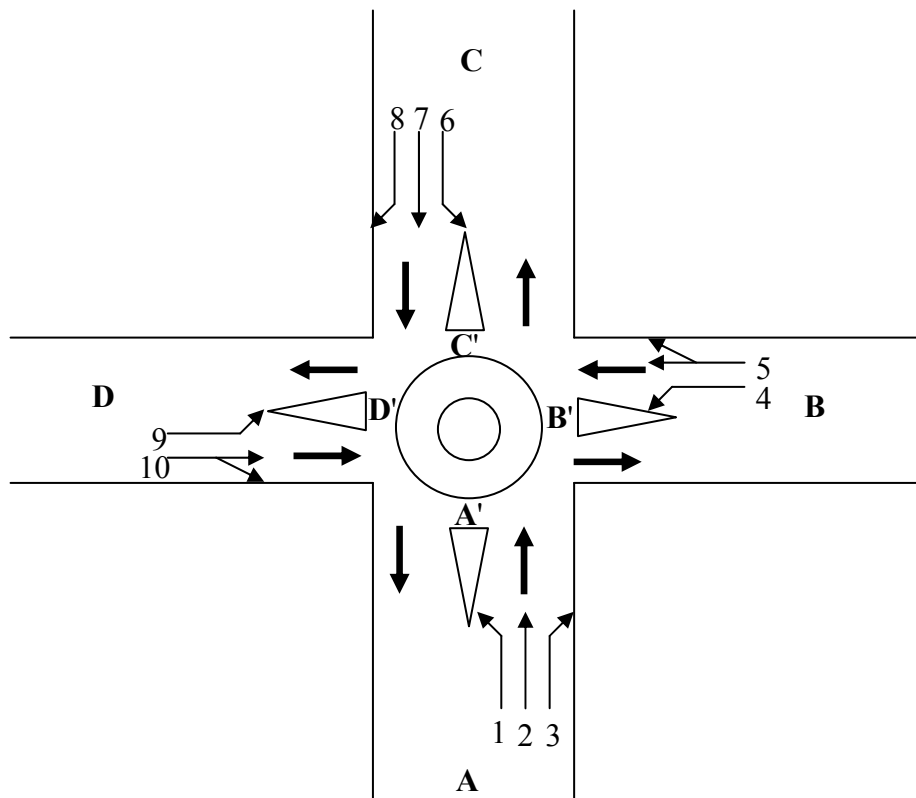
tab. 11: Kapacita vjezdu okružní křižovatky (metoda profesora Brillona)

Počet pruhů na vjezdu	1		1		2		2	
Počet pruhů na okruhu	1		2 nebo 3		2		3	
Koeficient A	1089		1200		1553		2018	
Koeficient B	7,42		7,30		6,69		6,68	
Intenzita na okruhu [jv/h]	Q _e	Δ	Q _e	Δ	Q _e	Δ	Q _e	Δ
0	1089		1200		1553		2018	
100	1011	78	1116	84	1453	100	1888	130
200	939	72	1037	79	1359	94	1766	122
300	872	67	964	73	1271	88	1652	114
400	809	63	896	68	1188	83	1545	107
500	751	58	833	63	1111	77	1445	100
600	698	53	774	59	1010	71	1352	93
700	648	50	720	54	972	68	1264	88
800	601	47	669	51	909	63	1183	81
900	558	43	622	47	851	58	1106	77
1000	519	39	578	44	795	56	1035	71
1100	481	38	538	40	744	51	968	67
1200	447	34	500	38	696	48	905	63
1300	415	32	465	35	651	45	847	58
1400	385	30	432	33	609	42	792	55
1500	358	27	401	31	596	40	741	51
1600	332	26	373	28	532	37	693	48
1700	308	24	347	26	498	34	648	45
1800	286	22	322	25	466	32	606	42
1900	266	20	300	22	436	30	567	39
2000	247	19	279	21	407	29	531	36
2100	229	18	259	20	381	26	496	35
2200	213	16	241	18	356	25	464	32
2300	198	15	224	17	333	23	434	30
2400	184	14	208	16	312	21	406	28
2500	170	14	193	15	292	20	380	26

zdroj: [1]

3.3 Výpočet kapacity navrhované okružní křižovatky

Bude se vycházet z inkriminované křižovatky a intenzit, které jsou použity v předchozích kapitolách, kdy se bude nahrazovat výše zmíněná řízená křižovatka vhodnou okružní křižovatkou a ta se bude navrhovat podle kapacitních možností.



obr. 10: Schéma návrhu okružní křižovatky

zdroj: autor

Na výše uvedeném obrázku (obr. 10), je znázorněna již počítaná křižovatka (viz. kapitola 1.5), do které byla schematicky zakreslena okružní křižovatka. Jelikož nejsou známy přesné rozměry okružní křižovatky a muselo by se jen odhadovat, tak se kapacita okružní křižovatky musí počítat podle metody profesora Brillona, viz. kapitola 3.2.

tab. 12: Tabulka intenzit na okružní křižovatce

		do výjezdu				Celkem z
		A	B	C	D	
z vjezdu	A	x	231	450	18	699
	B	178	x	88	176	442
	C	416	99	x	335	850
	D	78	157	377	x	612
	Celkem do	672	487	915	529	2603

zdroj: autor

Ve výše zmíněné tabulce (tab. 12), jsou uvedeny hodnoty intenzit vozidel z jednotlivých vjezdů A – D do jednotlivých vjezdů A – D v jednotkových vozidlech za hodinu [jv/h].

U pruhů označených 5 a 10, které jsou společné, se zvolilo rozdělení intenzit v poměru 1/3: 2/3 a to tak, že 2/3 jsou hodnoty vždy v přímém směru.

Dále se musí zjistit intenzita na okruhu v místech A' – D' dle obr. 10: Schéma návrhu okružní křižovatky.

tab. 13: Tabulka intenzit na okruhu v různých úsecích

		A-B	A-C	A-D	B-A	B-C	B-D	C-A	C-B	C-D	D-A	D-B	D-C	Celková intenzita v úseku [jv/h]
úsek	A'							99			157	377	633	
	B'		450	18								377	845	
	C'			18	178		176						372	
	D'				178			416	99				693	

zdroj: autor

V této pomocné tabulce (tab. 13), jsou zobrazeny intenzity na okruhu, které po sečtení dávají celkové intenzity na okruhu v potřebných úsecích A' - D'.

Nyní jsou známy všechny údaje pro výpočet kapacit na jednotlivých vjezdech podle metody profesora Brillona.

3.3.1 Jeden pruh na vjezdu a jeden pruh na okruhu

Vjezd A

$$Q_e = 1089 \cdot e^{-7,42 \cdot 10^{-4} \cdot 633} = 680,8 \cong \underline{\underline{681 \text{ jv} / h}}$$

Vjezd B

$$Q_e = 1089 \cdot e^{-7,42 \cdot 10^{-4} \cdot 845} = 581,7 \cong \underline{\underline{582 \text{ jv} / h}}$$

Vjezd C

$$Q_e = 1089 \cdot e^{-7,42 \cdot 10^{-4} \cdot 372} = 826,3 \cong \underline{\underline{826 \text{ jv} / h}}$$

Vjezd D

$$Q_e = 1089 \cdot e^{-7,42 \cdot 10^{-4} \cdot 693} = 651,2 \cong \underline{\underline{621 \text{ jv} / h}}$$

tab. 14: Tabulka srovnání maximální intenzity se skutečnými intenzitami na vjezdech okružní křižovatky s jedním jízdním pruhem na okruhu

	Intenzita [jv/h]	Q _e [jv/h]	Δ [jv/h]	splňuje
Vjezd A	699	681	- 18	NE
Vjezd B	442	582	140	ANO
Vjezd C	850	826	- 24	NE
Vjezd D	612	621	9	ANO

zdroj: autor

Z uvedené tabulky (tab. 14) vyplývá, že na vjezdech B a D je dostatečná kapacita pro tuto křižovatku, a tudíž by okružní křižovatka s jedním jízdním pruhem na okruhu a na vjezdu stačila. Ovšem na vjezdech A a C kapacita vjezdu nestačí, a proto by bylo vhodné se pokusit navrhnout okružní křižovatku se dvěma pruhy na okruhu, aby se zvýšila kapacita na těchto vjezdech.

3.3.2 Jeden pruh na vjezdu a dva pruhy na okruhu

Pro výpočet kapacity na vjezdech A – D u okružní křižovatky se dvěma pruhy na okruhu postačí změnit pouze koeficienty A a B dle tab. 11.

Vjezd A

$$Q_e = 1200 \cdot e^{-7,3 \cdot 10^{-4} \cdot 633} = 755,9 \cong \underline{\underline{756 \text{ jv} / \text{h}}}$$

Vjezd B

$$Q_e = 1200 \cdot e^{-7,3 \cdot 10^{-4} \cdot 845} = 647,6 \cong \underline{\underline{648 \text{ jv} / \text{h}}}$$

Vjezd C

$$Q_e = 1200 \cdot e^{-7,3 \cdot 10^{-4} \cdot 372} = 914,6 \cong \underline{\underline{915 \text{ jv} / \text{h}}}$$

Vjezd D

$$Q_e = 1200 \cdot e^{-7,3 \cdot 10^{-4} \cdot 693} = 723,5 \cong \underline{\underline{724 \text{ jv} / \text{h}}}$$

tab. 15: Tabulka srovnání maximální intenzity se skutečnými intenzitami na vjezdech okružní křižovatky se dvěma jízdními pruhy na okruhu

	Intenzita [jv/h]	Q_e [jv/h]	Δ [jv/h]	splňuje
Vjezd A	699	756	57	ANO
Vjezd B	442	648	206	ANO
Vjezd C	850	915	65	ANO
Vjezd D	612	724	112	ANO

zdroj: autor

Ze srovnávací tabulky (tab. 15) vyplývá, že kapacita vjezdů této okružní křižovatky se dvěma pruhy na okruhu a jedním na vjezdech je zcela dostačující.

4 POSOUZENÍ OPATŘENÍ NA ORGANIZACI DOPRAVY

Z uvedených výpočtů kapacit řízené a navrhovaných okružních křižovatek vyplývá, že kapacitně nevyhovuje pouze okružní křižovatka s jedním jízdním pruhem na okruhu. Ovšem zbylé dvě, tedy stávající světelně řízená křižovatka i navrhovaná okružní křižovatka se dvěma jízdními pruhy na okruhu, zcela vyhovují. Je zřejmé, že u řízené křižovatky je kapacitní rezerva poměrně velká, a to 460 jv./h, což je z dlouhodobého hlediska velká výhoda. Avšak na druhou stranu, z hlediska bezpečnosti a plynulosti provozu na této křižovatce se stává tato výhoda méně podstatnou. Oproti navrhované okružní křižovatce, kde je známé, že tento typ křižovatek je mnohem bezpečnější, jak pro silniční vozidla, tak hlavně pro cyklisty a chodce přecházející po přechodech, jsou také velmi podstatné provozní náklady a také vizuální hledisko. U řízených křižovatek se musí brát v úvahu, že je třeba platit elektrickou energii nutnou pro provoz světelného signalizačního zařízení a také náklady na jeho údržbu a příp. modernizaci, což může být např. stálé sledování provozu a manuálně, popř. softwarově upravovat délku a četnost jednotlivých zelených fází v různých jízdních směrech. Tato zařízení nevypadají z hlediska vizuálního moc esteticky. U okružní křižovatky jsou provozní náklady téměř nulové. Obrovskou výhodou této křižovatky je možnost umístění do nezpevněné části středního ostrova různé fontány, sochy, zeleň a jiné esteticky příjemně působící věci. Dále není třeba oproti řízené křižovatce jakkoliv zasahovat do řízení provozu a v případě výpadku elektrické energie se v podstatě také nic neděje. Z uvedeného tedy vyplývá, že ačkoliv může mít řízená křižovatka větší kapacitu, tak okružní křižovatka je bezpečnější a plynulejší pro všechny účastníky provozu na pozemních komunikacích.

Z dlouhodobého vývoje silniční dopravy, kdy je očekáván stálý nárůst, je zřejmé, že v budoucnu by navrhovaná okružní křižovatka nemusela vyhovovat z kapacitního hlediska. Město Přerov plánuje výstavbu nadjezdu nad železniční tratí a nad stávajícím zcela nevyhovujícím podjezdem. Toto řešení odlehčí navrhované okružní křižovatce. Tento nadjezd bude také součástí obchvatu kolem Přerova resp. součástí dálnice D1 Brno – Ostrava. Bude to vlastně jakýsi přivaděč na tento obchvat a také na budoucí rychlostní silnici R55 Přerov – Olomouc. Koncepce těchto staveb je uvedena v příloze (viz. PŘÍLOHA C).

Všechny tyto stavby budou mít za následek jediné, ze silničních komunikacích v Přerově by měla zmizet velká část tranzitní nákladní dopravy, která bude využívat výše zmíněné obchvaty resp. dálnici D1 a rychlostní silnici R55. Proto není nutné počítat kapacitu křižovatek ve výhledu roku 2020. Z koncepce (viz. PŘÍLOHA D), kterou vytvořil Magistrát

města Přerova, odbor rozvoje, je patrné, že intenzita vozidel ve městě v tomto roce by měla být téměř stejná a na mnohých místech i nižší, rovněž na řešené křižovatce.

Díky všem těmto faktům a závěrům, je třeba si zodpovědět otázku, zda se vyplatí přebudovat inkriminovanou světelně řízenou křižovatku na okružní již v blízkém období a nebo počkat až na vybudování nadjezdu a s tím souvisejících staveb.

Pro vybudování v blízkém období hovoří několik věcí. Jsou to hlavně provozní náklady, které by odpadly, protože by již nebylo třeba dodávat energii do světelného signalizačního zařízení a dalších zařízení. Dále jsou to investiční náklady na výstavbu, které se ovšem v tomto pohledu na věc zohledňovat nemusí, protože okružní křižovatka by se měla budovat tak jako tak, tudíž investiční náklady prostě budou vynaložené. Možná by se dalo na tyto náklady podívat z ekonomického hlediska, kdy je nejen ve stavebnictví trend všechno zdražovat, a tak by se mohlo vyplatit investovat do okružní křižovatky co nejdříve. Ovšem na druhou stranu vhodné uložení peněz přináší úroky, a proto by se tyto dvě položky musely vhodně porovnat. Z provozního hlediska se rovněž vyplatí okružní křižovatka, při vhodném zvolení jejího poloměru, protože nyní mají velká nákladní vozidla a nákladní soupravy problém odbočovat ze směru od Olomouce na městský okruh. Toto je výhoda, která je v podstatě účinná pouze do doby, kdy bude vybudován obchvat kolem města a tranzitní doprava v té lepší variantě zcela zmizí z ulic a silnic města.

Proti vybudování ovšem hovoří celkem nízká rezerva kapacity okružní křižovatky, což může být problém do doby než se vybuduje obchvat a kdy bude trvat stálý nárůst dopravy v celé ČR.

ZÁVĚR

Celá práce byla směřována k posuzování stávající světelně řízené křižovatky v severní části statutárního města Přerov a ke zkoumání jejího vyřešení. To probíhalo v několika fázích. Nejprve se zjišťovaly z dopravních průzkumů intenzity vozidel, které danou křižovatkou projížděly, nejdříve po celý den a po zjištění dopravní špičky podrobněji v daný hodinový úsek. Výsledky těchto průzkumů byly podrobně zaznamenány a pečlivě prozkoumány. Dále byly tyto výsledky použity pro výpočet kapacity současné světelně řízené křižovatky, které se věnovala celá jedna podkapitola. Ze zjištěné kapacity se stanovilo zda křižovatka kapacitně vyhovuje nebo ne.

Nejprve se zkoumala všeobecná charakteristika okružních křižovatek, z které vyplynuly jednotlivé možnosti použití pro danou světelně řízenou křižovátku. Rovněž bylo nutno najít vhodnou metodu výpočtu kapacity okružní křižovatky, a tak byly charakterizovány nejznámější metody výpočtu kapacity používané na celém světě. Z této charakteristiky vyšly jako nejvhodnější a v ČR již používané metody dvě, a to metoda převzatá z Německa, metoda profesora Brillona a metoda nově zavedená v ČR uvedená v normě TP 135. Po zjištění všech faktů, byla zvolena metoda profesora Brillona jako ta nejlepší a nejvíce vyhovující známým hodnotám o současné a navrhované křižovatce.

Kapacita okružní křižovatky se počítala celkem dvakrát a to z důvodu, že první nejběžněji používaná okružní křižovatka s jedním pruhem na vjezdu a jedním na okruhu kapacitně nevyhovovala. Proto bylo nutné přistoupit k druhé variantě okružní křižovatky s jedním pruhem na vjezdu a se dvěma na okruhu. Tato varianta již vyhovovala, a tak se mohly zahájit porovnávat jednotlivé výhody a nevýhody výstavby této křižovatky.

Ze závěrečné kapitoly vyplynulo, že by bylo vhodné výše zmíněnou druhou variantu okružní křižovatky zahájit budovat co možná nejdříve, aby pomohla plynulosti a bezpečnosti provozu v tomto místě. Dalším faktorem pro stavbu v nejbližším možném termínu jsou investiční náklady na realizaci okružní křižovatky, která by byla stejně postavena v pozdějších letech s budováním nadjezdu a obchvatu kolem statutárního města Přerov.

Z výše uvedených závěrů a jednotlivých výhod byl cíl této práce splněn.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- [1] SLABÝ, P.; UHLÍK, M.: *Dopravní inženýrství I*. Praha: Nakladatelství ČVUT. 2006. 101s. ISBN 80-01-03365-1
- [2] JIRAVA, P.; SLABÝ, P.: *Dopravní inženýrství*. Praha: ČVUT. 1990. 165s. ISBN 80-01-00213-6
- [3] PIPKOVÁ, B.; DLOUHÁ, E.; JIRAVA, P.; SLABÝ, P.: *Dopravní inženýrství. Návod pro cvičení*. Praha: ČVUT. 1994. 144s. ISBN 80-01-01226-3
- [4] *Aktualizace výpočtových modelů pro stanovení kapacity okružních křižovatek* [online]. [cit. 2008-04-03]. Dostupné z: <http://www.edip.cz/index.php?id=vyzkum&projekt=vyzkum_okruzky&PHPSESSID=4c5f2d612dc9ee6bd39974504c315480/>.
- [5] *Okružní křižovatky – ano či ne?* [online]. Poslední revize 4.1.2008. [cit. 2008-04-02]. Dostupné z: <http://www.udipraha.cz/novinky/okr_kriz.htm/>.
- [6] *Okružní křižovatky* [online]. Poslední revize 25.3.2002. [cit. 2008-04-03]. Dostupné z: <<http://web.quick.cz/z.pliska/index.html/>>.
- [7] MALINA, T.: *Technické podmínky TP 135. Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích*. Slezská Ostrava: V-projekt s.r.o. 2005. 32s. ISBN není
- [8] *WIKIPEDIA otevřená encyklopedie. Přerov* [online]. Poslední revize 25.4.2008. [cit. 2008-05-09]. Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%99erov/>>.
- [9] *MAPY.CZ* [online]. [cit. 2008-05-09]. Dostupné z: <<http://www.mapy.cz/>>
- [10] *Statutární město Přerov oficiální internetový prostor* [online]. [cit. 2008-05-13]. Dostupné z: <<http://www.mu-prerov.cz/clanek.php?cl=2500&cat=285/>>
- [11] *CityPlan, STŘEDISKO 2: DOPRAVA: Aktualizace intenzit automobilové dopravy v Přerově*. Jindřišská 17, 110 00 Praha 1

SEZNAM OBRÁZKŮ

obr. 1: Řešená křižovatka	10
obr. 2: Schéma řízené křižovatky s označením dopravních proudů	11
obr. 3: Graf vývoje intenzit silničních vozidel na řešené křižovatce.....	14
obr. 4: Graf procentuálně vyjádřené intenzity jednotlivých kategorií silničních vozidel ve fyzických vozidlech.....	15
obr. 5: Graf procentuálně vyjádřené intenzity jednotlivých kategorií silničních vozidel v jednotkových vozidlech.....	19
obr. 6: Prvky okružní křižovatky	21
obr. 7: Zatížení dopravních proudů křižovatky a vzdálenost b mezi kolizními body $C - C'$...	31
obr. 8: Graf pro zjištění faktoru α	31
obr. 9: Střední čekací doba v závislosti na rezervě kapacity a kapacitě vjezdu	32
obr. 10: Schéma návrhu okružní křižovatky.....	35

SEZNAM TABULEK

tab. 1: Označení dopravních proudů.....	10
tab. 2: Součet intenzit osobních vozidel + nákladních vozidel do 3,5 t měřených po 10 min mezi 6:00 – 18:00	12
tab. 3: Součet intenzit nákladních vozidel nad 3,5 t + autobusy měřených po 10 min mezi 6:00 – 18:00.....	12
tab. 4: Součet intenzit všech vozidel měřených po 10 min mezi 6:00 – 18:00	13
tab. 5: Hodinové intenzity jednotlivých dopravních proudů ve fyzických vozidlech.....	14
tab. 6: Součty kritických proudů I a II po sloupcích	17
tab. 7: Hodinové intenzity jednotlivých dopravních proudů v jednotkových vozidlech.....	19
tab. 8: Tabulka součtů kritických proudů I a II	20
tab. 9: Tabulka součtů kritických proudů I a II ve skutečných intenzitách.....	20
tab. 10: Doporučené parametry malé okružní křižovatky	25
tab. 11: Kapacita vjezdu okružní křižovatky (metoda profesora Brillona)	34
tab. 12: Tabulka intenzit na okružní křižovatce	35
tab. 13: Tabulka intenzit na okruhu v různých úsecích.....	36
tab. 14: Tabulka srovnání maximální intenzity se skutečnými intenzitami na vjezdech okružní křižovatky s jedním jízdním pruhem na okruhu.....	37
tab. 15: Tabulka srovnání maximální intenzity se skutečnými intenzitami na vjezdech okružní křižovatky se dvěma jízdními pruhy na okruhu	38

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA A.....	48
PŘÍLOHA B.....	49
PŘÍLOHA C.....	51
PŘÍLOHA D.....	53

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA A

Intenzita osobních vozidel + nákladních vozidel do 3,5t ve fyzických vozidlech na dané křižovatce

označení	ze směru	do směru	6:34 - 6:44	7:49 - 7:59	8:38 - 8:48	9:36 - 9:46	10:33 - 10:43	11:24 - 11:34	12:40 - 12:50	13:15 - 13:25	14:29 - 14:39	15:18 - 15:28	16:04 - 16:14	17:02 - 17:12
1	Velká Dlážka	Polní	5	4	6	1	3	2	5	3	4	1	1	1
2	Velká Dlážka	Předmostí	55	57	63	50	47	49	45	49	55	59	55	40
3	Velká Dlážka	Lipnická	7	18	19	22	22	25	24	15	18	30	39	40
4	Lipnická	Velká Dlážka	20	23	21	31	27	32	29	21	25	27	25	26
5	Lipnická	Polní, Předmostí	22	21	17	37	30	20	22	25	31	36	33	28
6	Předmostí	Lipnická	7	11	11	13	10	19	12	13	11	12	8	11
7	Předmostí	Velká Dlážka	50	52	55	54	50	51	55	54	57	64	65	50
8	Předmostí	Polní	35	45	49	40	42	39	37	42	41	47	46	40
9	Polní	Předmostí	33	35	35	39	37	35	36	38	36	39	37	36
10	Polní	Lipnická, Velká Dlážka	21	24	24	34	33	27	25	28	34	31	31	30

zdroj: autor

Intenzita nákladních vozidel nad 3,5t + autobusy ve fyzických vozidlech na dané křižovatce

označení	ze směru	do směru	6:34 - 6:44	7:49 - 7:59	8:38 - 8:48	9:36 - 9:46	10:33 - 10:43	11:24 - 11:34	12:40 - 12:50	13:15 - 13:25	14:29 - 14:39	15:18 - 15:28	16:04 - 16:14	17:02 - 17:12
1	Velká Dlážka	Polní	0	0	0	0	2	0	1	0	2	0	0	0
2	Velká Dlážka	Předmostí	0	1	6	4	4	7	3	4	5	5	2	1
3	Velká Dlážka	Lipnická	0	0	5	0	2	0	1	4	0	1	0	0
4	Lipnická	Velká Dlážka	0	1	2	0	1	0	3	1	1	2	1	1
5	Lipnická	Polní, Předmostí	9	10	9	11	12	15	13	12	9	8	6	6
6	Předmostí	Lipnická	0	1	1	0	1	0	0	2	1	0	1	1
7	Předmostí	Velká Dlážka	2	4	3	6	5	5	6	7	3	3	5	2
8	Předmostí	Polní	18	21	22	18	23	20	21	19	17	12	8	9
9	Polní	Předmostí	15	16	14	11	12	9	11	10	8	12	11	11
10	Polní	Lipnická, Velká Dlážka	8	9	9	5	9	10	9	8	6	8	5	7

zdroj: autor

Intenzita všech vozidel ve fyzických vozidlech na dané křižovatce

označení	ze směru	do směru	6:34 - 6:44	7:49 - 7:59	8:38 - 8:48	9:36 - 9:46	10:33 - 10:43	11:24 - 11:34	12:40 - 12:50	13:15 - 13:25	14:29 - 14:39	15:18 - 15:28	16:04 - 16:14	17:02 - 17:12
1	Velká Dlážka	Polní	5	4	6	1	5	2	6	3	6	1	1	1
2	Velká Dlážka	Předmostí	55	58	69	54	51	56	48	53	60	64	57	41
3	Velká Dlážka	Lipnická	7	18	24	22	24	25	25	19	18	31	39	40
4	Lipnická	Velká Dlážka	20	24	23	31	28	32	32	22	26	29	26	27
5	Lipnická	Polní, Předmostí	31	31	26	48	42	35	35	37	40	44	39	34
6	Předmostí	Lipnická	7	12	12	13	11	19	12	15	12	12	9	12
7	Předmostí	Velká Dlážka	52	56	58	60	55	56	61	61	60	67	70	52
8	Předmostí	Polní	53	66	71	58	65	59	58	61	58	59	54	49
9	Polní	Předmostí	48	51	49	50	49	44	47	48	44	51	48	47
10	Polní	Lipnická, Velká Dlážka	29	33	33	39	42	37	34	36	40	39	36	37

zdroj: autor

PŘÍLOHA B

Intenzita osobních vozidel mezi 15:00 a 16:00 hodinou ve fyzických i jednotkových vozidlech

označení	ze směru	do směru	15:00 - 16:00	jv. * 1
1	Velká Dlážka	Polní	15	15
2	Velká Dlážka	Předmostí	377	377
3	Velká Dlážka	Lipnická	210	210
4	Lipnická	Velká Dlážka	164	164
5	Lipnická	Polní, Předmostí	214	214
6	Předmostí	Lipnická	78	78
7	Předmostí	Velká Dlážka	372	372
8	Předmostí	Polní	254	254
9	Polní	Předmostí	236	236
10	Polní	Lipnická, Velká Dlážka	186	186
Celkem			2106	2106

zdroj: autor

Intenzita nákladních vozidel nad 3,5t mezi 15:00 a 16:00 hodinou ve fyzických i jednotkových vozidlech

označení	ze směru	do směru	15:00 - 16:00	jv. * 1,7
1	Velká Dlážka	Polní	2	3
2	Velká Dlážka	Předmostí	30	51
3	Velká Dlážka	Lipnická	10	17
4	Lipnická	Velká Dlážka	6	10
5	Lipnická	Polní, Předmostí	27	46
6	Předmostí	Lipnická	10	17
7	Předmostí	Velká Dlážka	13	22
8	Předmostí	Polní	44	75
9	Polní	Předmostí	83	141
10	Polní	Lipnická, Velká Dlážka	29	49
Celkem			254	431

zdroj: autor

Intenzita autobusů mezi 15:00 a 16:00 hodinou ve fyzických i jednotkových vozidlech

označení	ze směru	do směru	15:00 - 16:00	jv. * 2
1	Velká Dlážka	Polní	0	0
2	Velká Dlážka	Předmostí	11	22
3	Velká Dlážka	Lipnická	2	4
4	Lipnická	Velká Dlážka	2	4
5	Lipnická	Polní, Předmostí	2	4
6	Předmostí	Lipnická	2	4
7	Předmostí	Velká Dlážka	11	22
8	Předmostí	Polní	3	6
9	Polní	Předmostí	0	0
10	Polní	Lipnická, Velká Dlážka	0	0
Celkem			33	66

zdroj: autor

Intenzita všech vozidel mezi 15:00 a 16:00 hodinou ve fyzických i jednotkových vozidlech

označení	ze směru	do směru	15:00 - 16:00	jv.
1	Velká Dílážka	Polní	17	18
2	Velká Dílážka	Předmostí	418	450
3	Velká Dílážka	Lipnická	222	231
4	Lipnická	Velká Dílážka	172	178
5	Lipnická	Polní, Předmostí	243	264
6	Předmostí	Lipnická	90	99
7	Předmostí	Velká Dílážka	396	416
8	Předmostí	Polní	301	335
9	Polní	Předmostí	319	377
10	Polní	Lipnická, Velká Dílážka	215	235
Celkem			2393	2603

zdroj: autor

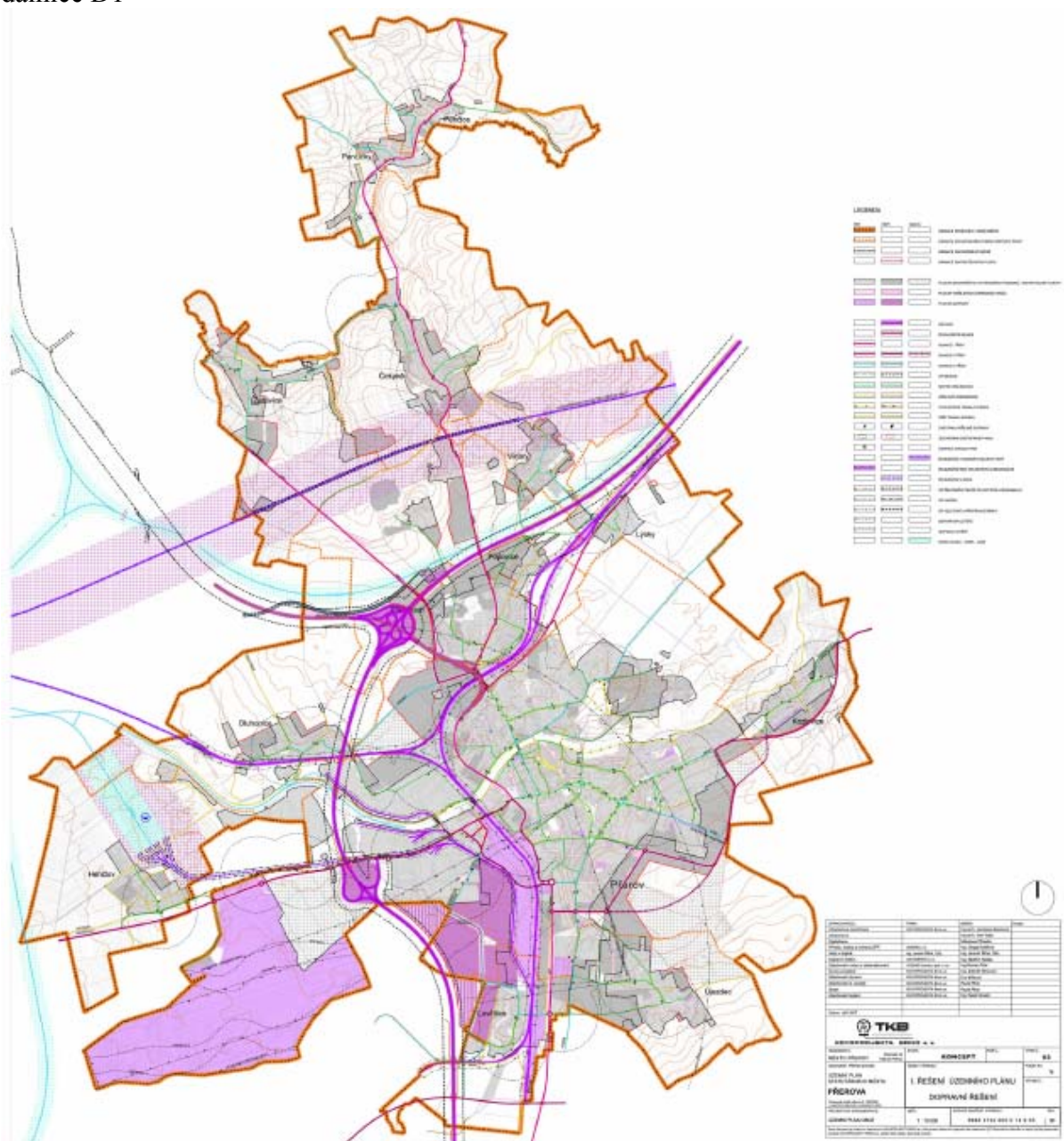
PŘÍLOHA C

Zobrazení budoucího obchvatu kolem statutárního města Přerova tedy budoucí dálnice D1



zdroj: [10]

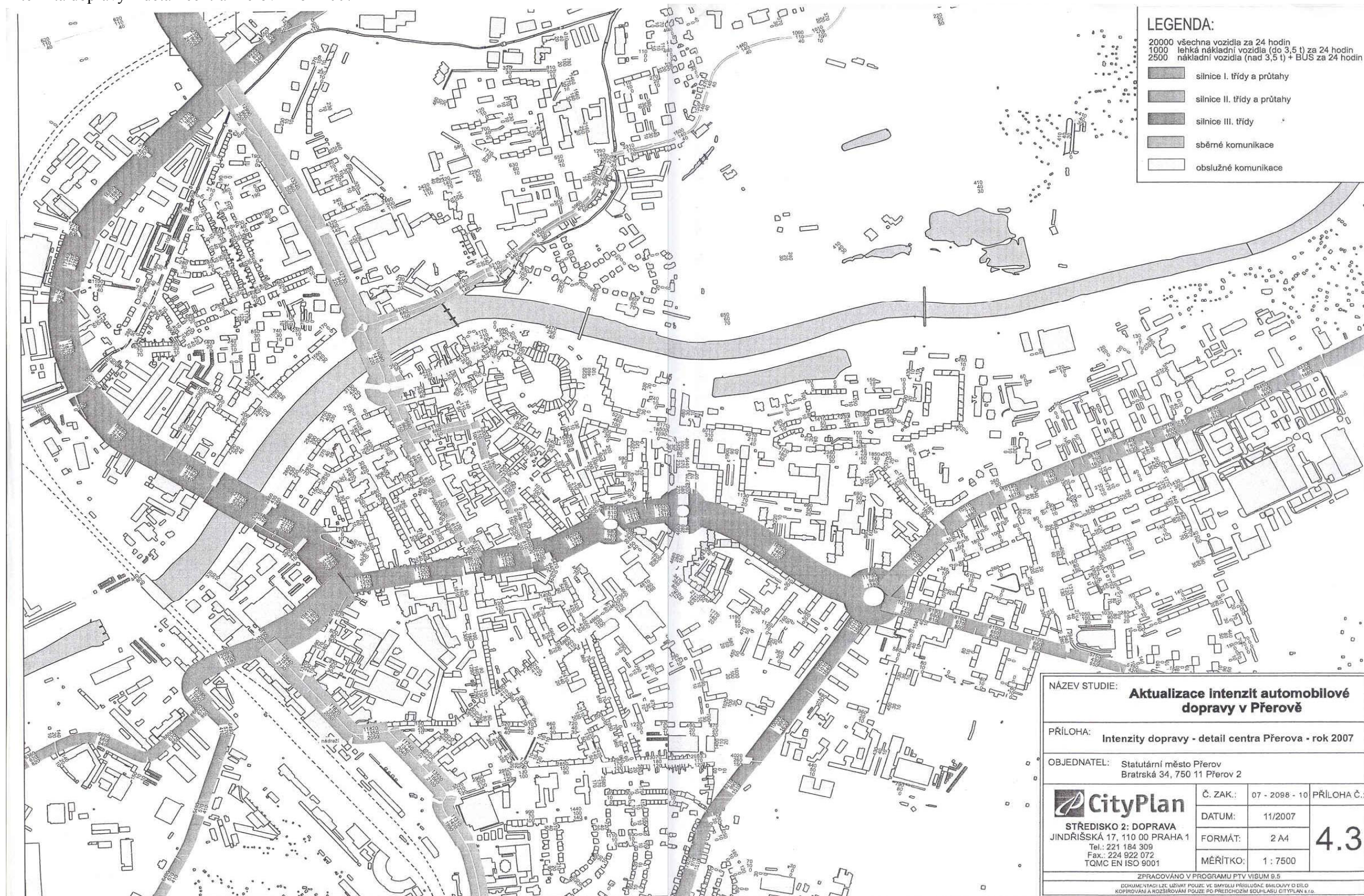
Schématické zobrazení budoucího obchvatu kolem statutárního města Přerova tedy budoucí dálnice D1



zdroj: [10]

PŘÍLOHA D

Intenzita dopravy – detail centra Přerov – rok 2007



Intenzita dopravy – detail centra Přerov – rok 2020

